

The background of the cover is a dynamic splash of water with various shades of blue and white. Overlaid on this is a stylized illustration of four hands, each a different skin tone (light brown, dark brown, tan, and medium brown), holding a continuous blue ribbon that forms a circular shape around the central text.

# **Governança da Água: Das Políticas Públicas à Gestão de Conflitos**

**Adriano Severo Figueiró  
Cláudio Antônio Di Mauro**

**GOVERNANÇA DA ÁGUA:  
DAS POLÍTICAS PÚBLICAS  
À GESTÃO DE CONFLITOS**

G7211 Governança da água: das políticas públicas à gestão de conflitos/  
Organizadores: Figueiró e Di Mauro

— Campina Grande: EPTEC, 2020.  
251 f.: il. color.

ISBN: 978-65-00-04536-9

1. Gestão de bacias. 2. Recursos hídricos. 3. Política ambiental.  
I. Figueiró, Adriano Severo. II. Di Mauro, Cláudio Antônio.  
III. Título.

CDU 912

Os capítulos ou materiais publicados são de inteira responsabilidade de seus autores.  
As opiniões neles emitidas não exprimem, necessariamente, o ponto de vista do Editor responsável.  
Sua reprodução parcial está autorizada desde que cite a fonte.

### **Editoração e Arte da Capa**

Paulo Roberto Megna Francisco

### **Conselho Editorial**

Djail Santos (CCA-UFPB)  
Dermeval Araújo Furtado (CTRN-UFCG)  
George do Nascimento Ribeiro (CDSA-UFCG)  
Josivanda Palmeira Gomes (CTRN-UFCG)  
João Miguel de Moraes Neto (CTRN-UFCG)  
José Wallace Barbosa do Nascimento (CTRN-UFCG)  
Juarez Paz Pedroza (CTRN-UFCG)  
Lúcia Helena Garófalo Chaves (CTRN-UFCG)  
Luciano Marcelo Fallé Saboya (CTRN-UFCG)  
Paulo da Costa Medeiros (CDSA-UFCG)  
Paulo Roberto Megna Francisco (CTRN-UFCG)  
Soahd Arruda Rached Farias (CTRN-UFCG)  
Virgínia Mirtes de Alcântara Silva (CTRN-UFCG)

Adriano Severo Figueiró  
Cláudio Antônio Di Mauro  
(Organizadores)

# **GOVERNANÇA DA ÁGUA: DAS POLÍTICAS PÚBLICAS À GESTÃO DE CONFLITOS**



1.a Edição  
Campina Grande-PB  
2020

## Organização



## Apoio



## Editoração



## SUMÁRIO

<b>Parte I – Bacias hidrográficas: gestão e planejamento</b> .....	<b>10</b>
<i>Fontes históricas para o estudo dos rios: o caso da bacia do Ave (Noroeste de Portugal)</i> .....	26
<i>Estudos de paisagem aplicado ao planejamento e gestão de bacias hidrográficas</i> .....	49
<i>Análises de bacias hidrográficas com o uso de geotecnologias livres: construindo um caminho</i> .....	64
<i>Análise morfométrica em bacia hidrográfica: instrumento para o planejamento ambiental</i> .....	76
<i>Os recursos hídricos e os comitês de bacias hidrográficas: a instrumentalização do planejamento e a inserção participativa</i> .....	89
<i>La percepción social del agua como insumo para la gestión participativa: caso cuenca hidrográfica del Rio Dagua, Colombia</i> .....	103
<i>O papel da aprendizagem social no planejamento de bacias hidrográficas</i> .....	124
<b>Parte II – Política de recursos hídricos: usos e conflitos</b> .....	<b>138</b>
<i>Los conflictos por el agua desde una perspectiva geopolítica</i> .....	139
<i>Segurança hídrica</i> .....	146
<i>Mineração e água - conflitos</i> .....	152
<i>Riscos e perigos socioambientais na decisão por grandes empreendimentos</i> .....	166
<i>Uso sustentável de recursos hídricos e de energia no manejo da irrigação por pivô central na bacia do córrego Lajedo, Araguari, MG</i> .....	179
<i>Impactos da exploração mineral no município de Lagamar, Minas Gerais, Brasil</i> .....	188
<i>Análise de impactos do geoturismo nas águas do polo turístico de São Lourenço, MT</i> .....	202
<i>Sequía y déficit hídrico en la demarcación hidrográfica del Segura (sureste de Españã): um riesgo convertido en catástrofe de difícil solucion</i> .....	218
<i>Manejo de água em bacias hidrográficas e desertificação – gestão e ações planejadas para zonas tropicais</i> .....	232
<b>Sobre os Autores</b> .....	<b>247</b>

### **José Manuel Mateo Rodriguez, presente!**

Em um evento acontecido na cidade de Havana, na segunda metade da década de 1980, fomos conhecer a importância do Professor José Manuel Mateo Rodriguez, Titular da Faculdade de Geografia da Universidade de Havana onde atuava como Professor Emérito. Um professor muito agitado, de absoluta dedicação aos estudos e ao trabalho.

Resolvemos que iniciáramos um projeto conjunto no Brasil. Assim foi que recorrendo à FAPESP o convidamos para, em conjunto com o Professor Arturo Rua do Cabo, dedicar alguns meses na UNESP de Rio Claro, no Departamento de Planejamento Regional. Essa possibilidade se realizou em 1996. A disciplina ministrada sob minha responsabilidade na UNESP, no Programa de Pós Graduação em Geografia, recebeu a contribuição de Mateo e Arturo.

Os mestrandos e doutorandos de diversas partes do Brasil conheceram a metodologia e o trabalho geográfico desses cubanos. Dali surgiram muitos convites e Mateo se transformou no geógrafo cubano de maior prestígio no Brasil.

O professor Mateo Rodriguez passou a trabalhar de maneira contundente com o Professor Edson Vicente Silva, o Cacau, na Universidade Federal do Ceará, com o Professor Antonio Cezar Leal na UNESP de Presidente Prudente, como pontos de irradiação de suas atividades no Brasil.

Recentemente estava trabalhando com o Professor Adriano Severo Figueiró na Universidade Federal de Santa Maria.

A contribuição para a Geografia Brasileira do Professor José Manuel Mateo Rodriguez é muito expressiva, merece aqui nossa homenagem e nossas palavras de saudades.

Em dezembro de 2017 – 59º Ano da Revolução, o Partido Comunista Cubano decidiu com aplausos do José Manuel Mateo Rodriguez que “La sociedade cubana se encuentra em el uperviv histórico del socialismo como alternativa viable para superar el capitalismo y em ello, contribuir modestamente a la upervivência de la Humanidad”. (PCC, 2016). Com base nesses preceitos, Mateo preparou o texto “CUBA: LOS RETOS DE EM PAIS EM REVOLUCION PARA ENFRENTAR LA CRISIS AMBIENTAL” que lhe deu o Prêmio mais importante concedido a um docente Cubano pelo Governo de Cuba.

Todo nosso carinho e nossa estima para o saudoso e querido Professor Doutor José Manuel Mateo Rodriguez a quem dedicamos este E-book.

**Prof. Dr. Cláudio di Mauro**



## APRESENTAÇÃO

Após mais de cinco mil anos de evolução da vida humana em sociedade neste planeta, ao mesmo tempo em que testemunhamos os avanços mais inimagináveis no campo da ciência e da tecnologia, cerca de 1 bilhão de pessoas ainda não têm acesso à água potável.

Um mundo que desenvolve tecnologias para extrair petróleo a mais de sete mil metros de profundidade da crosta terrestre, ainda é incapaz de evitar que a cada 19 segundos uma mãe perca o seu bebê por doença relacionada à água em algum lugar distante ou, até mesmo, dentro dos grandes centros urbanos. Isso, em um cenário no qual, segundo relatório da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco), divulgado em 2016, se estima que as reservas hídricas globais possam encolher 40% até 2030. Uma redução de oferta de água que é fisicamente incompatível e assustadora frente à estimativa de que a demanda aumente 55% até 2050.

Estas estimativas, no entanto, frente ao estoque de água doce no planeta, apontam muito mais para uma crise global de governança da água do que propriamente para uma crise de disponibilidade de recurso hídrico; apenas nas últimas décadas o consumo de água cresceu duas vezes mais do que a população mundial. Contaminação de aquíferos, impermeabilização de áreas de recarga, falta de proteção de nascentes e matas-galeria, expansão descontrolada de áreas agrícolas com produção de sedimentos e assoreamento de canais, desperdício de água na irrigação e no abastecimento urbano mal planejados, alteração de canais e de regimes hídricos e privatização de mananciais são alguns dos elementos que definem um quadro bastante complexo para as próximas décadas.

No Brasil, em que pese a abundância total dos recursos hídricos em território nacional, a sua distribuição irregular somada à criação de um rentável e cada vez maior mercado da água e a uma cultura da má gestão (37% da água tratada no Brasil é desperdiçada), acende todos os sinais de alerta. Este quadro, dentro de um projeto de desenvolvimento em que mais de 70% da água doce utilizada é controlada pelo agronegócio, cria uma produção social da escassez hídrica no campo, atrelando a formação da cidadania à condição de uma seletiva categoria econômica de produtividade.

A mudança progressiva na concepção acerca dos mecanismos de acesso aos recursos hídricos, do direito universal de uso de um patrimônio compartilhado à uma mercadoria cuja circulação é mediada pelas relações de mercado, define uma mudança substancial na proteção e conservação da água; isto, em última instância, coloca em risco a sobrevivência da própria espécie humana na Terra, na medida em que nos pautamos pelas características da demanda sem levarmos em conta os limites da oferta.

Na esteira desta mudança encontram-se os ataques às formas de propriedade e de gestão comunitárias e públicas da água por parte das políticas neoliberais introduzidas na América Latina desde a década de 1980. Esta apropriação dos recursos naturais pelo mercado, transformando a água em uma commodity do século XXI, com a consequente submissão dos povos às demandas e aos princípios da globalização, na visão de Henrique Leff, “simplifica a complexidade dos processos naturais e destrói as identidades culturais para assimilá-las a uma lógica, a uma razão, a uma estratégia de poder para a apropriação da natureza como meio de produção e fonte de riqueza”.

Partilhando destas preocupações acerca do futuro das políticas mundiais e, especialmente, latino-americanas de gestão da água, pesquisadores de todo o país e de outros países da América Latina aprovaram, em 2017, na cidade de Uberlândia (MG), a “Carta de Uberlândia”, onde manifestam a preocupação com o avanço e implementação cada vez mais intensas, por parte de governos da América Latina, em associação com corporações internacionais e nacionais, de programas e políticas dirigidas à mercantilização e à privatização de fontes de água e de serviços baseados nas águas superficiais e subterrâneas de bacias hidrográficas. Segue o manifesto:

“Essas tendências contrariam claramente a Declaração Universal dos Direitos à Água, proclamada no Rio de Janeiro em 1992, nomeadamente em seus artigos 1º, 5º, 6º, 9º e 10º, pondo em risco a sustentabilidade ambiental, os direitos dos povos e nações a um patrimônio da humanidade e um direito humano fundamental consagrado pelas Nações Unidas em 2010 (Resolução nº 64 – 292), culminando em processo de intensas e prolongadas lutas sociais.

Essa modalidade atual de gestão e usurpação dos patrimônios naturais caracteriza-se pelo reforço do extrativismo, a saber:

- A utilização dos recursos hídricos e das bacias hidrográficas acima de suas capacidades de suporte, reposição e resiliência;
- A exploração desenfreada da natureza dirigida à obtenção de lucro para um grupo reduzido de proprietários, desrespeitando as coletividades;

- O domínio dos agentes monopolizadores no desejo de controlar a natureza de maneira desmedida, sobrepondo-se às formas de organização natural de seus componentes;
- Esvaziamento e falseamento dos pressupostos e fundamentos da gestão integrada, com participação da sociedade no sistema de gestão, nas instancias, na aplicação dos instrumentos da política e da governança dos recursos hídricos;
- Ausência de discricionariedade para que sejam garantidos os direitos e deveres dos diversos atores sociais e econômicos, visando à sustentabilidade dos recursos hídricos, o valor socioambiental da água e o Estado Democrático de Direito.

A aplicação do modelo neoliberal na gestão da água e das bacias hidrográficas tem provocado numerosos conflitos que se refletem na intensificação das crises sociais, como aconteceu com a tentativa de privatização da água na Bolívia, a qual provocou a revolta popular entre janeiro e abril de 2000, revertendo esse processo.

Vemos com interesse os processos de resistência contra a mercantilização privatista neoliberal dos serviços de abastecimento e saneamento que estão protagonizando numerosas localidades em diversas partes do mundo, como Atlanta, Indianápolis, Johannesburgo, Dar-es-Salaam, Accra, Almaty, Kuala Lumpur, etc. Na Europa, o processo de recuperação da gestão pública (“remunicipalização”) tem obtido força especial, com destaque para Paris, Berlim, Budapeste, Montpellier, Tarrasa e Valladolid, onde a gestão pública é entendida em transparência, participação social e cobrança de contas.

O atual avanço do modelo neoliberal na exploração da natureza tem sido motivado pelo refluxo de posições políticas conservadoras, que se manifestam pela implantação de governos de direita em Honduras, Paraguai, Argentina, Brasil, bem como pela ofensiva neoliberal no Equador, Bolívia e Venezuela e pelo aprofundamento da crise política no México, onde a sociedade civil encontra-se mobilizada para deter o avanço das políticas neoliberais no setor da água que são impulsionadas pelo governo nacional.

Há enfraquecimento de comunidades locais que historicamente desenvolveram saberes e fazeres, respeitando as condições dos recursos naturais, com especial ênfase aos usos dos recursos hídricos. Ademais, constata-se o intenso açoitamento por parte do imperialismo estadunidense no intento de aprofundar e ampliar os ataques ao modelo socialista cubano e às experiências alternativas de uso da terra e dos recursos hídricos que ocorrem em várias partes do Planeta Terra.

Nesses países e em outros, é urgente a implementação de processos dirigidos a uma maior democratização e nacionalização de recursos naturais mediante seus usos racionais, baseados no planejamento ambiental e territorial bem como na gestão social da natureza.

O processo de inflexão à direita, caracterizado pelo aumento da concentração de renda e de terras que despontam atualmente na América Latina ocorre por diversas formas e procedimentos. Entre eles destacam-se:

- A ofensiva de difamação pelos meios de comunicação;
- A fabricação de mentiras e falsidades sobre a gestão de governos democráticos;
- Os intentos de violentar a gestão dos governos;
- Inclusive, a ocorrência de golpes de estado jurídicos, legislativos e midiáticos, como aconteceu no Brasil em 2016.

Conscientes da existência das crises alimentar, ambiental, climática, energética, político-culturais e socioeconômicas de caráter mundial, faz-se necessário a vinculação direta delas à questão da água e dos recursos hídricos.

Sabemos também que o acesso à água depende de como procede a distribuição de outros bens e recursos nas sociedades, de como a terra é apropriada, distribuída e usada, assim como o nível de democratização e participação dessas sociedades.

Destacamos a necessidade de construir alternativas a essas políticas neoliberais, conjuntamente com a diversidade de atores que lutam pela democratização da política e pela gestão da água e dos serviços essenciais. Entre outros exemplos notáveis que podem ser mencionados, incluem-se vários processos alternativos bem-sucedidos, como a luta que levou, em 2010, o Parlamento Europeu a proibir o uso do cianureto na mineração em todo o território da União Europeia.

Entretanto, na América Latina as empresas continuam a utilizar o cianureto e outras substâncias tóxicas praticamente sem regulação dos governos.

A luta também que permitiu que em 2017, El Salvador se convertesse no primeiro país a proibir a mineração a céu aberto, por suas consequências nefastas sobre a água e sobre a vida. Os processos de reestatização de empresas de saneamento ocorreram em cidades como Paris, Berlim, Atlanta, Buenos

Aires, e em outras cidades nas Américas, na África, na Ásia, e na Europa. Esse é um processo particularmente importante neste momento na Espanha e no Reino Unido, e queremos expressar nosso apoio aos movimentos “desprivatizadores” e “remunicipalizadores” que lutam para reverter as políticas de mercantilização privatistas.

Relacionadas a essas questões, é urgente repensar nossos padrões de produção e consumo, que afetam os recursos hídricos, pois o consumismo da água tem aumentado. A demanda per capita dos Estados Unidos supera em 38 vezes a da Etiópia e três vezes a do Brasil. A ONU prevê que até 2025, 2,7 bilhões de pessoas sofrerão com escassez de água.

Partindo das premissas expostas, os participantes no VI Workshop Internacional Sobre Planejamento e Desenvolvimento Sustentável de Bacias Hidrográficas expressam:

1) Intenção de trabalhar diuturnamente na produção científica e técnica e no reforço de modelos de aplicação do Planejamento e Gestão Democráticos, Participativos e Social das águas superficiais e subterrâneas das bacias hidrográficas, como forma de estimular a democratização do uso e exploração da natureza, de modo a assegurar a proteção das funções e valores multidimensionais da água, incluindo a dimensão ecológica, social, econômica e cultural da água, garantindo a sua fruição comum e equitativa à população atual e às gerações futuras, mediante a incorporação da sustentabilidade nos processos de desenvolvimento;

2) Disposição de denunciar e propor alternativas aos intentos das forças conservadoras e hegemônicas na região, de tomar o poder político utilizando meios difamatórios, manipuladores e inclusive aplicando golpes de estado mascarados por legalidade, para promover a privatização dos recursos naturais e a implementação de modelos neoliberais de exploração da natureza que ameaçam a própria vida e a democracia. O uso social da água deve ser prioritário, como indicam vários estudos internacionais e nacionais apresentados e discutidos neste VI Workshop Internacional Sobre Planejamento e Desenvolvimento Sustentável de Bacias Hidrográficas;

3) A necessidade urgente de proteger a água, a qualidade dos rios e aquíferos e a sua consideração como estratégia fundamental contra alterações climáticas;

4) A defesa intransigente do direito a água e os serviços de saneamento, como medida fundamental na implementação dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável e na melhoria das condições de vida e de saúde das populações, em especial das pessoas empobrecidas;

5) Rejeição aos processos de mercantilização, privatização com as tentativas de liberalizar e incluir os serviços públicos de água em acordos de livre comércio”.

É a partir dos ideais deste manifesto que nasce a presente obra que agora se oferece à comunidade científica brasileira. Uma obra gerada pelo esforço coletivo de uma ampla rede de pesquisadores, do Brasil e de fora dele, que se articulam em torno da reflexão e troca de experiências acerca dos instrumentos e processos de gestão sustentável da água.

Buscando apresentar um espectro mais amplo possível da questão, a obra se divide em duas partes. Na primeira parte, oito capítulos escritos por pesquisadores do Brasil, Cuba, Colômbia e Portugal apresentam uma sólida discussão ilustrada com estudos de caso acerca do uso de instrumentos e processos de gestão e planejamento de bacias hidrográficas. Instrumentos estes que envolvem desde as geotecnologias aplicadas ao planejamento das bacias, até os instrumentos pedagógicos empregados em processos de gestão partilhada de recursos.

Já na segunda parte da obra, pesquisadores do Brasil, Cuba e Espanha se revezam em nove capítulos que discutem diferentes aspectos dos conflitos gerados pela atual geopolítica de recursos hídricos, especialmente frente aos processos de mineração, turismo e irrigação.

A leitura destas experiências e reflexões nos conduzem a muito mais do que uma preocupação com a condição futura de reprodução da vida neste planeta; nos levam à certeza de que só a luta e a resistência daqueles que têm sido expropriados de um projeto de futuro com qualidade de vida, com democracia, justiça e equidade, é capaz de reverter este quadro atual e de reconstruir novos cenários. Por isso, e tendo a convicção de que o conhecimento é uma peça essencial e estratégica desta luta, esperamos que esta obra possa ser vista como mais uma arma no processo de disputa das consciências daqueles que lutam. Boa leitura!

**Adriano Severo Figueiró**  
**Cláudio Antônio Di Mauro**

# PARTE I

## BACIAS HIDROGRÁFICAS: GESTÃO E PLANEJAMENTO



# GESTÃO DO SANEAMENTO BÁSICO: O CASO DE RIO CLARO (SP) DE 1997 ATÉ O FINAL DE 2004

*Cláudio Antonio Di Mauro*

## INTRODUÇÃO

Cerca de 2,6 bilhões de pessoas (40% da população do globo) não possuem instalações sanitárias adequadas o que faz com que 2 milhões de pessoas, principalmente crianças morrem todos os anos, por causa de doenças gastrointestinais disseminadas por veiculação hídrica, implicando em inadequada e ausência das redes de saneamento básico. Os números em relação à essas deficiências na América Latina e Caribe, segundo a ONU são estimados em 100 milhões de pessoas.

Em cada 10 crianças, antes de completar 5 anos, pelo menos uma delas, tem como causa da morte a diarreia ou a desidratação. No Brasil a situação referente às doenças de veiculação hídrica, especialmente na infância. Estima-se que a falta de coleta e tratamento de esgoto e a contaminação da água por coliformes fecais matam sete crianças por dia no país vítimas de diarreia. Outras 700 mil pessoas são internadas a cada ano e dependem do atendimento em unidades públicas de saúde pois vivem em áreas onde estão ausentes a coleta, afastamento e o tratamento de esgoto. Por estes motivos que afetam a saúde mundial a ONU instituiu o ano de 2008 como “Ano Internacional do Saneamento”. Estabelecidas entre as Metas do Milênio objetiva-se que até o ano 2015 os números negativos no saneamento básico sejam reduzidos para metade, em todo o mundo.

O Setor do Saneamento é importante usuário de água bruta como matéria prima de suas atividades. A captação de água para tratamento e distribuição e abastecimento público, na atualidade tem seus vínculos e responsabilidades estabelecidos na Lei 9433/97. Contudo é na Lei 11.445/2007 que estão disciplinados os princípios e o roteiro das atividades do setor, incluindo aí, o fornecimento de água potável, além do esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos, além da drenagem e manejo das águas pluviais nas áreas urbanizadas. Destaca-se assim, o fato de que a legislação ampliou o histórico e restrito conceito de saneamento básico para a compreensão do saneamento ambiental.

As inter-relações dos Recursos Hídricos, abordados na Lei 9433/97 e o Saneamento Básico tratado na Lei 11455/2007 demandam abordagens articuladas e integradas. Ressalte-se que os conceitos de saneamento foram ampliados, com a inclusão da drenagem urbana e da abordagem de resíduos sólidos, ganhando a identificação de Saneamento Ambiental.

## FASES DO SANEAMENTO BÁSICO NO BRASIL

Entre 1950 e 1970 – durante o início do processo de industrialização do Brasil houve a implantação do Sistema Nacional de Saneamento pelo BNH e com aplicação do Fundo de Garantia do Tempo de Serviço, incentivando a prestação dos serviços pelas Companhias Estaduais de Saneamento Básico, com financiamento, em muitos casos pela União. Era o tempo do Plano Nacional de Saneamento (PLANASA), (vide ABICALIL, 1998) quando a maioria desses contratos de concessão firmados entre as Empresas Estaduais e os municípios tem duração de 30 anos, apresentam conteúdo muito vago e estão em fase de renovação. O serviço passou a ser prestado como se fosse titularidade de Estados, inexistindo a regulação Municipal. No PLANASA havia o incentivo para que as companhias estaduais tivessem o recorte de economia mista. As estruturas tarifárias, em muitos casos, iguais, uniformizadas para todos os municípios sem levar em conta os custos reais dos serviços em cada ente federado. Também não há previsão sobre a retomada dos bens para os municípios em caso de encerramento da concessão. Deve ser considerado o:

- 1) Fato de que cerca de 80% dos municípios brasileiros são atendidos por empresas estatais que geralmente não prestavam contas aos municípios, verdadeiros titulares do setor. Houve uma intervenção “branca” de Estados em Municípios. Ainda assim, a situação do saneamento básico não levou à universalização sequer da disponibilidade de água para abastecimento doméstico. É indispensável que na regulação haja repercussão na composição de uma estrutura tarifária compatível, tanto nas concessões públicas quanto privadas e mesmo pelos serviços realizados diretamente pelas municipalidades;
- 2) Os conflitos nas Regiões Metropolitanas entre as Companhias Estaduais e Municípios precisam ser equacionados de maneira a atender o interesse das populações que devem ser servidas pelos serviços. Saneamento nas Regiões Metropolitanas precisa de uma análise específica. Não se pode pretender que a Titularidade garantida pela Constituição aos Municípios seja modificada para atender as especificidades das metrópoles. Esse casuísmo é típico de situações em que ao invés de se resolver o problema específico existente, procura-se uma solução que envolva todos os

entes federados. Se a autonomia dos municípios não deve ser entendida de forma mecânica para todos, contudo, o problema inerente às Regiões Metropolitanas não deve contaminar a estado de direito e o federalismo. Esse é um tema que precisa ser enfrentado com envolvimento dos interessados. A Lei de Consórcios promulgada pelo Presidente da República se constitui em importante instrumento para o encaminhamento de solução para deste tema. Há nítida compreensão de que os serviços de saneamento são de interesse local, municipal. A Lei Federal 11445/2007 entende claramente a titularidade dos Municípios na área do saneamento básico. Alguns estudiosos da situação à exemplo do Professor Alaôr Caffé Alves, equivocadamente, entendem que essa definição favorece aos interesses da iniciativa privada. Em nosso entendimento o respeito à titularidade dos Municípios engrandece respeita o pacto federativo e atribui ao município a opção de efetuar diretamente as atividades ou conceder para entes públicos ou privados. Ou seja, tanto as companhias estaduais quanto a iniciativa privada poderão competir para atrair municípios. Contudo, é importante que os municípios que possuem estrutura e pessoas adequadas para atender sua população não concedam seus serviços e os realizem com a qualidade esperada. Em Regiões Metropolitanas existe uma intrínseca interdependência dos Municípios. Aproveitando-se a experiência do Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos a solução para os conflitos entre usuários e consumidores do setor do saneamento básico deve ser encontrada mediante a construção de acordos pactuados. No Brasil da modernidade administrativa já não cabem as imposições autoritárias que prevaleciam nos períodos autoritários e ditatoriais. O que se tem visto é uma disputa, em nosso ver equivocada e que presta um desserviço à democracia, em que as companhias estaduais e as privadas disputam serviços de águas e esgotos de municípios que os possuem “enxutos” e eficientes, ao invés atraírem os municípios que possuem dificuldades para realizar tais tarefas. Ao invés de complementar os serviços onde falta eficácia e eficiência, tais companhias, disputam os lucros e interesses privados no setor do saneamento básico que deveria ser munido exclusivamente do interesse público. Algumas experiências de Consórcios Intermunicipais bem sucedidas são conhecidas nas Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá e na Região Metropolitana de São Paulo e poderão se constituir nos embriões para a preparação das negociações;

- 3) Na década de 1980 houve a extinção do BNH com enorme repercussão, desgaste e até mesmo estagnação e derrocada do PLANASA. Grande parte das Empresas ou Companhias Estaduais se mostrou ineficiente ou deficitária para cumprir as metas estabelecidas no Plano. Houve um conformismo com Empresas e Companhias com números elevados nas perdas e desperdício de água, ausência de criatividade para modelos alternativos (reuso de água, aproveitamento de água de chuvas, entre outros) com estímulos a mudanças de hábitos e redução de consumo. Os baixos investimentos e os cortes orçamentários mantiveram e em alguns casos ampliaram o déficit de abastecimento de água potável e do esgotamento sanitário. Os movimentos migratórios com a conseqüente urbanização em ritmo acelerado, fizeram com que as cidades polos regionais passassem por processos de “inchaço” e suas populações desprovidas de serviços essenciais. Calcula-se em mais de 95 milhões as pessoas que não são atendidas por serviços com redes de esgotamento sanitário;
- 4) Em 1988 houve a Promulgação da Constituição Federal e na sequência as Constituições Estaduais, representando a necessidade dos ajustes legais e arranjos institucionais, processos lentos que ainda não estão concluídos. A Constituição Federal procurou fortalecer os laços da República Federativa, composta por entes federados Municipais, Estaduais, Distrito Federal e União. Tais entes são classificados como independentes e harmônicos. Mas, na prática, permanece a visão autoritária da superioridade da União sobre os Estados e da União e dos Estados sobre os Municípios. A titularidade no saneamento básico ficou explícita para os Municípios. Contudo, no desenho prático originário e herdado do PLANASA permitiu que muitos Estados procurassem garantir sua hegemonia no setor, em detrimento dos interesses municipais. Ocorre que as companhias e empresas estaduais ganharam expressão e organização como se fossem do setor privado. Mesmo tendo que obedecer às normas do serviço público, a exemplo da Lei 8666/ 93 que define os procedimentos para licitações, além do controle pelos Tribunais de Contas, essas Empresas e Companhias possuem acionistas que fazem investimentos em busca de lucros. Claro que a aspiração de lucro é inerente aos parâmetros da iniciativa privada que passou a se incorporar aos serviços públicos no saneamento básico e

- saneamento ambiental. Essa tendência de confundir o que é público com o que é privado levou a uma situação na qual Governos Estaduais passaram, como acionistas majoritários das Empresas e Companhias a fazer retiradas financeiras para socorrer suas dificuldades de “caixa”. Embora haja situações inversas em que Estados destinaram recursos de seus orçamentos para a realização de obras de saneamento;
- 5) Na década de 1990 com o fortalecimento das concepções neoliberais houve estímulos à privatização de serviços o que incluiu o aumento do interesse pelo setor do Saneamento. A “febre” de privatizações, melhor identificadas como concessões, envolveu diversos setores da infraestrutura e prestação de serviços públicos na área da produção de energia, telefonia, rodovias, com expectativas e ações na área do saneamento básico. Como o setor é entendido pela análise da Constituição Federal e pela Lei Federal 11445/2007 de responsabilidade e titularidade dos Municípios, as concessões sejam para empresas e companhias estaduais ou para a iniciativa privada, devem ser negociadas caso a caso com os entes federados. Há casos em que companhias estaduais atuam como se fossem empresas privadas. Possuem suas ações negociadas nas Bolsa de Valores e por isso mesmo, devem prestar contas aos seus acionistas. Prestar contas implica em transferir recursos financeiros. Há casos em que Estados são os principais acionistas com acesso aos lucros que lhe socorrem os caixas em momentos de dificuldades financeiras. Portanto companhias estaduais de saneamento básico atuam como empresas privadas, buscando lucros, mesmo das comunidades empobrecidas. Os maiores problemas observados em concessões com a iniciativa privada aparecem nas denúncias de procedimento e de acordos políticos e financeiros estabelecidos. Há muitas denúncias de processos feitos sem consideração ao interesse público, sem controle social e com indícios de corrupção. Há diversos casos dessas “concessões” que ainda não foram bem esclarecidos para a população brasileira como um todo, nos Estados e em Municípios. Em alguns casos houve benefícios tarifários, com aumentos para atender o interesse privado, durante e após o processo de concessão. Em muitos casos não são registrados os procedimentos que serão adotados nos casos de interesse público ou oportunidade para retorno dos serviços e dos bens ao Município com encerramento da concessão. A estrutura e os contratos de concessão pouco claros têm promovido conflitos entre os municípios e a concessionária ou entre a concessionária e a comunidade onde se instalou.

Com o interesse de atrair investimentos da iniciativa privada, houve municípios que levaram ao sucateamento suas Autarquias. Juntamente com esse sucateamento de equipamentos, materiais e de estruturas administrativas também há situações em que os registros demonstram a piora nos serviços oferecidos para a população, gerando descontentamentos e aumento da contundência nas reclamações. As reclamações dos consumidores de serviços de água e esgotos, estimuladas intencionalmente pela perda na qualidade criaram condições subjetivas, favoráveis para justificar a entrega da gestão pública para a iniciativa privada. Caracterizou-se nesta fase um processo de desmantelamento de entidades e órgãos públicos para favorecer o processo de concessões, ocasionando uma fragilização intencional. Com essa fragilização, as condições para oferecer as Autarquias e os Serviços Públicos do setor de saneamento em favor de concessões, para a iniciativa privada foram concretizadas, em muitos casos. Instâncias públicas que teoricamente deveriam ter a responsabilidade pela regulação dos serviços ficaram à mercê de corporações, predominantemente internacionais.

Nessa esteira foram preparados Projetos de Leis estimuladores para viabilizar concessões para a iniciativa privada no setor do Saneamento Básico. Deve-se considerar que setores da iniciativa privada sempre reclamaram da falta de regras claras que produzissem maior atratividade para seus investimentos na área do saneamento. Mesmo assim, diversas experiências foram concretizadas.

Até o início desta década de 2000, os Municípios e os Serviços Municipais não tinham uma legislação que lhes permitisse acessar recursos, seja em forma de empréstimo ou financiamento para aplicar em saneamento básico. No segundo mandato do Presidente Fernando Henrique Cardoso a imposição de ajuste econômico, submetido ao FMI, induziu o governo federal a dificultar a contração de financiamentos por parte de empresas públicas, disponibilizando esses recursos financeiros para as empresas privadas. No Comitê das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá em conjunto com o Consórcio Intermunicipal houve pesquisas desenvolvidas por estudiosos da Fundação Getúlio Vargas (FGV), com objetivo de se pensar uma fórmula capaz de permitir acesso a recursos de agentes financeiros nacionais e internacionais.

A política do Governo Central era de impedir que os municípios, suas Empresas e Autarquias conseguissem recursos para viabilizar projetos de saneamento básico.

Com toda essa sequência de fatos não havia estímulo para a preparação e elaboração de Projetos que tivessem consequências. Poucos foram os Serviços de Água e Esgotos que elaboraram Planos Diretores para serem implementados. Destaque-se que pela inviabilidade de acessar recursos financeiros para expandir e qualificar seus trabalhos no setor de saneamento básico, os municípios não se qualificaram na preparação de projetos básicos e executivos dessas obras. Com a disponibilidade de recursos que passou a vigorar no governo do Presidente Luiz Inácio Lula da Silva, os municípios e seus serviços de saneamento estavam defasados, nesse aspecto, tiveram que investir na capacitação de pessoal e na elaboração de projetos. Com isso, houve uma novidade diante da disponibilidade de recursos financeiros atribuídos pelo Governo da União e a necessidade de preparação dos Projetos.

Termos de Ajuste de Conduta (TAC)- No caso de Rio Claro (SP) o Ministério Público entrou com Ação civil Pública com a exigência de que o DAAE deixasse de destinar esgotos “*in natura*” nos corpos de água. Esta Ação foi vitoriosa e tramitou em julgado. Assim, o município de Rio Claro e sua Autarquia (DAAE) tiveram que firmar acordo judicial para realizar o tratamento dos esgotos coletados conforme o Plano Diretor de Esgotos.

Diante dessas realidades houve uma importante atuação do Ministério Público que especialmente na primeira metade da década iniciada em 1990, instaurou diversos procedimentos, alguns formalizados à Justiça para que os Municípios deixassem de lançar esgotos “*in natura*” nos corpos de água. Em diversos casos, houve a busca de “*pactuação*” através de Termos de Ajustamento de Conduta (TAC) em que havia o compromisso de cumprir afastamento e tratamento de esgotos dentro de prazos delimitados.

Estudos realizados por profissional no âmbito da Fundação Getúlio Vargas concluíram que se o Brasil adotar o mesmo ritmo de investimentos financeiros no setor de saneamento registrado durante o período de 1992 a 2006, será mantido o mesmo crescimento do nível de coleta de esgoto no país da ordem dos 1,59% ao ano. Isso significaria que somente em 2122 teríamos a universalização do acesso à rede de esgotos. Uma das justificativas à disposição de Municípios em oferecer para concessão a entes públicos ou privados, em diversas modalidades, os serviços e as obras de saneamento básico está sustentada nesse ponto, ou seja, há necessidade de compreender como indispensável a implantação de obras que universalizem os serviços de saneamento básico, em contradição, registra-se a falta de recursos para investimentos do setor público, especialmente nos municípios. Mesmo depois da Constituição Federal em que os Municípios receberam novas e mais atribuições os recursos destinados aos entes Federados sempre privilegiaram a União e os Estados. Gradativamente, a União implementou Contribuições e outras formas para arrecadar de maneira centralizada, evitando aquelas que constitucionalmente teriam que ser divididas com os demais entes federados. A conivência de governadores com o Governo da União deixou os Municípios em posição subalterna. Em outras palavras o saneamento básico não entra nas prioridades governamentais, não se constituindo em política de Estado.

A partir de 2003 há uma nítida demonstração de que a realidade descrita está em transformação. Em relação aos gastos realizados pelo Governo Federal e pelos fundos financiadores, em 2007 foram comprometidos 10,2 bilhões de reais e desembolsados 3,5 bilhões de reais em saneamento básico com recursos públicos. Houve um crescimento de 278% dos valores comprometidos em 2007 em relação à média dos compromissos gastos apurados no período anterior (2003 a 2006), o que se justifica com o Programa de Aceleração do Crescimento, PAC. Claro que o PAC é um Programa de Governo Federal, o que lhe confere uma fragilidade sobre a possibilidade de continuidade. Há necessidade de que seja transformado em parte do Projeto de País, onde a execução das obras é indispensável, mas a destinação de recursos para custeio e manutenção se constitui na prioridade sequente. Tem sido constante, nas práticas das unidades federadas, as visões de governos realizadores de obras. Claro que a realização de obras é missão importante. Contudo, a seleção adequada dessas obras e a continuidade de sua eficiência são tarefas indispensáveis que na maioria das vezes são desconsideradas. Ou seja, realizar a obra implica em destinação de recursos financeiros para manutenção, continuada. A deterioração de obras de arte, obras úteis para as comunidades se contradizem com a necessidade, muitas vezes eleitoreira de realização de novas obras. Não é incomum que sejam encontradas obras de engenharia extraordinárias, em processo de deterioração. A mudança dessa mentalidade na condução das políticas e mesmo na concepção que os eleitores fazem de seus governantes é uma tarefa que implica em mudanças culturais, importantes de serem realizadas.

Pesquisa do Instituto Trata Brasil, feita em parceria com a Fundação Getúlio Vargas (FGV) em 2007 conclui que o saneamento básico atende apenas 46,77% da população brasileira. Por meio do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), o governo federal quer chegar ao patamar de 55%. O investimento programado para alcançar esse objetivo era de R\$ 8 bilhões até 2010.

Na atualidade, a visão do Governo Federal para buscar a universalização dos serviços em tempo curto, em uma expectativa de 20 anos, haverá necessidade de alocar recursos da ordem dos 0,45% do PIB. São recursos que deverão proceder dos Governos e dos entes responsáveis pelo saneamento básico nos Estados e nos Municípios.

## **POLÍTICAS MUNICIPAIS DE SANEAMENTO**

Há uma primeira pergunta que deve ser feita para reflexão de definição de caminhos a seguir, qual seja: O Município deve conceder o Saneamento Básico para os Estados ou para a Iniciativa Privada?

Há que citar o Princípio da Subsidiariedade com a seguinte afirmação: tudo aquilo que pode ser feito pelos Municípios não deve ser feito pelos Estados, bem como, tudo aquilo que pode ser feito pelos Estados não deve ser feito pela União. Estas expressões reafirmam e quando praticadas fortalecem o federalismo, com o devido respeito pelos e entre os entes federados que devem preservar suas identidades e atuar de maneira harmônica. Os Municípios que são os titulares e responsáveis pelo saneamento básico em seu âmbito e território, desde que tenham de fato competência técnica e financeira, devem se manter como Gestores e Agentes do saneamento básico. A decisão do Município é indispensável para que seja respeitada a característica da Federação em que não há submissão de um ente federado em relação aos demais.

Daí, não pode haver respaldo para os costumeiros argumentos usados para dizer que a iniciativa privada faz melhor do que o setor público. Neste aspecto, pactuamos com o pensamento do Professor Alaor Caffé Alves ao dizer que “...o problema, contudo, é impedir sejam tais mecanismos tornados reféns das forças econômicas. Isso normalmente ocorre pelo predomínio do neoliberalismo nos dias de hoje” (ALVES, 2008). A visão de que tudo o que está nas mãos da iniciativa privada é melhor do que no serviço público tem um caráter tendencioso e preconceituoso. Há excelentes exemplos de eficiência e eficácia nos serviços públicos, bem como há exemplos bons e ruins de empresas privadas. O fato de ser pública ou privada não oferece garantias que os serviços e bens serão destinados aos interesses públicos. Há governos comprometidos com interesses que não são públicos, sendo suas ações, muitas vezes, realizadas para atender aspirações pessoais ou de grupos econômicos.

Nestas condições, para que entregar à concessão à gestão estadual ou privada se o Município está preparado para o exercício? Para aqueles municípios que são deficientes nesse setor, deve haver programas de capacitação que tenham o condão de ajudá-los para se projetar e cumprir as missões.

## **A EXPERIÊNCIA NA ADMINISTRAÇÃO DO DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTOS (DAAE) EM RIO CLARO**

A experiência realizada no Município de Rio Claro (SP), quando o saneamento básico era praticado diretamente pelo Município através da Autarquia reconhecida como Departamento Autônomo de Água e Esgoto (DAAE)<sup>1</sup> apresentava a seguinte situação, no final do ano de 2001:

### **Redução de Perdas**

Todo o sistema de abastecimento de água da cidade de Rio Claro, bem como o afastamento e tratamento dos esgotos, é realizado pelo DAAE – Departamento Autônomo de Água e Esgoto, autarquia municipal criada pela lei nº 1.144 de 05 de dezembro de 1969.

No sistema de abastecimento adotado por Rio Claro, toda água produzida nas estações de tratamento é bombeada para as redes de distribuição e reservatórios de regularização de vazão, localizados em pontos estratégicos da cidade que tem como objetivo suprir a demanda na hora de máximo consumo.

---

<sup>1</sup> A Experiência do DAAE de Rio Claro é apresentada pelo fato deste autor ter sido Prefeito desse município durante os mandatos de 1997-2000 e 2001-2004, havendo a facilidade de demonstrar seus dados compilados de relatórios. No caso de Rio Claro houve a conquista do Prêmio de Melhor Balanço Ambiental no ano de 2001 em concurso promovido pelo Jornal Gazeta Mercantil e CPFL. Outros excelentes exemplos poderiam ser oferecidos de Departamentos, Serviços e Empresas Municipais Públicas de Saneamento.

No ano de 1999, o FEHIDRO<sup>2</sup> financiou a implantação de projetos piloto de controle de perdas, em cinco cidades da região, sendo Rio Claro uma das cidades escolhida. O trabalho, contou com apoio e acompanhamento do Consórcio Intermunicipal das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiáí.

O programa piloto foi realizado em um bairro de Rio Claro, estudo que norteou as ações do DAAE no sentido de controle de perdas, o que culminou na implantação do Programa de Combate Às Perdas que passou a fazer parte do Plano Diretor de Esgotos.

Com este programa o DAAE realizou monitoramento em vários outros bairros e estimou, em 1999, uma perda após a execução de alguns itens do programa, atingindo o percentual de 35%. O objetivo do DAAE é de se enquadrar em números mais adequados que preconizam perdas máximas da ordem de 25%. Dentro do programa foram desenvolvidos procedimentos que viabilizarão a meta proposta em 2010:

### Programas que devem ser desenvolvidos:

#### a) Redução das Perdas Físicas

a.1) Nas ETAS - eliminação ou redução de vazamentos na construção, controle do gasto de água no processo de filtração, controle de vazão de água bruta, controle da água produzida e instalação de medidores de vazão.

a.2) Nos reservatórios - medição da demanda setorial e controle operacional, manutenção periódica, instalações de válvulas de controle de nível e pressão.

a.3) Na rede de Distribuição e Ligações - determinação das características hidráulicas dos reservatórios, avaliação das perdas pelo confronto de medição dos reservatórios com a micro- medição, instalação de válvulas controladoras de pressão, elaboração de programas de pesquisa de campo e controle de resultados.

#### b) Redução na Perda de Faturamento e Receita

- Atualização do cadastro de fornecedores.
- Pesquisa e detecção de ligações clandestinas.
- Pesquisa e detecção de furtos d'água (by-pass) e violação de hidrômetros.
- Verificação dos hidrômetros quanto a correção dos volumes medidos.
- Revisão dos consumidores com direito a isenção ou redução de pagamento.



Figura 1. Reservatório de água do bairro Jardim das Paineiras.

Além destas medidas o DAAE ainda está realizando “setorização” de toda a cidade, visando atenuar os efeitos das oscilações de pressão, minimizando os vazamentos nas redes.

Esta “setorização” inclui a instalação de reservatórios, estudos de vazamento com auxílio de detectores de vazamento, válvulas e monitoramento de micro e macro medições.

<sup>2</sup> FEHIDRO - Com recursos destinados pelo Fundo Estadual de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo aos Comitês Paulistas, o Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiáí aprovou o Projeto que foi executado pelo Consórcio Intermunicipal das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiáí.

Com isto aumentaremos a reserva de água para as horas de maior consumo, dando tranquilidade aos moradores com autossuficiência de abastecimento caso ocorra algum problema no sistema.

A cidade possui cerca de 670 km de redes de distribuição de água, sendo que aproximadamente 50 km são de redes de cimento amianto e ferro galvanizado, que deverão ser gradativamente substituídas por materiais adequados em curto espaço de tempo. Atualmente, estamos programando a substituição de 5.000 metros das redes, dentro da capacidade do DAAE.

## **SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA NO ANO 2001**

O sistema de tratamento de água do Município de Rio Claro possui duas “ETAS”, a primeira, denominada de:

ETA José Maria Pedroso (ETA I), que se localiza na parte central da cidade, Bairro Cidade Nova, com capacidade nominal de 350 l/s e tratamento convencional (floculação, decantação, filtração e desinfecção e fluoretação).



Figura 2. Estação de tratamento e distribuição de água.

A segunda, denominada de ETA II, se localiza no Km 8 da Estrada Municipal Rio Claro – Ajapi (Distrito de Rio Claro);

Capacidade nominal de 500 l/s; ressaltando-se que, com obras complementares, pode alcançar, uma produção de 750 l/s, também com tratamento convencional. A produção diária de água na cidade é da ordem de 60.000 m<sup>3</sup>.

A ETA I tem sua captação no Ribeirão Claro e a ETA II no Rio Corumbataí, ambos rios classe II, conforme Resolução CONAMA 20.

O sistema de Distribuição de água da cidade, pelas características topográficas de Rio Claro, tem apenas duas zonas de pressão denominadas de Alta e Baixa; as pressões estão na faixa de 1,5 a 5,0 kg/cm<sup>2</sup> e em poucos pontos superam o limite maior.

Rio Claro conta atualmente com 100% de abastecimento de água, totalizando 670 Km de redes de distribuição e 57.000 ligações de água.

Conta com 23.000 m<sup>3</sup> de água em reservas, índice superior ao que se preconiza nas normas brasileiras (1/3 do dia de maior consumo); com um total de 35 reservatórios.

O controle de qualidade da água tratada é feito baseando-se na Portaria 1469/00, com análises e exames realizados em laboratórios próprios, havendo um sistema de contraprova, realizado pelo Instituto Adolfo Lutz.

São realizadas análises periódicas de metais pesados na água bruta e tratada, pela Universidade de São Paulo (USP/ São Carlos) e Laboratórios do CENA de Piracicaba.

Os mananciais são monitorados periodicamente em Laboratório de Microbiologia do Instituto de Biociências da UNESP – Rio Claro, no tocante a toxicidade.

São realizadas mensalmente nos laboratórios do DAAE, 110 análises, contemplando diversos pontos da cidade em atendimento ao programa de qualidade de água.



Figura 3. Estação de tratamento e distribuição de água ETA II.

### ENVASAMENTO DE ÁGUA

Para garantir os referenciais básicos no controle de qualidade da água de Rio Claro, o DAAE iniciou, no ano de 2001, o envasamento da água tratada em copos de 300 ml. Todo o processo recebeu a aprovação da CETESB.

O equipamento utilizado é de simples manuseio e manutenção, constando de um reservatório de inox (500 l), um filtro de carvão ativado (para reduzir o cloro) e uma máquina “envasadora” e seladora, de operação manual.

Todo o processo de envasamento é realizado com apoio do controle de qualidade pelos laboratórios do DAAE.

A capacidade de produção é da ordem de 1.000 copos diários. Essa produção forma um lote de numeração do dia do envase, sendo que, somente após os resultados obtidos das análises, o lote é liberado e enviado para as secretarias municipais e para os principais eventos promovidos pela administração municipal.

A grande demanda da água envasada ratifica a qualidade do produto que é o mesmo distribuído pela rede à população.



Figura 4. Sistema de envasamento de água do DAAE.

### O LODO PRODUZIDO NAS ETAS

Rio Claro tem o privilégio de captar água do Rio Corumbataí praticamente despoluído. Porém, no processo de tratamento há a produção de resíduos, (lodos de decantadores), que eram lançados novamente no rio, provocando impacto ambiental de grandes proporções.



Figura 5. Dispositivos para tratamento do lodo produzido nas ETAS.

Rio Claro em princípios do novo século (XXI) era uma das poucas cidades do Brasil que não fazia o descarte desses resíduos diretamente no corpo hídrico. O DAAE implantou sistema de contenção desses resíduos com a execução de lagoas de decantação, num total de 10 unidades interligadas entre si: o lodo produzido era descarregado nessas lagoas com vazão controlada para que após passarem por todas, somente a parte sobrenadante, após decantação, voltasse ao corpo hídrico.

Embora em processo experimental, os resultados obtidos são satisfatórios e os impactos ambientais causados por esse processo foram consideravelmente minimizados.

O lodo decantado e desidratado estava em análise, visando sua utilização como fertilizante na agricultura. Todo o processo era acompanhado pela CETESB.

## **ÍNDICE DE COBERTURA DOS SERVIÇOS PRESTADOS**

A área urbana do município de Rio Claro conta atualmente com 100% de cobertura no fornecimento de água potável, devidamente tratada. Os serviços prestados pelo DAAE priorizam a qualidade e o fornecimento contínuo de água tratada. Neste sentido, o DAAE presta os seguintes serviços:

- Atendimento ao cliente: é feito através de teleatendimento computadorizado, abrangendo desde o consumo até a manutenção (rompimentos de redes de água e/ou esgoto, falta de água, vazamento em cavalete, troca de registro, hidrômetro vazando, informações de leituras, emissão de segunda via de tarifa de consumo de água, débito da dívida ativa, extratos de débitos, revisão de consumo, reparo de piso asfáltico, etc.). No sistema de teleatendimento são registradas 3.300 chamadas/mês, as quais, após o atendimento, são arquivadas e servem de parâmetros de avaliação dos funcionários e das condições das redes.

- Manutenção de redes: o funcionamento do sistema (tratamento, distribuição e manutenção) conta com um plantão técnico 24 horas por dia, dependendo da gravidade do rompimento, o conserto é realizado imediatamente. O DAAE conta com 4 equipes de manutenção dotadas de toda infraestrutura para realização dos serviços, atendendo as solicitações no prazo máximo de 24 horas.

O sistema de distribuição de água de Rio Claro conta com 670 km de redes. Para direcionar as obras necessárias no sistema de distribuição, bem como o crescimento urbano, o município conta com o Projeto Global do Sistema de Água que indica as diretrizes até o ano de 2011.

## **ESGOTO SANITÁRIO**

### **Índice de Cobertura de Afastamento de Esgotos**

A rede de afastamento de esgoto de Rio Claro tem extensão de 665 km, atendendo 99,5% da população, com exceção dos bairros Residencial Florença, Recreio das Águas Claras e Allan Grey, que se

constituem de chácaras ocupadas por setores sociais de classe média alta. Tais bairros com características de Chácaras de dimensões maiores do que 1000m<sup>2</sup> até 10 000m<sup>2</sup> foram instalados em locais distantes das redes existentes. Embora a importância desse atendimento e o fato de a implantação das Chácaras ter sido aprovada pelo Município, contudo os serviços de abastecimento de água e remoção de esgotos foram exigidos da empresa que implantou o parcelamento do solo, ainda que não ligados à rede do DAAE.

Para a manutenção das redes no município, o DAAE conta com 4 equipes dotadas de equipamentos específicos, incluindo caminhões com sistema de hidrojateamento e alto vácuo de grande porte que agilizam os serviços. O sistema dispõe ainda de plantão técnico 24 horas.

## **Tratamento de Esgotos**

O município de Rio Claro possui um Plano Diretor de Esgotos devidamente elaborado com participação social e aprovação em Audiências Públicas<sup>3</sup>. O Plano Diretor de Esgotos orienta as medidas de implantação do Sistema de Tratamento de Esgotos, importante fator de preservação do meio ambiente e da melhoria da qualidade de vida da população. Deve-se destacar que como a Prioridade estabelecida pela conferência da Cidade assinalou para o tratamento de esgotos, tendo em vista que as coberturas com abastecimento de água e afastamento de Esgotos universalizados.

O Plano Diretor de Esgoto de Rio Claro está dividido em duas etapas de implantação. A primeira, de 2000 a 2010, tem custo previsto para as obras da ordem de 25 milhões de reais, correspondendo o tratamento para 100% da população urbana atual. A segunda etapa, de 2011 a 2020, atenderá as populações futuras, e sua orientação será compatível com o crescimento populacional previsto para o município. Para essa última etapa, pressupõe-se custo na ordem de 15 milhões de reais.

O estudo apresentado no Plano detalha todas as Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs), num total de 8, incluindo as estações elevatórias, os emissários e os interceptores.

O DAAE de Rio Claro realiza suas atividades, obedecendo o Plano Diretor de Esgoto e seguindo rigorosamente seu cronograma físico e financeiro. Das ETEs previstas no Plano, a ETE Palmeiras foi implantada e está em pleno funcionamento, o que também ocorre com ETE Flores, inaugurada em 26/10/2001, elevando o tratamento de esgotos de 3% para os atuais 30% tratados de Rio Claro.

### **E.T.E. Jardim das Palmeiras**

A ETE Palmeiras, localizada nas proximidades do Rio Corumbataí, está implantada em área de 26.063 m<sup>2</sup> para atender uma população de 8 mil habitantes, com capacidade de tratamento de 25 l/s. Obras futuras de ampliação poderão dobrar sua capacidade. O tratamento é biológico, feito através de reatores anaeróbios compartimentados, associados a lagoa aerada seguida de lagoa de sedimentação. A ETE vem operando com eficiência média de 93% de remoção de DBO e DQO.

O sistema é monitorado mensalmente com análises, em laboratório da USP, de todos os parâmetros exigidos pela CETESB, que fiscaliza, além do monitoramento da Estação, o Rio Corumbataí no ponto de lançamento.

O tratamento da ETE Palmeiras recebe muitas visitas de serviços de saneamento básico e de indústrias que buscam informações sobre a eficiência do sistema e a aceitação da população do entorno. Principalmente pelo fato de o sistema não apresentar odor que provoque conflitos com a vizinhança. Na área da ETE foi implantado um projeto de recuperação de mata ciliar do Rio Corumbataí com o plantio de 13.000 mudas de espécies nativas.

---

<sup>3</sup> O Conselho de Desenvolvimento Urbano (CDU-RC), que durante o Governo Municipal mereceu total respaldo do Executivo, com poder consultivo e deliberativo, exerceu importante função integradora, propondo e identificando as transversalidades das diversas propostas, o que inclui as políticas de expansão e adensamento do desenho urbano. O Plano Diretor de Esgotos de Rio Claro considerou os vetores da expansão urbana estudados pelo CDU-RC. Este procedimento representa a ampliação das possibilidades para que as políticas municipais sejam articuladas com o saneamento básico, prática indispensável para melhorias da saúde pública.



Figura 6. Primeira ETE na área urbana de Rio Claro – Jardim das Palmeiras.

### **E.T.E. Flores**

Implantada em área de 40.000 m<sup>2</sup> com tratamento biológico constituído de reatores anaeróbios de lodo ativado, simplificador e desinfecção final, a ETE Flores tem capacidade de tratamento de 132 l/s na primeira etapa. Com a sua ampliação terá condições de tratar 400 l/s até 2010. A ETE Flores inaugurada dia 26 de outubro de 2001, ampliou para 30% a quantidade de esgotos tratados em Rio Claro, muito acima da média do tratamento de esgotos registrados no Estado de São Paulo.

### **DAAE E PRODES (ANA)**

A ANA - Agência Nacional de Águas, criou o Programa Nacional de Despoluição de Bacias Hidrográficas (Prodes)<sup>4</sup>, que consiste em estímulo financeiro, pela União, na forma de pagamento por volume de esgoto tratado com a qualidade contratada. O município investe na implantação e operação de sistemas de tratamento de esgotos sanitários – ETE, apresenta os projetos para análise técnica da ANA, caso seja contemplado poderá receber até 50% do valor investido na implantação do sistema.

Esta classificação depende do sistema adotado, bem como da eficiência esperada pela ETE, o valor econômico fica depositado na Caixa Econômica Federal e será liberado após comprovada a eficiência do sistema.

Rio Claro foi a primeira cidade do Brasil a ser contemplada com esse programa, assinando contrato de 50% do valor da obra da ETE – FLORES, sendo assim o DAAE receberá da ANA um valor total de R\$ 1.317.000,00. Este valor será pago ao DAAE em parcelas quadrimestrais durante 3 anos. Tais recursos serão aplicados em investimentos de novas ETEs, acelerando a execução do Plano Diretor de Esgoto<sup>5</sup>.

As obras já planejadas para esse fim estão assim elencadas:

1º semestre de 2002: Construção da elevatória do Jardim Boa Vista, investimento de aproximadamente R\$ 30.000,00.

2º semestre de 2002: Construção da elevatória do Jardim das Paineiras, com investimento aproximado de R\$ 250.000,00.

1º semestre de 2003: Construção do sistema de tratamento de esgoto dos Jardins Bom Sucesso e Novo Wenzel com valor estimado em R\$ 317.000,00.

2º semestre de 2003: Implantação do sistema de desinfecção do efluente da ETE – FLORES, orçado em R\$ 400.000,00.

<sup>4</sup> ANA- Prodes – Este Programa de Despoluição das Bacias Hidrográficas teve a Estação de Tratamento de Esgotos do Jardim das Flores como a primeira inaugurada em seu âmbito no Brasil. Para atender essa demanda, a ANA acata a indicação das prioridades dos Comitês de Bacias Hidrográficas e seleciona tais Projetos por Editais Públicos. No ano de 2008 existe uma carteira de cerca de 50 Projetos inscritos e selecionados pela ANA aguardando recursos financeiros para execução.

<sup>5</sup> O Plano Diretor de Esgotos do Município de Rio Claro, incluiu a sede do Município, bem como seus quatro distritos rurais que exercem funções de bairros rurais: Ajapi, Ferraz, Batovi e Assistência.

Concomitante a execução destas obras o DAAE deverá dar continuidade a implantação de outras ETES.

### **Plano de Obras de curto prazo**

Em 2004 havia o seguinte planejamento para o sistema de Tratamento de Água

- Substituição de Macromedidores (ETA II) – água bruta;
- Instalação de Macromedidores na ETA II – água tratada;
- Melhorias no sistema operacional das ETAs.

(Estudo em fase de conclusão efetuado por consultoria de Professor vinculado à USP de São Carlos (convênio DAAE – FIPAI)

No sistema de distribuição de Água

- Novas adutoras;
- Novos reservatórios;
- Controle das perdas.

No Tratamento de Esgotos

- Cumprimento do Plano Diretor

Obras a curto prazo:

E.E. Jardim São João

E.E. Jardim das Paineiras

E.T.E. Jardim das Flores (Desinfecção)

E.T.E. Jardim Bom Sucesso

E.T.E. Jardim Maria Cristina

E.T.E. Jardim Conduta

### **Viveiro de Mudanças Implantado junto à ETA**

Através de uma ação conjunta entre a Prefeitura Municipal através do DAAE e Consórcio Intermunicipal das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá<sup>6</sup>, foi implantado o viveiro de mudas em área localizada na Estação de Tratamento de Água II, com a produção de 70 mil mudas anuais.



Figura 7. Viveiro de mudas instalado na ETA II.

<sup>6</sup> O Consórcio Intermunicipal das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá realizou uma experiência de contribuição espontânea por parte de alguns Municípios voltada à cobrança pelo uso da água. Foi assim que municípios como Piracicaba, Campinas, Santa Gertrudes entre outros participaram da experiência efetuando contribuições regulares. O Município de Rio Claro participou com a implantação de Viveiro de Mudanças, para disponibilizá-las na Bacia do Rio Corumbataí. Tais custos implicaram na destinação de área, pessoal, materiais e equipamentos do viveiro, portanto investimentos em atividades e custeio.

Este viveiro tem a finalidade de atender não só Rio Claro, mas toda a região próxima, prioritariamente localizada na sub-bacia do Rio Corumbataí. Essa iniciativa representa um importante passo para preservação de nossos rios e mananciais.

## SITUAÇÃO FINANCEIRA DO DAAE/RIO CLARO- NOVEMBRO DE 2004

O Departamento Autônomo de Água e Esgotos de Rio Claro, em 2004 tinha tarifa mínima para 10 m<sup>3</sup> de água e afastamento de esgotos que correspondia a aproximadamente metade dos valores cobrados pela concessionária estadual que atende municípios do Estado de São Paulo. Em algumas análises essa política tributária pode ser entendida como prática demagógica. Ocorre que em Rio Claro, o DAAE tinha capacidade de endividamento que lhe permitiria captar financiamento para garantir os 100% de tratamento para os esgotos coletados na sede urbana. Trabalho com essa característica estava sendo desenvolvido com documentação apresentada à Caixa Econômica Federal. No final de 2004 o DAAE tinha em Caixa cerca de três milhões e meio (3,5 milhões) de reais para iniciar a Estação de Tratamento de Esgotos localizada no Jardim Conduta, com capacidade de tratar esgotos de 100 mil pessoas, efetuando sua retirada do Ribeirão Claro. O Projeto, preparado com apoio financeiro da Secretaria Estadual de Recursos Hídricos e Obras, ficou três (3) anos, sem que a Secretaria Estadual de Meio Ambiente e o DAIA oferecesse a licença ambiental que permitiria o início das obras. Com a área para implantação da ETE do Jardim Conduta (Ribeirão Claro) desapropriada e paga; com o projeto pronto; a Secretaria Estadual do Meio Ambiente do Estado de São Paulo passou a fazer exigências de “medidas compensatórias”, pelo fato de que os condutores dos esgotos passariam por dentro da Floresta Estadual Navarro de Andrade. Ocorre que os esgotos já passavam pela Floresta Estadual tendo em vista o lançamento “*in natura*” no Ribeirão Claro. Portanto a mais extraordinária “medida compensatória” seria a de que a partir da ETE construída, o Ribeirão Claro passaria por dentro da Floresta Estadual com suas águas limpas. Foram três (3) anos desde que o pedido de licença foi Protocolizado na Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. Sem a licença para execução das obras, com cerca de metade do custo da ETE depositado em conta bancária, o Departamento autônomo de Água e Esgotos de Rio Claro, terminou o ano de 2004, na seguinte posição financeira (30/11/2004):

### 1) SITUAÇÃO ORÇAMENTÁRIA

1.1) RECEITA PREVISTA	R\$ 21.290.000,00
1.2) RECEITA ARRECADADA	R\$ 21.819.617,62
1.3) SUPERAVIT NA EXECUÇÃO ORÇAMENTÁRIA	R\$ 529.617,62

### 2) AS DESPESAS DO DAAE NO ANO DE 2004 FORAM:

2.1) DESPESAS COM PESSOAL (40,29% sobre a receita arrecadada)	R\$ 8 418.381,09
2.2) DESPESAS DE CUSTEIO (47,49% sobre o total das despesas realizadas)	R\$ 9.566.590,15
2.3) DESPESA COM INVESTIMENTOS (5,25% sobre o total das despesas realizadas)	R\$ 1.0567.945,51

### 3) SALDO DISPONÍVEL EM 30/11/2004

3.1) RESTOS A PAGAR	R\$ 9.366,08
3.2) EMPENHOS/2004 QUE VENCERIAM ATÉ 31/12	R\$ 1.514.487,39
3.3) DEPÓSITOS	R\$ 270.705,39
<b>4.0) EFETIVA DISPONIBILIDADE</b>	<b>R\$ 3. 674.341,98</b>

Os Balancetes do DAAE de Rio Claro do decorrer de 2004 com os resultados apresentados no final do ano demonstram o estado de equilíbrio financeiro com disponibilidade para investimentos. A Autarquia Municipal estava perfeitamente adequada às necessidades do setor o que não justificava sob qualquer pretexto a concessão do saneamento básico do Município de Rio Claro para Empresa Pública ou Privada, novamente pela evocação do princípio da subsidiariedade.

O sistema de saneamento básico deve se revestir de alguns pontos fundamentais por parte do Gestor seja ele Público ou Privado, dos Municípios ou dos Estados:

- 1) Ser eficaz e conseguir atingir seus objetivos: Para isso deve ter seus objetivos plenamente explicitados, cronograma inserido no tempo e no espaço, utilização de tecnologias apropriadas tanto no âmbito gerencial quanto para suas atividades fim; Isso implica obrigatoriamente em

trabalho sustentado no Planejamento que leve à definição de seus objetivos, estabelecimento de indicadores e formulação de processos de avaliação. A constituição de estruturas públicas estáveis e consolidadas com formação de pessoal, qualificação e capacitação constantes devem ser objetivos do Estado, acima dos interesses transitórios dos Governos;

- 2) Eficiência que reduza ao mínimo os riscos à corrupção, ao nepotismo, à morosidade nos processos, respeito ao meio ambiente e ao ambiente às relações de trabalho e garanta uma adequação na gestão e aplicação dos recursos públicos e privados;
- 3) Controle social e exposição democrática das informações e dados, com a utilização de base informatizada, sustentada em Ciência e Tecnologia, mas garantindo uma linguagem acessível para a cidadania em geral.

Buscando o desenvolvimento dessas competências, desenvolve-se no âmbito do Governo Federal a Regulamentação da Lei 11.445/2007 com os consequentes desdobramentos da elaboração do Plano Nacional de Saneamento Básico. São medidas indispensáveis para organizar o Setor e permitir que com regras claras os diversos prestadores de serviços, públicos ou privados, possam ampliar e consolidar seus diálogos.

O parágrafo único do Artigo 4º da lei 11445/07 define que a utilização dos recursos hídricos para saneamento básico é sujeita a outorga de direito de uso, obedecidas as normas da Lei 9433/97 de seus regulamentos e legislações estaduais. A gestão das águas deve ter um procedimento de regulação diante da diversidade de usuários e de seus interesses, principalmente mediante uma legislação que prioriza na escassez o abastecimento humano e a dessedentação animal. Com a diversificação não apenas dos usuários, mas também dos prestadores de serviços no setor do saneamento básico, cada vez mais, torna-se indispensável a existência de órgão de Estado que tenha a responsabilidade estabelecer sua regulação. Neste aspecto a Lei 11445/07 deixou uma lacuna, sem definir quem terá a responsabilidade de estabelecer tal regulação. Ao considerar a Bacia Hidrográfica como referência para a preparação dos Planos de Saneamento básico, a legislação demonstra, mais uma vez o vínculo com a Política Nacional de Recursos Hídricos. A verificação do cumprimento do que estiver estabelecido no Plano de Saneamento Básico será de responsabilidade da “...entidade reguladora e fiscalizadora dos serviços...” (Parágrafo Único do Artigo 19 da Lei 11445/07).

A experiência do Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos merece ser aproveitada pelo setor de saneamento básico. A definição de um Projeto de País, sustentado nos princípios da descentralização participativa e democrática torna-se o melhor caminho a ser percorrido.

## **REFERÊNCIAS**

- ABICALIL, M. T. Os serviços de saneamento no Brasil: transformar para universalizar. Rio de Janeiro: FASE/Caixa Econômica Federal, 1998.
- ALVES, A. C. Saneamento básico: A obscuridade jurídica e suas razões. Revista SANEAR, n.3, p.19, 2008.
- BRASIL. Lei 8666 de 21 de junho de 1993. Regulamenta o art. 37, inciso XXI da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências. Junho de 1993. Brasília. 1993.
- BRASIL. Lei 9433 de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, altera o art. 1º da lei 8.001 de 13 de março de 1990 que modificou a Lei n. 7990 de 28 de dezembro de 1989. Brasília. 1997.
- BRASIL. Lei 11.445/2007 de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nºs 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Brasília. 2007.
- DAAE. Departamento Autônomo de Água e Esgoto de Rio Claro. Balancetes do exercício de 2004. Documento Interno da Prefeitura. Acesso em: 2004.
- DAAE. Departamento Autônomo de Água e Esgoto de Rio Claro. Relatório de dezembro de 2004. Documento Interno da Prefeitura. Acesso em: 2005.

**FONTES HISTÓRICAS PARA  
O ESTUDO DOS RIOS:  
O CASO DA BACIA DO AVE  
(NOROESTE DE PORTUGAL)**

*Francisco Costa*

## **INTRODUÇÃO**

A análise à vida quotidiana de instituições públicas seculares aponta várias dificuldades de localização de fontes precisas, por exemplo as relacionadas com as fontes documentais escritas que se apresentam dispersas nos centros de documentação e arquivos. A preservação, o tratamento dos espólios e da informação estão por fazer na maior parte dos centros de documentação. Por isso, intentar reconstruir a vida quotidiana de uma instituição implica fomentar novos estudos de fontes (MARTINS, 1997).

São várias as formas de abordagens documentais utilizadas para ter-se acesso ao contexto histórico de determinado período estudado. As fontes primárias escritas são testemunhas do passado, "pegadas" deixadas na história pela ação dos homens, que o investigador utiliza para reconstruir a memória o mais próximo possível do que aconteceu (CARVALLHO, 2009; KETELAAR, 2004; MILLIGAN, 1979). Documentos jurídicos (constituições, leis, decretos), sentenças, correspondência, inventários, censos, mapas, gráficos etc. são algumas das diversas interpretações que os pesquisadores realizam das fontes primárias que podemos encontrar em arquivos e departamentos vinculados aos órgãos públicos que mantenham a prática do arquivamento de documentos (PRADO, 2010). No entanto, é importante perceber que os documentos históricos só se tornam fontes primárias quando são utilizados para uma pesquisa (CAMARGO, 2015).

## **O ARQUIVO HISTÓRICO DA AGÊNCIA PORTUGUESA DO AMBIENTE (APA)**

A Agência Portuguesa do Ambiente é a entidade possuidora de um valioso arquivo resultante da atividade centenária desenvolvida pelos Serviços Hidráulicos com tutela sobre a gestão da água e o planeamento dos recursos hídricos que importa conhecer e divulgar. O acervo documental e técnico dos antigos Serviços Hidráulicos do Douro constitui uma oportunidade para entendermos uma Instituição Pública, onde a água e o seu uso marcam profundamente as relações sociais e as atividades económicas. Para fazermos a história dos SHD e compreendermos o papel desempenhado por esta instituição pública na economia e sociedade nortenha, são fundamentais os documentos técnicos e administrativos que produziu, assim como toda a correspondência e projetos que lhe foram endereçados, enquanto entidade competente na gestão dos recursos hídricos, no norte de Portugal (CAMPELO, 2011; COSTA, 2012; COSTA & CORDEIRO, 2012, 2012a, 2015, 2015a; COSTA et al., 2015). Desde o Minho ao Douro, passando pelo Lima, Cávado, seus afluentes mais importantes e outros cursos de água, que marcam o mapa hídrico do Norte de Portugal, confrontamo-nos com a arte dos engenheiros e desenhadores, nos projetos promovidos pelas Hidráulicas; com os pedidos e queixas de cidadãos, com a avaliação dos projetos propostos por particulares; com as histórias dos guarda-rios e com os relatos pormenorizados do escrivão recolhido em seu escritório; tudo isso através de mapas, projetos, ofícios, cadastros, relatórios, notações de correspondência (CAMPELO, 2011; COSTA, 2012, 2011, 2010; COSTA & CORDEIRO, 2012, 2012a, 2015, 2015a; COSTA et al., 2015).

Os processos arquivados no acervo da APA contam casos de estudo que percorrem os usos das águas públicas para diferentes fins, as modalidades da sua utilização, nas técnicas mais tradicionais associadas à rega, e a sua inserção nos diferentes processos produtivos industriais, realçando a importância da hidroeletricidade, no desenvolvimento da bacia do Ave, sem esquecer os usos públicos e a ocupação das margens para outras atividades (COSTA, 2012; COSTA et al., 2015). São assim várias as áreas temáticas de interesse científico (histórico, geográfico, técnico, etc.) tidas em conta na análise destes processos, bem como os problemas, impactes e condicionantes das atividades humanas para a gestão do Domínio Público Hídrico (DPH).

## **A CONSTRUÇÃO DA PESQUISA**

Com este trabalho pretendemos evidenciar a importância das fontes históricas do arquivo dos SHD para o conhecimento dos cursos de água de uma bacia hidrográfica do NW de Portugal – a bacia do rio Ave. A escolha da bacia hidrográfica do rio Ave como estudo de caso decorre da necessidade de utilizar uma unidade de planeamento naturalmente delimitada e compreender e analisar inter-relações no sentido corredor fluvial-bacia hidrográfica e vice-versa (COSTA, 2008, 2008c, 2012).

De entre os milhares de pastas existentes no arquivo, encontram-se os processos relacionados com o Domínio Público Hídrico (DPH) da bacia hidrográficas do rio Ave que consultamos e analisamos,

desde 1886 até à atualidade, e que demonstram a relevância das fontes históricas para a produção de informação no conhecimento histórico dos cursos de água e áreas ribeirinhas dessa região.

O que pretendemos apresentar são estudo de casos com particular interesse do ponto de vista histórico para o conhecimento de uma bacia hidrográfica do litoral Noroeste de Portugal e da evolução das características morfométricas dos seus cursos de água.

## A BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO AVE

A bacia hidrográfica do rio Ave está localizada no Noroeste de Portugal entre os 41º 15' e 41º 40' de latitude Norte e 8º 00' e 8º 45' de longitude Oeste e cobre uma área de aproximadamente 1391 km<sup>2</sup>. Esta bacia confronta a Norte com a bacia hidrográfica do rio Cávado, a Oriente com a bacia hidrográfica do rio Douro e a Sul com a bacia hidrográfica do rio Leça (Fig. 1).



Figura 1. Enquadramento administrativo da bacia hidrográfica do rio Ave. Fonte: IGEOE.

O Rio Ave, com as suas cabeceiras a mais de 1050 metros de altitude, na Serra da Cabreira, num percurso de cerca de 100 Km e com uma bacia hidrográfica com 1391 Km<sup>2</sup> atravessa inicialmente o território de Nordeste para Sudoeste, infletindo posteriormente para oeste para desaguar em Vila do Conde. Segundo o Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Ave, o escoamento anual na foz do Ave é, em média, de 1250 hm<sup>3</sup> estimando-se que a precipitação média anual sobre a bacia seja de 1791mm, o que corresponde a 2498 hm<sup>3</sup>. Deste total, 1248 hm<sup>3</sup> perdem-se por evaporação e 1203 hm<sup>3</sup> infiltram-se, recarregando os aquíferos, o que resulta num escoamento superficial imediato de 47 hm<sup>3</sup>. Os 1203 hm<sup>3</sup> que se infiltram surgem à superfície, perfazendo um escoamento superficial total de 1250 hm<sup>3</sup> (DRAOT-Norte, 2000). O rio Vizela, na margem esquerda, e o rio Este, na margem direita, são as principais sub-bacias do rio Ave.

## ENQUADRAMENTO LEGISLATIVO SOBRE A ÁGUA - OS PRINCIPAIS DIPLOMAS NO INÍCIO DO SÉCULO XX

Segundo Bacellar (2005) é necessária a compreensão do funcionamento da máquina administrativa do período histórico a ser pesquisado. É no final do século XIX que surgem as algumas das reformas que vão marcar o quadro organizacional das águas públicas em Portugal (COSTA, 2008,

2011, 2012, 2012a; COSTA et al., 2011). Em 1884, com a publicação do “Plano de organização dos serviços hidrográficos no continente de Portugal”, dá-se um passo importante na primeira tentativa de organização do território, com a proposta de divisão do país em quatro circunscrições hidrográficas, utilizando como critério principal o agrupamento das bacias hidrográficas dos respetivos rios (COSTA 2008, 2010, 2012; COSTA et al., 2011; PATO, 2008). Em 1892 procedeu-se à organização e regulamentação dos Serviços Hidráulicos, com base em dois diplomas legais muito importantes: o Decreto com força de Lei n.º 8, de 1 de Dezembro de 1892, que promulgou a Organização dos Serviços Hidráulicos e do Respetivo Pessoal, e o Decreto de 19 de Dezembro de 1892, que promulgou o Regulamento dos Serviços Hidráulicos. Estes diplomas lançam as bases da organização e funcionamento dos Serviços Hidráulicos, bem como da definição dos usos e propriedade das águas e normas de gestão, entre outros aspetos (COSTA 2008, 2010; COSTA et al., 2011).

Fundamentalmente, a matéria sobre águas foi regulada no Decreto nº 5787-III, de 10 de maio de 1919, salvo algumas disposições que se encontravam no regulamento de 1892. A promulgação da Lei de Águas marca, pois, um dos pontos mais altos da legislação portuguesa relativa a águas, publicada num passado recente, apontando já para alguns princípios fundamentais duma adequada política de gestão, tais como a consideração dos recursos hídricos como fator de riqueza nacional, a adoção da bacia hidrográfica como unidade básica de gestão e o carácter interdependente da utilização dos diversos recursos hídricos. A gestão da água radica numa tradição institucional e jurídica centenária que formulou conceitos ainda hoje relevantes nesta matéria (COSTA, 2004, 2008, 2010, 2010a).

## **RESULTADOS – DISCUSSÃO E ANÁLISE**

São várias as estruturas físicas associadas à utilização das águas públicas para usos agrícolas e industriais, mas são outro tipo de intervenções que devemos considerar no âmbito deste trabalho. Obras e ações que se podem desenvolver, quer na secção, duma forma transversal, quer no leito e ao longo ou sobre as margens, e por isso, de forma longitudinal. As intervenções no DPH podem ser classificadas segundo a natureza dos trabalhos efetuados e da área abrangida (COSTA, 2008, 2012, 2010c; WASSON et al., 1998):

- Trabalhos de manutenção – neste estudo centrados nos trabalhos de limpeza das margens e a extração de inertes e penedos;
- Ações de regularização – Destacamos as intervenções relacionadas com os aproveitamentos hidráulicos (açude, canal de fuga, canal de descarga...) e as retificações da corrente (a construção de muros, a canalização, o alinhamento...)
- Obras estruturais – obras de grande dimensão como por exemplo a construção de pontes e aquedutos.

### **Os trabalhos de limpeza e manutenção e a extração de inertes**

Os trabalhos de limpeza, regularização e reparação do leito e margens estavam previstos nos termos dos artigos 276.º, 284.º e 286.º do Regulamento dos Serviços Hidráulicos e do artigo 130.º da Lei de Águas,

A limpeza e a extração de areia originavam centenas de pedidos anualmente (COSTA, 2004a, 2008, 2010c) e incluem-se no âmbito dos trabalhos de manutenção, já que, em algumas situações, estes procedimentos contribuía para o desassoreamento dos leitos dos cursos de água.

Além dos proveitos que a extração de inertes permitiam, esta suscitava conflitos que decorriam, na maior parte das vezes, do desconhecimento dos impactes negativos deste tipo de atividade. Existem duas referências sobre as dúvidas que os trabalhos de extração implicavam na paisagem local e as consequências para as atividades de lazer (COSTA, 2008).

- Em 1931, numa nota interna, o chefe de secção põe em causa esta atividade face aos efeitos que provoca na degradação dum areal fortemente aproveitado para o lazer balnear. Assim refere que “ (...) a extração de alguns milhares de m<sup>3</sup> de areia do rio Ave na margem norte e a montante da ponte da sua linha férrea em Vila do Conde (...)” numa areal sobre o qual são apresentadas as seguintes características lineares - “ (...) uma superfície regular de 7000 m<sup>2</sup> com altura média de 0,32 m. acima da corrente e uma curva de nível mais elevada junto da margem, com a superfície de 800 m<sup>2</sup> e altura média de 1 m e que dá o volume aproximado de 3000 m<sup>3</sup> (...)”, para depois concluir que “ (...) com a pretendida extração de areia fica o público privado da utilidade que o local lhe oferece para seu uso doméstico (banhistas) (...)”;

- Em 1946, um ofício da Câmara Municipal de Santo Tirso denuncia práticas que repudia por “ (...) desfeitos e desfigurados esses lugares, pela extração de areia a cargo de empreiteiros e mestres de obras (...). Abram-se covas, onde a água estagna no estio; a areia é crivada, para ficarem apenas à vista godos e resíduos de carvão que as águas arrastam das fábricas. O aspeto então observado do Parque é simplesmente confrangedor, por inestético e sujo.”

Os guarda-rios tinham competências ao nível da avaliação dos potenciais locais para a extração de inertes. Cabia-lhes a missão de analisar os pedidos e em alguns casos, tornava-se necessária uma visita ao local para aferir in loco das possibilidades de tal atividade. Foi esta situação que ocorreu em 1937 e que é dada a conhecer pela leitura duma nota interna. Face ao um requerimento para extrair 100 m<sup>3</sup> de areia no rio Pelhe e com o desejo desta ser realizada em quatro pontos das freguesias de Gavião, Calendário e Antas, é denunciada a intensa exploração e caracterizada da seguinte forma o rio a nível local: “ (...) o rio é estreito e tem três metros. O máximo de largura e somente nos locais das pontes onde o rio toma maior largura e onde as areias se juntam, é possível a sua extração. E assim, mesmo é esta duvidosa, sem que a corrente traga novas areias, pois a extração tem sido extraordinária (...).” Nesta nota, a conclusão refere, de forma inequívoca, que “ (...) para poder extrair uma quantidade grande de areia, num só local, preciso se torne que com o engrossamento da corrente, o leito do rio seja cheio com novas areias arrastadas pela corrente. Assim, poderá tirar em locais diversos, locais, aliás, em que, como vi, outros já tiraram e tiram (...).”

Além das dúvidas decorrentes da falta de informação sobre a capacidade dos cursos de água em disponibilizar quantidades de areia por forma a garantir as solicitações, outras questões se levantavam, nomeadamente sobre os impactes desta atividade na estabilidade de determinadas estruturas rodoviárias. A Câmara Municipal da Póvoa de Varzim denúncia à SHD, em 1939, “ (...) o facto de se estar constantemente extrair areia do rio Este, junto do Pilar Central da Ponte de Vau (...) com manifesto prejuízo à estabilidade daquela Ponte (...)”. Neste sentido o presidente desta edilidade alerta para a necessidade de se “ (...) providenciar que não se extraia mais areia (...)” intensificando, para isso, a fiscalização (COSTA, 2008).

Além dos milhares de pedidos para esta atividade, entravam também alguns requerimentos para a extração de penedos, em que a principal finalidade estava associada à melhoria do regime dos cursos de águas, sendo que, na maior parte das situações, a pedra era aproveitada para obras nas margens, principalmente na construção de muros de suporte. A destruição ou o corte de penedos é uma operação que ocorre principalmente na bacia do Vizela e que está, sem dúvida, relacionada com a sua morfologia montanhosa de vertentes abruptas, com grandes blocos e bolas graníticas (COSTA, 2004a, 2008).

A limpeza e a extração de areias são alguns exemplos de intervenções no DPH, com objetivos e impactes diferenciados. Enquanto a limpeza permitia regularizar o escoamento das águas e reduzir os efeitos das inundações, a extração da areia podia, por um lado, reforçar essa melhoria, mas também, por outro, levar à degradação do leito e das margens, como todos os riscos que daí advinham. Tratavam-se, no entanto, de intervenções de baixo impacto ambiental, dada a escala local em que eram realizadas, contrariamente às grandes obras efetuadas no leito e nas margens.

## **As ações de regularização**

Os aproveitamentos hidráulicos tornaram-se fundamentais, quer no desenvolvimento das atividades agrícolas, quer no impulso dado aos diferentes tipos de indústrias que recorreram a este tipo de estrutura. As obras relacionadas com os aproveitamentos hidráulicos implicam diferentes tipos de intervenções no canal e na sua geometria. Das diferentes estruturas que constituem um aproveitamento hidráulico, destacam-se o açude e a barragem, por serem aqueles que maiores impactes provocam.

A primeira observação feita a partir da leitura dos processos do DPH tem a ver com o facto de não se distinguir claramente estes dois conceitos nos respetivos requerimentos. De facto, os pedidos sobre açudes e barragens correspondem, na prática ao mesmo tipo de solicitações e enquadram-se naquilo que devemos entender por pequenas estruturas hidráulicas.

Não cabe por isso nesta análise aquilo que vulgarmente designamos por barragem e embora a distinção seja feita, ela deve ser perspectivada como uma intervenção de pequena escala e por isso mais adequada ao conceito de açude. Trata-se, por isso, duma estrutura de derivação de água para várias utilizações, construídas no leito dos cursos de água, em que o regolfo estabelecido não ultrapassa as suas margens normais (INE, 2004). Este tipo de estrutura hidráulica gera planos de água artificiais a

montante e vai obrigar à construção de obras de derivação ou de adução, que se destinam a levar a água desde onde é captada até ao sítio onde virá a ser utilizada.

O licenciamento para a construção de açudes e barragens está devidamente definido, quer no regulamento dos Serviços hidráulicos de 1892, quer na Lei de Águas, de 1919. É o artigo 265.º do regulamento dos Serviços hidráulicos que estabelece os critérios técnicos a que deve obedecer a este tipo de estrutura hidráulica (COSTA, 2008, 2010, 2010d):

- a altura pretendida – “ (...) deve ser tal que, em águas médias, o nível da água a montante seja, pelo menos, 0,20 m. mais baixo do que a parte mais baixa dos prédios superiores situados em toda a extensão da represa e 0,10 m. mais baixo do que a parte mais baixa dos aquedutos de esgoto dos terrenos superiores que se acharem na mesma extensão. (...)” e “(...) será marcada clara e visivelmente, junto à margem, em local facilmente acessível, com um sinal ou referência fixa, que não possa ser facilmente destruído (...)”;

- A existência de descarregador e adufas ou portas em número e com as dimensões calculadas para que, ainda quando a água cresça, o nível da represa fique quanto possível nas condições de não provocar prejuízos;

- A construção dum plano inclinado (Fig. 2) com as condições próprias para a passagem do peixe (Fig. 3).

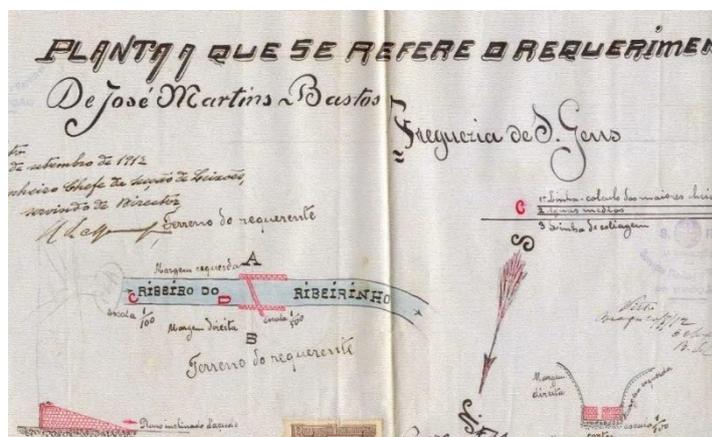


Figura 2. Planta e corte relativos ao processo para a construção de açude no ribeiro do Ribeirinho (Ruivães, São Gens, Fafe, 1912). Fonte: APA.

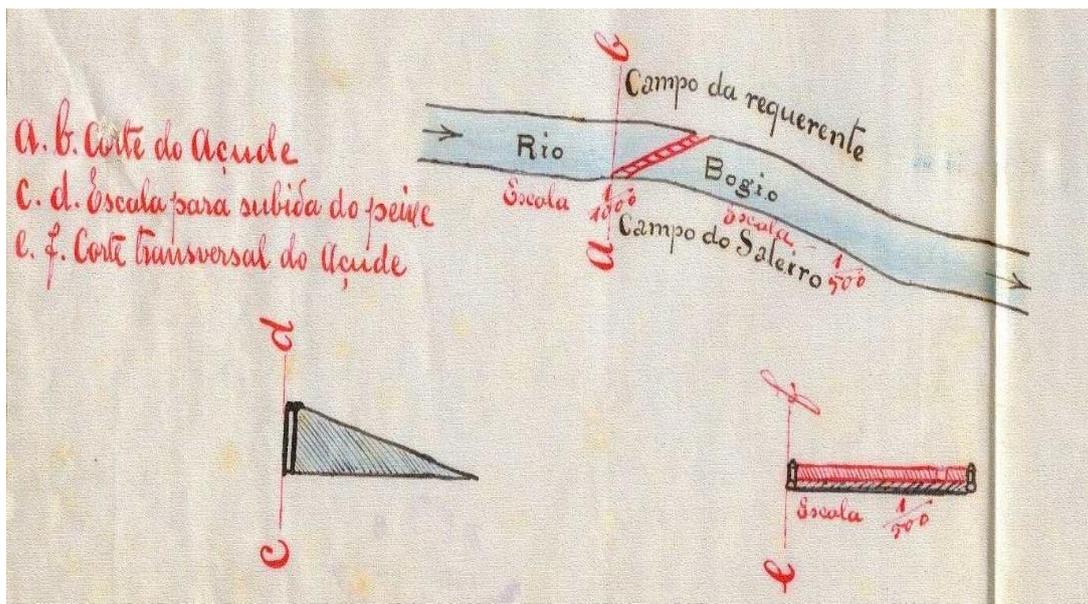


Figura 3. Planta e corte relativos ao processo para construir açude no rio Bugio (Regadas, Fafe, 1912). Fonte: APA.

Nos termos do artigo 69.º do Regulamento da Lei de Águas e dos artigos 84.º e 85.º da própria Lei, a informação prestada devia constar algumas informações de grande interesse do ponto de vista da hidrodinâmica fluvial (COSTA, 2008, 2010d):

- A área do aproveitamento, com a designação dos prédios e os nomes dos proprietários nela abrangida;
- O local de construção do açude ou barragem, fixando a sua altura ou o processo de derivar as águas. A direção e forma dos canais, levadas ou aquedutos de derivação e devolução à corrente, com individualização dos prédios que tivessem de ser onerados com servidões;
- Os prejuízos criados ao normal regime das águas ou a qualquer concessão de utilidade pública...

Os açudes começaram desde cedo a fazer parte da paisagem fluvial da bacia hidrográfica do rio Ave (COSTA, 2008, 2010d.). São de facto numerosos os exemplos que revelam a complexidade que está associada ao aproveitamento dos cursos de água por este tipo de estruturas hidráulicas, sendo que a maior parte dos processos está relacionada com pedidos para a construção de açudes hidroagrícolas (fig.4) (COSTA, 2008, 2010, 2010d; INE 2004).

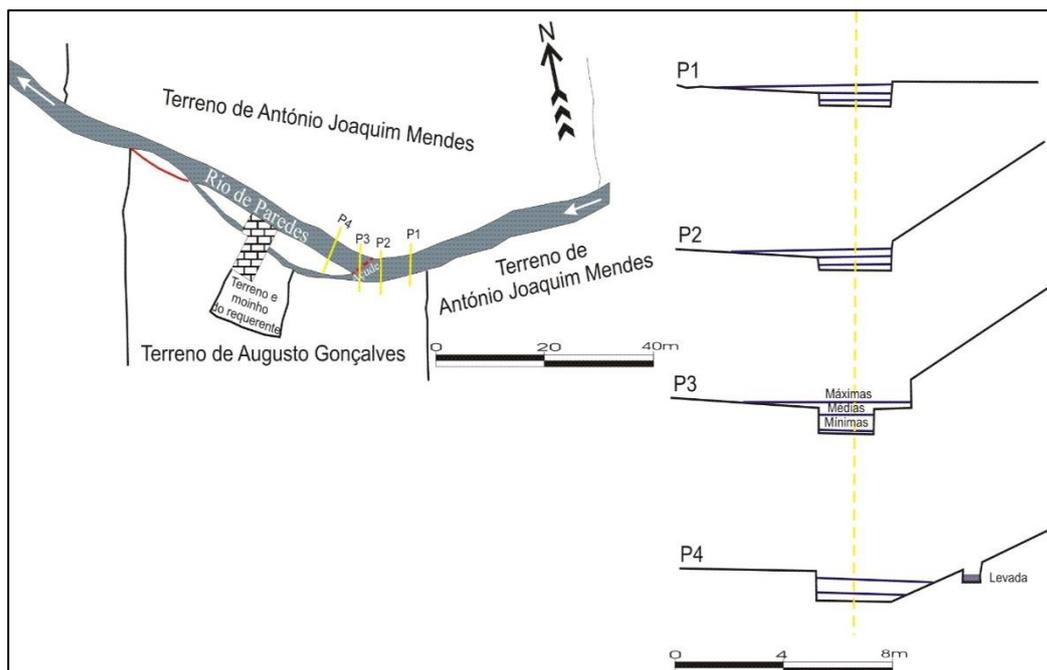


Figura 4. Planta e cortes relativos ao processo para construir açude de irrigação, no rio Ferro (Fraga, Armil, Fafe, 1903). Fonte: adaptado de APA.

A derivação de água, para rega das várzeas adjacentes ao cursos de água, é assim realizada pela elevação do regolho, através de estruturas construídas no respetivo leito (Fig. 5).

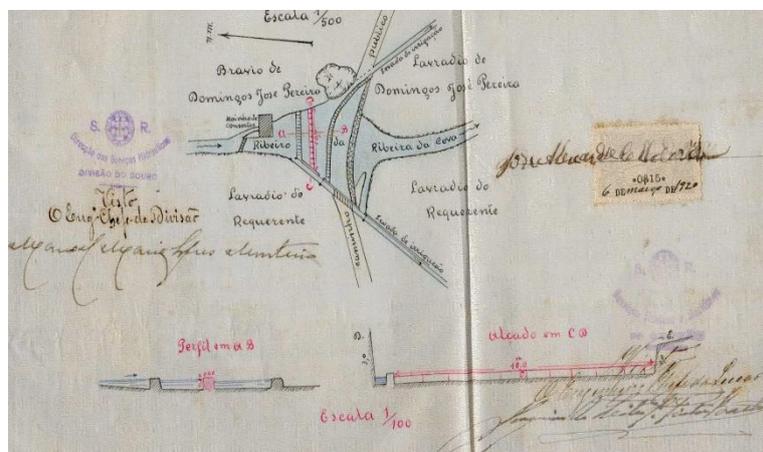


Figura 5. Planta e cortes relativos ao processo para a construção de açude para irrigação no ribeiro da Cova (Outeiro, Fonte Arcada, Póvoa de Lanhoso, 1920). Fonte: APA.

Por forma a controlar a derivação, era frequente a utilização de comportas (Fig. 6), com o intuito de diminuir impactes no leito do rio e permitir uma maior secção de vazão das águas, em tempo de cheias.

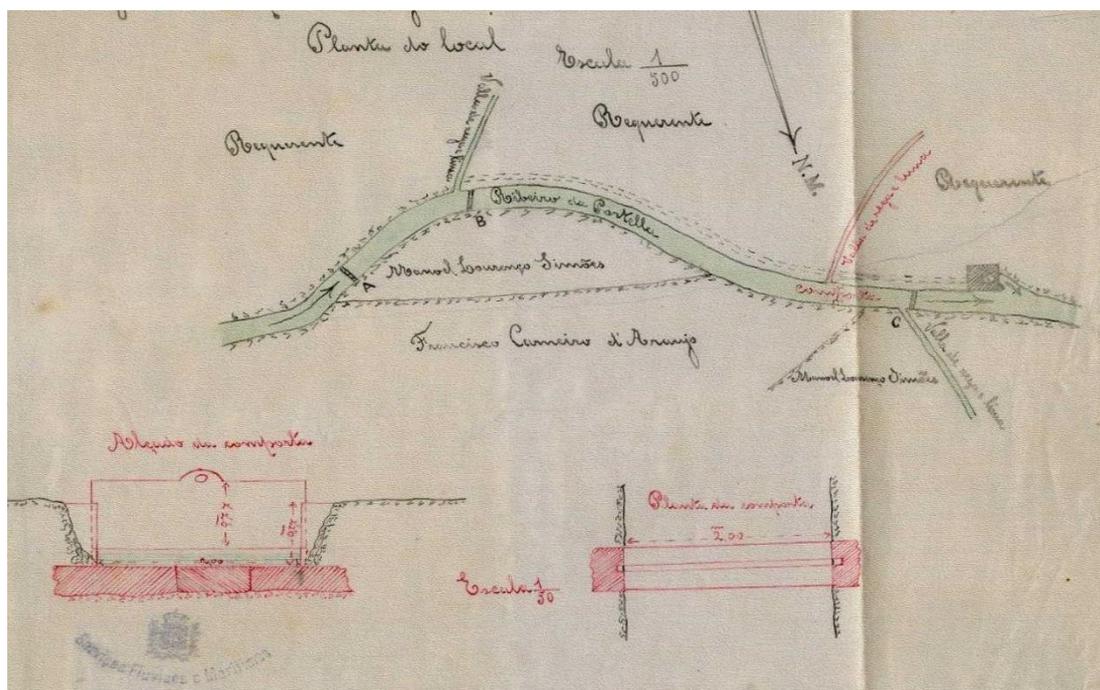


Figura 6. Planta e cortes relativos ao processo para estabelecer uma comporta (Portela, Vila Nova de Famalicão, 1909). Fonte: APA.

O manuseamento das comportas dependia das necessidades de água, dos caudais afluentes e dos solicitados a jusante, e da otimização da entrada em funcionamento do açude (COSTA, 2008, 2010, 2010d).

Os pedidos relativos a açudes como estruturas fixas cumpram a sua função de reter a água para efetivar a derivação, mas podiam, em alguns casos, constituir obstáculo à vazão dos caudais elevados que ocorrem durante a estação húmida (inverno). Nesta situação, eram frequentes as inundações nos terrenos adjacentes, com prejuízos para os solos, quer pela deposição de substratos menos produtivos, quer pelos efeitos da escorrência concentrada. A maior parte dos prejuízos para os campos ribeirinhos ocorria essencialmente na época das cheias, com a inundação dos campos agrícolas e dos moinhos, que assim, deixavam de laborar normalmente (COSTA, 2008, 2008b). Na maior parte das situações, os proprietários eram obrigados a introduzir alterações na construção dessas estruturas, no sentido de controlar os fluxos da corrente, quer pela retirada de comportas (Fig. 7), quer através de modificações na soleira do açude (Fig. 8).

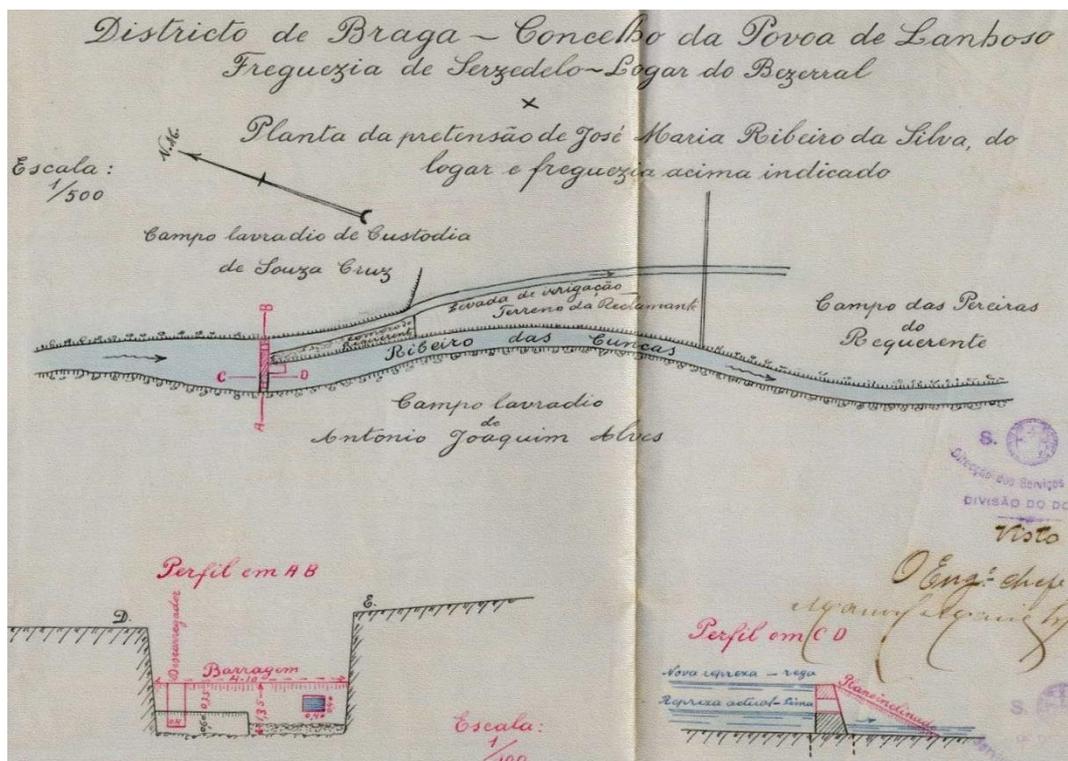


Figura 7. Planta e cortes relativos ao processo para retirar uma comporta do açude do ribeiro de Cuncas (Rego do Moinho, Serzedelo, Póvoa de Lanhoso, 1920). Fonte: APA.

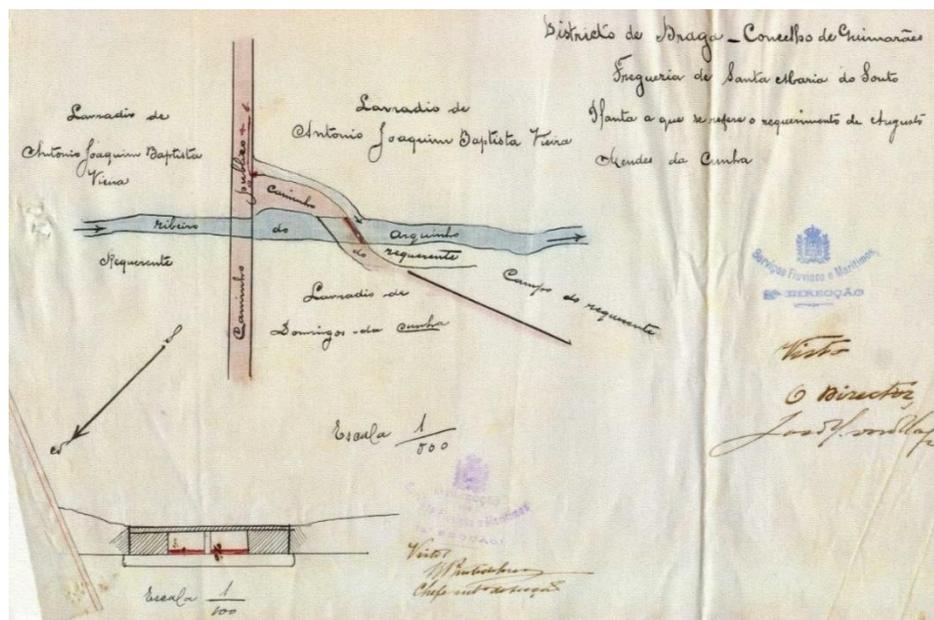


Figura 8. Planta e corte relativos ao processo para levantar uma soleira no ribeiro de Souto (Souto Santa Maria, Guimarães, 1906). Fonte: APA.

Por outro lado, os açudes fixos promovem a sedimentação do leito do curso de água, retirando-lhe capacidade de regulação, sendo por isso frequente a utilização de comportas de forma a regular este tipo de situações (Fig. 9).

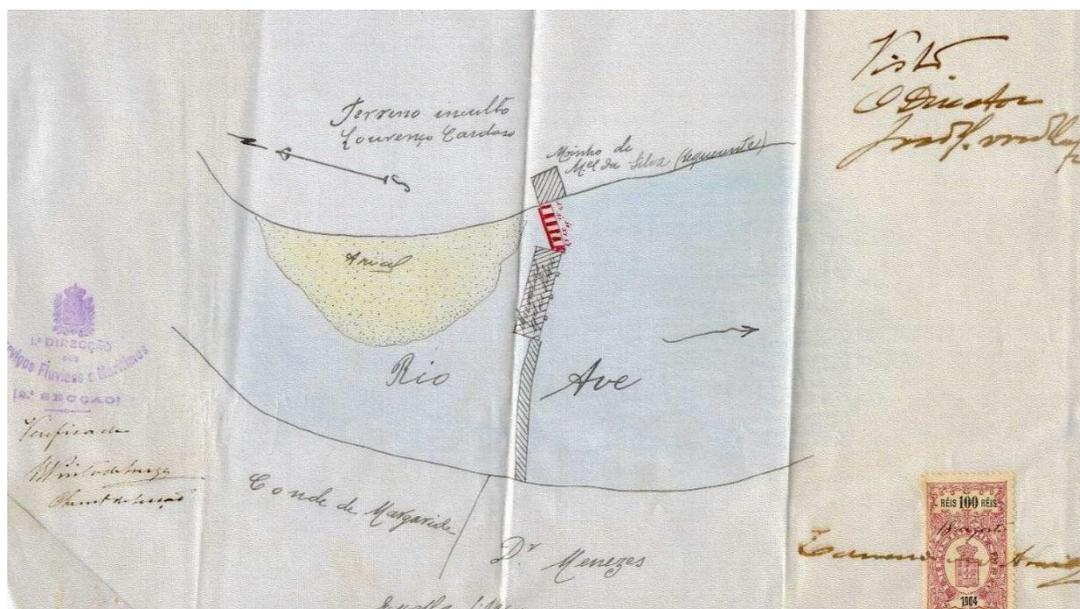


Figura 9. Planta relativa ao processo para abrir cinco comportas num açude-levada no rio Ave (Silvares, Guimarães, 1904). Fonte: APA.

No início do século XIX, várias instalações hidráulicas, que até então eram utilizadas apenas para fornecer diretamente a energia mecânica, foram rapidamente aproveitadas para a instalação de centrais hidroelétricas e para a produção industrial de eletricidade. No vale do Ave e dos seus afluentes, onde as pequenas unidades industriais e as práticas agrícolas se tinham instalado ao longo do tempo, pequenos açudes vão ser adequadas à produção de energia hidroelétrica (CORDEIRO 1995; COSTA 2003, 2004, 2008, 2008a, 2009, 2010, 2010b, 2010d, 2010e; PROVIDÊNCIA, 2003).

Os pedidos para obras de manutenção dos açudes eram habituais e tinham tendência para aumentar em anos de inundações. Normalmente, este tipo de obras de manutenção dos açudes e barragens não provocavam qualquer tipo de alterações significativas no regime das águas. No entanto, existiam outro tipo de ações que introduziam alterações nas características morfométricas, o que originava impactes hidrológicos significativos. A forma mais comum e mais utilizada consistia no aumento da altura do coroamento do açude, situação que podia ser permanente, ou afeta aos períodos de maior secura.

Estas alterações morfométricas originavam benefícios significativos, mas também podiam ter impactes negativos, para os proprietários marginais situados a montante desses açudes ou barragens. Eram por isso frequentes as reclamações apresentadas, quer por agricultores, quer por outros proprietários das fábricas situadas na proximidade do local de intervenção. A forma de ultrapassar este tipo de problemas ou de evitá-los, passava por um conjunto de intervenções que privilegiavam a colocação de comportas ou descarregadores no açude ou barragem (COSTA, 2008, 2010d).

A concentração de açudes e barragens é evidente quando observamos a distribuição destas estruturas hidráulicas existentes em 1973, ao longo do curso principal do rio Ave (Fig. 10).

As condições particulares do rio Ave, com cento e dezessete açudes e seis albufeiras, numa extensão de cerca de cem quilómetros, provocam um regime alterado e dinâmico, essencialmente até à confluência com o Vizela. A escala local destes numerosos aproveitamentos, associada à reduzida altura das quedas de águas, favorece a hidrodinâmica fluvial, provocada pelo aumento do declive no talvegue e conseqüentemente da velocidade das correntes e da sua atividade (BARBOSA et al., 1992; COSTA, 2008, 2010d).

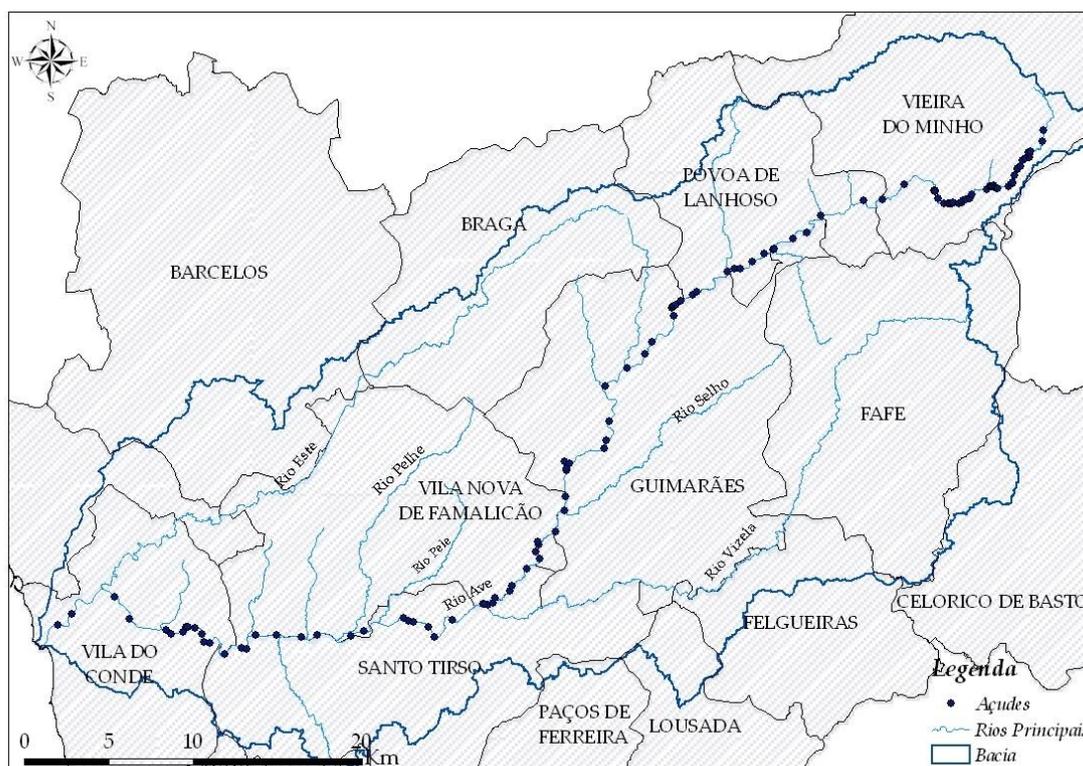


Figura 10. Localização dos açudes e barragens existentes sobre o curso principal do rio Ave, em 1973.  
Fonte: APA.

Além dos açudes e das barragens, temos de considerar outras formas de intervenção, que poderemos definir como trabalhos nas margens, e por isso, principalmente perspectivados segundo o perfil longitudinal do curso de água.

A partir da análise dos processos do DPH, podemos encontrar um conjunto de conceitos que se enquadram neste tipo de operações: canalização, aquedutamento, regularização, mudança de leito, retificação, e alinhamento dos cursos de água. Associados a estas diferentes formas de intervenção, os trabalhos com muros revelam-se fundamentais na relação das margens com o leito dos cursos de água (COSTA, 2004a, 2008, 2010c).

A necessidade de estabelecer um limite físico com as margens implica, na maior parte dos casos, a construção de muros de suporte, construídos numa forma rudimentar e com recurso a materiais locais (Fig. 11).

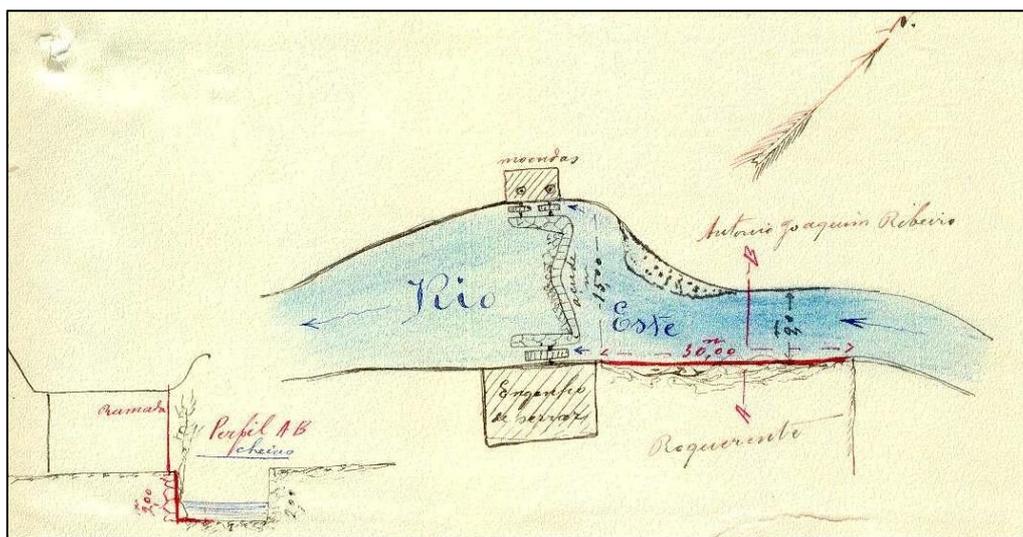


Figura 11. Planta e corte relativos ao processo para construir um muro de suporte, na margem esquerda do rio Este (Cestães, Cavalões, Vila Nova de Famalicão, 1908). Fonte: APA.

Embora sejam utilizados diferentes termos na apresentação dos requerimentos, as obras com muros destinam-se ao suporte e à defesa das margens, contra as águas das correntes (Fig. 12).

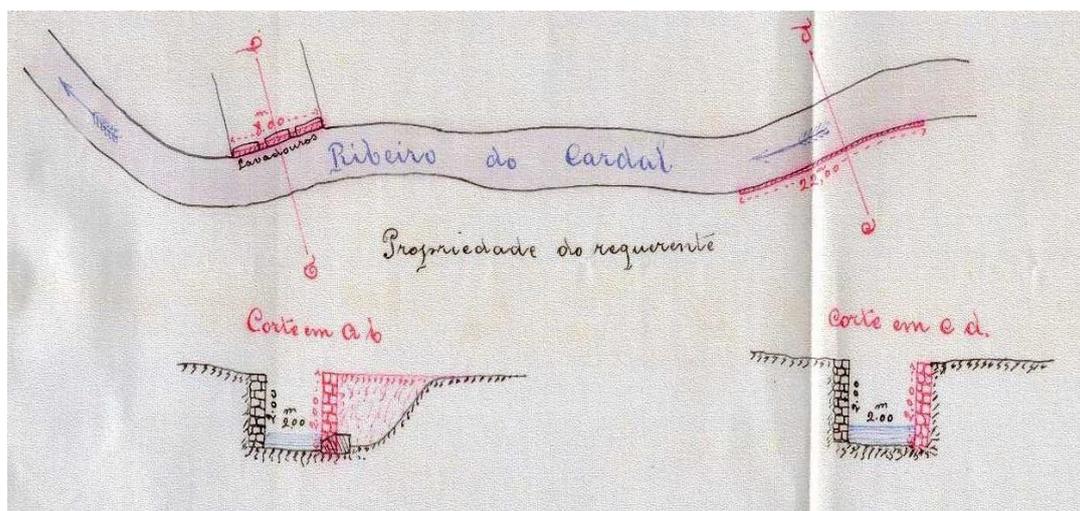


Figura 12. Planta e cortes relativos ao processo para reconstruir parte do muro de defesa, na margem esquerda (Sequeiro, Santo Tirso, 1904). Fonte: APA.

Os muros de suporte visam, principalmente, evitar o arrastamento de terras para o leito dos rios, diminuindo assim o processo de assoreamento.

É no sector inferior da bacia hidrográfica do rio Ave que encontramos o maior número de pedidos para muros de defesa, já que é nesta área que os problemas de escoamento são maiores, quer por motivos de ordem física (características morfológicas e hidrométricas das bacias de drenagem), quer pela maior concentração da população nas áreas ribeirinhas. Nas cabeceiras das bacias hidrográficas dos rios Ave e Vizela, o elevado valor de processos associados a muros de suporte deriva essencialmente dos fatores geomorfológicos e da necessidade de sustentar as terras marginais face à erosão hídrica (COSTA, 2008).

Além das funções de suporte e de defesa, a construção de muros está fortemente associada à regularização da maior parte dos cursos de água. Aqui também convém distinguir os principais tipos de operações - a mudança de leitos e a canalização.

A maior parte dos trabalhos de mudança de leito eram feitos numa reduzida extensão, quase sempre inferior a cem metros, e passavam por alinhar a corrente com a construção de muros de suporte das novas margens (Fig. 13)

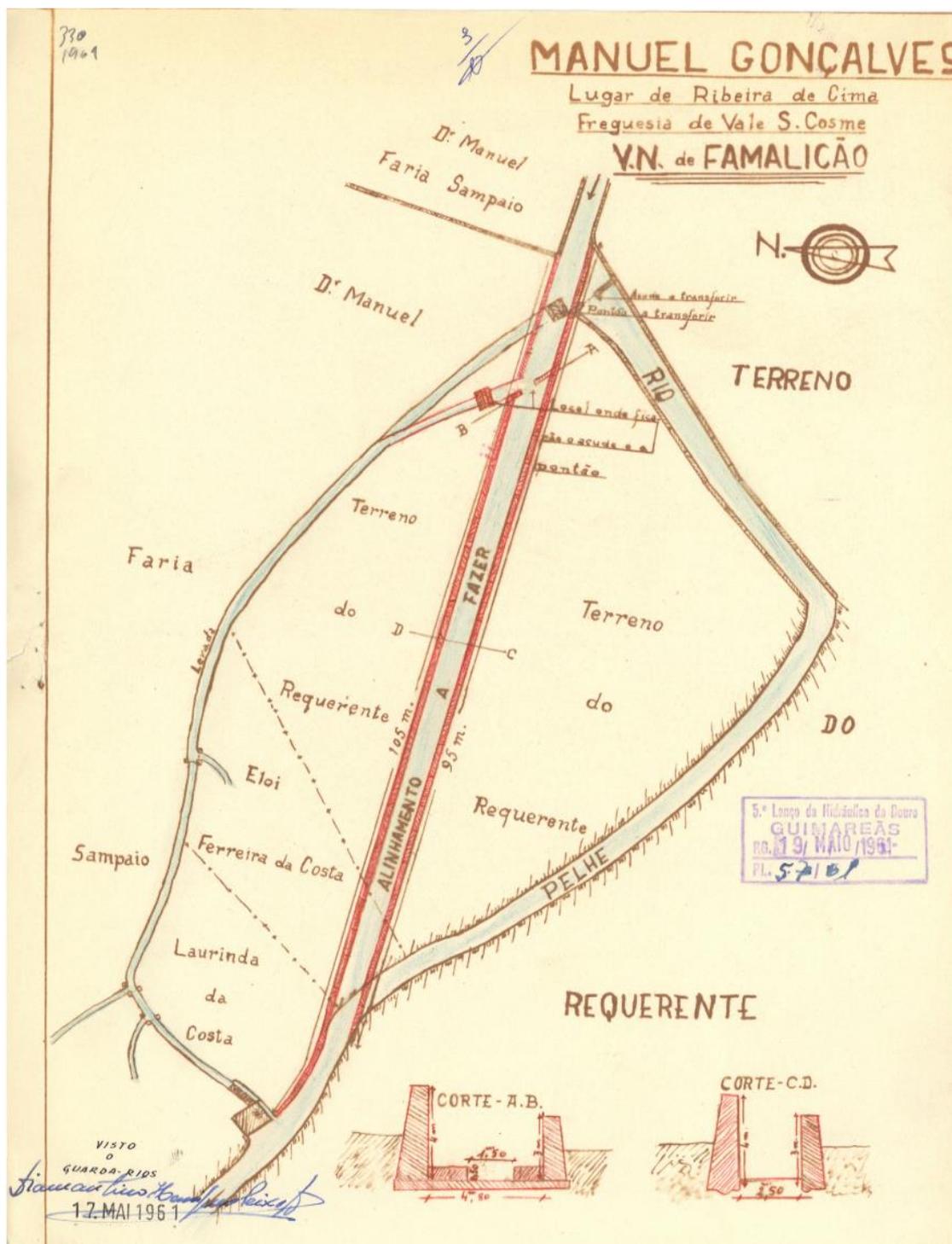


Figura 13. Planta e cortes relativos ao processo para alinhar o curso do rio Pelhe (Ribeira de Cima, Vale (São Cosme), Vila Nova de Famalicão, 1961). Fonte: APA.

Na maioria dos casos, os pedidos circunscreviam-se às propriedades dos requerentes e visavam o aumento da área de cultivo, pela junção das parcelas de cada margem. Além dos benefícios agrícolas que resultavam deste tipo de intervenção, o alinhamento das correntes facilitava, em pequenas curvaturas muito pronunciadas dos cursos de água, a vazão das águas, melhorando, assim, o regime fluvial (Fig. 14).



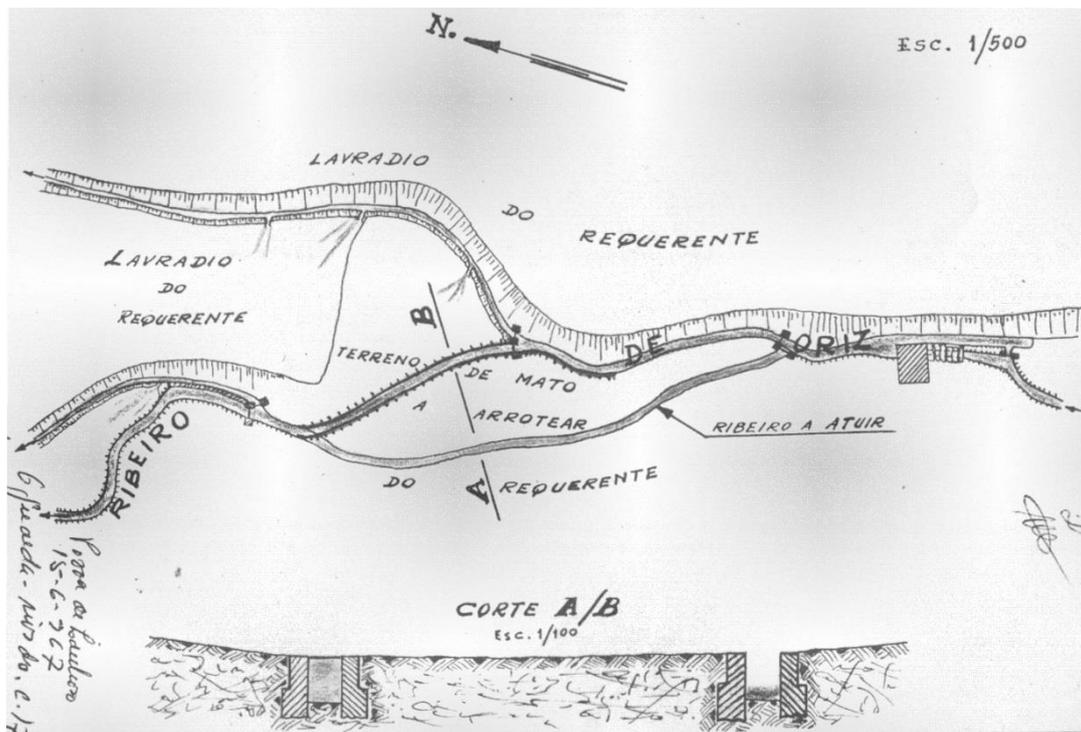


Figura 16. Planta e cortes relativos ao processo para construir um novo alinhamento do leito do ribeiro de Oriz (Ribeira, Gonça, Guimarães, 1967). Fonte: APA.

Além da mudança de leito em propriedades agrícolas, esta operação surge relacionada com as necessidades decorrentes da expansão urbana, e principalmente, com os efeitos da implantação industrial. Muitas fábricas, durante a sua instalação inicial ou nas fases de ampliação, tinham, também, a necessidade de procederem à mudança dos cursos de água que atravessavam a sua propriedade industrial. É neste contexto que a cobertura se tornou mais frequente, já que por um lado, tornava possível a implantação/ocupação urbana e industrial sobre os cursos de água, e por outro, resolvia alguns problemas de saúde pública, de origem hídrica (Fig. 17).

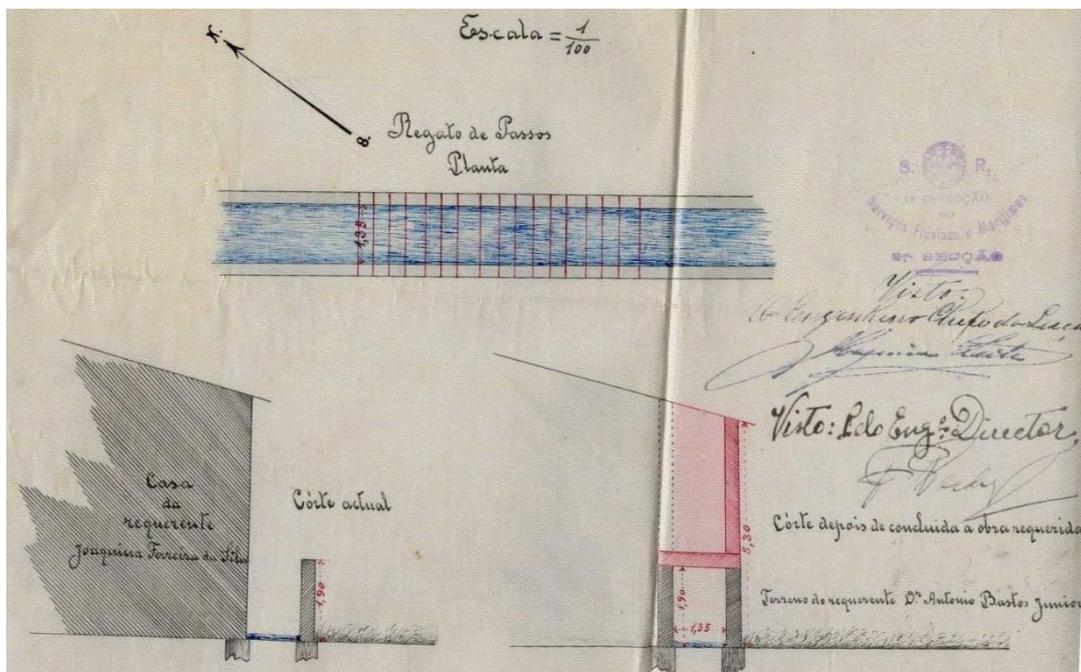


Figura 17. Planta e cortes relativos ao processo para cobrir o ribeiro de Passos (Rua Pereira Caldas, Caldas de Vizela (São Miguel), Guimarães, 1919). Fonte: APA.

Com vários impactes do ponto de vista hidrológico e ambiental, estas intervenções eram, maioritariamente, de implantação local e à uma escala reduzida. Estas situações eram frequentes nos logradouros industriais e assumiam diferentes tipos de trabalhos:

- O alargamento – a empresa Brito & Gomes, Ltda., no ribeiro de Passos, em 1939;
- o aquedutamento – a empresa Alfredo Correia da Silva, no ribeiro de Abelha em 1944; a Fábrica de Malhas de Silvares, Ltda., no rio Ave em 1962; a Varela Pinto & Companhia Ltda., no ribeiro de Passos, em 1963; a Sampaio Ferreira & Companhia, no mesmo rio, dois anos mais tarde, e a MABOR, no Ribeiro de Reais (Ave) em 1965 (Fig. 18).

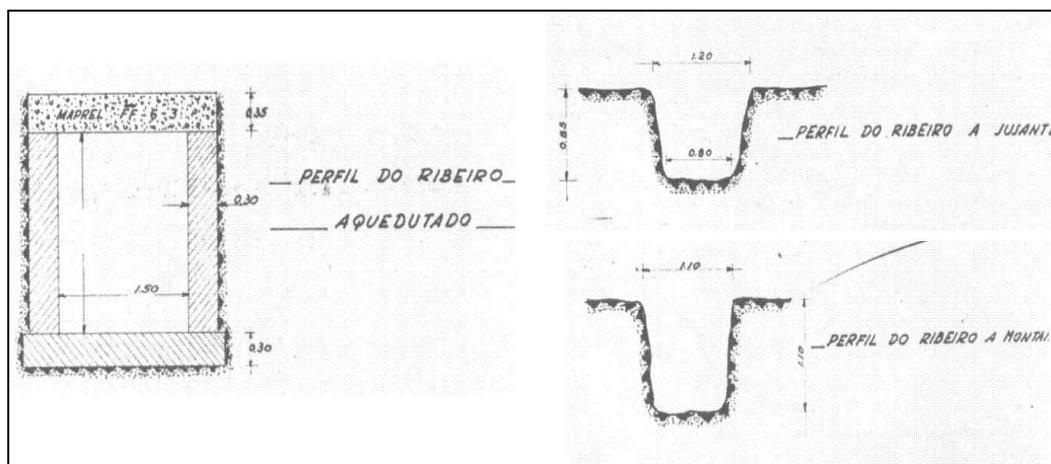


Figura 18. Cortes relativos ao processo para o aquedutamento do ribeiro de Reais (Salgueiro, Lousado, Vila Nova de Famalicão, 1965). Fonte: APA.

- A canalização feita pela Fábrica de Fiação e Tecidos de Pevidém, no rio Selho, em 1939, e pela empresa Joaquim Oliveira & Filhos, Ltda., no ribeiro de Vilamão, em 1964;
- A regularização das margens e do leito, pela firma Henrique Buero e Costa, no rio Este, 1923;
- A retificação de troço do curso de água realizado pela Varela Pinto & Companhia Ltda., no ribeiro de Passos, em 1973 e pela MABOR, no rio Ave, em 1943.

A utilização de diferentes conceitos cria alguma confusão, já que, como se pode verificar, tratam-se de obras que se enquadram no mesmo tipo de intervenções, quer sobre o leito, quer sobre as margens.

Um dos projetos de maior envergadura está relacionado com a regularização do rio Este na cidade de Braga (Fig. 19).

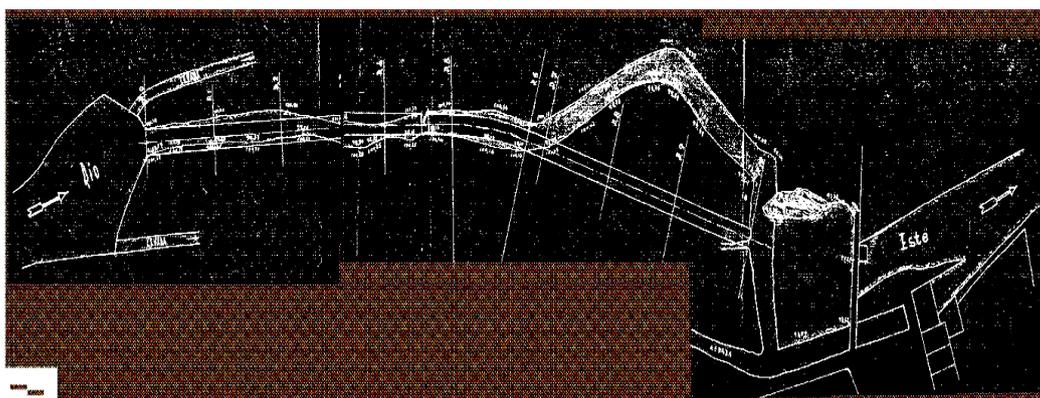


Figura 19. Planta do projeto de regularização do rio Este em Braga (1959). Fonte: APA.

Este projeto começa a ser delineado no início da década de cinquenta, procurando satisfazer o pedido formulado ao Ministro das Obras Públicas pela Câmara Municipal de Braga, tendo sido aprovado por Despacho de 11 de agosto de 1950. O rio Este, a jusante da Ponte de São João, encontrava-se bastante assoreado, sendo deficiente o seu escoamento por causa do seu fraco declive e da sua diretriz, sendo, por isso frequente a inundação dos terrenos marginais. Com a obra projetada pretendia-se assegurar uma melhor vazão das águas entre os dois logradouros existentes, em cada um dos extremos do troço da corrente considerada, pois este ficara constituído por dois únicos alinhamentos retos, concordados

por uma curva de grande raio. Assim, foi aprovado o projeto de regularização do rio Este em 1959, com várias obras de terraplanagens, a construção de muros de suporte e o ensoleiramento do leito por forma a evitar os efeitos da erosão e a elevação de algumas passagens, por forma a aumentar a secção de vazão sob as mesmas (COSTA, 2008). O rio Este seria objeto de várias outras intervenções, na sua passagem pelo centro urbano de Braga, até a atualidade.

De forma a identificar os possíveis efeitos decorrentes destas obras de regularização, nomeadamente a canalização de leitos e assim poder tomar decisões mais sustentadas no que respeita ao licenciamento, a Direcção Geral dos Serviços Hidráulicos emite, em 1968, uma circular em que aponta os seguintes elementos necessários à apreciação dos respetivos projetos (COSTA, 2008):

1- A delimitação da bacia e a respetiva área;

2- A avaliação do caudal de cheia a prever;

3- O perfil longitudinal do leito da corrente, num mínimo de 300 metros para montante e para jusante; em obras importantes ou em leitos com pequena inclinação, deveria abranger uma maior extensão, até 1000 m;

4- Os perfis transversais do leito e na extensão relativa ao perfil longitudinal referida em 3). Estes perfis poderiam ser levantados de 100 em 100 metros, em larguras mínimo de 5 metros em cada margem.

Além deste conjunto de características técnicas, estes projetos deviam também incluir elementos informativos sobre os níveis das cheias conhecidas no local, os perigos e inconvenientes resultantes destas cheias, ou dos eventuais regolfos de elevação, provocados pelas obras projetadas. Os estudos hidráulicos realizados permitiram compreender melhor a dinâmica fluvial de algumas pequenas bacias de drenagem e vieram fundamentar as decisões tomadas relativamente aos pedidos de licenciamento de canalização.

Já no âmbito desta circular, podemos dar o exemplo das informações dadas pela Divisão de Hidrologia sobre o cálculo do caudal de cheia a considerar no processo de aquedutamento do ribeiro da Mouta em 1972. Trata-se duma pequena bacia de 1,6 km<sup>2</sup>, situada na margem esquerda do rio Pelhe (Vila Nova de Famalicão). Para o estudo da pluviosidade máxima, a divisão de hidrologia recorreu ao posto udográfico de Barcelos, utilizando a correspondente curva de possibilidade udográfica, determinando as máximas alturas prováveis de chuva no intervalo de tempo correspondente ao tempo de concentração – 1,6 horas – extrapolando para 100, 50, 25, 10 e 5 anos (Quadro 1).

Quadro 1. Caudais de cheia para o ribeiro da Mouta (VIZELA, 1972).

<b>Frequência</b>	<b>m<sup>3</sup>/s</b>	<b>m<sup>3</sup>/s/km<sup>2</sup></b>
<i>Uma vez em 100 anos</i>	17	10,5
<i>Uma vez em 50 anos</i>	16	9,9
<i>Uma vez em 25 anos</i>	14	8,8
<i>Uma vez em 10 anos</i>	11	6,8
<i>Uma vez em 5 anos</i>	9	5,6

Fonte: APA.

O cruzamento de informação diversificada (baseada essencialmente num trabalho de campo apurado) com os vários modelos hidrográficos e hidráulicos facilitam a caracterização das cheias e a definição e delimitação das zonas inundáveis. A legislação portuguesa previa, nessa altura, a delimitação de áreas inundáveis, caso a caso, que designa por zonas adjacentes, subdivididas em áreas de ocupação edificada proibida e condicionada (Decreto-Lei n.º 468/71 de 5 de novembro). A marcação duma área inundada correspondente à cheia centenária é usualmente a que interessa em termos legais de definição de leito de cheia. É neste quadro que surgem os estudos hidráulicos, principalmente centrados na frequência das principais cheias, mas também com referências aos principais índices morfométricos.

Como se pode concluir, as opções passavam essencialmente por medidas estruturais, o que levanta algumas dúvidas quanto à sustentabilidade do sistema fluvial nesses locais.

## Pontes - um potencial problema para a vazão do escoamento das águas

Entre as diferentes formas de intervenção sobre o leito e sobre as margens temos também de considerar a construção de infraestruturas, entre as quais destacamos as pontes e os aquedutos. A construção de pilares (Fig. 20) ou vãos (Fig. 21) nas pontes, implicava frequentemente com a secção de vazão e por isso tinha implicações no regime fluvial (COSTA, 2004a, 2008).

Em período de cheias, eram, por isso, frequentes os episódios que punham em causa a estabilidade da estrutura das pontes. As grandes inundações de 1909 deixaram relatos esclarecedores sobre este tipo de situações, nomeadamente às vistorias realizadas às pontes afetadas (COSTA, 2008).

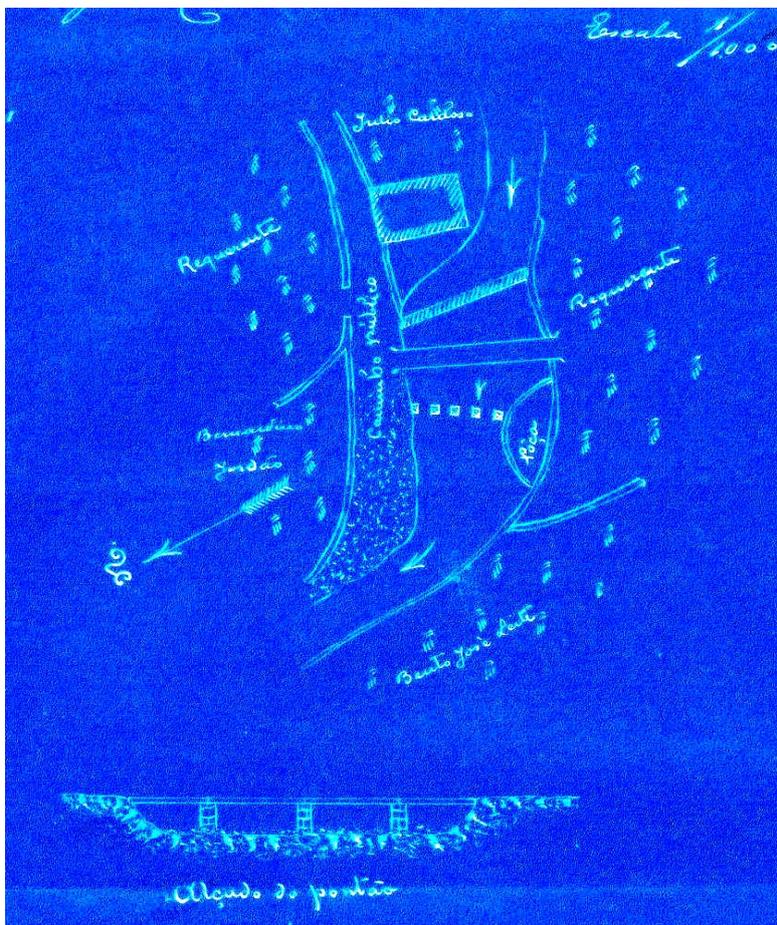


Figura 20. Corte relativos ao processo para conservar uma ponte de pedra sobre o ribeiro de Couros (Poça de Relhos, Guimarães (São Sebastião), Guimarães, 1917). Fonte: APA.

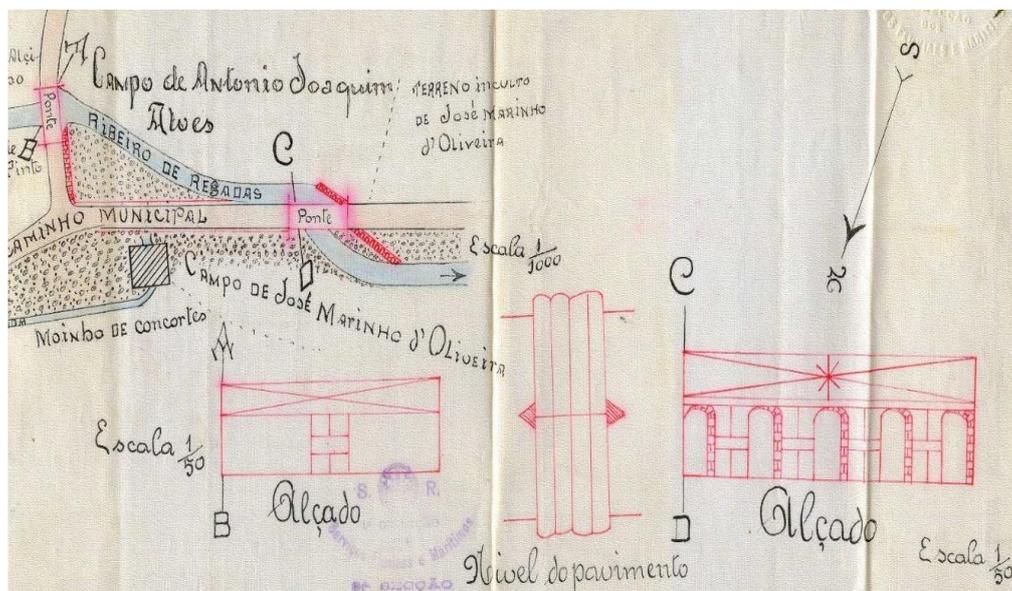


Figura 21. Planta e cortes relativos ao processo para construir duas passagens sobre o ribeiro de Regadas (Moinhos do Bairro do Rego, Regadas, Fafe, 1917). Fonte: APA.

A debilidade das estruturas e a má concessão, em termos de vazão, de muitas pontes, foram responsáveis por algumas situações de queda e destruição:

- Em 1916, uma ponte de pedra de quatro vãos caiu sobre o leito do ribeiro de Macieira. As capas do vão embarçaram a corrente e a Câmara Municipal de Barcelos acabou por elevar 0,5 m. todo o pavimento afim de não ser atingida pelas cheias ordinárias;
- Em 1928, uma ponte de madeira sobre o rio Vizela, antiga passagem pública, cujo estado ruinoso ameaçava iminente perigo ao trânsito, foi objeto de reparação pela Câmara Municipal de Santo Tirso;
- Em 1937, uma ponte improvisada sobre o rio Ave, na Póvoa de Lanhoso, desmoronou, uma situação que se repetia em anos de maiores cheias.
- Em 1938, é apresentado o projeto de reparação da ponte de Reboto e suas rampas de acesso sobre o rio Selho. Dado o seu mau estado e a insuficiente secção de vazão, os campos que a mesma ligava ficavam completamente inutilizados na ocasião das cheias.

Por forma a obviar este tipo de problemas, tornava-se essencial o reforço das estruturas existentes e muitos pedidos foram feitos nesse sentido (Fig. 22).

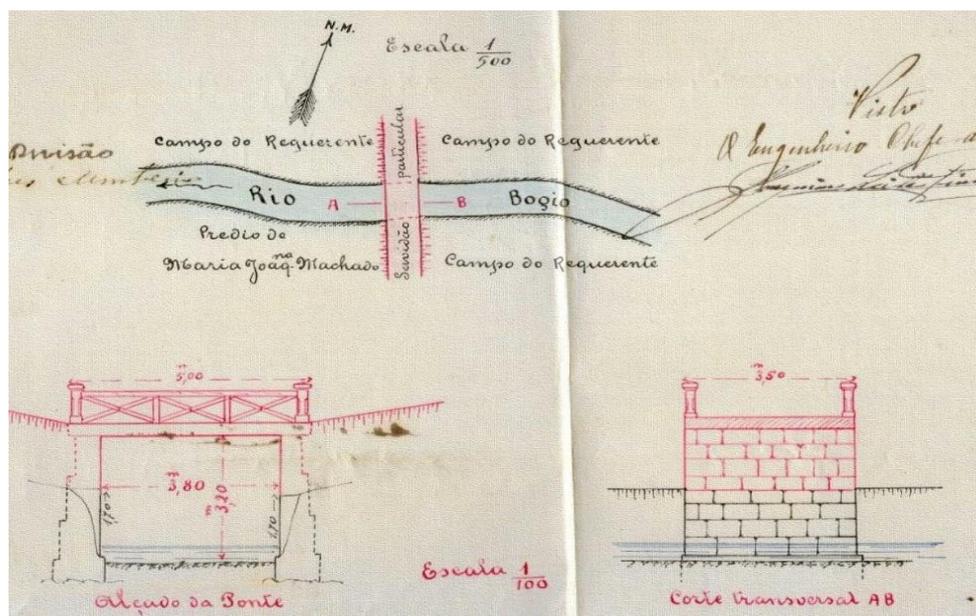


Figura 22. Planta e cortes relativos ao processo para modificar antiga ponte sobre o rio Bugio (Valsa, Regadas, Fafe, 1920). Fonte: APA.

A preocupação com as cheias e seus impactes na estrutura das pontes obrigou, em muitos projetos, a incluir os cálculos relativos à avaliação do caudal de cheia a prever. Até 1968, os projetos sobre pontes não incluíam de forma obrigatória o estudo hidráulico, o que passou a acontecer com a publicação do Decreto n.º 48373 de 8 de Maio. No entanto, alguns dos projetos já apresentavam cálculos relativos à secção de vazão das obras de maior dimensão pretendidas. O projeto de construção dum pontão sobre o rio Selho por parte da Empresa Francisco Inácio da Cunha Guimarães & Filhos apresenta já alguns cálculos na sua memória descritiva e justificativa. Assim refere que “ (...) na Estrada Nacional n.º 310 (...) existe a ponte de Brandão que apresenta três aquedutos (...) com 9,2 m<sup>2</sup> de secção total útil. Dado que esta ponte tem servido ao seu fim e porque temos a nosso favor a montante um acréscimo de secção de 13,22 m<sup>2</sup> (...) as características dadas ao tabuleiro do pontão, permitem que, para o efeito de uma excecional cheia, a obra resista ao impulso da água, uma vez que se adotou uma lage sem vigas (...)” Como se conclui existe de facto uma preocupação para a segurança da obra face aos episódios de cheia.

O rio Este foi, sem dúvida, o curso de água que mais foi estudado nesse sentido (COSTA, 2008). Em 1966, na sequência dum pedido da Grundig para várias obras relacionadas com as suas instalações, foi elaborado uma relação dos pontões agrícolas e servidões através do rio Este, entre esta empresa e a ponte do Torrão em Priscos (Fig. 23).

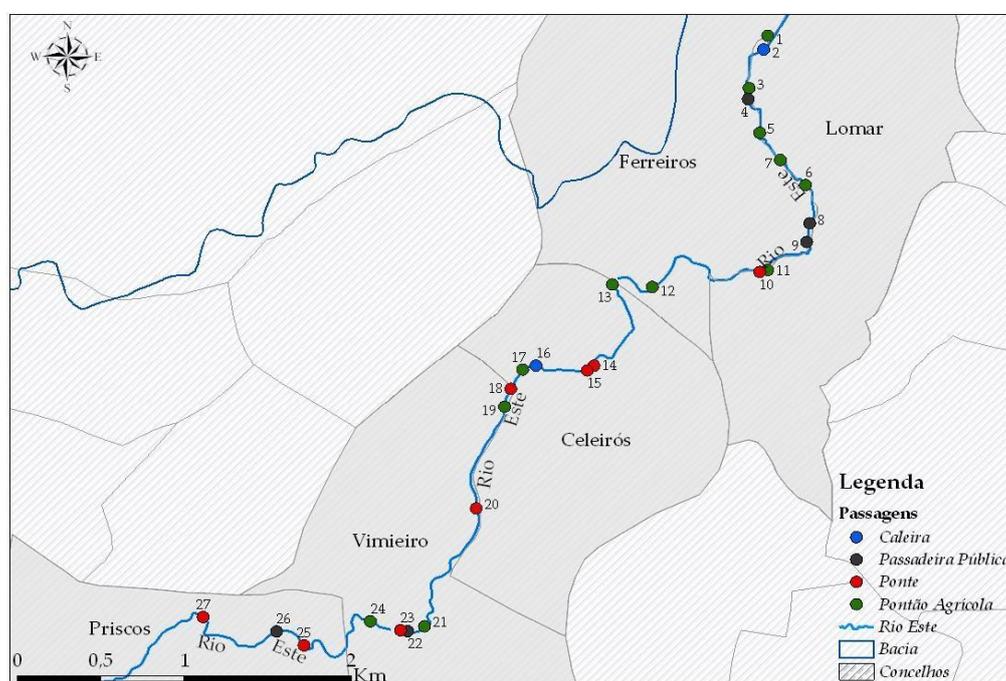


Figura 23. Planta como a localização de pontes e outras passagens sobre o rio Este (Braga, 1966).  
Fonte: APA.

Após o cálculo dos caudais de cheias, a DHD concluiu que só quatro das vinte e sete obras de arte existentes, permitiam um escoamento razoável do rio Este e que, por conseguinte, as restantes necessitavam de ser ampliadas de forma a ficarem com secção de vazão suficiente. Sobre este assunto seria emitido um parecer a 9 de Outubro de 1968, no sentido de técnicos qualificados tomarem nota dos caudais unitários e considera-los no estudo de todos os problemas relativos ao rio Este, nomeadamente quanto à hipótese da eventual substituição das pontes com secção de vazão insuficiente, ao longo deste curso de água. Esta recomendação passaria a ser válida para todos os rios em relação aos quais e por qualquer motivo fossem feitos estudos hidrológicos análogos aos que foram feitos para o rio Este.

De facto nessa altura são realizados vários estudos hidráulicos sobre as pontes com interferência direta no regime das águas públicas. Estes estudos deram um importante contributo no conhecimento dos sistemas hidrológicos a nível local, já que visavam apontar as soluções mais adequadas do ponto de vista hidráulico: Mesmo aplicando diferentes metodologias na sua aplicação, os estudos hidráulicos mostram que as decisões tomadas implicavam a realização de obras de segurança, por forma a minimizar os riscos associados a episódios hidrológicos extremos.

Duma forma geral, os diferentes trabalhos e obras efetuados no DPH referem-se a obras de pequena dimensão e, por isso, de impactes à escala local, com exceção da regularização do rio Este na

parte urbana da cidade de Braga. Não podemos, no entanto deixar de referir que a conjugação do acumular no elevado número de obras com os diferentes tipos de intervenções em causa, terá, por certo, tido consequências nefastas, que ainda hoje se fazem sentir, bem como, explicarão muitos dos problemas de natureza hidrológica e hidráulica que afetam muitos cursos de água da bacia hidrográfica do rio Ave.

## **CONCLUSÃO**

Os arquivos são imprescindíveis e são por excelência construídos e constituidores de memória históricas e da ação humana ao longo dos séculos. Nesse contexto, os pesquisadores assumem um papel de corresponsabilidades já que devem assegurar não apenas o acesso aos acervos documentais, mas, sobretudo empenhar-se para assegurar as condições necessárias para a preservação, guarda, difusão da informação e construção da memória coletiva (VEIGA, 2010). A missão de preservação e transmissão de memórias coletivas institucionais confere aos arquivos históricos um simbolismo e um papel estratégico na edificação da entidade de uma nação, de uma região (BARROS, 2007).

A riqueza documental do arquivo da APA e suas potencialidades no âmbito da investigação permitem estudos diversificados, quer no domínio da Geografia, das ciências históricas, do património, do planeamento e também em alguns campos da hidráulica e hidrologia ligadas à gestão do território das áreas ribeirinhas

O acervo histórico da SHD é um dos mais ricos arquivos locais do país, reunindo um conjunto de mais de milhares de documentos que vão do século XIX à atualidade, constituindo um repositório documental com características impares e um testemunho da identidade, memória e história dos Serviços Hidráulicos (COSTA & CORDEIRO, 2012a). Dar a conhecer este espólio vai permitir disponibilizar e tratar informação fundamental no conhecimento de áreas do litoral e sua gestão.

Como nos alertou Certeau (2002) não podemos nos esquecer que uma leitura do passado, por mais controlada que seja pela análise dos documentos, é sempre dirigida por uma leitura do presente. O arquivo da SHD tem imensas potencialidades no âmbito da investigação pelo que também nos cabe divulgar este importante património na defesa de uma memória comum que urge preservar (COSTA 2012; COSTA & CORDEIRO, 2012, 2012a, 2015; COSTA et al., 2015).

## **REFERÊNCIAS**

- BACELLAR, C. A. P. Fontes documentais uso e mau uso dos arquivos. In: PINSKY, C. B. (Org.) Fontes Históricas. São Paulo: Contexto, 2005. p.23-80.
- BARBOSA, J. N.; COUTO, A. F.; VALENTE, J. T. Os aproveitamentos hidroelétricos da bacia hidrográfica do Rio Ave. Recursos Hídricos, v.13, n.3, p.15-19, 1992.
- BARROS, F. Arquivos históricos nos dias de hoje: aliciantes desafios, múltiplos papéis. In: Congresso Nacional BAD, 2, 2007. Anais...
- CAMARGO, F. As fontes históricas. Disponível em: [http://filoinfo.net/disciplinasonline/pluginfile.php/3041/mod\\_resource/content/1/AS%20FONTES%20HIST%3%93RICAS.pdf](http://filoinfo.net/disciplinasonline/pluginfile.php/3041/mod_resource/content/1/AS%20FONTES%20HIST%3%93RICAS.pdf). Acesso em: 17 abr. 2015.
- CAMPELO, A. Das hidráulicas aos recursos hídricos: história, sociedade e saber. Porto: ARH do Norte, I.P., 2011.
- CARVALHO R. Historiador e as Fontes Históricas. 2009. Disponível em: <http://www.webartigos.com/artigos/o-historiador-e-as-fontes-historicas/22598/>. Aceso em: 15 jun. 2015.
- CERTEAU, M. A escrita da História. 2 ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2002.
- CORDEIRO, J. M. L. Indústria e paisagem na bacia do Ave. Cadernos do Noroeste, n.2. Braga, p.47-68, 1995.
- COSTA, F. S. O arquivo da administração da região hidrográfica do norte. Roteiro metodológico. In: MARTINS, M.; FREITAS, I. V. de.; DEL VAL VALDIVIESO, M. I. (Coords.). Caminhos da água. Paisagens e usos na longa duração. CITCEM-Centro de Investigação Transdisciplinar “Cultura, Espaço e Memória”, Braga, 2012, p.267-293.
- COSTA, F. S. Poluição e domínio público hídrico. Um contributo histórico para o estudo da bacia hidrográfica do rio Ave. In: Congresso Da Água, 11, 2012, Porto. Anais...Porto: Associação Portuguesa de Recursos Hídricos, 2012a. 10p.

- COSTA, F. S. Licenciamento em águas públicas e cartografia – O caso do rio Ave no início do século XX. In: SANTOS, N.; CUNHA, L. Trunfos de uma geografia ativa. Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra, 2011. p.593-602.
- COSTA, F. S. Aproveitamentos hidráulicos no rio Ave – uma cascata de pequenas barragens. In: Seminário Sobre Gestão de Bacias Hidrográficas reabilitação e Utilização da Rede Hidrográfica, 2, 2011. Anais... Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos – Núcleo Regional do Norte, 2011a. p.1-6.
- COSTA, F. S. Águas públicas e sua utilização no concelho de Fafe - Um contributo do ponto de vista histórico-geográfico. Câmara Municipal de FafeFafe, 2010. 144p.
- COSTA, F. S. O ciclone de 1941 e os prejuízos causados na sua passagem pela bacia hidrográfica do rio Ave – Uma perspectiva a partir do relatório do chefe da 2ª Secção da 1ª Direcção Hidráulica do Douro. In: MARATINS, M. de L. (org.). Caminhos nas Ciências Sociais Memória, mudança social e razão – Estudos em homenagem a Manuel da Silva Costa. Coimbra: Grácio Editor, 2010a. p.121-131.
- COSTA, F. S. O património industrial no vale do Ave. O têxtil como chave de leitura territorial. In: GONÇALVES, E. C. (Ed.). Dinâmicas de rede no turismo cultural e religioso. v.2. Maia: Ed. ISMAI e CEDTUR – CETRAD, p.349-368, 2010b.
- COSTA, F. S. Domínio Público Hídrico na bacia hidrográfica do rio Ave – uma breve perspectiva histórica. In: Seminário Sobre Gestão de Bacias Hidrográficas, 1., 2010. Anais... Núcleo Regional do Norte, 2010c. p.111-116.
- COSTA, F. S. Geopatrimónio ligado à água. O caso do património industrial na bacia hidrográfica do rio Ave. In: Seminário Latino-Americano, Seminário Ibero-Americano de Geografia Física, 4, 2010, Coimbra. Anais...Coimbra, 2010d, 12p.
- COSTA, F. S. A indústria têxtil na bacia hidrográfica do rio Ave - uma perspectiva segundo as fábricas de fição e tecidos, numa relação historicamente sustentada pelo Domínio Público Hídrico. In: Encontro da APhes, 19, 2009, Porto. Anais... Porto: APHES, 2009,16p.
- COSTA, F. S. A Gestão das Águas Públicas: o caso da bacia hidrográfica do rio Ave no período 1902-1973. 857f. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade do Minho. Braga. 2008.
- COSTA, F. S. A Central Hidroeléctrica de Santa Rita – Um contributo para a história da sua implantação. Revista Cultural, v.13, n.13/14, p.83-97, 2008a.
- COSTA, F. S. O papel dos moinhos no aproveitamento hidráulico das águas públicas do rio Ave - Um contributo na perspectiva do património ligado à água. In: Colóquio Ibérico De Estudos Rurais - Inovação E Território, 7, 2008, Coimbra. Anais...Coimbra: 2008b, 23p.
- COSTA, F. S. Hidro conflitos na bacia hidrográfica do rio Ave – uma análise a partir das transgressões cometidas no período 1902-1973. In: Colóquio Ibérico de Geografia, 11. 2008c. Anais...Espanha, 2008c. 15p.
- COSTA, F. S. Os aproveitamentos hidráulicos e hidroeléctricos do rio Ave no período 1902-1936. In: Congresso Da Água, 7, 2004, Lisboa. Anais...Lisboa, 2004. 15p.
- COSTA, F. S. As águas públicas na bacia do Ave: Uma perspectiva do ordenamento do território no início do século XX. In: Congresso Da Água, 7, 2004a, Lisboa. Anais... Lisboa, 2004a. 14p.
- COSTA, F. S. O rio Ave no início do século XX: uma perspectiva segundo os aproveitamentos hidroeléctricos. In: Simpósio dos Aproveitamentos Hidroeléctricos, 2, 2003, Vila Real. Anais... Vila Real, 2003. 13p.
- COSTA, F. S., CORDEIRO, J. M. L. Archiv-AVE - Património documental da bacia do Ave. In: COSTA, F. S.; CORDEIRO, J. M. L.; VIEIRA, A. A. B.; SILVA, C. C. S. (Orgs.). UMinhoDGEO. Guimarães: Departamento de Geografia da Universidade do Minho, 2015. 52p.
- COSTA, F. S.; CORDEIRO, J. M. L. O sistema de informação arquivística da Agência Portuguesa do Ambiente (SIAPA) – um projeto para recuperar a memória dos Serviços Hidráulicos. In: MEMBIELA, P.; CASADO, N. C.; CEBREIROS, M. A. (Eds.). Panorámica interdisciplinar sobre el agua. Ourense: Educación Editora, 2015a. p.63-67.
- COSTA, F. S.; CORDEIRO, J. M. L. O arquivo da Administração da Região do Norte. Um contributo na abordagem histórico-geográfica do Domínio Público Hídrico. In: Congresso Da Água, 11, 2012, Porto. Anais... Porto: Associação Portuguesa de Recursos Hídricos, 2012.10p.
- COSTA, F. S.; CORDEIRO, J. M. L. O CEDOCAVE - Centro de Documentação sobre Água no Cávado e Ave: um projeto para preservar a memória e divulgar o património e cultura da água. In: Jornadas de Geografia e Planeamento, 8, 2012, Braga. Anais... Braga, 2012a. p.57-174.

- COSTA, F. S.; CORDEIRO, J. M. L.; VIEIRA, A. A. B.; SILVA, C. C. S. Archív-Ave: um projeto para conservar e divulgar o património documental do rio Ave. In: VIEIRA, A.; COSTA, F. (Orgs.). In: Simpósio de Pesquisa em Geografia, 2, 2015, Guimarães. Anais...Guimarães: UMinhoDGEO, 2015. p.50-63.
- COSTA, F. S.; NOSSA, P. N. S.; MAGALHÃES, S. C. M.; MAGALHÃES, M. A. A legislação dos recursos hídricos em Portugal e no Brasil – Uma análise histórica comparativa. In: Congresso Mundial da IWRA, e Simpósio de Hidráulica e Recursos Hídricos dos Países de Língua Portuguesa, 14, 10, 2011, Porto de Galinhas. Anais...Porto de Galinhas: 2011. 6p.
- Direcção Regional de Ambiente e do Ordenamento do Território-Norte . Plano de Bacia Hidrográfica do Rio do Ave. Porto: 2000.
- FIGUEIRA, J. M. A importância da energia eléctrica para o surto da industrialização no Vale do Ave. In: Património e Indústria no Vale do Ave, um passado com futuro, Rota do Património Industrial do Vale do Ave. ADRAVE – Agência de Desenvolvimento Regional do Vale do Ave, S.A., 2003. p.196-217.
- INE. Classificação Portuguesa das Construções (CC-PT). Lisboa: Instituto Nacional de Estatística, 2004.
- KETELAAR, E. Time future contained in time past. Archival science in the 21st century. Journal of the Japan Society for Archival Science, v.1, p. 0-35, 2004.
- MARTINS, E. As fontes documentais: análise da vida quotidiana e elementos para a história social e educativa. Cadernos do Projecto Museológico sobre Educação e Infância, n.55, p.5-20,1997.
- MILLIGAN, J.D. The Treatment of an Historical Source. History and Theory, v.2, p.177–196, 1979.
- PATO, J. O Valor da Água como Bem Público. Tese (Doutorado em Ciências Sociais). Instituto de Ciências Sociais da Universidade de Lisboa. Lisboa. 2008.
- PRADO, E. L. A importância das fontes documentais para a pesquisa em História da Educação. InterMeio, v.16, n.31, p.124-133, 2010.
- VEIGA, F. C. Os arquivos históricos na sala de aula: os documentos no processo ensino-aprendizagem. In: Encontro de Pesquisa em Educação de Alagoas, 5, 2010, Alagoas. Anais... Alagoas, 2010. 14p.
- WASSON, J. G. et al. Impacts écologiques de la chenalisation des rivières. Études Gestion des milieux aquatiques. Lyon: Cemagref Ed. 1998.

# ESTUDO DA PAISAGEM APLICADO AO PLANEJAMENTO E GESTÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS



Eduardo Salinas-Chávez  
Letícia Roberta Trombeta  
Antonio Cezar Leal

## **INTRODUÇÃO**

Durante as últimas décadas, a problemática ambiental entrou na pauta dos principais debates mundiais, em razão da constante ameaça à sobrevivência da sociedade atual e das gerações futuras, uma vez que está cada vez mais evidente a desigualdade na distribuição dos recursos naturais em nível mundial, a superexploração e a degradação, bem como a escassez de água, a diminuição da sua qualidade e o aumento dos desastres naturais associados a esses impactos.

Necessita-se de uma mudança de paradigma na gestão dos recursos naturais, fortemente voltada ao enfoque setorial e exploratório, para uma visão mais integrada, sustentável e sistêmica do ambiente.

Na busca de instrumentos de gestão que possibilitem a transversalidade nas políticas setoriais, o manejo integrado de bacias hidrográficas aparece como contribuição ao pensar o planejamento e a gestão a partir de uma perspectiva holística dos elementos e suas interrelações. Permite a gestão equilibrada dos componentes e fenômenos naturais e socioeconômicos presentes numa bacia hidrográfica, sobretudo a integração dos sujeitos sociais e institucionais envolvidos no seu uso, ocupação e proteção.

É importante apreender que as bacias hidrográficas constituem um tipo especial de sistema ambiental ou geossistema, que se define como: um espaço físico organizado de acordo com o escoamento da água na superfície terrestre, cujos limites estão geralmente determinados pelo divisor principal, segundo o relevo e a partir do direcionamento das águas para outro sistema fluvial, sendo um espaço no qual interagem os subsistemas humanos e sociais com os componentes biofísicos da natureza, em uma troca constante de energia, matéria e informação (MATEO, 2008a; GONZÁLEZ, 2004; HENDRIKS, 2009; GARCÍA, 2007; JAQUENOD DE ZSÖGÖN, 2005; BID, 2012; CHILE, 2013; CHOW et al., 1988; SILVEIRA, 2009; OEA, 1978).

Outros autores as consideram como sistemas complexos, sistemas geográficos ou geossistemas naturais, constituídas pelas relações dinâmicas que ocorrem entre as pessoas e a natureza, no espaço geográfico que elas ocupam (FARIAS et al., 2015; FROLOVA, 2008; BARRERA LOBATÓN, 2009; CHRISTOFOLETTI, 1979).

É por conta dessa relação, que a bacia hidrográfica se torna a unidade territorial de análise mais apropriada para refletir sobre a integralidade dos elementos nesse espaço, especialmente, a interação entre a sociedade e a natureza, que tanto trata a Geografia, contribuindo com a orientação e indicações de usos apropriados e proteção.

## **O MANEJO INTEGRADO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS**

Uma das primeiras tentativas de estabelecer o manejo da água, ainda que a partir de um escopo de políticas setorializadas nos anos de 1930, foi a Tennessee Valley Authority (TVA), um reconhecido exemplo mundial que integrou os esforços e interesses territoriais de vários estados do território estadunidense, através de uma entidade federal para administrar os recursos hídricos (DOUROJEANNI et al., 2002). Esta entidade gerenciou e disponibilizou a água da bacia hidrográfica do rio Tennessee para a construção de hidrelétricas, obras de regulação hidráulica, barragens e distritos de irrigação, que sustentaram enormes projetos de desenvolvimento agrícola e industrial no centro e no sul dos EUA, ficando esse tipo de gestão conhecido como o "river basin development" ou "desenvolvimento da bacia hidrográfica" (BID, 2012; CHILE, 2013; DOUROJEANNI et al., 2002; FAO, 2007). E serviu de exemplo ao desenvolvimento de grandes projetos similares na Europa e na América, tais como: a Corporación Autónoma del Valle del Cauca (CVC), na Colômbia, em 1954; a Corporación del Río Santa, no Peru; e a Comissão do Vale do Rio São Francisco (CVSF), no Brasil, na mesma época (DOUROJEANNI et al., 2002).

Há algumas décadas, o estudo das bacias hidrográficas passou de uma simples descrição e análise de suas características hidroclimáticas, com uma visão fragmentada da natureza, para um enfoque integrador e complexo, no qual evidencia a relação entre a natureza e a sociedade.

Nesse sentido, o Manejo Integrado de Bacias Hidrográficas contribui com um nível mais profundo de análise deste espaço geográfico e está relacionado com a análise e gestão do território, que vai além dos recursos hídricos, incluindo também a maior parte dos outros recursos naturais, assim como muitos aspectos do planejamento socioeconômico e regional (COTLER & PRIEGO, 2004; LAVRADOR-SILVA, 2002; MACHADO, 2013; OEA, 1978; MOLLE, 2009).

Foi na década dos anos 1990, no contexto das conferências internacionais sobre Água, Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, que ocorreram em Dublin e no Rio de Janeiro, em 1992, que

se estabeleceram formalmente os conceitos de manejo integrado de recursos hídricos e os seus princípios fundamentais (GWP, 2009):

- a água doce é um recurso finito e vulnerável, essencial para sustentar a vida, o desenvolvimento e o meio ambiente;

- a gestão e o desenvolvimento dos recursos hídricos devem ser baseados no enfoque participativo, envolvendo usuários, planejadores e agentes políticos de todos os níveis; e

- a água tem valor em todos os usos, portanto, ela deve ser reconhecida como um bem social.

Com isso, alavancou-se a utilização de ferramentas técnico-científicas no planejamento e no monitoramento dos recursos hídricos, a utilização de instrumentos econômicos e financeiros, bem como diferentes formas de participação da sociedade civil na tomada de decisões (CHILE, 2013; DRAKE & HOGAN, 2013; GWP, 2009; SCHIAVETTI & CAMARGO, 2002).

E é a partir da análise integrada das bacias hidrográficas, unidade geográfica complexa, (MATEO, 2008a; RODRIGUEZ et al., 2011), que se propõe uma série de premissas para seu estudo, dentro de uma concepção ambiental e de sustentabilidade, tais como:

Considerar a bacia hidrográfica como uma totalidade sistêmica, formada pela interação dos componentes e fenômenos naturais, sociais, econômicos, culturais e políticos, que formam diversos ecossistemas, geossistemas e socio sistemas;

Considerar que estes sistemas na bacia hidrográfica se manifestam por meio de unidades espaciais, territoriais e paisagísticas, de forma individual que podem ser delimitadas, classificadas e cartografadas no interior da mesma;

A possibilidade de identificar e analisar as unidades geoecológicas, com suas particularidades estruturais e processuais, a partir da organização oferecida pelos fluxos de matérias e energia, incluindo a água superficial, como sistemas de caráter espacial e territorial;

Considerar que seu planejamento e gestão sob um prisma holístico e prospectivo, visam alcançar a sustentabilidade em todas suas dimensões, devendo ter um caráter sistêmico e prospectivo que responda não só as necessidades objetivas, mas sobre todas as exigências e expectativas das populações locais.

Como unidade espacial, a bacia hidrográfica funciona como sistema complexo, dinâmico e aberto, na qual enfoques integradores no seu estudo, como o ecossistêmico ou das paisagens físico-geográficas, são de grande utilidade, com vistas a obter uma visão integradora da natureza, possibilitando apreender sua integridade sem ignorar sua heterogeneidade espacial, incluindo as modificações antrópicas que nela ocorrem (PRIEGO et al., 2004; GUERRERO, 2007).

A singularidade e a importância da bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão é dada por ser uma unidade geográfica natural com condições muito específicas e próprias, entre elas: independência relativa, limites naturais bem definidos e uma dinâmica funcional determinada pela troca de energia e matéria (WORLD VISIÓN, 2014), proporcionando serviços ecossistêmicos e disponibilidade de água doce, necessárias para o desenvolvimento da vida no planeta e dos sistemas produtivos (BID, 2012; GWP, 2009).

Esse debate crítico sobre a bacia hidrográfica, alavancou a sua importância como escala geográfica para atuação da gestão moderna, integrada e sustentável da água, representando um marco na reflexão teórica mais ampla sobre as políticas de gestão dos recursos naturais (COHEN & DAVIDSON, 2011; GRAEFE, 2011; LOWELL et al., 2002; MITCHELL, 1990; HUEESKER, 2015).

Para INE (2003), o Manejo Integrado de Bacias Hidrográficas é uma ferramenta que permite orientar os padrões de uso do solo e dos recursos naturais, de tal maneira que a sociedade possa satisfazer sua demanda sem prejuízo da qualidade ambiental. Um aspecto fundamental do manejo integrado é considerar a análise de todos os componentes e processos que ocorrem de maneira holística e sistêmica, superando as visões setoriais utilizadas durante muitas décadas para o planejamento e a gestão da água, para um processo integrado, adaptativo e participativo.

É integrado à medida que reconhece a interdependência entre os diferentes componentes e processos naturais e sociais presentes em uma bacia hidrográfica, incorporando o conhecimento de diferentes disciplinas, sejam elas técnicas, naturais, econômicas ou sociais, em seu planejamento e gestão.

É adaptativo porque reconhece a dinâmica da bacia hidrográfica como sistema e da sociedade como agente modificador, adequando e combinando os enfoques de planejamento e gestão a essas condições.

E, por último, é participativo por estabelecer novas formas de colaboração entre diferentes sujeitos sociais, pois considera os diversos pontos de vista e os diferentes usuários de recursos naturais.

É importante salientar que a utilização das bacias hidrográficas como unidades de análises dos sistemas ambientais compreende uma concepção adequada para trabalhar a visão sistêmica, partindo da dependência existente entre as três dimensões básicas: ambiental, social e econômica (ALBURQUERQUE, 2015; TUCCI & MENDES, 2006; RODRIGUEZ et al., 2011).

Suas principais limitações não envolvem o processo de planejamento, mas as questões relacionadas com a definição de competências político-administrativas, uma vez que envolve diferentes atores sociais, econômicos, bem como gestores e usuários dos recursos naturais. A complexidade socioambiental de uma bacia hidrográfica inclui processos de caráter histórico, cultural, natural, econômico e social.

Considerar as bacias hidrográficas no planejamento e na gestão ambiental têm propiciado resultados bastante efetivos na organização do espaço geográfico, sendo possível estabelecer modelos de planejamento e gestão, como, por exemplo, dos recursos hídricos, zoneamentos geoecológicos, dentre outros.

## **A PAISAGEM COMO CONTRIBUIÇÃO AO PLANEJAMENTO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS**

As pesquisas acerca da paisagem, com enfoque integrado, apresentam uma complexa e longa história. O conceito de paisagem se manifesta como polissêmico e resultado de uma representação filosófica e social, do qual cada sociedade, por meio de sua cultura, imprime uma particular plasticidade à natureza que é produzida pela intencionalidade social (VITTE, 2007). A paisagem é uma representação de um período histórico, uma herança (AB'SABER, 2003), sendo importante compreender suas múltiplas facetas, reestabelecendo a relação entre o espaço e a sociedade que nele habita.

As paisagens geográficas e o geossistema, como categorias científicas de caráter transdisciplinar, têm sido consideradas como: sistemas espaço-temporais complexos e abertos, que se originam e evoluem a partir da relação sociedade<->natureza, integrados por elementos naturais e antrópicos, que possuem estrutura, funcionamento, dinâmica e evolução particulares que lhes conferem integridade, limites próprios e se constituem em uma associação de objetos e fenômenos que estão em constante e complexa interação, movimento, troca de energia, matéria e informação, apresentando uma hierarquização no interior de seus componentes (MATEO, 2008b; BASTIAN & STEINHARDT, 2002; KIYOTANI, 2014; SALINAS & REMOND, 2015; ISACHENKO, 1973).

As paisagens, como unidades de integração de caráter holístico e sistêmico, constituem a base para a realização de diversas pesquisas de caráter ambiental, como a realização de diagnósticos ambientais e ordenamento ambiental e territorial, elaborados a partir do estudo das propriedades e características das unidades da paisagem, que permitem propor formas de utilização mais adequadas para uso racional e diversificado do espaço (BASTIAN & STEINHARDT, 2002; BERTRAND & BERTRAND, 2006; BUSQUET & CORTINA, 2009; SALINAS et al., 1993).

A análise da paisagem oferece subsídios ao planejamento e à gestão de bacias hidrográficas, a qual tem como propósito fundamental articular a organização espacial e ambiental para que possa estar em equilíbrio no ambiente, bem como priorizar a racionalidade e a estabilidade dos aspectos do espaço natural e das paisagens de diferentes áreas. As unidades da paisagem podem ser utilizadas como subunidades de planejamento e gestão territorial, servindo de apoio às atividades de planejamento ambiental, especialmente no âmbito das bacias hidrográficas (SILVA & RODRIGUEZ, 2014).

Elas resultam da síntese dos elementos físico-geográficos e socioeconômicos, definindo as homogeneidades existentes no espaço. Cada unidade da paisagem, com o detalhamento das suas características, pode servir como um território de intervenção de ações para melhoria da qualidade ambiental.

De acordo com Dibieso (2013, p.223), a fim de contribuir com o planejamento ambiental e a gestão da bacia hidrográfica é realizada,

A compartimentação da paisagem em segmentos denominados unidades de paisagem ou ambientais. Para estas unidades devem ser estabelecidas diretrizes, metas e normas específicas para as diferentes porções do território, buscando garantir maior eficácia na recuperação, conservação e proteção dos recursos hídricos.

As unidades da paisagem ao serem sistematizadas revelam a situação do território, a partir da análise conjunta de diversos aspectos naturais e, principalmente, a herança da ação antrópica marcada na paisagem. Com isso, a elaboração das unidades da paisagem permite identificar áreas homogêneas na bacia hidrográfica, por exemplo, a partir da combinação de diversos elementos naturais e sociais que fazem parte de um conjunto tão complexo, procurando individualizá-las (TROMBETA, 2015). Como ressaltado por Dibieso (2013),

As unidades ambientais de planejamento são individualizadas a partir da "semelhança" das suas características, permitindo sua individualização. Esta subdivisão da bacia hidrográfica permite a definição de um padrão para as unidades com potencialidades, fragilidades e problemas ambientais semelhantes [...] Sendo definidas e analisadas como subunidades de planejamento e gestão (DIBIESO, 2013, p. 224).

Com o estudo das propriedades e características das unidades da paisagem é possível propor um modelo de uso racional e sustentável das bacias hidrográficas (SALINAS & RAMÓN, 2013).

## **CARTOGRAFIA DAS PAISAGENS COMO CONTRIBUIÇÃO AO PLANEJAMENTO E GESTÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS**

A paisagem, como categoria de análise da Geografia, oferece suporte à cartografia de síntese para os estudos de ordenamento territorial e/ou ambiental, sobretudo, às atividades de planejamento e gestão do ambiente, reconhecendo que a diversidade paisagística tem importância fundamental no planejamento do território. Além disso, subsidia a tomada de decisões pautadas no conhecimento da diversidade de ambientes em uma determinada localidade (CAVALCANTI, 2014).

A cartografia da paisagem tem sido estudada em diferentes escalas por diversos autores (MARTINELLI & PEDROTTI, 2001; SALINAS & QUINTELA, 2001; RAMÓN et al., 2009; RAMÓN & SALINAS, 2013), que elaboraram vários esquemas e procedimentos para a identificação e delimitação das unidades, representadas em um mapa final da paisagem de um determinado território (CAVALCANTI et al., 2010; MÜCHER et al., 2010; SALINAS et al., 2013).

Existe consenso em reconhecer a importância que o mapa de paisagem tem como um mapa temático principal (SALICHETV, 2005), no qual se representam as características fundamentais dos complexos territoriais naturais e pode originar outros mapas de grande interesse para o planejamento e a gestão ambiental e de bacias hidrográficas.

O mapa de paisagem mostra a divisão de um território em áreas relativamente homogêneas, chamadas de unidades da paisagem, que são delimitadas e cartografadas, especialmente, a partir do uso de determinados tipos de classificação (tipológico, regional, finalidade ou topológico), com vários critérios (variáveis ou índices diagnósticos) e são representadas utilizando legendas hierarquizadas. Em outras palavras, se trata da determinação, de maneira qualitativa e/ou quantitativa, de diferentes níveis de homogeneidade do território (AMORIN, 2016; MIRAVET et al., 2014; MAZUR, 1989; MATEO & SILVA, 2002; SALINAS & QUINTELA, 2001).

O mapa de paisagem também permite identificar a singularidade da paisagem em uma determinada área, podendo identificar o quão raro é tal tipo de formação e orientar o seu uso, sobretudo àquelas que tem que ser protegidas para continuarem existindo.

A partir da aplicação de ferramentas de análises com os Sistemas de Informações Geográficas (SIG), tem-se como objetivo principal a obtenção de uma tipificação do território mediante a integração e cruzamento espacial dos seus componentes e processos físico-geográficos e a ação do homem nessas unidades, permitindo sua utilização nas fases de caracterização, diagnóstico, prognóstico e propostas de uso para o território no ordenamento ambiental e territorial, entre outras aplicações, para fins de planejamento (ALCANTARA & MUÑOZ, 2015; BERTRAND & BERTRAND, 2006; BOCCO et al., 2009; PEREIRA et al., 2011; SEMENOV, 1985; RAMÓN et al., 2012).



o processo de instalação do CBH Paranapanema, por meio de celebração de um acordo para a definição de metas do arranjo institucional, das atribuições compartilhadas e principalmente da garantia de funcionamento do Comitê (CNRH, 2010b).

A composição do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paranapanema tem representantes da União, dos estados de São Paulo e Paraná, dos municípios constantes da sua área de atuação, usuários das águas e entidades civis de recursos hídricos com atuação comprovada na UGRH Paranapanema.

Esta UGRH constitui a área de atuação do CBH Rio Paranapanema e está organizada em seis Unidades de Gestão, que constituem a área de atuação de seis Comitês de Bacias Hidrográficas estaduais, sendo elas: Alto Paranapanema, Médio Paranapanema e Pontal do Paranapanema, no Estado de São Paulo; e, Norte Pioneiro, Tibagi e Piraponema, no Paraná, como apresentado na Figura 1.

## Paisagens da Unidade de Gestão de Recursos Hídricos Paranapanema

A cartografia das paisagens da UGRH Paranapanema foi realizada considerando diversos pressupostos que são esboçados no procedimento metodológico (Figura 2), o qual apresenta os passos necessários para obter o primeiro mapa de unidades morfológicas do relevo, etapa fundamental para a elaboração do mapa de paisagem de da bacia hidrográfica ou outro recorte territorial.

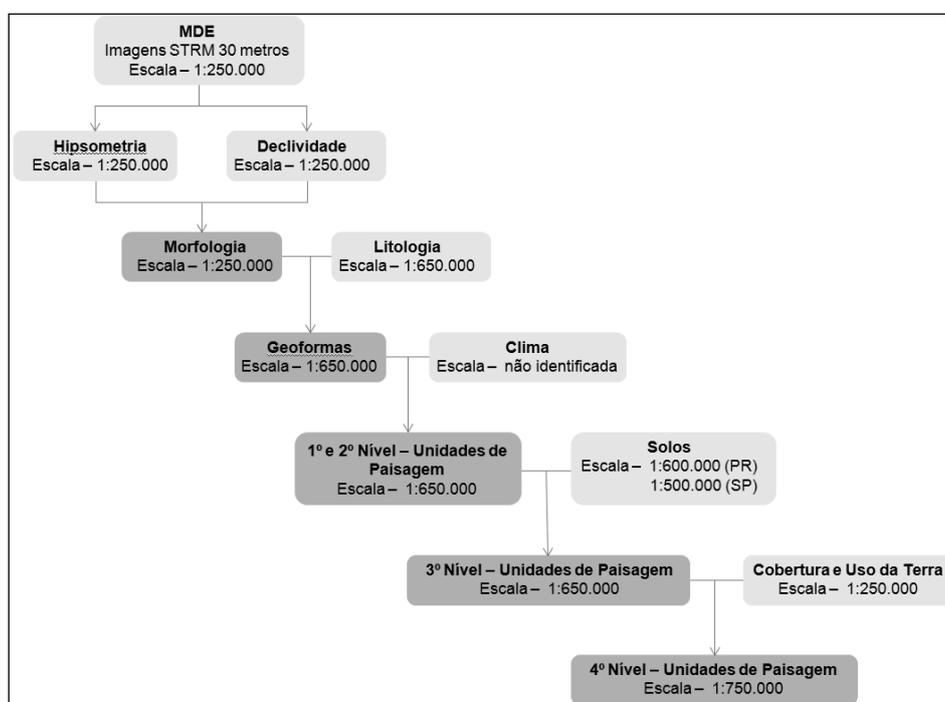


Figura 2. Fluxograma do processo de elaboração do mapa de paisagem.

Foram utilizados diversos recursos associados à aplicação de ferramentas do SIG ArcGis 10.2®, através da execução de tarefas para análise espacial, com ferramentas que tem capacidade de geoprocessar modelo de dados raster e matricial, a fim de realizar modelagens e análises diversas.

A primeira etapa foi elaborar o Modelo Digital de Elevação (MDE), construído a partir do mosaico das imagens de radar SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) já tratadas pelo Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), com resolução espacial de 30 metros. Este MDE, após processamento, deu origem aos mapas de Hipsometria e Declividade, ambos na escala de 1:250.000.

A partir do cruzamento espacial entre os mapas de Hipsometria e Declividade foi elaborado o mapa de Morfologia, que considera as principais variáveis do relevo, o qual, posteriormente, foi cruzado com as informações de Litologia, dando origem ao mapa de Geoformas. Este último teve cruzamentos realizados com os mapas de Clima, Solos e Cobertura e Uso da Terra, subsidiando a delimitação das unidades de paisagem.

É necessário salientar que todo este processo de cruzamento espacial incluiu processamentos de filtros e generalizações, sobretudo pelo banco de dados ser formado por mapas em diferentes escalas.

Para tanto, foi utilizada sempre a escala menor para generalizar as informações, bem como para a padronização do tamanho de papel para a impressão<sup>7</sup>.

Seguindo o processo proposto na Figura 2 e considerando os índices diagnósticos propostos para a classificação tipológica das paisagens (Quadro 1), foi elaborado o Mapa de Paisagem da Unidade de Gestão de Recursos Hídricos Paranapanema, como apresentado na Figura 3, acompanhada de uma legenda detalhada no Quadro 2.

Quadro 1. Índices diagnósticos para delimitação, classificação e cartografia das unidades de paisagem da Unidade de Gestão de Recursos Hídricos Paranapanema

Unidades de Paisagem	Índices Diagnóstico	Exemplo
Primeiro Nível (Tipo)	Morfoestruturas de ordem superior Tipo de Clima	2. Planalto baixo erosivo de 400-600 m e clima tropical quente e subquente
Segundo Nível (Grupo)	Unidades de relevo	2.3 Encostas colinosas, com declividade acima de 45%, sobre basaltos, arenitos, folhelhos e argilitos, com nitossolo, neossolo, latossolo e argissolo vermelho e vermelho amarelo, com pastagem, cultura temporária e floresta estacional semidecidual
Terceiro Nível (Espécie)	Complexos litológicos. Tipos e subtipos de solo	2.3.2. Sobre basaltos e diabásio, com nitossolo, neossolo, latossolo e argissolo vermelho
Quarto Nível (subespécie)	Principais formações de vegetação Tipos de cobertura e uso da terra	2.3.2.a - Com cultura temporária

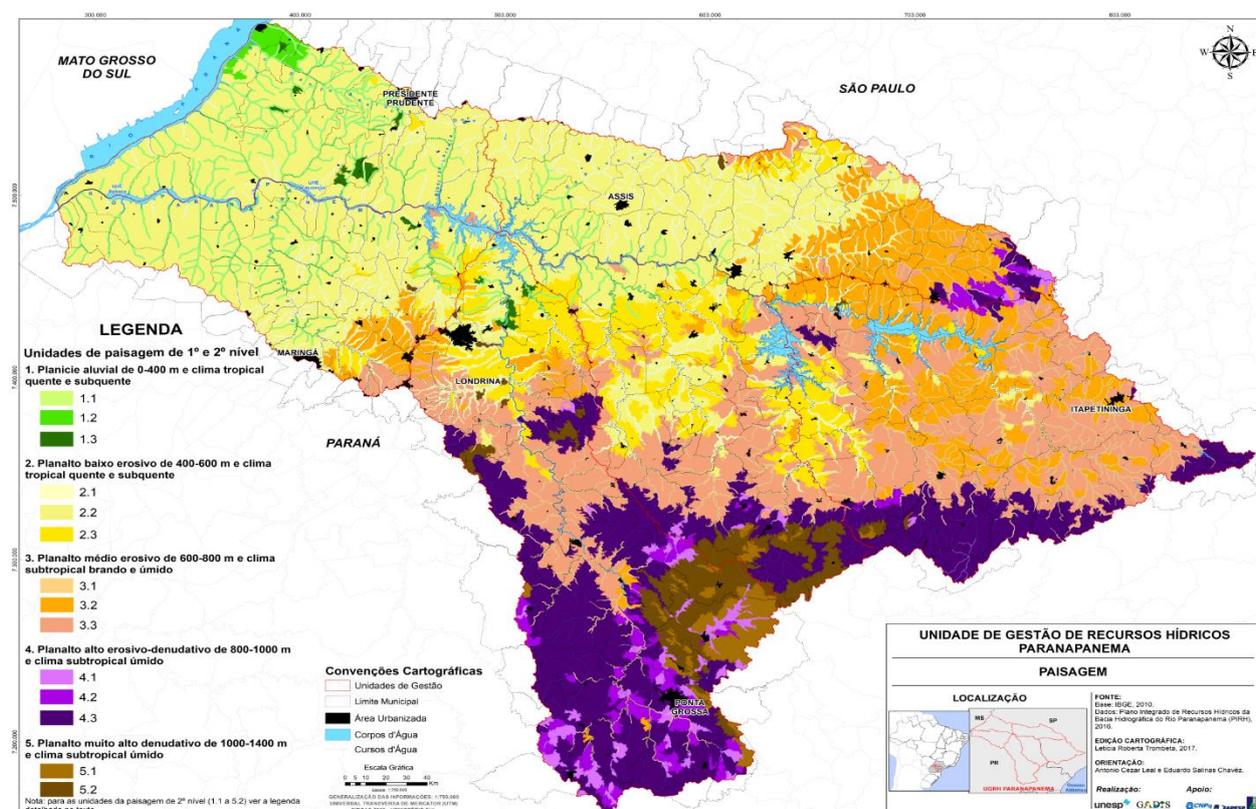


Figura 3. Mapa de Paisagem da Unidade de Gestão de Recursos Hídricos Paranapanema.

<sup>7</sup>O tamanho e escala de impressão escolhidos para o mapa de paisagens da Unidade de Gestão de Recursos Hídricos Paranapanema foi o A1.

Quadro 2. Legenda detalhada de 1º e 2º nível do Mapa de Paisagem da Unidade de Gestão de Recursos Hídricos Paranapanema

1º Nível	2º Nível
1. Planície aluvial de 0-400m e clima tropical quente e subquente	1.1. Canal e planície de inundação dos rios, sobre depósitos aluvionares, arenitos, folhelhos e basaltos, com argissolo vermelho e vermelho amarelo, latossolo, neossolo, nitossolo e gleissolo, com pastagem, cultura temporária e fragmentos de floresta estacional semidecidual
	1.2. Superfície baixa ondulada, com declividade de 8 a 45%, sobre arenitos, folhelhos e basaltos, com argissolo vermelho-amarelo e vermelho, latossolo, neossolo, nitossolo e gleissolo com pastagem, cana-de-açúcar e pequenos fragmentos de floresta estacional semidecidual
	1.3. Superfície baixa colinosa, com declividade de 45 a 75% sobre arenitos, folhelhos e basaltos, com argissolo vermelho-amarelo e vermelho, nitossolo, latossolo e neossolo, com pastagem, cultura temporária, cana-de-açúcar e pequenos fragmentos de floresta estacional semidecidual
2. Planalto baixo erosivo de 400-600m e clima tropical quente e subquente	2.1. Canal e planície de inundação dos rios sobre arenitos, folhelhos, argilitose basaltos, com argissolo vermelho-amarelo e vermelho, latossolo e neossolo, com pastagem e savana, cultura temporária e pequenos fragmentos de floresta estacional semidecidual
	2.2. Superfície ondulada, com declividade de 8 a 45%, sobre arenitos, folhelhos, argilitos, basaltos e depósitos aluvionares com latossolo, argissolo vermelho-amarelo e vermelho e neossolos, com pastagem e savana, cultura temporária e floresta estacional semidecidual
	2.3. Encostas colinosas, com declividade acima de 45%, sobre basaltos, arenitos, folhelhos e argilitos, com nitossolo, neossolo, latossolo e argissolo vermelho e vermelho-amarelo, com pastagem, cultura temporária e floresta estacional semidecidual
3. Planalto médio erosivo de 600-800m e clima subtropical brando e úmido	3.1. Canal e planície de inundação dos rios sobre arenitos, folhelhos, argilitos e basaltos, com latossolo, argissolo vermelho-amarelo, neossolo, e cambissolos, com pastagem, savana, cultura temporária, floresta estacional semidecidual, ombrófila mista e silvicultura
	3.2. Superfície ondulada, com declividade de 8 a 45%, sobre arenitos, folhelhos, argilitos, basaltos e rochas cristalinas, com latossolo, argissolo vermelho-amarelo e nitossolo, cultura temporária, pastagem e savana e silvicultura
	3.3. Encostas onduladas, com declividade de 8 a 45%, sobre arenitos, folhelhos, argilitos, basaltos e rochas cristalinas, com latossolo, argissolo vermelho-amarelo e vermelho, nitossolo, neossolo e cambissolo, com pastagem e savana, cultura temporária, floresta ombrófila mista e estacional semidecidual e silvicultura
4. Planalto alto erosivo-denudativo de 800-1000m e clima subtropical úmido	4.1. Vales encaixados, sobre arenitos, folhelhos, argilitos e rochas cristalinas, com cambissolo, latossolo, argissolo vermelho-amarelo, neossolo, gleissolo e organossolo com pastagem e savana, cultura temporária e floresta ombrófila mista
	4.2. Encostas muito onduladas a colinosas, com declividade entre 20 e 75%, sobre arenitos, folhelhos, argilitos, basalto e rochas cristalinas, com latossolo, cambissolo e argissolo vermelho-amarelo, com cultura temporária, pastagem e floresta ombrófila mista
	4.3. Encostas onduladas, com declividade de 8 a 45%, sobre arenitos, folhelhos, argilitos, basalto e rochas cristalinas, com latossolo, cambissolo, neossolo e argissolo vermelho-amarelo, com floresta ombrófila mista e densa, pastagem e savana, cultura temporária e silvicultura
5. Planalto muito alto denudativo de 1000-1400m e clima subtropical úmido	5.1. Superfície plana a pouco inclinada (0 a 3%) sobre arenitos, folhelhos, argilitos e rochas cristalinas, com cambissolo, latossolo bruno, argissolo vermelho-amarelo e organossolo, com pastagem, cultura temporária e pequenos fragmentos de floresta ombrófila mista
	5.2. Encostas onduladas, com declividade de 8 a 45%, sobre arenitos, folhelhos, e rochas cristalinas, com neossolo, cambissolo, latossolo e afloramentos rochosos, com floresta ombrófila mista, pastagem e porções de cultura temporária

A partir do mapa de paisagens foi possível observar e analisar as diferenciações e o desenvolvimento das paisagens nessa bacia hidrográfica de grande importância regional e nacional, que estão relacionados com a evolução geológica a partir da separação da placa Subamericana e da África e, conseqüentemente, a formação da bacia do Paraná e os derrames de basalto. Também foi influenciada pelas condições tropicais estacionalmente úmidas durante o quaternário, com a alternância de épocas secas e úmidas, relacionadas com os períodos glaciais que afetaram o planeta e a forte transformação durante os últimos séculos.

Durante o século XX, houve um processo intenso de desmatamento da vegetação nativa e de matas ciliares na maior parte da bacia hidrográfica, com a substituição pela agropecuária e agricultura, como a cultura de café, que nas últimas décadas tem dado lugar a uma agricultura extensiva de soja e milho, combinada às áreas de pastagem e cana-de-açúcar no baixo curso bacia hidrográfica.

Observa-se uma diferenciação marcante entre a parte média e alta da bacia do Rio Paranapanema, onde o uso do solo tem maior relação com as características das paisagens, com menor densidade

populacional. Nessas áreas as encostas com maior declividade, os morros e as várzeas dos rios e córregos estão mais protegidas, com vegetação natural e usos de silvicultura (eucalipto e pinus), com extensas áreas de culturas temporárias, tais como: trigo, milho, soja, cítricos e áreas irrigadas, com grandes áreas de pastagem e medidas de controle de erosão.

A parte baixa da bacia hidrográfica apresenta uso do solo mais desordenado, onde a densidade de população é maior, alternando entre áreas com pastagens e agropecuária, cana-de-açúcar, café e agriculturas temporárias de milho e soja. Há uma forte ocorrência de processos erosivos, falta de mata ciliar, assoreamento e contaminação dos rios e córregos, entre outros problemas ambientais.

### Paisagens da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Pontal do Paranapanema

Como a bacia hidrográfica do Rio Paranapanema tem uma grande extensão e heterogeneidades, os níveis 3 e 4 do mapa de paisagem serão representados individualmente em cada uma das unidades de gestão da UGRH Paranapanema.

Para este trabalho, contudo, foi escolhida primeiramente a Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos Pontal do Paranapanema (UGRHI Pontal do Paranapanema), por esta ser uma unidade de gestão que apresenta grandes problemas ambientais e requer uma atenção diferenciada e especial. Com isso, foi realizado um recorte desta unidade e detalhado até o quarto nível no mapa de paisagem, como apresentado na Figura 4.

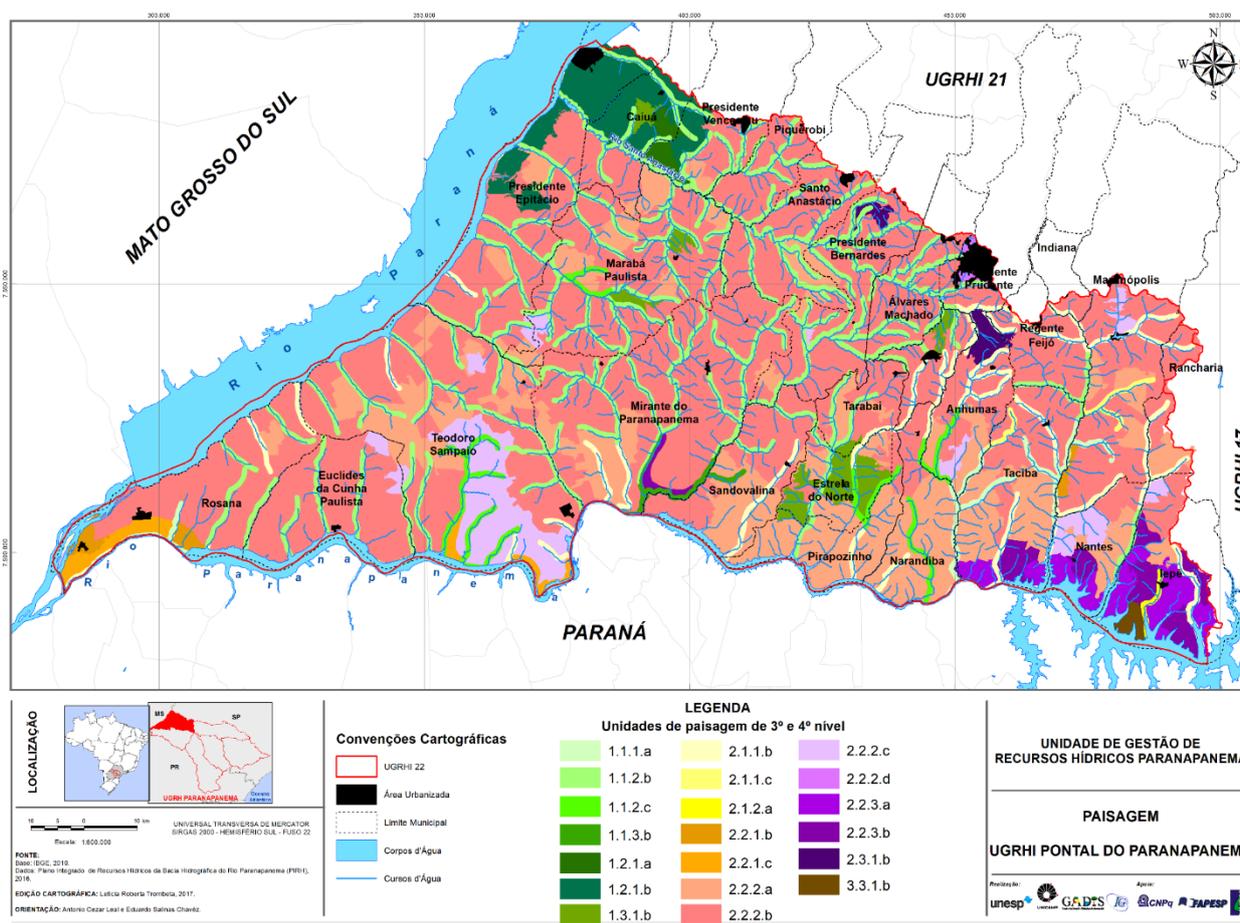


Figura 4. Mapa de Paisagem de 3º e 4º nível da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos Pontal do Paranapanema.

As unidades de 4ª nível também foram detalhadas com a realização de trabalho de campo pela área, verificando os aspectos da paisagem cartografados e os problemas ambientais.

Nesta unidade de gestão de recursos hídricos predominam as paisagens da planície aluvial e o planalto baixo erosivo, destacando-se as áreas que ocupam as paisagens das superfícies erosivo-acumulativas, com declividade de 8 a 45%, sobre arenitos, folhelhos e argilitos e solos do tipo latossolos, argissolos vermelho-amarelos e vermelho, com pastagem e savana (2.2.2.b) e com cultura temporária

(2.2.2.a), seguidos pelas paisagens dos canais e planícies de inundação dos rios com declividade de 0 a 3% sobre arenitos e folhelhos, com argissolo vermelho e vermelho-amarelo e latossolos com pastagem (1.1.2.b), como apresenta a Figura 4 e o Quadro 4, com a legenda detalhada.

Quadro 4. Legenda detalhada do Mapa de Paisagem de 3º e 4º nível da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos Pontal do Paranapanema

<b>Primeiro nível (Morfoestructuras e Clima)</b>	<b>Segundo nível (Relevo)</b>	<b>Terceiro nível (Litologia e Solos)</b>	<b>Quarto nível (Cobertura e Uso da Terra/ Vegetação)</b>
1. Planície aluvial de 0-400m e clima tropical quente e subquente	1.1. Canal e planície de inundação dos rios	1.1.1. Sobre depósitos aluvionares, com argissolo vermelho, latossolo e neossolo	a. Com pastagem e cultura temporária
		1.1.2. Sobre arenitos e folhelhos, com argissolo vermelho e vermelho amarelo e latossolo	b. Com pastagem c. Com floresta estacional semidecidual
		1.1.3. Sobre basaltos e diabásio, com nitossolo, latossolo e gleissolo	b. Com pastagem
	1.2. Superfície baixa ondulada, com declividade de 8 a 45%	1.2.1. Sobre arenitos e folhelhos, com argissolo vermelho amarelo e latossolo	a. Com cana-de-açúcar b. Com pastagem e restos de floresta estacional semidecidual
		1.3. Superfície baixa colinosa, com declividade de 45 a 75%	1.3.1. Sobre arenitos e folhelhos, com argissolo vermelho amarelo e vermelho
	2. Planalto baixo erosivo de 400-600m e clima tropical quente e subquente	2.1. Canal e planície de inundação dos rios	2.1.1. Sobre arenitos, folhelhos e argilitos e em algumas ocasiões depósitos aluvionares, com argissolo vermelho amarelo e vermelho, latossolo e neossolo
2.1.2. Sobre basaltos, diabásio e em algumas ocasiões quartzo-arenito, com nitossolo, latossolo, neossolo e argissolo vermelho amarelo e vermelho			a. Com cultura temporária
2.2. Superfície ondulada, com declividade de 8 a 45%		2.2.1. Sobre depósitos aluvionares, com argissolo vermelho e latossolo	b. Com pastagem c. Com floresta estacional semidecidual
		2.2.2. Sobre arenitos, folhelhos e argilitos, com latossolo, argissolo vermelho amarelo e vermelho	a. Com cultura temporária
			b. Com pastagem e savana
			c. Com floresta estacional semidecidual
2.2.3. Sobre basaltos e diabásio e em algumas ocasiões quartzo-arenito, com latossolo, nitossolo e argissolo vermelho amarelo e vermelho		a. Com cultura temporária b. Com pastagem e savana	
2.3. Encostas colinosas, com declividade acima de 45%		2.3.1. Sobre arenitos, folhelhos e argilitos, com argissolo vermelho	b. Com pastagem

		amarelo e vermelho , neossolo e latossolo	
3. Planalto médio erosivo de 600-800m e clima subtropical brando e úmido	3.3. Encostas onduladas, com declividade de 8 a 45%	3.3.1. Sobre arenitos, folhelhos e argilitos, com latossolo, argissolo vermelho amarelo, neossolo e cambissolo háplico	b. Com pastagem e savana

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante muito tempo, a abordagem da paisagem teve uma posição distanciada dos textos políticos e científicos relacionados, por exemplo, com os problemas da água. No entanto, desde o final do século passado, o conceito de paisagem tem se associado cada vez mais com essas reflexões, o que torna cada vez mais necessária uma visão integrada e sistêmica deste recurso e sua relação com a sociedade e as múltiplas atividades humanas que dela dependem, com recorte em bacias hidrográficas.

Para analisar as possibilidades oferecidas pela concepção integradora da paisagem na gestão integrada de bacias hidrográficas foi escolhida a bacia hidrográfica do Rio Paranapanema, que representa uma das bacias mais importantes do Brasil, especialmente para os estados de São Paulo e Paraná, os quais concentram uma grande população e que sofreram um intenso desenvolvimento econômico ao longo do último século.

A cartografia de paisagens, com a definição de unidades de integração sistêmica dos componentes e processos naturais e das atividades humanas que ocorrem na bacia hidrográfica, pode considerar a base espacial sobre a qual serão elaboradas propostas de uso e gestão, não apenas da água, mas para todos os recursos naturais e humanos da área, com enfoque holístico e sustentável.

A elaboração do mapa de paisagem da bacia hidrográfica do Rio Paranapanema se deu a partir de informações obtidas no Plano Integrado de Recursos Hídricos da Unidade de Gestão de Recursos Hídricos Paranapanema (PIRH, 2016) e de estudos realizados pelo Grupo de Pesquisa em Gestão ambiental e Dinâmica Socioespacial (GADIS) da UNESP-Campus de Presidente Prudente. Foram utilizadas, principalmente, as ferramentas existentes em ambiente SIG, no software ArcGis 10.2®, com enfoque desenvolvido durante vários anos entre o grupo de pesquisa e a Universidade de Havana em Cuba.

Assim, foram delimitadas, com caráter tipológico, cinco unidades da paisagem de primeiro nível, de acordo com as grandes morfoesculturas do relevo e suas características climáticas, 14 de segundo nível a partir da delimitação da morfologia e das geoformas, 32 de terceiro nível considerando a litologia e os solos e 106 unidades de quarto nível, a partir da vegetação natural e da cobertura e uso da terra.

A seleção da UGRHI-Pontal do Paranapanema, como caso específico, permitiu a apresentação de uma parte do mapa de paisagem elaborado para a bacia hidrográfica do Rio Paranapanema com os quatro níveis da classificação tipológica utilizada, considerando que esta unidade de gestão é a mais complexa desse território e que apresenta os problemas ambientais mais críticos.

Nesse contexto, o estudo realizado poderá contribuir para o manejo integrado de bacias hidrográficas, para garantir o uso sustentável da água e a integração de políticas públicas e privadas na bacia hidrográfica do Rio Paranapanema.

## AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, CAPES, FAPESP, ANA, CBH-Paranapanema, CBH Pontal do Paranapanema e Programa de Pós-graduação em Geografia da FCT/UNESP pelo apoio às pesquisas e acesso a bases de dados e informações.

## REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A. N. Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas. 3. ed. Ateliê Editorial, 2003.
- ALBURQUERQUE, E. L. S. Avaliação das condições socioambientais em bacias hidrográficas costeiras: contribuição ao ordenamento territorial de setor leste da Região metropolitana de Fortaleza, Ceará. 258p. Tese (Doutorado). Universidade Estadual de Ceará. Fortaleza, 2015.
- ALCANTARA, J.; MUÑOZ, J. M. Método automatizado de Identificación y clasificación de unidades de *Figueiró e Di Mauro (2020)*

- paisaje. Cuadernos de Investigación Geográfica, n.41, v.1, p.205-230, 2015.
- AMORIN, R. R. A representação de mapas de paisagens na escala regional: o exemplo da região Costa do Descobrimento (Bahia). Revista da ANPEGE, v.12, n.17, p.245-280, 2016.
- ANA. Agência Nacional de Águas. CBH-Paranapanema, Comitê da Bacia Hidrográfica Rio Paranapanema. Plano Integrado de Recursos Hídricos da Unidade de Gestão de Recursos Hídricos Paranapanema. 2016.
- BASTIAN, O.; STEINHARDT, U. Development and perspectives of landscape ecology. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2002.
- BID. Banco Interamericano de Desarrollo. El Reto del manejo integrado de cuencas hidrográficas. Washington D.C. 2012.
- BARRERA LOBATÓN, M. S. Manejo de cuencas hidrográficas durante El siglo XX. Un análisis desde La Geografía. In: MONTOYA, J. W. (Ed.). Lecturas en la teoría de la Geografía Bogotá. Universidad Nacional de Colombia, 2009, p.233-266.
- BERTRAND, C.; BERTRAND, G. Geografía del Medio Ambiente. El Sistema GTP: Geosistema, Territorio y Paisaje, Universidad de Granada, 2006.
- BOCCO, G. et al. La Cartografía de los sistemas naturales como base geográfica para la planeación territorial. México: SEMARNAT, 2009.
- BUSQUETS, J.; CORTINA, A. (Coord.). Gestión del Paisaje. Manual de protección, gestión y ordenación del paisaje. Barcelona: Editorial Ariel, 2009.
- CAVALCANTI, L. C. S. Cartografia de paisagens: fundamentos. São Paulo: Oficina de Textos, 2014.
- CAVALCANTI, L. C. S.; CORREA, A. C. B.; ARAÚJO FILHO, J. C. Fundamentos para o mapeamento de geossistemas: uma atualização conceitual. Geographia, v.35, p.539-551, 2010.
- CHILE. Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo. Guía, análisis y zonificación de cuencas hidrográficas para el ordenamiento territorial. Santiago de Chile. Chile, 2013.
- CHOW, V.; MAIDMENT, D.; MAYS, L. Applied hydrology. Nova York: McGraw-Hill, 1988.
- CHRISTOFOLETTI, A. Análise de Sistemas em Geografia. São Paulo: Hucitec/Edusp: 1979.
- COHEN, A.; DAVIDSON, S. The Watershed approach: Challenges. Antecedents and the transition from technical tool to governance unit. Water Alternatives, v.4, n.1, p.1-14, 2011.
- CNRH. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Resolução CNRH Nº 109, de 13 de abril de 2010. Disponível em: [http://www.cbh.gov.br/legislacao/20100610\\_CNRHRes109.pdf](http://www.cbh.gov.br/legislacao/20100610_CNRHRes109.pdf). Acesso em: 12 de dezembro de 2017.
- COTLER, H.; PRIEGO, A. El análisis del paisaje como base para el Manejo Integrado de cuencas: el caso de la cuenca Lerma-Chapala. In: COTLER, H. (Compiladora). El manejo integral de cuencas en México: estudios y reflexiones para orientar la política ambiental. INE-SEMARNAT. México, 2004, p.63-74.
- DIBIESO, E. P. Planejamento ambiental e gestão dos recursos hídricos: estudo aplicado à bacia hidrográfica do manancial do alto curso do Rio Santo Anastácio/SP. 283f. Tese (Doutorado em Geografia). Faculdade de Ciências e Tecnologia. Universidade Estadual Paulista. 2013.
- DOUROJEANNI, A.; JOURAVLEV, A.; CHÁVEZ, G. Gestión del agua a nivel de cuencas: teoría y práctica. Santiago de Chile: CEPAL. 2002.
- DRAKE, K.; HOGAN, M. Watershed management guidebook: a guide to outcome-based watershed management. Integrated Environmental Restoration Services. EUA: 2013.
- FARIAS J. F.; SILVA, E. V. da. Geoecologia das paisagens e planejamento ambiental: teoria e metodologia aplicadas na bacia hidrográfica do rio Palmeira/Ceará, em Bacias hidrográficas - métodos e técnicas de estudo, usos, ocupação e conflitos no Espaço Geográfico. In: Simpósio de Geografia Física e Aplicada, 16, 2015, Teresina. Anais...Teresina, 2015.
- FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. La nueva generación de programas y proyectos de gestión de cuencas hidrográficas. Roma: FAO, 2007.
- FROLOVA, M. El estudio de los paisajes del agua en una cuenca vertiente: Propuesta metodológica. Revista de Estudios Regionales, n.83, p.21-47, 2008.
- GARCÍA, J. M. Aplicación del enfoque ecosistémico a la gestión integrada de los recursos hídricos. Aproximación al caso cubano. Voluntad Hidráulica, n.99, v.45, p.18-29, 2007.
- GONZÁLEZ, J. I. El Manejo de Cuencas en Cuba: actualidades y retos En: COTLER, H. (Compiladora). El manejo integral de cuencas en México: estudios y reflexiones para orientar la política ambiental. INE-SEMARNAT, México, 2004, p.21-40.
- GRAEFE, O. River basins as a new environmental regions? The depolitization of water management. Procedia Social and Behavioral Sciences, v.14, p.24-27, 2011.
- GUERRERO, E. El Enfoque Ecosistémico aplicado a la gestión del agua. Una perspectiva desde América

- Latina. In: ANDRADE, A. Aplicación del Enfoque Ecosistémico en Latinoamérica. Bogota: CEM-UICN, 2007.
- GPW. Global Water Partnership. Manual para la gestión integrada de recursos hídricos en cuencas. Paris: GWP-INBO, 2009.
- HENDRIKS, J. Conceptos e instrumentos para la gestión integrada de cuencas hidrográficas. La experiencia de la Autoridad Autónoma de Cuenca Hidrográfica Chira-Piura, 2009, p.1-24.
- HUEESKER, F. The politics of multi-scalar action river basin management: Implementing the EU Water Framework Directive (WFD). *Land Use Policy*, v.42, p.38-47, 2015.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico 2010. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.
- INE. Instituto Nacional de Ecología. Seminario sobre instrumentos económicos para cuencas ambientales. Serie Estudios del INE, SEMARNAT, México-DF, 2003.
- ISACHENKO, A. G. Principles of landscape science and physical geographic regionalization. Melbourne: University Press, 1973.
- JAQUENOD DE ZSÖGÖN, S. Derecho ambiental. La gobernanza de las Aguas. Editorial Dykinson. Madrid, 2005.
- KIYOTANI, I. O conceito de paisagem no tempo, *Geosul*, v.29, n.57, p.27-42, 2014.
- LAVRADOR-SILVA, A. Avaliação das paisagens da bacia hidrográfica da Ribeira de Colares. In: *Estudo geográfico e de Percepção ambiental*, 37, Finisterra, 74, 2002. Anais... p.185-189.
- LOWEL, C.; MANDONDO, A.; MORIARTY, P. The question of scale in integrated natural resource management, *Conservation Ecology*, v.5, p.2-25, 2002.
- MACHADO, G. Por uma territorialização da bacia hidrográfica, In: SAQUET, M. A. (Coord). *Estudos territoriais na ciência geográfica*. São Paulo: Outras expressões, 2013, p.107-128.
- MARTINELLI, M.; PEDROTTI, F. A cartografia das unidades de paisagem: questões metodológicas, *Revista do Departamento de Geografia-USP*, n.14, p.39-46, 2001.
- MATEO, J. Fundación teórico-metodológica, En: MATEO, J. (Coordinador). *Estructura geográfico-ambiental y sostenibilidad de cuencas hidrográficas urbanizadas*. Editorial Feliz Varela. La Habana: 2008a.
- MATEO, J. M. Geografía de los Paisajes, Primera Parte. Paisajes Naturales, La Habana: Editorial Universitaria, 2008b.
- MATEO, J.; DA SILVA, E. V. A Classificação das paisagens a partir de uma visão geossistêmica. *Mercator*, v.1, n.1, p.95-112, 2002.
- MATEO RODRÍGUEZ, J. M.; SILVA, E. V. da; LEAL, A. C. Planejamento ambiental em bacias hidrográficas. In: SILVA, E. V. da; MATEO RODRÍGUEZ, J. M.; MEIRELES, A. J. de A. (Org.). *Planejamento ambiental e bacias hidrográficas*. Fortaleza: Edições UFC, 2011.
- MAZUR, E. Landscape Classification. Institute of Geography Slovak Academy of Science. Bratislava, 1989, 127p.
- MITCHELL, B. *Integrated water management: International experiences and perspectives*. London: Belhaven Press, 1990.
- MIRAVET B. L.; GARCÍA, A. E.; SALINAS, E.; CRUAÑAS, E.; REMOND, R. Diagnóstico geoecológico de los paisajes de la cuenca hidrográfica Ariguanabo, Artemisa, Cuba. *Ciencias de la Tierra y el Espacio*, v.15, n.1, p.53-66, 2014.
- MOLLE, F. River- basin planning and management: The social life of a concept. *Geoforum*, v.40, n.3, p.484-494, 2009.
- MÜCHER, C. A.; KLIJN, J. A.; WASCHER, D. M.; SCHAMINÉ, J. H. J. A new European landscape classification (LANMAP): a transparent, flexible and user-oriented methodology to distinguish landscapes. *Ecological Indicators*, v.10, p.87-103, 2010.
- OEA. Organización de Los Estados Americanos. *Calidad Ambiental y Desarrollo de Cuencas Hidrográficas: un Modelo para Planificación y Análisis Integrados*. Secretaria General Organización de los Estados Americanos Washington, D.C, 1978.
- PEREIRA, G.; SALINAS, E.; SIQUEIRA, M. E. O estudo das unidades de paisagem do bioma Pantanal. *Revista Ambiente & Água*, v.7, n.1, p.89-103, 2011.
- PRIEGO, A.; MORALES, H.; ENRIQUEZ, C. Paisajes Físico- Geográficos de la Cuenca Lerma-Chapala, México. *Gaceta ecológica*, v.71, p.11-22, 2004.
- RAMÓN, A. M.; SALINAS, E.; REMOND, R. Diseño metodológico para la elaboración de mapas de paisajes con el uso de los SIG: Aplicación a la cuenca alta del río Cauto, Cuba. *Geografía y Sistemas de Información Geográfica*, v.1, n.1, p.95-108, 2009.

- RAMÓN, A.; SALINAS, E.; ACEVEDO, P. Modelo de ordenamiento ambiental desde la perspectiva del paisaje. Una propuesta para la cuenca alta del río Cauto, Cuba. Saarbruke: Editorial Académica Española, 2012.
- RAMÓN, A. M.; SALINAS, E. Propuesta metodológica para la delimitación semiautomatizada de unidades de paisaje de nivel local. *Revista do Departamento de Geografia*, v.25, p.3-22, 2013.
- SALINAS, E.; MATEO, J.; MACHADO, R. Estudios Geográficos y Clasificación de los Paisajes de Cuba, en Latinoamérica. Territorios y Países en el Umbral del siglo XXI. In: Congreso Nacional de Geografía sobre Latinoamérica, 1, 1993, España. Anais... España: Editorial MAPFRE América Tarragona, 2015. p.401-411.
- SALINAS, E.; RAMÓN, A. Propuesta metodológica de la delimitación semi automatizada de unidades de paisaje de nivel local. *Revista do Departamento de Geografia*, v.25, p.1-19, 2013.
- SALINAS, E.; GARCÍA, A. E.; MIRAVET, B. L.; REMOND, R.; CRUAÑAS, E. Delimitación, clasificación y cartografía de los paisajes de la cuenca Ariguanabo, Cuba, mediante el uso de los SIG. *Revista Geográfica del IPGH*, n.154, p.9-30, 2013.
- SALINAS, E.; QUÍNTELA, J. Paisajes y ordenamiento territorial: obtención del mapa de paisajes del estado de Hidalgo en México a escala media con el apoyo de los SIG, Alquiaba. *Revista de Investigación del Bajo Segura*, n.7, p.517-527, 2001.
- SALINAS E.; REMOND, R. El enfoque integrador del paisaje en los estudios territoriales: experiencias prácticas, In: GARROCHO, C.; BUZAI, G. (Eds). *Geografía Aplicada en Iberoamérica: avances, retos y perspectivas*. México, 2015. p.503-543.
- SALITCHEV, K. A. Cartografía. Habana: Editorial Pueblo y Educación. 4. ed. 2005.
- SCHIAVETTI, A.; CAMARGO, A. Conceitos de bacias hidrográficas: teorias e aplicações. Ilhéus, Bahia: Editus, 2002.
- SILVA, E. V. DA; RODRIGUEZ, J. M. M. Planejamento e zoneamento de bacias hidrográficas: a geoecologia das paisagens como subsídio para uma gestão integrada. *Caderno Prudentino de Geografia*, n.36, v. Esp., p.4-17, 2014.
- SILVEIRA, A. Ciclo hidrológico e bacia hidrográfica. In: TUCCI, C. M. (Org.). *Hidrologia, ciência e aplicação*. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.
- SEMENOV, Y. M. Landscape mapping for purposes of rational nature management. *Geography and Natural Resources*, n.2, p.25-28, 1985.
- TROMBETA, L. R. Planejamento ambiental da bacia hidrográfica do Córrego Guaiçarinha, município de Álvares Machado, São Paulo, Brasil. 205f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Faculdade de Ciências e Tecnologia. Universidade Estadual Paulista. 2015.
- TUCCI, C. E. M.; MENDES, C. A. Avaliação ambiental integrada da bacia hidrográfica. Ministério de Meio Ambiente. Brasília, 2006.
- VITTE, A. C. O Desenvolvimento do conceito de paisagem e a sua inserção na Geografia Física. *Mercator*, v.6, n.11, p.23-38, 2007.
- WORLD VISIÓN. Manual de Manejo de Cuencas. Módulo I-Conceptos básicos de Cuencas. Costa Rica, 2014.

# ANÁLISE DE BACIAS HIDROGRÁFICAS COM O USO DE GEOTECNOLOGIAS LIVRES: CONSTRUINDO UM CAMINHO



Sidnei Luís Bohn Gass  
Dieison Morozoli da Silva  
Pablo Francisco Benitez Baratto

## INTRODUÇÃO

Historicamente os técnicos e pesquisadores estavam habituados a utilizar os dados altimétricos das cartas topográficas para a realização das análises hidrológicas necessárias à compreensão da dinâmica morfológica de uma bacia hidrográfica. O processo de interpretação das cartas topográficas era (e continua sendo) requisito necessário para uma boa compreensão das dinâmicas do terreno, como amplamente apresentado por Granell-Pérez (2001), ao tratar de temas de análise das cartas para a aplicação em trabalhos geográficos. Neste contexto, cabe ressaltar que o uso das cartas topográficas continua tendo uma grande importância pois estes documentos apresentam conjuntos de informações para além da topografia e merecem ser utilizadas e analisadas com o devido rigor, como demonstrado por Tiano e Loizzo (2017).

Com o advento dos Sistemas de Informação Geográfica (SIGs), os dados das cartas topográficas eram utilizados<sup>8</sup> a partir da sua digitalização/vetorização, inicialmente, através de mesas digitalizadoras e posteriormente com o uso de vetorização em tela. Uma vez que se obtém uma base de dados georreferenciada, estruturada em ambiente SIG, torna-se possível a geração de superfícies matriciais através da interpolação das curvas de nível e dos pontos cotados, permitindo assim a extração das informações morfométricas de uma determinada bacia hidrográfica.

A partir do momento em que a aerofotogrametria evolui para a era digital, os satélites de imageamento passam a gerar pares de imagens estereoscópicas e os radares aero ou espaço-transportados passam a ter aplicações direcionadas para a análise do terreno, ampliam-se as possibilidades de representação e extração digital de informações referentes a superfície terrestre. Merecem destaque, neste sentido, a missão *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), realizada no ano de 2000, através da cooperação entre a NASA e as agências espaciais alemã e italiana, gerando como resultado um Modelo Digital de Elevação (MDE) global, com resolução espacial de 30 m (FARR et al., 2004); e os dados ASTER-GDEM, gerados a partir do sensor a bordo do satélite TERRA que capta pares estéreo desde o ano de 2001, para a definição do MDE global com 30 m de resolução espacial (NASA JPL, 2009). Cada um dos modelos citados, com suas peculiaridades, tem auxiliado analistas a nível mundial em trabalhos que necessitam de MDEs de média resolução, ampliando assim as possibilidades de análise.

Os MDEs são, de forma simplificada, arquivos que contêm registros altimétricos, organizados numa estrutura matricial em linhas e colunas georreferenciadas, como uma imagem com um valor de elevação para cada pixel. Os registros altimétricos devem ser idealmente valores de altitude do relevo para que o MDE seja uma representação efetiva da topografia (VALERIANO, 2008). De acordo com Li et al. (2004), por ser um modelo matemático, são empregadas funções interpretativas que permitem a reconstrução da superfície do terreno, a qual também pode ser considerada como a própria construção do MDE. A partir destes procedimentos entendem os autores que a informação da altitude de qualquer ponto pertencente ao modelo possa ser definida.

A utilização de MDEs obtidos por sensores orbitais, para Valeriano (2005), representa uma alternativa de grande interesse para suprir a carência de mapeamentos, sobretudo na África, Oceania e América do Sul, locais onde é mais difícil e custoso realizar levantamentos topográficos. A difusão dos MDEs de ampla cobertura e acesso livre, de acordo com Valeriano (2011) tem estimulado sua aplicação em diversas áreas ligadas ao mapeamento geomorfológico. Entre estas, o detalhamento geométrico e o refinamento de informações de mapas existentes têm sido facilitados pela resolução atual dos dados disponíveis. Isto permite aos profissionais que trabalham com SIG buscar e fazer uso de informações seguras para a elaboração de seus próprios MDE na área de estudo escolhida.

Neste sentido, a aplicação de MDEs na gestão de recursos hídricos permite a compreensão das características geométricas, do relevo e da rede de drenagem da bacia hidrográfica. Quando associados à dados de uso e ocupação do solo, limite das propriedades rurais e dados de sua gestão, permitem a análise integrada da área de interesse, gerando resultados que tenham por objetivo a compreensão da função dos diferentes elementos constituintes da paisagem.

Outra evolução tecnológica importante e que auxilia na disseminação das análises morfométricas de bacias hidrográficas, é o surgimento de várias ferramentas computacionais gratuitas,

---

<sup>8</sup>No Brasil, os dados das cartas topográficas produzidas na sua grande maioria na década de 1970, ainda são de grande relevância, em especial quando vistos sob o aspecto de um levantamento sistemático contínuo, pois são os dados mais confiáveis que se tem à disposição em determinadas escalas de detalhe. Além deste fator, a geração dos dados topográficos a partir de técnicas aerofotogramétricas e de nivelamento servem para a verificação dos dados gerados a partir de técnicas de sensoriamento remoto.

como é o caso do SAGA (CONRAD et al., 2015), do GRASS (NETELER et al., 2012), do TerraHidro (ROSIM et al., 2008), do TauDEM (TARBOTON et al., 2008), do QGIS (QGIS, 2017), entre outras. Algumas destas ferramentas podem ser utilizadas de forma individualizada ou como extensões para outros softwares, inclusive, proprietários. Esta interoperabilidade das ferramentas faz com que se tenha à disposição um poderoso arcabouço para a geração de produtos que possam dar suporte à análise de bacias hidrográficas a um baixo custo.

É possível estabelecer, a partir do exposto, a premissa básica de que a gestão de recursos hídricos parte da definição de uma composição territorial que é definida em função da abrangência que este processo adota, podendo ser um município, uma região ou uma bacia hidrográfica com toda a sua dinâmica hidrológica. Neste sentido, definiu-se como objetivo do presente capítulo, apresentar uma proposta de aplicação de geotecnologias livres para a geração de uma base de dados para subsidiar a análise de bacias hidrográficas tendo como foco a gestão de recursos hídricos.

## MATERIAL E MÉTODOS

A geração da base de dados iniciou-se a partir da escolha da plataforma de trabalho QGIS (QGIS, 2017), versão 2.18.10 (Las Palmas), que é uma plataforma SIG livre e aberta e o conjunto de algoritmos TauDEM (TARBOTON et al., 2008), versão 5.1.2, utilizada para a análise do terreno a partir de Modelos Digitais de Elevação. Os dados iniciais selecionados foram: 1) imagem de radar SRTM, com 30 m de resolução espacial, código "s30\_w056\_1arc\_v3", adquirida através de download gratuito no repositório EarthExplorer<sup>9</sup> do *United States Geological Service* (USGS), a qual recobre a área representada pela Figura 1; 2) curvas de nível e rede de drenagem extraídas da Base Cartográfica Vetorial Contínua do Rio Grande do Sul (HASENACK & WEBER, 2010), em escala 1:50.000, gerada a partir da vetorização das cartas topográficas da Diretoria de Serviços Geográficos do Exército Brasileiro. A inserção dos dados oriundos das cartas topográficas na construção da presente base de dados, tem a finalidade de compará-los com os dados que serão extraídos do MDE.

De posse dos dados, foram aplicados conjuntos de procedimentos para a delimitação de bacia hidrográfica e extração de dados a partir do MDE. A bacia selecionada para a aplicação da presente metodologia foi a Sanga da Areia, como pode ser observado na Figura 1, localizada no Sudoeste do Rio Grande do Sul, no município de São Francisco de Assis, e está inserida na bacia hidrográfica do rio Ibicuí, pertencente à região hidrográfica do rio Uruguai.

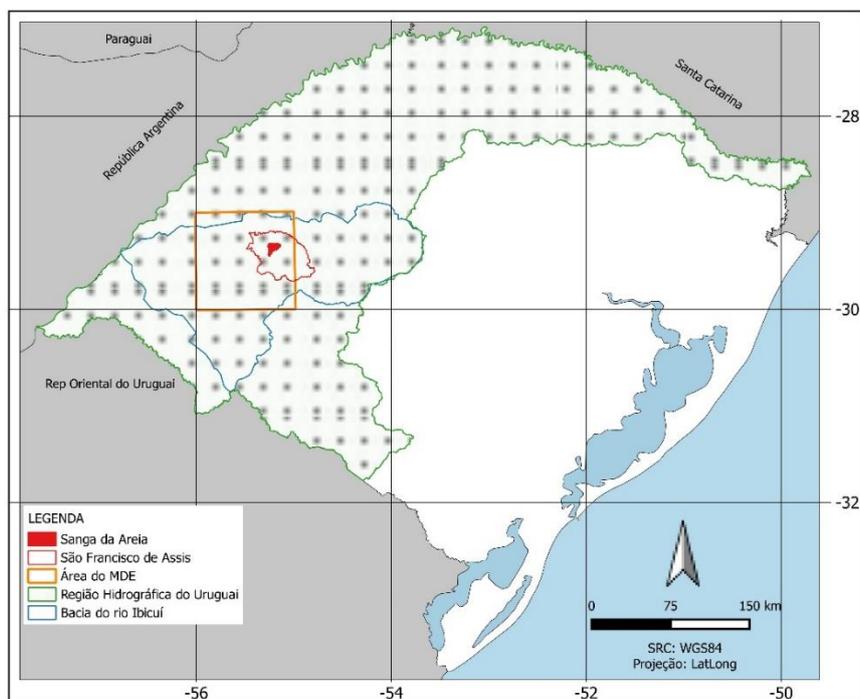


Figura 1. Localização da área de estudo.

<sup>9</sup>O repositório está disponível no endereço <https://earthexplorer.usgs.gov>, sendo necessário cadastrar-se para ter acesso aos materiais disponibilizados.

Para executar a extração dos dados hidrológicos a partir do MDE, utilizou-se o conjunto de algoritmos TauDEM, operados como complementos do QGIS. De acordo com Tarboton (2011), os algoritmos TauDEM derivam informações hidrológicas a partir de dados do MDE bruto. A ideia básica baseia-se no conceito do campo de fluxo hidrológico, o qual é representado pelo fluxo de cada célula da grade<sup>10</sup> para um ou mais de seus vizinhos. Para que isso funcione, a topografia não deve conter poços, definidos como uma ou mais células de grade completamente envolvidas por um terreno mais alto, o que também pode ser compreendido como sendo um ruído na matriz de dados que compõe o MDE.

O primeiro passo na análise hidrológica do terreno é a remoção de poços. O TauDEM executa um processo de preenchimento, aumentando a elevação dos poços até que estas células representem uma drenagem numa direção compatível com as suas células vizinhas. Um MDE com as depressões removidas é definido como “hidrologicamente consistente” e pode ser usado para calcular as direções de fluxo hídrico para cada célula de grade que representa a área de interesse.

Uma vez que as direções de fluxo foram calculadas, quantificando o campo de fluxo, o TauDEM possui várias ferramentas para derivar informações de terreno relacionadas ao fluxo, como: a área que contribui para cada célula de grade, o caminho seguido pelo fluxo proveniente de um conjunto de células e a definição da rede de drenagem.

Antes de iniciar os procedimentos com o TauDEM, a imagem contendo o MDE que, originalmente vem com coordenadas geográficas e datum WGS84, foi reprojeta para o sistema de coordenadas UTM fuso 21S, datum SIRGAS2000. Este procedimento faz com que todos os dados gerados a partir do MDE sejam representados na unidade de medida metros, facilitando assim a compilação final dos dados e sua posterior análise.

Com o intuito didático de apresentar os procedimentos utilizados pelo TauDEM para a extração dos dados de um MDE, são descritos no quadro 1 os algoritmos do pacote utilizados e a sua função no processo de geração dos dados da bacia hidrográfica. Ressalta-se que para iniciar os procedimentos o QGIS deve estar carregado com a camada matricial da imagem do MDE reprojeta para o sistema UTM SIRGAS2000 21S aberta.

Quadro 1. Sequência de procedimentos para a extração de dados de um MDE

<b>Algoritmo</b>	<b>Descrição</b>
Remover depressões	O primeiro passo a ser executado é a remoção dos poços ou buracos escuros, que são os pixels com valores de altitude mais baixos que os seus vizinhos
Direções de fluxo D8	O algoritmo direção de fluxo D8 (oito possibilidades de direções dentro de uma célula), gera dois arquivos: um com as direções de fluxo e outro com as declividades. O resultado é o mapeamento do escoamento através do método D8 para cada pixel. Visualmente o arquivo resultante é parecido com uma imagem de relevo sombreado
Área de contribuição D8 versão 1	Representa o limite da bacia determinado a partir do seu ponto de exutório. Executado em 4 etapas: 1) gera-se a área de contribuição para todo o MDE; 2) gera-se o limiar para fluxo canalizado de todo MDE; 3) define-se o ponto de exutório e, 4) gera-se a área de contribuição para a bacia
Limiar para fluxo canalizado versão 1	Este procedimento resulta na geração de uma matriz com a rede de drenagem. Será a rede de drenagem para toda a área do MDE e servirá de base para a definição do ponto de exutório. Deve ser informado um limiar (threshold = limite) para a definição da densidade de drenagem. Mantem-se, geralmente, a definição 100, mas isto deve ser avaliado em função do trabalho em execução e do conhecimento que o analista tem sobre a bacia em questão
Vetor com ponto de exutório	Este é um procedimento gerado diretamente com as ferramentas de criação de camada vetorial do QGIS, com a qual será definido um arquivo vetorial no formato ShapeFile contendo um ponto que define o exutório da

<sup>10</sup>A denominação “grade” aqui utilizada refere-se a matriz representada na forma de uma imagem georreferenciada, ou seja, refere-se ao dado matricial que, no caso do presente trabalho, é a imagem SRTM que está sendo utilizada.

	bacia de interesse. Deve ser criado tomando como ponto de partida a imagem resultante da aplicação do limiar para fluxo canalizado – versão 1
Área de contribuição D8 versão 2	Segunda versão da área de contribuição, considerando, agora, o ponto de exutório da bacia de interesse
Limiar para fluxo canalizado versão 2	Segunda versão do limiar para fluxo canalizado, agora, apenas para a bacia de interesse. O limiar informado pode ser modificado em função da área e das necessidades do usuário
Rede de drenagem	Geração do arquivo vetorial em formato ShapeFile com a rede de drenagem. Na tabela de atributos serão geradas várias colunas com informações sobre a drenagem, inclusive, com a ordenem dos canais de acordo com a teoria de Strahler e seus respectivos comprimentos
Limite da bacia	É a transformação do resultado do algoritmo Área de Contribuição – versão 2, que está em formato raster, para um arquivo vetorial em formato de polígono. Este procedimento é executado a partir das ferramentas de análise do QGIS
Curvas de nível	Extração dos contornos (curvas de nível) a partir do MDE resultante do algoritmo Pit Remove (remoção de depressões). Este procedimento é executado a partir das ferramentas de análise do QGIS

Como resultado da aplicação dos procedimentos descritos no Quadro 1, foram obtidas as seguintes camadas de dados: limite da bacia hidrográfica, rede de drenagem e curvas de nível. A rede de drenagem possui em sua tabela de atributos algumas informações que auxiliarão na análise da bacia, como o comprimento e a ordem de cada segmento. As curvas de nível foram geradas com equidistância de 20 metros, para que possam ser comparadas aos dados da carta topográfica em escala 1:50.000, que são a escala mais detalhada dos levantamentos sistemáticos para a região selecionada. A partir do MDE hidrologicamente consistente foi gerado o mapa hipsométrico da bacia.

Considerando que a análise da bacia hidrográfica passa também pela compreensão do comportamento de suas declividades associadas à rede de drenagem, foram utilizados os dados do projeto TopoData (VALERIANO, 2005). Para as análises pretendidas para este trabalho, foram selecionadas as declividades calculadas em percentuais bem como a sua classificação em seis classes, conforme definido pela EMBRAPA (SANTOS et al., 2013).

Para levar as análises ao nível de sua conexão com a temática dos recursos hídricos, foram geradas as Áreas de Preservação Permanente (APPs) da rede de drenagem, aplicando a técnica de *buffer* com a distância de 30 m e 50 m, conforme análise da bacia em questão realizada por Gass (2015), considerando os parâmetros estabelecidos pela legislação federal (BRASIL, 2012). Foram ainda associados dados do Cadastro Ambiental Rural (CAR), acessados através do Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural (SICAR), na ferramenta de consulta pública do sistema<sup>11</sup>. Foram utilizadas as seguintes camadas vetoriais disponibilizadas na consulta pública: a área dos imóveis rurais, as áreas com vegetação nativa, a hidrografia, os banhados e as APPs. É importante ressaltar que, em função do CAR ser uma ferramenta de cadastro autodeclaratório, as informações foram utilizadas como apresentadas pelos proprietários.

A partir dos dados descritos e de sua organização num banco de dados, torna-se possível estabelecer algumas discussões sobre a análise de bacias hidrográficas com o uso de geotecnologias livres, que é o foco do presente capítulo.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de bacias hidrográficas sob o aspecto da gestão dos recursos hídricos, tem um papel fundamental e pode ser potencializada a partir do uso das geotecnologias como já mencionado anteriormente. A aplicação da metodologia descrita permitiu gerar alguns resultados que levam a uma caracterização básica inicial do comportamento do relevo da bacia e de sua rede de drenagem, como pode ser observado nos dados da Tabela 1.

<sup>11</sup>O SICAR está disponível no endereço [www.car.gov.br](http://www.car.gov.br). A consulta foi feita considerando o município de São Francisco de Assis, RS, no qual está localizada a bacia hidrográfica da Sanga da Areia, no dia 28 de outubro de 2017.

Tabela 1. Caracterização geométrica, do relevo e da rede de drenagem da bacia hidrográfica da Sanga da Areia

<b>Características geométricas</b>	
Área total	96,32 km <sup>2</sup>
Perímetro total	79,48 km
Comprimento axial	17,27 km
Coefficiente de compacidade	2,15
Fator de forma	0,32
Índice de circularidade	0,19
<b>Características do relevo</b>	
Altitude média	195,83 m
Altitude mínima	106,61 m
Altitude máxima	304,04 m
Declividade média	8,53 %
Declividade mínima	0,27 %
Declividade máxima	53,90 %
<b>Características da rede de drenagem</b>	
Comprimento do curso d'água principal	21,34 km
Comprimento total dos cursos d'água	216,15 km
Declividade do curso d'água principal entre a foz e a nascente	0,0093 m m <sup>-1</sup>
Densidade de confluência	6,78 conf. km <sup>-1</sup>
Densidade de drenagem	2,25 km km <sup>2</sup>
Extensão média do escoamento superficial	0,11 km
Ordem dos cursos d'água	5
Padrão de drenagem	Dendrítico

Fonte: Adaptado de Ferrari et al. (2013).

Os dados apresentados na Tabela 1, são de relevância para a análise da bacia hidrográfica sob o aspecto do tempo de concentração, que determinará o potencial para a ocorrência de enchentes, em função de sua vasão. Outro resultado importante que pode ser extraído dos dados da tabela, refere-se a ordem dos canais que, quanto mais ramificada, mais eficiente será o sistema de drenagem da bacia.

Considerando a amplitude altimétrica da bacia, gerou-se o mapa de classes altimétricas com variação a cada vinte metros, obtendo assim uma boa representação do relevo, como pode ser observado na Figura 2. Pela localização da bacia dentro do estado do Rio Grande do Sul, observa-se na sua porção norte, as áreas com maiores altitudes, em padrão longitudinal com a presença, na direção norte-sul, de algumas formações isoladas denominadas de cerros. Isto ocorre em função da área estar localizada na transição entre as unidades geomorfológicas do Planalto Meridional, do Planalto da Campanha e da Depressão Central. As encostas destas formações, com declividades mais acentuadas, podem caracterizar áreas com maiores fragilidades e a necessidade de controle de uso em função da ocorrência de processos erosivos.

As declividades, por sua vez, foram classificadas de acordo com a proposta da EMBRAPA (SANTOS et al., 2013), que está associada ao processo de formação dos solos e de sua classificação, que definem também as possibilidades de seu uso. De acordo com os dados apresentados pela Tabela 2, é possível observar que mais de 50% da área da bacia possuem declividades inferiores a 8%, o que demonstra, sob o aspecto agrícola, uma boa potencialidade de uso. Contudo, sob o aspecto da gestão dos recursos hídricos, há que se considerar aqui a inclusão de outros dados para um processo mais eficaz de análise como, por exemplo, a própria rede de drenagem, as APPs, a estrutura fundiária, as áreas de banhado entre outras informações que possam ser consideradas relevantes no processo de análise da bacia.

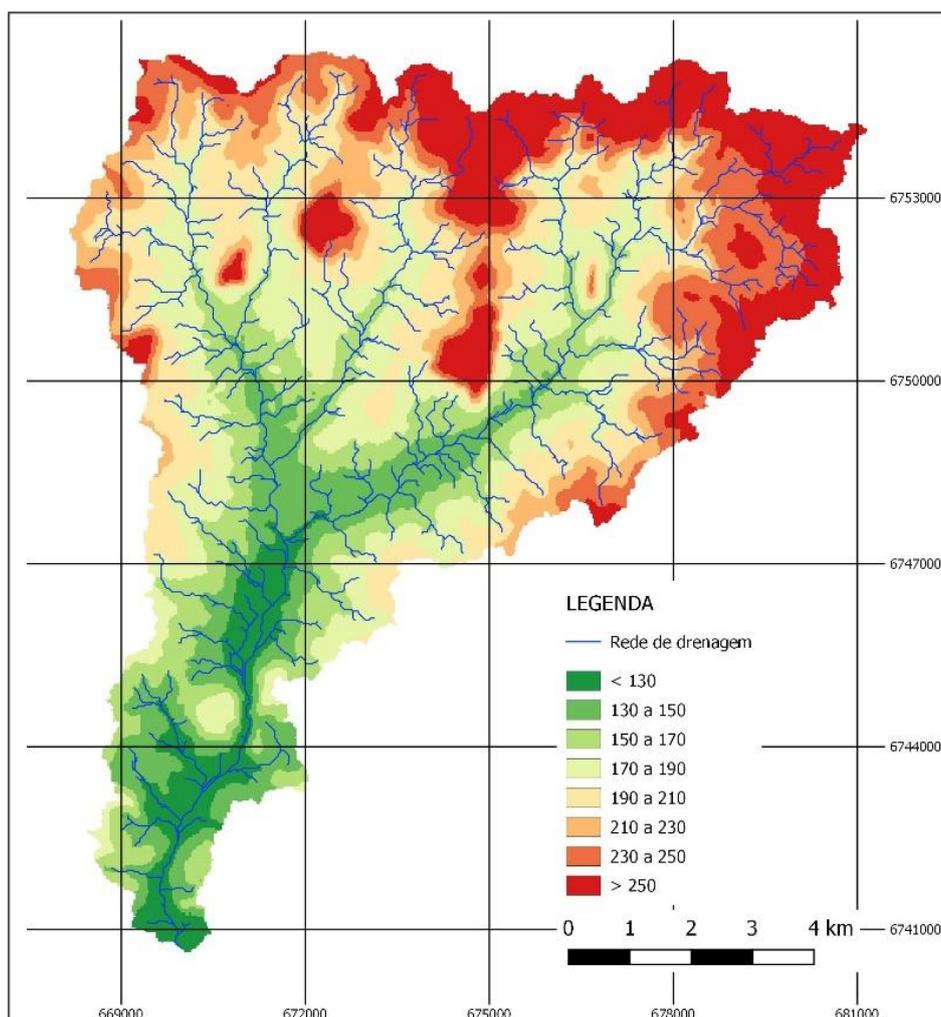


Figura 2. Classes altimétricas. Fonte: adaptado de SRTM.

Na Figura 3, apresenta-se uma associação entre as classes de declividade, a rede de drenagem e a projeção das APPs de acordo com a legislação federal vigente (BRASIL, 2012). A partir desta associação é possível promover a elaboração de projetos de adequação do uso do solo com o intuito de preservar os recursos hídricos, considerando que nesta região os solos possuem características arenosas e são facilmente transportados até a rede de drenagem, causando o seu assoreamento.

Tabela 2. classes de declividade

Classes de declividade (%)	Relevo	Área	
		km <sup>2</sup>	%
0 a 3	Plano	4,61	4,79
3 a 8	Suave ondulado	49,41	51,30
8 a 20	Ondulado	37,05	38,46
20 a 45	Forte ondulado	5,11	5,30
45 a 75	Montanhoso	0,15	0,15
Acima de 75	escarpado	0,00	0,00
<b>Total</b>		<b>96,32</b>	<b>100,00</b>

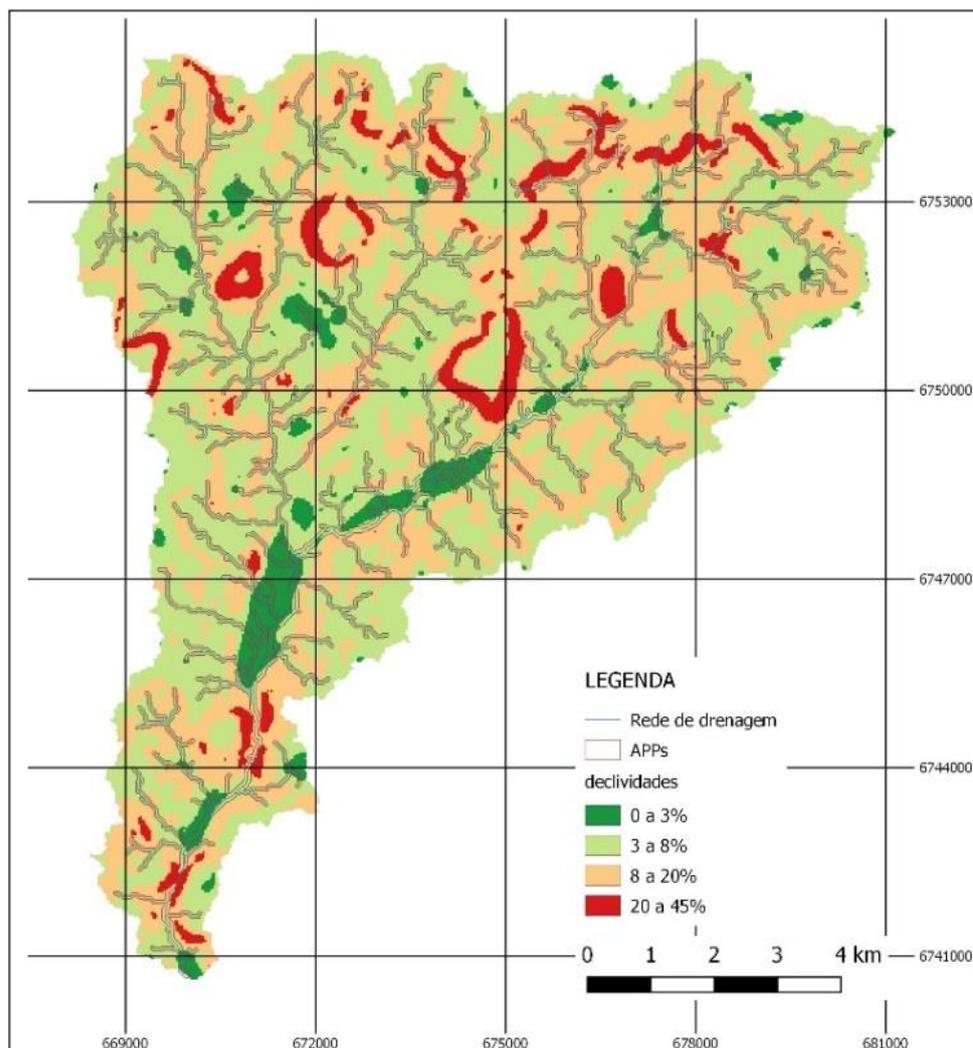


Figura 3. Classes de declividade, rede de drenagem e Áreas de Preservação Permanente.  
Fonte: Adaptado de Valeriano (2005).

Os dados do CAR, além de atenderem aos objetivos gerais de planejamento ambiental em âmbito nacional estabelecidos em lei, possibilitam o planejamento ambiental e econômico do uso e ocupação do próprio imóvel rural, que é a menor unidade territorial reconhecida pelo cadastro. A adesão dos proprietários representa o primeiro passo para obtenção da regularidade ambiental, além de se constituir em requisito para a obtenção de benefícios e autorizações, bem como a participação em programas ambientais das esferas governamentais federal e estadual.

Cabe ressaltar que o preenchimento do CAR é um procedimento que ainda está em andamento. Assim, nem todas as propriedades que integram a área da bacia hidrográfica da Sanga da Areia foram declaradas até o momento. De acordo com os dados obtidos, foi possível estimar que até o momento foram cadastrados 75,28% da área total da bacia.

A partir do limite da bacia hidrográfica foi realizado o recorte das camadas vetoriais do CAR, obtendo-se os dados da área dos imóveis rurais, das áreas com vegetação nativa, da hidrografia, dos banhados e das APPs, como pode ser observado na Figura 4. Estes dados foram informados no sistema do CAR pelos proprietários através da análise das imagens de satélite<sup>12</sup> disponibilizadas pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) para esta finalidade.

Foram associados a Figura 4, os dados da rede de drenagem obtidos a partir do MDE. Ao analisarmos estes dados é possível observar que na grande maioria dos casos, os cursos de primeira e

<sup>12</sup>As imagens adquiridas pelo MMA com a finalidade de subsidiarem as atividades do CAR, são da constelação RapidEye, com 5 metros de resolução espacial, dos anos de 2011, 2012, 2013 e 2014. A extração das informações necessárias à elaboração do CAR, se dá por meio de técnicas de interpretação visual, sendo de cunho autodeclaratório e de responsabilidade dos proprietários.

segunda ordem não foram considerados no processo de elaboração do CAR. Há três fatores que podem definir esta ausência da drenagem: 1) por serem canais de primeira ordem, com pouca representatividade, já podem ter sido totalmente assoreados e, desta forma, incorporados às áreas de uso agrícola; 2) as imagens de satélite disponibilizadas não permitem uma correta identificação destes canais, em função da sua resolução espacial; 3) falta de conhecimento técnico para a correta extração de informações das imagens de satélites, gerando assim dados equivocados no processo de preenchimento do CAR.

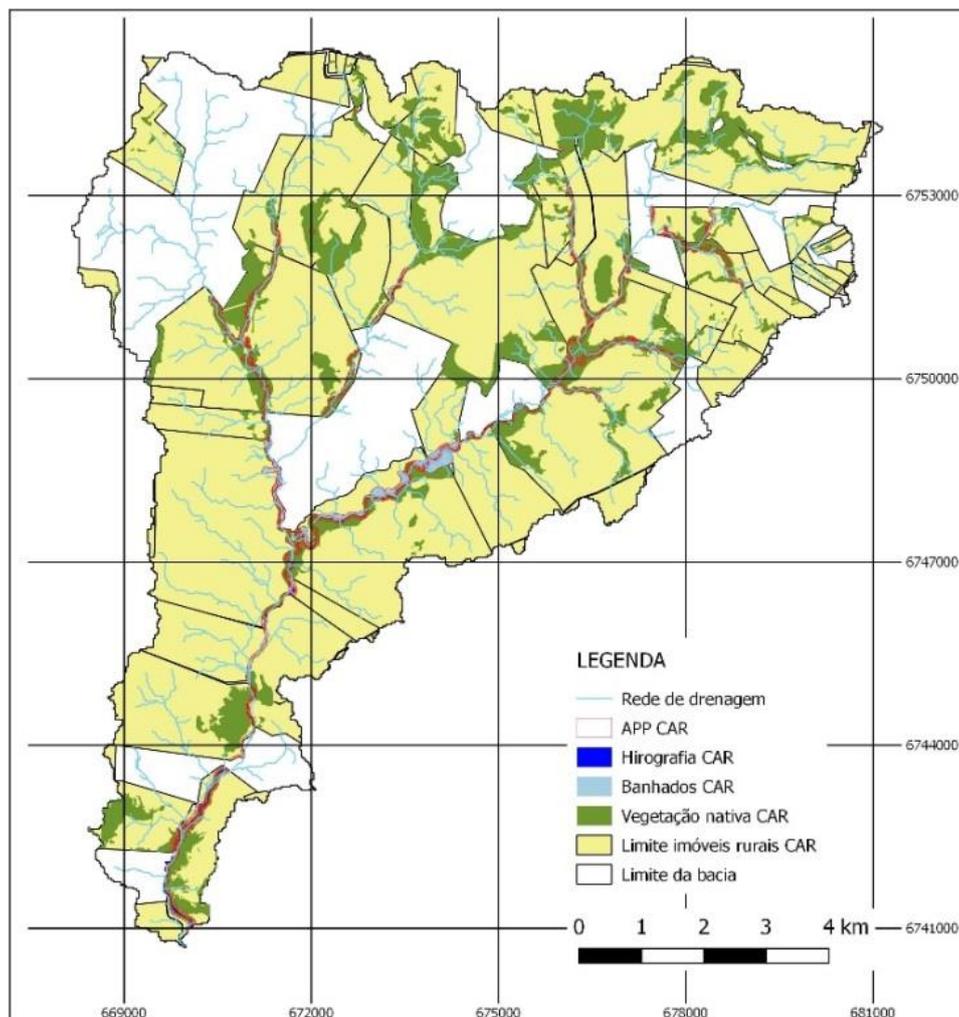


Figura 4. Dados selecionados do Cadastro Ambiental Rural. Fonte: Adaptado de CAR.

Na tentativa de compreender a ausência da drenagem nos dados do CAR, é possível observar na Figura 3, que apresenta as classes de declividade e a rede de drenagem, que há uma compatibilidade entre estes dados, visto que nos locais em que são identificados canais de drenagens, a declividade é inferior as suas adjacências. Por outro lado, observando os dados de vegetação nativa presente na Figura 4, verifica-se que estes apresentam sinuosidades que podem ser conectadas à rede de drenagem, comprovando a sua existência em algumas das áreas já cadastradas.

Buscando explicar a ausência da rede de drenagem, realizou-se o cruzamento dos dados da carta topográfica com os dados extraídos do MDE, para verificação dos resultados obtidos, como pode ser verificado nas Figuras 5 e 6.

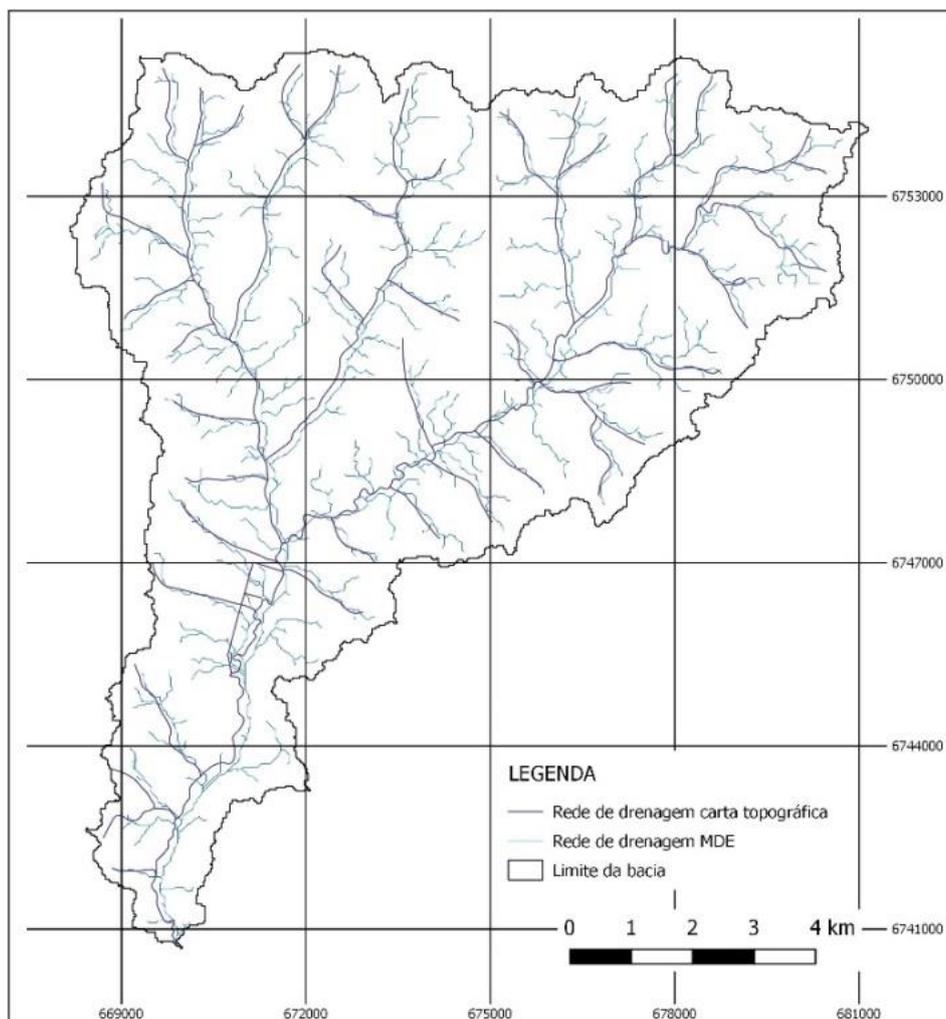


Figura 5. Redes de drenagem das cartas topográficas e do MDE. Fonte: Adaptado de SRTM e DSG.

Os dados da Figura 5 representam as redes de drenagem, a partir das quais é possível observar que ocorre uma grande similaridade entre os traçados, exceto, para boa parte dos canais de primeira ordem e também alguns de segunda ordem. Por sua vez, avaliando os dados da Figura 6, verifica-se que pelo traçado das curvas de nível estas drenagens poderiam ter sido traçadas também nos dados extraídos das cartas topográficas, uma vez que as principais feições do terreno que podem representar a presença de canais hidrográficos são perceptíveis. Assim, pode-se inferir que na produção destes dados, provavelmente, em função da escala das fotografias aéreas utilizadas (1:60.000), sua identificação ficou prejudicada.

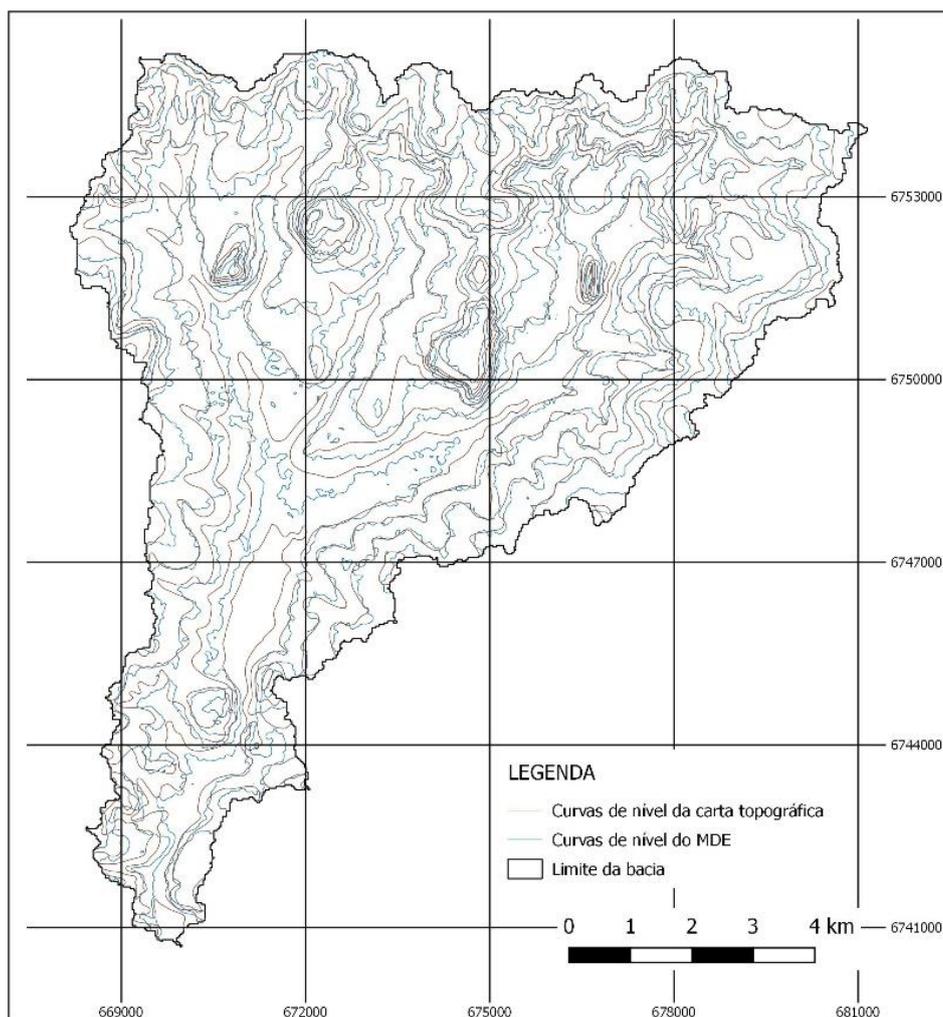


Figura 6. Curvas de nível em equidistância de 20 m das cartas topográficas e do MDE.  
Fonte: adaptado de SRTM e DSG.

Na composição do conjunto da base de dados proposta, entende-se que o MDE e os dados dele derivados como as declividades e as características geométricas, do relevo e da rede de drenagem da bacia, quando associados aos dados do CAR e da projeção das APPs e de mapas de uso do solo, fornecem uma ferramenta de fundamental importância para a gestão dos recursos hídricos. Em especial, a rede de drenagem extraída a partir do MDE demonstra um grande potencial no processo de planejamento da bacia hidrográfica, visto que pode auxiliar na verificação dos dados oriundos do CAR, fazendo com que se tenha uma maior confiabilidade a partir dos processos de validação dos dados informados.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A discussão central do presente capítulo foi a de apresentar uma proposta de aplicação de geotecnologias livres para a geração de uma base de dados para subsidiar a análise de bacias hidrográficas tendo como foco a gestão de recursos hídricos. Neste sentido, considerando a proposta metodológica apresentada, os dados e as análises geradas, é possível considerar que o uso do QGIS como ferramenta para a manipulação de dados geoespaciais, é uma alternativa viável e de fácil manipulação.

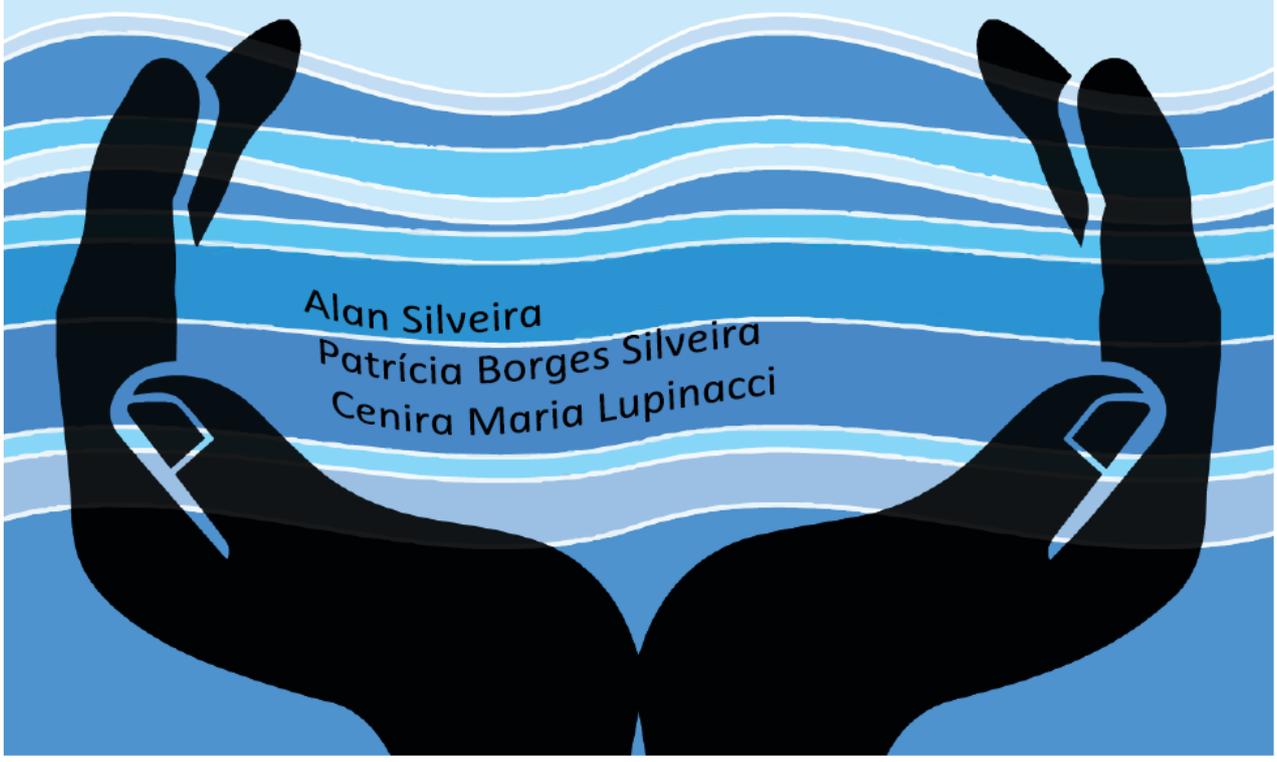
A existência de amplas bases de dados gratuitas e oficiais, é um elemento facilitador tanto do planejamento da bacia hidrográfica quanto da gestão dos recursos hídricos. Considerando a disponibilidade dos dados do Cadastro Ambiental Rural, entende-se que os Comitês de Gerenciamento de Bacias Hidrográficas devem ser instrumentalizados para que possam executar ações efetivas no sentido de pensar a bacia num contexto mais ampla, a partir das características associadas a cada propriedade rural e ao uso que esta faz da água nas suas atividades.

Os instrumentos existem. As tecnologias podem ser livres. As conexões entre os dados são possíveis. Basta iniciar.

## REFERÊNCIAS

- BRASIL. Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; [...]; e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Poder Executivo. Brasília, 28 de maio de 2012.
- CONRAD, O. et al. System for Automated Geoscientific Analyses (SAGA) v.2.1.4. Geoscientific Model Development, v.8, p.1991-2007, 2015.
- FARR, T. G. et al. The Shuttle Radar Topography Mission. Review a of Geophysics, v.45, 2004.
- FERRARI, J. L. et al. Análise morfométrica da sub-bacia hidrográfica do córrego Horizonte, Alegre, ES. Agrária, v.8, n.2, 2013.
- GASS, S. L. B. Zoneamento ambiental como subsídio para a definição das Áreas de Preservação Permanente. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2015.
- GRANELL-PÉREZ, M. del C. Trabalhando geografia com as cartas topográficas. Ijuí, RS: Ed. Unijuí, 2001.
- HASENACK, H.; WEBER, E. (org.) Base cartográfica vetorial continua do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: UFRGS-IB-Centro de Ecologia, 2010. Escala 1:50.000.
- LI, Z. et al. Digital Terrain Modeling: Principles and Methodology. New York: CRC PRESS, 2004.
- NASA JPL. ASTER Global Digital Elevation Model ASTGTM-V002. NASA JPL, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.5067/aster/astgtm.002>.
- NETELER, M. et al. GRASS GIS: A multi-purpose open source GIS. Environmental Modelling & Software, v.31, p.124-130, 2012.
- QGIS. QGIS User Guide Release 2.18. QGIS Project, 2017.
- ROSIM, S. et al. Uma ferramenta open source para unificar representações de fluxo local para apoio à gestão de recursos hídricos no Brasil. Informática Pública, v.10, n.1, p.29-49, 2008.
- SANTOS, H. G. dos. et al. Sistema brasileiro de classificação dos solos. 3ª ed. Brasília: Embrapa, 2013.
- TARBOTON, D. G. TauDEM 5.0: Watershed delineation using TauDEM. Utah: Utah State University, 2011. Disponível em: <http://hydrology.usu.edu/taudem/taudem5/TauDEM5DelineatingASingleWatershed.pdf>
- TARBOTON, D. G. et al. New TauDEM tools for deriving hydrologic information from digital elevation models. AWRA Spring Specialty Conference on GIS in Water Resources. San Mateo: CA, 2008.
- TIANO, C.; LOÍZZO, C. Le commentaire de carte topographique: méthodes et applications. Malakoff: Armand Colin, 2017.
- VALERIANO, M. M. Modelo digital de variáveis morfométricas com dados SRTM para o território nacional: o projeto TOPODATA. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 12, 2005, Goiânia. Anais... Goiânia, 2005.
- VALERIANO, M. M. Topodata: Guia para utilização de dados geomorfológicos locais. São José dos Campos: INPE, 2008.
- VALERIANO, M. M. Análise digital do padrão de coerência da orientação de vertentes em terrenos planos. In: Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário ABEQUA, 13, 2011, Armação dos Búzios. Anais... Armação dos Búzios, 2011.

# ANÁLISE MORFOMÉTRICA EM BACIA HIDROGRÁFICA: INSTRUMENTO PARA O PLANEJAMENTO AMBIENTAL



Alan Silveira  
Patrícia Borges Silveira  
Cenira Maria Lupinacci

## **INTRODUÇÃO**

A qualidade das águas e sua disponibilidade para o uso humano dependem da manutenção do equilíbrio erosivo-deposicional nos sistemas hidrográficos. Bacias hidrográficas amplamente afetadas por processos erosivos tendem a ter menor disponibilidade de água em superfície, nos cursos fluviais, em função dos processos de assoreamento que comprometem a quantidade e qualidade de água nessas drenagens. Assim, há uma relação de dependência entre os recursos hídricos e o relevo, cuja dinâmica pode criar terrenos mais suscetíveis (ou não) à erosão.

Nesse contexto, compreender as características naturais do relevo é de grande valia para seu uso adequado. Para isso, o estudo da morfometria do relevo, isto é, da geometria da topografia de superfície pode auxiliar no reconhecimento dessas características.

Entre os parâmetros de análise geomorfológica, a morfometria do relevo constitui-se em um dos mais antigos. Desde os trabalhos clássicos, como de Tricart (1965), esse aspecto do relevo é destacado como elemento importante a ser agregado aos mapeamentos geomorfológicos. Assim, compreende-se a morfometria como a quantificação de certos aspectos tridimensionais da superfície os quais, ao serem analisados, a partir de diversos parâmetros, como declividade, dissecação, hipsometria, entre outros, fornecem dados sobre a potencialidade da ocorrência de processos denudativos na área estudada.

Os estudos morfométricos tradicionais foram orientados principalmente pela classificação da rede fluvial efetuada por Horton, em 1945. A partir deste tipo de classificação seguiram-se muitas outras. Contudo, os resultados eram obtidos na forma de índices, sendo que seu mapeamento se mantinha estreitamente ligado à rede de drenagem. Destaca-se o trabalho de Christofolletti (1974), quando dedicou o capítulo 4 integralmente a “Análise de Bacias Hidrográficas”, apresentando técnicas morfométricas a partir de índices associados a rede de drenagem.

A análise morfométrica voltada para a totalidade dos terrenos, ou seja, dos interflúvios, e seu mapeamento constituem-se em uma adaptação e evolução dos índices tradicionalmente trabalhados somente a partir da rede hidrográfica. Evans (1972), para destacar esse aspecto, propõe o uso do termo geomorfometria, destacando que o prefixo “geo” é necessário para tornar o termo mais específico, diferenciando-o do estudo morfométrico de outras áreas da ciência.

O termo geomorfometria tem abarcado um conjunto de estudos amplos e variados na bibliografia internacional, a ponto de MacMillan e Shary (2008) definirem tal termo como um campo da ciência voltado à análise quantitativa da superfície terrestre.

Independente do termo utilizado, o fato mais interessante é o resultado passível de ser obtido com a análise dos mapeamentos morfométricos. Se houver uma boa adequação entre a técnica escolhida, a fonte de dados, a escala e o objetivo da pesquisa, o mapeamento morfométrico pode ser uma opção válida para a análise da tendência do relevo, por sua geometria, ser submetido a processos que levem a remoção das formações superficiais. Ainda, pode ser uma opção para o estudo de áreas que carecem de produtos associados a sensores remotos, fotografias aéreas e imagens orbitais, ou pesquisas que não contemplam elevados recursos financeiros para a aquisição desses materiais.

A carta morfométrica mais comumente utilizada por diversos profissionais é a de declividade ou clinográfica, a qual possibilita a quantificação, em classes, da inclinação do terreno. Trata-se de uma carta coroplética na qual a intensidade das cores ou tramas representa as classes, que podem ser quantificadas em grau ou em porcentagem. Com o uso dos sistemas de informação geográfica, esse tipo de mapeamento, baseado na distância das curvas de nível, tem sido cada vez mais difundido por sua fácil elaboração. Contudo, constata-se também que poucas pesquisas têm apresentado e discutido as limitações e as distorções geradas por tais sistemas, fato que compromete a aplicabilidade desses documentos.

Além da declividade, destacam-se as técnicas vinculadas à dissecação do relevo. A dissecação do relevo refere-se à atuação do sistema hidrográfico e sua eficiência como agente morfogenético. Em ambientes quentes e úmidos, esse tipo de técnica é promissor visto que a frequência e atuação do sistema fluvial é bastante marcante. Assim, os vales constituem-se em níveis de base local e os fluxos são agentes erosivos, tanto mais eficientes quanto maior o calibre e o quantitativo de sua carga.

Hubp (1988) expõe técnicas para elaboração de cartas de densidade de dissecação do relevo, profundidade de erosão ou dissecação, dissecação geral do relevo, entre outras. Constituem-se no mapeamento de parâmetros adaptados das técnicas morfométricas tradicionais vinculadas ao conjunto de trabalhos que se origina em Horton (1945). Contudo, convém salientar que a maioria das técnicas faz uso de figuras geométricas regulares, principalmente quadriláteras, como unidade de base para os

cálculos a serem desenvolvidos. Com base nos dados obtidos para cada ponto central das figuras, estabelecem-se isolinhas que representam a união de pontos onde os fenômenos apresentam a mesma intensidade.

Ainda com relação aos mapeamentos morfométricos, há outras tendências de análise vinculadas a unidades de medida que vão desde pixels, em caso de sistemas automáticos, até as vinculadas aos limites das bacias hidrográficas, como nas escolas russas e polonesas.

As técnicas propostas por Spiridonov (1981) para a elaboração de cartas de Dissecação Horizontal e Dissecação Vertical do relevo, que correspondem, aproximadamente, às de densidade e profundidade de dissecação propostas por Hubp (1988), possibilitam a obtenção de dados mais detalhados. As técnicas mencionadas propostas por Spiridonov (1981) vem sendo amplamente utilizada no Brasil, sobretudo pelo grupo de Docentes e Discentes do Laboratório de Geomorfologia da UNESP Campus de Rio Claro desde o início da década de 1990, quando Mauro et al. (1991) adaptou e aplicou, respectivamente, a carta de Dissecação Horizontal e Dissecação Vertical para o município de Cosmópolis (SP). Explicam os autores que,

Em gabinete elaboramos estudos morfométricos, a partir da construção de cartas de declividade, de dissecação horizontal e vertical do relevo. Para a execução de cartas morfométricas foi utilizada, como base, a carta topográfica do município de Cosmópolis (Carta Topográfica do Brasil – IBGE) na escala 1:50.000, documentos e as observações de campo permitiram definir os parâmetros de integração e a elaboração de uma última carta síntese denominada “Carta de Suscetibilidade à Erosão e das Áreas de Preservação Permanente com Base em Morfometria do Relevo” (MAURO et al., 1991, p.5).

Em sua tese de doutorado, Mendes (1993), também fazendo uso das técnicas de Spiridonov (1981), propôs a organização da carta de Energia do Relevo, que tem objetivo semelhante à de dissecação geral do relevo, proposta por Hubp (1988). A proposta de Mendes (1993) constitui-se na confecção de uma carta síntese que reúne os dados de declividade, de dissecação horizontal e vertical, sendo essas últimas elaboradas a partir de adaptações da proposta de Spiridonov (1981). A proposta de Mendes (1993) se diferencia principalmente pelo fato de integrar também a declividade e por registrar, de maneira detalhada, todas as informações. A carta de Energia do Relevo apresenta elevado grau de complexidade devido ao fato de integrarem-se dados quantitativos em uma carta que expressa informações qualitativas. Portanto, os critérios de integração são dependentes do conhecimento da área e dos objetivos da pesquisa. De acordo com a autora,

A carta de Energia do Relevo responde às expectativas do profissional que necessita da caracterização da localização e de extensão precisa dos principais atributos morfométricos do relevo ao longo de uma bacia hidrográfica. Portanto ela atende não apenas ao geógrafo, mas a todos aqueles que necessitam destes dados, tanto para atividades rurais quanto urbanas (MENDES, 1993, p.155).

Cunha et al. (2003), ao tratar das técnicas de elaboração, possibilidades e restrições das cartas morfométricas, compreendem-nas como representações cartográficas que objetivam quantificar as formas do relevo, as quais são passíveis de serem analisadas através de sua geometria. Revisando os trabalhos de Spiridonov (1981) e Dragut e Blaschke (2006) e objetivando a proposição de técnicas computacionais para mapeamentos morfométricos, Ferreira (2015) argumenta que esses mapeamentos contribuem para a avaliação hierárquica das potencialidades para o desenvolvimento de processos morfodinâmicos, considerando que tais informações sobre as formas de relevo são essenciais para estudos de avaliação e adequação de terrenos, de erosão, de áreas de risco e vários campos do planejamento regional.

Considerando essas questões, o objetivo desse capítulo é apresentar e discutir as técnicas para construção de cartas de dissecação horizontal, dissecação vertical e energia do relevo, retomar os trabalhos pioneiros no Brasil, assim como apontar as possibilidades de análise do relevo a partir de tais mapeamentos utilizando exemplo de trabalho aplicado em bacia hidrográfica.

## **ENERGIA DO RELEVO: TRABALHOS PIONEIROS NO BRASIL**

O termo energia do relevo foi utilizado por diversos autores ao longo do desenvolvimento dos estudos morfométricos. Smith (1935) aponta que a energia do relevo pode ser obtida a partir da amplitude local do relevo e a razão entre essa e a porcentagem de área ocupada. De modo semelhante, Spiridonov (1981) também propõem calcular a energia a partir da amplitude altitudinal da área,

subtraindo o ponto de menor elevação do ponto de maior elevação para uma determinada área considerada.

Contudo, a concepção de energia do relevo na bibliografia mais recente aponta para a necessidade de dados mais amplos. Assim, MacMillan e Shary (2008) consideram que a energia do relevo interfere claramente no desenvolvimento de processos geomorfológicos, hidrológicos e pedogenéticos. Nesse mesmo sentido, Dobos e Hengl (2008) apontam que esse parâmetro morfométrico interfere na intensidade da erosão, escoamento, deposição e infiltração. Machado e Cunha (2012) apontam que a energia do relevo deve quantificar a geometria do relevo de forma a apontar o potencial desse para o desenvolvimento de processos morfogenéticos.

A Figura 1 ilustra a carta de Dissecação Horizontal e a carta de Dissecação Vertical elaborada no trabalho pioneiro no Brasil de Mauro et al. (1991). Além dessas cartas, na oportunidade os autores também organizaram a carta de Declividade e a carta de Suscetibilidade à Erosão e das Áreas de Preservação Permanente (com base em morfometria). O contato com esse trabalho foi importante para a proposição de Mendes (1993), que ao aplicar a equação universal de perdas de solo para a bacia hidrográfica do córrego Lafon, Araçatuba (SP), também adotou os parâmetros morfométricos de mapeamento de Spiridonov (1981) e propôs a carta de Energia do Relevo. Explica a autora que,

As dificuldades para obtenção dos dados que possibilitem a aplicação desta equação são inúmeras. Dentre esses dados, o fator topográfico toca particularmente aos profissionais dedicados à Geografia Física. Por outro lado, tivemos acesso, a partir do Prof. Dr. Cláudio Antonio Di Mauro, às técnicas de elaboração das cartas de morfometria do relevo de autoria do russo Spiridonov.

Para o Geógrafo um dos princípios básicos é a extensão, a espacialização dos fatos. Através de estudos e análises relacionadas à Equação e aos mapas de Spiridonov concluímos que podíamos oferecer, àqueles que trabalham com grandes e médias escalas, uma pequena contribuição para a obtenção detalhada do fator topográfico e para a representação cartográfica das perdas de solo por erosão (MENDES, 1993, p.7 e 8).

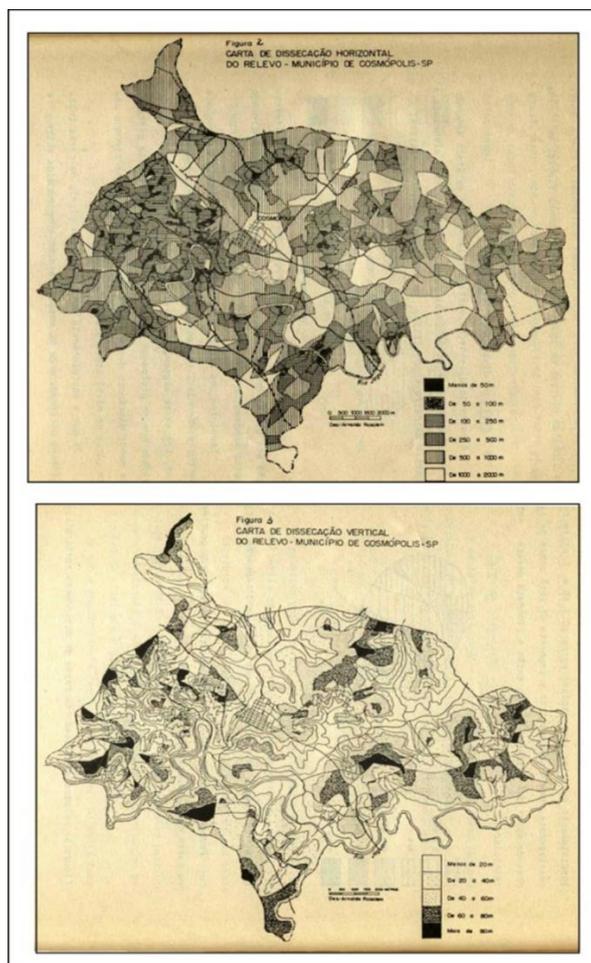


Figura 1. Cartas de Dissecação Horizontal e Vertical. Fonte: Mauro et al. (1991).

Diante dessas concepções, considera-se que a proposta de Mendes (1993) constitui instrumento técnico valioso para a análise do relevo voltada para o planejamento ambiental. A partir da integração das cartas de Dissecação Horizontal e Dissecação Vertical (elaboradas segundo adaptações da proposta de Spiridonov, 1981) e da carta de Declividade, gera-se a carta de Energia do Relevo. Mendes (1993) considera que a partir da distância entre linhas de cumeada e rios (dissecação horizontal), amplitude altimétrica local (dissecação vertical) e o ângulo de inclinação dos terrenos torna-se possível avaliar o “grau de energia potencial” que os terrenos possuem para desencadear processos morfodinâmicos.

Os dados quantitativos obtidos com os três mapeamentos devem ser avaliados e hierarquizados em classes qualitativas, de muito fracas a muito fortes, de acordo com o objetivo do trabalho e as características da área de estudo. A Figura 2 apresenta o documento cartográfico proposto por Mendes (1993) em sua tese de doutoramento, bem como o quadro síntese que reúne os parâmetros definidores das classes de energia do relevo.

A partir deste trabalho muitos estudos foram desenvolvidos utilizando a carta de Energia do Relevo segundo a sua proposição, fazendo uso da integração de informações quantitativas preteritamente adquiridas pelas cartas de Dissecação Horizontal e Vertical (SPIRIDONOV, 1981) e a de Declividade. Exemplificam-se os trabalhos de Cunha (2001), Zacharias (2001), Zacharias et al. (2005), Sato e Cunha (2007), Silva e Cunha (2008), Mathias e Carvalho (2008), Flores e Cunha (2010), Marques Neto e Andrade (2010), Machado e Cunha (2010), Souza e Cunha (2012), Cunha e Pinton (2013), Machado e Cunha (2013) e Ferreira (2015).

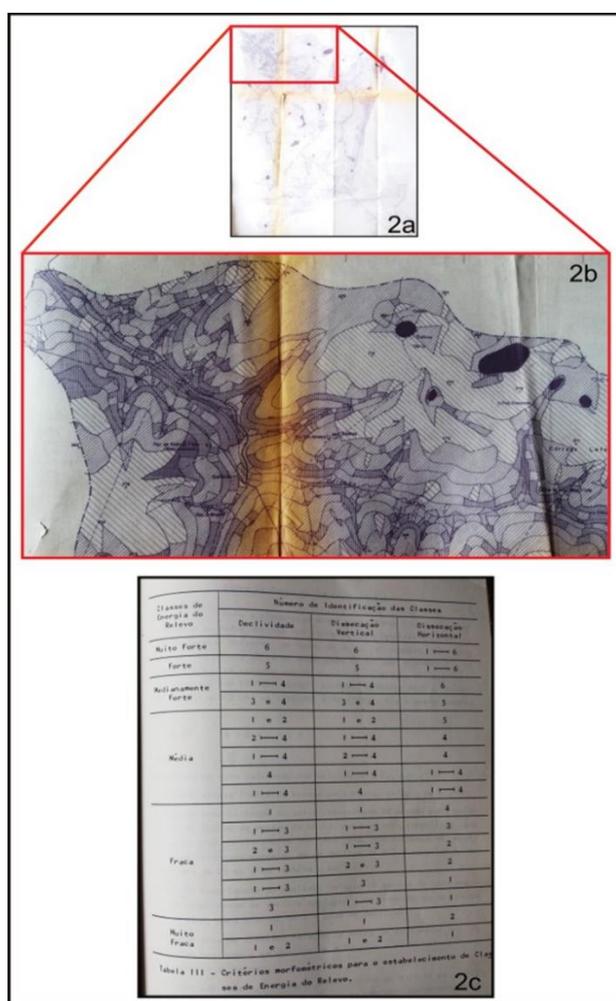


Figura 2. Carta de Energia do Relevo (2a); Fragmento da Carta de Energia do Relevo do Córrego Lafon (2b); Critérios morfométricos para o estabelecimento de classes de energia do relevo (2c).  
Fonte: Mendes (1993).

Para ilustrar a aplicação dessa proposta de mapeamento, nesse trabalho, apresenta-se o trabalho de Silveira (2013), que desenvolveu pesquisa na bacia hidrográfica do córrego das Ondas em Piracicaba (SP).

## EXEMPLO DE APLICAÇÃO: PROCEDIMENTOS TÉCNICOS PARA MAPEAMENTOS MORFOMÉTRICOS

Silveira (2013) propôs a análise da variável morfométrica a partir da elaboração da carta de Energia do Relevo com base em Mendes (1993). Conforme anteriormente mencionado, trata-se de uma carta de integração, obtida por meio da associação das informações das cartas de Declividade ou Clinográfica (DE BIASI, 1970; 1992), Dissecação Horizontal (SPIRIDONOV, 1981) e Dissecação Vertical (SPIRIDONOV, 1981).

O procedimento técnico de Mendes (1993) consiste na compilação dos dados quantitativos da geometria do relevo fornecidos pelas cartas morfométricas. Dessa forma, as classes de energia do relevo configuram-se como índices identificados por termos qualitativos, variando de muito forte a muito fraco (MENDES, 1993). As classes devem ser formuladas a partir das características da área de estudo e do interesse particular do usuário (CUNHA, 2001).

Mathias e Carvalho (2008) propuseram a elaboração da carta de Energia do Relevo desenvolvida por Mendes (1993) em meio digital, com o uso do software AutoCAD Map 2004. Nesta proposta, a compilação das informações morfométricas é executada de forma semiautomática, com a sobreposição em *layers*, onde posteriormente são digitalizados os polígonos das classes de energia do relevo, a partir da ferramenta *polyline* (MATHIAS & CARVALHO, 2008). Destaca-se que, mais recentemente, Ferreira (2015) propôs a elaboração dessa carta no software ArcGis.

Para este trabalho, a carta de Energia do Relevo foi elaborada a partir das recomendações técnicas de Mendes (1993) e de procedimentos operacionais propostos por Mathias e Carvalho (2008). A sequência prioritária das informações morfométricas mapeadas e os valores correspondentes a cada classe seguiram os parâmetros adquiridos respectivamente na carta de Declividade ou Clinográfica, seguida da carta de Dissecação Horizontal e, por último, da carta de Dissecação Vertical.

Dessa maneira, cada classe foi definida por uma sequência de informações de acordo com os parâmetros definidos para a área de estudo, estando sintetizadas no Quadro 1.

Quadro 1. Classes de Energia do Relevo da Bacia do Córrego das Ondas

Classe de Energia do Relevo Cores na carta	Declividade (%)	Dissecação Horizontal (m)	Dissecação Vertical (m)
Muito Forte (cinza)	≥ 30	< 10 10 † 320 ≥ 320	< 5 5 † 30 ≥ 30
	< 3 3 † 30	< 10	< 5 5 † 30 ≥ 30
	< 3 3 † 30	10 † 320 ≥ 320	≥ 30
Forte (marrom)	20 † 30	10 † 320 ≥ 320	< 5 5 † 30
	< 3 3 † 20	10 † 20	< 5 5 † 30
	< 3 3 † 20	20 † 320 ≥ 320	25 † 30
Medianamente Forte (vermelho)	12 † 20	20 † 320 ≥ 320	< 5 5 † 25
	< 3 3 † 12	20 † 40	< 5 5 † 25
	< 3 3 † 12	40 † 320 ≥ 320	20 † 25
Média (laranja)	6 † 12	40 † 320 ≥ 320	< 5 5 † 20
	< 3 3 † 6	40 † 80	< 5 5 † 20
	< 3 3 † 6	80 † 320 ≥ 320	15 † 20
Fraca (amarelo)	3 † 6	80 † 320 ≥ 320	< 5 10 † 15
	< 3	80 † 160	< 5 10 † 15
	< 3	≥ 160	10 † 15
Muito fraca (verde)	< 3	≥ 160	< 10

Fonte: Silveira (2013).

A elaboração da carta de Declividade ou Clinográfica seguiu a proposta de Biasi (1970; 1992), sendo realizada de modo analógico sobre a Base Cartográfica. Tomou-se este procedimento pela riqueza do nível de detalhe. De acordo com Zacharias (2001), por meio de um sistema de informação geográfica (SIG), alguns dados poderiam ser generalizados, sendo a técnica convencional mais indicada qualitativamente, embora demande maior tempo e dedicação.

Assim, a primeira etapa de elaboração corresponde à obtenção dos valores de maior e menor espaçamento entre as curvas de nível que, utilizados na Equação 1, permitem a identificação dos valores limites da declividade da área de estudo (DE BIASI, 1970).

$$D = (n \times 100) / E \quad (\text{Eq. 1})$$

Onde: D = Declividade (Porcentagem); n = Equidistância (curvas de nível); E = Distância horizontal.

Feita a etapa inicial, definem-se as classes de declividade que devem obedecer aos limites máximos e mínimos de declive da área, assim como princípios que atendam os objetivos da pesquisa. Definidas as classes, constrói-se um ábaco com os valores correspondentes a cada classe preestabelecida (DE BIASI, 1992).

As classes de declividade seguiram a proposta de Ross (1994; 2001), com a composição de sete classes, com valores estabelecidos com base em estudos sobre a capacidade de uso/aptidão agrícola, associados àqueles conhecidos como valores limites críticos da geotecnia. Foi realizada apenas uma adaptação, com relação aos valores limites entre as duas últimas classes, modificando o valor de 50%, sugerido por Ross (1994), para 45%, acima do qual “não é permitida a derrubada de florestas [...] sendo nelas toleradas a extração de toros quando em regime de utilização racional, que vise a rendimentos permanentes”, segundo o Código Florestal – Lei n. 4771 de 15/09/1965 (BRASIL, 1965).

O Quadro 2 apresenta as classes, as cores definidas e os valores limites do ábaco, que correspondem à distância entre as curvas de nível, assim como os parâmetros considerados para a carta de Declividade ou Clinográfica da bacia do Córrego das Ondas.

Quadro 2. Classes de declividade da bacia do Córrego das Ondas

Classes de Declive Cores na carta	Valores do Ábaco	Parâmetros
Verde-claro < 3 %	Limite 3 % = 1,6 cm	< 3% áreas suscetíveis à inundação
Amarelo-claro 3   6 %	Limite 6 % = 0,66 cm	A partir de 6%, é possível a urbanização sem restrições quanto à possibilidade de inundações
Amarelo-escuro 6   12 %	Limite 12 % = 0,41 cm	Possibilidade de urbanização e mecanização agrícola
Laranja 12   20 %	Limite 20 % = 0,25 cm	Acima de 12%, há restrição a utilização de mecanização agrícola
Vermelho 20   30 %	Limite 30 % = 0,16 cm	Até 30%, permite-se a urbanização
Marrom 30   45 %	Limite 45% = 0,1 cm	Acima de 30%, área com restrições a urbanização
Preto ≥ 45 %		Acima de 45%, área restrita ao corte de vegetação

Fonte: Silveira (2013).

Para as áreas inseridas em topos de morros, espaço isolado entre uma única curva de nível e nos limites das bacias, utilizou-se um ábaco suplementar, segundo adaptações de Sanchez (1993), que sugere que tenha a metade dos valores do ábaco principal.

Posteriormente, a sua elaboração manual, a carta de Declividade ou Clinográfica foi escaneada e transferida para o *software* AutoCAD Map (2004), no qual se realizou sua edição e vetorização das classes de declividade.

A carta de Dissecção Horizontal do relevo segue os princípios técnicos de Spiridonov (1981). Zacharias (2001) propôs o desenvolvimento deste documento cartográfico por meio de uma técnica semiautomática no *software* AutoCAD Map (2004), a qual esta pesquisa adotou como procedimento. Conforme Zacharias (2001), a técnica de mapeamento semiautomática conta com três etapas principais:

Etapa 1: Criação de Topologias: com a base cartográfica digital no ambiente AutoCAD Map e feita a

delimitação das sub-bacias hidrográficas, criam-se topologias individuais para as entidades, rede de drenagem, divisor de água e limite de bacia. A partir da associação das topologias drenagem e divisor de água, cria-se também uma topologia agrupada, nomeada por DIVIDREN.

Etapa 2: Delimitação da Zona Buffer: consiste na criação de uma faixa ao redor de uma topologia. Foram desenhadas zonas buffer ao redor da topologia agrupada (DIVIDREN), cujas larguras ficaram representadas por vértices que possibilitam indicar as distâncias entre o talvegue e as linhas de cumeadas.

Para definir a variação das classes de dissecação horizontal, foi necessário obter o valor de maior e menor distância entre a linha de cumeada e o talvegue das sub-bacias. Tais valores foram identificados a partir de medidas lineares, elaboradas sobre base cartográfica, entre as linhas de cumeada e os talvegues. Spiridonov (1981) recomenda que o valor de cada classe seja correspondente ao dobro do limite da classe anterior, a partir do mínimo mapeável que, para a escala deste trabalho, correspondeu a 1 mm na Base Cartográfica, representando 10 m no terreno até o valor máximo identificado, no caso, 360 m. Assim, foram estabelecidas as seguintes classes: < 10 m; 10 | 20m, 20 | 40m, 40 | 80m; 80 | 160m; 160 | 320m e ≥ 320m.

Etapa 3: Criação de Polígonos: delimitação e criação de polígonos referentes às áreas das classes predeterminadas. Feita a delimitação, promove-se o preenchimento do polígono com base em cores representativas da rosa cromática.

Para a carta de Dissecação Vertical, utilizou-se também da orientação técnica de Spiridonov (1981) com as adaptações de Zacharias (2001), a qual propõe a elaboração do documento cartográfico a partir de procedimento semiautomático no AutoCAD Map, cujas recomendações se dividem em duas etapas:

Etapa 1: Criação de Topologias: armazenamento da base cartográfica no ambiente AutoCAD Map com delimitação das sub-bacias hidrográficas e criação de topologias para as entidades: drenagem, divisores de água, limite de bacia e altimetria.

Etapa 2: Delimitação das classes de Dissecação Vertical: com as topologias criadas ativas, identificam-se os pontos de intersecção dos rios com as curvas de nível. Na sequência, a partir de uma reta perpendicular ao divisor de água, unem-se os pontos de intersecção das curvas de nível com o rio às linhas de cumeada, procurando traçar a menor distância entre o talvegue e essa linha. Criam-se polígonos dentro de cada sub-bacia, classificando os setores de acordo com Spiridonov (1981), os quais serão preenchidos com base em cores representativas da rosa cromática. Assim, as classes de dissecação vertical foram estabelecidas de acordo com a equidistância entre as curvas de nível, que retrata o desnível altimétrico entre estas, sendo neste trabalho de 5 m. Logo, as classes estabelecidas foram: < 5 m; 5 | 10m, 10 | 15m, 15 | 20m; 20 | 25m; 25 | 30m e ≥ 30m.

## **EXEMPLO DE APLICAÇÃO: RESULTADOS PARA A BACIA DO CÓRREGO DAS ONDAS**

A carta de Energia do Relevo da bacia do córrego das Ondas (Figura 4) propiciou uma interpretação espacial da fragilidade potencial do relevo, ou seja, o apontamento de áreas potencialmente suscetíveis ao desencadeamento dos processos denudativos. Permitiu a compartimentação da área estudada em dois grandes setores quanto as suas características morfométricas: o setor oeste, constituído pela alta bacia e por sub-bacias de afluentes da margem direita do canal principal; e o setor leste, formado pela baixa bacia e vertentes da margem esquerda do canal principal.

O setor oeste apresenta classes médias a elevadas de declive e classes principalmente médias de dissecação vertical, enquanto os valores predominantes da dissecação horizontal são baixos. Com vertentes mais íngremes, altitudes relativas intermediárias e interflúvios extensos, a carta de Energia do Relevo identificou áreas potencialmente favoráveis a processos morfológicos, registrando, dessa maneira, classes de energia do relevo “muito forte”, “forte” e “mediamente forte”, considerando que as classes de maior energia (“muito forte” e “forte”) estão localizadas em áreas de cabeceiras de drenagens.

Dessa forma, neste setor concentram-se o maior percentual de classes médias a elevadas de declividade (12 a ≥ 45%) (Figura 5) e classes médias e elevadas de dissecação vertical (15 a ≥ 30m) (Figura 6), enquanto os valores predominantes da dissecação horizontal são baixos a intermediários (160 a 40m) (Figura 7).

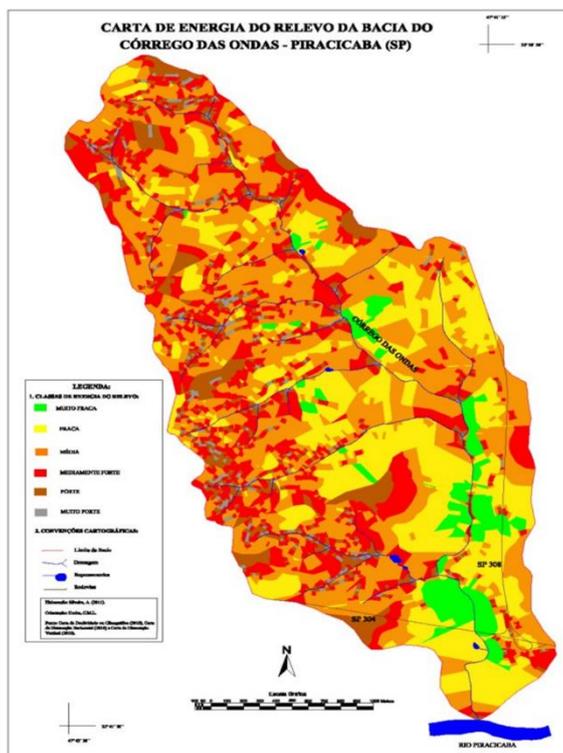


Figura 4. Carta de Energia do Relevo da Bacia do Córrego das Ondas. Fonte: Silveira (2013).

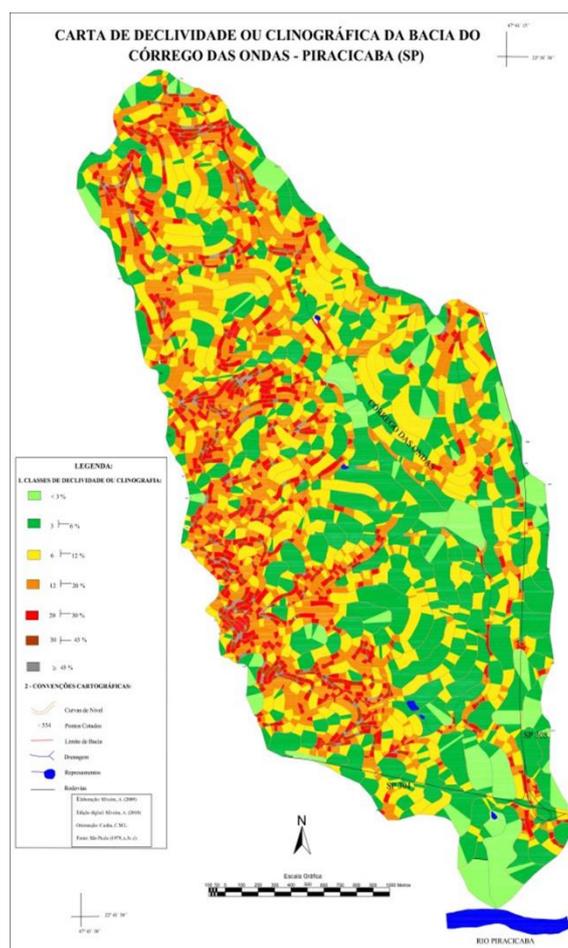


Figura 5. Carta de Declividade da Bacia do Córrego das Ondas. Fonte: Silveira (2013).

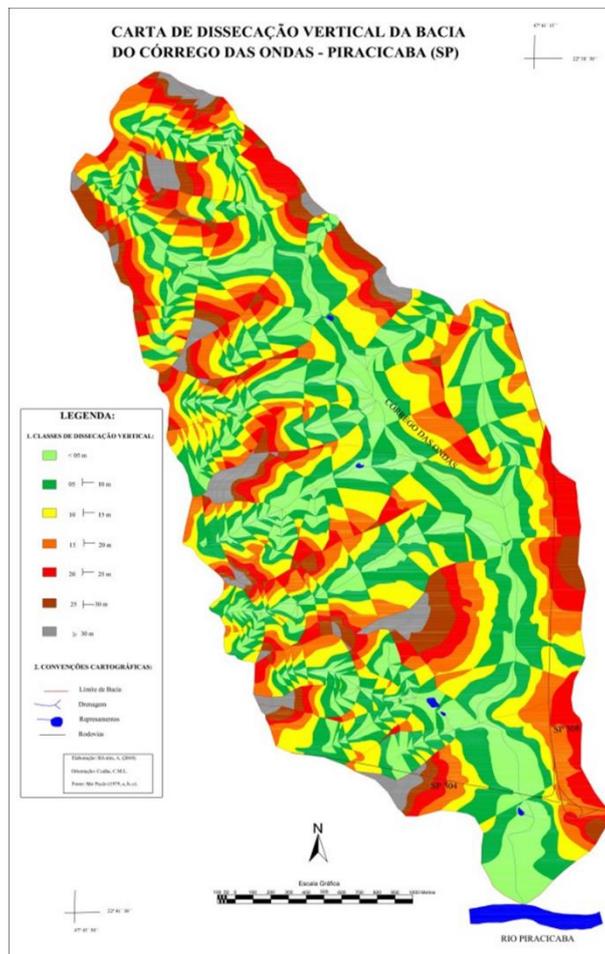


Figura 6. Carta de Dissecação Vertical da Bacia do Córrego das Ondas.  
Fonte: Silveira (2013).

Já o setor leste da bacia do córrego das Ondas identifica-se baixas e médias classes de declive (<math>< 3</math> a 20%), classes baixas a intermediárias de dissecação vertical (<math>< 5</math> a 25m) e classes predominantemente baixas de dissecação horizontal, (> 360 a 160m). Apresenta, assim, baixas classes de declive, dissecação horizontal e dissecação vertical, configurando baixo potencial a processos morfológicos, registrando na carta de Energia do Relevo, classes reduzidas (média, fraca e muito fraca).

A compartimentação das formas de relevo a partir da morfometria, estabelecendo classes de energia do relevo, permite a definição de unidades de fragilidade do relevo quanto ao potencial ao desencadeamento de processos morfológicos. Estas unidades, quando associadas a outras variáveis, também hierarquizadas quanto ao grau de fragilidade, favorecem a identificação das unidades de fragilidade natural. Nestes termos, a carta de Energia do Relevo pode contribuir de forma significativa para a identificação da fragilidade ambiental, a qual pode contribuir para o planejamento de áreas de expansão urbana, como é o caso da bacia do córrego das Ondas, que recebe amplo processo urbanização. Assim, o setor oeste/alta bacia correspondem às áreas com número elevado de drenagens (margem direita do curso principal), ao passo que as áreas da baixa e média bacia leste se identificam aos setores menos adensados de drenagens (margem esquerda do curso principal).

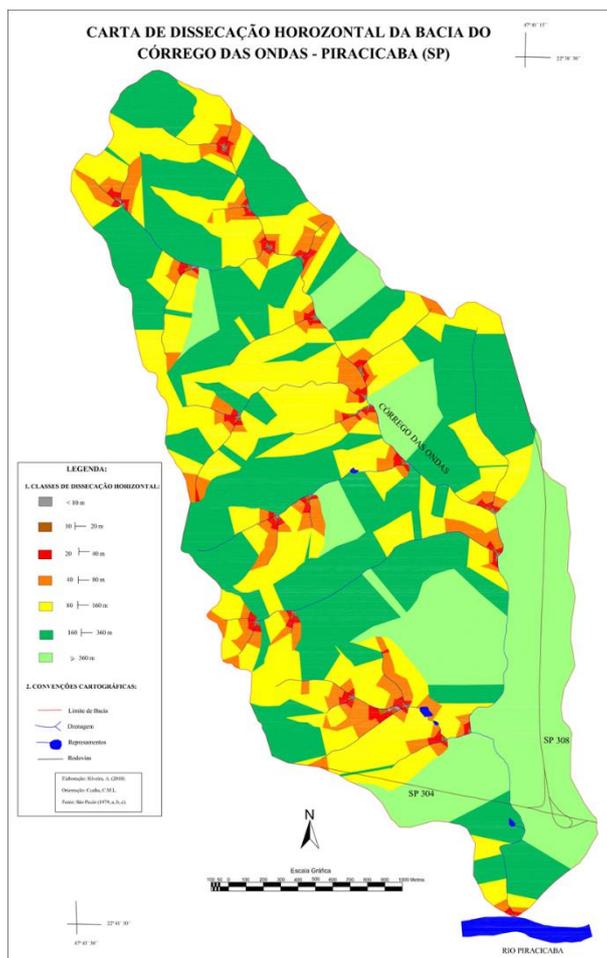


Figura 7. Carta de Dissecação Horizontal da Bacia do Córrego das Ondas. Fonte: Silveira (2013).

As fotos 1 e 2 da Figura 8 procuram ilustrar a vertente da margem direita e a vertente da margem esquerda do curso principal, evidenciando o caráter dissimétrico da bacia do Córrego das Ondas. Tais vertentes vêm sendo ocupadas pelo vetor de expansão urbana noroeste da cidade de Piracicaba. Inicialmente, o processo de ocupação se deu pelas vertentes da margem esquerda do curso principal, a partir do bairro Santa Terezinha. A estrada do Boiadeiro, hoje Avenida Corcovado, pode ser considerada como um dos vetores do processo de ocupação da vertente da margem direita pelo bairro Vila Sônia.

Comparando-as, pode-se observar que a vertente mais extensa da margem direita (foto 1), apresenta maior dissecação vertical e declividade do que a vertente da margem esquerda (foto 2), o que indica maior potencial ao desencadeamento de processos morfológicos.



Figura 8. Vertente da margem direita do Córrego das Ondas (média bacia), com declives e altitudes relativas superiores a vertente da margem esquerda. Avenida Corcovado sentido bairro Vila Sônia

(foto 1). Vertente da margem esquerda do Córrego das Ondas (média bacia), com declives e altitudes relativas inferiores a vertente da margem direita (foto 2). Fonte: Silveira (2013).

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Compreende-se assim, que a quantificação de certos aspectos tridimensionais da superfície pode fornecer subsídios valiosos ao planejamento territorial, uma vez que, ao fornecerem dados sobre a potencialidade da ocorrência de processos denudativos auxiliam na indicação de áreas propícias ou não à ocupação urbana, bem como àquelas onde a manutenção da vegetação original se faz necessária a fim de conter tais processos.

Os trabalhos pioneiros, ao darem ênfase aos aspectos morfométricos do relevo, contribuíram para o enriquecimento dos trabalhos geomorfológicos ao indicarem a potencialidade da ocorrência de processos denudativos na área estudada, fator esse que necessita ser considerado em estudos de capacidade de suporte do meio ao uso e ocupação da terra.

Dentre esses trabalhos destacam-se aqueles realizados por Spiridonov (1981), cujo mérito se dá pela autoria da proposição técnica dos mapeamentos morfométricos de Dissecação Horizontal e Dissecação Vertical do relevo. Tais técnicas, foram aplicadas primeiramente no Brasil pelo trabalho de Mauro et al. (1991), que também colaborou na proposta de adaptação de procedimentos operacionais para a elaboração da carta de Dissecação Horizontal. Fazendo uso desse trabalho, Mendes (1993) propôs a técnica de elaboração da carta de Energia do Relevo, na oportunidade de seu doutoramento, aplicando-a à bacia do córrego Lafon. Tal carta se concretiza da integração das cartas de Declividade, Dissecação Horizontal e Vertical. Além disso, vale o registro da contribuição no desenvolvimento dos procedimentos operacionais elaborados por Zacharias (2001), Mathias e Carvalho (2008) e Ferreira (2015), que oportunamente fizeram o uso das novas tecnologias.

No caso da bacia do córrego das Ondas, a carta de Energia do Relevo propiciou uma interpretação espacial da fragilidade potencial do relevo, colaborando assim para a análise de áreas mais frágeis à ocupação urbana. Elaborada a partir da integração de três documentos cartográficos morfométricos, essa permitiu a compartimentação da área estudada em dois grandes setores, sendo o setor oeste o que apresenta classes mais fortes de energia, necessitando de ações de planejamento ambiental que proponha um uso e ocupação da terra adequado à essas características.

Dessa forma, as cartas morfométricas tornam-se importantes documentos cartográficos que auxiliam o poder público em ações de planejamento ambiental, já que as características do relevo auxiliam na determinação de áreas mais susceptíveis ao desencadeamento dos processos denudativos, cabendo assim que se determine usos da terra compatíveis com tais características.

## **REFERÊNCIAS**

- BRASIL. Presidência da República. Lei Federal n. 3477, de 15 de setembro de 1965. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/ccivil-03/leis/1477/htm>>. Acesso em: 20 set. 2010.
- CHIRSTOFOLETTI, A. Geomorfologia. São Paulo: Edusp, 1974.
- CUNHA, C. M. L. A Cartografia do relevo no contexto da gestão ambiental. Tese (Doutorado em Geografia). Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, 2001.
- CUNHA, C. M. L.; PINTON, L. G. A cartografia do relevo como subsídio para a análise morfogenética de setor cuneiforme. *Mercator*, v.12, n.27, p.149-158, 2013.
- CUNHA, C. M. L.; MENDES, I. A.; SANCHEZ, M. C. Técnicas de elaboração, possibilidades e restrições de cartas morfométricas na gestão ambiental. *Geografia*, v.28, n.3, p.415-429, 2003.
- DE BIASI, M. Cartas de declividade: confecção e utilização. *Geomorfologia*. n.21, São Paulo, 1970. p.8-12.
- DE BIASI, M. Carta clinográfica: os métodos de representação e sua confecção. *Revista do Departamento de Geografia*, n.6, p.45-60, 1992.
- DOBOS, E.; HENGL, T. Soil mapping applications. In: HENGL, T.; REUTER, H. I. (Eds.). *Geomorphometry: concepts, software, applications*. Elsevier, v.33, p.461-479, 2008.
- DRAGUT, L.; BLASCHKE, T. Automated classification of landform elements using object-based image analysis. *Geomorphology*, v.81, p.330-344, 2006.
- EVANS, S. General geomorphometry, derivatives of altitude, and descriptive statistics. In: CHORLEY, R. J. (Ed.) *Spatial Analysis in Geomorphology*. London: Methuen & Co. Ltd., 1972. p.17-90.

- FERREIRA, M. V. Contribuição metodológica ao estudo da dissecação e energia do relevo : proposta e avaliação de técnicas computacionais. Dissertação (Mestrado em Geociências). Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, 2015.
- FLORES, D. M.; CUNHA, C. M. L. Análise morfométrica da bacia do Ribeirão Balainho - Suzano (SP). *Estudos Geográficos*, v.8, n.1, p.22-43, 2010.
- HORTON, R. E. Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology. *Geological Society of America Bulletin*, v.56, p.275-370, 1945.
- HUBP, J. I. L. Elementos de Geomorfologia Aplicada (Metodos Cartograficos). México: Instituto de Geografia, 1988.
- MACHADO, A. C. P.; CUNHA, C. M. L. Análise quantitativa do relevo por intermédio das cartas morfométricas da alta bacia do Rio Itanhaém, Baixada Santista (SP). *Climatologia e Estudos da Paisagem*, v.5, n.2, p.5-35, 2010.
- MACHADO, A. C. P.; CUNHA, C. M. L. Feições denudacionais localizadas em áreas de alto potencial de acúmulo de energia: um estudo da alta bacia do rio Itanhaém, baixada santista, São Paulo. In: Congresso De Meio Ambiente, 7, 2012, La Plata. *Actas...La Plata*, 2012. p.1-7.
- MACHADO, A. C. P.; CUNHA, C. M. L. A influência das características morfométricas do relevo na morfodinâmica: um estudo da alta bacia do Rio Itanhaém (SP). *Geociências*, v.32, n.2, p.298-316, 2013.
- MACMILLAN, R. A.; SHARY, P. A. Landforms and landform elements in geomorphometry. In: HENGL, T.; REUTER, H. I. (Ed.). *Geomorphometry: concepts, software, applications*. Elsevier, v.33, p.227-256, 2008.
- MARQUES NETO, R.; ANDRADE, A. C. D. Expansão urbana e apropriação do relevo em São Lourenço (MG): a bacia do Córrego Jardim. *Caminhos de Geografia*, v.11, n.36, p.331-347, 2010.
- MATHIAS, D. T.; CARVALHO, P. F. Análise morfométrica da bacia do córrego Tucum (São Pedro/SP) e elaboração da carta de energia do relevo em meio digital. In: Simpósio Nacional de Geomorfologia e Conferência Latino-Americano de Geomorfologia, 7, 2, 2008, Belo Horizonte. *Anais... Belo Horizonte*, 2008.
- MENDES, I. A. A dinâmica erosiva do escoamento pluvial na bacia do Córrego Lafon – Araçatuba–SP. 171f. Tese (Doutorado em Geografia). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Universidade de São Paulo. São Paulo, 1993.
- MAURO, C. A. et al. Contribuição ao planejamento ambiental de Cosmópolis–SP–BR. In: *Encuentro de Geógrafos da América Latina*, 3, 1991, Toluca. *Anais... Toluca*: 1991. v.4, p.391 –419.
- ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais antropizados. *Revista do Departamento de Geografia*, n.8, p.63-74, 1994.
- ROSS, J. L. S. Geomorfologia e geografia aplicadas a gestão territorial: teoria e metodologia para o planejamento ambiental. 322f. Tese (Livre Docência). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2001.
- SANCHEZ, M.C. A propósito das cartas de declividade. In: *Simpósio de Geografia Física Aplicada*, 5, 1993, São Paulo. *Anais... São Paulo*, 1993.
- SATO, S. E.; CUNHA, C. M. L. O uso de técnicas morfométricas em municípios litorâneos: o caso de Mongaguá (SP). *Estudos Geográficos*, v.5, n.2, p.1-20, 2007.
- SILVA, D. L.; CUNHA, C. M. L. Análise morfométrica da bacia do Córrego do Lageado (SP). *Caminhos da Geografia*, v.9, n.26, p.153-172, 2008.
- SILVEIRA, A. Proposta metodológica para avaliação dos níveis de restrição do relevo ao uso urbano. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, 2013.
- SMITH, G. H. The relative relief of Ohio. *The Geographical Review*, v.25, p.272-284, 1935.
- SOUZA, T. A.; CUNHA, C. M. L. Análise dos atributos físico-ambientais do município de Praia Grande (SP). *Sociedade & Natureza*, v.24, n.2, p.303-318, 2012.
- SPIRIDONOV, A. I. Principios de la metodologia de las investigaciones de campo y el mapeo geomorfológico. Havana: Universidad de la Habana, 1981.
- TRICART, J. Principes et méthodes de la géomorphologie. Paris: Masson, 1965.
- ZACHARIAS, A. A. Metodologias convencionais e digitais para a elaboração de cartas morfométricas do relevo. 166f. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente). Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, 2001.
- ZACHARIAS, A. A.; FREITAS, M. I. C.; SANCHEZ, M. C. Uso da cartografia digital na elaboração de cartas morfométricas do relevo: uma proposta metodológica. *Geografia*, v.30, n.1, p.37-57, 2005.

**OS RECURSOS HÍDRICOS  
E OS COMITÊS DE BACIAS  
HIDROGRÁFICAS: A  
INSTRUMENTALIZAÇÃO DO  
PLANEJAMENTO E A  
INSERÇÃO PARTICIPATIVA**

Vera Lúcia Freitas Marinho  
Edvaldo Cesar Moretti

## INTRODUÇÃO<sup>13</sup>

*“[...] As águas são a epifania da natureza. Acho que as águas iniciam os pássaros. Acho que as águas iniciam as árvores e os peixes, e acho que as águas iniciam os homens. Iniciam-nos. E nos alimentam e nos dessedentam”*

*“[ ] Agora penso nas águas do Pantanal, nossos rios infantis que ainda procuram declives para correr.[ ] Nossos rios precisam de idade ainda para formar os seus barranco”..  
Poema Águas - Manoel de Barros 2001*

O debate proposto nesse capítulo nasce do esforço coletivo de refletir sobre a proposição hegemônica de gestão da água e seus desdobramentos na produção dos territórios.

Em pesquisa científica e diálogos com gestores que atuam nos comitês de bacias hidrográficas sul-mato-grossense, em especial, na bacia hidrográfica do rio Miranda, localizada no estado de Mato Grosso do Sul, certificamos a existência de conflitos estabelecidos entre usuários dos recursos hídricos – entre estes, os produtores rurais (fazendeiros pecuaristas e irrigantes), as agroindústrias, empresários urbanos e do turismo e lazer. Estes sujeitos, muitas vezes, são os mesmos que atuam em frações diferentes da produção capitalista, entram em conflito no processo de produção das formas de uso e gestão da água, mas estabelecem limites a este conflito, que pode ser basicamente sintetizado na manutenção das formas concentradoras da propriedade da terra e do uso privado do bem público, no caso de nossa análise, a água.

Mas, também estabelecemos contato com conflitos entre o capital e o trabalho, ou seja, os trabalhadores do campo e da cidade que participam do embate sobre o direito de uso e gestão dos recursos hídricos, às vezes de forma silenciosa, outras vezes de forma ruidosa. No Esse conflito, em muitos casos, apresenta-se invisível no processo de construção dos mecanismos de planejamento e gestão de usos das águas, no entanto, necessita de visibilidade para compreendermos a real inserção das demandas populares na relação sociedade natureza.

Este capítulo visa ponderar sobre a construção e implantação de mecanismos de controle e gestão da relação sociedade natureza, neste caso, tratando em específico das normas e instrumentos aplicados ao gerenciamento dos recursos hídricos. Partimos da premissa que a construção dos instrumentos regulatórios e normativos fazem parte do processo de entendimento da natureza como mercadoria e sua apropriação e uso devem estar inseridos nos mecanismos de reprodução do capital.

Nessa perspectiva, busca-se contribuir refletir sobre a necessidade de desconstruir entendimentos consolidados historicamente de produção de modelos de planejamento calcados na perspectiva do mercado e, portanto, dos mecanismos normativos que estruturam as formas de uso da água, considerando para quem se constrói estas normas e qual sua finalidade.

## CONTEXTO HISTÓRICO-GEOGRÁFICO DOS INSTRUMENTOS REGULATÓRIOS E NORMATIVOS DA GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS NO TERRITÓRIO NACIONAL

No Brasil, desde o período colonial, há referências histórico-geográfica de dispositivos legais de regulações e normas especiais dos usos das águas nacionais. Embora que tais procedimentos não fossem, diretamente, aplicados à gestão dos recursos hídricos, já existiam orientações para racionalizar e controlar os usos das águas para atender determinadas demandas de ordem social, política e/ou econômica.

Nos séculos XVI e início do XVII, entre o ano 1514 até 1603 – o qual remonta à dominação espanhola, as regras de controle de usos das águas nacionais foram estabelecidas pelas Ordenações Manuelinas. Posteriormente, tais regulamentos passam a advir das Ordenações Filipinas – vigente entre o ano de 1603 até 1917, nelas, incluíam-se os dispositivos de domínio e usos das águas estabelecidas pela Coroa portuguesa em seus territórios colonizados. Fato que, entre século XVI até o início do XX, era costume incluir “[...] os rios navegáveis e aqueles que os formam, sendo caudais e permanentes ainda que de uso comum, seriam propriedade Real”, portanto, de maneira geral os rios eram de domínio e patrimônio real português (DOMINGOS NETO & SILVEIRA, 2011, p.07). Para o uso das águas pelos

<sup>13</sup> O capítulo apresenta partes do texto da pesquisa de doutorado da primeira autora intitulada: “Leitura Geográfica Sobre a Política dos Recursos Hídricos no Brasil: o Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Miranda (MS)”.

cidadãos portugueses e os moradores de suas colônias era necessária uma doação ou permissão por meio de uma concessão régia de uso (MACHADO, 2004).

De modo geral, entre o final do século XIX e meados do século XX, no país foram ampliadas as demandas de usos das águas. Na época o processo de crescimento urbano exigia ampliação e melhorias nos recentes e precários serviços de abastecimento de água potável, energia e saneamento, fato que, de acordo Domingos Neto e Silveira (2011) até primeira metade do século XIX os serviços de distribuição de água existiam apenas para as repartições públicas, Igrejas e umas poucas residências domiciliares. Nessa época, os serviços eram realizados por empresas privadas e, na maioria, de capital inglês que atendiam com exclusividade as zonas habitadas. O poder econômico dos moradores direcionava para os que seriam atendidos, ou excluía o acesso de distribuição de água potável – neste caso, se encontrava a grande maioria da população que não possuía as condições financeiras para pagar por tais serviços (IORIS, 2009). Durante este momento histórico, a gestão das águas nacionais construiu um modelo burocrático, caracterizado pela hierarquização das ações e pela gradual autoridade e poder em entidades públicas.

De acordo Campos e Fracalanza (2010), a partir da primeira metade do século XX, o país passou de eminentemente agrário para consolidar uma industrialização fundamentada na substituição de importações. Tal mudança refletiu na gestão dos recursos hídricos, o Governo central passou a promover a reorganização dos órgãos públicos no sentido de atender às novas demandas econômicas e sociais pujantes no território nacional.

No século XX, associado ao início da fase industrialista do país, o marco jurídico foi à aprovação do Código de Águas de 1934, instituído por Decreto Federal Nº 24.643 de julho de 1934. O Código de Águas definia as águas conforme suas destinações de usos: público, com uso comum ou dominial; comum e particular. Definia os direitos sobre a água como: posse e privado. Em situações de conflitos entre usos e usuários, competia ao Estado através do órgão executor – o Ministério da Agricultura, intervir na defesa dos usos públicos. A partir da promulgação do Código das Águas se previa a exploração dos usos dos recursos hídricos por concessão a serem outorgadas por decreto do Presidente da República, referendado pelo ministro da Agricultura, e ainda estabelecia, ao assinar o termo de concessão, os valores a serem depositados nos cofres públicos, em moeda corrente da época (BRASIL, 1934).

Ademais, o Código abordava as normas de gestão próximas às atuais contidas na Política Nacional de Recursos Hídricos, entre as quais: a penalização através da cobrança de multas por danos e contaminações das águas, sendo, esta uma indicação do princípio poluidor-pagar; além dessa, a outra diz respeito às licenças de usos das águas por contratos de concessões. Apesar de abrangente, o Código serviu de base jurídica aos investimentos de gestão até o final da década de 1990 (CARVALHO, 2009; GONTIJO JR & TRIGO, 2001; MAGALHÃES JÚNIOR, 2007).

Ao longo da segunda metade do século XX, a gestão dos recursos hídricos foi centralizada no setor hidroelétrico, incluindo, nesse período volumosos investimentos públicos e privados destinados às grandes obras de engenharia que permitissem a exploração hídrica para geração de energia, como também para o controle de cheias e irrigação. Em grande medida, essas obras foram executadas com financiados por empréstimos externos (IORIS, 2009).

Cabe ainda ressaltar que, durante o regime de governo ditatorial brasileiro foram realizadas várias iniciativas no sentido de uma política de Estado centralizada e desenvolvimentista. Nesse período, a gestão dos recursos hídricos foi voltada a construção de pactos em torno das ações priorizando e reafirmando os interesses setoriais, gerando, além do monopólio administrativo nos serviços de geração de energia hidroelétrica, um crescente investimento de recursos público em obras de irrigação agrícola, como também de alianças estabelecidas pela expansão do mercado capitalista internacional, que se tornaram favoráveis às condições dos empréstimos públicos em grandes obras de infraestrutura. Ao considerar os interesses de política de Estado da época, por mais de duas décadas (1970 e 1980), mantiveram os investimentos centralizados nos vetores de crescimento econômico vinculado a expansão de mercado capitalista internacional, priorizando como pilares de aplicações de recursos públicos federais no setor elétrico e de irrigação.

A partir de meados dos anos de 1980, as iniciativas visando à abertura da gestão participativa dos recursos hídricos são apontadas no contexto nacional e internacional. Tais iniciativas passaram a ser defendidas por parte de muitos setores da sociedade na busca de pressionar e a ampliar a discussão sobre os problemas ambientais que se ampliaram nas últimas décadas do século XX. Desse modo, tornou-se urgente adotar medidas para reavaliar “[...] o quadro legal institucional federal, visando

comportar um tratamento diferente às questões ambientais antes consideradas temas secundários nos programas de desenvolvimento do governo” (MAGALHÃES JÚNIOR, 2007, p.178).

Nas últimas décadas do século XX são relevantes às repercussões das manifestações por parte de setores da sociedade, muitos desses com representatividade em conferências e fóruns internacionais, reivindicando soluções aos problemas relacionados à conservação ambiental. Nesse período, o Estado passou a ser objeto de críticas neoliberais que se manifestam e condicionam mudanças nas políticas públicas nacionais. Associado a esse momento histórico, ocorre no país a abertura ao capital privado internacional por meio de concessões de setores básicos, antes controlados pelo Estado, como por exemplo, o sistema público de abastecimento e tratamento das águas e geração de energia, quebrando o monopólio público e exigindo um novo quadro administrativo e a criação de leis e novas normas mais flexíveis à gestão dos recursos hídricos.

Desse modo, a partir da década de 1990, a reforma do Estado brasileiro incluiu as orientações dedicadas à reestruturação de um modelo de gestão dos recursos hídricos cuja base jurídica-institucional foi a Lei Nº 9.433/1997 que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos. A Lei adota a compreensão água como um bem de domínio público; atribuído de valor econômico. Com base nesses dois eixos, foram normatizados os aspectos jurídicos dos instrumentos técnicos de gestão: a outorga do direito de usos e a cobrança pelo uso dos recursos hídricos (CASTRO et al., 2005).

Na referida Lei federal foi definida a bacia hidrográfica como a base físico-territorial de planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos e, em relação aos aspectos políticos-institucionais, foi formalizada a criação de organismos de bacias, entre estes, os conselhos, os comitês de bacia hidrográfica, as agências de águas. Dessa maneira, evidencia-se um direcionamento das ações do Estado à sociedade através da descentralização das decisões, ou seja, criaram-se estruturas e processos em novas configurações de poder, nas instâncias federal, estadual e a local (PEREIRA & FORMIGA-JOHNSON, 2005, p.54).

Os princípios de gestão participativa determinam a criação de uma estrutura na forma de matriz institucional de gerenciamento responsável pela execução de funções específicas e adota o planejamento estratégico por bacia hidrográfica. Os processos de decisões intermediadas por deliberações multilaterais e descentralizadas e o estabelecimento de instrumentos legais e financeiros. Desse modo, foram construídos os pilares norteadores da Política Nacional de Recursos Hídricos e desenvolveu-se a organização do modelo nacional dos sistemas de gerenciamento dos recursos hídricos a ser adotado no país (BRASIL, 2006).

Nos anos subsequentes à Lei no 9.433/1997, o processo de instituição das políticas estaduais de recursos hídricos foi impulsionado. Na década de 2000 foram criadas as bases institucionais e técnicas de apoio à formação dos conselhos gestores estaduais de recursos hídricos tanto que atualmente em todos os estados da federação possuem estes órgãos. Em suma, considerando as bases jurídico-institucional das metas de implementação dessa Política executada pelo Governo brasileiro, atualmente, todos os estados brasileiros organizaram e instituíram suas legislações de recursos hídricos.

## **A UNIDADE FÍSICO-TERRITORIAL DA BACIA HIDROGRÁFICA: DESAFIOS ANALÍTICOS AO PLANEJAMENTO E A GESTÃO**

No processo histórico de construção do modelo de gestão da água no Brasil, a bacia hidrográfica é assumida como delimitação territorial de planejamento. No âmbito das políticas públicas, a bacia hidrográfica se destaca como a base conceitual e a unidade físico-territorial voltada à aplicação das ações inerentes ao planejamento e o gerenciamento dos recursos hídricos, destacando, entre outras, a sua função histórico-geográfica na delimitação de territórios e por agregar os aspectos sociais, econômicos, políticos e da biodiversidade (MARINHO, 1999; 2015).

A compreensão conceitual da bacia hidrográfica com o enfoque físico-funcional da totalidade dos seus componentes e nas suas inter-relações está associada à teoria geral dos sistemas surgida nos Estados Unidos, no final da década de 1920. Essa compreensão ganhou notoriedade no meio acadêmico, como também, passou a ser aplicada em várias áreas da ciência. Fato que, no Brasil, ao longo da segunda metade do século XX, especialmente, entre o final da década de 1960 e início de 1970, o uso da teoria geral dos sistemas ganhou impulso notadamente nos estudos de hidrologia, hidrogeologia e a geomorfologia fluvial (MARINHO, 1999; MENDONÇA, 1998).

Naquele período, a teoria foi amplamente aplicada nos estudos associado à Teoria dos Modelos e Quantificação. Um exemplo são os estudos que adotam as perspectivas de compreensão da bacia

hidrografia como um sistema aberto de equilíbrio dinâmico organizado de tal forma que seus elementos apresentam relações discerníveis uns com os outros e opera, integralmente, como um todo complexo (CHRISTOFOLETTI, 1980).

A bacia hidrográfica compreende como um conjunto de atributos e elementos do meio físico e antrópico, constituindo paisagens integradas cujos elementos se inter-relacionam de maneira efetiva e inseparável. A integridade da bacia hidrográfica ocorre em cada um dos seus elementos, onde matéria e energia apresentam uma função própria e todos estão estruturados e intrinsecamente inter-relacionados (LEAL, 1993; PROCHNOW, 1990). Nesse sistema, há uma integração processual, interna e externa, por onde circulam matérias sólidas e líquidas fornecidas a partir do fluxo de matéria e energia de um rio ou de uma rede de canais fluviais (CARVALHO, 2009).

A bacia hidrográfica ao ser tecnicamente delimitada e cartografada adquire o significado de limites referindo-se à linha de demarcação a partir das curvas de nível, separando-a pela topografia e pelo sentido da direção das águas, terrenos ou territórios contíguos e o divisor de águas assume a condição de marco físico de divisão hidrográfica.

Tais abordagens provocam inquietações no diz respeito às formas abstratas das noções conceituais da bacia hidrografia. Se, de um lado, articula-se o seu recorte uno, de outro, fragmenta-o em partes ou unidades. Neste caso, o uno é explicado pela integração, separação. Em outros termos, compartimenta-se algo para o estudo do seu todo. Portanto, ao mesmo tempo em que se insinua a unicidade para compreendê-la, ainda assim, existe a necessidade de se adotar critérios para separar em partes, subdividir e classificar.

Conforme Hissa (2002) nos recortes e nas delimitações estão contidas a abstração dos objetivos do observador, portanto, as classificações podem, dependendo desse olhar, juntar o que aparentemente mais se assemelha ou reparti-lo em pedaços, adquirindo, assim, o significado que os olhos a pretendem fornecer. Afinal, “[...] é sempre possível designar os entes de modo diferente, dar nomes distintos, tornados igualmente (socialmente) próprios. E os nomes próprios, sabemos, são apropriações do mundo, são invenções de mundo” (PORTO-GONÇALVES, 2002, p.231).

Os limites, perceptíveis ou não, são tecnicamente desenvolvidos para representar uma ordem na natureza. Desse modo, repartir em pedaços, classificando e unindo o que, aparentemente, mais se assemelham, facilita a compreensão no sentido de aproximar-se de seu controle (HISSA, 2002). Contudo, nesta base físico-territorial, há uma multiplicidade de implicações internas e externas, onde os fenômenos originários da dinâmica das relações sociais anulam a compreensão limites físico-hidrográficos.

Se, por um lado, a compreensão conceitual da bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gerenciamento, parece resolver a questão técnica de delimitação da escala nacional e regional, por outro, no entanto, não apresenta clareza por criar instâncias institucionais cujo território possui fronteiras políticas não coincidentes com limites hidrográficos. Assim, do ponto de vista do gerenciamento dos recursos hídricos, ao criar uma territorialidade que não coincide com a divisão político-administrativa levanta diversas limitações, dificuldades e desafios para a operacionalização dos comitês de bacias hidrográficas. Embora a Lei federal não dê destaque aos municípios eles são as “células políticas” de execução das políticas públicas em um sistema o qual os interesses estaduais não são sempre convergentes (ABERS & JORGE, 2005; MAGALHÃES JÚNIOR, 2007).

Considerando essa ótica, Leal (2012) reconhece que delimitar a área de atuação dos comitês de bacias hidrográficas interestaduais é um desafio, pois, nessa delimitação, há necessidade da complementação e sobreposição de informações que em geral não possuem as mesmas territorialidades definidos para fins de gestão da água e atuação do Comitê.

Outra perspectiva deve a ser considerada, refere-se aos conflitos como, por exemplo, no uso da base cartográfica das bacias hidrográficas e a disponibilidade de dados nacionais, nesse caso, pode ser especificada a base de dados nacionais, socioeconômicos, censitários e de infraestrutura disponibilizados por municípios, estados ou federação, onde não são obedecidas as delimitações técnicas cartográficas das bacias hidrográficas.

Deve-se, ainda, ponderar sobre os métodos de sobreposição de dados e análises cartesianas as quais ficam fragilizadas, como, por exemplo, ao observar localidades onde há obras de engenharia como os açudes, cisternas e reservatórios para geração de energia elétrica e abastecimento público urbano, bem como as situações especiais das reversões e de transposições de bacias. Tais fatos têm revelado outra lógica de percepção territorial, e a escala da bacia hidrográfica apresenta limitações para integrar as formas de associações de usuários.

Outra questão, diz respeito às especificidades das bacias hidrográficas brasileiras, como o que ocorre em localidades da região Nordeste, em que a rede hidrográfica possui muitos rios intermitentes, ou da região Norte, onde há rios em escala amazônica, além daquelas situações especiais como as previstas no Plano Nacional de Recursos Hídricos que demandam uma gestão voltada para alocação dos recursos hídricos, muitas vezes, entre bacias hidrográficas diferentes, a título de exemplos nacionais, como acontece no Sistema Canteira, e do Paraíba do Sul (BRASIL, 2006). Na prática, isso significa limitações no que diz respeito aos diferentes critérios técnicos de ordenar e classificar as bacias hidrográficas formadas por rios de domínio estaduais e pelos rios de domínio federal.

Em relação às negociações, tem-se caminhado para alternativas, por exemplo, há casos no nordeste brasileiro em que a dependência de obras hídricas reforça o surgimento das associações de usuários que se reúnem em comitês ou as associações visando uma perspectiva de gestão, desejada há séculos, mais igualitária de acesso aos recursos dos recursos hídricos (PACGNOCCHESCHI, 2003; TORRES, 2007).

No caso dos rios amazônicos e pantaneiros assume relevância organizar, articular e instalar comitês em escala de bacias hidrográficas com características como: distintas realidades das populações residentes e as distâncias continentais entre as localidades na mesma bacia apresentam um universo de percepção dos conflitos que, muitas vezes, está muito distante das necessidades básicas e reais dos povos que vivem nesses territórios.

Considerando, especialmente os casos supracitados, estudos revelam que há outra assimilação do território com vínculos culturais e/ou da construção do conhecimento pré-existente das populações residentes, entre os quais as comunidades tradicionais os povos e indígenas são muito mais conectados, no sentido da percepção, ao seu espaço próximo, incluindo trechos de rios. Sob essa lógica, a bacia hidrográfica não possui a identidade sociológica, administrativa ou política e, geralmente, não inclui a visão global, como àquela difundida na noção de espaço funcional de políticas e plano de gerenciamento de recursos hídricos (MAGALHÃES JÚNIOR, 2007).

De modo geral, ao considerar a multiplicidade das realidades brasileira, a bacia hidrográfica pode revelar-se com um conceito abstrato e distante, pois comporta limitações técnicas e fragilidades práticas para aplicação de um modelo de gestão das águas. Nesses casos, tais questões não podem sobrepor-se aos aspectos que envolvam situações de crescente pressão de usos das águas, com tendência de privar o seu acesso como elementos vital, social e comum dos sujeitos que possuem vínculos histórico-culturais na construção desses territórios. Nesse sentido, na construção das políticas públicas de recursos hídricos, observa-se que a racionalização dos limites e controles nem sempre são os mais justos do ponto de vista econômico e social, ou, ainda, coerente ambientalmente (IORIS, 2009; 2013).

Outro obstáculo em relação às atuais políticas públicas de gestão dos recursos hídricos está associado à duplicidade de domínio (União e Estados) que incluem na bacia hidrográfica as divisões político-administrativas territoriais de no mínimo dois estados e de vários municípios. Tais situações revelam desafios ao modelo de gestão integrada por bacias hidrográficas por incompatibilizar os limites e na prática revelam dissonâncias entre a unicidade da bacia e a fragmentação das ações de gerenciamento (GONTIJO JR & TRIGO, 2013).

Portanto, se, por meio dessa base físico-territorial da bacia hidrográfica são propostos planos e ações voltadas às políticas públicas ambientais e na delimitação cartográfica da bacia hidrográfica se agrega total e/ou parcialmente, dados e informações fragmentadas, como identificar no conjunto todos os atores sociais diretamente interessados e envolvidos na tomada de decisões?

Por tais razões, podemos entender que adotar tal definição se constitui em um desafio analítico, pois, conforme observa Rodrigues (2007), se a gestão, tal como preconizada pela lei, tem que ser feita na bacia, então, alguns postulados da própria lei não podem ser aplicados sem ressalvas. Por exemplo,

[...] definir-se que os recursos provenientes da cobrança pelo uso da água, em uma determinada bacia hidrográfica, terão que ser investidos na própria bacia é uma determinação arbitrária, pois não há como saber em princípio, se água cobrada nesta bacia provém dela mesma ou se é oriunda de outra bacia. Ainda que seja possível encontrar essa resposta quando se tratar de águas superficiais, não se pode dizer o mesmo quando se tratar de águas subterrâneas (RODRIGUES, 2007, p.165).

Assim, embora a base física territorial da bacia hidrográfica apresente métodos técnicos que permitem a sua delimitação no espaço e igualmente uma boa representação cartográfica, algumas restrições acabam sendo impostas principalmente quando envolvem variáveis sociais, econômicas, políticas e culturais (CARVALHO, 2009).

Na busca de uma orientação, concordamos com a perspectiva de Machado (2013) ao afirmar que há necessidade de refletir sobre a bacia hidrográfica de uma forma mais complexa, que vá além da abordagem conceitual e de sua caracterização físico-cartográfica, pois, na gestão, parece razoável considerar que a unicidade territorial da bacia hidrográfica pode não exercer a função integradora prevista na Lei. Ao adotar a base física e escala territorial da bacia hidrográfica, algumas restrições acabam sendo impostas principalmente quando envolvem variáveis sociais, econômicas, políticas e culturais.

Nesse sentido, conforme a interpretação de Ioris (2008) as representações técnicas e as classificações apresentadas em mapas, hidrogramas e modelos de computadores conseguem reter apenas momentos,

[...] ou fragmentos, de um sistema estruturado, aberto e dinâmico: mesmo os fatores que aparentemente demonstram ser estáticos, como os divisores de água, a rede fluvial e o regime hidrológico, são regularmente transgredidos em razão, por exemplo, de sucessões ecológicas, alterações geomorfológicas, migrações demográficas ou transferência e represamento de água (IORIS, 2008, p.63)

Desse modo, a bacia hidrográfica compreende dimensões do espaço geográfico que incluem distinções da soma das ações metabólica entre sociedade e natureza, incorporando diferenças e conflitos entre grupos sociais, uma vez que o acesso à natureza e os impactos da sua transformação são sentidos de forma diferenciada pelos diferentes grupos e agentes sociais (IORIS, 2008).

Essa leitura sugere o uso e a aplicação dos conceitos da bacia hidrográfica como um espaço social complexo e em permanente transformação, entendendo-se como unidade física em que a atuação dos comitês terá suas ações refletidas no território. Por isso, faz-se necessário analisar as reformas institucionais e a construção das políticas de gestão dos recursos hídricos compreendendo que, apoiado em Raffestin (1993), somente se exerce o poder sobre o território quanto existe algo que chame a atenção ou desperte o interesse e passe a ser fonte de recursos para o grupo social que sobre ele exerce poder.

A bacia hidrográfica pode, portanto, expressar informações que são muito além do visível, muitas dessas, vinculadas às políticas públicas e as relações de controle e poder externamente definidas, por exemplo, como os interesses e conflitos estabelecidos na instalação dos colegiados gestores de recursos hídricos.

## **OS COMITÊS DE BACIAS HIDROGRÁFICAS: DA DESCENTRALIZAÇÃO À INSERÇÃO PARTICIPATIVA**

No Brasil, a instituição dos comitês de bacia hidrográfica é uma experiência em processo de construção. Os comitês de bacia hidrográfica são propostos na busca de criar alternativas para descentralizar o sistema nacional de gestão de recursos hídricos. De modo geral, as iniciativas resultaram de um conjunto de reformas adotadas a partir das referências e experiências internacionais de gerenciamento de recursos hídricos, postas em prática desde a década de 1960, em países como: Estados Unidos, França, Alemanha e Inglaterra (MIRANDA, 2006).

No contexto nacional, partir da década de 1990, foi formalizado um conjunto de ações enquanto política de Estado, sinalizando as orientações específicas de um modelo nacional de gestão dos recursos hídricos. No ano de 1995, o Governo Federal criou, no âmbito do Ministério do Meio Ambiente (MMA), a Secretaria de Recursos Hídricos (SRH), cujas responsabilidades foram propor a formulação da Política Nacional de Recursos Hídricos, bem como de acompanhar e monitorar sua execução cujos fundamentos incluem,

[...] o princípio da subsidiariedade e cujo processo decisório flui em diferentes escalas espaciais, desde o nível federal aos níveis mais

locais, próximos do cidadão (municípios, bacias hidrográficas, etc.) [...] a participação de diferentes setores da sociedade, incluindo os usuários da água e representantes da sociedade civil organizada (MAGALHÃES JÚNIOR, 2007, p.70).

Além desses aspectos, de acordo com Abers e Jorge (2005), a descentralização na política de recursos hídricos significou um processo de institucionalização, em nível local, neste caso, sob a perspectiva da bacia hidrográfica. Desse modo, a descentralização integrada e participativa passou a ser realizada por meio da criação de dois entes públicos em cada bacia: os comitês de bacia hidrográfica e as agências de bacia compreendidas como braços executivos dos comitês.

O marco legal da institucionalização comitês de bacias hidrográficas foi a Política Nacional de Recursos Hídricos – Lei federal 9.433/97 e leis dos estados da federação com fundamentos na gestão descentralizados, integrados e participativos. Dessa forma, em âmbito nacional, foram criadas as condições institucionais, instrumentos de gerenciamento técnico-financeiros e organizacionais visando executar as metas da execução dessa Política. Os comitês passaram a ser instalados como órgãos colegiados locais da gestão de recursos hídricos possuidores de atribuições de caráter normativo, consultivo e deliberativo, integrantes do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH). A formação desses colegiados deve ser por representação do poder público, usuários, e da sociedade civil e podem atuar em diferentes limites geográficos.

As ações dos comitês de bacia hidrográfica em rios de domínio dos Estados, afluentes e rios de domínio da União são desenvolvidas mediante articulações entre a União e os Estados cujos critérios e as normas são estabelecidos pelos Conselhos Nacional, Estaduais e o Distrital de Recursos Hídricos (BRASIL, 2011). Associado às metas da Lei federal, o número de novos comitês estaduais cresceu expressivamente, tanto que, a partir de 1997, o número de comitês de bacias instalados em rios de domínio estadual, passou de 29, naquele ano, para 194, em 2013, cobrindo, atualmente, quase 30% do território nacional (BRASIL, 2015).

Ao analisar a distribuição regional dos comitês no País, ressalta-se que a maior concentração de comitês se encontra na região Sudeste. As regiões Sul e Nordeste apresentam situações bem próximas quanto aos números de comitês criados até o momento. Essas três regiões, comparadas com as demais, demonstram assimetrias regionais como, por exemplo, nas regiões Centro-Oeste e Norte, além de recentes, poucos comitês foram criados, sendo inexistentes em muitos estados.

A concentração de comitês criados nas regiões Sul, Sudeste e Nordeste, permite relacionar a crescente exploração e apropriação dos recursos hídricos – por partes de setores produtivos –, com as constantes disputas entre os usuários do setor público e da iniciativa privada. Nas demais regiões Norte e Centro-Oeste, além da falta dos aparatos institucionais de política de Estado, há outros aspectos relevantes na criação dos comitês em escala de bacias hidrográficas, por exemplo, como a amazônica e do pantanal, por não apresentarem uma identidade entre as realidades das populações residentes e os conflitos relacionados ao acesso dos recursos hídricos.

Em suma, conclui-se que entre os motivos que levaram a criação de um número elevado de comitês de bacias no país estão associados às questões como: as políticas de Estado no sentido de se adequar às novas leis de recursos hídricos, portanto, a provação da Lei federal fortaleceu as leis estaduais existentes, legitimando o modelo de descentralização da gestão de recursos hídricos; outra questão diz respeito às ações proativas do governo federal, por exemplo, embora os órgãos governamentais, especialmente a Agência Nacional de Águas, por adotar a exigências quanto à existência de comitês como requisito para o recebimento de apoio financeiro, como também, por órgão organismos de cooperação internacional, particularmente, por financiar as condições para que os atores locais se mobilizassem na criação de vários comitês estaduais. Destaca-se, diante disso, as muitas ações de parcerias de programas e projetos executados por organizações não governamentais com vínculos de financiamento com o BID e o Banco Mundial, entre outros organismos internacionais.

## **OS COMITÊS DE BACIAS HIDROGRÁFICAS: ATRIBUIÇÕES E LIMITAÇÕES**

Os comitês de bacias hidrográficas são citados como fórum de governança que possuem, entre outras atribuições, a determinação dos preços e da aplicação dos recursos da cobrança pelo uso da água. As agências de água ou de bacia são entidades técnicas e executivas que atuam em apoio à secretaria-executiva o apoio técnico e administrativo ao processo decisório, realizariam a cobrança e executariam

os projetos. Além de ser o principal meio de gerar recursos para a gestão da água em cada bacia, este pagamento seria chave para a sustentabilidade de um novo sistema decisório descentralizado e participativo (BRASIL, 2014).

Considerando essa atribuição aos comitês, este seria a principal fonte da força política dos comitês. No entanto, segundo Formiga-Johnsson et al. (2007) na maioria dos novos comitês de bacia, as controvérsias centralizam em torno de dois instrumentos de gestão: a outorga e o mecanismo de cobrança de usos, este último, enfrenta resistências e desconfianças por parte dos usuários dos recursos hídricos.

Nessa análise, é necessário levar em conta as limitações em relação à descentralização do poder. Trata-se de uma tentativa de maior participação da sociedade no processo de tomada de decisão. Entretanto, conforme Pagnoccheschi (2003), tendo em vista o processo democrático, há limitações na prática das ações para fazer ouvir as demandas, interesses e necessidades locais.

Outros desafios, na visão de Pereira e Formiga-Johnsson (2005), encontram-se na forma de gestão participativa dos comitês de bacias nacionais e na capacitação dos membros dos comitês de bacia, sobretudo, para criar uma condição de participação “qualificada” e democratizar o processo decisório. Defende-se uma postura de pôr em prática o saber técnico a serviço da gestão descentralizada. Isto sugere que na composição do comitê apresente-se um perfil e ideário técnico. Esse fator é explicado porque, na criação dos comitês, há o envolvimento de diversos grupos técnicos, não somente nos governos, mas também nas universidades, organismos internacionais e organizações não governamentais articulados em discussões internacionais.

Outra fragilidade está na falta de autonomia financeira dos comitês o que tem gerado confusões em relação ao seu papel efetivo em deliberar as ações dos planos de recursos hídricos da bacia – atribuições dos comitês em quase todos os estados – no entanto, pouco concreta quando se leva em conta que o poder público tem, frequentemente, ignorado as decisões previstas nos planos e deliberadas pelos comitês (ABERS & JORGE, 2005; ABERS et al., 2009).

A cobrança que antes era uma expectativa, a partir de 2005, passou a ser juridicamente adotada por aprovação do Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH, em âmbito federal e estadual, como um incentivo indireto e sistemático de controle de usos sobre os recursos hídricos, bem como foi estabelecida a possibilidade de retorno dos recursos financeiros arrecadados a serem aplicados em ações na bacia hidrográfica. Desse modo, no caso de esse instrumento ser implantado, muitos grupos passaram a acreditar que vale a pena agir nos comitês para garantir que estejam bem informados e posicionados sobre a questão. Nota-se, ainda, que a aceitação da cobrança por parte de representações de setores econômicos dominantes foi a partir da percepção desses grupos que o mecanismo da cobrança não representaria uma ameaça à rentabilidade econômica, pelo contrário, pode ser altamente instrumental, já que permite a recuperação do passivo ambiental e, pode, inclusive, criar oportunidades de novos negócios relacionados à qualidade e disponibilidade de água (IORIS, 2009; 2013).

Nas últimas duas décadas, cada vez mais, foram incentivadas as políticas participativas. No âmbito das políticas públicas, dos recursos hídricos nacionais, a criação dos comitês de bacia hidrográfica é considerada uma experiência em processo de construção. Inspirados em um modelo de gestão das águas compartilhado e participativo, a criação dos comitês têm como o propósito integrar os governos, seja no âmbito da União e Estados, cujas ações devem ser realizadas na unidade territorial da bacia hidrográfica na qual o comitê foi criado.

De acordo com Leal (2012), os comitês de bacias, por se constituírem de representações sociais heterogêneas, podem permitir um processo de gestão descentralizado, sendo um estímulo para a integração institucional e a comunidade. São compreendidos como canais de reivindicação e, portanto, plausíveis para as pesquisas acadêmicas, como, também, nas discussões e proposições no âmbito social, econômico e ambiental voltadas às políticas públicas de gestão dos recursos hídricos.

Os comitês são compreendidos como instâncias político-institucionais, descentralizada e participativa, e devem envolver as representações dos poderes públicos, das organizações da sociedade civil e dos usuários dos recursos hídricos entre os quais se incluem os setores da iniciativa privada, tais como, as empresas de saneamento básico e energético, as agroindústrias, os pecuaristas e agricultores, a navegação e o turismo, entre outros. Tais colegiados congregam várias instituições e representações da sociedade civil, responsáveis por discutir sobre um interesse comum a gestão dos recursos hídricos no âmbito a bacia de sua jurisdição. Entre outros aspectos, são discutidos: a alocação de direitos, tais como: à água e tecnologia, a participação e a tomada de decisões. Além desses, ainda devem ser buscados

os direitos aos recursos água, manutenção e fundos de investimentos criando mais espaço para considerar os grupos de interesse e o poder social.

Os comitês são instituídos no entorno de um processo político cujas relações incluem as ações do Estado e a sociedade civil inseridos em processo de governança participativa das águas, em que a gestão é compartilhada com todos os atores da sociedade divididos por segmentos. Os comitês materializam toda a essência da Política Nacional de Recursos Hídricos, pois o seu sentido social, o que o torna uma instituição, é o compartilhamento democrático do poder de decisão com a sociedade, sobre um recurso essencial à vida, a água. A criação dos comitês, tanto dos federais como os estaduais, é, antes de tudo, um ato político e a sua institucionalização ocorre por meio de instrumentos jurídicos, leis e decretos (TRINDADE JUNIOR & OLIVEIRA, 2013). Após a criação, o funcionamento dos comitês deve ser orientado por um regimento interno que prevê a sua organização e as formas de participação.

Como integrantes do SINGREH, os comitês de bacia possuem as suas competências incluídas em princípios democráticos e participativos, os quais podem deliberar, em primeira instância, sobre os conflitos relacionados aos recursos hídricos envolvendo usuários, sociedade civil e poder público. Compete a estes colegiados discutir e aprovar o Plano de Recursos Hídricos da bacia, acompanhar sua execução e sugerir as providências necessárias para o cumprimento de suas metas. Além disso, cabe aos comitês estabelecer os critérios na implantação dos mecanismos de cobrança pelo uso dos recursos hídricos e sugerir valores a serem cobrados (BRASIL, 2012).

A defesa por uma democracia deliberativa dá ênfase à necessidade de inclusão política, fato que, no presente, parte da literatura aponta a compreensão dos comitês como parlamento das águas, fóruns de governança e articulador político cujo papel situa-se em deliberar, intermediar conflitos, direcionar e organizar os diversos interesses envolvidos nos processos participativos. Contudo, na visão de Abers e Jorge (2005, p.13) a democracia deliberativa “[...] é prejudicada quando elites locais conseguem monopolizar os processos decisórios ou quando a sociedade civil local não é bem organizada”.

Outro aspecto a ser considerado diz respeito aos posicionamentos que tratam de desigualdades econômicas e, particularmente, de poder político local, regional, nacional e internacional. Tais aspectos são suficientes para desvirtuarem o processo decisório criando situações de interesses clientelistas ou corporativistas. Desse modo, o processo “[...] deve ser aberto a todos os grupos sociais, mas deve também superar a tendência de predomínio da influência de atores sociais mais poderosos na tomada de decisão” (ABERS et al., 2009, p. 116).

Ao considerar a gestão participativa, questiona-se como incluir nas deliberações coletivas as dimensões de representações, entre os quais: os órgãos públicos, a sociedade civil organizada e o setor do privado, representados por usuários dos recursos hídricos, refletem interesses distintos, geralmente, conflitantes e contraditórios do ponto de vista social e econômico. Nesse sentido, assume relevância os atores e a forma como tais iniciativas têm se transformado em poder político real, ou seja, quem está no controle das decisões.

Portanto, considerar na democracia deliberativa a inserção dos usuários pode ter uma compreensão ampla e ambígua, “[...] uma vez que engloba o pequeno produtor, o grande fazendeiro irrigante, o grande empresário industrial como também órgãos públicos (responsáveis pelo sistema de abastecimento de água) — todos colocados na condição de usuários das águas (SANTOS, 2002, p.4). Em nome da participação, surgem os novos atores – a sociedade civil e os usuários de água – chamados a dividir as responsabilidades na gestão da água. Levando a situações na qual o “público” dilui-se e subordina-se completamente aos interesses privados (SILVA, 2010).

Os conselhos e colegiados materializam as medidas de descentralização das políticas públicas de recursos hídricos que aos poucos se tornaram mais claras ações e interesses envolvidos, bem como conduziu muitos e diferentes tipos de organizações a cumprirem uma função no que concerne às decisões sobre políticas públicas de gestão de recursos hídricos. Isso significa que neste processo se mantém distante o desafio de inclusão social das maiorias silenciadas e fragilizadas pela construção histórico-geográfica nacional. Desde os governos nacionais até os grupos comunitários locais, a crítica política ganhou destaque mais em direção à negação do Estado do que a um aprofundamento da democracia (PORTO-GONÇALVES, 2006). É necessário levar em conta o contexto histórico nacional em que os apelos por democracia e justiça social, gerados por movimentos populares foram, entretanto, no sentido de legitimar politicamente as decisões advindas do poder central. O sentido dessa descentralização política se refere à transferência de poder decisório às representações de entidades - agentes que prestam contas às populações locais, muito mais flexíveis do que o Estado.

Nessa ótica, Camely (2009) analisa a sociedade civil como uma expressão fundamentalmente encarnada pelas classes médias, um prolongamento do braço social do Estado mínimo – forma que o Estado adquire na atualidade. No presente, há um processo de despolitização da sociedade civil por meio dos novos movimentos sociais, entre as suas representações voluntárias encontram-se as organizações não governamentais, entidades de ensino e pesquisa, associações e sindicatos.

Corroborando Silveira (2012) salienta que os novos atores, muito presentes nos colegiados participativos, possuem o papel de intervenção ou de atuação social que no conjunto não persegue transformações estruturais senão medidas paliativas e maquiadoras da ordem social imperante. Acrescenta, ainda, que, no Brasil, ocorre com frequência sub-contratação dessas representações da sociedade civil para realização de projetos e trabalhos técnicos realizados, na maioria das vezes, com parcerias pelas administrações públicas. Contudo, muitas dessas representações têm assumido as atividades de especialistas em áreas gerando ou assegurando clientela dependentes.

O processo de implantação dos comitês de bacias hidrográficas nacionais e o seu funcionamento depende quase sempre de apoio financeiro e aprovação política por parte do órgão superior do sistema de gerenciamento e da Agência Nacional de Águas (ANA). Formalmente, os comitês seriam [...] uma arena democrática e descentralizadora, mas na prática têm se constituído em mecanismos rígidos, hierarquizados e que servem aos grupos com maior força política (IORIS, 2009, p.35).

O mecanismo da cobrança dos recursos hídricos, ao invés de se tornar um incentivador da realocação de recursos para as ações prioritárias de aspecto social, ambiental que tragam melhorias de qualidade dos recursos hídricos na bacia hidrográfica, na prática, tem ampliado as polêmicas – seja pela negação dos usuários que vê na cobrança mais uma taxa sobre a produção, ou, ainda, sobre a aplicação dos valores arrecadados que, na maioria das vezes, são destinados aos projetos isolados, gerando disputas acirradas entre prefeitos, organizações não governamentais e empreiteiros (FORMIGA-JORNSSON et al., 2007; IORIS, 2009; 2013).

Entre as dificuldades recorrentes nos comitês está à busca pela garantia da definição de critérios de representação de forma a impedir tanto a sua manipulação por grupos guiados por interesses particularizados, quanto pela institucionalização da participação permeada pela heterogeneidade dos grupos comunitários e associativos, o que torna ainda mais complexo, criando tensões quanto aos critérios de escolha, acirrando a concorrência e trazendo à tona a pressão dos grupos organizados no sentido de reforço das práticas neocorporativas (BERRETA, 2013). Tais obstáculos têm gerado um esvaziamento dos colegiados participativos e, particularmente, desconfianças no sentido de que,

[...] como garantir a democracia nos espaços participativos, combinada a igualdade política e resguardar os direitos de cada cidadão, dentro desse sistema socioeconômico, baseado nos interesses das grandes organizações burocráticas e na assimetria de poder no tocante as decisões? Isto é possível nos modelos participativos criado pela lei da água no Brasil? (BERRETA, 2013, p.13).

Dessa forma, o atual modelo das políticas de gestão dos recursos hídricos exige uma leitura cautelosa em relação aos princípios de descentralização e participação desejada, pois pode envolver disputas nas definições de controles, limites e normas instrumentais de gerenciamento dos recursos hídricos. Nessa perspectiva, a análise pode ser no sentido da dimensão do poder, entre os atores atuantes nos comitês e, entre estes, e o território por meio do qual se exerce poder por meio de distintas formas de apropriação sobre a exploração de usos dos recursos hídricos. Nessa perspectiva, pode-se caracterizar como um processo de territorialização, pois, adotando Haesbaert (2010), além de incorporar as definições de caráter jurídico institucionais, também diz respeito às dimensões das relações sociais, econômicas e políticas.

## **CONCLUSÃO**

As considerações apresentadas por este texto apresentam possibilidades de reflexões sobre o tempo presente da relação sociedade natureza e apontam críticas aos modelos em construção de gestão da água, o caminhar das pesquisas realizadas, demonstram que vivenciamos um processo de disputas territoriais centrado no agrohidronegócio, disputas internas ao poder hegemônico e conflitos gerados

pela exclusão de parcelas significativas da sociedade no processo de construção de formas de gestão dos usos das águas. Nesse sentido é fundamental a análise da construção do instrumento de gestão baseada nas bacias hidrográficas, e as possibilidades ou não de participação efetiva da sociedade nesse processo, cabe refletir sobre os atores nos conselhos e comitês, aspecto previsto como prática efetiva sobre os princípios da gestão descentralizada e participativa. Os estudos neste campo de reflexão devem apontar para construção de processos emancipatórios com a possibilidade de tornar efetivamente público a água e seus usos.

Na prática, generalizam-se as relações sociais nos modelos de gestão, aborda-se apenas uma teorização da gestão participativa. Entretanto, a simples observação da indicação de entidades para a composição da estrutura do colegiado não é suficiente para analisar se na prática está promovendo ou não inclusão política e social. Tanto que, de acordo com Torres (2007), nessas instâncias, estão muito distantes ou inexistem representações das classes populares e de trabalhadores.

Em muitos casos, conforme analisado por Thomas Jr. (2012), as negociações são restritas, praticamente, às discussões das Câmaras Técnicas dos Comitês de Bacias e as Comissões e Grupos de Trabalho dos Sistemas de Gerenciamento de Recursos Hídricos formadas por representações dos comitês. Muitos falam em nome de outro e, frequentemente, há a suposição da existência de grupos sociais cujos interesses são claramente definidos.

Desse modo, denota-se a necessidade de questionar a ordem em termos da organização da sociedade civil que, conforme analisa Santos (2002), não se limita à nova política de gestão a qual estaria tão somente passando de um modelo centralizado, setorializado e paternalista para outra cuja racionalidade de normas e instrumentos gestados no âmbito do mercado sugere deste processo de privatização da esfera pública que reduz a condição de cidadão à noção de usuário e de consumidor, cujo fator determinante no processo de gestão seria a organização da sociedade a um contexto sócio político no qual o “público” dilui-se e subordina-se aos interesses privados. Na prática, este conjunto de normas e de instrumentos reguladores de gestão de recursos hídricos no país incorpora uma soma dos interesses privados coletivizados e institucionalizados nos processos participativos e públicos.

Considerando as diversas demandas de usos dos recursos hídricos do ponto de vista da gestão, podem surgir disputas setoriais entre usuários, as quais evidenciam o embate entre interesse público e privado. Deste modo, sob uma única denominação, reúnem-se atores sociais distintos — que inclusive, apresentam perfis variados contraditórios e conflitantes.

Concluindo, contextualizou-se a compreensão sobre a gestão de recursos hídricos a partir de uma leitura associada à criação dos comitês de bacias hidrográficas, na qual foi discutida as noções em relação ao processo de descentralização, integração e a participação – adotadas desde os anos de 1990 como princípios norteadores das políticas públicas de recursos hídricos nacionais.

Visando situar sobre o desafio prático de tais princípios na execução das políticas de gestão dos recursos hídricos nacionais, foram abordados as adequações e o estabelecimento de parâmetros legais da Lei da Política Nacional Dos Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos – SINGREH. A lei de 1997 sancionou os parâmetros legais de domínio público das águas – da União e Estados e estabeleceu o uso da bacia hidrográfica como unidade territorial para planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos e cria os comitês de bacia hidrográfica.

Com base nesse enfoque, associado aos estudos ora referenciados, ressalta-se a necessidade de compreensão das normas de usos recursos hídricos, bem como das referidas instrumentalizações no gerenciamento dos recursos hídricos. Os comitês de bacia hidrográfica são compreendidos como novos canais de participação “aparentemente” democráticos, articulador político para coordenar as ações de gestão dos recursos hídricos. Todavia, não se relevam que na essência desse modelo existem opções voltadas às reformas política e econômica de prerrogativas neoliberais que buscaram adotar mecanismos mais flexíveis nas decisões, por meio de princípios de gestão descentraliza visando a implantação de instrumentos e normas de racionalização e controle dos usos dos recursos hídricos.

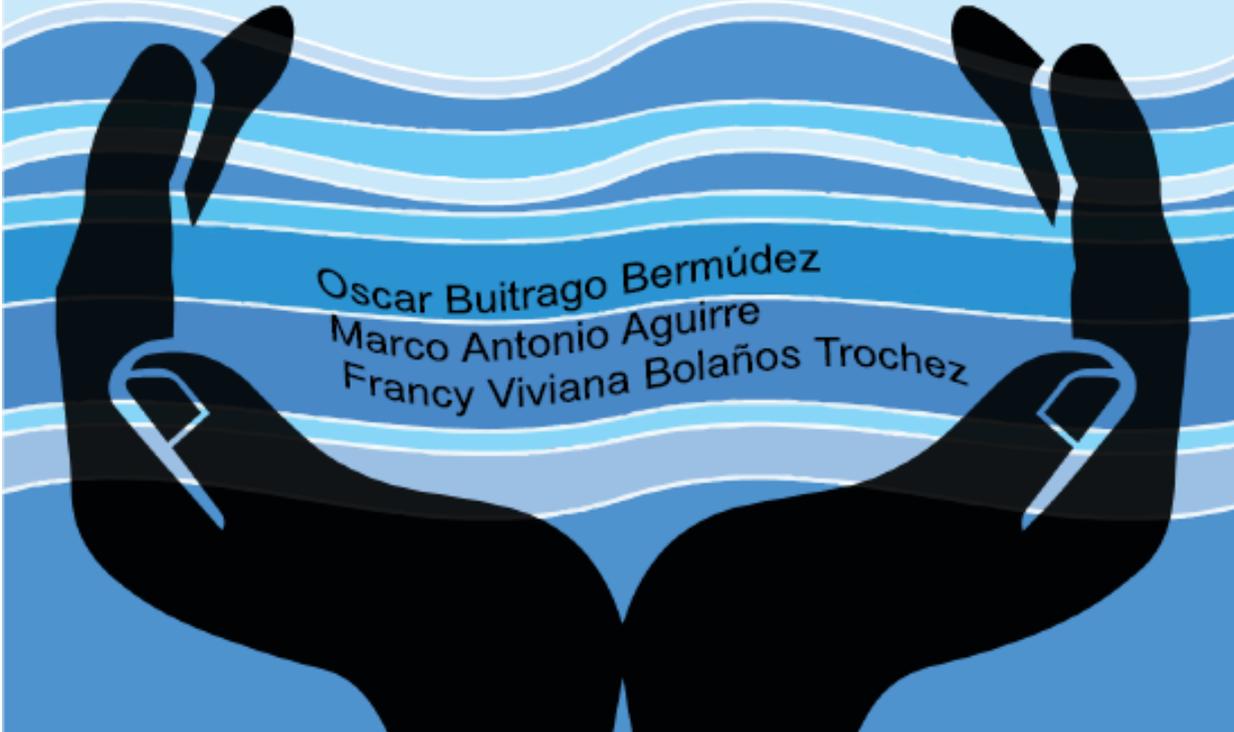
Por último, embora se justifique a criação dos comitês de bacias hidrográficas, como canais de participação e articulador político no gerenciamento dos recursos hídricos, enfatizam-se, nesse processo, um desejo de democracia, porém, incompleta que parece ser a palavra mágica reveladora das decisões coletivas incapaz de traduzir a utopia dos princípios participativos previsto na atual Política Nacional de Recursos Hídricos.

## REFERÊNCIAS

- ANA. Agência Nacional de Águas. Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: informe 2012. Ed. Especial. Brasília: 2012. 215p.
- ANA. Agência Nacional de Águas. Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: informe 2014. Brasília: 2015. 107p.
- ANA. Agência Nacional de Águas. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos. Plano Nacional de Recursos Hídricos: prioridades 2012-2015. Brasília: DF, MMA, 2011. 120p.
- ABERS, R. N. et al. Inclusão, deliberação e controle: três dimensões democracia nos comitês e consórcios de bacias hidrográficas no Brasil. *Ambiente & Sociedade*, v.12, n.1, p.115-132, 2009.
- ABERS, R.; JORGE, K. D. Descentralização da gestão da água: por que os comitês de bacia estão sendo criados? *Ambiente & Sociedade*, v.8, n.2, p.01-26, 2005.
- BERRETA, M. dos S. R. Gestão democrática das águas: os desafios à participação dos agricultores da bacia hidrográfica do Arroio Ribeiro. 256f. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2013.
- BRASIL. Decreto nº 24.643, de 10 de julho de 1934. Decreta o Código de Águas. Rio de Janeiro: 1934.
- BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional Dos Recursos Hídricos. Brasília, DF: 1997.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos (Brasil). Caderno da Região Hidrográfica do Paraguai. Brasília: MMA, 2006.140p.
- CAMELY, N. C. A geopolítica do ambientalismo ongueiro na Amazônia brasileira: um estudo sobre o estado do Acre. 284f. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Federal Fluminense. Niterói, 2009.
- CAMPOS, V. N. de O.; FRACALANZA, A. P. Governança das águas no Brasil: conflitos pela apropriação da água e a busca da integração como consenso. *Ambiente & Sociedade*, v.13, n.2, p.365-382, 2010.
- CARVALHO, S. I. A contribuição dos estudos em bacias hidrográficas para a abordagem ambiental na Geografia. In: MENDONÇA, F.; LOWEN-SAHR, C. L.; SILVIA, M. da (Orgs.). Espaço e Tempo: complexidades e desafios do pensar e do fazer geográfico. Associação de Defesa do Meio Ambiente e Desenvolvimento de Antonina. Curitiba, 2009. p.201-217.
- CASTRO, F. do V. F. de; ALVARENGA, L. J.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. P. A Política Nacional de Recursos Hídricos e a Gestão de Conflitos em uma nova Territorialidade. *Geografias*, v.1, n.1, p.37-50, 2005.
- CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia. 2ª Ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.
- DOMINGOS-NETO, M.; SILVESTRE, M. E. D. Apropriação e regulação da água doce no Brasil pré-industrial. *Revista VITAS*, v.1, n.1, p.1-13, 2011.
- FORMIGA-JOHNSON, R. M.; KUMLER, L.; LEMOS, M. C. The politics of bulk water pricing in Brazil: lessons from the Paraíba do Sul Basin. *Water Policy*, v.9, n.1, p.87-104, 2007.
- GONTIJO-JUNIOR, W. C.; TRIGO, A. J. Domínio das águas no Brasil e a gestão integrada por bacia hidrográfica: reflexões sobre o modelo vigente no Brasil. In: Encontro Internacional da Governança da Água, 4, 2013. Anais...
- HAESBAERT, R. O mito da desterritorialização: do “fim dos territórios” à multiterritorialidade. 5. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 2010.
- HISSA, C. E. V. A mobilidade das fronteiras: inserções da geografia na crise da modernidade. Belo Horizonte: UFMG, 2002.
- IORIS, A. A. R. Os Limites políticos de uma reforma incompleta: a implementação da lei dos recursos hídricos na bacia do Paraíba do Sul. *Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais*, v.10, n.1, p.61-85, 2008.
- IORIS, A. A. R. Desenvolvimento nacional e gestão de recursos hídricos no Brasil. *Revista Crítica de Ciências Sociais*, v. 85, p.23-4, 2009.
- IORIS, A. A. R. Na contracorrente dos recursos hídricos. *Água ambiente no Brasil Contemporâneo*. Edimburgo: 2013.
- LEAL, A. C. Gestão das águas e planejamento ambiental na UGRH Paranapanema – Brasil: estudos e desafios. *Revista Geonorte*, v.4, n.4, p.220-238, 2012.
- LEAL, A. C. Projeto educação ambiental nas microbacias dos córregos Areia e Areia Branca-Campinas/SP. Campinas: AGB, 1993. p.22-23. (Cadernos de Textos).
- MACHADO, C. J. S. (Org.). Gestão de águas doces. Rio de Janeiro: Interciência, 2004.
- MACHADO, G. Por uma territorialização da bacia hidrográfica. In: SAQUET, M. A. (org.). Estudos territoriais na ciência geográfica. 1. ed. São Paulo: Outras Expressões, 2013. p.107-129.
- MAGALHÃES-JÚNIOR, A. P. Indicadores ambientais e recursos hídricos: realidade e perspectiva para o Brasil a partir da experiência francesa. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.

- MARINHO, V. L. F. Estudo ambiental na bacia do ribeirão das Furnas/Araras (SP). 113f. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente). Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Rio Claro, 1999.
- MARINHO, V. L. F. Leitura geográfica sobre a política dos recursos hídricos no Brasil: o comitê de bacia hidrográfica do rio Miranda (MS). 227f. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2015.
- MENDONÇA, F. Geografia Física: ciência humana? 6. ed. São Paulo: Contexto, 1998.
- MIRANDA, C. O. O papel político-institucional dos comitês de bacia hidrográfica no estado de São Paulo: um estudo de caso. In: FELICIDADE, N.; MARTINS, R. C.; LEME, A. (Coords.) Uso e gestão dos recursos hídricos no Brasil: velhos e novos desafios para a cidadania. São Carlos: RiMa, 2006, p.136-148.
- PAGNOCCHESCHI, B. Política Nacional de Recursos Hídricos. In: LITTLE, P. (Org.). Políticas ambientais no Brasil: análises, instrumentos e experiências. São Paulo: IIEB, 2003. p.239-315.
- PEREIRA, D. S. P.; FORMIGA-JOHNSON, R. M. Descentralização da gestão dos recursos hídricos em bacias nacionais no Brasil. REGA, v.2, n.1, p.53-72, 2005.
- PORTO-GONÇALVES, C. W. O meio ambiente como mercadoria V: as contradições entre a teoria e a prática. In: \_\_\_\_\_. A globalização da natureza e a natureza da globalização. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2006. p.413-444.
- PORTO-GONÇALVES. Da geografia às geografias: um mundo em busca de novas territorialidades. Argentina-Bueno Aires: Ed. Clasco. 2002. p.217-256.
- PROCHNOW, M. C. R. Análise ambiental da sub-bacia do rio Piracicaba: subsídios ao seu planejamento e manejo. 330f. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, 1990.
- RAFFESTIN, C. Por uma geografia do poder. Tradução de Maria Cecília França. São Paulo: Ática, 1993.
- RODRIGUES, F. de A. Eficácia do modelo brasileiro de gestão de recursos hídricos: a experiência da RMS. 176f. Tese (Doutorado em Ciências - Área de Concentração: Administração e Política de Recursos Minerais). Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2007.
- SANTOS, M. E. P. dos. Dilemas entre o público e o privado na gestão das águas no Estado da Bahia: a experiência da bacia do rio Itapicuru. In: Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade, 1, 2002, Indaiatuba. Anais... Indaiatuba: ANPPAS, 2002.
- SILVA, J. B. As tramas da questão da hídrica: uma análise da transformação da água num bem público dotado de valor econômico e dos comitês de bacias hidrográfica no Brasil. 264f. Tese (Doutorado em Sociologia). Universidade Federal de Campina Grande. João Pessoa, 2010.
- SILVA, J. B.; GUERRA, L. D.; IORIS, A. A. R. A crise hídrica global e as propostas do Banco Mundial e da ONU para seu enfrentamento. Cronos, v.11, n.2, p.01-21, 2010.
- SILVEIRA, D. C. da. Estratégias alternativas de re-apropriação da natureza: autonomia e autogestão territorial em áreas protegidas. 125f. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2012.
- THOMAZ - JÚNIOR, A. Dinâmica territorial do Agrohidronegócio e os desdobramentos para o Trabalho. Revista OKARA, v.6, n.1, p.7-31, 2012a.
- TORRES, A. T. G. Hidroterritórios (novos territórios da água): os instrumentos de gestão dos recursos hídricos e seus impactos nos arranjos territoriais. 127f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, 2007.
- TRINDADE-JUNIOR, A.; OLIVEIRA, A. R. B. de. A organização: comitê de bacia hidrográfica. In: Encontro Internacional da Governança da Água, 4, 2013. Anais...2013.

**LA PERCEPCIÓN SOCIAL  
DEL AGUA COMO INSUMO  
PARA LA GESTIÓN  
PARTICIPATIVA: CASO  
CUENCA HIDROGRÁFICA  
DEL RÍO DAGUA, COLOMBIA**



Oscar Buitrago Bermúdez  
Marco Antonio Aguirre  
Francy Viviana Bolaños Trochez

## INTRODUCCIÓN<sup>14</sup>

La cuenca del río Dagua hace parte de la porción central del denominado Andén Pacífico colombiano, el cual comprende fisiográficamente el sector occidental del país, desde el Ecuador hasta Panamá y desde el borde costero hasta la divisoria de aguas de la cordillera Occidental; área que al ser afectada por la Zona de Convergencia Intertropical (ZCI) presenta alta pluviosidad, lo cual sumado a su baja altitud y a su localización sobre la zona de subducción de la placa de Nazca por debajo de la de Suramérica, la configuran como un espacio de enorme complejidad. Debido lo angosto del Andén Pacífico las condiciones geomorfológicas evidencian en la cuenca hidrográfica abruptos cambios de topografía que se expresan en dos partes: alta montañosa con significativos procesos naturales de erosión del suelo, donde actualmente, se desarrolla actividades extractivas como agricultura y ganadería en ladera, cultivos forestales de pino y eucalipto, y parcelación acelerada del suelo para construcción de viviendas de recreo; y parte baja de relieve colinado y plano donde predomina el bosque denso de tierra firme tropical, extracción de materiales de arrastre del cauce principal del río Dagua y minería aurífera de tipo artesanal (GOBERNACIÓN DEL DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA, 2014 citado por AGUIRRE et al., 2017).

Tales condiciones de localización hacen que en la cuenca se presenten extremos de precipitaciones, así en la parte alta el régimen de precipitación es bimodal y el promedio anual de lluvias oscila entre los 900 y 1.600 mm/año, mientras que en la parte baja es monomodal y el promedio de lluvias va de 6.000 y 8.000 mm/año (CVC, 2014; 2017; AGUIRRE et al., 2017). Todas estas condiciones aunadas a la diversidad socio-cultural le atribuyen a la cuenca hidrográfica una gran variedad de contextos y realidades en materia espacial y ambiental, los cuales deben ser considerados en los procesos de planificación y gestión ambiental y territorial.

En la cuenca hidrográfica tienen jurisdicción los municipios de Dagua con 58.439,49 ha; seguido de Buenaventura con 33.371,97 ha; La Cumbre con 22.199,02 ha; Restrepo con 18.975,87 ha; Vijes con 6.585,26 ha; Yotoco con 2.327,71 ha, y Calima Darién con 300,86 ha (AGUIRRE et al., 2017; UNIVERSIDAD DEL VALLE, 2016a). Adicionalmente, es preciso mencionar que en la cuenca existe gran diversidad de agentes sociales, entre los cuales se destacan comunidades afrodescendientes organizados bajo la figura de consejos comunitarios, grupos indígenas bajo la figura de resguardos y campesinos subdivididos entre pequeños productores con prácticas agrícolas de subsistencia o pancoger y medianos productores con mayores grados de tecnificación agropecuaria. Sus formas organizativas y percepción frente al agua son diversos y brindan distintas concepciones de su gestión, un aspecto que contribuye a la identificación de factores problemáticos asociados al vital líquido.

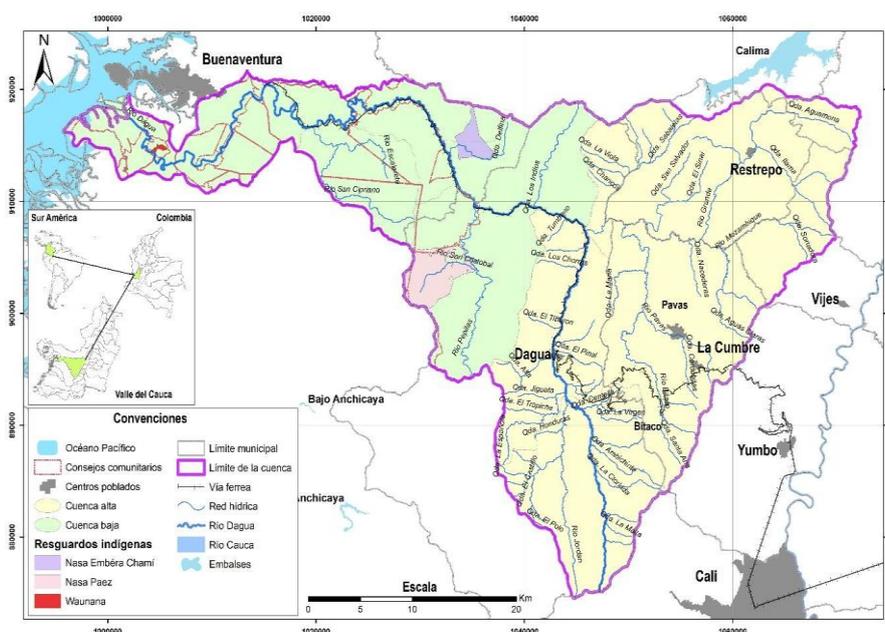


Figura 1. Cuenca hidrográfica del río Dagua.

<sup>14</sup> El presente capítulo hace parte de los resultados del proyecto de investigación denominado Estrategias para la recuperación y manejo integral del recurso hídrico en las cuencas de los ríos Cauca y Dagua en el Valle del Cauca, Colombia, el cual es financiado por el Fondo de Ciencia y Tecnología del Sistema General de Regalías de Colombia, y ejecutado por la Universidad del Valle

Una de las principales características de la cuenca que destacan su importancia a nivel nacional y regional, lo constituye su ubicación geoestratégica con respecto al principal puerto marítimo de Colombia localizado en la bahía de Buenaventura sobre el océano Pacífico (AGUIRRE et al., 2017; LÓPEZ & GONZÁLEZ, 2016; TANGARIFE & VILLAQUIRÁ, 2016). Desde esta perspectiva, la cuenca se ha convertido en uno importante canal de intercambio de bienes, productos y servicios de importación y exportación que dinamizan la económica nacional (BUITRAGO et al., 2017).

Adicionalmente, su posición le permite tener una conexión directa con la ciudad de Cali, principal polo de desarrollo económico del suroccidente del país, cuya influencia incide en su configuración socio-espacial, específicamente de la parte alta (UNIVERSIDAD DEL VALLE, 2016a, 2016b, 2016c); esta influencia se muestra a través de la alta fragmentación de la tierra para construcción de viviendas campestres y de fin de semana, hecho que ha transformado la realidad socioespacial y reconfigurado la organización social alrededor de la gestión del agua.

De acuerdo con Buitrago et al. (2017) y Aguirre et al. (2017), en la cuenca se han identificado algunas problemáticas que evidencian un alto grado de intervención antrópica y complejizan las relaciones socio-espaciales que la configuran; entre estas se destacan las siguientes: 1) agudización de procesos erosivos del suelo que, aunque es un fenómeno natural, se intensifica por el crecimiento de actividades agropecuarias, forestales, mineras y construcción de vivienda campestre; 2) contaminación de fuentes hídricas, debido a la pérdida y fragmentación de bosques naturales, ampliación de la frontera agrícola, inexistencia de sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas, disposición inadecuada de residuos sólidos y mineros; entre otros, que afectan la disponibilidad y acceso al vital líquido en condiciones de equidad; y 3) cambios asociados al paisaje y los ecosistemas, como resultado de las dinámicas humanas realizadas durante las dos últimas décadas, que dieron origen a importantes transformaciones del área de estudio (UNIVERSIDAD DEL VALLE, 2016a, 2016b, 2016c).

Frente a lo anterior, el agua ha sido uno de los elementos naturales más afectados por la intervención humana en la cuenca; pese a su importancia como eje articulador de la vida y el territorio, su deterioro y uso ineficiente responde, en parte, a la percepción social que existe en torno a el vital líquido, lo cual, a su vez incide en sus procesos de planificación y gestión. Por esta razón, en el proyecto de investigación denominado *Estrategias para la recuperación y manejo integrado del recurso hídrico en las cuencas del Cauca y Dagua, en el Valle del Cauca*, el Grupo Territorios del Departamento de Geografía de la Universidad del Valle, en el marco de la Actividad 1, la cual buscó establecer la percepción de los distintos agentes sociales y su relación con los ecosistemas en la cuenca hidrográfica del río Dagua, se logró caracterizar la visión que éstos tienen en torno a la gestión del agua teniendo en cuenta aspectos como sus objetivos, responsabilidades, instrumentos, mecanismos de participación empleados, dificultades existentes, así como problemáticas ambientales del agua y posibles soluciones.

Para efectos de mostrar los resultados logrados, en primera instancia se presenta la estructura general de la gestión del agua y, seguido, los aspectos citados en el párrafo anterior para cada una de las partes de la cuenca hidrográfica del río Dagua.

## **LA GESTIÓN DEL AGUA EN COLOMBIA**

La gestión del agua en Colombia responde a políticas ambientales emanadas del Estado, que se materializan en normas de carácter sectorial vertical descendente, lo cual obedece a la condición de ser una República unitaria en su forma de organización del poder público, es decir, que la soberanía no está dividida, sino que existe un único centro de poder que adopta todas las decisiones políticas y administrativas y posee el monopolio en la elaboración de las normas jurídicas aplicables en todo el territorio nacional y a todo ciudadano. En ese sentido, la Constitución Política de 1991 estableció la descentralización como un mecanismo para el desarrollo regional, pero es un proceso que avanza y retrocede con los cambios de gobierno del orden nacional (BUITRAGO et al., 2017).

La organización social frente al agua en el actual sistema de gestión ambiental de Colombia presenta dos sectores dominantes: primero, el ambiental, que interpreta al agua como recurso productivo y reproductivo para la vida y la economía del país; y segundo, el de seguridad social, que concibe el agua como un bien económico a cargo del Estado, necesario para suministrar el servicio público de agua potable a la población. Con respecto a lo anterior, el Cuadro 1 muestra una aproximación de estas dos perspectivas de organización, con las funciones esenciales de las distintas instituciones del gobierno existentes en la gestión de las fuentes hídricas y el agua potable.

Cuadro 1. Principales funciones de la gestión del agua en Colombia

Recurso hídrico			Agua potable		
Institución	Función	Objetivo	Institución	Función	Objetivo
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Formulación de políticas, regulador, planificador	Sustentabilidad (cantidad y calidad)	Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio	Formulación de políticas	Garantizar calidad y cantidad
Corporaciones autónomas regionales	Ejecución, regulador	Sustentabilidad (cantidad, calidad)	Departamentos	Ejecución	Garantizar calidad y cantidad
Municipios y distritos	Ejecución	Sustentabilidad	Municipios	Ejecución	Garantizar calidad, cantidad y cobertura
Contraloría Ambiental	Control	Control fiscal	Superintendencia de Servicios	Control, regulación	Garantizar suministro con calidad y precios adecuados
Procuraduría		Defensa de los intereses colectivos	Comisión de Regulación de agua Potable y Saneamiento Básico (CRA)		

Fuente: adaptado de Buitrago et al. (2017).

Estos sistemas de gestión se rigen bajo principios de la Constitución Política de 1991, la cual emana en su Artículo 1 que “Colombia es un Estado social de derecho, organizado en forma de República unitaria, descentralizada, con autonomía de sus entidades territoriales, democrática, participativa y pluralista, fundada en el respeto de la dignidad humana, en el trabajo y la solidaridad de las personas que la integran y en la prevalencia del interés general” (CONGRESO DE COLOMBIA, 1991). Desde esta perspectiva, la participación ciudadana se convierte en un eje transversal no sólo a los sistemas de gestión del agua sino a los demás sectores existentes.

Lo anterior permite al Estado “facilitar la participación de los *agentes sociales* en las decisiones que los afectan y en la vida económica, política, administrativa y cultural de la Nación” (ASAMBLEA NACIONAL CONSTITUYENTE, 1991, art. 2.º, p.1). En este contexto, los ciudadanos pueden intervenir en la toma de decisiones políticas, a través de diversas acciones en la gestión pública; además, el Estado debe promoverla y garantizarla en todo el territorio nacional. Como lo plantea González et al., (2001) citado por Buitrago et al. (2017) “la participación, entonces, es un principio rector de nuestro sistema político” (p. 8), al que todo ciudadano tiene derecho, pero también tiene el deber de ejercerlo, debido a que la vida colectiva se encuentra ligada a todos.

La Constitución Política de 1991 crea diferentes mecanismos de participación que posibilitan a los ciudadanos intervenir en asuntos de la gestión pública, entre ellos están el referendo, el plebiscito, la consulta popular, la iniciativa popular, el cabildo abierto, los cuales permiten el ejercicio de la participación ciudadana en asuntos de interés colectivo. Sin embargo, muchos de estos mecanismos, así como espacios de intervención para la ciudadanía en políticas públicas y de planificación territorial y ambiental, se han convertido en escenarios que limitan la participación a procesos de informativos o de consulta, aspecto por el cual en los diversos sistemas de gestión, entre los cuales se encuentra el del agua, surgen nuevas formas organizativas y participativas que propician la acción de los distintos agentes sociales interesados en el tema, quienes a su vez, ven como alternativa el uso de instrumentos de participación y gestión social y comunitaria, los cuales en Colombia, desafortunadamente, poco se han instrumentalizado.

## GESTIÓN DEL AGUA DESDE LA PERSPECTIVA DE LOS AGENTES SOCIALES: CUENCA ALTA DEL RÍO DAGUA

En la parte alta de la cuenca del río Dagua los agentes sociales perciben que la gestión del agua es el conjunto de acciones y actividades desarrolladas por instituciones y la comunidad en general para cuidar y conservar el preciado líquido. Así lo expresa el propietario de la Reserva de la Sociedad Civil Tierra Blanca en una de las entrevistas,

Para nosotros la gestión del agua es todo lo que podemos hacer como comunidad, las actividades de todas las instituciones, lo que las personas puedan hacer en favor del agua, que después se conviertan en propuestas, en proyectos [...] pero tiene que partir de eso, de la posibilidad y de la capacidad para presentar propuestas que hagan un mejoramiento del agua [...] porque no solo es la gestión del recurso, detrás de esto debe haber un proceso de concientización y participación de la gente, para que cuando llegue ese recurso realmente se pueda aplicar de la manera más adecuada posible y que le sirva en general a la comunidad (Propietario de la Reserva de la Sociedad Civil Tierra Blanca, Municipio de Dagua, 2016).

Entre los principales ejes reconocidos en el marco de la gestión del agua por parte de los agentes sociales, se encuentran la conservación del vital líquido, su buena administración, así como la prestación y uso adecuado del servicio de acueducto para viviendas, así lo indica el representante de la Asociación de Productores y Comercializadores de Atuncela en el municipio de Dagua,

La gestión del agua para mí sería estar pendiente de su tratamiento, cuidar las áreas o zonas dónde se encuentra y nace el agua, y de administrarla bien; de utilizarla racionalmente desde la vivienda; porque yo puedo tener mucha agua en la parte alta, ya que allá estamos muy bien, pero acá abajo, en Atuncela, donde el agua es escasa porque llueve poco, estamos mal, de nada nos sirve, debemos tener mayor cuidado con el agua (Representante de la Asociación de Productores y Comercializadores de Atuncela, 2016).

Partiendo de la visión que tienen los agentes sociales acerca de la gestión pública del agua, se indagó por tres elementos importantes: primero, el objetivo principal que ésta tiene; segundo, los principales responsables reconocidos en la cuenca alta del río Dagua; y tercero, los instrumentos de gestión empleados y dificultades identificadas dentro de este proceso. Finalmente, a partir de los anteriores elementos, los agentes sociales identificaron problemas ambientales y acciones propuestas para su solución. A continuación, se desarrollan cada uno de estos tópicos.

### **El objetivo principal de la gestión del agua desde el conocimiento de los agentes sociales**

En la parte alta de la cuenca del río Dagua, los agentes sociales coinciden en que el objetivo principal de la gestión del agua es mejorar su calidad y disponibilidad, para lo cual consideran fundamental proteger y recuperar las zonas boscosas, cuidar los nacimientos de agua, así como áreas aledañas a puntos de captación para distintos usos. Para el representante de la Asociación de Productores y Comercializadores Atuncela (CASOPROCAT), el objetivo principal de la gestión del agua es,

Para mí, el objetivo principal de la gestión del agua tiene que ver con dos cosas fundamentales: primero, mantener protegidas las microcuencas, dónde están los nacimientos y fábricas de agua; segundo, hay que educar a la gente y a la administración, inclusive, hay que tocarles el bolsillo, tecnificar el sistema o modo de usar el agua, los sistemas de riego para cultivos, sobre todo, para ver si nos ponemos las pilas a cobrar el manejo y uso del agua, porque es que a veces como nada nos cuesta, nos damos el placer de dejar la llave abierta sin pensar en el resto de las personas que necesitan el agua (ASOPROCAT, 2016).

Asimismo, el representante de la Corporación Ambientalista Esperanza Verde manifiesta que: *la gestión del agua busca preservar el recurso hídrico, para que la gente lo pueda usar de una manera equitativa, tanto para la parte productiva como para la parte de consumo humano y animal* (Representante de la Corporación Ambientalista Esperanza Verde, 2016).

En Figuras 2 y 3 se observa parte del trabajo en campo en la parte alta de la cuenca hidrográfica del río Dagua con agentes sociales y la realización de entrevistas (Figuras 2 y 3).



Figura 2. Entrevista con agentes sociales en Atuncela, municipio de Dagua.



Figura 3. Parte alta de la cuenca del río Dagua, se observa fragmentación de la tierra para viviendas campestres y expansión de frontera agrícola en áreas de alta pendiente.

### Responsabilidad social en la gestión del agua

En cuanto a la responsabilidad social en la gestión del agua, gran parte de los agentes entrevistados en la cuenca alta del río Dagua coinciden en que ésta es competencia de todos, sin importar la cantidad de tierra, ni el uso que se le esté dando al preciado líquido, pues todos se benefician de manera directa o indirecta del agua. Lo anterior es de destacar ya que la aceptar responsabilidades, facilita el desarrollo de acciones conjuntas para la recuperación integral de la cuenca hidrográfica. Así lo expresa el encargado de la Unidad Municipal de Asistencia Técnica Agropecuaria (UMATA) del municipio de Dagua: *Yo creo que todos como comunidad tenemos de alguna manera gran responsabilidad en la gestión del agua, no solamente pueden ser las entidades gubernamentales o las corporaciones autónomas, sino que eso va encaminado a todos aquellos que la usamos [...] tenemos que trabajar en conjunto por la gestión del agua* (Encargado de la Unidad Municipal de Asistencia Técnica Agropecuaria (UMATA) del municipio de Dagua, 2016).

No obstante, existen algunos agentes sociales que no reconocen su responsabilidad en la gestión, y transfieren ésta a las instituciones del Estado, tal como lo manifiesta el presidente de la Junta de Acueducto de *Vahondo* en el municipio de Dagua,

Parte del Ministerio del Medio Ambiente y la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC), por acá nunca aparecen estas entidades, nos toca como comunidad llamarlos o hacer algo cuando surgen necesidad por el agua; estas entidades deberían estar más preocupadas por la gestión del agua. La alcaldía municipal conoce todos estos problemas, pero se demora mucho en tomar medidas o decisiones. En ese sentido, considero como parte de la comunidad que a las instituciones del Estado les falta mucho compromiso frente al agua y su gestión (Presidente de la Junta de Acueducto de *Vahondo*, 2016).

En términos generales, si bien la mayoría de agentes sociales reconocen su responsabilidad en el manejo del agua, también, coinciden en que existen instituciones que adquieren un rol fundamental por las acciones de gestión y vigilancia que deben emprender, frente a las cuales consideran que hay falta de compromiso y voluntad para su adecuada aplicación, pues actualmente no están siendo eficientes; así lo comenta el presidente de la Junta de Acueducto de *Vahondo*,

Todos tenemos un papel importante en la gestión del agua como miembros de la comunidad, como población que vive en el sector, como pobladores, agricultores y usuarios directos del agua. Segundo, el gobierno municipal, departamental, pero sobre todo la Corporación Autónoma regional del Valle del Cauca (CVC), porque es la CVC la que protege los recursos naturales y el agua [...] pero a veces, la CVC como agente encargado no hace control en la zona, ellos simplemente legalizan a los que están conectados sin ningún tipo de

planificación, eso es lo que se ve ahora, simplemente van un sitio donde está lleno de mangueras y van a hacer los papeles y ya. Otorgan concesiones de agua, pero realmente no tienen en cuenta que ya no se puede con más usuarios, el agua no es suficiente para tantas personas (Presidente de la Junta de Acueducto de *Vahondo*, 2016).

### **Uso de los instrumentos para la gestión del agua según los agentes sociales**

En cuanto a los instrumentos de gestión del agua, los agentes sociales reconocen la necesidad de implementar algunos de ellos para la regulación en el uso del vital líquido en distintas actividades, específicamente, través de tasas retributivas, tasas de uso y sistema tarifario empleados o requeridos para la adecuada administración del agua.

En la cuenca alta del río Dagua, la mayoría de agentes sociales consideran que debe existir una tasa retributiva diferencial para actividades agrícolas, agropecuarias e industriales, a la cual se le debe brindar un tratamiento especial, pues perciben que todos los recursos económicos recaudados a través de impuestos no son invertidos correctamente, así lo menciona un integrante del Resguardo indígena *Niasa Niaseca* en el municipio de Restrepo: [...] *debe haber una tasa retributiva por el uso del agua, pero que esos recursos que se adquieran deben ser destinados a mejorar el medioambiente y la recuperación de las fuentes de agua* (Integrante del Resguardo indígena *Niasa Niaseca*, 2016).

Del mismo modo, un integrante de la Asociación de Usuarios Campesinos (AMUC) reconoce la existencia de la tasa retributiva como instrumento compensatorio por el uso del agua, aunque manifiesta que los dineros recaudados no están siendo invertidos para mejorar la cuenca de manera satisfactoria,

La tasa retributiva, a mi juicio, sí se debe tener y aplicar, lo que pasa es que esa tasa debe ser también compensatoria social y ambientalmente; por ejemplo, cuando uno hace una solicitud a la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC) para una concesión de agua, eso se llama tasa retributiva por el uso al agua; la CVC recibe el dinero pero no lo devuelve, no lo retribuye a la comunidad, no lo reinvierte; entonces la tasa retributiva sí está, es muy bonita, pero lo ideal sería que con esa tasa, nosotros como comunidad, viéramos inversión en la protección de suelos para recarga de agua; sin embargo, la tasa de compensación se convierte es en una cantidad de papeleo para justificar cosas; la burocracia obliga a que nos pidan 50 mil cosas para decir no tomes un poquito de tu propia agua (Integrante de la Asociación de Usuarios Campesinos AMUC, 2016).

En esta perspectiva, los agentes sociales entrevistados coinciden en que la aplicación de la tasa retributiva queda reducida a un lento proceso burocrático, cuyo resultado no se refleja en la conservación, recuperación y mejoramiento de fuentes de recarga y siembra de agua. Frente a este argumento, un representante de ASOFRUGOLD (Asociación de productores agrícolas de Restrepo, Valle del Cauca) manifiesta que, incluso, si dichos recursos se invirtieran, no resolverían los problemas que afectan a la cuenca: *para mí el problema no es el dinero, pues mire, la empresa Cartón de Colombia, ellos tienen todo en regla, y pagaran lo que quieran por el agua ya que sus cultivos la requieren en grandes dimensiones, pero deben estar localizados en sitios adecuados para que sus cultivos de pino y eucalipto no perjudiquen nuestra agua* (Representante de Asofrugold, municipio de Restrepo, 2016).

En cuanto a la captación de agua, algunos agentes sociales mencionan que el vital líquido se considera como un derecho fundamental y, por lo tanto, su captación no debe ser marcada o concebida como un acto legal o ilegal dentro de las comunidades, así lo expresa un funcionario de la Corporación Forestal del Pacífico (CORFOPAL),

El agua es de todos según la Constitución de Colombia; así que legal o ilegal, el agua es de todos y es un derecho que todos tenemos. Y es cierto, pero no solo la Constitución de nuestro país lo promulga como tal, las políticas y lineamientos de las Naciones Unidas en la Resolución General del 28 de julio de 2010 declaran que el agua se reconoce como “un derecho humano esencial para el pleno disfrute

de la vida y de todos los derechos humanos” (Naciones Unidas, 2010, p. 4) (Funcionario de la Corporación Forestal del Pacífico CORFOPAL).

No obstante, otros agentes sociales reconocen la existencia de captaciones ilegales de agua, cuando ésta no se encuentra regulada por la autoridad ambiental, que en el caso de la cuenca del río Dagua corresponde a la Corporación Autónoma Regional del Valle de Cauca (CVC), la cual es la encargada de brindar los permisos y concesiones del líquido. En palabras de una integrante del Comité Interinstitucional de Educación Ambiental se percibe lo siguiente: *para mí las prácticas de conexión sin permisos son ilegales, pero eso lo maneja la autoridad ambiental y es ella la que determina si te da una concesión o te la niega* (Integrante del Comité Interinstitucional de Educación Ambiental, 2016). Del mismo modo, otros agentes sociales mencionan que la captación ilegal de agua conlleva a otras problemáticas que deben ser solucionadas. Al respecto una representante de la Fundación BITACOES manifiesta lo siguiente,

Quando usted tienes los permisos de la CVC y los sabe utilizar no hay problema. Sin embargo, el problema radica en que así Usted tiene un permiso de concesión de agua, pero no tiene la suficiente agua, no sirve de nada el permiso. Eso obliga a conectarte aguas arriba a la bocatoma principal. Ahora imagínese a un gran productor que requiere de mucha agua. Pero sí debe haber sanciones que digan, ¡oiga señor, usted está cogiendo más agua de la que debe y lo está haciendo bajo la ilegalidad [...] entonces, en ese caso debe existir sanciones, pero eso es muy difícil de detectar y se vuelve una cosa policiva, y la policía de nuestro país es muy corrupta (Representante de la Fundación BITACOES, 2016).

Por su parte, en relación a los precios del agua o sistemas tarifarios, los agentes sociales coinciden en que para una buena gestión del agua deben existir precios diferenciales según el uso al cual se destine el vital líquido y la cantidad requerida, De esta forma, así lo menciona un integrante de la Asociación de Usuarios Campesinos de la parte alta de la cuenca del río Dagua,

Sistemas tarifarios diferenciales por el uso del agua, sí, eso debe ser así; lo que pasa es que el agua para un cultivo debe ser más cara que para uso doméstico. En la localidad de Tres Puertas todo el mundo paga \$5.000 (2 dólares estadounidenses), pero que pasa, hay finqueros que tienen 100 reses y el señor paga \$5.000 por 100 reses y hay otros señores que tienen 10 o 15 hectáreas de piña y ellos también pagan \$5.000; pero hay gente que tiene una sola casita y ellos esperan 15 días por una gota de agua y pagan los mismos \$5000. Entonces eso no puede ser así (Asociación de Usuarios Campesinos, 2016).

Sin embargo, hay algunos actores que van más allá y perciben que no solamente se debe pagar diferencialmente el agua captada, sino también debe sanciones o beneficios por el estado en el que se devuelve el líquido a las fuentes hídricas, como un mecanismo para estimular el buen manejo del agua, especialmente en actividades agropecuarias e industriales en la cuenca.

### **Mecanismos de participación para la gestión del agua**

En cuanto a los mecanismos de participación los agentes sociales en algunas zonas de la cuenca alta consideran que estos no están llegando a sus comunidades, es decir, no están siendo visibles y se están quedando sólo en procesos informativos y en escenarios de consulta que no trascienden a los hechos y vivencias reales, así lo expresa el funcionario de la Corporación Forestal del Pacífico (CORFOPAL): *[...] pues digamos que todas esas herramientas, son importantes a cierto nivel, pero la pregunta debe ser por qué los instrumentos de participación no trascienden de un documento muy bonito y llegan a la gente de las poblaciones?, yo pensaría que para una gestión eficiente del agua tocaría integrar más a la comunidad, dejar de asistir a procesos de información [...]* (Funcionario de la Corporación Forestal del Pacífico CORFOPAL, 2016).

Sin embargo, pese a esta situación, en otras zonas de la cuenca alta como ocurre en el municipio de La Cumbre, los agentes sociales consideran que sí existen procesos de participación en crecimiento

y consolidación, aunque su potencial se está perdiendo debido a la falta de articulación comunitaria con otros procesos a nivel de cuenca, así lo expresa el representante de la Fundación BITACOES,

En esta parte de la cuenca se ha mejorado mucho la participación, se tiene un CIDEA que es el Comité Interinstitucional de Educación Ambiental, al que la fundación pertenece; también, se encuentran los ARA que corresponden Acuerdos Recíprocos por el Agua, en los cuales participa la fundación. Así que yo pienso que se están haciendo muchas cosas, pero a veces aisladas; entonces cuando la comunidad tiene al CIDEA y al Comité de Recursos Naturales, cada cual trata de conseguir cosas por su parte de manera desarticulada e individual. Esta situación es importante porque a veces no se logra nada, en especial cuando se trata de gestionar recursos económicos para proyecto de gestión del agua (Representante de la Fundación BITACOES, municipio de La Cumbre, 2016).

De la misma forma, en el municipio de Restrepo algunos agentes sociales reconocen la existencia de escenarios de participación en el que confluyen diversos acueductos veredales y, donde se discute el tema del agua; así lo menciona una integrante del Comité Interinstitucional de Educación Ambiental: *bueno nosotros estamos en todos los mecanismos de participación que hay en este municipio; también, estamos en la Federación Nacional de los Acueductos. En el municipio tenemos una Junta Central de Agua que es la que reúne a todos los acueductos veredales, para un total de 32 acueductos que nos reunimos para la gestión del agua* (Integrante del Comité Interinstitucional de Educación Ambiental Municipio de Restrepo, 2016).

### **Dificultades en la gestión del agua**

En la cuenca alta del río Dagua, los agentes sociales perciben algunas dificultades en la gestión relacionadas específicamente con el rol de la autoridad ambiental, pues consideran que dicha entidad es la principal encargada de la administración de los recursos naturales en la cuenca. La mayoría de agentes se refieren a casos puntuales como son las concesiones de agua, que según ellos no cuentan con un seguimiento y vigilancia apropiada por parte de la CVC, así lo expresa el representante de la Asociación de Productores y Comercializadores de Atuncela,

La CVC dice que es la entidad que regula los recursos naturales como el agua, que los administra, pero en ocasiones otorga concesiones a usted, a mí, sin ninguna justificación técnica; resulta que a usted le dan un agua hoy para una finca, un predio, y le dan un porcentaje de agua, y de esa quebrada que tiene un caudal de 100 litros por segundo, le vamos a dar a usted 2 litros por segundo, y listo; le fimo y le dan eso. Usted cada año paga. La pregunta es ¿usted cómo capta esos 2 litros que le dieron? sino ha hecho una obra. La CVC dice que el usuario debía construirla y si en dos años no la ha hecho la CVC le quita la concesión. Sin embargo, aquí hay concesiones de más de 10 años y no tiene obra, la obra es una piedra, pero miren una cosa tan importante, la CVC no los ha obligado hacer la obra, pero cada año les cobran, ¿qué le cobran?, los dos litros que le asignaron a usted ¿no, porque que no hay con que medirlos? De esta situación se benefician algunos industriales y agricultores para el riego de cultivos (Representante de la Asociación de Productores y Comercializadores de Atuncela, 2016).

Por otro lado, los agentes sociales identifican conflictos entre agentes institucionales y la sociedad civil, pues consideran que el proceso de gestión de la autoridad ambiental no responde a la realidad local y a las necesidades de las personas asentadas en la cuenca. Lo anterior, ha llevado a que los agentes sociales perciban que se debe cambiar la concepción y apoyar a más personas que están emprendiendo acciones de conservación que contribuyan al cuidado del medio ambiente y la siembra de agua, ya que las comunidades sienten que están siendo castigados por parte de la autoridad ambiental, al tratar de conservar fuentes hídricas o bosques en sus terrenos, así lo expresa el representante de la Asociación de Usuarios Campesinos (AMUC),

Desde mi experiencia puede resaltar muchas dificultades, porque en repetidas ocasiones se necesita gestionar recursos ante la CVC, ya sea para siembra de arbolitos, aislamientos, etc., y se dificulta el proceso ya que la CVC pide cincuenta mil requisitos que muchos campesinos no tienen, y en ocasiones manifiestan que tenemos que esperar hasta que haya una convocatoria y, resulta que, por ejemplo, muchas veces deberían dar incentivos a la misma gente que cuida el agua. El municipio de Restrepo no le cobra impuesto a la gente que tenga un nacimiento, pero la CVC sí cobra por ese nacimiento; debería ser todo lo contrario, debería ser la CVC la que pague a los que están cuidando los nacimientos, esa debería de ser la realidad; incentivarlos con alambres, con árboles, y otros insumos, para que cuiden los nacimientos de agua, no todo lo contrario [...] yo tengo 6 hectáreas en bosques, entonces el municipio no me cobra pero la CVC me cobra la sobretasa ambiental por ese bosque que ayuda a con la producción de agua (Representante de la Asociación de Usuarios Campesinos AMUC, 2016).

Sin embargo, otros actores consideran que las dificultades en la gestión del agua se relacionan, también, con acciones de la comunidad, así lo expresa el representante de la Unidad Municipal de Asistencia Técnica Agropecuaria (UMATA) del municipio de La Cumbre,

Yo creo que hay indolencia en la comunidad, porque normalmente las administraciones han sido más bien pasivas y no solamente a nivel municipal, si no que el Ministerio del Medio Ambiente no ha salido de pañales y sigue igual, entonces, eso es como una cuestión cultural, propia de la especie humana que se provee de los recursos naturales, pero no sabe que también hay que invertirles bastante en su recuperación; entonces, el problema es que es muy baja la inversión y acciones en respuesta a nuestras necesidades humanas (Representante de la Unidad Municipal de Asistencia Técnica Agropecuaria UMATA, municipio de La Cumbre, 2016).

### **Problemáticas ambientales asociadas al agua y su gestión**

En cuanto a problemáticas de tipo ambiental que son transversales a la gestión del agua, algunos agentes sociales de la cuenca alta consideran que uno de las principales cuestiones se relaciona con el vertimiento directo de aguas residuales sin ningún tipo de tratamiento a las fuentes de hídricas, así lo expresa el encargado de la Unidad Municipal de Asistencia Técnica Agropecuaria UMATA en el municipio de La Cumbre,

Yo creo que ese es un problema muy grave que debe solucionar el municipio, pero solucionarlo de la mano con todos los acueductos rurales y con la CVC, qué es la que regula también esa parte de los vertimientos; las comunidades en ocasiones hacen esos pozos sépticos con sitios de desagüe de desechos cercanos a fuentes hídricas; en el área no se tiene una regulación y control verdadero sobre el tema. La cabecera municipal en ese caso sí tiene el problema de aguas residuales y domésticas, porque todos esos vertimientos van a parar al río Pavas (Encargado de la Unidad Municipal de Asistencia Técnica Agropecuaria UMATA, municipio de La Cumbre, 2016).

Además, se considera que en este aspecto es en el que más están fallando las instituciones encargadas de la gestión ambiental y de la planificación del territorio, tal como lo menciona el representante de FEDECACAO (Federación Nacional de Cacaoteros) en el corregimiento El Queremal, municipio de Dagua,

Si usted tiene para construir su casa, usted debe tener para construir su sistema séptico; debe tenerlo, es decir, si yo no tengo para hacer mis cimientos no debo hacer una casa, porque sin cimientos no puedo hacer mi casa. Yo creo que lo

esencial de una licencia de construcción debe ser el sistema séptico, y no solo en la parte rural, aquí en Dagua pagan alcantarillado, pero qué clase de alcantarillado, aquí lo que hay es unas redes que conducen las aguas servidas directamente al río; no hay más, aquí no hay alcantarillado (Representante de FEDECACAO El Queremal, 2016).

A pesar de lo anterior, en la cuenca alta los agentes sociales entrevistados son conscientes que la responsabilidad en la gestión no sólo es competencia de las instituciones del Estado sino también de la comunidad en general, que del mismo modo debe hacerse responsable de sus vertimientos. Así lo expresa el representante de Asofrugold en el municipio de Dagua: *En el campo o en la ciudad todos debemos tener conciencia de que las aguas usadas se deben verter con un tratamiento, que se vayan más limpias para que no sigan contaminando al de más abajo, porque el de más abajo también la coge, la usa; en eso debemos tener cultura* (Representante de Asofrugold, municipio de Restrepo, 2016).

### **Soluciones problemáticas ambientales asociadas al agua**

Los agentes sociales coinciden que las medidas para solucionar problemáticas ambientales deben estar orientadas a articular esfuerzos entre instituciones públicas, privadas y la comunidad. En palabras del presidente de la Junta de Acueducto de Tocota, municipio de Dagua se destaca que: *las medidas serían principalmente de parte de la CVC y toda la comunidad que nos entendamos y podamos llegar a justos acuerdos y nos eduquemos en saber lo vital e importante que es el agua y no desperdiciarla; eso sería muy bueno, cambios culturales frente al agua* (presidente de la Junta de Acueducto de Tocota, 2016).

Dentro de las medidas a desarrollar para la solución de problemáticas de tipo ambiental se destacan: la educación ambiental, la reforestación, el aislamiento de fuentes hídricas, el manejo adecuado del suelo, establecimiento de un régimen tarifario diferencial por uso y finalmente un sistema de monitoreo del caudal. En palabras de un representante de Asofrugold se evidencia lo siguiente,

Debemos tener conciencia de un manejo justo del agua y de procesos de reforestación, así mismo, la cultura y la conciencia ciudadana deben incidir principalmente en su uso racional; nosotros utilizamos el agua y debemos devolverla limpia; la responsabilidad está en el antes y el después, ya que son dos etapas fundamentales en la gestión [...] hay que pensar en la responsabilidad para que no se nos acabe y crear formas para expulsarlas y devolverlas otra vez a la naturaleza de alguna manera menos contaminada (Representante de Asofrugold, municipio de Restrepo, 2016).

También, en cuanto al agua se puede observar que las comunidades tienen planes concretos, como es el caso del Distrito de Manejo Integrado de Atuncela, que según el representante de la Asociación de Productores y Comercializadores de Atuncela, dicho distrito tiene proyectos de sistema de riego, que están siendo complementados con la construcción de un trapiche ecológico, resultado de un proyecto presentado ante el Ministerio de Agricultura, así lo expresa el representante: *Nosotros queremos el agua tecnificada para el sistema de riego, por goteo y por microaspersión; adicionalmente, queremos cuidar y proteger los bosques, pero la cosa más importante es concientizar la gente, ahora hay que capacitar, yo no sé de qué manera pero hay que buscar los mecanismos que promuevan un uso eficiente* (Representante de la Asociación de Productores y Comercializadores de Atuncela, 2016).

Por otra parte, los agentes institucionales están desarrollando mecanismos para el cuidado del agua, según dice el encargado de la Unidad Municipal de Asistencia Técnica Agropecuaria del Municipio de Dagua (UMATA), que se centran en la realización de campañas de uso eficiente del recurso, así lo expresa el agente social: *nosotros estamos en el plan de desarrollo del municipio en estos momentos, y dentro del plan tenemos un apartado de sensibilización y uso eficiente del agua, tanto en la parte rural, como en la parte urbana; la idea es llevar la sensibilización directamente a las casas en el ámbito rural y, aquí, en lo urbano, sí hacerlo en colegios y otras dependencias municipales* (Encargado de la Unidad Municipal de Asistencia Técnica Agropecuaria del Municipio de Dagua)

Del mismo modo, los usuarios y la sociedad civil, principalmente Juntas de Acueductos y Juntas de Acción Comunal, también, realizan mecanismos para el cuidado del agua, según un líder de Provincia

se evidencia que: *nosotros el acueducto lo tenemos aislado, cuando hay mucho monte vamos a limpiarlo trabajando en comunidad; desde donde cogemos el agua hasta el tanque; los mantenimientos comunitarios son claves cuando se presentan fuertes lluvias, ya que el agua se contamina de sedimentos y otros materiales, por tal razón, hay que hacerle un mantenimiento a los tanques para evitar enfermedades y problemas de desabastecimiento del líquido* (líder Junta de Acción Comunal de Provincia, 2016).

Finalmente, es interesante destacar la aparición de redes sociales como mecanismo para el cuidado del agua que además de ser innovadores, son económicos y están a la mano de todos, como comenta el encargado del Acueducto de La Ventura,

Pues nosotros mensualmente sacamos un boletín donde hablamos de la parte operativa en la gestión del agua, la parte financiera, pero también, hablamos de la parte educativa para un uso eficiente del agua [...] sí, hacemos esas campañas, inclusive este acueducto es uno de los pocos de aquí de la región que cuentan con redes sociales en internet como Facebook, y por ahí se habla mucho, además, estamos conectados con la página del Cidea a través de la cual se dan muchos *tips* o herramientas sobre el cuidado del medio ambiente y el agua (Encargado del Acueducto de La Ventura, 2016).

## **GESTIÓN DEL AGUA DESDE LA PERSPECTIVA DE LOS AGENTES SOCIALES: CUENCA BAJA DEL RÍO DAGUA**

Los agentes sociales, entrevistados en la parte baja de la cuenca del río Dagua, coinciden en que la gestión del agua es el conjunto de acciones y prácticas desarrolladas por instituciones en conjunto con las comunidades, con el fin de cuidar y conservar el agua. Así lo expresa una de las integrantes del Consejo Comunitario del Alto y Medio Dagua en el municipio de Dagua,

La gestión del agua se traduce en velar por el sostenimiento ambiental del ecosistema: si bien es cierto que cada quien tiene su responsabilidad, en este caso la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC) tiene una gran responsabilidad en su gestión ya que es la que tiene que mirar y velar porque se mantenga el sistema ambiental, que no se contamine el agua; entonces, pienso que son gestiones que deben hacer las autoridades ambientales, junto con la comunidad y los concejos comunitarios que también hace parte de la gestión del agua y la usan; así mismo, creo que la gestión depende de las alcaldías como entes territoriales, por supuesto (Integrante del Consejo Comunitario del Alto y Medio Dagua, 2016).

Del mismo modo, los agentes sociales entrevistados resaltan que el principal elemento de dicha gestión lo constituye la administración de nacimientos de agua y el control de actividades que perjudican la calidad y cantidad del recurso hídrico; así lo expresa uno de los funcionarios de la Gobernación del Valle: *“el control de fuentes hídricas y manejo de aguas servidas, como también la minería, requieren de control sobre las actividades humanas que perjudican el río. Esa tarea demanda gestionar esos cuidados por parte de las comunidades”*.

Partiendo de los elementos expuestos anteriormente, los agentes sociales identificaron el objetivo de la gestión del agua, así como los principales responsables, instrumentos y dificultades presentes en el proceso de gestión que se describirán a continuación. Del mismo modo, destacaron la existencia de problemas ambientales y acciones propuestas para su solución.

### **Objetivo principal de la gestión del agua según los agentes sociales**

Los agentes sociales entrevistados en la parte baja de la cuenca del río Dagua coinciden en que el objetivo principal de la gestión del agua es el de conservar y garantizar su disponibilidad para todos, así lo expresa uno de los miembros del resguardo indígena *Nasa Kiwe* en el municipio de Buenaventura: *“La gestión del agua consiste en garantizar el acceso al agua para todos porque vivimos en una zona donde tenemos buena cantidad de fuentes hídricas, entonces, sería bueno que todos y todas se beneficiaran del*

*preciado líquido, porque es muy importante”* (Miembro del Resguardo Indígena *Nasa Kiwe*, 2016); para lo cual consideran fundamental reforestar y cuidar los nacimientos de agua.

Asimismo, el funcionario de la Gobernación del Valle manifiesta que: *“Preservar me parece que sería lo más importante porque preservando lo ambiental todo lo demás está bien; cuando tu preservas se produce un equilibrio en la naturaleza”* (Funcionario de la Gobernación del Valle, 2016).

### **Responsabilidad en la gestión del agua según los agentes sociales**

En cuanto responsabilidades sociales en la gestión del agua, la mayoría de agentes entrevistados en la cuenca baja del río Dagua perciben que, aunque ésta es competencia de todos, la principal entidad responsable es la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC), así lo manifiesta un funcionario de la policía nacional,

La CVC es la encargada del medio ambiente, que prohíbe la tala y corte de madera en esta parte de la cueca; si la gente necesita un árbol o arbusto, necesitan sacar un permiso para cortar ese árbol; entonces, ellos vienen acá y hacen una inspección y le toman la medida y dicen si ese árbol esta bueno para sacarle madera, entonces otorgan el permiso de corte a la comunidad; en retribución, la comunidad debe sembrar otros veinte más porque eso hace estragos en el ecosistema y en las formas de producir el agua (Funcionario de la Policía Nacional, 2016).

En términos generales, si bien la mayoría de agentes sociales reconocen su responsabilidad en el manejo del agua, también coinciden en que existen instituciones que adquieren un rol fundamental por las acciones de gestión y vigilancia que deben emprender, frente a lo cual consideran existe una falta de compromiso y voluntad para su adecuada aplicación según lo comenta el funcionario entrevistado de la Gobernación del Valle,

Bueno, yo creo que el responsable tiene que ser la autoridad ambiental porque uno dice está muy bien que la comunidad lo haga, pero la comunidad es demasiado permeable; entonces sí hay buenos líderes también hay malos líderes, líderes que se prestan para cosas ajenas a los intereses de las comunidades; en cambio, la autoridad funciona con leyes (Funcionario de la Gobernación del Valle, 2017).

### **El uso de instrumentos para la gestión del agua según los agentes sociales**

En cuanto a los instrumentos de gestión del agua, los agentes sociales creen que estos no funcionan debido a procesos de corrupción proveniente, ya sea de parte de los funcionarios públicos como de la misma comunidad, por ello, reconocen la necesidad de implementar medidas como tasas retributivas y acciones propuestas por parte de la comunidad e instituciones para la adecuada administración del agua. A continuación, se describen los principales aspectos identificados.

Según la percepción de buena parte de agentes sociales entrevistados en la cuenca baja del río Dagua, debe existir una tasa retributiva diferencial para actividades recreativas e industriales, con tratamiento especial según el uso del agua, así lo menciona el presidente de la junta de acción comunal del corregimiento de Córdoba, en el municipio de Buenaventura: a ciertas actividades económicas *“se le debería de cobrar más porque una persona que tiene un lavadero de carros o camiones sobre la vía, no emplean el agua para lo vital, solo desperdician el líquido y lo mezclan con aceite de carros y combustible Diesel, en estos casos el uso no es de consumo humano, sino que la están utilizando para el consumo de un electrodoméstico, un carro; por otra parte, el uso agrícola es poco en esta zona ya que tenemos altas precipitaciones, pero en sí se le debería cobrar más según el uso”* (Presidente de la junta de acción comunal de Córdoba, municipio de Buenaventura, 2016).

En las Figuras 4 y 5 se evidencia parte de las entrevistas y el trabajo en campo realizado en la parte baja de la cuenca hidrográfica del río Dagua por el grupo de trabajo (Figuras 3 y 4).



Figura 4. Viviendas dispersas localizadas en la margen principal del río Dagua, municipio de Buenaventura, corregimiento la Delfina. Descarga directa de aguas domésticas a fuentes hídricas e inadecuado manejo de residuos sólidos.



Figura 5. Taller y entrevistas en el corregimiento la Delfina, municipio de Buenaventura, Cabildo Indígena la Delfina.

Del mismo modo un funcionario de la Gobernación de Valle reconoce la existencia de la tasa retributiva para uso del agua, aunque manifiesta que no se cumple debido a problemas administrativos, al respecto esto fue lo que comentó: *“Industriales sí, con ellos se gana un porcentaje que está establecido en la ley pero que no lo cumplen, es decir, se convierte en un dilema gigante para nosotros poder decir que me parece que es el 1 o el 2% la tasa retributiva por usar el agua, y que por lo tanto, ellos deben resarcirlos en alguna actividad en la comunidad, pero desafortunadamente, no lo hacen”* (Funcionario de la Gobernación del Valle, 2016).

En esta misma línea, los agentes sociales coinciden en que la aplicación de la tasa retributiva no se cumple a cabalidad debido a la falta de control institucional en la zona. Además, muchos usuarios toman el agua directamente de los nacimientos, ignorando que dichas acciones les pueden afectar en el mediano plazo, según lo manifiesta una integrante de la junta de acción comunal del corregimiento La Delfina en el municipio de Buenaventura,

Pienso que acá en esta zona de la cuenca no nos preocupa por unos escasos de agua ni estamos en la capacidad de pagar por ella, porque fuentes de agua hay por todas partes. En otras partes de la cuenca que hacen otras actividades como agricultura porcicultura, recreación, claro, se deben preocupar y deben pagar por el agua. Sin embargo, en esta parte se está tratando con la gente otras medidas, porque si alguien compró aquí, y hay una quebrada, y la gente hace su propia piscina y, la gente quiere hacer lo que se le parece con el agua, a ellos se les debe cobrar más, porque se están beneficiando del agua (Integrante de la junta de acción comunal de La Delfina, 2017).

En cuanto a la captación de agua, algunos agentes sociales mencionan que esta no debe considerarse como legal o ilegal en lo que respecta al consumo doméstico, pues debe ser concebido como un derecho vital para suplir las necesidades básicas de toda persona y seres vivos. En cambio, para los procesos de comercialización deben exigirse a las empresas o entidades que se benefician del uso del agua una reparación para su conservación, así lo manifiesta un miembro del Consejo Comunitario de Córdoba y San Cipriano,

El tema de captar agua, depende, porque si es para hacer un acueducto, sí creo debe ser permitido. Si es para hacer el acueducto, las comunidades no necesitan un permiso porque eso es para uso comunitario, pero si es para captación de otro tipo de cosas, como piscinas, creo que sí. Por ejemplo, para minería, claro, ese tiene que ser con permiso y de hecho acá minería no hay, porque acá no hay permiso minero, acá todavía no hay permiso minero, aunque algunas personas lo hacen fraudulentamente, pero acá no hay permiso minero, ya que se contamina el agua (Miembro del Consejo Comunitario de Córdoba y San Cipriano, 2017).

Por su parte, en relación a los precios del agua o sistemas tarifarios, los agentes sociales perciben que para una buena gestión del agua deben existir precios diferenciales según el uso al cual se destine y la cantidad requerida, así lo menciona un miembro del resguardo Indígena *Nasa Kiwe* en la Delfina, municipio de Buenaventura,

Si es para un beneficio colectivo o humano no hay problema, si no es para venta ni nada eso no hay ningún problema, [...] el agua hay que utilizarla si la necesitan, hay que utilizarla y hay que recoger del agua que hay, si no es para venta, porque si es para venta no se puede tampoco; como dije, vamos a estar interviniendo las quebradas para saber cómo la usan; el agua tiene que entrar en una consulta del por qué y para qué se necesita ante de dar la captación (Miembro del Resguardo Indígena *Nasa Kiwe*, municipio de Buenaventura, 2017).

### **Mecanismos de participación para la gestión del agua según los agentes sociales**

En cuanto a mecanismos de participación, se puede decir que los agentes sociales en la cuenca baja del río Dagua conocen y usan este tipo de instrumentos, en especial, las comunidades étnicas quienes saben acerca de procesos como la consulta previa, la cual se aplicó para la ampliación de la vía Cali- Buenaventura. No obstante, muchas veces los líderes sociales se abstienen de hacer uso de los mecanismos disponibles por el Estado colombiano debido a que ello puede ir en contra de su vida e integralidad, así lo expresa un miembro del Consejo Comunitario del Medio y Alto Dagua,

Nosotros como comunidad podíamos utilizar mecanismos de participación comunitaria, la ley, es decir, las tutelas, porque en sí los líderes comunales hemos perdido también esas participaciones comunitarias porque a veces los que están impactando contra todo este medio ambiente tienen el poder económico y unas veces no se puede contra su poder, pero en sí, la ley nos faculta participaciones como son la acción popular, los derechos de petición, todo eso, [...] pero entonces uno a veces no lo hace por cuestiones de su integridad física y la de su familia, ya que nos enfrentamos a personas poderosas económicamente (Miembro del Consejo Comunitario del Alto y Medio Dagua, 2017).

De la misma forma, algunos agentes sociales institucionales reconocen y perciben la existencia de espacios de participación con las comunidades y respetan este proceso, pues en algunos casos son las comunidades las que pueden contribuir al avance o retroceso de un proyecto si no se les tiene en cuenta, así lo menciona el funcionario de la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC),

En la cuenca del Dagua actualmente no hay Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Hidrográfica –POMCH-, precisamente porque en la parte baja se localizan consejos comunitarios y resguardos indígenas, por lo tanto el proceso como lo abordó la Universidad del Valle en su momento no fue el adecuado, entonces nosotros si generamos los recursos para hacer el ordenamiento pero nos equivocamos, digamos en el procedimiento, en ese momento estaba todo el proceso de ley 70, entonces, allí nos equivocamos en el procedimiento y hoy estamos en ese proceso de continuar negociando con las comunidades; en la parte de acá generamos unas cosas que se llaman planes de administración y manejo de los recursos naturales por consejos comunitarios, eso son instrumentos que le toca hacer a la comunidad y se han hecho con ellos y esos instrumentos sí nos permiten a nosotros como institución hacer seguimiento a las microcuencas y decirle a las comunidades, ojo con eso que ustedes mismo lo han planeado; casi todos los consejos comunitarios lo tienen, Cisneros lo tiene, Alto y Medio Dagua, Córdoba lo tiene, Citronela lo tiene, Zacarías lo tiene, Calle larga lo tiene y obviamente, Guadualito lo tiene y el resguardo indígena de la meseta también tiene su plan de administración; tienen un plan de administración de uso y manejo de los recursos naturales; ellos por ley tienen que hacer algo que se llama el reglamento interno del uso y manejo de los

recursos naturales; para usted reglamentar debe saber qué es lo que tiene, entonces, nosotros les dimos recursos a ellos y ellos construyeron sus planes. Esos son los planes que nosotros manejamos a diferencia de la reserva que es un área protegida; tienen su plan y en estos momentos estamos en el ajuste con la misma Universidad del Valle, con la participación de las comunidades (Miembro del Consejo Comunitario del Alto y Medio Dagua, 2016).

### **Dificultades en la gestión del agua**

En la cuenca baja del río Dagua, los agentes sociales perciben algunas dificultades en la gestión del agua relacionadas, específicamente, con la financiación de proyectos destinados al cuidado, protección y recuperación de fuentes hídricas en la zona, así lo expresa una de las integrantes del Consejo Comunitario del Alto y Medio Dagua,

Yo diría que las dificultades son financieras, porque las comunidades presentan los proyectos y a veces por falta de recursos no se ejecutan o aprueban ante la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC); estos se quedan en la administración, es decir, son muy importantes, pero uno se estanca por el tema. Sin embargo, creemos que falta voluntad política por parte de los gobiernos de turno, porque son ellos los que tienen que aprobar los recursos, tienen el personal técnico, tienen todo para hacer, tienen las herramientas y no lo hacen. Percibimos la falta de voluntad política por lo menos en el tema de descontaminación del río; frente a ello, si no hay una política de gobierno responsable que se comprometa a ejecutar presupuestos no podremos evidenciar cambios (Integrante del Consejo Comunitario de Alto y Medio Dagua, 2017).

Adicionalmente, los agentes sociales entrevistados consideran que la falta de voluntad por parte de los municipios e incluso de los habitantes, conlleva a que los esfuerzos realizados no tengan ningún efecto, así lo expresa el representante el funcionario de la Gobernación del Valle,

Yo creo que las dificultades para el cuidado del agua son las siguientes: primero, la falta de voluntad política de las instituciones que tienen que hacerlo; segundo, falta política de la comunidad de apropiarse, también, de sus responsabilidades; tercero, falta de responsabilidad social de la comunidad, esas tres cosas; (Funcionario de la Gobernación del Valle, 2017).

Finalmente, existen otras dificultades presentes en la gestión del agua relacionadas, principalmente, con la falta de personal en las instituciones de manejo de la cuenca según lo expresa un Funcionario de la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC),

El tema de falta de personal y de logística y la integración institucional, corresponde al manejo de los recursos naturales; nosotros los regulamos, ya le dije, pero no los podemos mejorar solos porque mire, uno llega a una comunidad y encuentra a un tipo cortando árboles, acción que está prohibida; entonces yo llego y le paro al tipo y le digo eso está prohibido, entonces yo le voy a hacer un decomiso, voy a llamar a la policía para que usted pase a su proceso sancionatorio, así es, pero sucede que el tipo lo está cortando y sabe para qué, para poder llevar sustento a un hijo o para poderle dar el agua de panela al hijo o para llevar un hijo al hospital [...] entonces, uno le dice no, usted debe tener el SISBEN, y en ese momento nos damos cuenta de que la asistencia básica del Estado no llega. Aquí hay UMATAs pero es como si no las hubiera, porque ¿qué alternativas de desarrollo productivo le dan a la gente?, ninguna; y las UMATAs no tienen recursos, y yo les decía a ustedes, el tema de manejo de los recursos naturales es complejo; se requiere inversión. No es como a uno se lo pintan a veces; cuando usted ya llega entender la realidad, por eso es que la gente recurre

a la minería, deforestan ilegalmente, por las necesidades económicas que surgen al interior de las comunidades; nosotros tratamos de encontrar el punto medio y para poder concertar con las comunidades y demostrar que lo que se hace es incorrecto, y tratamos de buscar alternativas que garanticen nuevas opciones al desarrollo y frente a la gestión del agua y el ambiente (Funcionario de la Corporación Autónoma regional del Valle del Cauca, 2017).

### **Problemáticas ambientales asociadas al agua y su gestión**

Como se mencionó en párrafos anteriores, en la cuenca baja del río Dagua las problemáticas ambientales transversales a la gestión del agua, según lo expresan los agentes sociales entrevistados, se relacionan principalmente con tres elementos clave: el primero, ligado al vertimiento directo de aguas residuales sin ningún tipo de tratamiento a las fuentes hídricas; segundo, la minería ilegal de oro; y tercero, la ampliación de la vía Cali-Buenaventura que comunica el paso de mercancías desde el principal puerto marítimo en el Pacífico con el centro del país, al respecto esto fue lo que mencionó el funcionario de la Gobernación del Valle,

Pues yo creo que en este momento la problemática es la misma contaminación del río, imagínate, ese río ya va muy contaminado porque recoge todas las aguas servidas de los municipios de la parte alta de la cuenca, y esa parte de Cisneros, todo eso, y allá va a llegar a la bahía de Buenaventura totalmente contaminado; uno de los mayores contaminantes de la bahía de Buenaventura es el río Dagua, entonces, prácticamente es una desventaja en este momento que evidencia la inadecuada gestión del agua en la cuenca, yo por lo menos la percibo así (Funcionario de la Gobernación del Valle, 2017).

Del mismo modo, un funcionario de la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC) describe la problemática de la minería ilegal del oro en la parte baja de la cuenca hidrográfica de la siguiente manera,

El tema fuerte que se salió de las manos de las autoridades fue la minería, hace como dos años; dicha actividad ilegal se desarrolló aproximadamente desde el 2012. Habían más de 200 retroexcavadoras y grupos armados allí, es decir, que uno no podía decir nada, a mí me toco más de una vez salir corriendo de allí, nos amenazaban; entonces no es fácil. Y los otros procesos fuertes corresponden a ley 70, cuando se le da la potestad a las comunidades el derecho a la tierra, eso les da más apego y saben que hay un reconocimiento; cuando sucede eso la gente se organiza, y la gente organizada nos ha prestado mucha más atención que cuando eran comunidades dispersas; una vez se organizan es mucho más fácil trabajar porque la ley 70 tiene el tema ambiental, y establece que las comunidades tienen que conservar los elementos naturales y el agua (Funcionario de la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca CVC, 2017, municipio de Buenaventura).

Finalmente, una de las integrantes del Consejo Comunitario del Alto y Medio Dagua destaca que la construcción y ampliación de la doble calzada Cali-Buenaventura ha impactado el río pese a las acciones de mitigación realizadas por las empresas constructoras y el Estado, pues la obra trajo consigo el desarrollo de otras actividades que ocasionan conflictos de tipo socioambientales, así lo expresa la agente social,

La construcción de la doble calzada, que impacto un poco, hubo mucha, a la hora de bajar los talud para ampliar la vía hubo una muy buena, digamos, una pérdida de árboles no, pero también se está recuperando; porque gracias a eso, a esa pérdida de esos árboles que se talaron para las construcción de la vía, Digamos que la contaminación del agua puede ser en la parte del río porque acá no hay mucho manejo de basuras, entonces si vemos que en el río Dagua hacia arriba en

la parte de alta del Dagua se echan muchos desechos sólidos al río, basura, todo tipo de cosas viene al río entonces, el río mantiene muy contaminado. El agua de las cocinas, de los baños de las casas; todo viene de las quebradas y las quebradas de la parte alta de las montañas y toda agua que sale de allí (de las casas) va a dar al río Dagua porque no tenemos alcantarillado, en algunas viviendas hay pozos sépticos, pero no en todas, todas, un 70% tiene pozo séptico; alcantarillado como tal no existe; entonces ese tipo de contaminación si la tenemos, pero solamente en el río Dagua. Y la contaminación que tiene el río Dagua por la lavada de Vehículos, si ustedes miran a los lados de la vía, se percibe que lavan vehículos sin ningún control, entonces, todo ese tipo de desechos van a dar al río Dagua (Integrante del Consejo Comunitario de Alto y Medio Dagua, 2016).

### **Soluciones a problemáticas ambientales asociadas al agua**

En la cuenca baja del río Dagua los agentes sociales entrevistados perciben que las medidas para solucionar las problemáticas ambientales asociadas al agua deben estar orientadas a articular esfuerzos entre las instituciones públicas, privadas y las comunidades presentes a lo largo de la cuenca para mejorar las condiciones ambientales y sociales de esta, ya que las acciones emprendidas por algunas personas, para evitar la contaminación del agua, no pueden seguir realizándose de manera aislada, así lo manifiesta una de las integrantes del Consejo Comunitario del Alto y Medio Dagua,

Como acción colectiva se destaca la construcción de alcantarillados para que todas las aguas residuales no viertan el 100% de su contenido al río directamente. Para el manejo de basuras, como no tenemos recolección de basuras, por ejemplo, cogemos lo que son cáscara de la cocina y elementos orgánicos, todo eso lo echamos a los mismos sembrados y cultivos. Lo que son plásticos y ese tipo de cosas, se queman, que no es lo usual, pero los quemamos y otras veces los enterramos para no tirarlo al río. Todo eso que usted ve que baja, baja de la parte de arriba, y llegan hasta acá, y eso va a dar al mar, lo que sé hace arriba afecta abajo; propondría que el gobierno hiciera el manejo con la gente de arriba, pensar en una buena gestión de las basuras y del agua. En ese sentido, las comunidades que nos localizamos en la parte baja somos las perjudicadas. Sí nos toca ir y hacer sinergias con las comunidades de la parte alta para una mejor gestión de los elementos mencionados, lo haremos. Es un proceso educativo, de tomar conciencia, acá lo importante es si todo el mundo tiene conciencia de lo ambiental es compromiso de todos, debe existir la conciencia, percibir de manera diferente el agua y la naturaleza (Integrante del Consejo Comunitario de Alto y Medio Dagua, 2017).

En este sentido, dentro de las soluciones identificadas por los agentes sociales entrevistados se destacan: la educación ambiental, la reforestación, el aislamiento y protección de fuentes hídricas, manejo adecuado del suelo y la concientización de los habitantes en la cuenca, así lo menciona el funcionario de la Gobernación del Valle,

Así haya poco bosque, debemos seguir protegiéndolos porque los bosques son productores de agua; debemos sancionar a los que están haciendo daño al río, por ejemplo, el tema de la minería, y capacitar a la comunidad, porque en la medida que la comunidad se empodere de todo esto, van a ayudar a proteger la naturaleza y el agua, y serán ellos mismos quienes apliquen otros correctivos morales a las personas que están haciendo daño con sus acciones a la cuenca (Funcionario de la Gobernación del Valle, 2016).

Del mismo modo, se considera clave realizar un seguimiento en los sectores donde se presentó la minería ilegal para evitar su resurgimiento, pues los daños provocados al agua, la flora y fauna fueron determinantes en términos ambientales y sociales, así lo expresa el funcionario de Hidropacífico: *“Desde el punto de vista minero, acabar con ese tema de la minería, prohibir esa práctica en la cuenca eso sí sería*

*vital; creo que es una de las cosas que más daño ha hecho y desde el punto de vista de la ciudadanía, como decía, por otro lado es pertinente organizar una PTAR que recoja todas esas aguas y desechos para que se traten antes de devolver el agua al río Dagua”* (Funcionario de Hidropacífico, 2016).

Finalmente, por parte de las instituciones del Estado se están desarrollando proyectos que ayudan a la conservación de las fuentes hídricas y a las comunidades de la zona como es el ejemplo que se vive en la Reserva Forestal de San Cipriano, donde las instituciones y la comunidad han logrado conservar la reserva forestal y la preservación de importantes elementos naturales, así lo expresa la representante de la fundación San Cipriano,

La gente ha respetado siempre la naturaleza y el agua y se ha aferrado a ella para adaptarse a las nuevas condiciones de la zona y buscar alternativas que permitiera vivir y conservar la reserva en ese momento; digamos, que hubo como diez años de desespero porque no sabíamos que hacer y un tema de prohibiciones, entonces surge el proceso comunitario, un proceso comunitario del cual comienzan unos comités inter-veredales; uno en esta comunidad que es Bodegas y el otro comité era en la comunidad de San Cipriano, y en estos comités nos uníamos mensualmente [...] éramos apoyados por las instituciones como CVC, INDERENA y estaba Acuavalle. Entonces, cuando visitaban a la gente, por ejemplo, empezamos la construcción del plan de manejo para la reserva, en el cual se plasmó todas nuestras costumbres y modos de vida de las comunidades frente a la reserva. Y salió un libro bien elaborado. Después de cuatro años de trabajo, jóvenes, niños y adultos participaron de las mesas de diálogo y mesas de trabajo agotadoras, pero al final se logró el plan de manejo; ya en 1997, el 30 de abril, se unen estas dos comunidades en una sola organización, llamada Organización San Cipriano que es una ONG ambiental, entidad sin ánimo de lucro que se encarga de la protección y conservación de la reserva y al mismo tiempo, velar por el bienestar social de las dos comunidades que habitan la zona de reserva [...] en ese orden de ideas, económicamente estábamos en el desespero, no sabíamos qué íbamos a hacer como comunidades, y con el plan, comienza el turismo. En esa época comienza a llegar en el tren de pasajeros, entre ellos algunos gringos que venían de Cali; y llegaron acá y les gustó [...] (Representante de la Fundación San Cipriano, 2016).

## **CONCLUSIONES GENERALES**

Con respecto a esta temática se puede concluir que en la cuenca hidrográfica del río Dagua, las distintas percepciones existentes en torno al agua y su gestión varían según el rol que adquieren los agentes sociales, pero también depende de su relación con el área donde habitan.

La gestión del agua en la parte alta de la cuenca se encuentra ligada al desarrollo de actividades agropecuarias y ganaderas en zonas de alta pendiente del suelo, forestales de pino y eucalipto que demandan grandes volúmenes del vital líquido, así como a la proliferación acelerada de viviendas campestre y vacacionales. Lo anterior responde a la percepción que tienen los agentes sociales frente al agua, la cual además de ser el elemento natural más empleado para sus actividades, es fundamental para la vida, aunque las prácticas inadecuadas, en algunas zonas la cuenca alta, han conllevado a su deterioro, bien sea por los procesos de fragmentación del suelo, o debido a la realización de actividades agropecuarias con procesos productivos no amigables con el ambiente. Dichos elementos han reconfigurado el paisaje de la cuenca en su parte alta, ocasionando transformaciones e impactos visibles en las actividades económicas productivas tradicionales y las formas de gestión del agua de las comunidades, quienes perciben se está vulnerando sus costumbres y saberes frente al manejo del suelo y el agua.

No obstante, aunque esta parte de la cuenca cuenta con características geográficas especiales se percibe por parte de las comunidades entrevistadas un deterioro significativo en el suelo y reducción de fuentes hídricas en la zona, como respuesta a la intensificación de actividades humanas, deficiencia en la actuación de las instituciones del estado como la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca –CVC- y, la inadecuada gestión y uso del vital líquido de algunos agentes sociales, en su mayor

proporción, medianos productores e industriales que emplean agua de consumo humano para riego de cultivos.

Sin embargo, se percibe de forma positiva la importancia del trabajo conjunto entre empresas, fundaciones y Organizaciones no gubernamentales como son ONGs para el mejoramiento del ambiente, lo cual es clave en los procesos de gestión integrada del agua como elemento para asegurar la vida y formas de producción económicas. Esta red, buena parte de las comunidades constituyen una base para fortalecer lazos de confianza, procesos de concientización y colectividad para el manejo del agua y los ecosistemas en el mediano y largo plazo.

En relación a la gestión del agua, aunque no existe un concepto definido para los agentes sociales, su percepción hace que la conciben como un sistema de manejo en donde el agua es el principal elemento de orientación. En esta perspectiva, destacaron que, entre las principales dificultades en torno a este proceso, es la falta de acompañamiento de instituciones públicas como la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC) frente a las denuncias realizadas por la comunidad. Pues consideran que la CVC se está dedicando a legalizar la toma de agua y otorgar concesiones sin pensar en la disponibilidad del agua y la capacidad de recarga de las fuentes hídricas; aunado a lo anterior, la institución no hace seguimiento a las obras necesarias para una adecuada captación, debido a que sin estas no hay forma de saber y cuantificar con exactitud la cantidad de agua que se capta y sus usos.

En la cuenca baja donde habitan mayoritariamente comunidades étnicas, el agua se percibe como elemento de vida; para estas comunidades prima el interés cultural, mientras que para los actores institucionales constituye un recurso económico. Dicha percepción permite contrastar posturas biocéntricas con antropocéntricas, lo cual ha generado determinados conflictos e intereses entre las comunidades, quienes pretenden gestionar el agua desde una mirada sacra y natural en contra de los postulados de agentes institucionales que buscan mercantizarla. Sin embargo, ambos tipos de agentes sociales coinciden que actividades como la minería y las obras de infraestructura han sido perjudiciales para los ríos y quebradas de la cuenca en su parte baja, en especial, para el río Dagua, aunque también resaltan los problemas de inadecuada disposición de residuos sólidos como un factor importante problemático en toda la cuenca, el cual pone en riesgo la calidad del agua.

En esta perspectiva, para las comunidades indígenas especialmente, es fundamentalmente que el resto de la población asentada en la cuenca baja adquiera mayor responsabilidad en torno al cuidado de las fuentes hídricas, especialmente, en cuanto al manejo de los residuos sólidos y líquidos, y la cantidad de agua empleada para cada uso, la cual pese a su abundancia en la zona constituye un recurso finito. En esta medida, es importante señalar la necesidad de transformar desde los procesos de concientización y educación la noción clásica del agua como recurso infinito a la de una perspectiva del agua como fuente de vida, agotable y de responsabilidad social colectiva.

En lo que respecta a la gestión del agua, en la cuenca baja del río Dagua los agentes sociales la asocian a todas aquellas acciones encaminadas al cuidado y preservación de este elemento, aunque existen algunas dificultades en relación a su adecuada implementación. Entre estas se encuentra la falta de interés y reducida disposición de personal por parte de las instituciones públicas del estado y la comunidad, lo cual conlleva a un débil control de actividades económicas que perjudican las fuentes hídricas como es la minería ilegal y la extracción de materiales de arrastre del cauce principal del río Dagua para la ampliación de la doble calzada Loboguerrero - Buenaventura.

Adicionalmente, se resalta desde la percepción de los agentes sociales entrevistados, la necesidad de fortalecer las organizaciones comunitarias para generar procesos de resistencia a actividades que afecten el agua y, en general, las condiciones óptimas para el sostenimiento de la cuenca.

## **REFERÊNCIAS**

- AGUIRRE, M. et al. Percepción del paisaje, agua y ecosistemas en la cuenca del río Dagua, Valle del Cauca, Colombia. Universidad Tecnológica y Pedagógica de Colombia. Revista Perspectiva Geográfica, v.22, n.1, 2017.
- BOLAÑOS, F. Marco normativo de la gestión pública del agua potable en Colombia y su contribución en los procesos de integración territorial metropolitana. Entorno Geográfico, v.11, p.140-152, 2015.
- BUITRAGO, O.; BOLAÑOS, F.; AGUIRRE, M. Organización comunitaria en la gestión del agua potable en el Departamento del Valle del Cauca, Colombia. En: Processos de Cooperação e Solidariedade na América Latina, 2017, Brasil. Anais... Brasil, 2017. p.295- 320.

- BUITRAGO, O.; BOLAÑOS, F. V.; PATIÑO, Z. La cuenca hidrográfica como unidad de gestión del agua. Visiones de las organizaciones sociales de base e instituciones públicas. Documento inédito en proceso editorial. Cali: Programa Editorial Universidad del Valle, 2017.
- CONGRESO DE COLOMBIA. Constitución Política de 1991. Gaceta Constitucional, n. 116 [en línea]. 1991. Disponible en: [http://www.senado.gov.co/images/stories/Informacion\\_General/constitucion\\_politica.pdf](http://www.senado.gov.co/images/stories/Informacion_General/constitucion_politica.pdf).
- CVC. Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca. Investigación recurso hídrico de las cuencas de los ríos Cauca y Dagua recuperad, Cali, Valle del Cauca, Occidente. Cali: Colombia, 2014.
- CVC. Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca. Planes de ordenación y manejo ambiental de cuencas hidrográficas. Disponible en: <https://www.cvc.gov.co/gestion-corporativa/planes-y-programas/planes-de-ordenacion-y-manejo-ambiental-de-cuencas-hidrograficas>. Acceso en: nov. 2017.
- GONZÁLEZ RODRÍGUEZ, E. Manual sobre participación y organización para la gestión local. Bogotá: Foro, 1996.
- GONZÁLEZ, E. et al. Gestión urbana y medio ambiente: La participación en la gestión pública: Tipos, niveles y mecanismos. v.4. Fundación Foro Nacional por Colombia. Cali: 2001.
- LÓPEZ, L.; GONZÁLEZ, D. Percepción del paisaje y los ecosistemas en la cuenca hidrográfica del río Dagua. Departamento de Geografía. Universidad del Valle. Colombia: 2016.
- ONU. NACIONES UNIDAS. Decenio internacional para la acción “el agua fuente de vida”. Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas. 2014. Disponible en: [http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/human\\_right\\_to\\_water.shtml](http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/human_right_to_water.shtml) Acceso en: nov. 2017.
- TANGARIFE, M.; VILLAQUIRA, Y. Paisaje y agua: el sentir de las comunidades asentadas en la cuenca baja del río Dagua. Colombia: Universidad del Valle, 2016.
- UDV. UNIVERSIDAD DEL VALLE. Informe avance final marco teórico y metodológico actividad 1. Proyecto de Investigación Estrategias para la Recuperación y Manejo Integrado del Recurso Hídrico en las Cuencas del Cauca y Dagua, en el Valle del Cauca. En proceso editorial. 2016a.
- UDV. UNIVERSIDAD DEL VALLE. Informe diagnóstico de la gestión del agua en la cuenca del río Dagua. Proyecto de Investigación Estrategias para la Recuperación y Manejo Integrado del Recurso Hídrico en las Cuencas del Cauca y Dagua, en el Valle del Cauca. En proceso editorial. 2016b.
- UDV. UNIVERSIDAD DEL VALLE. Informe final análisis de contenido de entrevistas, talleres y aplicativo para identificar la percepción sobre el agua. Proyecto de Investigación Estrategias para la Recuperación y Manejo Integrado del Recurso Hídrico en las Cuencas del Cauca y Dagua, en el Valle del Cauca. En proceso editorial. 2016c.

# O PAPEL DA APRENDIZAGEM SOCIAL NO PLANEJAMENTO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS

An illustration of two black hands holding a blue banner with white text. The banner is positioned horizontally across the lower half of the page. The background behind the hands consists of several wavy, horizontal lines in various shades of blue, representing water or a hydrographic basin.

Adriano Severo Figueiró

## INTRODUÇÃO AO DEBATE: A ENTRADA NO ANTROPOCENO

Durante o século XX, a ciência foi compreendendo que, da mesma forma como a biosfera havia transformado a geosfera ao longo de uma escala geológica de tempo, a emergência do conhecimento humano (a que Teilhard de Chardin chamou de Noosfera- MORIN, 2001) está, progressivamente, transformando a biosfera em um sistema mais complexo, onde a força da ação humana prevalece sobre as forças geradoras das dinâmicas da natureza. Tal consciência impeliu o biólogo Paul Crutzen a propor o surgimento de uma nova era geológica, batizada de Antropoceno (CRUTZEN, 2002).

Embora a aceitação do homem como agente geológico capaz de moldar a paisagem global e a evolução do nosso planeta não seja uma questão exatamente atual, já que o conceito vem sendo trabalhado desde fins do século XIX pelo geólogo italiano Antonio Stoppani, com a proposição da Era Antropozóica (STOPPANI, 1873), ou mesmo pela proposição do “Antropogeno” pelo geólogo russo Alexey Pavlov, em 1922 (*apud* GERASIMOV, 1979), a definição atual do Antropoceno avança para além do mero debate conceitual, revestindo-se de uma materialidade físico-química referente às medições no aumento da quantidade de dióxido de carbono e outros gases estufa na atmosfera da Terra. Dessa forma, a interferência do homem na Biosfera, porquanto motivada pela dimensão simbólica produzida pela esfera econômica, passa, cada vez mais, a ser qualitativamente diferenciada da mera atividade biológica que desenvolve na condição de ser vivo, desencadeando processos (tecnogênicos) cujas intensidades superam em muito os processos naturais que modelam o planeta há bilhões de anos (TER-STEPANIAN, 1988).

Desde que que o Antropoceno teve início, em princípios do século XVIII, a “bomba populacional” da espécie humana multiplicou por seis o número de habitantes da Terra (de 1 bilhão de habitantes em 1800 para 6 bilhões no ano 2000), mas foi a “bomba econômica”, protagonizada por um universo muito restrito desta população, que multiplicou por nove o uso da água, por quatorze o total de riqueza produzida, por dezesseis o uso da energia e por quarenta o produto industrial global (McNEILL, 2000), mesmo que a ideia de sustentabilidade nunca tenha sido repetida de forma tão insistente como neste início de século, e que o número de “técnicos” ambientais não pare de crescer no mercado.

Neste processo de transformação acelerada do planeta um dos indicadores ambientais mais impactados, mesmo que estratégico para a sobrevivência do conjunto da vida na Terra, é a dinâmica hídrica, cuja resultante das interferências humanas mal planejadas<sup>15</sup> acumula colapsos locais e regionais por todo o planeta. Na vã tentativa de evitar ou, na pior das hipóteses, adiar o mais possível estes colapsos produzidos por uma economia globalizada cada vez mais “sedenta” por água, o armazenamento deste recurso em barragens assumiu, simbolicamente, uma profissão de fé no progresso civilizatório da modernidade. Desde a década de 30 do século passado, estamos colecionando a impressionante média de construção de 1,2 represas por dia em todo o planeta (BOUGUERRA, 2004), e já se contabiliza um total de mais de 58.000 grandes represas (com vertedouros entre 15 e 150m de altura) em funcionamento no mundo todo (MARQUES, 2015).

Estas enormes construções drenam metade das zonas úmidas do planeta e são responsáveis pela retenção de 15% do fluxo hidrológico dos rios em todos os continentes, água esta que é armazenada em uma superfície de mais de 400.000 Km<sup>2</sup>, representando algo como 0,3% de toda área do planeta.

O problema se agravou significativamente a partir da década de 70, quando a perda de água por evaporação nos reservatórios superficiais passou a suplantar o total do consumo doméstico e industrial somados. Em outras palavras, em que pese todo aporte tecnológico e econômico (ou mesmo por causa deles) investido no processo de armazenamento de água ao longo das últimas décadas, perdemos mais água doce para a atmosfera do que aquela que necessitamos para garantir a existência das áreas urbanas e industriais deste planeta, e esta parece ser uma das mais óbvias consequências da nossa incapacidade em usar os recursos naturais de forma sustentável (FIGUEIRÓ, 2017).

É preciso enfatizar novamente que toda esta perda de funcionalidades ecológicas tem ocorrido, paradoxalmente, em um momento da evolução tecnológica e dos mecanismos de gestão em que estaríamos aptos a corrigir os equívocos do passado; ao invés disso, continuamos a acumular equívocos

<sup>15</sup> Costumamos, numa corriqueira ingenuidade política cotidiana, atribuir a ideia de “mal planejamento” ou de “falta de planejamento” como causa dos processos diacrônicos que resultam em quebras da resiliência ou mesmo colapso de sistemas ambientais em diferentes escalas. Urge, no entanto, que reavaliemos estas afirmações à luz das estruturas ideológicas (MÉSZÁROS, 2004) construídas pelo próprio sistema degradador, que nos impele a pensar que estas crises teriam uma solução diante de um “adequado planejamento” ou mesmo da existência dele, nos casos em que ele supostamente não exista. Nada poderia ser tão equivocado. É preciso considerar que o planejamento sempre existe, e que, na maior parte das vezes, ele é bastante adequado aos interesses e prazos dos que planejam. Ocorre, no entanto, que tais interesses ou prazos atendem ao ritmo da acumulação financeira, e não ao da sustentabilidade do sistema socioambiental como um todo, motivo pelo qual acabamos, erroneamente, igualando a crise a um suposto déficit de planejamento.

ano após ano, agora não mais em escala aritmética, mas geométrica de propagação dos seus efeitos. E isso, não há dúvidas, está muito ligado aos modelos que historicamente temos adotado para interpretar e intervir na relação entre a sociedade e a natureza. Alterar esta lógica, introduzindo instrumentos capazes de redefinir o papel dos sujeitos no ordenamento do seu território, representa o único caminho seguro para nos libertarmos da ideologia da técnica (MARCUSE, 1982) e construirmos uma possibilidade de futuro mais sustentável para a civilização humana.

## **DA SOCIEDADE DISCIPLINAR À SOCIEDADE DO CONTROLE: PLANEJAMENTO DE BACIAS E CRISE DA ÁGUA NO CONTEXTO DO CIENTIFICISMO MODERNO**

No contexto da crise civilizatória que caracteriza o Antropoceno, longe da idealização de um planejamento tecnicista centralizado, as bacias hidrográficas precisam ser pensadas como sistemas territoriais definidos por graus diferenciados de conexão, complexidade, artificialidade, incerteza, conflitos e interesses variados, o que aponta para múltiplas perspectivas que precisam ser levadas em conta no processo de planejamento (ISON et al., 2007). A definição de diretrizes de uso sustentável das bacias deveria, portanto, levar em conta um conjunto de critérios bem mais contextuais do que supõe o paradigma cientificista dominante nos processos de gestão ambiental e planejamento territorial vigentes (COLLINS et al., 2007).

Os sistemas complexos longe do equilíbrio, representados pelos processos de interação entre a sociedade e a natureza, não podem mais ter o seu processo de gestão pensado apenas do ponto de vista do controle das dinâmicas de matéria e energia sugerido pela termodinâmica clássica e cada vez mais aprimorado na sua vertente territorial pelos modelos e tecnologias espaciais. Mapas de uso e cobertura do solo, análises químicas, identificação de áreas legais de proteção, mapas de risco e outros instrumentos, precisam ser pensados e usados muito mais como ferramentas de apoio à compreensão do sistema territorial no processo de aprendizagem coletiva da sociedade, do que como diretrizes objetivas de controle da ocupação do espaço.

A definição de taxas, limites e restrições auxilia no processo de organização do território e na garantia de suas múltiplas funcionalidades, mas, descolados de um processo educativo de compartilhamento das responsabilidades, estes indicadores acabam apenas ampliando a distância entre os interesses humanos e a resiliência da natureza, dado seu caráter coercitivo de vigilância dentro de um modelo de “sociedade disciplinar” (FOUCAULT, 1999).

O modelo “disciplinar” de organização da vida social, vigente desde o século XVIII, na contemporaneidade dos impactos do Antropoceno, tem como objetivo garantir que a intervenção da sociedade na natureza, segundo as regras estabelecidas pela cosmovisão ocidental capitalista, seja acompanhada por um conjunto de dispositivos de controle envolvendo diferentes mecanismos de produção de mercadorias e de conhecimento; isto implica em que a definição das regras que regulam o uso e a convivência com a natureza é feita em favor da produtividade do “sistema”, portanto, como algo exterior à sociedade e que requer a presença constante do observador/controlador para vigiar o seu cumprimento, já que “a vigilância torna-se um operador econômico decisivo, na medida em que é (...) uma peça interna no aparelho de produção (...)” (FOUCAULT, 1999, p.159).

Isto, de certa forma, demarca uma nítida separação (e estabelece um paradoxo) entre a liberdade privada do indivíduo, no domínio do seu espaço particular, transformado em propriedade privada, e a restrição da liberdade frente àquilo que é regulado pelo domínio público, e sob cuja proteção deveria recair o medo do julgamento e condenação dos infratores.

No entanto, diante da debilidade inicial da vigilância “panóptica”<sup>16</sup> em espaços abertos (antes da popularização das geotecnologias, que estenderam a vigilância eletrônica sobre quase todo o planeta e que acabaram por impor uma transformação da “sociedade disciplinar”) e diante da inexistência de um caráter privado sobre boa parte do território fornecedor de recursos, parece ter-se formado a condição

<sup>16</sup> A teoria “pan-óptica” referida por Foucault (1999) e atribuída ao jurista inglês do início do século XIX Jeremy Bentham, parte de uma ideia de que o controle disciplinar da sociedade deve buscar sempre a otimização da vigilância e a economia de pessoas para realizar tal função, de maneira que a própria arquitetura deveria oferecer um modelo estrutural que seria capaz de ser aplicado às mais diversas instituições sociais (escolas, prisões, hospícios e hospitais) no sentido de maximizar as funções de controle. Daí surge a ideia do “Panóptico”, um edifício em forma de anel, no meio do qual haveria um pátio com uma torre no centro. O anel divide-se em pequenos cômodos, com vista tanto para o interior quanto para o exterior. Em cada um desses pequenos cômodos, haveria, segundo o objetivo da instituição, uma criança aprendendo a escrever, um operário a trabalhar, um prisioneiro a ser corrigido, um louco tentando corrigir a sua loucura, etc.; todos sempre submetidos ao olhar de um vigilante na torre. Transcendendo à metáfora seminal de Bentham, não seria por certo equivocado aludirmos ao fato de que do ponto de vista da arquitetura espacial de ocupação e regramento do território, as geotecnologias cumprem, desde sempre e cada vez mais, o papel da torre no modelo pan-óptico Benthamiano.

suficiente para Hardin (1968) falar em uma “tragédia dos comuns”<sup>17</sup>. Neste caso, parte-se do pressuposto de que o livre acesso e a demanda irrestrita de um recurso finito terminariam por condenar estruturalmente a manutenção deste recurso por conta de sua superexploração. Mais à frente voltaremos a discutir as fragilidades desta hipótese teórica frente a um conjunto de casos historicamente delimitados, mas cabe aqui sinalizarmos a importância do pensamento de Garrett Hardin, publicado em uma das principais revistas científicas do mundo, a Science, na afirmação do modelo de uma sociedade disciplinar de viés privatista e controlador, já claramente expresso no início do seu ensaio: “*O problema da população não tem solução técnica: ele exige uma ampliação fundamental da moralidade*” (HARDIN, 1968, p.1243).

A própria ideia de “tragédia” proposta por Hardin em seu texto alude ao significado grego daquilo que parece assumir um fim previsivelmente trágico mas que, todavia, não conseguimos evitar; uma catarse social capaz de expurgar ou purificar os sentimentos ruins, neste caso aqueles derivados da falta de controle sobre a suposta liberdade/liberalidade coletiva. Mesmo o potencial transformador da educação parece apresentar um claro limite para este autor, ao afirmar que “*a educação pode contrariar a tendência natural de fazer a coisa errada, mas a inexorável sucessão das gerações requer que a base para esse conhecimento seja constantemente atualizada*” (op.cit., p.1245).

Em que pese as inconsistências do texto de Hardin ao não admitir a possibilidade de existência de mecanismos coletivos autogestionários de ordenamento espacial e de uso de recursos, tal como demonstrado por Ostrom (1990), suas ideias não podem ser inteiramente refutadas diante do quadro ambiental atual; ao menos não dentro do contexto de uma sociedade privatista e concorrencial, cujos formuladores do modelo cultural hegemônico se esforçam para eclipsar todas as vantagens que por ventura decorram da conservação dos “direitos difusos”<sup>18</sup> e coletivos, como é o caso dos serviços ambientais, em especial aqueles ligados à água. A este respeito, comentando acerca das mudanças ocorridas no código florestal brasileiro, Fernandez (2012) afirma,

É difícil imaginar que um agricultor que seja autorizado a plantar até a beira do rio vá dar tanto valor à manutenção dos serviços ambientais coletivos quanto ele dará para o aumento do seu lucro. Isso equivale a mergulhar de cabeça na tragédia dos comuns, e é uma receita certa para o desastre. Não só ambiental, mas econômico também. É óbvio que muito da alta produtividade agrícola que temos é possível justamente porque temos serviços ambientais razoavelmente protegidos. Enquanto os produtores parecem só pensar no aumento da sua própria área, não veem que a perda dos serviços coletivos vai mais cedo ou mais tarde levar à queda de produtividade também. Seria um baita tiro no pé; tragédia dos comuns clássica (snt).

Não há dúvida de que a validade de algumas assertivas de Hardin radica-se em uma cultura privatista, historicamente construída na perspectiva da destruição de todas as tendências coletivistas, libertárias e autorregenerativas da sociedade pré-moderna. A modernidade, em sua essência, representou uma era da “engenharia social”, concorrendo para a emergência e reprodução da ordem “(...) projetada com os poderes da razão e mantida pelo monitoramento e manejo quotidianos” (BAUMANN, 2003, p.39). Portanto, não falamos aqui de nenhuma tendência humana “inata” de busca por vantagens individuais, mas sim do reforço cultural sistemático (e, portanto, político, artístico, educacional e jurídico) de um modelo de negação dos processos horizontais e descentralizados de decisão e controle. A maximização da produtividade e do lucro (e sua concentração dentro da sociedade) só pode estar ligada a um modelo de controle vertical e hierárquico, onde o planejamento centralizado (não discutido) assume uma prevalência estratégica.

Irmão gêmeo da vigilância que supostamente sustenta a “ordem” positivista que deveria levar ao “progresso” da sociedade, o planejamento tecnicista pautou-se sempre, pela óbvia vantagem do maior controle, pela primazia dos espaços confinados, onde os técnicos “traçavam” a realidade como se de um esboço no papel se tratasse. O escritório ou o laboratório, enquanto espaços de planejamento da

<sup>17</sup> O curto ensaio publicado pelo ecologista Garrett Hardin em 1968 na revista Science parte do exemplo hipotético de uma pastagem compartilhada por pastores locais que, no desejo de aumentar o seu lucro individual, buscarão aumentar o tamanho do rebanho sempre que for possível, mesmo que isso comprometa a capacidade de renovação da pastagem no espaço coletivo. Negligenciando todas as potencialidades derivadas dos processos auto-gestionários, o ensaio de Hardin é uma pérola do disciplinamento liberal, apontando para a complementaridade dos dois únicos caminhos possíveis de garantir a gestão racional dos recursos segundo o autor: a vigilância permanente (considerando uma certa tendência inata dos indivíduos não respeitarem a natureza pública) ou a atribuição do caráter privado a qualquer bem público, transferindo para a tutela do indivíduo aquilo que supostamente deveria servir a todos.

<sup>18</sup> Os direitos difusos constituem direitos transindividuais, ou seja, que ultrapassam a esfera de um único indivíduo, caracterizados principalmente por sua indivisibilidade, onde a satisfação do direito deve atingir a uma coletividade indeterminada, porém, ligada por uma circunstância de fato (SIRVINSKAS, 2015).

realidade representam um prolongamento dos espaços fechados de controle (tal como a casa, a escola, a fábrica, a igreja, o hospital, etc.) onde se busca a “normalização” (FOUCAULT, *op.cit*) das formas de organização da sociedade (e da vida) e do espaço (e do território), com vistas sempre à maximização produtiva.

No caso brasileiro, este foi o contexto dentro do qual se procurou resolver, ao menos até a década de 90, os conflitos advindos do aumento da demanda por território e recursos hídricos e a progressiva perda de qualidade e quantidade de água nas bacias mais densamente ocupadas deste país (FRANCA, 2007). Priorizando as soluções estruturais, com obras planejadas e decididas entre técnicos e segmentos econômicos setoriais, este modelo de planejamento acumulou uma sistemática ineficiência dos planos que tentavam solucionar os problemas de ordenamento territorial, reflexo de uma visão compartimentada de desenvolvimento que desvincula a análise desses problemas das questões políticas e sociais do território brasileiro, a exemplo dos grandes projetos de desenvolvimento como o projeto CURA<sup>19</sup> (MARICATO, 1987) nas áreas urbanas e, nas áreas rurais, o PPI<sup>20</sup> (1969), PIN<sup>21</sup> (1970), PRÓVARZEAS<sup>22</sup> (1981) dentre outros (DOLABELLA, 2009).

Desta forma, tanto no Brasil como no restante do mundo o avanço do planejamento e do controle centralizado foi acompanhado de perto pelos efeitos da sua ineficiência, o que apenas reverberou como mais um dos paradoxos da crise da sociedade disciplinar, resultando na consequente e progressiva crise e descrédito das instituições de controle que a sustentam. Não é outro senão este o questionamento que recai atualmente sobre as estruturas de confinamento classicamente reconhecidas como funcionais à vida em sociedade: a escola como espaço de aprendizagem, a igreja como espaço de transcendência, a fábrica como espaço de produção, o escritório como espaço de planejamento, o hospital como espaço de cura, etc.

A crise desta antiga sociedade disciplinar, cujo apogeu situa-se temporalmente no início do século XX (FOUCAULT, 1999), impulsiona não apenas o desenvolvimento de novas tecnologias e métodos de controle, como induz a mudanças profundas de comportamento na sociedade, o que, nas palavras de Deleuze (1992), inaugura a “sociedade do controle” (*op.cit.*), onde o aspecto disciplinar não desaparece, apenas muda a forma de atuação das instituições disciplinadoras.

Com o desenvolvimento e popularização das novas tecnologias de informação (internet e tv a cabo) e das geotecnologias, capazes de monitorar espaços cada vez mais detalhados e com maior rapidez (até o limite do instantâneo nas câmeras de vigilância), os dispositivos de controle (e poder), que antes ficavam circunscritos aos espaços fechados das instituições, passam a adquirir total fluidez, o que lhes permite atuar em todas as esferas da sociedade e a todo momento. Tal condição garante a necessária agilidade que a compressão espaço-tempo do modo de produção exige no processo de disciplinamento dos indivíduos; mas, por outro lado, impõe às velhas instituições de confinamento uma crise paradigmática quase insolúvel, uma vez que o controle do poder sobre o espaço, ao contrário do que ocorria antes, ultrapassa a fronteira entre o público e o privado, unificando-os em uma única imagem virtual planetária.

Aqui reside um dos aspectos fundamentais na construção da passagem da sociedade disciplinar para a de controle: há um processo de globalização da lógica do confinamento em toda a sociedade sem que seja necessária a existência de muros definindo os limites das instituições com o mundo exterior. A popularização das câmeras e a rápida disseminação das imagens pela internet faz com que os espaços e as escolhas privadas sejam compartilhados globalmente em um “big-brother” planetário. Uma vigilância intensificada pela disseminação de dispositivos tecnológicos (fixos e móveis) presentes em todos os espaços, sejam eles ocupados ou não. Todos podem e querem espiar todos. Trata-se, por assim dizer, da reinvenção ampliada do Panóptico benthaniano que passa a atuar com o objetivo de transformar, de maneira extensiva e intensiva, os modos de viver, pensar e agir dos indivíduos, gerando novos tipos de conflito e demandando novas formas de organização e de ação sobre o território.

Assim como as instituições (a escola, a família, a igreja, a polícia, os partidos...) não são capazes de oferecer mais as respostas de disciplinamento da mesma forma que o faziam classicamente, também o seu instrumento básico de ação, o planejamento, torna-se cada vez mais incapaz de oferecer resultados exitosos dentro do modelo clássico centralizado que, todavia, ainda agoniza em nossa sociedade. Na

<sup>19</sup> Programa Comunidade Urbana de Recuperação Acelerada, de 1973, financiado pelo BNH com a finalidade de construção de infraestruturas urbanas que gerassem a ocupação de espaços “vazios” e a valorização do solo urbano, o que significou processos de canalização e retificação de leitos em cidades de norte a sul do país.

<sup>20</sup> Programa Plurianual de Irrigação (PPI)

<sup>21</sup> Programa de Integração Nacional (PIN)

<sup>22</sup> Programa Nacional para Aproveitamento Racional de Várzeas Irrigáveis (PROVÁRZEAS), que garantiu a enorme ampliação das áreas de cultivo de arroz neste país, destruindo com boa parte das áreas úmidas e acarretando, até os dias atuais, enormes problemas regionais de desequilíbrios entre períodos de seca e de inundação.

atualidade, a ação humana que não se define a partir das responsabilidades como cogestor dos processos, transborda a qualquer possibilidade de ordenamento e controle por parte do Estado ou dos seus aparelhos repressivos.

Assim, cada vez mais o processo de planejamento do uso da natureza a partir das demandas territoriais, requer a incorporação de conceitos derivados da teoria da aprendizagem social (WALS, 2007), já que a aprendizagem observacional e as interações recíprocas entre os fatores ambientais, comportamentais e cognitivos impactam a tomada de decisão individual acerca das formas mais ou menos sustentáveis de apropriação e uso dos recursos. Assim, como afirmam Jacobi et al. (2009), a inserção dos mecanismos de aprendizagem social nos processos de planejamento, “*pode ser um elemento na construção e criação de pactos de governança, fomentando a compreensão e o acolhimento de outros valores na superação das ações de regulação e de controle*” (p.69).

A passagem dos instrumentos de controle para os instrumentos de aprendizagem, representa, por certo, uma ressignificação dos mecanismos formais de planejamento desenvolvidos a partir do paradigma tecnicista desde a década de 70, podendo nos levar a um novo patamar qualitativo de ordenamento territorial sustentável em bacias hidrográficas.

## **REFLETINDO ACERCA DA TEORIA DA APRENDIZAGEM SOCIAL E TEORIAS DERIVADAS**

A teoria da aprendizagem social representa uma das teorias comportamentalistas da aprendizagem com grande influência na interpretação dos processos organizacionais da atualidade, seja no campo da aprendizagem formal, seja no campo não formal. Desenvolvida nos anos 70 pelo psicólogo canadense Albert Bandura (BANDURA, 1977), a teoria parte da ideia de que os sujeitos orientam seus comportamentos a partir das referências de outrem, aprendendo de forma imitativa (ou, mais propriamente, modelar, já que não produz um mimetismo de resposta) sobre ambientes e situações incertas, onde o sucesso dos comportamentos a serem modelados representa um reforço positivo sobre o processo adaptativo da comunidade.

Nesse processo, um indivíduo aprende um comportamento por meio da observação do comportamento de outros indivíduos. Em outras palavras, para o autor, o comportamento humano frente à natureza ou aos demais seres humanos, pode ser explicado por meio das influências das estruturas comportamentais, cognitivas e ambientais; ou seja, o *lócus* da aprendizagem social (sustentável) não está necessariamente no entendimento do conjunto de regras e normas que regulam as práticas humanas no espaço, mas nas boas interações sociais que se estabelecem entre os indivíduos (e destes com a natureza) no desenvolvimento destas práticas. Assim, a teoria da aprendizagem social relaciona quatro componentes fundamentais para a aprendizagem dos indivíduos dentro de uma determinada comunidade: o significado do conhecimento a ser adquirido, que exprime a necessidade de dar sentido para o que se aprende; a prática do indivíduo, que revela a vivência do “aprender fazendo”; a comunidade, que oportuniza a aprendizagem, construindo um sentimento de pertença; e a identidade, que estabelece a ligação entre o indivíduo e o coletivo, impulsionando os processos de transformação pessoal (Figura 1).

É neste ponto em que a teoria da aprendizagem social se encontra com as ideias de Paulo Freire (FREIRE, 1996), que nos alerta para o fato de que ninguém ensina ninguém, porque o ato de aprender representa sempre uma caminhada interior e pessoal de cada indivíduo no processo de compartilhamento do mundo com os outros, já que aquilo que se aprende ao ler ou ao ouvir representa um processo de reelaboração de saberes e de sentidos vindos de outras pessoas.

Quando os indivíduos passam a compreender o princípio condutor da ação a partir desta reciprocidade de influências, eles passam a usar esta compreensão para produzir novas versões do comportamento, que avançam para além daquilo que inicialmente viram ou ouviram, e podem adaptar o comportamento para adequá-lo às mudanças que sejam necessárias para garantir a regulação do sistema.

Diante disso, o indivíduo passa de um mero “operador” das regras produzidas em um contexto externo a ele, para se tornar um sujeito do processo, o que significa “*influenciar o próprio funcionamento e as circunstâncias de vida de modo intencional. Segundo essa visão, as pessoas são auto-organizadas, proativas, autorreguladas e autorreflexivas, contribuindo para as circunstâncias de suas vidas, não sendo apenas produtos dessas condições*” (BANDURA, 2005, p.9).



Figura 1. O processo de ordenamento participativo do território é um dos tantos exemplos em que a teoria da aprendizagem social pode contribuir de forma significativa, uma vez que o principal foco desta teoria se refere ao amadurecimento dos indivíduos como sujeitos de aprendizagem a partir da interação com o coletivo.

Fonte: <http://cbhdoriocearamirim.blogspot.com.br>.

Dessa forma, o processo de aprendizado que nos garante as “ferramentas de cidadania” que podem nos conduzir a uma vida mais equilibrada no conjunto da sociedade e da própria Biosfera não se restringe ao tempo e ao espaço da escola propriamente dita. Ao lado das instituições de educação formal, convivemos todos os dias e ao longo de toda a vida com vários espaços de aprendizagem, sejam eles comunidades de trabalho, de serviços ou de convívio social, cada qual desenvolvendo processos de mútuo ensino-aprendizagem. Em resumo, dentro e fora da escola estamos sempre envolvidos com diferentes tipos de “comunidade aprendente”. Nas palavras de Brandão (2005), “*nós aprendemos, em diferentes e integradas dimensões de nós mesmos, os diversos saberes, as sensações, as sensibilidades, os sentidos, os significados e as sociabilidades que, juntas e em interação em nós e entre nós, nos tornam seres capazes de interagir com uma cultura e em uma sociedade*” (p.85).

As práticas dos sistemas sociais oferecem oportunidades para que os indivíduos possam avaliar as suas próprias escolhas com base em crenças sociais<sup>23</sup> e expectativas de resultados. Por serem dotados de uma intencionalidade no ato do compartilhamento do presente (como no caso do uso coletivo do território e seus recursos), os indivíduos são capazes de adotar padrões pessoais de auto regulação, monitorando e regulando seus atos por meio de influências autorizativas que coordenam o pensamento antecipatório acerca dos seus próprios atos. Este mecanismo se desenvolve a partir de três sub-funções (Figura 2) que são ativadas de forma integrada e que atuam de forma simultânea às influências do meio na determinação do comportamento. A ação integrada destes mecanismos torna os indivíduos, nas palavras de Bandura (1986), “*auto investigadores do próprio funcionamento*” (*op.cit.*, p.10).

A subfunção de auto-observação permite que o indivíduo identifique e avalie seu próprio comportamento, o que deve ocorrer dentro de um espectro que envolve as várias dimensões da sua ação: qualidade, quantidade, originalidade, sociabilidade, moralidade e desvio. A partir de então, as escolhas do indivíduo são analisadas a partir da subfunção definida como “processo de julgamento”, onde a ação é avaliada considerando o próprio comportamento, as circunstâncias em que a ação ocorre, o valor atribuído à atividade, os padrões pessoais de referência e as normas sociais. Após o julgamento, a subfunção definida como “autor reação” conduz a mudança da ação com base em consequências autoadministradas pelo indivíduo, sendo que esta terceira subfunção retroalimenta o processo,

<sup>23</sup> Cabe aqui destacar, dentro deste mecanismo de auto regulação que estamos discutindo, a importância da crença de autoeficácia (BANDURA, 1997), como a crença do indivíduo em sua capacidade de organizar e executar cursos de ação requeridos para realização de uma tarefa específica, tendo esta crença um papel mediador entre habilidades do indivíduo, desempenho anterior e o comportamento prospectivo, já que o grau de confiança na própria capacidade e atingir determinado objetivo, condiciona o nível de esforço a ser investido em determinada ação visando a conquista do objetivo.

iniciando um novo fluxo de auto-observação, processo de julgamento e autor reação (POLYDORO & AZZI, 2009).

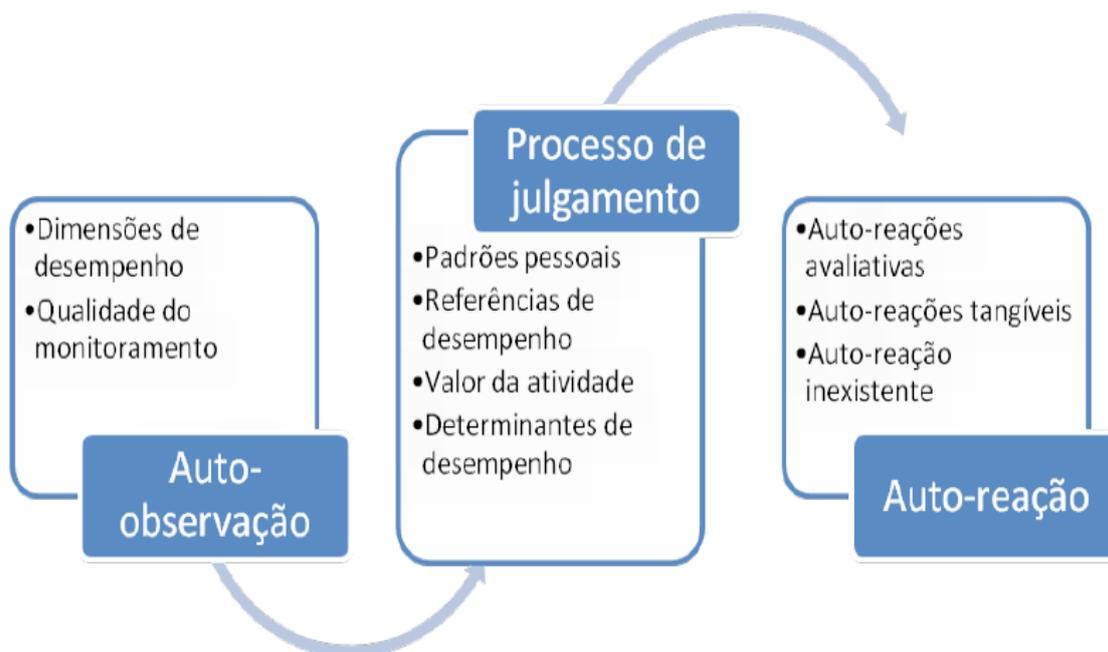


Figura 2. Mecanismo do sistema de auto-regulação do comportamento do indivíduo.  
Fonte: Bandura (1986).

Ao modelar as práticas de outrem, o indivíduo não se reveste de uma heteronomia mimética, reproduzindo de forma pouco reflexiva os comportamentos apreendidos; pelo contrário, ele será sujeito de um processo de inovação ao combinar diversos aspectos de diferentes modelos observados em uma construção própria que resulta em um modelo individual de comportamento, adaptado ao contexto social do grupo, mas distinto dos modelos originais observados (BANDURA, 1986).

Os ganhos em termos de comportamento coletivo são evidentes, uma vez que os indivíduos que se tornam sujeitos da aprendizagem são capazes de estabelecer um elevado grau de autonomia em relação a definição de objetivos, atendimento das regras coletivamente definidas, uso de estratégias cognitivas apropriadas para a solução dos conflitos gerados, uso dos recursos de forma eficaz, monitoramento do próprio desempenho e resultados, além de estimular os mecanismos de auto reforço e antecipar os resultados das suas próprias ações na direção de garantir a estabilidade do sistema.

Diante do exposto, podemos perceber que embora as ideias de Bandura (*op.cit.*) tenham sido originalmente orientadas à compreensão da aprendizagem do indivíduo no contexto da sala de aula, elas passaram, cada vez mais, a ser utilizadas para a compreensão de formas variadas de aprendizagem e organização coletivas em diferentes ambientes e contextos, já que, independentemente da situação em que se deseje analisar, a aprendizagem dos indivíduos ocorre sempre por meio da interação social dentro de um dado contexto sociocultural (ELKJAER, 2003). A teoria da aprendizagem social fornece, assim, o alicerce para um amplo espectro da compreensão do desenvolvimento social no momento em que compreendemos que o ser humano é por natureza um ser aprendente e, portanto, vivencia ao longo da sua vida infinitos momentos de aprendizagem e avaliação da sua forma de ser/estar no mundo. Refletir e intervir nestes momentos de aprendizagem no sentido de garantir a organicidade desta comunidade aprendente, representa uma oportunidade estratégica de criação de uma sinergia social que é o fundamento de todo o processo auto organizativo de um sistema social não-hierarquizado (KRITSCH, 2003) gerador de um desenvolvimento endógeno (HERRERA, 2005).

No esquema da Figura 3, o desenvolvimento local (endógeno) da comunidade é demonstrado pela capacidade adaptativa às condições do território sustentada por uma resiliência socioambiental decorrente de uma evolução sucessiva da auto-organização do coletivo. A emergência<sup>24</sup> corresponde a uma propriedade deste sistema auto-organizado, que surge a partir de certo grau de conectividade e

<sup>24</sup> O conceito de Emergência se refere a uma propriedade dos sistemas complexos onde determinados padrões estruturais se formam a partir de uma multiplicidade de interações simples entre os elementos do sistema. Um comportamento emergente aparece quando umas certas quantidades de interações simples passam a operar de forma coordenada em um ambiente, formando comportamentos complexos no coletivo, o que representa um novo nível de evolução dos sistemas (CORNING, 2002).

organização coletiva que define e realimenta as ações sustentáveis e as boas práticas desta comunidade. Na medida em que se intensificam as ações de solidariedade e de aprendizagem mútua, produtividade, inovação, estabilidade e realização pessoal passam a compor um feedback positivo que realimenta e amplifica o sistema, estabelecendo um grau cada vez maior de segurança.

A partir destas ideias se associam, hoje, diversos estudos que procuram compreender, nestes processos de aprendizagem social, construções colaborativas de comportamentos adaptativos autogestionários que vão para além do aprendizado imitativo, já que se apresentam como uma verdadeira inteligência coletiva, capaz de (re)organizar as práticas da comunidade (JOHNSON, 2001). O princípio básico desta teoria conhecida como “estigmergia” ou “inteligência de enxames” é que na ausência de um comando hierarquizado, cada indivíduo passa a agir e ser influenciado a partir da vizinhança, desenhando um mapa coletivo de comportamento que, na maior parte das vezes, se revela extremamente eficaz, mesmo que não seja percebido individualmente (MILLONAS, 1994).

Se considerarmos a noção termodinâmica de desenvolvimento como um processo evolutivo desencadeado pelas interações locais entre os componentes do sistema, cuja trajetória não pode ser prevista a priori, então somos obrigados a reconhecer que a inteligência de enxames nos oferece uma contribuição teórica fundamental para pensarmos o desenvolvimento e a sustentabilidade como propriedades sistêmicas capazes de permitir que as sociedades se adaptem e evoluam com mais qualidade e estabilidade (FIGUEIRÓ, 2012).

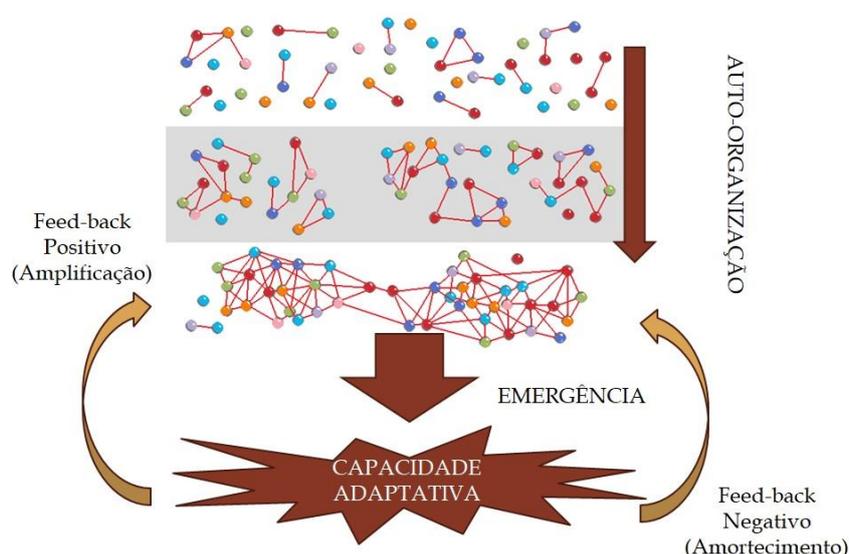


Figura 3. Esquema de surgimento das propriedades emergentes em sistemas complexos a partir de níveis crescentes de auto-organização.

Nesta perspectiva, o conceito de aprendizagem social emerge como uma conexão entre os conceitos de comportamento adaptativo e aprendizagem colaborativa (KILVINGTON, 2010), pressupondo uma abordagem holística para o enfrentamento de uma questão central ao processo de uso sustentável das bacias que é o planejamento.

### A GOVERNANÇA DE BACIAS HIDROGRÁFICAS COMO UM PROCESSO EDUCATIVO PARTICIPATIVO

De todos os recursos naturais não renováveis do planeta, talvez a água seja o que necessita uma atenção mais imediata no sentido do estabelecimento de novos pactos de governança, não só porque é um recurso estratégico à reprodução do sistema econômico vigente (Figura 4), mas porque é essencial à sustentação da própria vida. A água está ficando escassa e calcula-se que, daqui a vinte anos, o suprimento seja suficiente para satisfazer apenas 60% da demanda mundial (RENNER, 2012).

Nos parece bastante óbvio que sob estas condições a água deixa de ser apenas um recurso para se transformar em um objeto de disputa e de acumulação gerando, por outro lado, exclusão e miséria.

A subfunção de auto-observação permite que o indivíduo identifique e avalie seu próprio comportamento, o que deve ocorrer dentro de um espectro que envolve as várias dimensões da sua ação: qualidade, quantidade, originalidade, sociabilidade, moralidade e desvio. A partir de então, as escolhas do indivíduo são analisadas a partir da subfunção definida como “processo de julgamento”,

onde a ação é avaliada considerando o próprio comportamento, as circunstâncias em que a ação ocorre, o valor atribuído à atividade, os padrões pessoais de referência e as normas sociais. Após o julgamento, a subfunção definida como “autor reação” conduz a mudança da ação com base em consequências autoadministradas pelo indivíduo, sendo que esta terceira subfunção retroalimenta o processo, iniciando um novo fluxo de auto-observação, processo de julgamento e autor reação (POLYDORO & AZZI, 2009).

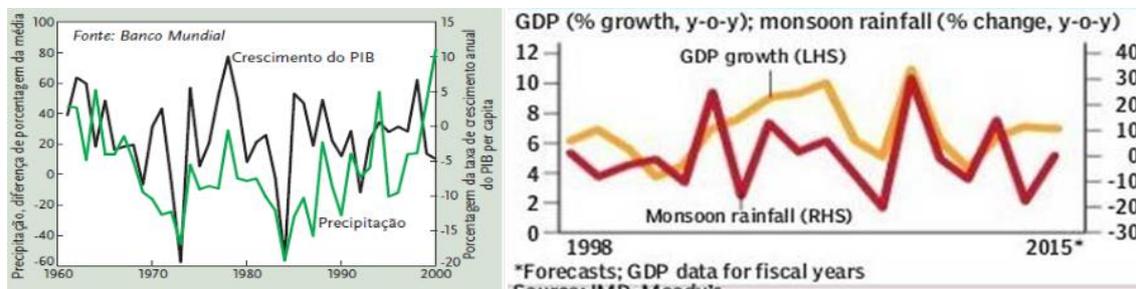


Figura 4. Diversos autores já tem demonstrado a correlação positiva existente entre a disponibilidade de água e a variação da economia, o que confirma a importância estratégica da água como instrumento de reprodução do capital, como no caso do Níger (a) e da Índia (b).

Fonte: Postel (2011); <http://www.financialexpress.com/economy/moodys-cuts-gdp-growth-forecast-on-rain-reforms/121667/>.

Ainda que, desde a década de 90, a Associação Mundial da Água (Global Water Partnership - GWP), tenha defendido como princípio fundamental da gestão integral dos recursos hídricos o enfoque participativo, envolvendo usuários, planejadores e agentes políticos de todos os níveis (GWP, 1999), isso não tem sido suficiente para garantir um acesso e uma gestão efetivamente democrática a estes recursos. Exatamente por isso se tem observado nos últimos anos o crescimento das ações de disputa e confronto pela água (CASTRO, 2009), particularmente por parte das populações mais excluídas, que lutam pela ampliação do controle social e democrático sobre os recursos. Na América Latina, em especial, estas disputas emergem do processo de resistência às reformas neoliberais do sistema político que tem preconizado a privatização da gestão dos bens públicos em nome de uma suposta ampliação no atendimento da sociedade. Estas disputas se tornam ainda mais significativas naqueles países com maiores dependências hídricas (MARÍN & LEAL, 2016), como é o caso do Paraguai, Argentina, Venezuela e Bolívia, cujo percentual de água disponível drenado a partir de países vizinhos corresponde a 72, 66, 58 e 51%, respectivamente.

Este processo de mobilização da sociedade na defesa do acesso aos recursos hídricos tem assumido diversas formas, desde a produção de denúncias e a organização de reivindicações pacíficas, até confrontos violentos que resultam em perdas humanas e materiais, como o que aconteceu em Cochabamba (Bolívia), com a “Guerra da água”, entre janeiro e abril de 2000, contra a privatização do sistema municipal de gestão da água. Muito frequentemente, também, se tem registrado casos em que a população, frente à incapacidade do Estado, assume a responsabilidade pela oferta de serviços vinculados à água, mediante formas diversas de auto-organização, que vão desde a criação de empresas comunitárias até a formação de cooperativas de serviços. Este processo, na visão de Castro (2016), tem representado a retomada de um exercício substantivo de cidadania, contribuindo na defesa e recuperação dos bens comuns da sociedade; isto, para o autor (*op.cit.*), pode contribuir a longo prazo para a emergência de novas formas sociais que transcendam os limites impostos pelos sistemas atualmente existentes de cidadania.

Em outros países, como no caso do Brasil, o processo de participação social na gestão integrada dos recursos hídricos tem se dado a partir de um modelo sistêmico de integração participativa estruturado a partir da adoção de três principais instrumentos de gestão (MARÍN & LEAL, 2016): o planejamento estratégico por bacia hidrográfica; a tomada de decisões entre diferentes segmentos sociais, com deliberações multilaterais e descentralizadas; e, por fim, a criação participativa e aplicação de instrumentos legais e financeiros de gestão.

Seja nos processos autogestionários de manejo da água e dos recursos naturais, seja nos processos participativos de gestão integrada, o espaço de diálogo e construção coletiva torna-se, por

definição, um espaço educador<sup>25</sup> e, ao mesmo tempo, um “espaço de esperança” para um futuro mais sustentável, já que “*todo ato educativo, todo processo de ensino-aprendizagem, toda relação pedagógica, todo sentir pensar, toda construção de conhecimento, todo religar com a natureza e cultura traz em si uma desejada esperança e ocupa um determinado espaço, num lugar, num dado momento de nossa história de vida, tornando-se uma utopia concretizável*” (MATAREZI, 2005, p.162). Neste contexto, o papel educativo pode fazer a diferença entre a construção de um modelo de sustentabilidade local ou a falência da gestão coletiva tal como profetizada pelo liberalismo clássico e decantada na obra de Hardin (1968).

Estes processos que envolvem mudanças de comportamento individual a partir do conhecimento construído em ações colaborativas em rede, são definidos por Siemens (2003) como uma “aprendizagem ecológica”, ou seja, a formação de um ambiente propício ao desenvolvimento (um ecossistema educativo), onde os indivíduos e as comunidades possam realizar uma “inter-polinização” com vistas ao desenvolvimento de estruturas auto organizativas, que são diversas, coerentes, adaptativas e interdependentes (Figura 5). Quando interpretamos esta condição à luz das diferentes ações que envolvem os processos de gestão compartilhada em bacias, percebemos que cada reunião de comitê, cada roda de conversa, cada assembleia, cada oficina ou palestra realizada, cada dia de campo, cada construção coletiva de documentos, representa uma nova e cada vez mais ampla oportunidade de aprendizagem para os sujeitos envolvidos.



Figura 5. Mecanismos estruturantes da aprendizagem social no contexto de uma ecologia de saberes que se desenvolve dentro dos espaços educadores como os coletivos que partilham objetivos comuns na gestão de recursos naturais.

Fonte: Adaptado de Holladay (2016).

Com base no potencial destes espaços educadores, e especialmente com base nas novas metodologias abertas de aprendizagem, Siemens (2004) propõe um novo modelo de aprendizagem denominado por ele de Conectivismo, que busca descrever a aprendizagem como a capacidade de

<sup>25</sup> No Programa Municípios Educadores Sustentáveis (MES) do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2005), os espaços educadores são aqueles capazes de formar cidadãs e cidadãos para a construção cotidiana da sustentabilidade e para a participação na gestão pública, contribuindo para a socialização, o lazer, a resolução de problemas e conflitos.

construir conexões e interagir dentro de redes, gerando ações que vão, progressivamente, ampliando a capacidade de intervenção no mundo; isto representa uma forma de aprendizagem social que avança para além das teorias clássicas até então mais utilizadas para a construção dos processos educativos. Este modelo, assim o interpretamos, transborda da reflexão exclusiva sobre o aprendizado em redes virtuais, parecendo-nos extremamente apropriado para refletir sobre o aprendizado em comitês de gestão de recursos, pois ressalta a importância da aprendizagem informal em uma grande variedade de formas e meios de aprendizagem para coletivos educadores que colaboram e se desenvolvem continuamente ao longo da vida.

No contexto do conectivismo o conhecimento é interpretado como “interconhecimento”, que procura dar consistência epistemológica ao pensamento pluralista e propositivo (SANTOS, 2007), apresentando, segundo Siemens (2003), as seguintes características:

- *deve ser informal e não estruturado*; a produção e aquisição de conhecimento em um espaço educador é suficientemente flexível para permitir aos sujeitos envolvidos criarem de acordo com as suas necessidades;
- *deve ser rico em ferramentas*, providenciando muitas oportunidades de diálogo e de conexão entre os sujeitos;
- *deve ser consistente e duradouro*, permitindo que a partilha de conhecimento vá criando de forma progressiva um ambiente que evolui de forma consistente;
- *deve transmitir confiança*; adensar os mecanismos de interação entre os sujeitos amplia as oportunidades de conhecimento mútuo, o que permite desenvolver um sentimento de confiança e de conforto entre os indivíduos, condição fundamental para que se possa criar e construir coletivamente, na medida em que se passa a compartilhar objetivos comuns;
- *deve ser simples*; a complexidade representa uma propriedade emergente do sistema na medida em que ele se desenvolve, e não uma característica a priori da estrutura; a simplicidade do processo de aprendizagem estará diretamente relacionada com a sua eficiência;
- *deve ser descentralizado*, apoiado, conectado, em vez de centralizado, gerido e isolado;
- *deve possuir um alto nível de flexibilidade e de tolerância*, o que permite ampliar o seu grau de resiliência para enfrentar os conflitos e resolver os problemas.

Em que pese a falta de espaço no texto para aprofundarmos este debate, é necessário reafirmar que a ideia do conectivismo é tomada aqui não apenas como uma alternativa metodológica de aprendizagem social, mas como um campo de sustentação às novas emergências políticas, flexíveis, solidárias e contra hegemônicas, que se opõe à lógica mercantil, globalizada e excludente de apropriação da natureza. Nesta perspectiva, a aprendizagem ecológica se coloca efetivamente como uma “contra epistemologia” (SANTOS, 2007), que alimenta e dá corpo a uma enorme profusão de modelos participativos e autogestionários de distribuição e manejo de recursos.

Assim, o papel central da aprendizagem social no planejamento e governança de bacias refere-se à possibilidade de que a mesma seja capaz de instrumentalizar uma gestão baseada em um “trabalho colaborativo que promove a reflexão crítica, a participação coletiva e o diálogo entre os atores envolvidos na gestão participativa” (JACOBI et al., 2009). No entanto, para que esta aprendizagem social possa, efetivamente, se transformar em um instrumento de planejamento e gestão democrática há segundo Keen et al. (2005), a necessidade de que sejam garantidos cinco princípios que formam a base da aprendizagem social: reflexão, orientação sistêmica, integração, negociação e participação.

Estes princípios, por sua vez, se materializam a partir de três agendas para apoiar a ação coletiva necessária à gestão sustentável das bacias: inter-relações e parcerias equitativas de aprendizagem, plataformas de aprendizagem e, por fim, aprendizagem de valores e ética.

O grande desafio consiste, efetivamente, em pensar estratégias capazes de oferecer uma resposta metodológica a estas três grandes agendas e, assim, colocar em movimento o processo de aprendizagem social que nos permita entender a natureza como um patrimônio coletivo e o acesso a um ambiente saudável como um direito de cidadania.

A aprendizagem social assim concebida, se configura em um conjunto articulado (portanto, sistêmico) de sujeitos e práticas que dão sustentação à criação de pactos de governança no contexto do planejamento das bacias, fomentando a compreensão e o acolhimento de outros valores na superação dos conflitos e das ações de regulação e de controle a eles associados. Delineia-se, assim, um novo caminho metodológico e paradigmático para orientar as ações do poder público e da sociedade na

direção de uma sustentabilidade socioambiental dos sistemas territoriais incluídos nas bacias hidrográficas.

## REFERÊNCIAS

- BANDURA, A. Social learning theory. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1977.
- BANDURA, A. Social foundations of thought and action: a social cognitive theory. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1986.
- BANDURA, A. Self-efficacy: The exercise of control. Nova York: Freeman, 1997.
- BANDURA, A. The evolution of social cognitive theory. In: SMITH, K. G.; HITT, M. A. (Orgs.) Great minds in management. Oxford University Press. Oxford: 2005. p.9-35.
- BAUMAN, Z. Comunidade. A busca por segurança no mundo atual. Rio de Janeiro: Zahar, 2003.
- BOUGUERRA, M. L. As batalhas da água. Por um bem comum da humanidade. Petrópolis: Vozes, 2004.
- BRANDÃO, C. R. Comunidades Aprendentes. In: FERRARO JÚNIOR, L. A. (Org.). Encontros e Caminhos: Formação de Educadoras(es) Ambientais e Coletivos Educadores. MMA. Brasília: 2005. p.83-92.
- CASTRO, J. E. Luchas sociales por el agua en América Latina. Anuario de Estudios Americanos, v.66, n.2, p.15-22, 2009.
- CASTRO, J. E. Água e Democracia na América Latina. Campina Grande: EDUEPB, 2016.
- COLLINS, K.; BLACKMORE, C.; MORRIS, D.; WATSON, D. A systemic approach to managing multiple perspectives and stakeholding in water catchments: some findings from three UK case studies. Environ. Sci. Policy, v.10, n.6, p.564-574, 2007.
- CORNING, P. A. The Re-emergence of “emergence”: a venerable concept in search of a theory. Complexity, v.7, n.6, p.18-30.
- CRUTZEN, P. Geology of mankind: the Anthropocene. Nature, v.415, n.6867, p.23-25, 2002.
- DELEUZE, G. Conversações. São Paulo: Editora 34, 1992.
- DOLABELLA, R. Agricultura Irrigada e Desenvolvimento Sustentável. Brasília: Câmara dos Deputados, 2009.
- ELKJAER, B. Social learning theory: learning as participation in social process. In: EASTERBY-SMITH, M.; LYLES, M. A. (Eds.). The Blackwell handbook of organizational learning and knowledge management. Blackwell Publishing. Oxford: 2003. p.38-53.
- FERNANDEZ, F. O ataque à legislação ambiental e a atualidade da tragédia dos comuns. Blog (o)eco, 2012. Disponível em: <http://www.oeco.org.br/colunas/fernando-fernandez/25795-o-ataque-a-legislacao-ambiental-e-a-atualidade-da-tragedia-dos-comuns/>. Acesso em: 23 de janeiro de 2018.
- FIGUEIRÓ, A. S. Mudanças ambientais na interface floresta-cidade e riscos associados: uma análise a partir dos sistemas dissipativos. In: LIMA-GUIMARÃES, S. T; CARPI JUNIOR, S.; BERRÍOS, M. B. R. (Orgs.). Gestão de áreas de riscos e desastres ambientais. Rio Claro: UNESP, 2012. p.226-255.
- FIGUEIRÓ, A. S. Impactos socioambientais de grandes projetos hidroelétricos: o caso do complexo Garabi na fronteira Brasil-Argentina. In: PALHETA, J. M.; NASCIMENTO, F. R.; SILVA, C. N. (Orgs.). Grandes Empreendimentos e Impactos Territoriais no Brasil. Belém: GAPTA/UFPA, 2017. p 43-78.
- FOUCAULT, M. Vigiar e Punir. Nascimento da prisão. Petrópolis: Vozes, 1999.
- FRANCA, D. T. (Ed.). A História do Uso da Água no Brasil. Do Descobrimento ao Século XX. Brasília: ANA, 2007.
- FREIRE, P. Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 1996.
- GERASIMOV, I. P. Anthropogene and its major problem. Boreas, v. 8, p.23-30, 1979.
- GPW. Global Water Partnership. The Dublin principles for water as reflected in a comparative assessment of institutional and legal arrangements for integrated water resources management. Estocolmo: Global Water Partnership, 1999.
- HARDIN, G. The Tragedy of the Commons. Science, v.162, n.13, p.1243-48, 1968.
- HERRERA, M. J. M. Desarrollo Endógeno, Cooperación y Competencia. Caracas (Venezuela): Editorial Panapo de Venezuela, 2005.
- HOLLADAY, R. Learning Ecology: Environmental Patterns for Deep Learning, 2016. Disponível em: <http://www.hsdinstitute.org/resources/EnvironmentalPatternsforDeepLearning.html>. Acesso em: 23 de janeiro de 2018.

- ISON, R.; RÖLING, N.; WATSON, D. Challenges to science and society in the sustainable management and use of water: investigating the role of social learning. *Environmental Science & Policy*, v.10, p.499-511, 2007.
- JACOBI, P. R.; TRISTÃO, M.; FRANCO, M. I. G. C. A função social da educação ambiental nas práticas colaborativas: participação e engajamento. *Cad. Cedes*, v.29, n.77, p.63-79, 2009.
- JOHNSON, S. *Emergence. The connected lives of ants, brains, cities, and software*. New York: Scribner, 2001.
- KEEN, M.; BROWN, V.; DYBALL, R. *Social learning in environmental management: towards a sustainable future*. Londres: Earthscan, 2005.
- KILVINGTON, M. *Building capacity for social learning in environmental management*. 365f. Tese (Doutorado em Filosofia). Lincoln University. Canterbury. 2010.
- KRITSCH, R. (Ed.) *Redes. Uma introdução às dinâmicas da conectividade e da auto-organização*. Brasília: WWF – Brasil, 2003.
- MARCUSE, H. *A Ideologia da Sociedade Industrial*. Rio de Janeiro: Zahar, 1982.
- MARICATO, E. *Política habitacional no Regime Militar: do milagre brasileiro à crise econômica*. Petrópolis: Vozes, 1987.
- MARÍN, A. H.; LEAL, A. C. Modelos de gestão de recursos hídricos em países da América do Sul. In: DIAS, L. S.; BENINI, S. M. (Orgs.) *Estudos ambientais aplicados em bacias hidrográficas*. Tupã: ANAP, 2016. p.158-2014.
- MARQUES, L. *Capitalismo e colapso ambiental*. Editora da UNICAMP. Campinas, 2015.
- MATAREZI, J. *Estruturas e espaços educadores: quando espaços e estruturas se tornam educadores*. In: FERRARO JÚNIOR, L. A. (Org.). *Encontros e caminhos: formação de educadoras(es) ambientais e coletivos educadores*. Brasília: MMA, 2005. p.161-173.
- McNEILL, J. *Something New under the Sun: an environmental history of the twentieth century*. London: Penguin Books, 2000.
- MÉSZÁROS, I. *O poder da ideologia*. São Paulo: Boitempo, 2004.
- MILLONAS, M. M. *Swarms, phase transitions, and collective intelligence*. In: LANGTON, C. G. (Ed.). *Artificial Life*. Massachusset: Addison-Wesley, 1994. p.417-445.
- MMA. Ministério do Meio Ambiente. *Programa Município Educadores Sustentáveis*. Brasília, 2005.
- MORIN, E. *O método 4: as ideias: habitat, vida, costumes, organização*. Porto Alegre: Sulina, 2001.
- OSTROM, E. *Governing the Commons: The evolution of institutions for collective action*. Cambridge (UK): Cambridge University Press, 1990.
- POLYDORO, S. A. J.; AZZI, R. G. *Autorregulação da aprendizagem na perspectiva da teoria sociocognitiva: introduzindo modelos de investigação e intervenção*. *Psicologia da Educação*, v.29, p.75-94, 2009.
- POSTEL, S. L. *Mais Safra por Gota d'Água*. In: STARK, L.; ATHAYDE, E. (Eds.). *Estado do Mundo 2011. Inovações que nutrem o planeta*. Salvador: UMA, 2011. p.39-50.
- RENNER, M. *Como fazer a economia verde funcionar para todos*. In: STARK, L.; ATHAYDE, E. (Eds.). *Estado do Mundo 2012. Rumo à prosperidade sustentável Rio+20*. Salvador: UMA, 2012. p.3-23.
- SANTOS, B. S. *Para além do pensamento abissal: das linhas globais a uma ecologia de sabers*. *Novos Estudos*, n.79, p.71-94, 2007.
- SIEMENS, G. *Learning ecology, communities, and networks extending the classroom*. *Elearnspace*, 2003. Disponível em: [http://www.elearnspace.org/Articles/learning\\_communities.htm](http://www.elearnspace.org/Articles/learning_communities.htm). Acesso em: 15 de janeiro de 2018.
- SIEMENS, G. *Connectivism: a learning theory for the digital age*. *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning*, v.2, n.1, 2004.
- SIRVINSKAS, L. P. *Manual de direito ambiental*. São Paulo: Saraiva, 2015.
- STOPPANI, A. *Curso di Geologia*. v.1. *Dinamica terrestre*. v.2. *Geologia stratigrafica*. v.3. *Geologia endografica*. Milão: G. Bernardoni e G. Brigola, 1873.
- TER-STEPANIAN, G. *The Beginning of Technogene*. *Bulletin of International Association of Enginnering Geology*, n.38, p.133-142, 1988.
- WALS, A. E. J. *Social learning: towards a sustainable world*. Wageningen: Academic Publishers, 2007.

# PARTE II

## POLÍTICA DE RECURSOS HÍDRICOS: USOS E CONFLITOS



# LOS CONFLICTOS POR EL AGUA DESDE UNA PERSPECTIVA GEOPOLÍTICA



Jose Manuel Mateo Rodriguez  
Maira Celeiro Chaple

## **INTRODUCCIÓN**

El agua es un elemento indispensable para la vida, de su aseguramiento depende todo el funcionamiento de las economías, las sociedades, la naturaleza y el medio ambiente, sin embargo, cada vez es menor su disponibilidad para garantizar la existencia misma del Sistema Mundo. Su uso, está en dependencia de la forma en que los modelos económicos se apropian de los recursos hídricos, la utilización irracional conduce a la contaminación, la pérdida del caudal, la destrucción de sus fuentes y manantiales y a la depredación de los mantos subterráneos. Es un recurso, una condición y un servicio y está incorporada a los procesos económicos, muchas veces motivados por la tensión de la relación de costo\beneficio y la intención en el sistema de obtener ganancias a toda costa.

Como bien común es un recurso no renovable y finito, lo que genera conflictos, económicos, sociales y territoriales, en el fondo de esas situaciones está su manejo político como recurso, tanto a nivel internacional como nacional. Las diversas fuerzas políticas se mueven por intereses de clase, de pertenencia o de identidad a la hora de propiciar una otra forma del uso de los recursos hídricos, así la Geopolítica se convierte en una clave para entender lo que está por detrás de esos conflictos. En el presente artículo se analizarán todos estos problemas, teniendo al agua como foco de interés fundamental y centro de la problemática ambiental contemporánea.

## **LA SITUACIÓN DE LA UTILIZACIÓN DEL AGUA EN EL SISTEMA MUNDO**

Por su ausencia o sus excesos, el agua es un serio problema en el mundo. De nada sirve intentar engañarnos con el color azul del planeta pues solo un 2.5 por ciento del agua que hay en la tierra es dulce y potable. Además, desde 1950 hasta la fecha la población mundial casi se ha triplicado mientras que su consumo se ha multiplicado por seis. Hoy, aproximadamente mil millones de personas se ven forzadas a tomar agua contaminada por carecer de agua potable y la escasez afecta a más de dos mil millones de personas. Los expertos auguran que las nuevas guerras tendrán como trasfondo, tratar de apoderarse de las grandes fuentes de este recurso, debido a la escasez y la contaminación en algunos países de ese líquido fundamental para la vida en el planeta.

De todas las crisis sociales, económicas y políticas que podrían materializarse en la próxima década: guerras, proliferación de armas atómicas y convencionales, epidemias, ninguna es tan inminente como la de los recursos hídricos, sin embargo, hasta ahora la mayor parte de la población no se ha percatado, ni de que existe el problema, ni de que el hombre ha sido el principal causante de su escasez.

Los datos que confirman la crítica situación que enfrenta la civilización humana con el uso y la explotación del agua son los siguientes (KRASOVSKAIA & SLIMPENCHUK, 2016).

- El 70% de la tierra está formada por agua salada y solo el 2,5% es potable. De éstas, el 70% se utiliza en la agricultura, el 20% en la industria y el 10% al consumo humano. La contaminación de las aguas provoca la muerte de más de 5 000 000 de personas, principalmente menores de edad.
- Actualmente viven 1700 millones de personas en cuencas fluviales donde el consumo de agua supera su reposición.
- Cerca de 10 por ciento de la población mundial, o 663 millones de habitantes, aún carecen de fuentes mejoradas de agua potable, mientras que las personas sin su acceso ascienden a 80 por ciento en el medio rural.
- El número de personas sin ese acceso es cada vez mayor en las zonas urbanas y en África subsahariana y al menos 1800 millones de habitantes utilizan una fuente de agua potable que está contaminada con heces.
- Unos 700 millones de personas más deberían contar con saneamiento básico para poder cumplir con la meta relacionada con los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) formulada en 2015.
- Uno de cada tres habitantes, o 2400 millones, todavía carecen de instalaciones de saneamiento mejoradas y una de cada ocho personas, o 946 millones, defecan al aire libre.
- La pérdida estimada en los países en desarrollo por la falta de acceso a fuentes mejoradas de agua y saneamiento básico alcanza 1,5% del producto interno bruto (PIB), mientras que la prioridad dada al gasto público en el agua varía mucho entre los países, de menos de 0,5% a más de 2,0% del PIB (ONU).
- Unos 1200 millones de habitantes no tienen acceso al recurso y 2200 millones viven sin condiciones sanitarias. Para el 2050 la Organización de Naciones Unidas estima una población

mundial de 9 000 millones con una demanda superior al 60% de la actual, mientras que el 85% de las fuentes hídricas se encuentran donde habita el 12%.

## **LA GEOPOLÍTICA Y LOS CONFLICTOS POR EL USO DEL AGUA**

Innumerables son los problemas por el uso y la explotación del agua en todo el planeta Tierra, de forma general, pueden distinguirse de acuerdo a tres dimensiones de escala: los conflictos de carácter global, regional y los nacionales y locales. A continuación, las características de algunos ejemplos:

### **El Acuífero Guaraní**

Es este un ejemplo de la ocupación y apropiación de territorios completos por parte de determinadas fuerzas políticas y potencias económicas. (MAURO, 1997). De acuerdo con Gomez Mederos y Dourado (2006), se motiva porque EEUU requiere ocupar el territorio como parte de la geoestrategia imperialista, encaminada a garantizar la seguridad nacional a toda costa. Ello se motiva porque es una zona de carga y descarga del cuarto acuífero y reservorio de agua dulce más grande del mundo, compartido entre Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay, donde se acumulan las mayores reservas de litio y de otros minerales. El acuífero es el mayor manantial de agua dulce del mundo, con capacidad para abastecer a la población mundial por 200 años. Tiene casi 1200000 kilómetros cuadrados de extensión; se calcula que su cuenca cuenta con entre el 42 y el 45% de las reservas de agua dulce del mundo. La población que vive sobre él, constituye solo el 7% del total mundial.

La construcción de una zona militarizada, con la presencia futura de varias bases norteamericanas, que pueda garantizar la apropiación y el acaparamiento territorial, bajo el modo de "compra" de tierras abundantes en bienes naturales, muchas de estas sostenidas con un hipotético objetivo conservacionista, pone al Estado de manera explícita como subsidiario de y al servicio de los intereses de las corporaciones extractivas. Este proceso, en que el Estado subsidiario del capital transnacional, cede de manera tácita el control de los territorios a manos de las compañías y de una estrategia de ocupación militar, desemboca en una exacerbación e intensificación de los conflictos territoriales, entre terratenientes, pueblos originarios y campesinos, entre las empresas transnacionales y las comunidades.

### **El agua en el conflicto judeo palestino, un ejemplo de carácter regional**

La guerra árabe-israelí de 1967 fue causada por el uso y explotación de los recursos hídricos. Israel no tenía recursos hídricos para sobrevivir y desarrollarse, sin embargo, los palestinos sí los tenían. El principal objetivo de dicha guerra fueron los Altos del Golán sirios que tiene grandes reservas de agua y la Cisjordania, ese es el motivo real de esa guerra. Con su triunfo, en la guerra de 1967, el ejército israelí pasó a controlar todo el sistema hídrico y no se puede hacer un solo pozo sin la autorización del ejército. En el año 2010, el 60% del agua que consumían los judíos proceden de territorios palestinos, esto hace que Israel nunca se plantee la devolución de dichos territorios, porque ello supondría su desaparición (BONAPARTE, 2015).

De acuerdo con Nueva Tribuna (2015), el acuífero de la Franja de Gaza es el más sobreexplotado, con 505 millones de m<sup>3</sup> de los cuales el 88% se destina para Israel y solamente un 12% a los palestinos. La situación de este acuífero es dramática pues al estar muy sobreexplotado y dada la cercanía del mar Mediterráneo, hace que la cuña salina entre en él, a ello hay que añadirle que ante la carencia de tratamiento de las aguas fecales de Gaza, estas acaban en el acuífero, contaminándolo. Consecuencia de esto es que el 90% del agua de Gaza no es apta para el consumo humano, lo que agrava la situación de la población de la Franja.

El agua se ha convertido en un arma mortífera para el exterminio de los palestinos. En 1999, estos recibían unos 138,3 millones de m<sup>3</sup> de agua. En 2007 ya sólo fueron 113,5 millones de m<sup>3</sup> y en 2008 se redujo a 84 millones de m<sup>3</sup>.

En cuanto al consumo en los palestinos estaba ese índice en los 70 litros/día y en zonas de Cisjordania apenas llega a los 20 litros/día. Mientras que el consumo medio de un israelí es de 280 litros/día.

Otros de los aspectos más discriminatorios es el precio que se paga, mientras que los palestinos de Gaza pagan 1,2 dólares por m<sup>3</sup>, los colonos judíos de la zona pagan 10 centavos de dólar. Esto todavía es más discriminatorio pues el poder adquisitivo de los palestinos es ocho veces inferior al de los judíos.

De tal manera, el recurso hídrico es un problema central en todo el Oriente Medio. En el conflicto territorial judeo-palestino es uno de los puntos claves en la posible solución del mismo.

### **El agua como arma de guerra**

Son conflictos provocados por la destrucción de las infraestructuras hídricas en casos de guerra. Siguiendo con Oriente Medio, el agua y el saneamiento básico, ha sido uno de los bienes que más han sufrido de los efectos de la guerra, en la actualidad, se ha convertido en una nueva arma de guerra, en plena tregua. Cuatro millones de personas se han quedado sin una gota en Damasco después de que los canales del manantial que abastece al 70% de la capital siria fueran deliberadamente volados por los aires. Según la ONU, cerca de 15 millones de personas sufren escasez de agua en toda Siria, más de 600000 en la ciudad de Alepo. Lo que ha llevado a los hogares a invertir un 25% de sus recursos en su abastecimiento. Tanto el Gobierno sirio como las organizaciones humanitarias internacionales han comenzado a restaurar pozos y distribuir agua mediante camiones cisterna a los habitantes de la capital, la mitad de ellos desplazados (SANCHA, 2017).

Por cierto, en Vietnam, los norteamericanos atacaron los embalses y presas con el fin de provocar inundaciones y daños al abastecimiento hídrico de ese país. Ambos casos, solo pueden catalogarse como crímenes a la humanidad, como verdaderos geohidrocidios.

### **Conflictos nacionales**

Son los que acontecen en el interior de los Estados – Nación. Son sin duda los más comunes, incluyen innumerables conflictos de carácter local, que se manifiestan en provincias, municipios y áreas de escala local. Además, entre ellos se pueden considerar aquellos que abarcan la escala de todo un estado – nación.

Un caso realmente espectacular, que condujo a un cambio geopolítico a nivel del país, y que fue el detonador de una situación revolucionaria, fue la llamada “Guerra del Agua”, acontecida en Cochabamba, Bolivia, cuando entre enero y abril del 2000, miles de personas tomaron las calles para exigir al Gobierno que diera marcha atrás a la privatización de la gestión de los recursos hídricos. Los más pobres se quedaron literalmente sin agua porque la empresa concesionaria, filial de la estadounidense Bechtel, elevó las tarifas un 100% y decidieron tomar las calles cuando la ley les prohibió recoger la lluvia. Hay otros muchos casos que se han reportado en Brasil, México, Chile, Colombia y prácticamente en todos los países de América Latina (LÓPEZ BLANCH, 2015).

Hay varias razones para las incipientes guerras por el líquido, desde la devastación ambiental a los intereses del negocio del agua embotellada. El problema de fondo en América Latina es un modelo de desarrollo extractivista que, basado en la extracción masiva de materias primas destinadas a la exportación, no sólo profundiza la deforestación y quiebra así el ciclo vital del agua, sino que también demanda grandes cantidades de este elemento y contamina las fuentes hídricas (CASTRO, 2015). En particular, la creación de embalses y grandes megaproyectos para la instalación de hidroeléctricas, es un elemento que provoca por completo la alteración de los sistemas hídricos y ambientales, e incluso sociedades enteras. En tales casos se prioriza por las corporaciones con el apoyo de los gobiernos la dimensión económica, como un potencial de lucro monetario a toda costa. Esta visión responde fundamentalmente a un modelo “desarrollista” y “extractivista”, que parte de una concepción de dominio de la naturaleza y de pragmatismo ambiental de corte neoliberal.

En el mundo desarrollado también subsisten esos conflictos. Un caso traumático es España que ocupa el primer lugar del mundo en número de presas y embalses por población y superficie, en cifras globales, se sitúa en el quinto lugar por detrás de China, Estados Unidos, India y Japón. Existe un incremento exponencial del uso de estanques para convertirlos en piscifactorías, para garantizar el desarrollo del turismo (incluyendo la construcción de campos de golf en regiones semiáridas), para la instalación del regadío en aras de incrementar la explotación de frutas y vegetales para la exportación. Así se produce el absoluto predominio del regadío, que emplea el 85,3% del agua disponible, por encima de otros usos como el doméstico, que apenas llega al 12% (VALVERDE, 2016).

En los últimos años se ha intensificado de manera exponencial la sobreexplotación de las cuencas y los mantos subterráneos, sin tener en cuenta los efectos y consecuencias ambientales de realizar trasvases sin la necesidad de reconocer el excedente de agua, condición necesaria para realizar un trasvase de una cuenca hidrográfica. Esa sobreexplotación ha provocado la destrucción de pantanos y humedales, la disminución del nivel de las lagunas y del caudal de los ríos y el incremento de la aridización de muchos sistemas ambientales (GOLUBEV, 2008).

Todo ello en un trasfondo de privatización generalizada y la conversión de la disponibilidad hídrica de una mercancía, un recurso económico y no de un bien social. En tales circunstancias, se violan cada vez más las regulaciones, planes y normativas ambientales, realizándose muchas de esas acciones de forma ilegal, dejando a un lado las regulaciones no solo nacionales, sino incluso de la Comunidad Europea.

Es de interés el caso cubano que, desde el Triunfo de la Revolución, la construcción del modelo socialista en Cuba ha considerado su uso y explotación, desde una posición de derecho social para disfrute de la población. Un amplio programa de construcción de embalses, trasvases de magnitud relativamente modestos, acueductos e incluso alcantarillados, canales y sistemas de riego, han propiciado el incremento de la producción agropecuaria y la garantía de agua potable para más del 95 % de la población (GARCÍA FERNÁNDEZ, 2007).

La promulgación en el 2014 de la Política Nacional del Agua y en el 2017 de la Ley de Aguas por el parlamento cubano, sustentan jurídica y administrativamente su uso racional y el acceso a la población a precios muy módicos de servicios hídricos de diversos tipos. Las empresas tanto nacionales como mixtas y extranjeras, tienen que pagar el uso de la disponibilidad hídrica a precios de mercado, lo que garantiza recursos financieros para la optimización de la infraestructura en recursos.

No obstante, la existencia de una visión de uso y consumo de los recursos hídricos, aún existen diversos tipos de conflictos, que deben ser gestionados por las autoridades estatales (a nivel nacional, provincial y municipal) y a pesar de la existencia de programas de manejo de cuencas y de diversos planes de utilización racional del agua, e incluso del ordenamiento territorial. Entre esos conflictos pueden mencionarse los siguientes:

- Conflictos entre usos en espacios contiguos y aledaños. Por ejemplo, en sistemas ambientales radicalmente diferenciados en cuanto al carácter del consumo y el impacto y los efectos ambientales. Por ejemplo, el conflicto entre espacios de pastoreo y las plantaciones cañeras; entre los grandes arrozales y los bosques de producción y protección; los conflictos entre las tierras tabacaleras, las plantaciones cañeras y las áreas dedicadas a cultivos menores (producción de frijoles, granos, vegetales).
- El conflicto provocado por las crecientes demandas del uso turístico. El consumo de espacios y objetos turísticos, es intenso y generalmente exige del traslado del agua desde sistemas ambientales alejados a distancias considerables (más de 50 kilómetros). El turismo demanda su uso para los hoteles, los restaurantes, la jardinería, la limpieza y objetos de alta demanda, como los campos de golf y las marinas, lo que provoca sobreutilización de acuíferos, pozos subterráneos y cuencas superficiales. Con el aumento del turismo en el país (de un millón de turistas en el 2000 a 4 millones en la actualidad) y con la tendencia a diseñar espacios turísticos de mayor calidad, la demanda del recurso se multiplica y extiende de manera considerable.
- El conflicto en áreas urbanas y peri urbanas. La población cubana se hace cada vez más urbana, crecen no solo las ciudades y los poblados, sino también se produce un significativo poblamiento lineal a lo largo de carreteras y caminos. Prácticamente el 80% de la población del país es urbana y exige desde luego disponibilidad hídrica de calidad y con un ritmo permanente de utilización.

Todos estos conflictos, se sustentan en un fundamento geocológico y ambiental, que está siendo sometido a intensas tensiones por el fuerte impacto experimentado desde hace varios siglos y por las actuales tendencias de cambios ambientales y climáticos. Las mismas pueden resumirse de la siguiente manera:

- La intensa sequía que se manifiesta prácticamente en la mitad seca del año. Los procesos degradantes motivados por la sobreexplotación, tales como la penetración de la cuña salina, la disminución del caudal ecológico, los cambios en el funcionamiento de los sistemas por el represamiento.
- El deterioro de poco más de 200 embalses construidos en los últimos 50 años, por su larga duración, el azolvamiento y eutrofización.

- El paso de fenómenos meteorológicos extremos (huracanes) que, si bien contribuyen al llenado de los embalses, también conducen a la erosión, azolvamiento y alteración de las propiedades hídricas de las corrientes superficiales y subterráneas.

Las autoridades y gestores de los recursos y la disponibilidad hídrica, deben tener en cuenta, desde una visión no solo económica e ingenieril, sino también ambiental, todo este contexto geocológico y además se debe valorizar el contexto territorial predominante. Estos conflictos atañen no solo a las exigencias de los diversos tipos de espacios y sistemas ambientales, sino también a las demandas de los diferentes actores sociales y agentes económicos por garantizar el consumo del agua para sostener sus intereses productivos.

La organización socialista del Estado cubano, favorece la coordinación y articulación a diferentes niveles. No obstante, algunas contradicciones existentes entre los usuarios y la carencia de una visión ambiental en la gestión empresarial, obligan a tratar la cuestión de la explotación de los recursos hídricos desde una perspectiva geopolítica más que reducidamente economista o tecnológica.

## **CONSIDERACIONES FINALES**

Desde el 2000, el bien común estratégico agua, viene siendo objeto de debate y negociación por parte de la Organización Mundial de Comercio (OMC), en los Tratados de Libre Comercio (TLC) y en el Acuerdo General Sobre Comercio de Servicios de la OMC (AGCS) y más recientemente de las Naciones Unidas con el objetivo, en teoría, de garantizar agua potable y saneamiento básico, como derechos humanos por vías institucionales que dejan a un lado la complejidad geopolítica del problema. Sin embargo, los factores geopolíticos están en la base de los conflictos existentes y se caracterizan por lo siguiente:

- El interés geoestratégico de potencias globales y regionales para apropiarse no solo de los recursos y condiciones naturales, incluyendo los relacionados con la disponibilidad hídrica, sino incluso de los territorios en que esta se distribuye.
- Los actores transnacionales de los negocios de las corporaciones que necesitan del líquido para seguir produciendo, en detrimento de los pueblos originarios, pequeños agricultores y comunidades campesinas.
- Los agentes económicos y sociales a nivel nacional y local diversos, movidos por diferentes intereses, concepciones y expectativas en cuanto a la apropiación de los beneficios que reporta el uso de los recursos hídricos como recurso.

La política tiene una proyección espacial y territorial y el recurso hídrico se subordina a regularidades tanto naturales, como humanas en cuanto a la ocupación de la organización espacial de las diferentes partes del globo terráqueo. En el fondo de todos los conflictos por su uso y explotación, están las diversas visiones geopolíticas de los actores involucrados.

El agua está en el foco del interés de los diversos campos de fuerza que pretende su utilización y explotación. En calidad de generadores de estos campos de fuerza actúan los Estados, los agrupamientos inter estatales y una serie de sujetos no estatales, en particular de significado transnacional. En calidad de mecanismos de interacción entre los campos de fuerza, actúan los intereses geopolíticos, los deseos imperiales, el fortalecimiento de la seguridad de los Estados, la conservación de la identidad cultural de las comunidades y las posiciones de las personalidades políticas.

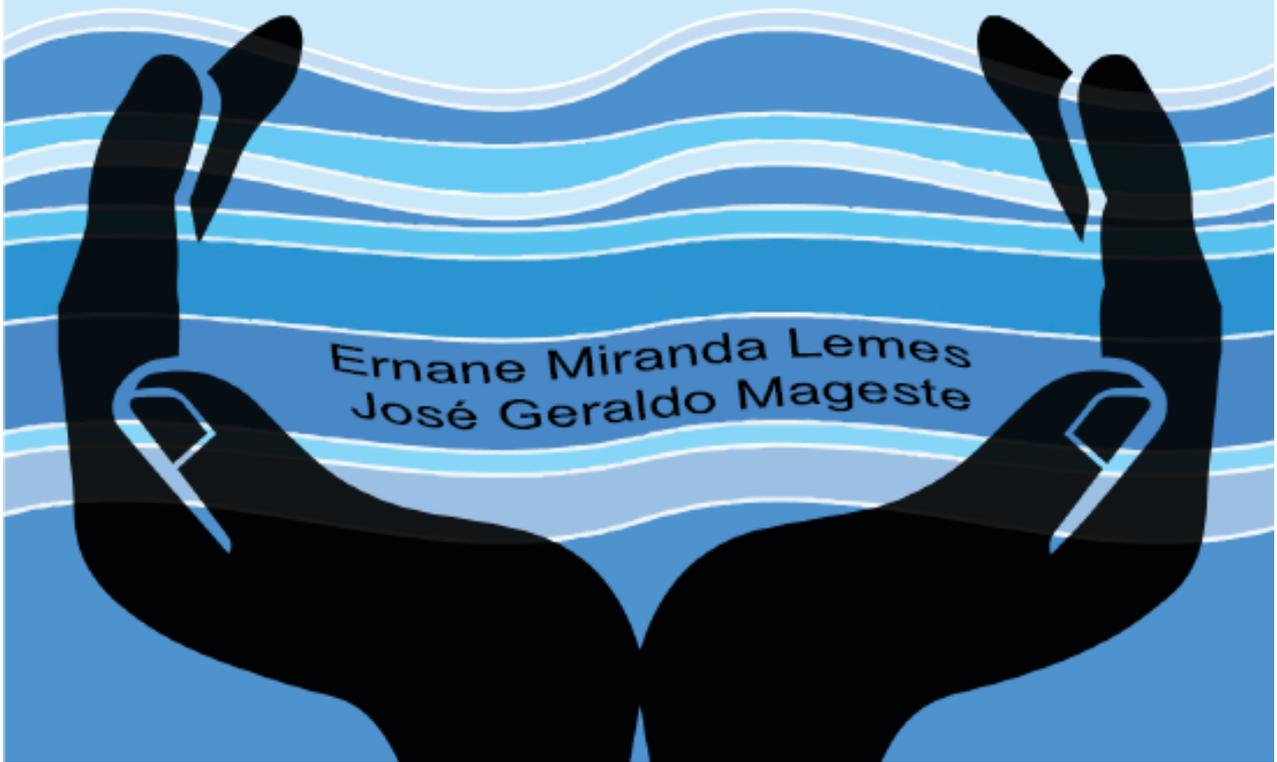
Como resultado de esa compleja interacción se forma la estructura geopolítica del sistema mundo y de sus subsistemas (de carácter regional, nacional y local). Analizar al agua, desde la dimensión de la geopolítica ambiental, implica pasar de una simple visión de seguridad a una acepción más compleja de escasez, con el incremento de las tensiones por el uso de la disponibilidad hídrica, las soluciones tendrán que ver cada vez más con la complejidad de la estructura y modelos geopolíticos que inciden en su uso y no solo con medidas de tipo eminentemente técnico.

Todo proyecto de elaboración de un plan y programa de gestión de recursos hídricos, deberá tener en cuenta la estructura geopolítica en que se inserta la región analizada y en particular tener en cuenta el diferente rol de los actores y agentes involucrados. Y sobre todo tener presente la necesidad de implementar un modelo de explotación del recurso más inclusivo, que atienda a las necesidades de la organización social y comunitaria y que priorice al agua como una necesidad social y ambiental y no como una mera mercancía, parece ser el único camino que permita el uso racional del agua en el Sistema Mundo y sus partes constituyentes (MATEO et al., 2011; MATEO & DA SILVA, 2013).

## **REFRÊNCIAS**

- BONAPARTE, N. SOS por el agua en el conflicto judeo palestino. Disponible en: [www.rebelion.org/](http://www.rebelion.org/). Acceso en: 14 ago. 2015.
- CASTRO, N. Las nuevas guerras del agua en América Latina. Disponible en: [www.rebelion.org/](http://www.rebelion.org/). Acceso en: 7 abr. 2015.
- GARCIA FERNANDEZ, J. Aplicación del enfoque ecosistémico a la gestión integrada de los recursos hídricos. Aproximación del caso cubano. *Voluntad Hidráulica*, v.45, n.99, p.16, 2007.
- GOLUBEV, G. N. La crisis geocológica global y la salvación de la humanidad (en ruso). En: GOLUBEV, G. N. (Red.). *El Mundo de la Geoecología*. Editorial GEOS, p.5-11, 2008.
- GÓMEZ MEDEROS R.; DOURADO, V. El diseño de ocupación moderna de territorios completos es, a escala mundial, una arquitectura de formatos claramente parecidos. Disponible en: [http://motoreconomico.com.ar/cruda-realidad/acufero-guaran-disputa-y-acaparamiento-imperialista-de-una-reserva-nica?fb\\_comment\\_id=1178104078974232\\_1179608662157107](http://motoreconomico.com.ar/cruda-realidad/acufero-guaran-disputa-y-acaparamiento-imperialista-de-una-reserva-nica?fb_comment_id=1178104078974232_1179608662157107). Acceso en: 6 ene. 2017.
- KRASOVSKAIA, T. M.; SLIMPENCHUK, M. V. Introducción al uso de la Naturaleza (en ruso). Moscú: Editorial de la Universidad Estatal de Moscú, 2016.
- LÓPEZ BLANCH, H. Agua, ¿preludio de guerra en América? Disponible en: [www.rebelion.org/](http://www.rebelion.org/). Acceso en: 28 mar. 2015.
- MATEO RODRÍGUEZ, J. M.; DA SILVA, E. V.; LEAL, A. C. Planejamento ambiental de bacias hidrográficas desde a visão da geoecologia das paisagens. En: *Diálogos em Geografia Física*. Santa Maria: Editora UFSM, 2011. p.111-126.
- MATEO RODRIGUEZ, J. M.; DA SILVA, E. V. Planejamento e Gestão Ambiental. Subsídios da Geoecologia das Paisagens e da Teoria Geossistémica. Fortaleza: Edições UFC, Fortaleza, 2013.
- MAURO, C. A. de. (coord.). *Laudos periciais em depredações ambientais*. Rio Claro: LPR-DPR, IGCE, UNESP, 1997.
- NUEVA TRIBURNA. La guerra Árabe-Israelí fue causada por el agua: SOS por el agua en el conflicto judeo palestino. 2015. Disponible en: <https://www.nuevatribuna.es/articulo/medio-ambiente/sos-agua-conflicto-judeo-palestino/20150811124437118997.html>. Acceso en: 28 mar. 2015.
- SANCHA, N. El agua, nueva arma de guerra en plena tregua Siria. Disponible en: [www.ElPaísdigital.es](http://www.ElPaísdigital.es). Acceso en: 6 ene. 2017.
- VALVERDE N. La mercantilización del agua deja seca a España. Disponible en: <http://ctxt.es/es/20161221/Politica/10138/agua-agroalimentación>. Acceso en: 2016.
- VILLANUEVA IMAÑA, A. D. La guerra del agua en Cochabamba y el fantasma de la privatización. Disponible en: [www.rebelion.org/](http://www.rebelion.org/). Acceso en: 18 ago. 2016.

# SEGURANÇA HÍDRICA

An illustration of two black hands cupped together, holding a wavy blue banner. The banner contains the authors' names. The background is a light blue gradient with wavy lines representing water.

Ernane Miranda Lemes  
José Geraldo Mageste

## INTRODUÇÃO

Para os brasileiros que fazem parte da população que migrou do campo para a cidade no último século, segurança hídrica é abrir a torneira e não faltar água. Mas para que isto aconteça muitas outras ações no campo e nas cidades, precisaram acontecer. Historicamente, as cidades se formaram nas proximidades do recurso hídrico, sem, contudo, haver uma preocupação devida para preservação deste. No Brasil recente, começou-se a falar de racionamento de água, principalmente nas cidades.

Em 2016, o fornecimento de água da maior cidade do país, São Paulo, foi de tal maneira ameaçada, que foram iniciadas obras às pressas para uma “transposição” de águas. A maior cidade do país já vive, há muito tempo, sob um regime de racionamento de água, principalmente para a parte mais pobre da população, que vive nas periferias. Fora do polígono da seca, a Capital Federal também começou o racionamento em 2017, acompanhando várias outras cidades do país, e isto se estendeu até aquelas de menor porte. Tudo isto parece ser o fruto de um descaso, sempre ignorado pelos governantes e maioria dos governados.

O texto a seguir foi proclamado no VI Workshop Internacional sobre Planejamento e Desenvolvimento Sustentável de Bacias Hidrográficas (VI-WIPDSBH), na seção sobre *Segurança Hídrica*, realizado em julho de 2017, na Universidade Federal de Uberlândia, em Uberlândia, MG:

Durante a Assembleia Geral da Organização das Nações Unidas, em julho de 2010, foi reconhecido o acesso à água potável como um direito humano. Essa declaração fortificou as discussões que se iniciaram no Segundo Fórum Mundial do Global Water Partnership (2000) sobre a garantia ao acesso da água a todos e a segurança hídrica para suprir as necessidades humanas, da saúde e ecológicas.

O Brasil, em 2012, deu início aos trabalhos do Plano de Segurança Hídrica Nacional (PNSH), cujo objetivo é definir as intervenções na gestão dos recursos hídricos. As ações desse plano visam garantir a oferta de água para o abastecimento humano e das atividades produtivas, assim como reduzir os riscos associados a eventos críticos resultantes da carência ou do excesso de água. O PNSH vem sendo elaborado no âmbito da Agência Nacional de Águas (ANA), do Ministério da Integração e do Banco Mundial.

Estes posicionamentos e ações demonstram a crescente preocupação com a segurança hídrica e a sobrevivência do homem na Terra. Segundo Benedito Braga (presidente do Conselho Mundial da Água): a segurança hídrica significa a disponibilidade confiável em níveis aceitáveis de quantidade e qualidade de água para a saúde, o sustento e a produção, ajustada para um nível também aceitável de riscos. Esta definição envolve a proteção da sociedade, seja contra o excesso (enchente) ou a falta (seca) de água doce e o seu provimento para o desenvolvimento social e econômico, pois a água está presente em todos os aspectos do desenvolvimento humano.

Essa “disponibilidade confiável” exige infraestrutura que só se consegue com investimento de longo prazo, tanto dentro quanto fora da cidade, e que objetive o uso eficiente dos recursos, com planejamento e governança fortalecida. E esse caminho só é trilhado com instituições governamentais atuantes e conscientes das peculiaridades de cada região para fornecer a infraestrutura adequada com os investimentos apropriados. Para enfrentar uma crise na segurança hídrica os governos em diferentes níveis devem se apoiar em ações como:

- Obras emergenciais para aumentar a disponibilidade de água (novas captações ou ampliação da capacidade de tratamento de água);
- Educação da consciência popular para o consumo moderado e o entendimento da importância da água e de sua conservação;
- Interligação dos sistemas de fornecimento de água, possibilitando que aqueles que estiverem em melhores condições ajudem as áreas mais afetadas pela seca, a exemplo do que ocorre com o Sistema Cantareira.

Na prática, todas as atividades humanas são refletidas na qualidade das águas, no entanto, a sociedade, essencialmente urbana, perde conceitos como bacias hidrográficas ou segurança hídrica devido à urbanização do espaço, afastando as pessoas do ambiente natural. Este distanciamento não gera um comprometimento do cidadão, com o uso racional e responsável da água, e a água passa a ser importante somente quando falta.

A segurança da água e uma boa governança são interdependentes, uma vez que cada um desses facilita o alcance do outro - a segurança da água estabelece metas para a governança e a boa governança é necessária para se avançar no nível operacional. Um país só poderá ser sustentável se cuidar de suas águas.

Este e outros pensamentos foram amplamente discutidos no VI- WIPDSBH e alguns dos pontos mais relevantes são apresentados a seguir.

## **IMPORTÂNCIA E REFLEXÃO**

Todas as áreas do desenvolvimento humano sempre estiveram conectadas direta ou indiretamente à segurança hídrica e, deste modo, a sua disponibilidade foi decisiva para o desenvolvimento. Para o completo atendimento e respeito de todos os setores que utilizam a água é preciso que os governos invistam de uma forma contínua e sustentável em ações ambientais bem planejadas, que podem atender o crescimento econômico e demográfico.

A disponibilidade de água, principalmente água doce, é um direito humano básico e tem considerável impacto social e cultural nas nações. No entanto, interesses econômicos e políticos promovem intervenções inconsequentes na natureza afetando de maneira irresponsável a disponibilidade de água. O que ocorreu no passado não ter servido de experiência e vem se repetindo, constituindo assim um sistema falido, que pode levar a exaustão irreversível dos recursos hídricos disponíveis atualmente. Estes amplos aspectos da segurança hídrica deveriam ser suficientes para alertar e orientar governanças e políticas públicas para um planejamento estratégico e inteligente do seu uso.

O abastecimento inadequado de água de qualidade é comumente uma consequência da falta de planejamento de governos que não agem preventivamente. Esta situação ocorre tanto a nível local quanto internacional. As características essenciais para uma boa governança a favor da segurança hídrica incluem: lideranças que tratam da segurança hídrica estruturada para cada região (atuação policêntrica), aparatos políticos e jurídicos interconectados e eficientes, planejamento participativo, com a consulta de todas as regiões afetadas, promoção da igualdade social e o livre acesso à informação.

De acordo com Cook e Bakker (2012), a segurança hídrica apresenta quatro aspectos que devem ser pensados: (i) as preocupações com a disponibilidade e segurança da água doce; (ii) a vulnerabilidade associadas à água (secas e inundações); (iii) as necessidades para o homem, como o acesso à água potável, a segurança alimentar e processos industriais; e (iv) a sustentabilidade de um sistema capaz de oferecer água potável, acessível e com um viés de sustentabilidade ao ambiente natural de onde ela é extraída.

Esta visão ampla ao abordar a segurança hídrica demonstra uma preocupação universal com a preservação da disponibilidade de água, e que vai para além de fatores meramente sociais ou econômicos. O debate promovido por Cook e Baker (2012) indica que agir para a segurança hídrica depende de uma boa governança, e esta, por consequência, depende da disponibilidade regular de água apropriada para as atividades humanas.

## **A LEI DAS ÁGUAS BRASILEIRAS**

A Lei 9.433, a Lei das Águas, promulgada em 1997, se constituiu em um alicerce institucional e jurídico que reformou o modelo de administração dos usos da água e incorporou aspectos modernos da gestão integrada. A Lei das Águas surgiu para atualizar o sistema nacional de usos da água, e entre os pontos mais importantes estão (i) a exigência de autorização prévia para a sua utilização (outorga de água), (ii) a indenização de impacto ambiental causado pelo uso inadequado da água, e (iii) e a criação de fóruns com ampla participação social (comitês de bacias hidrográficas).

A 20 anos da promulgação dessa lei o Brasil avançou em muitos aspectos da conservação da água, contudo muito ainda precisa ser feito para a segurança hídrica de diversas regiões. A Lei das Águas estabelece que “a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais” seja um dos objetivos do Estado, no entanto, nem sempre isso ocorre. Tragédias como o rompimento da barragem de Fundão, no município de Mariana (MG), em 5 de novembro de 2015, que afetou a vida de milhares de pessoas na Bacia do Rio Doce, e a constante falta de água vivenciada pelo estado de São Paulo em 2016/17, evidenciaram um cenário de fragilidade na gestão hídrica do país e são alerta do que o descaso com o planejamento para a água pode trazer.

Apesar de o Brasil contar com uma das maiores reservas de água doce do planeta - o que deveria facilitar a administração desse recurso - grande parte desse potencial está localizado no Norte do país, enquanto que a maior parte da população e grande parte da agricultura (atividade que mais consome

água) estão localizadas no Sudeste. A distribuição desigual entre a disponibilidade de água potável e a concentração da população e suas atividades contribui para aumentar a pressão e a disputa sobre os mananciais do Sudeste uma vez que os mananciais destinados ao abastecimento público são impactados diretamente por efluentes agropecuários, industriais e urbanos. Essa situação agrava crises na segurança hídrica como as mencionadas.

## **O MEIO URBANO**

Apesar dos avanços obtidos com a Lei das Águas, mesmo que ainda não estejam amplamente alcançados, alguns pontos, como a responsabilidade urbana com a segurança hídrica, foram pouco explorados. As cidades, onde a alteração do ambiente natural foi mais expressiva e os conflitos pela disponibilidade de água são mais intensos, deveriam ser amplamente responsáveis pela segurança hídrica da água que é capitada e devolvida para o ambiente. As cidades a montantes deveriam ser mais responsáveis pela água que entregam às cidades a jusante.

Partes desta visão municipalista provem do fato de a água não conhecer limites políticos. Outro aspecto que também indica que os municípios deveriam assumir mais responsabilidades com a segurança hídrica é a sua própria função como ocupador do solo. Alterações no solo e em sua ocupação afetam diretamente o ciclo ecológico e a qualidade da água que entra e sai dos limites do município. A qualidade da água que sai de uma cidade, comparada com a qualidade da água quando entra, é um indicador das atividades humanas e de sua preocupação com a segurança hídrica local e global.

O crescimento da cidade ou de um município exige que mais mananciais atendam à demanda de água em quantidade suficiente e cada vez maior. Consequentemente, mais rede de esgoto esse município estará demandando. O esgoto (doméstico e industrial) e a água de chuva são “águas urbanas” que exigem investimento para captação e tratamento (especialmente no caso de esgotos), e que são de responsabilidade da cidade por meio de seu plano gestor das águas. A negligência das forças governamentais com esses cuidados com os efluentes urbanos compromete negativamente para a qualidade das águas que saem dessa cidade.

Todos os resíduos não tratados da ação humana e devolvidos ao ambiente, juntamente com (i) maiores pressões impostas pelas cidades sobre os mananciais, (ii) extremos climáticos e (iii) má gestão pública, podem contribuir para a degradação rápida do ciclo da água em uma região.

Para promover a gestão integrada das situações que surgem quando há ameaça à segurança hídrica em um nível regional, municipal, é que são compostos os comitês de bacias hidrográficas. Estes comitês cuidam da gestão das “águas urbanas”, funcionando como coordenadores das políticas públicas em uma bacia hidrográfica, articulando as ações para a segurança hídrica entre os municípios que a compõem.

## **ÁGUAS SUBTERRÂNEAS**

As crises sofridas pela falta, ou distribuição irregular de chuvas, induzem a população a procurar formas alternativas de obterem água, o que intensifica a exploração das águas subterrâneas através da abertura de poços. Esse processo nem sempre é feito de forma regular, o que termina por afetar a quantidade e a qualidade da água subterrânea agravando ainda mais crises na segurança hídrica.

A Lei das Águas não preenchia todas as lacunas com relação à gestão das águas subterrâneas, podendo ser entendida em sua promulgação como uma “lei das águas superficiais” (HAGER et al., 2002). Contudo, para amparar a gestão das águas subterrâneas foi criado em 2001 o Programa de Águas Subterrâneas (PAS), pelo Ministério de Meio Ambiente (MMA), que estaria vinculado à Secretaria de Recursos Hídricos. Este programa foi criado para elaborar uma política de águas subterrâneas que seja integrada no sistema de gerenciamento do país.

Para auxiliar nos desafios legais e institucionais da gestão de águas subterrâneas a resolução nº 828, de 15 de maio de 2017, da Agência Nacional de Águas (ANA), através do Art. 54 conferiu à Coordenação de Águas Subterrâneas (COSUB) - vinculada ao Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) - a responsabilidade pela gestão integrada de recursos hídricos subterrâneos e superficiais, estimular a gestão compartilhada de aquíferos transfronteiriços, e promover o planejamento e a coordenação do monitoramento qualitativo e quantitativo das águas subterrâneas.

Apesar do aparato desenvolvido pelo governo para gerir as águas subterrâneas, ainda precisa ser feito para assegurar a disponibilidade de água de qualidade para o consumo da população,

especialmente em períodos de menor pluviosidade. Um aspecto agravante é que o acesso à água subterrânea é de fiscalização mais difícil visto a facilidade de se manter um poço na clandestinidade. As águas subterrâneas devem funcionar como uma reserva estratégica para minimizar os problemas de falta de água para o consumo, e essa ideia que deve ser valorizada para atingir a consciência de que faz uso dessa água, incentivando a preservação e o uso conscientizado de sua importância.

### **ALGUMAS RECOMENDAÇÕES PARA SE ALCANÇAR A SEGURANÇA HÍDRICA**

Os governos devem destacar e fazer acontecer em suas agendas, a preocupação com a disponibilidade suficiente de água em quantidade e qualidade para as atividades humanas - soluções concretas precisam ser aplicadas para a preservação deste recurso insubstituível. A sociedade brasileira tem um arcabouço legal para exigir que o planejamento apresentado e as autarquias instituídas atuem em prol da conservação e recuperação das nascentes em todo território.

Por outro lado, o exercício da cidadania, por quem quer que seja, precisa considerar este parâmetro da convivência humana. Os cidadãos precisam acostumar a essa cobrança, seja dos governantes seja dos outros usuários. A experiência de destruição de longos anos e os resultados de pesquisa precisa ser colocada em prática. O nosso primeiro Código Florestal (de 1935) foi apelidado de “Código das Águas”. Ela já expressava a preocupação com a continuidade de disponibilidade de água daquela época. Depois, a Lei 4.771, de 1965 trouxe contornos claros e científicos da necessidade de respeito e preservação às Áreas de Preservação Permanente (APP). Principalmente aquelas situadas ao longo dos cursos d’água e no entorno das nascentes.

Exatamente a desobediência excessiva a esses parâmetros e à exploração ilegal da Reserva Legal (área de todas as propriedades do país destinadas à preservação da biodiversidade – variando de 20 a 80% das propriedades) é que paralisaram as autuações (multas) em 22 de junho de 2008 e levaram a edição do Novo Código Florestal em 2012, com perdão àquelas autuações e com abusiva permissão de ocupação das áreas de APP. Parece que todo o conhecimento gerado sobre “produção de água” e as inúmeras experiências negativas de destruição destas ou positivas sobre o respeito e preservação da mesma de nada valiam diante da ganância e do desrespeito a todos os cidadãos. Nas cidades brasileiras, pouco ou nada foi feito para aumentar a infiltração de água no solo e a ocupação urbana continuou desordenada.

O pretexto do desrespeito às APP’s nestes locais houve alegações de que se trata de Zona Urbana, ignorando-se a imensa impermeabilização da superfície, como se cidadãos da cidade nenhum compromisso tivesse com a continuidade do fornecimento de água, ou seja, ignorou-se a segurança hídrica. O resultado imediato deste comportamento está sendo colhido desde o ano de 2016. Bastou ocorrer um pequeno déficit hídrico após o ano de 2012 para que racionamentos desumanos de água passassem a ser obrigatórios e os reservatórios para produção de energia elétrica chegassem ao “volume morto”. Some-se a isto a proibição de uso da água para irrigação em perímetros irrigados, como uma grande maioria do Rio São Francisco. Não bastasse isto, também a criação de peixes “em gaiolas” dentro dos rios teve que ser proibida. A insegurança hídrica fez aumentar o preço dos alimentos “flagelando” o cidadão das cidades.

O desenvolvimento de estratégias que auxiliem nos esforços de conservação e recuperação do ciclo hidrológico para a segurança hídrica da humanidade deve ser contínuo. A tarefa de desenvolvimento dessas estratégias é de responsabilidade da ciência, a sua aplicação dos governos. Já a cobrança de ações reais é um compromisso da sociedade como um todo.

A ampla participação dos interessados, o poder de voto e as ações coletivas devem ser estimulados através de extensivas campanhas de educação cultural e do acesso à livre informação. Todas as atividades do governo e de lobbies que afetem a segurança hídrica da população devem ser decididas com base em uma visão social, econômica e ecológica, e as inevitáveis interferências ao meio ambiente - consequências da sociedade moderna - devem ser monitoradas pela comunidade científica.

Somando-se à relevância de existir uma governança proativa, dos esforços direcionados para desenvolver soluções para a segurança hídrica, da ampla participação dos setores interessados, e à importância das questões ecológicas, ainda existe a justificada preocupação com as mudanças climáticas registradas (NCDC NOAA, 2017). Essas mudanças devem ser consideradas em qualquer plano gestor para a segurança do abastecimento de água para as atividades humanas.

Promover a segurança hídrica é agir em prol da preservação da própria sobrevivência da humanidade. Essa importância deveria tornar a gestão das águas pauta regular dos governos e a

cobrança da população deveria ser presente e ativa, no entanto, o que se percebe é uma sensação de insegurança e de paralisia da população com relação às governanças que geralmente agem para resolver uma situação emergencial que poderia ser evitada, ou pelo menos mitigada, se um programa sério de ações a favor da segurança hídrica tivesse sido executado.

“Ainda há água suficiente para todos nós - desde que a mantenhamos limpa e a usemos com mais sabedoria e a compartilhemos de forma justa”

Ban Ki-moon, Secretário-Geral das Nações Unidas, 2008.

## **REFERÊNCIAS**

COOK, C.; BAKKER, K. Water security: Debating an emerging paradigm. *Global Environmental Change*, v.22, p.94-102, 2012.

HAGER, F. P. V.; SILVA, J. R. C.; ALMEIDA, W. M.; OLIVEIRA, W. A. A problemática da gestão das águas subterrâneas no Brasil. In: Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 12, 2002, São Paulo. Anais... São Paulo: ABAS, 2002.

NCDC. NOAA. Global Climate Change Indicators | Monitoring References | National Centers for Environmental Information (NCEI). 2017. Disponível em: <https://www.ncdc.noaa.gov/indicators/> . Acesso em: 17 nov. 2017.

# MINERAÇÃO E ÁGUA – CONFLITOS



## CONSIDERAÇÕES GERAIS

A avaliação do impacto da mineração sobre os recursos hídricos é de grande urgência. No caso específico da mineração essa requer água em quase todas as etapas de seu processo. Os impactos na qualidade e na quantidade da água estão entre os aspectos mais controversos dos projetos de mineração. As externalidades negativas associadas às atividades de mineração e o uso da água, incluem, entre outras, a contaminação de águas subterrâneas e de superfície, com os danos subsequentes à saúde humana e ambiental, bem como reflexos socioeconômicos, políticos e financeiros.

O tema da mineração e água, nos coloca diante da necessidade de refletirmos sobre os desafios da soberania hídrica. Não basta a luta contra os impactos em termos de segurança hídrica. A mineração não só coloca em risco somente a quantidade e qualidade da água disponíveis em um território. A atividade minerária não só impacta nos aquíferos e não só avança sobre nas áreas mineradas, mas implica no exercício de domínio de territórios que vão além das áreas de extração. Exemplo vivo e incontestável é o do poder da SAMARCO (Vale/BHP Billiton), para além de sua área de extração, em particular da área onde provocou o criminoso rompimento da barragem de Fundão, mas como por toda bacia do Rio do Doce. Há quase dois anos desse crime, quem detêm o poder na Bacia do Rio Doce, se não a SAMARCO. Essa não pagou um centavo dos R\$ 344,8 milhões em multas aplicadas pelo Ibama, que a autuou 23 vezes. A SAMARCO tem recorrido de todas as multas, nas instâncias administrativas do órgão ambiental. A Samarco destruiu o rio Doce, impactou na vida de milhões de pessoas e no meio ambiente, e permanece soberana em todo território da bacia.

As corporações minerárias precisam de água. Elas, para contraporem às críticas em relação aos impactos de seu uso, agregaram à narrativa da mineração como um bem para a sociedade, a ideia de que o uso de tecnologias modernas asseguram práticas de mineração ambientalmente sustentáveis e limpas. As mineradoras insistem que “limpam” as águas residuais, o que a realidade desmente.

Assim se multiplicam os conflitos. Da mesma forma que as questões como a de aquisição de terras e deslocamento de população, bem como a não realização de condicionantes e pagamentos de compensações, a questão relativa à água é cada vez mais um ponto de conflito.

## CONFLITOS EM RELAÇÃO À ÁGUA

Segundo o “Caderno de Conflitos no Campo Brasil 2016”, da Comissão Pastoral da Terra (CANUTO et al., 2016), o número de conflitos por água no país cresceu 150% entre 2011 e 2016, saltando de 69 para 172. Esses conflitos atingiram no ano 2014, atingiram 44 mil famílias.

Segundo a CPT, dos 172 dos conflitos registrados em 2016, envolvendo 44 famílias, a mineração responde por mais da metade dos casos (51,7%), seguido pelas hidrelétricas (23,26%), os empresários (11,05%) e os fazendeiros (6,98%). Esses quatro, juntos, respondem por 93,02% – 160 – do total dos conflitos.

Aqui, vamos relatar três casos de conflitos em relação à água. No que pese a importância da questão do crime ambiental da mineradora Samarco em Mariana (MG), no fim de 2015, ter provocado em Minas Gerais e Espírito Santo 75 conflitos, 43,6% do total de conflitos pela água registrados em 2016, vamos relatar aqui três outros casos.

### Projeto Minas-Rio

O empreendimento minerário Minas-Rio pertencente à multinacional Anglo American Minério de Ferro Brasil S.A, é formado por um complexo integrado composto por: (a) uma mina para extração de minério de ferro em uma extensão contínua de 12,25 km, afetando uma área de cerca de 3.888 hectares nos municípios de Conceição do Mato Dentro, Alvorada de Minas e Dom Joaquim, no estado de Minas Gerais; (b) uma linha independente de transmissão de energia que percorre 10 municípios por cerca de 90 Km, desde Itabira até Conceição do Mato Dentro; (c) uma adutora de água com captação no Rio do Peixe, no município de Dom Joaquim; (e) um mineroduto de 529 km, que atravessa 33 municípios; (f) um terminal de minério de ferro em um porto marítimo, em Barra do Açu, no município de São João da Barra, no estado do Rio de Janeiro. A Anglo American é proprietária de 100% do Minas-Rio, com exceção do porto, do qual detêm 50% em uma *joint venture* com a Ferroport.

Durante o licenciamento, a Anglo, usou o artifício de fragmentação do processo. Cada estrutura foi licenciada em uma instância administrativa distinta: o complexo minerário foi licenciado em órgão

colegiado do Estado de Minas Gerais; o mineroduto, em órgão federal; o porto do Açú, em órgão ambiental do Estado do Rio de Janeiro.

São várias as denúncias contra a Anglo American. Abaixo, de forma resumida algumas das denúncias, que foram levadas e expostas na Assembleia Geral da Anglo American, em Londres:

O empreendimento Minas-Rio é marcado por uma falta de transparência e mudanças constantes em seus projetos, estudos e ritmos. Isso impede que a população compreenda o tamanho real do empreendimento e seus impactos. Por exemplo: (1) embora a Licença de Operação concedida em novembro de 2014 prever atividades por 5 anos, a licença para o “Step 2” (etapa 2 de expansão) foi concedida em outubro de 2016, apenas um ano depois, ainda dentro do período de 5 anos previsto da primeira licença. Agora em 2017, a Anglo entrou com processo pedindo o licenciamento do “Step 3” (etapa de expansão 3). (2) O rebaixamento do lençol freático, que deveria iniciar-se no 5º ano de exploração minerária, foi apresentado em março de 2014, mesmo antes da concessão da Licença de Exploração. (3) Nos estudos iniciais foi argumentado que não haveria necessidade de novas áreas para pilhas de estéril. Mas no pedido do “Step 3” consta que haverá mais pilha de estéril.

Especificamente em relação à água, são inúmeros os conflitos e impactos. De acordo com os dados contidos no processo de licenciamento da Anglo American, o Minas Rio utiliza 5.023 metros cúbicos de água por hora e sua atividade reduz o lençol freático e destrói as áreas de recarga e aquíferos, uma vez que é na camada de minério de ferro que a água se acumula. Pelo menos seis comunidades já vivem com água bombeada e algumas ficam sem água por dias porque as nascentes secaram. O projeto está em uma sub-bacia do Rio Doce e suas águas são fundamentais para a recuperação da bacia após a ruptura da barragem de rejeitos de Samarco, em Mariana, em novembro de 2015.

A barragem de rejeitos do Minas-Rio, com capacidade de 370 milhões de m<sup>3</sup>, é sete vezes maior que a barragem da Samarco que rompeu em 2015. Três comunidades abaixo da barragem do Minas-Rio estão em área definida como uma “zona de auto resgate”, isso porque, na própria documentação da Anglo American, não haveria tempo suficiente para as autoridades competentes intervirem em caso de acidente. Em 2012, houve o rompimento de uma pequena bacia de contenção, enlameando e assoreando rios. A empresa não parece reconhecer o perigo enfrentado por essas comunidades, e o “Step 3” prevê a elevação da barragem.

Outra questão, que gera dúvidas e conflitos é o fato de que, se a mineração, segundo a documentação da Anglo American ainda continuará por mais 28 anos, e como com o “Step 3” o mineroduto vai estar em sua capacidade máxima, qualquer nova expansão exigirá um novo mineroduto, o que demandará mais água e mais impactos.

Recentemente no “Dossier Denúncia - Ameaças e violações ao direito humano à água em Conceição do Mato Dentro e Alvorada de Minas, Minas Gerais”<sup>26</sup> (VIEIRA et al., 2017), encontramos várias denúncias, como assoreamento de diversos cursos d’água durante a construção do mineroduto, a sobrecarga de uso de recurso hídrico devido a opção de polpa de minério de ferro via mineroduto. São 2.500m<sup>3</sup>/h retirados do Rio do Peixe.

Denúncia recente do MAM – relata que centenas de peixes foram encontrados mortos no Córrego Passa Sete, contaminado pela barragem de rejeitos do Projeto Minas-Rio da Anglo American em Conceição do Mato Dentro.

Nessa denúncia está a constatação da mortandade de peixes que aconteceu no dia 15 de junho de 2017 e de acordo com moradores da região, já haviam poucas espécies de peixes no trecho mencionado.

Não foi a primeira vez que o Córrego Passa Sete sofre contaminação e peixes são encontrados mortos. Em 2014, antes mesmo de obter a Licença de Operação do empreendimento foram registrados grande número de peixes, galinhas e até gado mortos por beberem a água do Córrego. Às margens do Passa Sete existem comunidades inteiras que sofrem com a instalação do projeto da Anglo.

<sup>26</sup> Executado pelo Coletivo Margarida Alves de Assessoria Popular em parceria com a Comissão Pastoral da Terra, com participação da Caritas Brasileira, Programa Polos de Cidadania, REAJA e MAM – Movimento pela Soberania Popular na Mineração.



Figura 1. Barragem da Anglo American à esquerda e em amarelo as áreas contaminadas. Fonte: Boletim de Ocorrência.

### Complexo hidromineral de Araxá ameaçado: mineração contamina toda a água da cidade<sup>27</sup>

Quem bebe das águas de Araxá em busca de saúde pode estar buscando um problema. De acordo com um relatório da FEAM, a concentração de metais pesados está seis vezes acima do permitido. A causa da contaminação da água se encontra nos impactos da exploração de nióbio pela Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração –CBMM, que não respeita a legislação ambiental. Além da água, o solo e o ar também estão comprometidos. Agravados pelos impactos da produção da exploração de rocha fosfática pela Vale Fertilizantes, desde os tempos da então ARAFÉRTIL S.A. Só na Comarca de Araxá tramitam mais de 500 processos pedindo indenização por danos à saúde causado pela contaminação da água. Avesa às recomendações da FEAM e do IGAM, a CBMM ainda pleiteia novas licenças junto aos órgãos de fiscalização.

Segundo a FEAM, a contaminação das águas vem ocorrendo desde a década de 80, quando de um vazamento na barragem 4. Estudos apontam que a contaminação das águas do Barreiro, bem como da cidade de Araxá ocorre devido liberação de bário no ambiente, decorrente da exploração do nióbio na região, atividade explorada pela CBMM.

Por solicitação da FEAM, a empresa iniciou um monitoramento que não foi adequado para conter a contaminação, já que não atende as normas exigidas pela ABNT. O resultado após mais de 30 anos, não é satisfatório e as plumas de contaminação não foram eliminadas. Por outro lado, o método utilizado para a contenção das plumas de contaminação gerou uma contaminação secundária, nas águas subterrâneas e superficiais, além do solo e subsolo. A situação dos moradores da região se agravou com a detecção da contaminação na produção de fosfato pela ARAFÉRTIL S.A, hoje Vale Fertilizantes. O rebaixamento da mina de fosfato sobre a Fonte Dona Beja despertou a atenção para os impactos negativos sobre as águas minerais na Estância do Barreiro.

Para melhor compreensão da gravidade do problema, e também como uma forma de registrar e denunciar, transcrevo abaixo, parte do parecer de Vista relativo ao processo (PA/Nº 00033/1981/061/2014) para exame da Licença de Instalação: Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração - CBMM - Barragem de contenção de rejeitos / resíduos - Araxá/MG, apresentado em reunião do COPAM, no dia 11 de setembro de 2015. Esse parecer foi elaborado por mim e por Antonio Geraldo

<sup>27</sup> Nossas observações, constatações a seguir se baseiam em notas técnicas, grifamos algumas citações:

A. Nota Técnica elaborada pelo IGAM, de fevereiro de 2013. (IGAM, 2013), a pedido do Ministério Público (Dr. Márcio Oliveira Pereira - Promotoria de Justiça da Comarca de Araxá - Curadoria do Meio Ambiente (inquérito civil MPMG n. 0040.12.000010-0).

B. Nota Técnica elaborada pela FEAM e IGAM N. 001/2015, de julho de 2015, referente também ao inquérito civil MPMG n. 0040.12.000010-0

de Oliveira, ambos somos conselheiros do COPAM URC TMAP (Conselho Estadual de Política Ambiental – Unidade Regional Colegiada Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba), representando a sociedade civil.

## **A contaminação**

Consultando a lista de áreas contaminadas e rehabilitadas, por UPGRH, por município e por responsável, do estado de Minas Gerais no site da FEAM: [http://feam.br/images/stories/declaracoes\\_ambientais/GESTAO\\_AREAS\\_CONTAMINADAS/lista%20a%20cr%202014%20por%20upgrh.pdf](http://feam.br/images/stories/declaracoes_ambientais/GESTAO_AREAS_CONTAMINADAS/lista%20a%20cr%202014%20por%20upgrh.pdf) encontramos a CBMM, Araxá. Segundo informações da FEAM, essa contaminação é antiga, de conhecimento público, e vem sendo acompanhada pela Fundação antes mesmo da implantação do BDA (Banco de Declarações Ambientais) conforme a DN COPAM n.116, de 27 de julho de 2008.

A partir daí solicitamos à FEAM a documentação, notas técnicas a esse respeito.

A contaminação da CBMM em Araxá ocorre pela liberação de bário (contaminação primária) no ambiente, além de sódio, sulfato e de cloretos.

As notas técnicas que resultam de uma análise de relatórios da CBMM onde se constata o seguinte:

1) Os relatórios da CBMM não são suficientes e carecem de detalhamento e cálculos, que demonstrem suas afirmações,

De acordo com relatório apresentado pela CBMM, desde a década de 80, quando foi constatada a contaminação da área com bário, iniciou-se processo de neutralização do efluente a partir de sua precipitação sob a forma de sulfato de bário, na unidade industrial. Ainda conforme informado pela empresa, em 1984, passou-se a operar uma bateria de poços com o objetivo de extração das águas subterrâneas, infiltração de sulfato de sódio e monitoramento do aquífero. Segundo o mesmo relatório, porém sem maiores detalhamentos, foram realizadas obras e medidas de mitigação na barragem B4 para remediar a área atingida. A empresa cita, no relatório apresentado em 2013, que as medidas implantadas para mitigar a contaminação conseguiram reduzir sua abrangência em 90%, no entanto, tal afirmativa não foi demonstrada por cálculos que deveriam subsidiá-la (cf. Nota Técnica FEAM/IGAM Nº 001/2015, p.3).

2) O monitoramento da CBMM é inadequado e não suficiente. Isso se constata em relação às solicitações IGAM/FEAM.

2.a) Mapas elaborados de maneira inadequada,

... alguns mapas apresentados podem ser ainda aprimorados considerando a necessidade, conforme explicado em reunião, de identificação das unidades produtivas do empreendimento, das unidades auxiliares, de cada uma das barragens, dos limites do empreendimento, das linhas de fluxo subterrâneo (a partir dos mapas potenciométricos) e, principalmente, de cada um dos bens a proteger (corpos hídricos, fontes de água, poços de abastecimento, comunidades, hotéis, áreas de proteção especial, etc.). (cf. Nota Técnica FEAM/IGAM Nº 001/2015, p.3).

2.b) Monitoramento não é feito em pontos e localizações suficientes ou adequadas,

Quanto ao pedido para que a empresa reavaliasse a conveniência de adensamento de pontos de monitoramento, tanto superficial, quanto subterrâneo, nas proximidades de locais críticos (maiores concentrações dos parâmetros analisados), a mesma optou por não o fazer, sem, contudo, apresentar qualquer justificativa de ordem técnica. (cf. Nota Técnica FEAM/IGAM Nº 001/2015, p.3).

Ao se observar a atual distribuição dos poços de monitoramento (figura da direita), conclui-se que as plumas não estão adequadamente delimitadas em toda sua extensão. A pluma mais próxima ao Grande Hotel (mais a oeste), por exemplo, não possui poços suficientes para assegurar a delimitação apresentada pelo software empregado, já que não apresenta poços nas porções com concentrações maiores e menores do que 5 mg/L, partes sul e sudoeste. O mesmo ocorre nas outras duas plumas, em diferentes regiões das mesmas. Quanto à delimitação vertical, a mesma encontra-se pendente para toda a área, sendo essencial para a eficiência do bombeamento e para implantação de futura contenção ao avanço das plumas. (cf. Nota Técnica FEAM/IGAM Nº 001/2015, p.13).

2.c) A CBMM na questão dos poços de sangria, até dezembro de 2014, não monitorava e apresentava resultados das águas tratadas efetivamente lançadas no meio ambiente. (cf. Nota Técnica FEAM/IGAM Nº 001/2015, p.4).

3) Se constatarem dados faltantes nos relatórios apresentados pela CBMM, que dizem respeito a uma condicionante de monitoramento estabelecida quando da outorga dos poços,

Com relação ao entendimento do IGAM de que houve dados faltantes nos relatórios apresentados pela CBMM, representantes da empresa alegaram que teriam atendido às frequências acertadas no licenciamento junto à Supram. Entretanto, independentemente das condicionantes da licença ambiental, havia também uma condicionante de monitoramento estabelecida na outorga dos poços e que previa frequência mensal de análises de alguns parâmetros, o que não foi atendido. Havendo duas condicionantes de monitoramento com frequências distintas, no entendimento do IGAM e FEAM, prevalece aquela de maior nível de exigência, ou seja, a que estabeleceu maior frequência de medições. (cf. Nota Técnica FEAM/IGAM Nº 001/2015, p.4).

4) Existem pendências:

*“Com relação ao pedido da FEAM para que a empresa delimitasse as plumas de fase dissolvida, conforme será mostrado adiante, ainda há pendências.”* (cf. Nota Técnica FEAM/IGAM Nº 001/2015, página 4).

5) Mesmo que não seja de maneira adequada o monitoramento registra crescimento de contaminação em determinados pontos que migram conforme as referências feitas no relatório. (cf. Nota Técnica FEAM/IGAM Nº 001/2015, página 8).

6) A técnica de remediação é questionável pela sua baixa eficiência e a própria remediação está gerando problemas, subprodutos das reações, que são contaminantes,

A observação das plumas de sulfato, sódio e cloreto permite verificar a forte associação entre essas substâncias/elementos, especialmente quanto ao sulfato e ao sódio, cujas plumas são praticamente coincidentes. Ao contrário do bário e do cloreto, estes elementos aumentaram na área ao longo do período de remediação, exatamente por serem inseridos no meio ambiente para que ocorra a reação da própria remediação (por isso, são chamados contaminantes secundários). Considerando os períodos aqui apresentados, verifica-se o aumento das concentrações desses elementos/substâncias na área refletem os alvos de ações já desenvolvidas até o momento para diminuir a concentração do bário. Atualmente as maiores concentrações são observadas nas proximidades da porção central da área. (cf. Nota Técnica FEAM/IGAM Nº 001/2015, p.15).

7) Ainda quanto à remediação o Relatório de Monitoramento não atende as normas da ABNT e não assegura a eficácia e a eficiência da remediação,

A remediação deve assegurar que não só haja contenção da pluma, mas também sua eliminação, considerando que as mesmas extrapolam a área do empreendimento e têm tendência de migrar em direção a bens a proteger, como a comunidade do grande hotel e os turistas da região. Além disso, o tempo de remediação deverá ser fixado, especialmente ao observarmos o tempo já

dispendido com a técnica sem que se tenha alcançado a solução definitiva. Como muitos aspectos previstos nas normas técnicas da ABNT, aplicáveis a áreas contaminadas, não foram adequadamente abordados nos estudos apresentados, é recomendável a contratação de uma empresa especializada no gerenciamento de áreas contaminadas e com experiência reconhecida. Neste sentido, o relatório apresentado mais recentemente não atende ao que preconizam as normas da ABNT e não assegura a eficácia e eficiência da remediação, incluídas a contenção completa das plumas e sua eliminação em período de tempo razoável. (cf. Nota Técnica FEAM/IGAM N° 001/2015, p. 13).

#### 8) A Remediação está causando impacto ambiental,

Existe um impacto ambiental secundário resultante da própria remediação que se caracteriza pela elevação dos níveis de sódio, sulfato e de cloretos na área como um todo, incluindo as águas subterrâneas e superficiais, e, provavelmente, solo e subsolo. Observa-se que estes elementos/compostos não vêm sendo contidos durante a remediação, mas os mesmos também apresentam danos ambientais. Assim, é necessário o enquadramento destes elementos à legislação. (cf. Nota Técnica FEAM/IGAM N° 001/2015, p.10).

Em seguida, em nosso parecer de vistas, que estamos aqui transcrevendo, passamos a fazer algumas recomendações, descrevemos a vulnerabilidade e o conflito ambiental gerado.

### Recomendações

Apesar dos órgãos de fiscalização estarem exigindo o cumprimento do monitoramento e da remediação, a CBMM não está demonstrando responsabilidade. Por outro lado, os órgãos fiscalizadores, necessitam de imprimir maior rigor, ao processo, até mesmo com penalização, necessária para o cumprimento. O que se constata é que os órgãos fiscalizadores somente reiteram o que vem dizendo em relatórios anteriores. Uma coisa é detectar o problema, outra é exigir a solução. A Nota Técnica da FEAM/IGAM é clara (o grifo é nosso),

O processo de remediação vem sendo conduzido há décadas, sem que haja uma solução definitiva da contaminação. A extração de águas subterrâneas para tratamento em superfície, a infiltração de sulfato de sódio e o monitoramento do aquífero iniciaram-se em 1984, ou seja, há 31 anos. Ressalta-se que isso contraria o prazo máximo total previsto na DN COPA/CERH n.º 02/2010 para remediação (4 anos) e monitoramento para reabilitação (2 anos). (cf. Nota Técnica FEAM/IGAM N° 001/2015, p.4).

#### 1) A FEAM e o IGAM recomendam:

- elaborar o PRAC – Plano de Reabilitação de Área Contaminada – a ser apresentado pela CBMM à GERAC/FEAM
- acompanhamento do processo por empresa de consultoria especializada e de experiência comprovada no gerenciamento de áreas contaminadas,

Considerando-se as normas atualmente em vigor para o gerenciamento das áreas contaminadas, faz-se necessário complementar o diagnóstico, conforme discutido anteriormente, aprimorando as delimitações horizontais e verticais das fases dissolvidas de cada um dos contaminantes, bem como elaborar o PRAC – Plano de Reabilitação de Área Contaminada – a ser apresentado pela CBMM à GERAC/FEAM, de modo a revisar e redimensionar o atual sistema de remediação, e também ampliá-lo de modo a impedir o avanço das plumas (barreiras) e otimizar (acelerar) a atenuação das concentrações de contaminantes. Neste sentido, há necessidade de que seja feito o acompanhamento do processo por empresa de consultoria especializada e de experiência comprovada no

gerenciamento de áreas contaminadas. (cf. Nota Técnica FEAM/IGAM Nº 001/2015, p.4).

2) Além de o monitoramento realizado ser ineficiente (do ponto de vista da quantidade, distribuição espacial e frequência das amostragens), é necessário ampliar o enfoque, extrapolando as análises físico-químicas ao incluir, também, análises Ecotoxicológicas das águas superficiais e subterrâneas, assim como do sedimento.

3) É questionável o fato de que em todas as análises seja considerado o nível basal (background) de bário em 5,0 mg/L. Os níveis de ocorrência natural são muito variáveis em relação à distribuição espacial e temporal. É altamente recomendável que seja solicitada uma análise atualizada desses níveis em, pelo menos, duas áreas: uma à montante e outra à jusante. De qualquer maneira, é inaceitável, do ponto de vista das recomendações do Ministério da Saúde (MS, 2011), que esse parâmetro seja tratado com normalidade, quando, na verdade, está cinco vezes acima dos padrões legais para Vigilância em Saúde de Água para Consumo Humano.

4) É recomendável que os contaminantes secundários, provenientes da remediação, sejam rigorosamente monitorados, sendo eles: Cloreto, Sódio e Sulfato. Esse monitoramento deve ser feito, inclusive, nos poços utilizados pela população para consumo humano ou dessedentação animal.

5) Do ponto de vista da Remediação, são necessárias medidas efetivas de contenção da pluma de contaminação.

6) Somente um monitoramento rigoroso permitirá acompanhar e analisar a eficiência da remediação ao longo de uma série histórica.

### **Vulnerabilidade e conflito ambiental**

Consultando o portal do Observatório dos Conflitos Ambientais, o Mapa dos Conflitos Ambientais em Minas Gerais desenvolvido como resultado de pesquisa do Grupo de Estudos em Temáticas Ambientais (GESTA/UFMG), em parceria com o Núcleo de Investigações em Justiça Ambiental (NINJA/UFSJ) e o Núcleo Interdisciplinar de Investigação Socioambiental (NIISA/UNIMONTES), com apoios da FAPEMIG e do CNPq, encontramos o seguinte,

Luta contra a contaminação da água por metais pesados no bairro Barreiro, em Araxá - Descrição: Os moradores do município de Araxá denunciam que a cidade de Araxá e sua rede hidrográfica se encontram contaminados por metais pesados oriundos dos rejeitos da exploração mineral no Município. A contaminação das águas de Araxá é um fato já constatado, mas que permanece oculto pela mídia, devido aos conhecidos centros de águas medicinais da região. (para maiores detalhes cf. <http://conflitosambientaismg.lcc.ufmg.br/conflito/?id=258> ).

Tramita, desde julho de 2008, na Comarca de Araxá mais de 500 processos de pedido de indenização por danos à saúde causado pela contaminação da água, sendo que o primeiro processo foi proposto pela Associação dos Moradores do Barreiro e Adjacências, que move uma Ação de Indenização em face da CBMM - Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração e Bunge Fertilizantes SA. Hoje pela conexão dos processos todos tramitam na ação de nº 0040.09.084.357-0 que tramita na 3ª Vara Cível daquela Comarca.

### **Breve relato**

O relato abaixo tem como base conversas com moradores e pessoas da comunidade, envolvidas no conflito. Essas famílias há muito vêm sofrendo com diversos tipos de doenças, como variados tipos de câncer, doenças renais, cardiovasculares. Muitos moradores já faleceram em consequência dessas doenças. A perda de seus familiares e agora por último de suas moradias, pois muitos residiam lá desde o nascimento, uma vez que seus antepassados trabalharam no hotel, e conseguiram o direito de lá residirem por esse vínculo, é uma realidade não muito divulgada.

Depois de anos, essas famílias tiveram que sair de lá, não por vontade própria, depois da descoberta da contaminação.

## Do caso narrado e identificado em alguns documentos

Cerca de 200 famílias, viviam na região do Complexo do Barreiro, no chamado Alto Paulista e adjacências. A grande maioria dessas famílias tiveram que deixar o local em face da contaminação de suas águas. Hoje, restam somente três famílias.<sup>28</sup>

A partir do momento em que foi ajuizada uma ação civil pública pelo Ministério Público da saúde - autos de nº 0040.08.074.122-2 e 0040.08.081.683-4 – foi requerido via liminar, concedida desde 2009, pelo Poder Judiciário local, o bloqueio de verbas nas contas da Prefeitura Municipal para que a mesma fornecesse água mineral para estes moradores. No dia 10/08/2015, em audiência a pedido do Ministério Público, com a presença da Associação dos Moradores do Barreiro, houve uma audiência onde a Prefeitura Municipal de Araxá se comprometeu a continuar a fornecer água mineral enquanto existir um morador naquele local. O que foi devidamente homologado pelo juiz.

As famílias que lá residiam e as que ainda residem há anos ingeriam e utilizavam água imprópria para consumo humano.

Nos anos seguintes, a maioria das famílias negociou com a CODEMIG sua mudança do complexo em face da citada contaminação.

O assunto já é do conhecimento das autoridades locais e estaduais, pois a contaminação vem sendo anunciada faz muito tempo. Um exemplo é o Projeto Hidrogeoambiental da Estância Hidromineral do Barreiro de Araxá, datado de 2001, (relatório elaborado e apresentado pela COMIG – Companhia Mineradora de Minas Gerais), o qual informa que no ano de 1960, a CAMIG – Companhia Agrícola de Minas Gerais, começou a produzir fosfato moído e se inicia a exploração da mina de nióbio, pela CBMM, em local adjacente às fontes da Estância Hidromineral do Barreiro.

Em 1978, foi detectada contaminação na produção de fosfato pela ARAFERTIL S.A, hoje, Vale Fertilizantes. Anos mais tarde, em 1982, fica “constatada a contaminação das águas subterrâneas por bário, proveniente das águas que se infiltram depois de percolar rejeitos contendo cloreto de bário da Barragem B4, pertencente a CBMM.

Simultaneamente, ocorria um outro alerta sobre os possíveis efeitos do rebaixamento da mina de fosfato sobre a fonte Beja (fonte está tão visitada e apreciada pelos turistas), no que diz respeito a sua vazão.

Diante deste fato, o geólogo João Alberto Pratini de Moraes foi contratado para realizar estudos e propor medidas para controlar os impactos negativos sobre as águas minerais da Estância do Barreiro.

Em 1982 se constata a contaminação das áreas subterrâneas por bário, proveniente das águas que se infiltram depois de percolar rejeitos contendo cloreto de bário da Barragem B4, pertencente à CBMM.

Nas folhas 51 do referido Projeto Hidrogeoambiental, cita-se que para identificar a origem da contaminação deve ser considerado o cloreto, pois, este íon foi introduzido no sistema pelo efluente industrial. Já nesse documento da COMIG, na água se constata que a contaminação é fruto e de responsabilidade da CBMM.

Nas folhas 51/52 do estudo é relatada como era realizada a extração do nióbio, reconhecendo que a mesma era indevida e causando contaminação.

Ao contrário, admitem-na informando inclusive encontrar-se tal contaminação, em fase de REMEDIAÇÃO. O que pode ser constatado no Parecer Único – Protocolo nº 615703/2007, dirigido a Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – Superintendência Regional de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, em que justifica a mudança no seu modo de operar, pelo seguinte,

... Com a mudança do processo, o efluente rico em cloretos (em média 50m<sup>3</sup>/h), que não favorecia a remediação da contaminação do bário, deixou de ser gerado. (...) As atividades de remediação da contaminação de bário solúvel a jusante da Barragem B-4 são desenvolvidas de acordo com definições acordadas em convênio com o Governo Estadual, assinado em 10 de julho de 1984. (...) Desde a década de 80 são encaminhados semestralmente a FEAM relatórios de acompanhamento das atividades de remediação. As atividades serão

<sup>28</sup> Hoje (2017) todas as famílias já foram removidas e esperam o resultado dos processos na justiça.

desenvolvidas até que as concentrações de bário solúvel estejam compatíveis com o background da região.

Também no Processo de nº 00033/1981/047/2010, Protocolo nº 041507/2012, consta no item 2.5.5 IMPACTOS SOBRE AS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS.

O impacto sobre as águas subterrâneas é identificado pela contaminação bário solúvel em concentrações maiores do que 5 mg/L identificada na década de 80 na área industrial I, decorrente do antigo processo existente na empresa. Desde então, para mitigar este impacto, a empresa realiza programa de remediação...  
... parte da água da barragem de rejeitos é lançada no córrego Pirapitinga...

Nesse mesmo processo consta ainda que a antiga unidade de lixiviação que operava para reduzir concentrações dos elementos fósforo, enxofre, chumbo e bário.

Em 1994, mais de uma década da contaminação da barragem<sup>4</sup> foi firmado TAC com o Ministério Público do Meio Ambiente que ocorreu na ação Civil Pública - procedimento do MP do meio ambiente.

A alegação era de que estão em sentido oposto ao poço BUNGE. Durante todo o tempo buscam relatar outra versão dos fatos para o juízo e a opinião pública dizendo que a denúncia de contaminação se refere ao Auto Paulista, que era uma rua que existia no Barreiro, no entanto, a contaminação se deu em todo o complexo hidromineral do Barreiro e em toda a captação de água da cidade de Araxá.

Com a preocupação latente acerca da extensão desta contaminação, aprofundaram-se os estudos para além do complexo do Barreiro. Foram realizadas novas análises das águas da região do Barreiro e na ocasião também do entorno da cidade de Araxá, incluindo os mananciais de abastecimento da cidade. Estudo esse que veio confirmar a contaminação das águas do Barreiro, bem como da cidade de Araxá não apenas com Bário, mas também com outros metais, em doses elevadas para o consumo humano. Entre eles: Cromo, Chumbo, Vanádio, etc. Além de Urânio, detectado em níveis altíssimos em algumas amostras. Tal estudo foi publicado no Congresso Internacional Nuclear do Atlântico – INAC em outubro de 2011, que ocorreu na cidade de Belo Horizonte, pela cientista nuclear Kenya Dias Moore. Os pontos de coleta de material (água) para análise foram: Córrego Feio (manancial de abastecimento da cidade), Córrego Fundo (manancial de abastecimento da cidade), Córrego da Areia (manancial de abastecimento da cidade), Córrego do Sal, Fonte Dona Beija, Fonte Andrade Júnior, residência de uma moradora do Barreiro na antiga Rua Da Subestação (abastecida por poço CODEMIG), residência de um morador do Barreiro na Rua Alto Paulista (abastecida pelo poço BUNGE), Rio Capivara, Rio Tamanduá, Lago do Grande Hotel do Barreiro, Rio Pirapitinga em dois pontos, riacho junto ao Grande Hotel do Barreiro, Barragem que fica na antiga Rua da Subestação, dois lagos do Grande Hotel, amostra de um hotel no centro da cidade.

Impor ressaltar que entidades ambientalistas da região acreditam que o problema não é divulgado para não afetar a indústria do turismo e principalmente os interesses na exploração do nióbio, matéria prima largamente utilizada em liga com o aço para atender aos mais diversos setores da indústria como a automobilística, aeronáutica, naval e construção civil, e m produtos como câmeras fotográficas, aparelhos de televisão, aparelhos de ressonância magnética até aceleradores de partículas de alta energia. O Brasil detém as maiores reservas de nióbio (98,43%) e as jazidas mais conhecidas estão em Araxá e Tapira (75,08%)<sup>29</sup>.

Importante ressaltar que, no site da FEAM<sup>30</sup>, na lista de áreas contaminadas e reabilitadas de 2016, por município e por responsável, do estado de Minas Gerais, encontramos novamente a CBMM e a Vale Fertilizantes, em Araxá.

<sup>29</sup> Esses dados em relação ao volume de minério são contestados pelo site da CBMM, que afirma: “Não é verdadeira a afirmação de que o Brasil possui 98% de todas as jazidas de nióbio do mundo. Há nióbio em depósitos na Rússia, Canadá, Groelândia, Angola, Gabão, Quênia, Estados Unidos, China, Arábia Saudita, Austrália, Tanzânia, República Democrática do Congo, Finlândia, Maláui, Noruega, África do Sul, Zâmbia, Namíbia, Índia, Espanha e outros.” <http://www.cbmm.com.br/pt>  
<sup>30</sup>[http://www.feam.br/images/stories/2017/AREAS\\_CONTAMINADAS/DADOS\\_2016/Lista\\_ACR\\_2016\\_por\\_Munic%C3%ADpio\\_Vs.03-17.pdf](http://www.feam.br/images/stories/2017/AREAS_CONTAMINADAS/DADOS_2016/Lista_ACR_2016_por_Munic%C3%ADpio_Vs.03-17.pdf)

### Mineração da Vale Fertilizantes<sup>31</sup> seca 6 nascentes e compromete outras 8 em Tapira (MG)

De acordo com a Prefeitura Municipal de Itapira (PMT, 2016) de outubro 2015 a junho de 2016, foi elaborado um Diagnóstico Socioambiental e de Disponibilidade Hídrica, da área de influência das operações da Vale Fertilizantes S/A, no município de Tapira (MG). Técnicos contratados pela Prefeitura local visitaram produtores rurais visando o detalhamento da situação hídrica nas propriedades. Foram Inventariadas as nascentes presentes nas áreas, bem como avaliadas suas condições de conservação, aferindo-se suas coordenadas geográficas e altitude com o aparelho de GPS. Demarcaram as nascentes que apresentavam surgência de água e também os antigos pontos de surgência relatados.

De acordo com as condições encontradas, foram identificadas duas áreas com comportamentos distintos, que denominadas de Área 1 e Área 2. (Figura 1).



Figura 2. A partir dos dados coletados em campo, constatou-se 14 nascentes comprometidas, sendo que seis delas secaram totalmente.

Nesta foto, está destacada em amarelo, a área de lavra da Vale Fertilizantes. Em azul, esta destacada a área (da formação geológica) onde se encontram as rochas nas quais é feita a exploração de fosfato. A Área 1 se encontra a oeste da área de mineração, e a Área 2 se encontra a Leste desta área. A Área 1 está bem próxima à área de lavra. Os técnicos visitaram as nascentes, que nesta área são poucas, e apresentam, atualmente, pouca vazão de água. Constataram, ainda, que entre os pontos visitados, seis nascentes secaram totalmente nos últimos anos. O diagnóstico ressalta que durante as visitas de campo, não foram encontrados sinais de depredação das nascentes, como retirada de vegetação, ou de mau uso por parte dos produtores, como captação de vazões maiores do que a dos cursos d'água.

A partir dos dados coletados em campo, os técnicos confeccionaram este mapa (imagem2), sobre as imagens do "google maps" com a localização das nascentes na Área 1. Nessa imagem se pode ver a

<sup>31</sup> Endividada, a Vale vendeu, no dia 19 de dezembro de 2016, seus ativos de fertilizantes para a multinacional norte americana Mosaic Co, por US \$ 2,5 bilhões em dinheiro e ações. A transação é uma combinação de ações e dinheiro. Metade do preço será pago em dinheiro e a outra metade em novas ações, dando à Vale uma participação de 11 por cento na Mosaic e dois assentos em seu conselho.

localização das mesmas em relação à mina da Vale Fertilizantes, e notar que são bem próximas a ela. Também podemos ver a estrada de acesso à cidade de Tapira.

A partir deste levantamento foram elaborados quadros com a situação das nascentes visitadas (Quadros 1 e 2).

Quadro 1. Situação das sete primeiras nascentes visitadas

Identificação	Coordenadas UTM (Zona 23K)		Altitude (m)	Propriedade	Situação
	Latitude	Longitude			
N01	7798951	305228	1198	Lázaro Carvalho	Com surgência comprometida
N02	7798531	305157	1257	Lázaro Carvalho	Com surgência comprometida
N03	7798588	305592	1220	Lázaro Carvalho	Seca
N04	7799062	305867	1243	Lázaro Carvalho	Com surgência comprometida
N05	7798066	306556	1240	Lázaro Carvalho	Seca
N06	7800170	305636	1232	Maria de Lourdes Pereira Gomes	Com surgência comprometida
N07	7800211	305683	1247	Maria de Lourdes Pereira Gomes	Seca

Quadro 2. Situação das sete últimas nascentes visitadas

Identificação	Coordenadas UTM (Zona 23K)		Altitude (m)	Propriedade	Situação
	Latitude	Longitude			
N08	7800201	305404	1293	Maria de Lourdes Pereira Gomes	Seca
N09	7800233	305560	1298	Maria de Lourdes Pereira Gomes	Com surgência comprometida
N10	7800276	304309	1119	Marcos Antonio Ribeiro	Com surgência comprometida
N11	7797769	306689	1222	João Bosco Borges	Com surgência comprometida
N12	7800076	303586	1260	Diego Donizete de Castro Ribeiro	Com surgência comprometida
N26	7799803	305762	1262	Ronaldo Simões Neves	Seca
N27	7799790	305778	1262	Ronaldo Simões Neves	Seca

Por outro lado, a área 2, situada a leste da área de mineração, fica a cerca de 4 km da mina da Vale Fertilizantes. Conforme o que foi diagnosticado pela equipe técnica os cursos d'água e nascentes apresentam vazões superiores às da área 1. Segundo o diagnóstico a área 2 também se encontra livre de intervenções na vegetação das nascentes e de mau uso por parte dos produtores.

As atividades do Complexo Minerário Tapira estão causando um grande impacto na oferta de água na região, com consequências destruição ambiental irreversível. Os impactos se estendem às famílias do Assentamento Nova Bom Jardim e vizinhanças.

O Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Araguari (CBH Araguari) se reuniu, em Tapira, nos 3 e 4 de agosto, atendendo às denúncias encaminhadas pela Prefeitura de Tapira, agricultores familiares e organizações sócio ambientais da região. No dia 3 de agosto foram realizadas visitas técnicas, na área da mina e também nas propriedades impactadas. No dia 4 de agosto, foi realizada a 4<sup>o</sup> Assembleia Geral Ordinária de 2016. O objetivo foi o de coletar informações com a sociedade e esclarecer sobre a bacia.

Um dos agricultores familiares do assentamento, Ronaldo Silva relatou que atualmente é possível caminhar pelas minas, que não brotam água há cinco anos. "A água abastecia a minha terra e foi perdendo a força até parar de brotar e secou". Ronaldo está tendo como única forma de acesso a água, o fornecimento de caminhão pipa, pela empresa Vale. Contudo, se trata de um fornecimento precário, de má qualidade e que não resolve o problema.

No processo de outorga (processo 0604/2010, portaria de outorga 997/2010), a condicionante 8, pede "Apresentar ao IGAM e CBH-Araguari o programa que garantirá a vazão dos cursos d'água nas áreas de 49 km<sup>2</sup>, citado no parecer do IGAM. Prazo: de 180 dias a partir da publicação da Portaria da Outorga". Em um documento de 2010 da Gerencia de Qualidade, Segurança, Saúde e Meio Ambiente do Complexo de Mineração de Tapira, se lê,

Confrontando os resultados obtidos pelo monitoramento da primeira bateria de poços com o déficit total de vazão em Bacia do Córrego da Mata, fica evidenciado

que os impactos gerados pelo rebaixamento do nível d'água em Tapira podem ser compensados com a reposição de parte da água bombeada aos afluentes impactados, atividade de já está sendo realizada atualmente.

A realidade é outra, o que a Vale afirma desde 2010, não é verdade, e não está realizando o bombeamento de água, não o fez. Isso se constatou na visita do CBH-Araguari, no dia 3 de agosto de 2016.

A 4ª Assembleia Geral Ordinária de 2016 conclui pela necessidade do imediato bombeamento, por um período experimental, bem como a continuidade do fornecimento de caminha pipa, bem como a realização de um estudo mais amplo na busca de uma solução mais definitiva. Esse estudo deverá ser realizado por instituição independente da Vale, de preferência por Universidade Pública. O Ministério Público estadual vai elaborar um termo de referência. Para isso uma comissão foi formada, envolvendo todas as partes.

A extinção de nascentes, o comprometimento e diminuição da água na região, bem como os prejuízos para natureza, são irreversíveis. A comunidade, as organizações da sociedade civil, bem como a Prefeitura de Tapira continuam na luta contra a mineração depredadora do meio ambiente e violadora de direitos humanos.

## **CONCLUSÃO**

A bacia hidrográfica é a unidade regional de planejamento e gerenciamento das águas, cujo órgão consultivo e deliberativo de gerenciamento é o denominado Comitê de Bacia Hidrográfica (CBH). Nos últimos 20 anos, o país mudou de uma gestão essencialmente tecnocrática e fragmentada, para uma legislação que visa integrar e descentralizar a tomada de decisões. Uma gestão democrática, integrada e compartilhada. Esse sistema está baseado na tríade “descentralização, participação e integração” e no princípio de que as ações na bacia devem promover os usos múltiplos das águas. A legislação propõe uma política participativa e um processo decisório democrático. Ao Estado cabe rever seu papel, cabe gerenciar a água como bem de domínio público e de uso comum do povo (não há propriedade privada da água). A sociedade seria corresponsável pela gestão do ambiente e dos recursos hídricos.

Os casos anteriormente citados neste texto, ilustram a soberania das corporações minerárias, sobre os territórios. A Anglo American, a CBMM e a Vale exercem aquilo que é comum prática das grandes empresas, a chamada captura corporativa. Essa soberania corporativa captura também os governos estaduais e federal, suas políticas e a própria legislação.

O decreto Nº 46.733, de 30 de março de 2015, do governo de Minas Gerais deu um golpe contra a gestão descentralizada, compartilhada e participativa do meio ambiente a pretexto de combater a crise hídrica, centraliza nas mãos do governo (executivo) as decisões. Contudo, a história tem mostrado, que o estado, vota sempre junto com o interesse empresarial basta uma análise das votações das decisões do COPAM.

A Lei Estadual 21.972/2016, a pouco mais de dois meses do desastre criminoso da SAMRACO, trouxe alterações licenciamento ambiental no Estado de Minas Gerais. Essa lei esvaziou a competência deliberativa das Unidades Regionais (URCs). Agora as URCs deliberam só sobre processos de licenciamento ambiental de atividades ou empreendimentos (a) de pequeno porte e grande potencial poluidor; (b) de médio porte e médio potencial poluidor; e (c) de grande porte e pequeno potencial poluidor, ou seja, atividades de classes 1, 2, 3 e 4. Ficam as Câmaras Especializadas, do COPAM, em Belo Horizonte, a deliberação sobre o processo de licenciamento ambiental de atividades ou empreendimentos (a) de médio porte e grande potencial poluidor; (b) de grande porte e médio potencial poluidor; (c) de grande porte e grande potencial poluidor; e (c) nos casos em que houver supressão de vegetação em estágio de regeneração médio ou avançado, em áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade, ou seja, atividades de classes 5 e 6.

Em Minas Gerais, portanto, se abandonada perspectiva de gestão descentralizada e ecossistêmica das bacias hidrográficas, foi cancelada a participação da sociedade civil, e foi dado um duro golpe na mobilização social que estava criando uma nova cultura nos processos de licenciamento ambiental, num contexto apropriado à participação da cidadania. Os projetos de maior impacto não são mais deliberados nos territórios (regiões) impactadas. São decididos em Belo Horizonte, dificultando a participação mais e o envolvimento das populações diretamente atingidas.

Junto à centralização e esvaziamento do poder das populações atingidas nos territórios, avança a flexibilização do processo de licenciamento. O Decreto 47.137/17 que altera alguns artigos do decreto 44.844 de 2008 criou a possibilidade do licenciamento concomitante, que permite que duas ou três fases do licenciamento (licença prévia, licença de instalação e licença de operação), quando as características técnicas assim permitirem, sejam analisadas simultaneamente.

Os impactos produzidos pelas corporações minerárias e a sua capacidade de dominar territórios e capturar políticas de gestão apontam para a necessidade de empoderamento das populações locais, como forma de assumir soberania e fazer frente ao avanço da mineração sobre os territórios.

## **REFERÊNCIAS**

CANUTO, A.; LUZ, C. R. DA S.; ANDRADE, T. V. P. (Coord.) *Conflitos no Campo – Brasil 2016*. Goiânia: CPT Nacional, 2016.

IGAM. Instituto Mineiro de Gestão das Águas. Nota Técnica DPMA/DGAC 01-2013. Belo Horizonte: IGAM, 2013.

MS. Ministério da Saúde. Portaria Nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Disponível em: [http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914\\_12\\_12\\_2011.html](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html). Acesso em: dezembro de 2017.

PMT. Prefeitura Municipal de Tapira. Diagnóstico Socioambiental e de Disponibilidade Hídrica. Disponível em: [http://www.falachico.org/2016/08/mineracao-da-vale-seca-6-nascentes-e\\_6.html](http://www.falachico.org/2016/08/mineracao-da-vale-seca-6-nascentes-e_6.html). e em: <http://fonasc-cbh.org.br/?p=16247>. Acesso em: 6 de agosto de 2016.

VIEIRA, L. et al. (Coord.). *Dossiê Denúncia. Ameaças e violações ao direito humano à água em Conceição do Mato Dentro e Alvorada de Minas, Minas Gerais*. Minas Gerais: Coletivo Margarida Alves, 2017.

# RISCOS E PERIGOS SOCIOAMBIENTAIS NA DECISÃO POR GRANDES EMPREENDIMENTOS



Vicente de Paulo da Silva

## INTRODUÇÃO

Este trabalho se refere a uma construção teórica realizada a partir de nossas investigações científicas sobre os efeitos e riscos provocados pela decisão e pela execução de grandes empreendimentos e, mais especificamente, os empreendimentos hidrelétricos. Trabalhos como nossa dissertação de mestrado, tese de doutorado, orientações em nível de graduação, mestrado e doutorado no curso de geografia da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), no Núcleo de Estudos e Pesquisas Sobre Efeitos e Riscos nos Grandes Empreendimentos (NEPERGE) e no grupo de estudos denominado Grupo de Riscos, têm se constituído em um conjunto de atividades, e de produtos, à disposição para subsidiar a elaboração de outros trabalhos e pesquisas científicas.

Objetiva-se aqui refletir sobre a forma contraditória de apropriação do espaço e, conseqüentemente, a sujeição de territórios aos efeitos e riscos dessa decisão. Nesse processo, discutir os efeitos, riscos e perigos socioambientais advindos da decisão pela execução de grandes obras se torna uma forma de busca por transformações e, por que não dizer, de defesa de uma sociedade onde o direito à vida se torna condição *sinequanon* a ser, incisivamente, defendida nos projetos de novos empreendimentos.

Metodologicamente, parte-se da definição de alguns conceitos, os quais são fundamentais na tarefa de entendimento desses processos e, na sequência, ilustram-se por meio de algumas situações de desastres sociais e ambientais advindos dessa decisão. Busca-se entender o significado do uso do território e as principais incidências de riscos em áreas atingidas por grandes empreendimentos. O intuito é reconhecer áreas com presença de vida, quer seja humana, mas também, e não menos importante, a vida animal e vegetal, que foram diretamente atingidas pela execução desses empreendimentos, buscando a compreensão dos efeitos e riscos a que essas vidas foram submetidas.

## SOBRE OS GRANDES EMPREENDIMENTOS

Temos definido os grandes empreendimentos, ou grandes projetos, conforme Vainer (1992, p.34), para quem estes “são empreendimentos que consolidam o processo de apropriação de recursos naturais e humanos em determinados pontos do território, sob a lógica estritamente econômica...”. Em nossa empreitada passamos a utilizar outra definição para o termo Recursos Naturais por entendermos que enquanto recursos eles servem tão somente àqueles que se apropriam da natureza de forma a usurpá-la incondicionalmente em prol da obtenção de lucro. Nesse sentido, utilizamos o termo Bens Naturais por entendermos que assim estaríamos nos referindo a uma natureza mais complexa onde nela a vida passa por uma condição de interação (homem-meio) consolidando uma condição de dependência e responsabilidade entre ambos sem a qual estaríamos fadados ao caos.

Também utilizamos a definição dada por Martins (1993, p.62) que define os grandes projetos como sendo projetos econômicos de envergadura, aí incluídos diferentes tipos como hidrelétricas, rodovias, planos de colonização, de grande impacto social e ambiental que, como diz o autor, embora não tenham por destinatárias as populações locais “seu pressuposto é o da remoção dessas populações”. Nessa definição temos um leque maior de abrangência do que podemos definir como grande empreendimento, além de ficar evidenciado o fato de que as populações locais não sejam as beneficiárias desses empreendimentos e aqui nos reportamos à fala de Kempf (2010) quando ressalta que os ricos estão destruindo o planeta. Isso porque são os ricos, os empreendedores, que utilizam a natureza como recurso, sem a preocupação com a vida na terra, mas, antes, utilizam-na como fonte de lucro e, portanto, rompem a “teia da vida” para falarmos conforme Capra (2005) ao explorar até a exaustão os bens naturais que de forma às vezes clara, às vezes invisível, estão conectados à vida na terra.

De acordo com nossas convicções, entendemos que os grandes empreendimentos em nossa época devem ser pensados em diferentes planos. No plano econômico em que geram lucros; no plano político, que se refere às decisões e também no plano social, onde produzem efeitos e riscos (SILVA, 2017)

Nos três planos é possível observar o envolvimento de diferentes sujeitos, responsáveis ou vítimas, desses projetos. No plano econômico se destacam os empreendedores, os quais promovem os grandes empreendimentos e dele retiram o lucro. No plano político se destacam os governantes e toda a classe política, que, muitas vezes, também representa os empreendedores e buscam a exploração dos territórios ao ponto de exaurirem as reservas de bens minerais e também produzirem lucros. E, finalmente, no plano social, encontram-se os atingidos, direta ou indiretamente pela força desses

empreendedores. Aí se colocam os moradores de locais sujeitos aos efeitos da exploração desses bens naturais. Também pode se falar dos animais e vegetais presentes nesses lugares. De sítios arqueológicos e de grandes riquezas naturais que são sujeitas aos mandos e desmandos desses ricos responsáveis pelo esgotamento de reservas, pela exploração de trabalhadores até sua exaustão, pelos crimes ambientais revelados ou não pelas autoridades competentes, pela exploração dos territórios (SILVA, 2017)

Os grandes empreendimentos têm promovido profundas transformações no território, e o apelo ao discurso tem sido o grande trunfo utilizado para garantir o desenvolvimento dos mesmos (SILVA, 2004). Tais discursos desarticulam as relações preexistentes e promovem o fim do lugar, pois ele é o campo de negociação e de busca de inserção nos projetos de modernização. Além disso, essas obras colocam em riscos os territórios e toda forma de vida neles desenvolvidas. Sua segurança deve ser questionada ao ponto de os empreendedores serem obrigados a assumir em documento a responsabilidade por qualquer forma de dano ao ambiente decorrente de desastre envolvendo a segurança da obra.

A construção dessas obras, sabemos, é responsabilidade da engenharia. Somos limitados para falar delas e principalmente para classificá-las de seguras ou não. Mas os territórios são do campo da geografia e temos a responsabilidade de discuti-los, inclusive quando são expostos a riscos em função desses grandes empreendimentos da engenharia. Porém, as experiências, por si só, têm mostrado o significado da apropriação do espaço pelo Capital e a sujeição de territórios a riscos.

Os grandes empreendimentos, conforme dito anteriormente, são materializações de projetos de grande vulto que põem em planos diferentes o homem e a natureza, revelando a mais cruel e deturpada forma de se alcançar o chamado desenvolvimento econômico; SUSTENTÁVEL?

É importante lembrar como o papel do Estado é definidor nas tomadas de decisão que garantem a execução dos grandes empreendimentos. Sua forte presença constitui uma garantia de que o projeto se realizará ao passo em que financia a destruição das condições existentes nos locais escolhidos para a implementação de uma obra.

Por meio do discurso o Estado promove o rompimento das relações estabelecidas e o apego pelas coisas tratando-as como sentimentos reducionistas. Por sua vez, os moradores desses locais, quando ocupam as áreas a serem tomadas para a execução da obra, são taxados de alheios ao progresso, ou seja, do progresso de grupos econômicos no poder, ou dos ricos, para voltarmos a falar conforme Kempf (opcit).

Esses empreendimentos têm promovido profundas transformações no território, enquanto o apelo ao discurso tem sido o grande trunfo utilizado para garantir o desenvolvimento dos mesmos. Esses discursos visam, muitas vezes, promover o fim do lugar, pois ele é o campo de negociação e de busca de inserção nos projetos de modernização. Inserção aqui assume as mais diferentes formas, não significando apenas ir contra o projeto, mas poder opinar a respeito dele e, se necessário, intervir, ainda que contra ele.

A abordagem do território parte do entendimento de que o mesmo constitui uma dimensão do espaço ou uma construção social na qual as pessoas se reconhecem e sentem reconhecidas, ou seja, são aspectos da própria identidade. Assim, entende-se que os deslocamentos compulsórios, mais do que tirar pessoas do lugar em que moram e deslocarem para outros lugares, significam uma agressão a uma vida culturalmente experienciada entre o território e o modo de viver das pessoas.

Essa mobilidade faz com que se criem sentimentos de perdas muitas vezes ignorados por empreendedores responsáveis pela execução de grandes empreendimentos. Esse procedimento pode levar a aparições de problemas de saúde que antes não eram comuns entre os moradores submetidos a esses processos, como as doenças psicoafetivas, depressão, problemas psicológicos, uso mais frequente de álcool e drogas, dentre outras, enfim, doenças cuja incidência pode estar diretamente relacionada com o fato de se deslocarem as pessoas de suas moradias, ou mesmo por exposição a resíduos tóxicos oriundos de práticas usadas na execução das obras como as minerárias, por exemplo.

No mundo moderno, há muitos sinais de manipulação de territórios que são transformados ou mesmo destruídos, em função da execução desses empreendimentos. É, por exemplo, o caso das hidrelétricas, cuja formação dos reservatórios exige a inundação de extensas áreas, rurais e urbanas e, conseqüentemente, a destruição dos lugares. Ou o caso de mineradoras cuja exploração de diferentes produtos tem causado enormes problemas aos lugares onde são instaladas ou às pessoas e bens naturais expostos aos resíduos produzidos por essa forma de exploração dos bens naturais. Por sua vez, as barragens de rejeitos têm deixado muitas pessoas, ou animais, ou vegetação expostas aos riscos de rompimento como tivemos o desprazer de observar no município de Mariana, estado de Minas Gerais

em 05 de novembro de 2015, quando do rompimento da barragem de rejeitos da mineradora Samarco mudando drasticamente a vida daquelas pessoas que, por mais que reconstruam seus cotidianos, levarão para sempre a experiência dessa tragédia em suas memórias.

Por um lado, isto se dá em função do conhecimento aperfeiçoado da natureza dos lugares, conforme diz Relph (1980), e, por outro lado, em razão da emergência de abastecimento do mercado. A mobilidade permite que se criem novos territórios. Ainda assim o lugar antigo, ou que tenha passado por um processo de transformação, terá um significado para aqueles que o viveram.

Na cidade ou no meio rural, os efeitos dos grandes empreendimentos são significativos. Decorrente da decisão de implantá-los, toda uma realidade pré-existente é submetida ao processo de mudança. Terras férteis têm sido inundadas e cidades inteiras têm sido submersas. Além disso, tem havido sérias implicações na ictiofauna, nas florestas e outros sítios. Seja no caso das hidrelétricas ou outra obra para produção de energia, seja na exploração mineral ou no agronegócio, essa decisão promove mudanças no ritmo de vida das pessoas além de expor populações inteiras aos riscos de doenças em função da inalação de ar poluído, por exemplo, com arsênio, mas também diversos outros produtos tóxicos. Riscos de incêndios, riscos de afogamento por água ou lama, riscos de desabamentos de obras anunciadas como seguras, riscos de contaminação do lençol freático, ou das águas superficiais, enfim, toda sorte de problemas pode ser relacionada a esses grandes empreendimentos.

Embora o aspecto da afetividade não seja considerado no discurso que visa a garantir esse tipo de intervenção, ele constitui um conteúdo muito significativo nessa relação. A nosso ver, essa é a condição para que o grupo não se desmanche. É o lugar que promove a coesão do grupo e este é produzido cotidianamente, ou melhor, ele é a expressão da vida cotidiana. O que isso nos revela? Como pensar esses aspectos com base em um enfoque geográfico? Foi a partir dessas indagações que buscamos a compreensão de como uma análise geográfica comprometida com a realidade poderia ser praticada nesse caso.

Do ponto de vista afetivo, não há como contabilizar o grau de intensidade dos efeitos de grandes empreendimentos. O sentimento de apego, os símbolos da vida cotidiana, expressos pela identidade com as construções, com a própria casa, com a vizinhança, enfim, com o lugar, estão todos ocultados no discurso que visa garantir a intervenção sobre o espaço e a apropriação dos territórios.

Entretanto, esse aspecto, o da afetividade, pode ser, talvez, a razão da permanência do grupo e mesmo da própria vida. A vida vegetal, por vezes, passa por uma questão de contrapartida das empresas que criam áreas de preservação, ou promovem algum tipo de reflorestamento, como se isso pagasse pela interrupção de um sistema já constituído em que a presença dessa vegetação é parte integrante do próprio sistema. Aos animais, por sua vez, as ações se restringem à captura de espécies com o discurso de que darão continuidade a vida. Assim, os grandes empreendimentos vão se apropriando do espaço e transformando a paisagem. Rompem o sistema da vida e, com isso, a teia da vida é substituída pela teia das tramas econômicas e políticas onde, contraditoriamente, o que parece menos importante é a própria vida.

## **RISCOS NOS GRANDES EMPREENDIMENTOS**

Vivemos na sociedade do risco. Isso se complexifica à medida que se entende que os riscos que atualmente mais afligem nossa sociedade são aqueles produzidos pelo homem, pela forma de encarar os bens naturais (como recursos) e pela maneira irresponsável de explorar esses bens.

Lourenço (2015), diz que o risco é algo potencial que pode ou não se manifestar, ou seja, a manifestação do risco, de acordo com esse autor, é a passagem do risco ao perigo e, conseqüentemente, à crise. Isso revela que o perigo anunciado pelo risco pode instaurar uma crise que poderia ser evitada ou, pelo menos, assegurado o direito à vida das vítimas fatais de tragédias desencadeadas.

Assim, em *Sociedades y territorios em Riesgo* (2001), Francisco Calvo García-Tornel, além de abordar diferentes formas de riscos para a sociedade, dá especial atenção aos riscos tecnológicos, ou produzidos pelo homem, os quais não podem ser confundidos com riscos naturais.

Não constitui tarefa difícil diferenciar riscos naturais dos produzidos pelo homem, mas difícil mesmo é pensar em riscos que sejam exclusivamente naturais quando, nos dias de hoje, analisamos as conseqüências dos incidentes desastres que o planeta assiste como os casos de Mariana (Brasil, 2015), Fukushima (Japão, 2012), ou Chernobyl (Ucrânia, 1986). Os exemplos não param por aí e isso demanda uma atenção especial por parte do Estado e da sociedade como um todo para que os efeitos catastróficos

dessa decisão possam ser, pelo menos, minimizados, mas que, caso ocorram, não haja minimização das responsabilidades daqueles que foram responsáveis pela obra e, conseqüentemente, pelo desastre.

Outra grande contribuição aos estudos dos riscos é a obra *Sociedade de Risco*, de Ulrich Beck (1998). A ideia central defendida por esse autor é a de que vivemos hoje um momento de ruptura no interior da própria modernidade. Ruptura semelhante àquela que a modernização acarretou para as práticas feudais, provocando o surgimento da civilização industrial. Segundo Beck, os perigos advindos da forma moderna de viver da humanidade trazem em si uma característica forte que os tornam mais destrutivos, ou seja, sua capacidade de se passarem por quase invisíveis e imperceptíveis. Nisso reside seu maior poder. Por vezes, os efeitos de uma exposição a riscos como uma contaminação radioativa, por exemplo, só serão sentidos por descendentes daqueles que estão imediatamente expostos a essa contaminação.

É como os efeitos, também a título de exemplo, decorrentes das decisões na política brasileira a partir de 2015, ano em que foi colocado em prática um golpe de estado no Brasil, o qual culminou com o impeachment de um governo eleito democraticamente e a tomada do poder por um grupo fortemente organizado com objetivos claros de reduzir, ou acabar, com direitos sociais conquistados ao longo da história, em prol de uma elite contrária a tais direitos. Reformas na educação, reforma da previdência, mudanças nas leis do trabalho, são apenas alguns exemplos das políticas que mais afetarão os brasileiros, mas serão sentidas gradativamente. Esse fato faz com que a própria classe trabalhadora e muitos outros que acreditam compor uma classe média no país, se tornem porta vozes do governo golpista e de outros personagens políticos que se apresentam como uma solução miraculosa para o caso brasileiro e apresentam candidaturas à presidência da república, prevista para o ano de 2018, como pretensos messias que se dispõem a “salvar” o povo brasileiro. Porém, os riscos são inerentes a essas decisões e quando o povo tomar ciência deles, talvez seja um tanto tarde para reagir.

*“Muchos de los nuevos riesgos (contaminaciones nucleares o químicas, sustancias nocivas em los alimentos, enfermedades civilizatorias) se sustraen por completo a la percepción humana inmediata”* (BECK, 1998, p.33). Esse caráter de imperceptibilidade imediata da maior poder seja para a classe política ou para os empreendedores que põem em prática seus projetos de apropriação dos territórios. Assim, retomamos três questões bem objetivas, porém, bastante complexas colocadas por Beck (op. cit): como queremos viver? O que é o humano no ser humano? O que é a natureza que temos de preservar? São tempos de medo que vivemos no presente momento. Tempos em que a ambição supera a doação, a entrega das pessoas por uma vida de cuidados e preocupação com o outro, ou seja, conforme expressão popular no Brasil, cada um olha para seu próprio umbigo.

Aqui nos damos o direito de colocar outros conceitos passíveis de serem criticados por serem utilizados em um texto científico: nesses tempos, ou nessa sociedade do risco, o que é falar de amor e de esperança? Igualdade, liberdade e fraternidade? Ou seja, são palavras em desuso ou sem lugar nessa sociedade do egoísmo, do vampirismo e da nova escravidão. Uma escravidão sem cor ou de todas as cores marcada pela exposição constante ao risco de acordar de manhã, mas não ter o prazer de viver, sequer, o entardecer, porque um desastre anunciado não foi interrompido antes de provocar uma tragédia. Las discusiones sobre el riesgo queda clara la fractura entre la racionalidad científica y la racionalidad social em el trato com los potenciales civilizatorios de peligro (BECK, op. cit, p.36). A racionalidade científica fala em progresso, em lucro, em exploração do trabalho até a exaustão do trabalhador. A racionalidade social pressupõe divisão, cuidados, proteção. Termos que na racionalidade científica se pretendem antagônicos.

Como admite Beck, as autoridades deveriam ter proibido, há tempos, a venda de venenos, ou limitado essa prática de forma incisiva. Ao contrário, a mesma é incentivada com apoio da ciência inclusive. Os resultados disso podem ser vistos no filme do cineasta brasileiro Silvio Tendler que apresenta o documentário *O Veneno está na Mesa*. Isso significa que morremos pela boca como o peixe, parodiando outra expressão popular brasileira. Significa que não vemos o perigo se manifestar de imediato como alerta Beck, mas morremos a cada dia, lentamente, de doenças provocadas pelo alimento que ingerimos. Ou corremos esse risco de morte a cada dia por vivermos em locais apropriados pelo capital e tornados perigos para quem vive em áreas onde foram construídas as grandes obras que podem pôr em risco a vida no território caso algum desastre ocorra nessas obras.

Novamente com base em Beck afirmamos a globalização do risco, ou o que ele chama de efeito bumerangue no risco. Isso quer dizer, conforme esse autor que cedo ou tarde o risco produzido, por grandes empreendimentos, por exemplo, atingirá também os responsáveis por sua produção. Assim, em algum momento não teremos como questionar se a casa caiu ou foi derrubada, porque nesse momento

não haverá seleção entre quem produziu e quem ficou à mercê do risco. Esse é o lado moderno do risco. Entretanto, essa modernidade não ameniza sua força. Ao contrário ela a evidencia.

Essa é uma das grandes contribuições de Beck (op. cit) ao debate sobre o risco, ou seja, mostrar que uma das grandes diferenças dos riscos produzidos pelo homem é que, por vezes, esses se nos apresentam de forma quase despercebida, ao contrário dos riscos naturais. Por exemplo, um vendaval, ou um raio, ou ainda um deslizamento de terras, enfim, são diferentes de uma intoxicação por alimentos contaminados, água e ar também contaminados, ou seja, os riscos produzidos podem estar potencialmente ativos, porém, escamoteados de forma a não serem percebidos rapidamente.

Aí reside sua maior eficácia em produzir tragédias. O acúmulo de elementos nocivos à saúde por ingestão de água ou qualquer outro alimento por um tempo muito longo pode ter consequências irreparáveis à vida. Além disso, muitos riscos produzidos podem ser facilmente detectados a olho nu, mas nem por isso são menos graves. Nesse caso citam-se possíveis rompimentos de barragem, quer sejam as de fins hidrelétricos ou de acumulação de rejeitos minerários. Também se incluem nessa lista uma explosão em usina nuclear seja por qual motivo for, assim como ilustra essa possibilidade um desabamento de construção civil, incêndio em reservas de combustível, rompimentos de fios de alta tensão, enfim, os casos são inumeráveis.

Isso corresponde ao que Beck (op. cit. p.13) define como “El reverso de la naturaleza socializada es la *socialización de las estrucciones de la naturaleza*, su transformación en amenazas sociales, económicas y políticas del *sistema* de la sociedad mundial super industrializada”. Essa ameaça social que mostra como os riscos são cada vez mais produzidos, veio à tona num evento catastrófico, também abordado por Beck, qual seja, o desastre de Chernobyl em 1986. De lá para cá, uma sucessão de outros acontecimentos catastróficos ameaçam a vida das pessoas, dos animais, dos vegetais.

Em *Os Riscos - o homem como agressor e vítima do meio ambiente* (2007), Ivete Veyret apresenta o risco como objeto social que se define como a percepção do perigo, da catástrofe possível, que vem adquirindo lugar de destaque nas sociedades. Ele está em toda parte, como diz a autora. Para o homem – vítima e agressor do meio ambiente – prevalece um sentimento de insegurança, alimentado pelo próprio progresso da segurança.

Já que tocamos na dimensão política do risco é interessante fazer menção à ideia de Veyret (op. cit, p.29) quando diz que “o risco é desde sempre indissociável da política: tomar as decisões concernentes à organização do território... equivale, ao menos em parte, a fazer apostas sobre o futuro, a construir cenários que encerram sempre uma dose de riscos”. As próprias decisões políticas, como vimos o caso brasileiro, já implicam riscos. Quando essas decisões passam a entregar nossos bens naturais aos grandes empreendedores podemos dizer que a sociedade foi duplamente envolvida em riscos. A insatisfação de parte significativa dessa sociedade não é suficiente para reverter os efeitos dessas decisões. Haja vista a realidade política brasileira após a consumação do impeachment em 2015, em que veio à tona uma onda de escândalos em função do envolvimento de políticos em corrupção e, ao mesmo tempo, esses mesmos políticos, por meio de manobras claramente observadas pela sociedade, continuavam no poder de decisão sobre o uso e apropriação do território. O que poderiam esperar os brasileiros com esse governo no que diz respeito à segurança das pessoas em relação aos riscos criados pela execução de grandes obras?

Os riscos são inerentes aos empreendimentos apesar do discurso dos empreendedores praticamente garantirem sua segurança total ao ponto de não permitir que a população se organize para tais acontecimentos quando, na verdade, os próprios empreendedores deveriam garantir essas condições de segurança à população. Não se trata de serem desavisados, mas ainda que cientes dos riscos a que estão submetidos, tanto o Estado quanto os empreendedores deveriam propiciar as condições para que, em caso de desastre, as pessoas pudessem ter tempo de deixarem suas casas e garantirem as suas vidas. As condições materiais devem ser objeto de indenização independentemente de se discutirem os direitos a tais indenizações, ou seja, se foram atingidas pela irresponsabilidade de alguns não será por conta de um documento de propriedade que os mesmos deixarão de ser assistidos como querem fazer valer os empreendedores.

Os avanços tecnológicos ou, porque não dizer, o progresso econômico tem ditado os rumos da história da humanidade e nisso tem revelado o lado mais perverso e desumano do homem. Essa mesma história, seu futuro, seus riscos e os perigos que hoje deixam de ser majoritariamente naturais e passam a ser, cada vez mais, produzidos pelo homem tem sido escrita sob uma trama complexa na qual as pessoas são reduzidas a obstáculos para o chamado progresso. Ulrich Beck (op. cit) já alertara para essa tendência quando fala que o século XX, e aí incluímos o século XXI, não deixam nada a desejar em termos

de acontecimentos catastróficos, ou seja, a sociedade moderna não tem sido nada pobre em catástrofes de grandes dimensões.

De fato, se pensarmos o movimento da modernização tecnológica, porque não dizer econômica, a partir dos últimos 100 anos veremos que são uma gama enorme de acontecimentos que mudam o sentido do risco a que a humanidade está submetida. Sim, porque os riscos produzidos pelo homem se tornam ameaçadores a toda a humanidade, ou seja, nem mesmo os próprios criadores desses riscos, como diz Beck, estariam imunes ao desencadear de um perigo e, conseqüentemente, da crise.

No caso brasileiro temos assistido cada vez mais a expropriação de moradores de seus lugares em função de grandes obras. Por vezes esses moradores deixam voluntariamente seus lugares movidos por uma pressão psicológica de um empreendimento que promove uma desarticulação das relações entre esses moradores e entre esses com o lugar. Uma violência simbólica, para falarmos conforme Bourdieu (1989), se instaura e um discurso bem elaborado além de obrigar as pessoas a se renderem ao chamado progresso ainda cria uma condição de dependência de uma população agora transformada em mão de obra para o empreendimento.

Uma situação em que se perguntar a esse trabalhador o que acha da possibilidade de que o empreendimento possa ser fechado, ter paralisadas as suas atividades no lugar, pode se ouvir como resposta a incredulidade ou a não aceitação dessa possibilidade. Isso porque a violência simbólica, ou seja, o discurso elaborado para garantir a aceitação da obra e das mudanças faz com que o morador/trabalhador se exponha a uma submissão de sua força de trabalho aos anseios do empreendimento. Significa que o nível de cooptação chegou a um ponto de o mesmo não ver mais a possibilidade de atuar em outro ramo, muito menos de um trabalho autônomo, ou seja, a opção que veem é a de que ou se trabalha para o empreendimento ou corre-se o risco de morrer de fome.

Nessa condição apresenta-se como exemplo o município de Paracatu, no noroeste do estado de Minas Gerais. Chama a atenção, nesse pequeno município, a maior exploração de ouro a céu aberto do mundo, feita pela empresa *Kinross Gold Corporation*, de origem canadense, que atua desde 1987, inicialmente como Rio Paracatu Mineração (RPM). Considerando a proximidade da mineradora com a área urbana percebe-se maior evidência desse vínculo da exploração do ouro e os riscos de doenças entre os moradores. Esses riscos podem ter origem no consumo de água contaminada, inalação de ar poluído com a presença, principalmente, do arsênio que é um tipo de metal pesado que quando consumido em grandes quantidades podem provocar danos à saúde. Além disso, comunidades rurais à jusante da barragem de rejeitos ficam à mercê da própria sorte de acordar pela manhã e perceber que ainda não foram atingidos por um desastre na barragem que poderia ter ceifado a vida de tudo e todos que ali se encontram.

Em visita realizada a um desses povoados no mês de outubro de 2017 foi possível visualizar uma situação de descaso em que pessoas e animais são abastecidos com uma água sem a devida garantia de sua qualidade para seu consumo haja vista a proximidade do manancial com a barragem de rejeito definida por eles como sendo quatro vezes maior do que a barragem de Fundão rompida em 2015 no município de Mariana. O equipamento usado para transferir a água do leito do riacho até a casa de um desses moradores nos foi apresentada com um tom melancólico de medo e preocupação com a saúde da família. A bomba, segundo o morador, que deveria durar cerca de dois a três anos agora dura apenas seis meses e deve ser substituída uma vez que é fortemente corroída pelos elementos químicos presentes na água que consomem, conforme se vê na Figura 1.

Esse é um dos casos de apropriação do território em que pessoas, animais e vegetais, paisagens, enfim, o lugar, é tomado por um empreendimento sem considerar que esse território era historicamente e afetivamente construído. O pior dessa atitude é que a ação toma ares de legalidade uma vez que não está diretamente nos limites daquelas propriedades, porém, sua localização se dá em locais que afetam os territórios à jusante que passam a conviver com toda sorte de riscos à vida sem que tivessem tido a opção de escolher não conviver com o risco.

Assim tem sido o progresso, o desenvolvimento econômico no Brasil e, quiçá, no mundo. Eis a inversão do sistema vivo; aquele marcado pelas inter-relações entre os seres vivos e seu ambiente. Em toda esfera de exploração econômica prevalece o lucro exacerbado sobre a vida. A teia da vida, conforme definição de Capra, é deslegitimada pelas decisões que promovem os grandes empreendimentos e a vida aí passa a ser só um detalhe.



Figura 1. Bomba d'água com apenas 06 meses de uso. Fonte: Silva (2017).

## **GRANDES EMPREENDIMENTOS E APROPRIAÇÃO DO ESPAÇO NA BACIA DO RIO ARAGUARI-MG**

O caso do rio Araguari é bastante revelador dessas condições quando falamos em apropriação do espaço e sujeição de territórios. A bacia do Araguari compreende uma área de 22.091 Km<sup>2</sup>, abrangendo vinte municípios. O rio Araguari nasce no Parque Nacional da Serra da Canastra, no município de São Roque de Minas e percorre 475 km até a sua foz no Rio Paranaíba, segundo o Portal dos Comitês de Bacia – MG (2013).

Ao longo de seu curso, ou seja, nesse intervalo de 475 Km, foram construídas quatro hidrelétricas, de médio e grande porte - Nova Ponte, Miranda, Amador Aguiar I e Amador Aguiar II - e duas Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH's) - Pai Joaquim e Cachoeira dos Macacos, conforme Figura 2. Além disso, parte significativa do rio é represada pela Hidrelétrica de Itumbiara, no rio Paranaíba, onde o Araguari deságua.

A UHE Nova Ponte é o maior AHE dos seis empreendimentos localizados na calha do rio Araguari. O início de sua construção se deu em 1987, tendo entrado em operação no ano de 1994. Localiza-se no município de Nova Ponte, estado de Minas Gerais, possui 1.620 m de comprimento, altura máxima de 142 m com um volume de 12.792 hm<sup>3</sup> (próximo a 13 trilhões de litros d'água), que geram até 510MW em três unidades geradoras, energia suficiente para o abastecimento de uma cidade com mais de dois milhões de habitantes. A jusante da UHE Nova Ponte está localizada a UHE Miranda, no município de Indianópolis, estado de Minas Gerais, com construção iniciada em 1990 e concluída em 1994.

A barragem dessa UHE possui 1.050 m, com 79 m de altura, seu reservatório é de 1.120 hm<sup>3</sup> (próximo a 1 trilhão e 100 bilhões de litros d'água), com potência instalada de 408 MW em três unidades geradoras (CEMIG, 2013), geração esta que também é suficiente para o consumo de energia elétrica de uma cidade com aproximadamente dois milhões de habitantes. Observa-se que o tamanho do reservatório da UHE Nova Ponte é praticamente onze vezes maior do que o de Miranda.

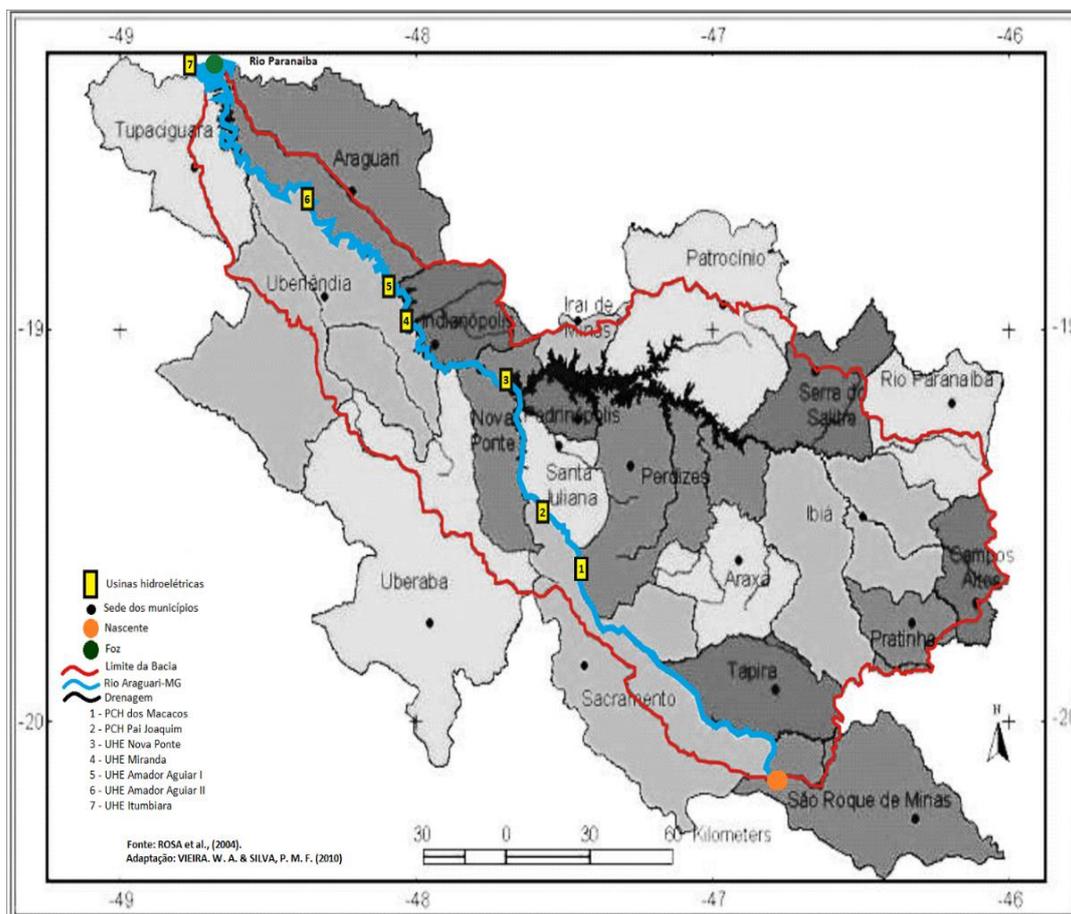


Figura 2. Mapa da Bacia Hidrográfica do Rio Araguari.

O que é falar de Riscos nesse caso? O uso e apropriação do espaço e a consequente sujeição de territórios em função da exploração econômica tem levado insegurança a muitas famílias presentes nesses locais. Da mesma forma, o ambiente como um todo, também exposto aos efeitos dessas decisões, fica fragilizado deixando à deriva as espécies animais e vegetais cujos riscos vão desde a redução no número de representantes de espécies, riscos de novas doenças, de rompimentos de barragens de rejeitos, exposição aos efeitos catastróficos da disseminação de produtos nocivos à saúde até o desaparecimento de espécies animais, vegetais e também de paisagens de grandes belezas cênicas e morte de pessoas.

Em 2017, no Programa de pós graduação em geografia, da Universidade Federal de Uberlândia, tivemos a defesa da tese de doutorado de meu orientando Hudson Rodrigues Lima, o qual abordou justamente essa obra denominada Usina Hidrelétrica de Nova Ponte e os riscos decorrentes de uma possível anomalia que pudesse vir a provocar o rompimento da mesma. Na tese intitulada No caminho das águas: territórios em risco à jusante da hidrelétrica Nova Ponte, no rio Araguari, Minas Gerais, foi proposto analisar o trecho entre a hidrelétrica de Nova Ponte e a hidrelétrica de Miranda, situada à jusante de Nova Ponte e o autor da pesquisa chegou a conclusões preocupantes no que tange à segurança de pessoas, animais e vegetais nesse trecho do rio. O pior dessa constatação é o fato de não haver, conforme observado pelo autor, qualquer projeto que vise a comunicação do risco, ou seja, caso se confirme um rompimento todos estão sujeitos à própria sorte, o que significa que talvez ninguém tenha tempo, como ocorreu em Mariana, de sair da área de inundação antes da provável destruição.

Torna-se importante alertar aqui que o caso de rompimento da barragem foi trabalhado como simulação, conforme Figura 3, o que também é revelador da falta total de desconhecimento por parte de moradores de que os mesmos foram colocados em riscos a partir da construção da obra. Mas, também por parte do poder público e autoridades responsáveis pela segurança, ao menos das pessoas, uma vez que não há registro de qualquer projeto de segurança e de comunicação de risco uma vez que o empreendedor é categórico em afirmar que a obra é 100% segura e que um rompimento aí jamais poderia ocorrer.

Não duvidando dessa segurança da obra e também aceitando o fato de não sermos da área de engenharia para discutir essa segurança, resta-nos pensar em outras obras também consideradas 100% seguras como a já mencionada barragem de Fundão em Mariana em 2015 (Brasil), Fukushima em 2011 (Japão), viaduto Pedro I, em 2014, em Belo Horizonte (Brasil), Chernobyl em 1986 (Ucrânia), World Trade Center em 2001 (Estados Unidos), enfim, a lista é interminável e aí questionamos: todos esses empreendimentos não eram considerados 100% seguros? O que queremos dizer é que por uma causa ou outra, natural ou não, nada pode ser considerado 100% seguro ao ponto de ignorar os riscos a que muitas vidas são submetidas em função da execução de grandes empreendimentos.

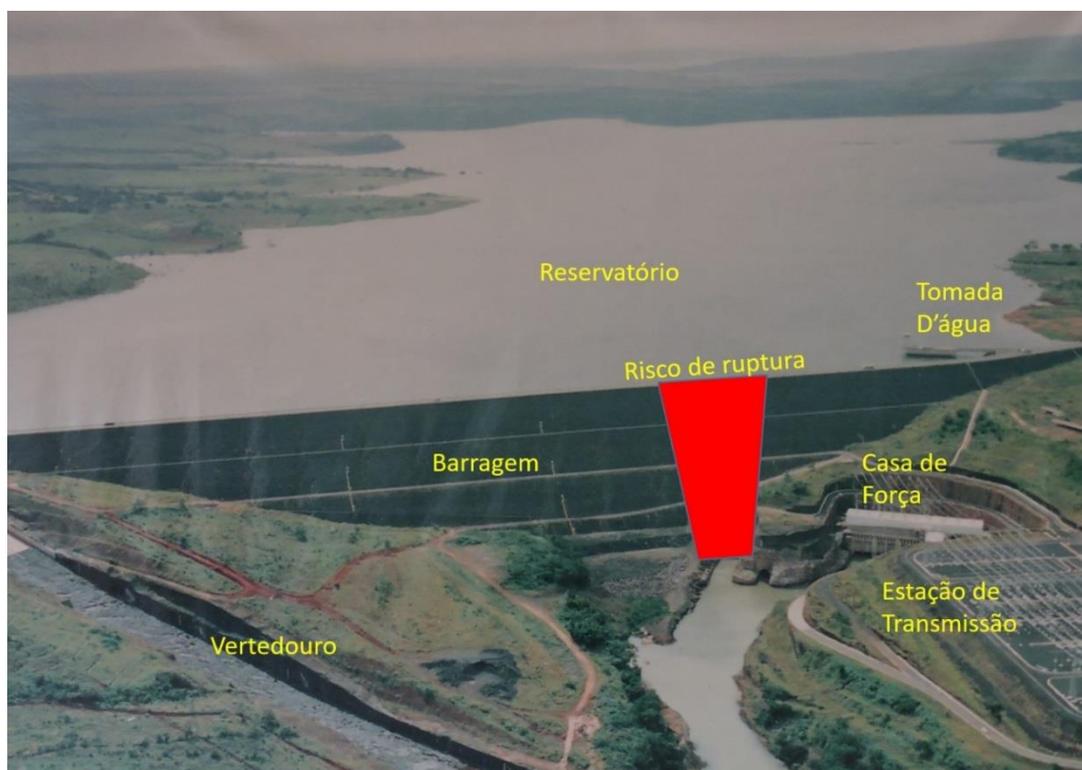


Figura 3. Simulação de rompimento na Hidrelétrica de Nova Ponte. Fonte: Lima (2017).

Nossa principal indagação foi pensar na hipótese de que a hidrelétrica de Nova Ponte pudesse, por qualquer razão, ser rompida e o que aconteceria no espaço entre a hidrelétrica de Nova Ponte e a hidrelétrica de Miranda, situada a aproximadamente 80 quilômetros de Nova Ponte, conforme Figura 4. Mas, isso é válido para qualquer situação que envolva um grande empreendimento que coloque em risco o sistema Vida em caso de anomalia no empreendimento. Mariana, no Estado de Minas Gerais é nossa maior referência, após termos assistido à maior tragédia ambiental verificada no Brasil que foi o rompimento da barragem de fundão em novembro de 2015, mas são inúmeros os casos de desastres em grandes obras no Brasil e no mundo de maneira geral.

Para o caso proposto, de se pensar um possível rompimento na hidrelétrica de Nova Ponte, mostrado na Figura 3, simulamos essa possibilidade para que se pudesse fazer uma projeção quanto aos efeitos dessa anomalia ao sistema vivo, ou seja, é possível questionar o significado da vida animal, vegetal e humana, quando se pensa na forma como o estado conduz as decisões por grandes empreendimentos, que também significam opção pelo capital em detrimento da vida.

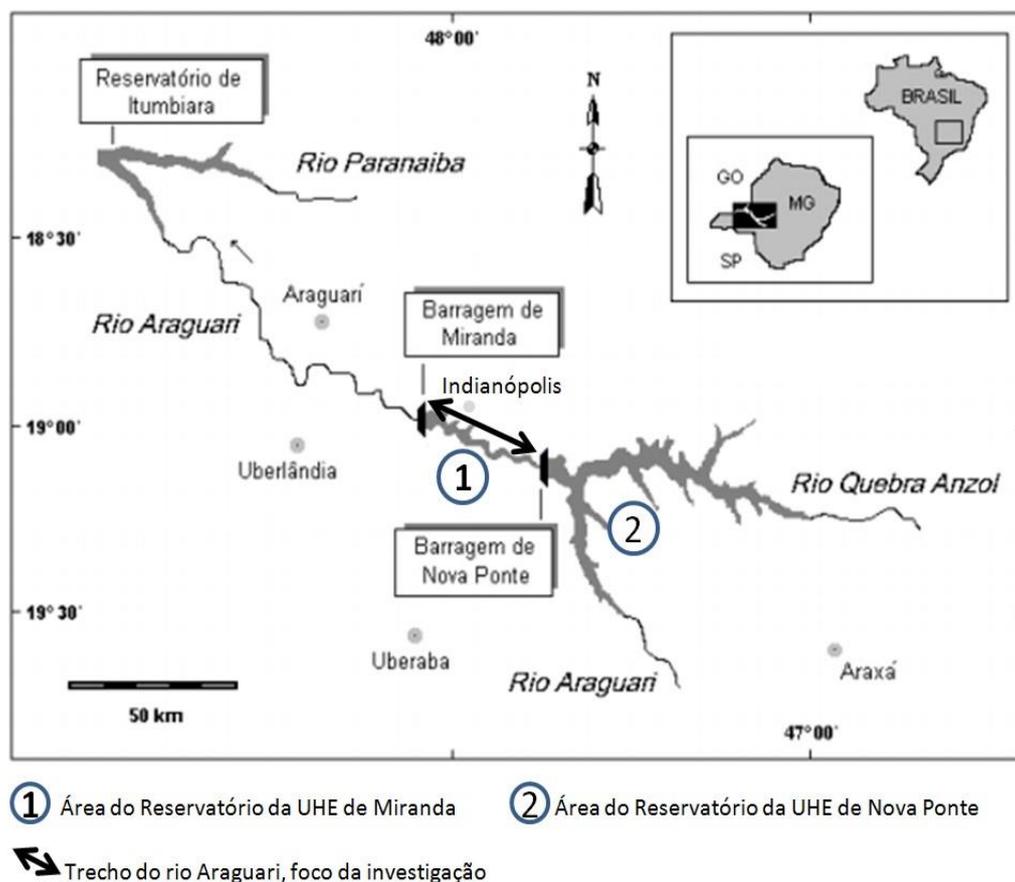


Figura 4. Mapa do Rio Araguari – Localização dos reservatórios das UHE Miranda e de Nova Ponte/MG. Fonte: Mundi Biologia e Integração Ambiental S/C Ltda.; CEMIG (2002). LIMA (2014).

Nenhum morador da área em estudo sequer cogitava a ideia de um possível rompimento e nem que ele estivesse em situação de risco caso isso acontecesse. Talvez uma estratégia dos empreendedores seja a de manter os moradores na mais completa ignorância quando se trata de conhecer sua realidade mediante o empreendimento. Uma estratégia que evita pagamento de indenizações, que evita investimentos em segurança, que impede a organização coletiva para reivindicação de direitos.

A barragem da hidrelétrica de Nova Ponte é, nesse sentido, um símbolo do poder, da ordem e do progresso, que foi construída pelo homem e, a partir da sua construção, se torna uma ameaça, um risco aos territórios à jusante, à vida em suas diferentes manifestações, ao ambiente social e culturalmente construído. Negar esses riscos é comungar com a ideia de que a vida pouco, ou nada, vale no reino da economia e que ao sistema produtivo as partes interessam mais do que o todo, ou seja, esse pensamento está, equivocadamente, construído.

Os grandes empreendimentos, conforme utilizamos em consonância com Vainer, são materializações de projetos de grande vulto que põem em planos diferentes o homem e a natureza, revelando a mais cruel e deturpada forma de se alcançar o chamado Progresso, o desenvolvimento econômico. De acordo com a pesquisa de Lima (2017), para o caso abordado de um possível rompimento da barragem de Nova Ponte, obteve-se como resultado a identificação de três conjuntos gerais do tipo de uso e ocupação do solo:

- Adensamentos de propriedades rurais parceladas, que podem ser na forma de loteamentos e/ou condomínios com status de regulares, irregulares e clandestinos.
- O segundo conjunto é o relativo à vegetação em estado dito natural, remanescente e/ou secundária;
- O terceiro conjunto representando os demais usos econômicos quer sejam agrícolas e ou pecuários e de serviços.

Considerando que o trecho entre as duas hidrelétricas abordadas abrange terras de quatro municípios, Nova Ponte, Indianópolis, Uberaba e Uberlândia, faremos aqui a exposição do que poderia acontecer somente na área que se encontra nos limites do município de Nova Ponte, porém, sugerimos

a leitura da tese para se ter uma visão mais completa do conjunto de situações de riscos decorrentes de uma possível anomalia na barragem.

Para a área correspondente ao município de Nova Ponte os riscos já apontam para o fato de que as perdas materiais são significativas em caso de rompimento na barragem, porém, entre as perdas que não seriam contabilizadas, incluindo aí as possíveis vidas a ser ceifadas, o resultado poderia ser uma grande tragédia já anunciada, porém, negada no discurso. Nesta área observou-se:

- A casa de força e estação de transmissão da UHE Nova Ponte seriam imediatamente submersas;
- Unidade Ambiental Jacob, criada em 1995, rica em fauna e flora (358 ha) seria totalmente tomada pelas águas;
- Predomínio das pastagens para a prática de pecuária extensiva e áreas de agricultura do tipo comercial, geralmente com o cultivo de soja, milho e batata, há também algumas áreas com reflorestamento de eucaliptos, que representaria uma grande perda na vida animal e vegetal;
- Na margem direita, aproximadamente dez residências e na margem esquerda em número de doze, estariam sujeitas à inundação;
- Uma propriedade com tanques de piscicultura, principalmente com a criação de peixe da espécie tilápia, seria fortemente atingida;
- Tablados (plataforma flutuante para a atividade de pesca), são comuns nessa área, com ou sem licença de operação, mas o fato de estarem lá significa que estão desprotegidos e poderiam ser levados pela força da onda e em certos casos poderia contar com a presença de pescadores nesse momento;
- Em torno de 62 residências ao todo somadas as fazendas e ranchos de veraneio seriam atingidas, parcial ou totalmente, muitas vezes sem chances de sobrevivência a quem estivesse ocupando a área no momento em que a onda alcançasse tais limites.

O que tudo isso pode nos revelar? Que o uso e apropriação do espaço e a consequente sujeição de territórios em função da exploração econômica tem levado insegurança a muitas famílias presentes nesses locais. Da mesma forma, o ambiente como um todo, também exposto aos efeitos dessas decisões, fica fragilizado deixando à deriva as espécies animais e vegetais cujos riscos vão desde a redução no número de representantes de espécies, riscos de novas doenças, de rompimentos de barragens, exposição aos efeitos catastróficos da disseminação de produtos nocivos à saúde até o desaparecimento de espécies animais, vegetais e também de paisagens de grandes belezas cênicas e morte de pessoas. O foco sempre será nos danos e perdas humanas e também prejuízos econômicos. Mas, precisamos falar de sistema, em conexão entre os elementos da natureza e, nesse sentido, falamos de vida humana, animal, vegetal e de ambientes histórico e afetivamente criados.

## **CONCLUSÕES**

Novamente argumentamos que assim caminha a humanidade. Criando e potencializando situações de riscos para uns e super abastecimento para outros. Não há, nesse processo a preocupação com a segurança das pessoas, sendo preferível negar a possibilidade de desastres, quando se trata de construir grandes obras, de forma a não reduzirem os lucros dos empreendedores, e do governo, do que garantir o direito à vida e à segurança.

Vivemos sob a égide do capital e esse não será o criador de uma nova ordem que seja capaz de primar pela humanidade do ser. Isso permite analisar que, cada vez mais, as pessoas estão distantes dos fóruns de decisão, mesmo que essas decisões digam respeito diretamente às suas vidas. O próprio governo, falando especialmente no caso brasileiro, tem atuado no sentido de criar uma sociedade apática, sem opinião e, principalmente, sem ânimo para se inserir nos debates que tomam grandes decisões sobre o território. Para isso, as estratégias quase não mudaram e ainda continuam a fazerem efeitos. São os casos, por exemplo, dos grandes eventos ditos culturais, como campeonatos de futebol, carnaval e sabe-se lá o quê mais.

Os brasileiros, em grande número, enchem os estádios de futebol para torcerem por seus times, gritam, falam mal, brigam e chegam ao extremo de matar pelo time. Mas quando se trata de reivindicar seus direitos que são usurpados dia após dia na política brasileira, parecem que estão felizes com a realidade atual. Quando uma decisão por um grande empreendimento define que grupos serão atingidos pela execução da obra não fazem questão de debater isso, apenas aceitam como decisão irreversível.

Isso se dá devido à ação dos governantes que tudo fazem para criar essa alienação das pessoas e evitarem a organização coletiva. Nesse sentido, as pessoas são expostas a riscos nas mais diferentes esferas da vida e, nem de longe, têm ideia de que esse risco existe e, principalmente, que o mesmo possa evoluir para a condição de perigo, conforme define Lourenço (2015). A comunicação do risco não é apenas insuficiente. Ela não existe porque o discurso do empreendedor é categórico em dizer que o risco também não existe. Assim, ficamos à mercê do tempo, de fenômenos naturais, como chuvas fortes, tremores de terras, etc. não para nos alertar da existência do risco, mas, antes, para tomar a todos de surpresa quando a catástrofe já for considerada inevitável.

## **REFERÊNCIAS**

- BECK, U. *La sociedad del riesgo – hacia una nueva modernidad*. Barcelona, Buenos Aires, México: 1998.
- BOURDIEU, P. A institucionalização da anomia. In: *O poder simbólico*. Rio de Janeiro: Difel, 1989. p.255-279.
- CAPRA, F. *As conexões ocultas: ciência para uma vida sustentável*. CIPOLLA, M. B. (Trad.). São Paulo: Cultrix, 2005.
- CAPRA, F. *A teia da vida: uma nova compreensão científica dos sistemas vivos*. EICHEMBERG, N. R. (Trad.). São Paulo: Cultrix, 2006.
- GARCÍA-TORNEL, F. C. *Sociedades y territorios em riesgo*. Ed. Del Serbal, Barcelona: 2001.
- KEMPF, H. *Como os ricos destroem o planeta*. AJZENBERG, B. (Trad.). São Paulo: Globo, 2010.
- LIMA, H. R. *No caminho das águas: territórios em risco à jusante da hidrelétrica Nova Ponte, no rio Araguari, Minas Gerais*. 342f. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 2017.
- LOURENÇO, L. *Risco, perigo e crise: pragmatismo e contextualização*. In: SIQUEIRA, A. et al. (orgs.). *Riscos de desastres relacionados à água - aplicabilidade de bases conceituais das Ciências Humanas e Sociais para a análise de casos concretos*. São Carlos: RIMA, 2015.
- MARTINS, J. de S. *A chegada do estranho*. São Paulo: Hucitec, 1993.
- RELPH, E. *Place and placelessness*. London: Pion Limited, 1980.
- SILVA, V. P. *Efeitos sócio-espaciais de grandes projetos em Nova Ponte – MG: reorganização do espaço urbano e reconstrução da vida cotidiana*. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2004.
- SILVA, V. P. (Des)conexão entre grandes empreendimentos, educação e mudança de paradigma: a chave para uma sociedade melhor. In: SUERTEGARAY, D. M. A et al. (orgs.) *Geografia e conjuntura brasileira*. Consequência Editora. Rio de Janeiro: 2017.
- VAINER, C. B.; ARAÚJO, F. G. B. *Grandes projetos hidrelétricos e desenvolvimento regional*. Rio de Janeiro: CEDI, 1992.
- VEYRET, I. (org). *Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente*. CRUZ, D. F. da. (Trad.). São Paulo: Contexto, 2007.

**USO SUSTENTÁVEL DE  
RECURSOS HÍDRICOS E DE  
ENERGIA NO MANEJO DA  
IRRIGAÇÃO POR PIVÔ CENTRAL  
NA BACIA DO CÓRREGO  
LAJEADO, ARAGUARI, MG**



Nara Cristina de Lima Silva  
Washington Luiz Assunção  
Leandro da Silva Almeida

## INTRODUÇÃO

A irrigação de culturas agrícolas no Brasil corresponde a mais de 18% do total da área cultivada, sendo responsável por 42% da produção nacional. As áreas cultivadas por pivô central representam cerca de 19% da área irrigada e mais de 840.000 ha, sendo que destes, cerca de 50 % estão localizados na região sudeste (PAULINO et al., 2011).

De acordo com Mukherji et al. (2009), 80% dos produtos de origem agrícola necessários para atender as necessidades da população do nosso planeta, nos próximos 25 anos, serão providos pelos cultivos irrigados. Contudo, esta ampliação se torna uma questão arduosa, uma vez que implicará em uma maior demanda pelos recursos hídricos e energéticos e possíveis conflitos pelo uso da água (PAULINO et al., 2011).

Fica claro que o desenvolvimento da agricultura irrigada, dentro de uma bacia hidrográfica, exige procedimentos tecnológicos e econômicos para otimizar o uso da água, a fim de melhorar a eficiência de aplicação e ganhos de produtividade baseados na resposta da cultura à aplicação de água e outros insumos sem, contudo, comprometer a disponibilidade e qualidade dos recursos hídricos (PAZ et al., 2000).

Na região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba – estado de Minas Gerais – e no Oeste do estado da Bahia, há amplo emprego do pivô central em lavouras cafeeiras, onde são utilizados os denominados *sprays* convencionais para aplicação de água em toda a área plantada, sendo viável sua instalação em áreas superiores a 50ha (MANTOVANI, 2000). De acordo com levantamentos realizados por Christofidis (2006), esse equipamento é empregado em cerca de 20,7% de toda a área irrigada no Brasil. Observações acerca do funcionamento do pivô central em campo, ao irrigar uma lavoura de café em idade adulta, possibilitaram identificar um acúmulo de água nas extremidades dos dosséis do cafeeiro em detrimento da região central das entrelinhas. Esse fato seria justificado pela interceptação da água advinda dos aspersores pelas plantas, o que foi denominado “efeito sombra”.

O sistema radicular do cafeeiro é do tipo pivotante, com raízes finas superficiais, que se localizam, em sua maioria (70 a 80%), até 30 a 40 cm de profundidade do solo e até a projeção da copa (MATIELLO et al., 2010). A ocorrência do “efeito sombra”, sob o ponto de vista técnico, seria positiva, já que haveria interceptação de maior parte da água aspergida no local de maior concentração de raízes. Em tese, esse acúmulo de água na região limitada pelo dossel do cafeeiro sugere que o pivô central convencional se comporte como um sistema “semilocalizado”, pelo fato de grande parte da água precipitada ser interceptada e escorrer pelos ramos plagiotrópicos e ortotrópicos da planta. O “efeito sombra” já teria sido observado por Assunção (2002) ao pesquisar a cafeicultura irrigada no município de Araguari. No entanto, nenhum experimento foi realizado para comprovação desse fenômeno, o que torna esta pesquisa inédita.

A Bacia do córrego Lajeado está localizada no município de Araguari, Minas Gerais cuja área está inserida totalmente na zona rural e tem um uso prioritário da terra voltado para a silvicultura e agricultura com uso intenso de irrigação (OLIVEIRA & ASSUNÇÃO, 2013).

O objetivo do trabalho foi constatar a economia de recursos hídricos e de energia em função do direcionamento da água para a projeção do dossel do cafeeiro quando irrigado por um pivô central convencional.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido durante os meses de agosto e de setembro de 2013, em uma área de 115,33 ha, plantada com duas cultivares de café arábica (*Coffea arabica*) e irrigada por meio de um pivô central convencional. Essa área está localizada na bacia hidrográfica do Córrego Lageado (afluente da margem direita do ribeirão Piçarrão), pertencente à Fazenda Quilombo, no município de Araguari - Minas Gerais, cujas coordenadas geográficas são: 18°43' de Latitude Sul e 48°00' de Longitude a Oeste de Greenwich. A altitude é de 960m, medidos com GPS de navegação. O solo nessa região é classificado como Latossolo Vermelho Amarelo com textura variando de média a argilosa. O clima é do tipo Aw segundo Köppen, isto é, tropical semiúmido, com duas estações bem definidas ao longo do ano: verão chuvoso (outubro a março), que responde por, aproximadamente, 85% do total anual das chuvas, e um inverno seco nos outros seis meses restantes (abril a setembro). A temperatura média anual é de 21,9°C, estimada conforme Assunção (2002), e a precipitação média anual é de 1.520mm (OLIVEIRA & ASSUNÇÃO, 2013).

As duas cultivares de café arábica (*Coffea arabica*) foram implantadas nessa área no ano de 1998. A metade da área total é ocupada pela variedade Catuaí e a outra metade da área é ocupada pela variedade Mundo Novo. O espaçamento é de 4,00 m entre linhas e 0,7 m entre plantas em toda a lavoura, sendo a altura média dos pés de café, na ocasião da realização deste trabalho, de 2,40 m para a variedade Mundo Novo, a qual foi decotada no mês de setembro de 2012, e altura média de 3,20 m para a variedade Catuaí. O diâmetro do dossel variou de 1,90 a 2,00 m para as duas cultivares.

O pivô central avaliado possui as seguintes características principais: marca VALLEY®, modelo 4871-8000 - VSL/11-1502, com 11 torres mais o vão em balanço, sendo 8 lance longo de 6.5/8" (54 m cada um), 3 lance médio de 6.5/8" (48 m cada um) e balanço de 25 m com um spray final, totalizando 608,58m de tubulação da linha lateral, considerando o comprimento das junções. A área circular irrigada é de 116,93 ha e o raio total irrigado é de 610,08 m. A linha lateral está suspensa pela torre a uma altura de 5,40 m do solo, sendo os aspersores (30 cm) posicionados sobre ela. Para deslocamento, possui motor redutores de 1,2 CV (alta velocidade). O período (relê a 100%) é de 13,88 h e a lâmina aplicada, por volta, é de 4,05mm, considerando um giro de 360°. A vazão por área é de 2,92 m<sup>3</sup>h<sup>-1</sup>ha<sup>-1</sup>, sendo a vazão total de 341,04 m<sup>3</sup>h<sup>-1</sup>. A pressão no final da tubulação é de 13 mca e a pressão no ponto do pivot é de 45,69 mca. A adutora é de aço zincado de 250mm de diâmetro e 1000 m de comprimento. O desnível entre a motobomba e o centro do pivô é de 50 mca e o desnível entre o centro do pivô e o ponto mais alto da área é de 0 mca. O motor elétrico é de 250 CV, a rotação de 1750 rpm e o consumo de energia da bomba centrífuga é de 168,59 kwh<sup>-1</sup>.

Para determinação da uniformidade de aplicação de água pelo pivô central em estudo, determinou-se o Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC), proposto por Christiansen (1942) e modificado por Heermann e Hein (1968). Conforme determinado pela NBR 14.244 (1998), as linhas de coletores foram dispostas desde o centro do pivô até o extremo da área irrigada ao longo de dois carregadores principais e perpendiculares entre si, sendo a distância entre coletores de 5m.

As condições de tempo locais, como temperatura do ar, umidade relativa e velocidade do vento, foram determinadas por meio de um Termo-Higro-Anemômetro Luxímetro digital e portátil da marca Politerm®, Modelo LM 8000.

Para averiguar a influência do cafeeiro na distribuição da água durante a irrigação, coletaram-se lâminas nos dois locais de interesse: entre linhas e sob os dosséis das plantas. Utilizaram-se, para coleta das lâminas, estruturas construídas com ripas de madeira cobertas por uma lona de plástico muito resistente. As estruturas menores (1 x 1m) eram amparadas por uma viga de metal e outras, de maior tamanho (2 x 1m), não foram amparadas por viga de metal, mas por outra ripa de madeira disposta em sentido transversal, a fim de suportar melhor a quantidade de água e também para facilitar o seu transporte durante o experimento.

As dimensões das estruturas foram definidas em função do diâmetro do dossel e do espaçamento entre linhas. Essas estruturas foram dispostas na lavoura de maneira que pudessem representar toda a área coberta pelos cafeeiros, tanto da cultivar Mundo Novo quanto da cultivar Catuaí. Assim, para cada cultivar, ou seja, para cada metade da área irrigada pelo pivô central, selecionaram-se dois locais de coleta entre torres, exceto entre a torre do ponto pivô e a primeira torre móvel, totalizando 10 pontos de amostragem, com 1 repetição em cada ponto. Em cada local de coleta, foram dispostos três coletores, sendo dois deles (1 x 1m) posicionados sob os dosséis do cafeeiro, em lados opostos, na mesma entrelinha, com o objetivo de coletar o volume de água correspondente à interceptação de todo o dossel da planta. O terceiro coletor (2 x 1m) foi posicionado no meio da entrelinha (Figura 1).



Figura 1. Estruturas coletoras em campo, após passagem do pivô central (esquerda) e detalhe de uma das estruturas posicionada sob o dossel (direita).

As coletas e as quantificações das lâminas foram conduzidas na medida em que o pivô central passava pelos pontos de amostragem e as estruturas coletoras eram reposicionadas na direção do movimento da linha lateral até finalização da coleta no décimo ponto, considerando, primeiramente, a área ocupada pelo cafeeiro da cultivar Catuaí. O mesmo procedimento foi adotado para realização do experimento na outra metade da área, ou seja, aquela ocupada pelo cafeeiro da cultivar Mundo Novo. Na Figura 2 está esquematizado o experimento em campo.

Para a quantificação da água aspergida em cada coletor, após a passagem do pivô central, utilizaram-se baldes de 5.000 mL e provetas de 1.000 mL. A razão entre os volumes de água recolhidos e a área de cada coletor forneceu a lâmina de água aspergida sob os dosséis e nas entrelinhas, em mm. A lâmina média recolhida sob os dosséis correspondeu à soma das lâminas recolhidas sob os dosséis em lados opostos de uma mesma entrelinha. Igualmente, conforme realizado para determinação do coeficiente de uniformidade (CUC) e utilizando o mesmo equipamento de medição, foram determinadas as condições de tempo locais realizando-se leituras de temperatura do ar, velocidade do vento e umidade relativa no início e durante os testes (Tabela 1).

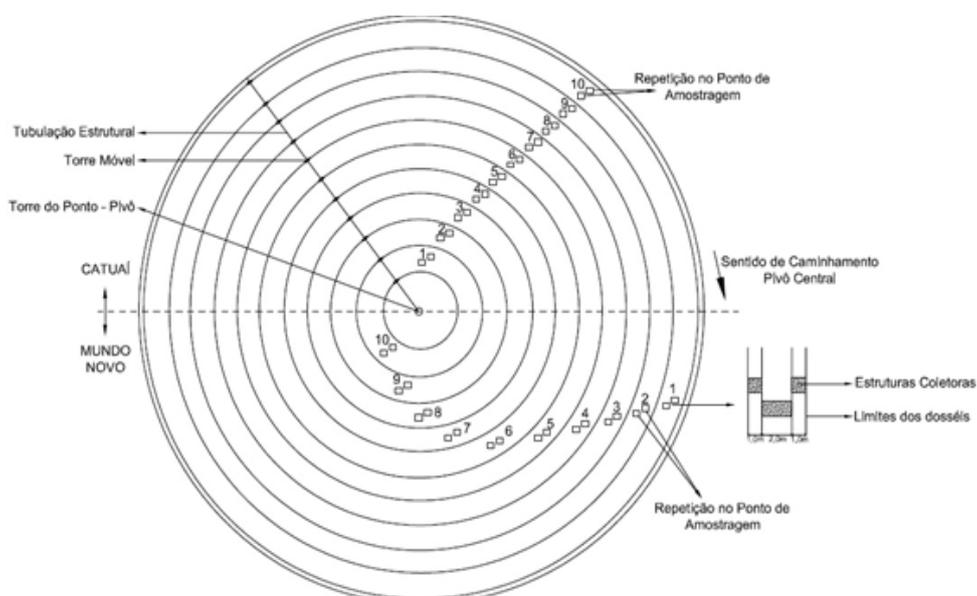


Figura 2. Desenho esquemático do experimento executado em campo, considerando as áreas ocupadas pelas cultivares Catuaí e Mundo Novo.

Tabela 1. Valores médios de temperatura do ar, umidade relativa e velocidade do vento durante o ensaio para determinação do CUC e durante o ensaio para comprovação do “efeito sombra”, considerando as duas cultivares irrigadas (Catuaí e Mundo Novo)

Ensaio	Temperatura do ar (°C)	Umidade Relativa (%)	Velocidade do Vento (m s <sup>-1</sup> )
CUC	23	66	2,10
“efeito sombra”- Catuaí	30	43	1,67
“efeito sombra”- Mundo Novo	28	55	2,53

Os dados foram inicialmente analisados por meio da estatística descritiva, tendo como base as seguintes medidas: Média Aritmética, Mediana, Desvio-Padrão, Variância, Máximo, Mínimo e Coeficiente de Variação. O teste de Anderson – Darling, a 5% de probabilidade, foi utilizado para verificar se os dados apresentavam Distribuição Normal. Constatada a Normalidade, aplicou-se o Teste F para verificação da homogeneidade das variâncias e, em seguida, aplicou-se o Teste T para comparação da lâmina recolhida abaixo do dossel com a lâmina recolhida na entrelinha para ambas as cultivares. Ainda por meio do Teste T, comparou-se a lâmina média real aplicada pelo pivô central e a lâmina que foi interceptada pelo cafeeiro. Todos os procedimentos referentes às análises estatísticas foram efetuados com auxílio do software Action® (ESTATCAMP CONSULTORIA ESTATÍSTICA, 2013), desenvolvido sob plataforma R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2013).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O valor médio do CUC foi de 87,89%, classificando a uniformidade de aplicação do pivô central como Boa (85 a 89%), conforme a NBR 14244 (1998). Em relação à velocidade do vento, durante este ensaio, verificou-se que os valores médios não ultrapassaram o permitido na norma, a qual estabelece que velocidades superiores a 3,0 m s<sup>-1</sup> invalidam os testes. Quanto aos valores de temperatura e umidade relativa, registraram-se os valores esperados, considerando a região geográfica e a época do ano em que os ensaios foram realizados (Tabela 1).

Na Tabela 2, encontra-se a estatística descritiva dos dados correspondentes ao experimento realizado em campo onde foi coletada a lâmina de irrigação em cada local de interesse (sob o dossel e na entrelinha) nas áreas correspondentes ao plantio das cultivares Catuaí e Mundo Novo.

Tabela 2. Estatística descritiva das lâminas coletadas abaixo do dossel e na entrelinha considerando as duas cultivares irrigadas (Catuaí e Mundo Novo)

Estatística Descritiva	Lâmina Coletada (mm)			
	Dossel Catuaí	Entrelinha Catuaí	Dossel Mundo Novo	Entrelinha Mundo Novo
Média	36,84	21,09	38,83	19,33
Mediana	35,70	21,41	39,46	19,76
Variância	51,73	11,17	77,66	27,55
Desvio Padrão	7,19	3,34	8,81	5,25
Máximo	51,36	26,00	59,36	31,68
Mínimo	22,68	15,63	24,08	7,42
CV <sup>1</sup> (%)	19,52	15,85	22,70	27,16

<sup>1</sup>CV: coeficiente de variação.

As medidas de tendência central (Média e Mediana) tiveram pouca variação, se se considerar cada um dos pontos de coleta da lâmina de irrigação (Dossel-Catuaí, Entrelinha-Catuaí, Dossel-Mundo Novo, Entrelinha-Mundo Novo), o que indica uma distribuição cujos dados apresentaram reduzido afastamento de um valor central, confirmado pelo teste de Normalidade de Anderson - Darling a 5% (Tabelas 2 e 3).

Tabela 3. Teste de Normalidade (Anderson-Darling) para o conjunto de dados coletados

Local de coleta da lâmina	Estatística Anderson-Darling	P-Valor <sup>1</sup>
Dossel-Catuaí	0,3426	0,4547
Entrelinha-Catuaí	0,3498	0,4371
Dossel-Mundo Novo	0,2137	0,8271
Entrelinha-Mundo Novo	0,3784	0,3728

<sup>1</sup>5% de probabilidade.

As lâminas médias coletadas sob os dosséis foram maiores do que as lâminas médias coletadas nas entrelinhas para ambas as cultivares (Catuaí e Mundo Novo), indicando influência do cafeeiro na interceptação da lâmina advinda dos aspersores do pivô central. Os valores de Máximo e de Mínimo também indicam essa tendência. No entanto, maiores valores do Desvio Padrão, considerando os valores médios, foram determinados para as lâminas coletadas abaixo dos dosséis, o que pode estar relacionado ao fato de que o cafeeiro possui densidade de folhas heterogêneas na lavoura, influenciando, portanto, na lâmina de água coletada nesse local (Tabela 2).

Analisando o Coeficiente de Variação (CV), observou-se que, segundo a classificação proposta por Warrick; Nielsen (1980), considerando como valores baixos o  $CV < 12\%$ , médios para  $12\% < CV < 60\%$  e altos para  $CV > 60\%$ , todas as lâminas recolhidas encontraram-se no intervalo de 12 a 60%, sendo, portanto, consideradas de média variação.

Constatada a Normalidade dos dados (P – valor maior que 5%, Tabela 3), aplicou-se o Teste F para verificação da homogeneidade das variâncias, por meio do qual constatou-se que, ao comparar a lâmina de irrigação recolhida sob o dossel com a lâmina de irrigação recolhida no meio da entrelinha, para ambas as cultivares, as variâncias foram heterogêneas (P – valor de 0,0015 e 0,0029, respectivamente, para as cultivares Catuaí e Mundo Novo, Tabela 4).

Tabela 4. Teste F para homogeneidade de variâncias e Teste T para comparação da lâmina de água recolhida, tanto sob o dossel quanto na entrelinha, para ambas as cultivares irrigadas (Catuaí e Mundo Novo)

Variedade	Local	TESTE F		TESTE T	
		Variância	P-valor <sup>1</sup>	Média	P-valor <sup>1</sup>
Catuaí	dossel	51,73	0,001598	36,84	< 0,001
	entrelinha	11,17		21,09	
Mundo Novo	dossel	77,66	0,0029	38,83	< 0,001
	entrelinha	27,55		19,33	

<sup>1</sup> p- valor < 0,05: significativo.

Essa análise, complementada com o resultado do Teste T (Tabela 4), confirma que houve diferença estatística ao se comparar a lâmina de água recolhida sob o dossel com a lâmina de água recolhida na entrelinha, para ambas as cultivares. Observa-se que a lâmina média coletada sob o dossel foi 42,76 e 50,22% maior que a lâmina média coletada na entrelinha, respectivamente, para as cultivares Catuaí e Mundo Novo, confirmando, portanto, o “efeito sombra” provocado pelo cafeeiro.

Ao comparar o maior ou menor “efeito sombra” entre cultivares, em função da altura das plantas, constatou-se que não houve diferença estatística entre elas, ou seja, a diferença de, aproximadamente, 80cm na altura das plantas não determinou maior ou menor interferência na distribuição da lâmina de água pelo pivô central (Tabela 5).

Tabela 5. Teste F para homogeneidade de variâncias e Teste T para comparação do “efeito sombra” entre as cultivares irrigadas (Catuaí e Mundo Novo)

Local/Variedade	TESTE F		TESTE T	
	Variância	P-valor <sup>1</sup>	Média	P-valor <sup>1</sup>
dossel-Catuaí	51,73	0,38385	36,84	0,4398
dossel-Mundo Novo	77,66		38,83	
entrelinha-Catuaí	11,17	0,05596	21,09	0,2148
entrelinha-Mundo Novo	27,55		19,33	

<sup>1</sup> p- valor < 0,05: significativo.

Finalmente, comparou-se a lâmina recolhida sob o dossel-Catuaí (36,84 mm) e sob o dossel-Mundo Novo (38,83 mm) com a lâmina média real (LMR) aplicada pelo pivô central (29,02 mm), por meio do Teste T (Tabela 6).

Tabela 6. Teste T para comparação da lâmina recolhida abaixo dos dosséis das plantas (Cultivares Catuaí e Mundo Novo) com a LMR aplicada pelo pivô central

Lâmina	TESTE T	
	Média	P-valor <sup>1</sup>
dossel-Catuaí	36,84	< 0,001
LMR	29,02	
dossel- Mundo Novo	21,09	< 0,001
LMR	29,02	

<sup>1</sup>p- valor < 0,05: significativo.

Nesse caso, a LMR aplicada foi determinada por meio das médias das lâminas recolhidas sob o dossel e nas entrelinhas, considerando o experimento realizado na área ocupada pelas duas cultivares. De acordo com os valores apresentados, observa-se que a lâmina de água recolhida sob os dosséis é estatisticamente distinta da LMR, comprovando-se mais uma vez que há interferência do cafeeiro na interceptação da água advinda dos aspersores.

Comparando-se a LMR com a lâmina média recolhida sob os dosséis da variedade Catuaí, por exemplo, confirma-se que houve a aplicação de 26,95% a mais de água, ou seja, 7,82 mm, o que equivale a um excedente médio de 4.509 m<sup>3</sup> de água, por meia volta do pivô central, nessa lavoura. Refazendo-se os mesmos cálculos, considerando, agora, o cafeeiro da variedade Mundo Novo, a economia de água seria em média de 5.656 m<sup>3</sup> novamente por meia volta do pivô central. Nesse caso, a aplicação excedente de 9,81mm equivale a 33,80% a mais de água.

A observação do “efeito sombra”, previamente realizada por Assunção (2002) e comprovada por meio deste experimento, mostrou então que, houve, em média, um excesso de 30,4% de água sendo aplicada, por volta do pivô central, nessa lavoura. Ressalta-se que a averiguação da quantidade de lâmina interceptada pela planta deve ser realizada para cada situação, ou seja, considerando a altura mínima para ocorrer a interceptação da água pela cultura, o espaçamento entrelinhas, enfolhamento e diâmetro dos dosséis, condições de clima e tempo locais e outros.

Tomando como referência novamente a presente área irrigada e o funcionamento técnico do equipamento, se a LMR (29,02mm) puder ser reduzida em 30,4% (20,20mm), a relê atual (12,26%) passaria a ser de 17,62%. Isso significa que o pivô gastaria 78,77h (3d e 7h), em vez de 113,12h (4d e 17h), para completar uma volta na área. A diferença de 1d e 10h a menos na irrigação da lavoura significa a economia de 8,82mm de água, ou seja, 10.172 m<sup>3</sup>, por volta, do equipamento na área. Se a bomba centrífuga consome, em média, 168,59 kWh, a economia energética seria de R\$ 501,81 por volta do pivô central, considerando o custo médio de R\$ 0,086352 por kWh (CEMIG, 2014).

Considerando que o pivô executa, nessa área, em média, 17 voltas por ano, de acordo com o manejo realizado, a economia seria de 172.924 m<sup>3</sup> de água. Esse volume seria o suficiente para suprir as necessidades diárias de 2.369 pessoas, considerando o consumo médio de 200 L hab<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> (CHRISTOFIDIS, 2006), em uma cidade de porte médio no Brasil. Quanto aos gastos com energia, a economia seria de R\$ 8.501,85. Há de se considerar, ainda, a energia gasta para manter o giro do pivô, o que não foi contabilizado nesse cálculo.

Por fim, mas não menos importante, torna-se fundamental ressaltar que a utilização sustentável dos recursos hídricos é essencial para um manejo econômico do sistema de irrigação. A outorga e a cobrança pelo uso dos recursos hídricos, instrumentos de gestão consolidados pela Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, são uma realidade e já ocorrem em várias bacias hidrográficas.

Por meio da análise do uso da terra e de dados resultantes do balanço hídrico para a bacia do Córrego Lajeado, área na qual foi realizada este estudo, foram caracterizados os principais fatores de escassez hídrica, sendo verificado que, durante a estação seca, a necessidade por irrigação é muito grande, o que aumenta a demanda dos recursos hídricos, podendo fomentar, no futuro, um conflito pelo uso da água entre os usuários. A garantia de expansão da área irrigada nessa bacia está diretamente relacionada com a melhoria das condições de irrigação atuais e com a análise da capacidade máxima de suporte de exploração dos recursos disponíveis (OLIVEIRA & ASSUNÇÃO, 2013).

Outra questão importante a considerar é a eficiência do uso da água na agricultura irrigada. No Brasil, a agricultura irrigada tem uma eficiência média de apenas 60%, o que implica riscos de danos ambientais tais como o de salinização dos solos e de dispersão de fertilizantes e defensivos agrícolas (COELHO et al., 2005).

Corroborando o que foi exposto, recentemente, foi sancionada a Lei nº 12.787 de 11 de janeiro de 2013, cujo objetivo é a expansão das áreas irrigadas no país. Esse documento prevê o uso e o manejo sustentável dos solos e recursos hídricos destinados à irrigação, o que foi constituído como um dos princípios básicos dessa nova Lei, que estabelece a outorga como critério para projetos de irrigação.

## **CONCLUSÕES**

Por meio deste experimento, comprovou-se que ocorre um acúmulo de água nos dosséis do cafeeiro em detrimento da região central das entrelinhas, quando a lavoura é irrigada por um pivô central convencional. Esse fenômeno foi denominado “efeito sombra”, dada a influência da altura do cafeeiro na uniformidade da irrigação na lavoura.

A interferência do cafeeiro, ao interceptar a lâmina de irrigação aplicada pelo pivô central, causou, em média, a concentração de 30,4% dessa lâmina nos dosséis das plantas. Essa interceptação torna a irrigação em área total parecida com a irrigação em área localizada, favorecendo a formação de um bulbo de molhamento mais acentuado nos limites dos dosséis, auxiliando no maior desenvolvimento radicular da planta e, por conseguinte, na maior absorção de nutrientes e incrementos na produtividade.

Embora não tenha sido encontrada diferença estatística ao se compararem os resultados em áreas de cafeeiros com 2,40 e 3,20 m de altura, a quantidade da água interceptada deve ser quantificada para cada situação, considerando a altura mínima da planta que tem influência na interceptação: o espaçamento entrelinhas, o enfolhamento e diâmetro dos dosséis, as condições de clima e tempo locais, em especial, as condições de velocidade do vento.

Com a comprovação do “efeito sombra”, constatou-se a possibilidade de economia de recursos hídricos e de energia ao propor ajuste do relê cíclico (temporizador) do equipamento em campo. Ou seja, a interferência do cafeeiro, ao interceptar a lâmina de irrigação aplicada pelo pivô central, causou, em média, a concentração de 30,4% dessa lâmina nos dosséis das plantas o que torna possível o uso racional dos recursos hídricos e da energia, com uma economia de até 30,4% de ambos.

## **REFERÊNCIAS**

- ABNT. Associação Brasileira De Normas Técnicas. NBR 14244: Equipamentos de irrigação mecanizada – Pivô central e lateral móvel providos de emissores fixos ou rotativos – Determinação da uniformidade de distribuição de água. 1988.
- ASSUNÇÃO, W. L. Climatologia da cafeicultura irrigada no município de Araguari (MG). 266f. Tese (Doutorado em Geografia). Faculdade de Ciências e Tecnologias. Universidade Estadual Paulista. Presidente Prudente, 2002.
- BRASIL. 1989. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm)>. Acesso em: 19 out. 2017.
- BRASIL. 1997. Lei n.º 12 787/2013, de 11 de janeiro de 2013. Dispõe sobre a Política Nacional de Irrigação; altera o art. 25 da Lei no 10.438, de 26 de abril de 2002; revoga as Leis nos 6.662, de 25 de junho de 1979, 8.657, de 21 de maio de 1993, e os Decretos-Lei nos 2.032, de 9 de junho de 1983, e 2.369, de 11 de novembro de 1987; e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2013/Lei/L12787.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2013/Lei/L12787.htm)>. Acesso em: 20 jan. 2014.
- CHRISTIANSEN, J. E. Irrigation by sprinkling. Berkeley, California: Agricultural Station, 1942. (Bulletin, 670).
- CHRISTOFIDIS, D. Água na produção de alimentos: o papel da academia e da indústria no alcance do desenvolvimento sustentável. Revista Ciência, v.12, p.37- 46, 2006.
- COELHO, E. F.; FILHO, M. A. C.; OLIVEIRA, S. L. Agricultura irrigada: eficiência de irrigação e de uso de água. Bah. Agr., v.7, p.57-60, 2005.

- CEMIG. Companhia Energética de Minas Gerais. Atendimento. Valores de tarifas e serviços. 2014. Disponível em: <<http://voilage.com.br/voswebchatserver/pages/init.jsp?time=1394751772015>>. Acesso em: 12 mar. 2014.
- ESTATCAMP CONSULTORIA ESTATÍSTICA. Portal Action. São Carlos. 2013. Disponível em: <<http://www.portalaction.com.br>>. Acesso em: 02 out. 2013.
- FERNANDES, A. L. T.; PARTELLI, F. L.; BONOMO, R.; GOLYNSKI, A. A moderna cafeicultura dos cerrados brasileiros. *Pesq. Agrop. Trop.*, v.42, p.231-240, 2012.
- HEERMANN, D. F.; HEIN, P. R. Performance characteristics of self propelled center-pivot sprinkler irrigation system. *Transactions of the ASAE*, v.11, p.11-15, 1968.
- MANTOVANI, E. C. A irrigação do cafeeiro. *Irrigação e Tecnologia Moderna*, v.3, p.45-49, 2000.
- MATIELLO, J. B.; SANTINATO, R.; GARCIA, A. W. R.; ALMEIDA, S. R. FERNANDES, D. R. *Cultura de café no Brasil: manual de recomendações*. Rio de Janeiro: MAPA/PROCAFÉ; Varginha: PROCAFÉ, 2010.
- MUKHERJI, A. et al. Revitalizing Asia's irrigation: to sustainably meet tomorrow's food needs. Colombo (Sri Lanka)/Rome (Italy): International Water Management Institute / Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2009.
- OLIVEIRA, D. A.; ASSUNÇÃO, W. L. O uso da água e do solo da bacia hidrográfica do córrego Lajeado, Araguari – MG. *Caminhos da Geografia*, v.14, p.204-219, 2013.
- PAULINO, J.; FOLEGATTI, M. V.; ZOLIN, C. A.; SÁNCHEZ-ROMÁN, R. M.; JOSÉ, J. V. Situação da agricultura irrigada no Brasil de acordo com o censo agropecuário 2006. *Irriga*, v.16, p.163-176, 2011.
- PAZ, V. P. S.; TEODORO, R. E. F.; MENDONÇA, F. C. Recursos hídricos, agricultura irrigada e meio ambiente. *Rev. Brasil. de Eng. Agríc. e Amb.*, v.4, p.465-473, 2000.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing. 2013. Disponível em: <<http://www.r-project.org/isbn-3-900051-07-0>>. Acesso em: out. 2013.
- SANTINATO, R.; FERNANDES, A. L. T.; FERNANDES, D. R. *Irrigação na cultura do café*. 2.ed. Belo Horizonte: O Lutador, 2008.
- WARRICK, A. W.; NIELSEN, D. R. Spatial variability of soil physical properties in the field. In: HILLEL, D. (edit.). *Application of soil physics*, N. Y.: Academic Press. cap. 2, p.319-344, 1980.

# IMPACTOS DA EXPLORAÇÃO MINERAL NO MUNICÍPIO DE LAGAMAR, MINAS GERAIS, BRASIL



João Fernandes da Silva  
Cláudio Antonio Di Mauro

## INTRODUÇÃO

Uma das importantes atividades econômicas desenvolvidas em muitos municípios do Estado de Minas Gerais é a mineração, daí a denominação Minas. Os impactos ambientais, produzidos ao longo dos séculos pelas mineradoras, têm deixado marcas indeléveis nas paisagens regionais e locais. O município de Lagamar é importante fornecedor de matéria-prima para a produção de fertilizantes, especialmente o fosfato, e se constituiu na base para as análises e conclusões aqui apresentadas.

Este município, submetido à atividade minerária desenvolvida pela empresa de Mineração Galvani (GEOECONÔmica, 2004), é o objeto desta pesquisa. As observações de campo, o levantamento de fotografias, as análises em imagens de satélite, o estudo do Plano de Controle Ambiental (PCA) apresentado pela Empresa para obtenção de sua Licença Ambiental, foram instrumentos indispensáveis para verificação das hipóteses aventadas, quais sejam:

- 1) As atividades minerárias praticadas em Lagamar produzem impactos ambientais significativos;
- 2) As medidas compensatórias não são adequadas, tendo em vista os impactos promovidos no espaço ao longo do tempo;
- 3) As autoridades municipais e estaduais não estão atentas para o tempo da vida útil de extração dos minérios, conforme previsão da própria empresa mineradora;
- 4) As outorgas para uso da água e as licenças ambientais são incompatíveis com as necessidades exigidas para o desenvolvimento sustentável.

Essas hipóteses foram testadas, o percurso foi descrito e, ao término, as considerações finais permitem que se avalie a consistência das hipóteses levantadas. Não há pretensão de que as conclusões obtidas encerrem o tratamento dessas questões. Há muito para pesquisar, novas e específicas investigações deverão ser realizadas enfocando o mesmo tema, observando este e outros locais, bem como aprofundando cada uma das considerações apresentadas.

## CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS DO MUNICÍPIO DE LAGAMAR

O município de Lagamar está localizado na porção Sul da Microrregião Noroeste de Minas Gerais (FJP, 1995), distante 480 km de Belo Horizonte, 350 km da Capital Federal Brasília e 300 km de Uberlândia. O Mapa 2 indica a localização do município e sua área urbana em Latitude Sul 18° 11' 53" e Longitude Oeste de Greenwich 46° 46' 59". Os municípios limítrofes são Vazante, Coromandel, Patos de Minas, Presidente Olegário e Lagoa Grande, conforme demonstra a Figura 1.

A Microrregião do Noroeste de Minas Gerais, onde está localizado o município, é caracterizada por clima com verões quentes e chuvosos e invernos amenos e secos. O verão chuvoso se estende de outubro a março, e o inverno seco tem a estiagem compreendida de abril a setembro, variando tanto em relação ao seu início quanto ao seu término. A média anual de precipitação é de 1500 mm e a temperatura média é de 22,3°C, conforme registros disponibilizados no site da Agência Nacional de Água (ANA).

O município, com 1472 km<sup>2</sup> de área, registra altitudes que variam entre 538 metros e 1100 metros – na Serra do Imbé, na área urbana registra-se a cota de 835 m. A Serra do Garrote se situa no divisor de águas da bacia do rio Paracatu com o rio Santa Catarina. Em geral, o território de Lagamar é caracterizado por formas de relevo fortemente dissecado, sendo que os encaixamentos dos vales exibem dissecação vertical da ordem de 80 e 100 metros. Os solos que predominam no território municipal são classificados como latossolos.

O controle estrutural do relevo denuncia a ocorrência de rochas do pré-cambriano integrantes da Formação Paraopeba, que é uma das componentes do Grupo Bambuí. Os afloramentos de fosfatos, que interessam para as atividades minerárias vinculadas ao município, se encaixam em ardósias e camadas de arenitos e siltitos, submetidos a fraca metamorfose.

Lagamar está situado em áreas nas quais predomina a vegetação do Cerrado brasileiro. Diversas feições do Cerrado são registradas no município, entre as quais destacam-se os Campos Limpos, os Campos Sujos, o Campo Cerrado, o Cerrado “*strito sensu*”, além das matas ciliares. A remoção da cobertura vegetal para prática de plantios do agronegócio afetou drasticamente a vegetação original, e, em menor expressão, sobrevive a “cultura da queimada”. Este também é um fator de limitação para a vida no *habitat* dos animais.

A diversidade da fauna é representativa, registrando-se indivíduos da avefauna, a exemplo da *sphorphila* (coleirinha), seriema, sabiá, inhambú, codorna, quero-quero e joão-de-barro. Exemplos da mastofauna são reconhecidos como os gambás, lobo-guará, quati, paca, mico e cachorro-do-mato. A ictiofauna registra as ocorrências de surubim, curimatá, piau, mandi e traíra, entre outros.

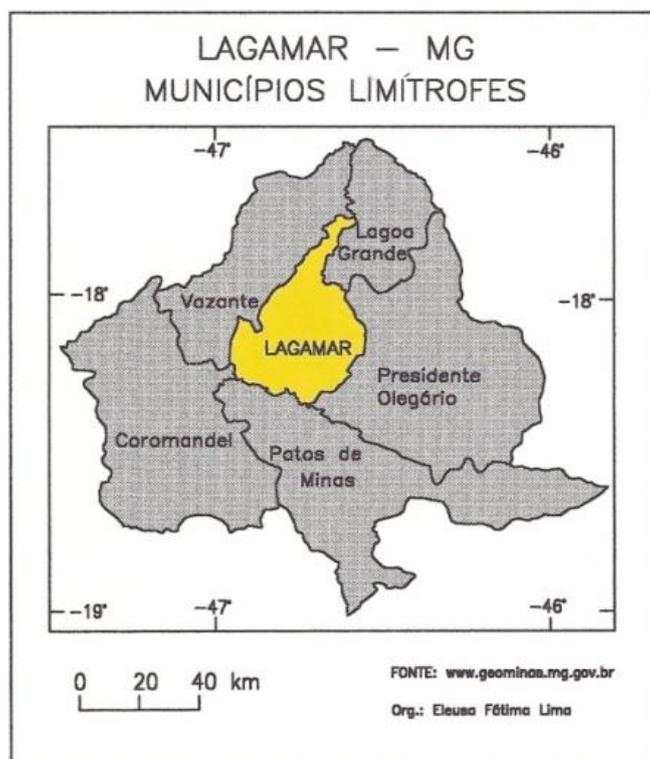


Figura 1. Municípios Contíguos a Lagamar.

Lagamar, segundo os dados do Censo de 2010 (IBGE, 2011), conta com aproximadamente 7.600 habitantes, dos quais 5.128 residentes na área urbana. O município é essencialmente agrícola e possui 1.248 estabelecimentos rurais, onde se produz leite, milho, soja, arroz e feijão, segundo a Associação dos Municípios da Micro-Região do Noroeste de Minas (AMNOR, 2004). O censo agropecuário (IBGE, 2007) acrescenta, ainda, a importância da pecuária bovina, com mais de 60 mil cabeças. Cerca de 50% da mão-de-obra ocupada do município está envolvida com a produção rural.

A atividade minerária com exploração de fosfato e de calcário também acrescenta receitas para o município de Lagamar-MG, por essas empresas mineradoras. A disponibilidade desses recursos naturais, aliada aos interesses momentâneos, tem acarretado mudanças drásticas nas realidades locais, tendo em vista a maneira como se dá a apropriação mineral.

A importância de ampliar a exploração das reservas brasileiras de fosfato está expressa no Plano Nacional de Mineração 2030: geologia, mineração e transformação mineral (MME, 2010, p.47), assim considerada “...A produção de rocha fosfática no território nacional atende a 80% da demanda para a produção interna de fertilizantes fosfatados... Com os projetos em andamento estima-se que, nos próximos cinco a seis anos, o País atinja a autossuficiência em fosfato”

Lagamar teve um processo de implantação da extração do fosfato iniciado pela Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais – CPRM, na década de 1980, passando, em seguida, para a empresa Aduos Trevo que concedeu a lavra para a Mineradora Galvani, no ano de 1996.

### **ATIVIDADE MINERÁRIA EM LAGAMAR: A EMPRESA GALVANI**

No município de Lagamar há afloramentos de rochas fosfáticas, identificadas no Grupo Bambui, que têm atraído o interesse de empresas de mineração. Atualmente, a exploração do minério encontra-se sob as atividades da empresa Galvani, que possui a Licença de Lavra.

A empresa Galvani teve suas origens na área dos transportes, no município paulista de São João da Boa Vista. Atuou na Baixada Santista, no Município baiano de Luiz Eduardo Magalhães, com a

produção de adubos. Sua planta de beneficiamento dos minérios está localizada no Estado de São Paulo, em Paulínia, sendo o quinto (5º) produtor brasileiro de ácido sulfúrico, o quarto (4º) em rocha fosfática e o segundo (2º) produtor de superfosfato simples.

Em 1997, a empresa arrendou a jazida localizada na Fazenda Almas, município de Lagamar, pela margem direita do rio Paranaíba. A jazida, que pertencia a Adubos Trevo S. A., teve seu direito minerário cedido, sendo que a empresa Galvani deverá obedecer ao que está estabelecido no Plano de Controle Ambiental (PCA). A cessão dos direitos de exploração das jazidas foi averbada pelo DNPM, no ano de 2004.

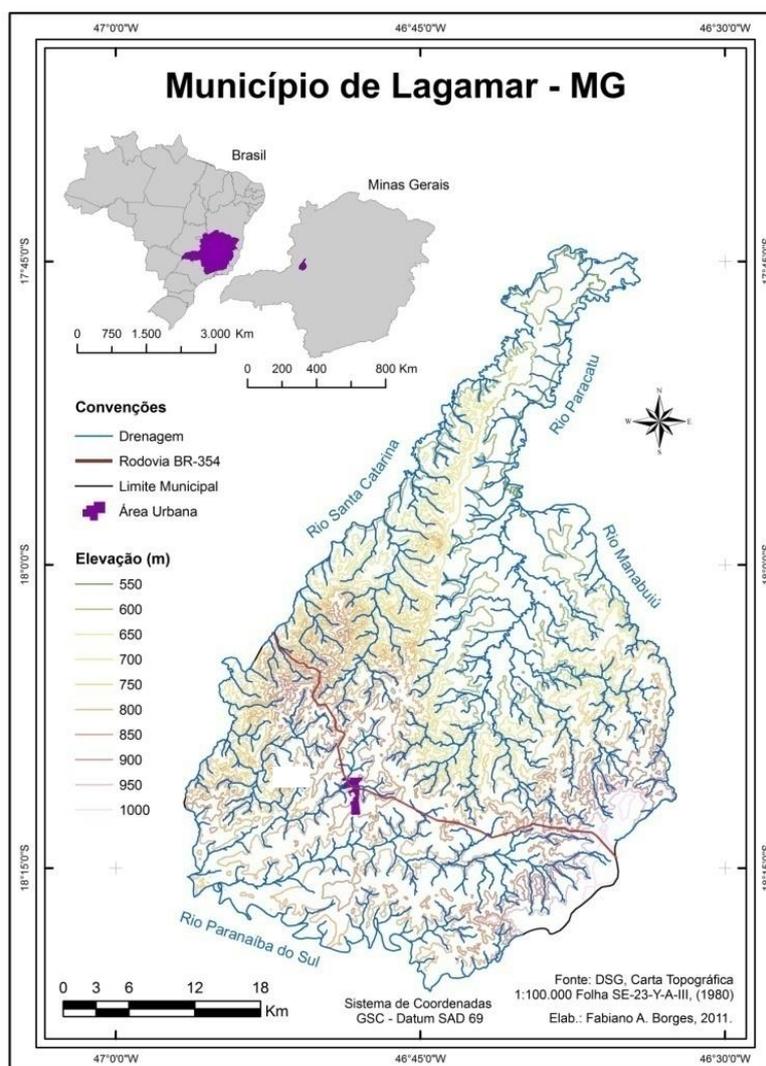


Figura 2. Localização de Lagamar no Estado de Minas Gerais e seu Perímetro Municipal.

O mineral explorado neste local destina-se à produção de fertilizantes, entre os quais: o superfosfato simples, o superfosfato triplo, o fosfato parcialmente acidulado, o fosfato para aplicação direta e o termofosfato.

A Fundação Estadual do Meio Ambiente de Minas Gerais (FEAM) recebeu o processo da empresa Galvani, no qual solicitava a Licença de Operação (LO), que foi concedida pela Câmara Técnica de Atividades Minerárias do Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM).

Tendo em vista a necessidade de captar água em rio de domínio da União, o rio Paranaíba e seus afluentes, a empresa obteve a outorga para uso de água expedida pela Agência Nacional de Águas (ANA), em 2003. Ocorre que estas atividades minerárias afetam águas subterrâneas, de domínio do Estado de Minas Gerais, reconhecidas no Corpo B, na Fazenda Almas. Nesse caso, a outorga para uso de recursos hídricos está disciplinada pela Deliberação Normativa CERH n° 37, de 04 de julho de 2011. Tal deliberação não existia quando da apresentação de seu PCA, em 2004. Destaque-se que ANA, 2006, p. 47, considera a importância do controle da água de mina, ao afirmar,

A abordagem dos temas hidrológico-mineiros tem que estar acompanhada por um programa de verificação contínua que permita detectar, a todo momento, as reações do sistema diante da drenagem da mina. Tal controle exige monitoramento em um conjunto de pontos de água cuidadosamente selecionados (mananciais, poços, furos de sonda, córregos, etc.) não só no que se refere à piezometria e à vazão, mas também à qualidade das águas.

Não foram encontradas informações que demonstrem o controle recomendados nos casos das cavas de exploração mineral referidas.

No Plano de Controle Ambiental (PCA)<sup>32</sup> para a implantação da Cava C e reativação de atividades nas Cavas A e B, a empresa considera que sua exploração levará à exaustão das rochas fosfáticas em 3 anos. O documento expressa que o Corpo C será levado à exaustão, o que já terá ocorrido com os Corpos A e B, mas que os rejeitos, neles depositados, serão reaproveitados. A empresa avalia que os rejeitos que foram depositados nos Corpos A e B apresentam elevado teor para aproveitamento mineral.

A cava do chamado Corpo C teve a projeção de bancadas com 4 metros de desnível. O topo situa-se a 830 metros de altitude e a maior profundidade da cava; ou seja, a base inferior será projetada para 722m. Tais escavações afetarão o lençol do aquífero livre e, certamente, o lençol de profundidade, como já ocorreu no denominado Corpo B, onde há água acumulada em seu interior. O Controle sobre a qualidade dessas águas também não é conhecido.

A projeção feita pela empresa estima em cerca de 8 milhões de toneladas de rejeitos, resultantes dessas escavações no Corpo C, que serão dispostos em bermas e taludes, processo semelhante ao aplicado nos Corpos A e B. Este procedimento permite, segundo a empresa, a reativação das atividades minerárias nos rejeitos removidos dos Corpos A e B, com o emprego de sucção e dragagem. Haverá o bombeamento do material, por recalque, para fora da cava e será depositado com a utilização do que se denomina de “*aterro hidráulico*”, localizado entre os dois Corpos referidos.

A descrição dos processos de operação na empresa prevê a britagem e desagregação do mineral, a concentração (via flotação), a secagem e, posteriormente, a expedição. Todas essas etapas intermediárias, antes da expedição, implicam em utilização de água.

O objetivo é tratar de cerca de 1,1 milhão de rochas fosfáticas por ano, no período dos três (3) anos, apesar das referências empresariais de que gerará 8 milhões de toneladas de rejeitos.

No processo de “*deslamagem*” e condicionamento, o material, em diversas granulometrias, receberá reagentes químicos, além de amido e soda. Claro está que a “*deslamagem*” significa lavar os grânulos em diversos tamanhos, para limpá-los e, posteriormente, acondicioná-los com emprego de reagentes, amido e soda, que terá a função de regular o pH, alimentando o circuito da flotação. Não há previsão explícita, no PCA analisado, de processos para descontaminar as águas que serão resultantes desses processos.

Na fase final do tratamento do minério, ele ainda terá entre 25 a 30% de umidade, necessitando ser levado para um leito de secagem.

A água prevista para utilização em todo o processo procederá em 615 m<sup>3</sup>/h do corpo B e 440m<sup>3</sup>/h do rio Paranaíba, perfazendo um total de 1055m<sup>3</sup>/h. O balanço hídrico informa que o descarte final de água será de 1045m<sup>3</sup>/h. Quanto ao balanço dos sólidos, a indicação é que das 200 ton/h processadas haverá rejeitos da ordem de 155 ton/h.

A influência da água na mineração é abordada por Rubio (2006, p.21) no que diz respeito ao rebaixamento do nível do lençol freático com adequado sistema de drenagem e de reabilitação. O autor considera que essa água poderá,

... ser um ativo muito interessante, ao qual podem ser dados muitos usos: regularização de escoamento superficial, criação de lagoas e ambientes aquáticos, abastecimento industrial, agrícola ou doméstico, uso turístico e de lazer etc. Fixada essa premissa, primeiramente se deve considerar que os métodos de lavra são determinantes nas aflúncias de águas e nos processos de alteração hídrica, em quantidade e qualidade.

32 Plano de Controle Ambiental (PCA) apresentado em maio de 2004 pela empresa Galvani à SUPRAM.

Abordando a existência de cavas de transferência de águas, como é o caso da Mineração Galvani, o autor afirma “... a lavra de transferência consiste em preencher setores já explorados com materiais das frentes de lavras, esses materiais devem ser quimicamente inertes, para evitar a alteração das águas por lixiviação desses materiais de preenchimento...”.

Todos esses procedimentos na atividade minerária precisam ser considerados pelos órgãos de licenciamento e gestão dos recursos hídricos e ambientais, quando da emissão de seus documentos que autorizam a lavra. O acompanhamento pela fiscalização, dessas atividades, deve se constituir em procedimento de rotina e deve ser munido de pessoal com capacidade de identificar as situações que precisam ser corrigidas, quando for o caso.

## **ALGUNS IMPACTOS AMBIENTAIS GERADOS PELA MINERAÇÃO GALVANI**

Há diversos tipos de poluição ocasionada pelas atividades de mineração de fosfato em rochas metassedimentares, como se configura a prática da Empresa Galvani.

### **Água**

O primeiro ponto a se considerar é que a atividade é desenvolvida com utilização de água, nos diversos estágios da exploração e da adequação do minério para sua expedição. Principalmente quando a atividade implica na utilização de amigos e soda, tornar-se-ia necessária a implantação de processos de tratamento da água que tenha sido contaminada. Também, o aspecto de turbidez das águas que procedem do processo, pois não podem escoar livremente sem que sejam preparadas localizações adequadas para recebê-las, possibilitando a decantação dos materiais particulados (Figuras 3 e 4). Não há possibilidade de se considerar adequada a remessa dessas águas - carregadas de sedimentos finos e muito finos, poluída com substâncias químicas - em outro corpo de água ou em uma cava, destinada apenas para receber tais efluentes. Portanto, impactos negativos produzidos na água por estas atividades empresariais são facilmente detectadas.

A Figura 3 mostra o canal pelo qual a água da usina sendo conduzido por efeito da gravidade para ser acumulada no Corpo B.



Figura 3. canal pelo qual a água da usina sendo conduzido por efeito da gravidade para ser acumulada no Corpo B.

A Figura 4 mostra a água do Corpo C sendo bombeada e drenando a “céu aberto”, por ação da gravidade, até o rio Paranaíba. Não há tratamento para essa água, antes de seu lançamento.



Figura 4. Corpo C – Água bombeada por recalque, sem ser submetida a descontaminação.

## Ar

Impactos na atmosfera, ocasionados pela poeira e particulados em suspensão, não estão associados exclusivamente às áreas de lavra. Contudo, o material fino em suspensão, inalado pelos trabalhadores e pessoas que circulam pelas áreas de operação, oferecem risco para a saúde. A inalação continuada de poeira não é saudável para as pessoas, que poderão ter afetados seus órgãos da respiração. Isso é agravado pela queima de combustíveis fósseis pela fornalha, utilizada no processo de secagem dos minerais.

## Impacto Visual

As crateras abertas, a água sendo drenada, com aspecto barrento e com turbidez; os locais onde se processam os movimentos de terra, seja para corte ou para aterramento e deposição de rejeitos, formam uma paisagem que não se assemelha às características do entorno. Tais impactos não podem ser negligenciados e devem ser considerados na execução de atividades que tenham o poder destrutivo de componentes da natureza. Outro aspecto negativo a se considerar é a elevação nos níveis de ruídos produzidos na vida das populações simples de cidade do interior de Minas Gerais.

## Meio Biótico

A remoção com dizimação da cobertura vegetal, afetando diretamente o *habitat* animal, faz parte dos impactos negativos produzidos por este tipo de atividade minerária. Os locais de abertura dos Corpos de extração e cavas, os pontos de deposição de rejeitos, armazenamento dos minerais, os locais por onde circulam grandes quantidades de caminhões afetam diretamente o solo e a vegetação, mas possuem um efeito nocivo em relação aos animais que são afugentados.

## Meio Antrópico

Os impactos produzidos em relação aos trabalhadores que atuam diretamente na produção e transporte precisam ser considerados, pelos riscos inerentes. Mas, na área por onde circulam os equipamentos e os caminhões, os efeitos são sensíveis na área urbana de Lagamar. É nítido, por exemplo, o impacto sofrido pelo desgaste das ruas no espaço urbanizado. Tais efeitos são potencializados quando se observa a poeira e o ruído aumentados, especialmente nas ruas de maior trânsito dos equipamentos.

## MITIGAÇÃO DE IMPACTOS NEGATIVOS E COMPENSAÇÃO AMBIENTAL?

Para minimizar impactos produzidos em águas, a empresa Galvani se propõe a realizar a drenagem da cava, das instalações de beneficiamento, das pilhas de rejeitos e das pilhas de minérios. Informa que o sistema de drenagem será separado para cada um desses casos, mas que o planejamento

será global, incluindo as áreas de circulação do sítio da mineração.

Afirmam, também, a disposição para efetuar o monitoramento da água, sendo que as amostras para exames serão coletadas “...por um funcionário da empresa, segundo a técnica fornecida pelo laboratório em que deverão ser feitas as análises...” O autocontrole, com funcionário da própria empresa coletando as amostras para monitoramento da água, é importante e deve ser adotado, mas, não é o melhor procedimento. Deve haver o constante acompanhamento por parte dos órgãos de fiscalização e controle, como providência indispensável. Os parâmetros propostos para serem observados, e que “garantirão a qualidade das águas”<sup>33</sup> são:

- sólidos em suspensão;
- sólidos sedimentáveis;
- pH (potencial hidrogênico); e,
- presença de contaminantes do tipo óleos e graxos.

É importante que se verifique a falta de identificação do laboratório que será responsável pelas análises, bem como não há qualquer referência para a necessidade de que seja devidamente acreditado pelos órgãos técnicos. Verifica-se, também, que os parâmetros a ser observados não são suficientemente compatíveis com as necessidades, nessas características minerárias. Veja-se, por exemplo, o fato de que a empresa informa sobre a utilização de amidos e soda nas atividades, e que essas substâncias não estão entre as que serão acompanhadas e monitoradas. Observar o parâmetro pH é interessante para obter informações sobre a presença de soda, por exemplo. Seria mais adequado que a empresa adotasse processo em circuito ou sistema fechado, reaproveitando as águas em suas atividades de risco, para garantir a efetiva remoção de tais substâncias. São evidentes os perigos à saúde humana impostos pela soda, pelos amidos e reagentes em águas utilizadas para banho e para a ingestão por pessoas e por animais. Essas águas também poderão acrescentar perigos, nos casos em que sejam utilizadas para regar vegetais de consumo humano, a exemplo das hortaliças. Também, a ictiofauna estará exposta aos riscos de contaminação e mortandades.

É notável o fato de que, no balanço de usos hídricos, está apontado que as águas do Corpo B (Figura 5) oferecerão até maiores quantidades do que as aduzidas do rio Paranaíba. Isso significa que a produção de água do lençol subterrâneo é bastante significativa. Ainda, é notável o fato de que as águas utilizadas nas atividades minerárias, que forem drenadas com forma de efluentes para dentro do Corpo B, poderão conter substâncias tóxicas que deveriam ser controladas. Ou seja, é inadmissível que a atividade não inclua estação de tratamento de efluentes, tendo em vista o uso elevadíssimo de componentes tóxicos.



Figura 5. O Corpo B acumula água utilizada no balanço hídrico da produção minerária. Em seguida, esse efluente é aplicado nas atividades de tratamento dos minérios retirados do corpo C.

As alterações provocadas no relevo são consideradas pela empresa como irreversíveis. É compreensível que a retirada das rochas resultará em enormes cavas que não serão preenchidas com rejeitos. Daí, a empresa se propõe a implantar um “pequeno lago (?) para contribuir com a harmonia estética do local...” Além disso, há disposição para efetuar a revegetação de área localizada próxima ao

33 Dados coletados no PCA contratados pela Empresa Galvani e de interesse público.

depósito de estêreis e que compreende uma área de campos limpos, ocupando extensão aproximada de 15 ha. Todas essas iniciativas são entendidas pela empresa, e acatadas pelos órgãos governamentais, como “*medidas compensatórias*”. Medidas compensatórias em áreas que foram afetadas pela atividade, no passado, de forma direta ou indireta.

Outras medidas consideradas como mitigatórias são:

- implantação de Cortinas Arbóreas, implantando barreiras para proteger contra a propagação de poluição sonora e de poeiras; servindo também como barreira visual. Para tanto, o objetivo é a plantação de eucaliptos, sibipirunas, além de manga e pitanga;
- taludamento adequado para oferecer segurança às “*pilhas de disposição de rejeitos, com compactação em padrões da construção civil.*” Em seguida, haverá a proteção definitiva com recobrimento vegetal. Essas medidas serão adotadas, não como ações para segurança e proteção da empresa, mas como medidas mitigatórias pelos impactos produzidos pela mineração.

Essas intervenções em determinadas áreas acarretam mudanças significativas nas paisagens originais, trazendo consequências ambientais. Não há como discordar de Ab'sáber (2007, p.10) quando afirma,

Desde os mais altos escalões do governo e da administração até o mais simples cidadão, todos têm uma parcela de responsabilidade permanente, no sentido da utilização não-predatória dessa herança única que é a paisagem terrestre. Para tanto, há que conhecer melhor as limitações de uso específicas de cada tipo de espaço e de paisagem. Há que procurar obter indicações mais racionais, para preservação do equilíbrio fisiográfico e ecológico.

Todas as atividades minerárias devem ser precedidas por um processo de planejamento que adote a postura de cuidados com os componentes ambientais. Trata-se de aplicar o princípio da precaução. Infelizmente esse não é o hábito consagrado nas práticas minerárias no Brasil.

## **ASPECTOS DA LEGISLAÇÃO BRASILEIRA NAS ATIVIDADES MINERARIAS**

De acordo com a Constituição Federal (CF) os recursos minerais são de propriedade da União. Somente a União poderá conceder a outorga para que uma empresa ou particular tenha acesso aos bens minerais.

A Constituição Federal afirma: “Artigo 20. São bens da União: IX - os recursos minerais, inclusive os de subsolo”. No seu Artigo 22, a CF define a quem cabe legislar sobre riquezas minerais, ao dizer: “Artigo 22. Compete privativamente à União legislar sobre: XII- jazidas, minas, outros recursos minerais e metalurgia”.

Pelos motivos expostos a União criou, no âmbito do Ministério da Minas e Energia, o Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM), que, entre suas funções, exerce controle sobre as práticas mineradoras. Para esse controle há o Código de Mineração. Está em vigor o Código de Mineração que foi instituído em fevereiro de 1967, com diversas modificações pontuais. Atualmente, o governo está preparando uma reformulação geral na Lei e seu projeto deve abranger três temas:

- o marco regulatório da mineração,
- a criação de uma agência reguladora para o setor, e
- a fixação de novas alíquotas para o pagamento de *royalties* ou Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais, que revertem para União, estados e municípios.

## **OBTENÇÃO DA LICENÇA DE LAVRA PARA MINERAÇÃO**

A exploração de riquezas minerais, no Brasil, deve obedecer a um roteiro determinado pela legislação e de responsabilidade do DNPM. De início, após confirmação de que a área não tem impedimento ambiental, o empreendedor deverá solicitar ao DNPM a Licença para realizar Pesquisa. Se o Relatório das Pesquisas for aprovado pelo órgão, estarão criadas as condições para a solicitação da Licença de Instalação. Depois de percorrer esse caminho, se aprovado, o empreendedor poderá solicitar a Licença para iniciar suas atividades de Lavra. Nesse percurso será indispensável a apresentação dos documentos que comprovem a obtenção da Licença Ambiental para praticar a atividade, geralmente englobando o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) com seu Relatório(RIMA).

A Licença para Pesquisa será orientada para avaliar a espacialidade em que ocorrem as quantidades e qualidades do mineral a ser explorado, desde que ele não faça parte daqueles que são monopólio da União, como por exemplo, o petróleo, o gás natural e as substâncias radioativas. Após os estudos e as pesquisas, o empreendedor deverá apresentar relatório ao DNPM, contendo os dados que permitam o reconhecimento da exequibilidade técnica e econômica da exploração pretendida. Somente a partir desses estudos e comprovações, o Ministro das Minas e Energia preparará a Portaria de Concessão, autorizando a Lavra do bem da União.

O empreendedor que obteve o direito de praticar a atividade minerária terá, entre outras, algumas responsabilidades. Como:

- Lavrar a jazida de acordo com o plano de lavra aprovado pelo DNPM, cuja segunda via, devidamente autenticada, deverá ser mantida no local da mina.
- Executar os trabalhos de mineração com observância das normas regulamentares.
- Responder pelos danos e prejuízos a terceiros, que resultarem, direta ou indiretamente, da lavra.
- Evitar o extravio das águas e drenar as que possam ocasionar danos e prejuízos aos vizinhos.
- Evitar poluição do ar, ou da água, que possa resultar dos trabalhos de mineração.
- Apresentar ao DNPM, até o dia 15 (quinze) de março de cada ano, relatório das atividades realizadas no ano anterior.
- Responder pelos danos causados ao meio ambiente, conforme está previsto no Artigo 16 do Decreto 98.812/90.

Para exercer esse controle ambiental previsto, o empreendedor deverá elaborar o Eia/Rima e percorrer o caminho da obtenção da Licença Ambiental para exercer suas atividades. Enquanto ao DNPM cabe o fornecimento da outorga para a extração mineral, ao Ministério do Meio Ambiente, pelos seus órgãos responsáveis, caberá o acompanhamento para garantir o respeito aos componentes ambientais.

A CF, em seu artigo 24, atribui competência concorrente à União, Estados e Municípios a legislação sobre,

VI – florestas, caça, pesca, fauna, conservação da natureza, defesa do solo e dos recursos naturais, proteção do meio ambiente e controle da poluição.

VII- responsabilidade por dano ao meio ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valor artístico, estético, histórico, turístico e paisagístico.<sup>34</sup>

Das considerações arroladas, depreende-se que, embora caiba à União o dever privativo de legislar sobre os assuntos da mineração, contudo os Estados e os Municípios possuem responsabilidades comuns no que diz respeito à preservação do patrimônio paisagístico e na defesa dos recursos naturais.

O Legislador de Lagamar, sabiamente, incorporou na Lei Orgânica do Município a responsabilidade que lhe é atribuída pela CF. Incluir o seguinte artigo,

Artigo 7º A organização do Município observará os seguintes princípios e diretrizes:

-----

X – a defesa e a preservação do território, dos recursos naturais meio ambiente do município.

Para reforçar essas suas atribuições e responsabilidades, a Lei Orgânica pontuou em seu,

Artigo 9º Além das competências previstas no artigo anterior, o Município atuará no exercício das competências que lhe são cometidas pela Constituição Federal em comum com a União e o Estado notadamente no que diz respeito a:

-----

VI - proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas;

Contudo, é nos artigos que tratam especificamente dos temas ambientais que a Lei Orgânica de Lagamar se compromete com os avançados conceitos do desenvolvimento sustentável, ao considerar em,

Artigo 277 – As pessoas jurídicas, públicas ou privadas, e as pessoas físicas são responsáveis, perante o Município, pelos danos causados ao meio ambiente,

---

34 Brasil - Constituição Federal promulgada em 1988.

devendo o causador do dano promover a recuperação plena do meio ambiente degradado, sem prejuízo das demais responsabilidades decorrentes.

Parágrafo 1º - As condutas e atividades que degradem o meio ambiente sujeitarão os infratores, na forma da Lei, a sanções administrativas, incluindo a redução do nível de atividade, a interdição, cumulados com multas diárias e progressivas em caso de continuidade da infração ou reincidência.

-----

Artigo 283 – As normas de proteção ambiental estabelecida nesta lei, bem como as dela decorrentes, aplicam-se ao ambiente natural, construído e do trabalho.<sup>35</sup>

Cabe a todas as pessoas físicas ou jurídicas, públicas ou privadas o cumprimento das normas regidas pela Constituição Federal e pela Lei Orgânica do Município. Ainda que caiba ao DNPM e ao Ministério do Meio Ambiente a fiscalização das atividades decorrentes da exploração mineral, contudo, o Município tem suas responsabilidades concorrentes.

Cabe à Prefeitura Municipal de Lagamar, por intermédio de seus órgãos específicos, efetuar as verificações e garantir que as atividades desenvolvidas em seu território não ocasionem os danos ambientais previstos. Assim é que a integração na atuação dos municípios com os órgãos federais facilitará os acompanhamentos necessários e garantirá que a recuperação de áreas degradadas, quando for o caso. Ocorre que não tem sido hábito no Brasil esse trabalho integrado e compartilhado. Na maioria dos casos conhecidos, os municípios se eximem das responsabilidades quando há envolvimento de órgãos Estaduais e da União. Este é um dos sintomas da “baixa-estima” de municípios, onde os administradores se sentem dependentes dos demais entes federados.

Com as dificuldades para obtenção de Licença para lavar, a Galvani requereu junto a SUPRAM NOR nova Licença de Operação Corretiva, através do preenchimento dos Formulários específicos e teve o processo de licenciamento formalizado em novembro de 2011, com a devida vistoria tendo sido realizada em maio de 2012. Nos estudos apresentados para obtenção do licenciamento, o empreendedor apresentou o EIA/RIMA bem como o Plano e o Relatório de Controle Ambiental.

A Empresa Galvani tem sido multada em mais de uma oportunidade pelo fato de efetuar a operação de lavra a céu aberto, beneficiando o fosfato sem a devida licença de operação. Em 2011, situação como está referida levou a suspensão de suas atividades o que levou à assinatura do Termo de Ajuste de Conduta (TAC) para que o empreendimento fosse adequado. Trata-se de um difícil relacionamento entre a empresa e seus ajustes legais, mesmo assim as Outorgas forma concedidas em 2012 com validade para 4 anos.

No caso do manuseio de água, seja para consumo ou para aproveitamento no sistema produtivo, ou no rebaixamento de níveis hidrostáticos, caberá ao Sistema Nacional de Recursos hídricos o devido acompanhamento. Quando os rios são de domínio dos Estados, bem como as águas subterrâneas, o poder para emissão de outorga e fiscalização é dos Estados. Mesmo assim, através de sua Resolução nº 29, de 11 de dezembro de 2002, o Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), considerando que as atividades minerárias possuem especificidades na utilização e no consumo de água que podem acarretar alterações nos regimes dos corpos de água, considerou que são sujeitos a outorga as seguintes atividades ligadas à mineração,

Artigo 2º

I- a derivação ou captação de água superficial ou extração de água subterrânea, para consumo final ou insumo do processo produtivo;

II- o lançamento de efluentes em corpos de água;

III- outros usos e interferências, tais como: a) captação de água subterrânea com a finalidade de rebaixamento de nível de água; b) desvio, retificação e canalização de cursos de água necessários às atividades de pesquisa e lavra; c) barramento para decantação e contenção de finos em corpos de água; d) barramento para regularização de nível ou vazão; e) sistema de disposição estéril e de rejeitos; f) aproveitamento de bens minerais em corpos de água; e, g) captação de água e lançamento de efluentes relativos ao transporte de produtos minerários.<sup>36</sup>

35 Lei Orgânica do Município de Lagamar

36 Resolução Nº 29, de 11 de dezembro de 2002, publicada no D.O.U. Em 31 de março de 2003.

A Resolução referida ainda considera que desde a fase de solicitação da Licença para Pesquisa o requerente deverá adentrar com o pedido da outorga de direito de uso de recursos hídricos, junto à autoridade outorgante competente. Na mesma esteira da Resolução 29 do CNRH, o Conselho Estadual de Recursos Hídricos de Minas Gerais (CERH) elaborou a Deliberação Normativa nº 27, de 04 de julho de 2011, atualizando sua legislação sobre as obtenções de outorgas para uso de recursos hídricos nas atividades minerárias. Nessa Norma fica expresso que toda atividade minerária que efetuar captação de água para rebaixamento do nível de água, ente outras ações, estará sujeita a apresentação de outorga, para obtenção de Licença Ambiental. Na conceituação de rebaixamento de nível de água fica assim expresso que corresponde "...a superexploração de um aquífero ou sistema aquífero para possibilitar a retirada de minério da mina...". Também é muito importante o destaque oferecido pela Deliberação Normativa para a necessidade de que na análise da outorga sejam consideradas as prioridades definidas no Plano de Utilização de Água (PUA).

Rubio (2006, p.37), ao abordar metodologias para rebaixamento do freático considera que,

... os aquíferos nos ambientes da mineração, são semelhantes àqueles que, em muitas ocasiões, são objeto de bombeamento para atender as demandas de água para o abastecimento urbano, agrícola e industrial. Quando isso acontece, é necessário empregar a técnica de drenagem preventiva em avanço (DPA) que, de uma forma bem simplificada, consiste em se extrair água do aquífero em setores afastados a uma certa distância da lavra, de maneira que essas águas não sejam afetadas pela operação da mina.... Dessa forma, consegue-se o duplo objetivo de rebaixar o nível piezométrico abaixo das cotas da frente de lavra, podendo-se obter, ao mesmo tempo, uma água ótima para atender às demandas das operações de mineração e o abastecimento de quaisquer tipos.

Essa preocupação com a qualidade das águas não tem sido comum na mineração praticada em Lagamar. Especificamente no Estado de Minas Gerais, não tem sido habituais tais procedimentos. Uma parte muito significativa das atividades minerárias está em operação sem que tenha sequer dado entrada em seus processos para obtenção de outorga. O caso de Lagamar, onde se situa a Empresa Galvani, verifica-se que a outorga deve ser expedida pela Agência Nacional de Águas tendo em vista que o Rio Paranaíba é rio de domínio da União. Mas, ocorre que as aberturas das Cavas A, B e C na atividade mineradora alcançaram as águas de profundidade, cujo domínio pertence ao Estado de Minas Gerais. Isso significa que, no caso da Empresa Galvani, em Lagamar há necessidade de ser tratado o assunto da outorga para uso de água nos âmbitos Federal e Estadual. Contudo, não é possível atentar apenas para a captação das águas, sendo indispensável a verificação dos lançamentos que sejam efetuados após o processamento dos minérios e de seus rejeitos. Se há irregularidade na atividade minerária, há também a omissão dos órgãos responsáveis pela fiscalização após a emissão dessas outorgas.

## **IMAGINÁRIO POPULAR QUANTO À ATIVIDADE MINERÁRIA**

Há muitas limitações na abordagem do desenvolvimento com sustentabilidade, em municípios que construíram poucas alternativas econômicas, ou que não aproveitaram adequadamente as experiências locais. Isso acontece, especialmente, quando o município possui riquezas minerais para ser exploradas. Há municípios que pela disponibilidade mineral vão em busca de empresas que desenvolvam a exploração, ainda que isso traga graves impactos ambientais em seus territórios.

Contíguo a Lagamar, localiza-se o município de Vazante, onde o Grupo Votorantin, pela empresa Mineira, efetua a extração de zinco. A reflexão de Assis (2002, p. 15) demonstra alguns aspectos da simbologia que é introduzida no imaginário dos habitantes locais,

A Mineira tem cerca de 250 empregados diretos, o que, para um município de 20 mil habitantes, constitui fonte considerável de trabalho remunerado. A empresa é o maior contribuinte de imposto municipal. Uma eventual paralisação das atividades da Mineira levaria o Município a uma situação próxima da falência. A Mineira, naturalmente, se aproveita disso para ignorar a legislação e contornar os princípios de preservação do meio ambiente, arrastando indefinidamente processos e autuações por parte de órgãos de controle ambiental, e ameaçando com processos

na Justiça os poucos que se atrevem a denunciá-la.

Pela abordagem do autor citado, na situação vigente em Vazante há convivência dos órgãos ambientais em conjunto com a Prefeitura, para proteger a empresa que gera emprego e renda no município. A dependência econômica em relação à atividade da empresa faz com que a sustentabilidade ambiental seja levada para segundo plano. A ideia que fica explícita é que ou se depreda sem controle o meio ambiente ou não há possibilidade de gerar emprego, renda e impostos municipais.

Essa também é a concepção do atual Secretário de Meio Ambiente de Lagamar, que já foi vice-prefeito por dois mandatos. Respondendo à entrevista efetuada nesta pesquisa, foram coletadas as seguintes afirmações, demonstrando a importância econômica da mineradora Galvani, no município de Lagamar,

Sem dúvida que foi muito importante a chegada da mineradora Galvani que comprou a empresa Trevo. Ela ampliou a produção gerando mais empregos e renda. Atualmente o município arrecada o CFEM<sup>37</sup> que dá impulso aos investimentos do município. Muitos habitantes de Lagamar compraram suas carretas para transportar o minério, a mão-de-obra foi qualificada e com isso veio a melhora das rodovias.

Quando se referiu ao tema ambiental, o Secretário argumentou: “A Galvani é uma empresa responsável, legalmente licenciada e vai fazer a recuperação da área como está em seu PCA<sup>38</sup>”.

Tais afirmações oferecem pouca importância para as cubagens divulgadas pela direção da empresa, que considera o fosfato disponível, capaz de permitir lavra por mais cinco (5) anos, mesmo que em seu PCA tenha proposto a continuidade de suas atividades por um período de mais três (3) anos. Com isso, as análises obtidas em Lagamar demonstram a preocupação com o esgotamento do minério, o que deverá gerar desemprego e redução significativa nas receitas do município. Concepção reforçada nos discursos das autoridades municipais e estaduais que não trabalharam no sentido de construir com a população um projeto alternativo, mapeando as demais possibilidades econômicas e sociais. Neste momento, a preocupação é essencialmente voltada para preservar a atividade mineradora envolvendo a empresa Galvani, que é sua segunda maior fonte de empregos.

Como o argumento dos agentes políticos locais é de que a economia de Lagamar se sustenta fortemente nas atividades minerárias da empresa Galvani, já passou o tempo de que as comunidades locais e suas autoridades se dediquem à construção de um projeto para diversificação nos processos de geração de emprego, renda e arrecadação de tributos municipais. E isso é necessário, tanto para a economia local quanto para a sustentabilidade ambiental do território severamente depredado, principalmente quando a própria empresa afirma que suas atividades estão limitadas pelo tempo e pela exaustão dos minérios.

## **CONSIDERAÇÕES**

As observações de campo e a experiência em Lagamar demonstram que há impactos ambientais importantes, resultantes das atividades minerárias da Empresa Galvani. Ficam afetados os componentes da natureza relacionados ao relevo, a atmosfera, as biodiversidades, bem como há uma deterioração na qualidade de vida das pessoas. O próprio relatório do Plano de Controle Ambiental (PCA) demonstra que os impactos produzidos necessitam de correções e de compensações ambientais. Alguns desses impactos poderiam ter sido tratados como medidas preventivas, como é o caso das influências diretas sobre os rebaixamentos de aquíferos e bombeamento para outras cavas, conforme ANA, (2006, p. 47). Se o Projeto de Lavra e o PCA não contemplam essas medidas mais compatíveis com os níveis do desenvolvimento tecnológico, caberia aos órgãos gestores fazer as exigências.

Embora esses elementos sejam explícitos, há uma tendência de que habitantes de Lagamar se

---

37 Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais.

38 Conteúdo apresentado no Plano de Controle Ambiental (PCA)

conformem com a situação, tendo em vista o que é entendido como benefícios econômicos que são trazidos em curto prazo no trabalho assalariado, geração de renda e na arrecadação de tributos municipais.

Não são manifestadas ações das administrações do Estado de Minas Gerais e da municipalidade, para minimizar os impactos ambientais e suas consequências para a saúde pública. Mesmo que a empresa Galvani tenha apresentado as informações de que a vida útil do empreendimento seja de 3 ou de 5 anos, não há explícito um plano para superar as demandas que foram criadas com sua instalação. Em outras palavras, como ficará a população que atualmente depende da mineradora, após o esgotamento de suas atividades locais? E, para as depredações ambientais promovidas, qual será o plano de restauração das áreas afetadas? Quais são os verdadeiros motivos que levam os poderes constituídos à inércia e omissão?

No Plano de Controle Ambiental algumas das medidas consideradas como compensatórias não passam de ações indispensáveis para a própria execução de suas atividades, devidamente previstas na legislação. Plantar vegetação em áreas que foram afetadas nos processos de lavra não pode ser considerado medida compensatória. Significa que a Empresa não está atendendo as necessidades da compensação pelos enormes impactos ambientais negativos que produz em suas atividades.

Também, não são apresentadas medidas compatíveis e adequadas para atender os impactos produzidos nas biodiversidades.

Com todos estes elementos, pode-se dizer que a outorga para uso da água foi parcialmente expedida pela ANA, tratando-se exclusivamente de águas de domínio da União. Quanto à abordagem das águas subterrâneas, de domínio do Estado de Minas Gerais, não há referências. Mesmo com a outorga parcial não existem adequações no uso da água. O fato de haver outorga não significa que o empreendimento possa agir com a água, exclusivamente, conforme seu interesse. Deve utilizar metodologia e técnicas compatíveis com o bom uso da água, dentro dos limites da Lei. Isso não ocorrendo, caberá aos órgãos de fiscalização demonstrar que toda outorga é precária e pode ser suspensa e, em último caso, cancelada definitivamente.

## **BIBLIOGRAFIA**

- AB'SABER, A. N. Os domínios de natureza no Brasil – potencialidades paisagísticas. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.
- ANA. Agência Nacional de Águas. A gestão dos recursos hídricos e a mineração. Agência Nacional de Águas, Coordenação-Geral das Assessorias; Instituto Nacional de Mineração: (org.). DOMINGUES, A. F.; BOSON, P. H. G.; ALÍPAZ, S. Brasília, 2006.
- ASSIS, J. C. Crateras da Cobiça. Um desastre ambiental provocado pela mineração subterrânea de zinco em Vazante, MG. Rio de Janeiro: Editora Mecs, 2002.
- AMNOR. Associação Mineira dos Municípios do Noroeste de Minas. 2004. Disponível em: <https://amnor.org.br/amnor/>.
- BRASIL. Constituição. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Centro Gráfico do Senado Federal, 1988.
- CERH. Conselho Estadual de Recursos Hídricos. Deliberação Normativa n. 27 de julho de 2011.
- CERH. Conselho Estadual de Recursos Hídricos. Resolução 29 de dezembro de 2002.
- FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. As regiões de Minas Gerais e sua inserção no planejamento nacional. Belo Horizonte: FJP, 1995.
- GEOECONÔMICA. Plano de Controle Ambiental –PCA – Galvani Indústria Comércio e Serviço Ltda. Lagamar, 2004.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Agropecuário 2006. Resultados preliminares. Rio de Janeiro: IBGE, 2007.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Populacional 2010. Rio de Janeiro: IBGE, 2011.
- LAGAMAR. Lei Orgânica do Município de Lagamar, promulgada em 30/6/1996. 2 ed. 1996.
- MME. Ministério das Minas e Energia. Plano Nacional de Mineração 2030 (PNM – 2030). Brasília: MME, 2010
- RUBIO, F. R. A Gestão dos Recursos Hídricos e a Mineração: visão internacional. In: A Gestão dos Recursos Hídricos e a Mineração. Agência Nacional de Águas. Coordenação-Geral das Assessorias; Instituto Brasileiro de Mineração. DOMINGUES, A. F.; BOSON, P. H. G.; ALÍPAZ, S. (orgs). Brasília, 2006, p.21 e 37.

# ANÁLISE DE IMPACTOS DO GEOTURISMO NAS ÁGUAS DO POLO TURÍSTICO DE SÃO LOURENÇO, MT



Larissa Marques B. de Araújo  
Antonio Misson Godoy  
Laís Paciência Godoy  
Marília Inês Mendes Barbosa

## **INTRODUÇÃO**

Em nossa sociedade ao longo do tempo ouvimos muito falar sobre a questão da água, sendo comum ouvirmos a frase: 'Água é vida' e mesmo assim por várias décadas a ideia de abundância serviu como suporte à cultura do desperdício da água disponível, a sua desvalorização como recurso natural e ao adiamento dos investimentos necessários à otimização de seu uso e gerenciamento. Com o acelerado crescimento populacional, o aumento localizado de demanda, a partir da intensa urbanização, industrialização e expansão agrícola, da degradação da qualidade das águas e, a má utilização destes recursos vem ocasionando, em várias regiões, problemas de escassez e/ou uma redução substancial deste importante bem mineral.

A água representa um bem global fundamental à vida, configurando elemento insubstituível nas diversas atividades humanas, além de manter o equilíbrio do meio ambiente, portanto, deve ser tratado como tal. Através das técnicas e métodos para aquisição de informações sobre os fatos decorrentes do uso dos recursos hídricos, torna-se possível avaliar e gerenciar tais informações, de forma que possibilitem orientar e fomentar sua exploração racional dirigida como consequência, assim permitindo a criação e o desenvolvimento de hotéis, pousadas, balneários e indústrias melhor integrados e respeitando o meio ambiente.

A partir dos princípios do ecoturismo e geoturismo é que este trabalho se posiciona, visando à obtenção das informações de apoio direcionadas ao turismo consciente associado aos recursos hídricos. Informações estas, que possam contribuir efetivamente para a identificação dos impactos do uso público para os diversos atrativos turísticos, sendo apresentado um exemplo aplicado na região do Polo Turístico das Águas Superficiais, Minerais e Termiais de São Lourenço – MT, localizado na região sudeste do Estado de Mato Grosso, região de São Vicente, Jaciara, Juscimeira e municípios no seu entorno.

O circuito das águas do Polo Turístico das Águas de São Lourenço é constituído pelas águas termais e os recursos hídricos, localizados principalmente na Bacia Hidrográfica do Rio São Lourenço, além das ocorrências fontes de Poxoréo e Primavera do Leste, e das fontes associadas ao Batólito Granítico de São Vicente. A área estudada está localizada na região centro-oeste do Brasil, região sudeste do Estado de Mato Grosso, a 150 km de Cuiabá. Geograficamente, a área enquadra-se na mesorregião 130, microrregião 538 – Rondonópolis.

A área chamou a atenção inicialmente pelas características geológicas e hídricas da região, pois estas contribuíram com a ocorrência de hidrotermalismo, confinado aos sedimentos arenosos da Formação Furnas que posteriormente moldaram as feições geomorfológicas exuberantes registradas pela presença de grandiosas serras e profundas cavernas escavadas nas rochas.

Os variados recursos hídricos superficiais da região resultam em inúmeras cachoeiras e corredeiras, com imensas possibilidades para a prática do turismo, geoturismo e ecoturismo.

O turismo na região ocorreu, na última década, como um grande elemento de modificação, aumentando o fluxo de pessoas, trazendo novos empreendimentos e construções ligados ao setor das águas minerais e termais, culminando na geração de emprego e renda para a população local, o que não deixa de trazer os impactos positivos e negativos associados.

As águas termais e os recursos hídricos superficiais e profundos do circuito do Polo Turístico das Águas de São Lourenço estão situados principalmente na localidade de São Vicente e na Bacia Hidrográfica do Rio São Lourenço (Figura 1).

A partir destas informações, será possível promover, gerir e reconhecer novas propostas/possibilidade de melhorar o uso e possíveis adequações das atrações turísticas locais e regionais, permitindo intensificar todas as etapas de desenvolvimento do potencial turístico como um empreendimento que envolva toda a sociedade daquela região, abordando desde o reconhecimento das atrações, passando pelos vários sistemas administrativos, socioeconômicos e de legislação associados ao tema. A partir destas informações será possível desenvolver um turismo integrado a um sistema de aproveitamento das águas minerais e termais. Mas, para que se atinja esse ideal é fundamental que haja organização, infraestrutura adequada, educação aos visitantes e conscientização de todos para a importância de se manter os níveis sustentáveis de uso dos espaços naturais, bem como mecanismos de redução de impactos ambientais.

A aplicação dos princípios orientadores das informações das águas deverá ordenar seu uso múltiplo e possibilitar sua preservação para as futuras gerações, minimizando e evitando os problemas decorrentes da escassez e da poluição dos cursos de água, os quais afetam e comprometem os usos dos recursos hídricos.

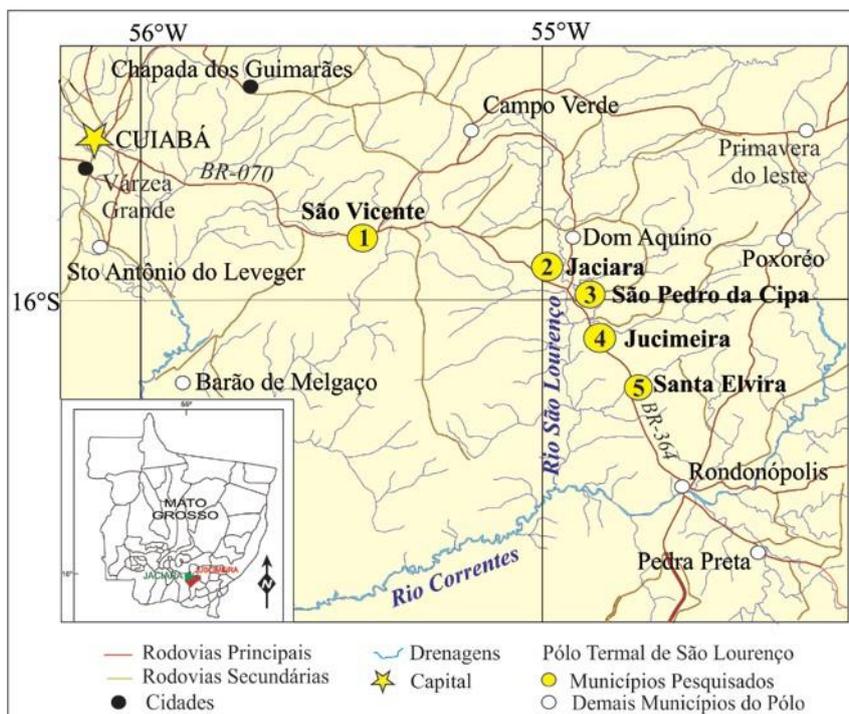


Figura 1. Mapa de drenagem, de localização e de via de acesso à região do Polo Termal de São Lourenço, sudeste do Estado de Mato Grosso.

Fonte: Lacerda et al. (2004).

Deste modo, o presente trabalho contribuirá para a conscientização e o maior envolvimento da sociedade nos debates e processos decisórios relativos à gestão dos recursos hídricos desta estância hidromineral, onde os municípios sobrevivem economicamente da atividade turística, que depende da infiltração da água da chuva para renovação do principal produto dos municípios, o manancial superficial e termal.

## HISTÓRICO DAS ÁGUAS TERMAIS

As primeiras referências sobre as fontes termais do Estado de Mato Grosso, as “Fontes Termais de Palmeiras”, que se encontram situadas no Granito São Vicente, próximo à Fazenda Palmeiras, à margem e no leito do córrego dos Veados ou Águas Quentes foram descritas pelo Instituto Histórico e Geográfico do Rio de Janeiro em publicações de 1826 (CORRÊA NETTO, 1920).

No texto do “Annaes Brasilienses de Medicina”, publicado em 1852 (CORRÊA NETTO, 1920), foram descritas para o Estado do Mato Grosso, as ocorrências de águas termais e, que as suas nascentes estão associadas a granitos grossos do sudoeste do batólito granítico São Vicente, entre os morros da Bocaina, no pantanal de Mimoso, município de Santo Antônio de Laverger e foram denominadas de as “Fontes Thermaes da Bahia do Frade”.

Em 1913, foram publicados no livro “Twentieth Century Impressions of Brazil” alguns dados sobre a fonte Termal do Frade (CORRÊA NETTO, 1920). As águas termais identificadas como “Fontes Thermaes de S. Lourenço” foram estudadas inicialmente em 1907 pela Comissão Rondon.

Em 1917, o Coronel Rondon conseguiu reconhecer na região as seguintes fontes: Fontes Thermaes do S. Lourenço; Fontes Thermaes do Bahia do Frade; Fontes Thermaes de Palmeiras (CORRÊA NETTO, 1920).

Somente em 1920, na publicação no 61 “Agua Thermaes de Mato-Grosso”, as fontes da fazenda Palmeiras foram referenciadas em número de 11 fontes termais, que passaram a ser conhecidas como “Fontes Termais de Águas Quentes (Palmeiras), sendo as três principais designadas de Paulista, do Feio e Dom Aquino (CORRÊA NETTO, 1920).

Deve-se a Corrêa Netto (1946) a publicação com a integração final dos dados até então obtidos de artigo denominado “Águas Termais de Mato Grosso, com estudo in loco das fontes de Palmeiras e Bahia do Frade”.

O Projeto Águas Quentes (CPRM, 1973) constitui o primeiro trabalho de cunho geológico no balneário de São Vicente, município de Santo Antônio do Leverger. A partir de 1980, novas pesquisas foram realizadas nas fontes termais de Juscimeira (FEMA, 1997; EMBRATUR, 2008). Recentemente, trabalhos de cunho geológicos e hídricos em referência a estas áreas devem-se a Abreu Filho e Thomé Filho (2000), Lacerda Filho et al. (2004), Migliorini (1999), Migliorini et al. (2006), Godoy (2014) e Godoy et al. (2016, 2017).

## **ECOTURISMO/GEOTURISMO**

O conceito mais usado foi definido pela EMBRATUR (2008), e diz que o Ecoturismo é um segmento da atividade turística que utiliza de forma sustentável o patrimônio natural ou cultural, incentiva sua conservação e busca a formatação de uma consciência ambientalista, promovendo o bem-estar das populações. Já o termo geoturismo passou a ser amplamente divulgado a partir da década de 1990, após a publicação de trabalhos do pesquisador inglês Thomas Hose em uma revista científica de interpretação ambiental, que o definiu como sendo: a “atividade de prover subsídios que possibilitem aos turistas adquirir o conhecimento necessário para compreender a geologia e geomorfologia de um local, além da apreciação de sua beleza cênica”.

Segundo *The International Ecotourism Society* (TIES, 2005), considera-se ecoturismo como: “a viagem responsável para áreas naturais que conservem o ambiente e melhorem o bem-estar das populações locais” e que permitam criar condições que fomentem a sustentabilidade, incluindo o homem e suas ações como delimitadoras de ações sustentáveis.

Sardinha et al. (2007) entendem o turismo ecológico/rural como um segmento da atividade turística que utiliza o patrimônio natural e cultural de forma responsável, incentiva sua conservação e busca a formação de uma consciência ambientalista da população envolvida.

Portanto, o ecoturismo seria toda a atividade turística realizada em área natural com o objetivo de observação/contemplação, conhecimento e contato com paisagens, atrações ambientais envolvendo uso de água e elementos bióticos da flora e fauna, bem como dos aspectos cênicos, com ou sem sentido de aventura, prática de esportes e realização de pesquisas científicas.

Entretanto, esse conceito mostra-se parcialmente limitado por não incluir as ações e interferências antrópicas no meio visitado, pois com a crescente busca pela sustentabilidade, se exige incluir e limitar os efeitos desta no meio visitado.

Assim, Dowling (2008) considera o prefixo “geo” uma referência à geologia e geomorfologia assim como a todos os elementos que compõem a geodiversidade, valorizando todos os processos que originam e modelam estes elementos. Ainda segundo este autor, o geoturismo é considerado um subsegmento do ecoturismo.

Hose (2000) propôs ajustes no conceito de geoturismo, alterando sua definição para: “a provisão de serviços e facilidades interpretativas que permitam aos turistas adquirirem conhecimento e entendimento sobre a geologia e geomorfologia de um sítio (incluindo sua contribuição para o desenvolvimento das Ciências da Terra), além da mera apreciação estética (HOSE, 2008, p.221) como atividade está pautada em três princípios fundamentais: base no patrimônio geológico, sustentabilidade e na informação geológica”.

A *Travel Industry Association of America* (TIAA, 2003) definiu geoturismo como o “turismo que se apoia ou valoriza as características geográficas do lugar em foco, incluindo-se o meio ambiente, cultura local, a herança estética e o bem-estar da população local”.

## **IMPACTO AMBIENTAL NOS ATRATIVOS TURÍSTICOS**

Com relação ao termo impacto ambiental, vale destacar o Artigo 1º da Resolução CONAMA nº 1 (CONAMA, 1986), que define impacto como a alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, provocada por qualquer forma de matéria ou energia, resultante direta ou indiretamente de atividades humanas e que afetem: a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota e a qualidade dos recursos ambientais e as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente.

De acordo, com a Resolução CONAMA nº 237 (CONAMA, 1997), as atividades turísticas devem possuir as devidas licenças ambientais prévia, de instalação e de operação, pois elas podem gerar impactos ambientais devido ao tamanho do empreendimento.

Com relação aos impactos ocorridos pelo uso e ocupação dos solos, a área afetada pela exploração turística pode, muitas vezes, apresentar sérios problemas, segundo Jones (1993), Cole (1993) e Magro (1999; 2001).

Segundo Kuss et al. (1990) e Midaglia (1994), nos recursos hídrico, os impactos mais comuns são apresentados pelo consumo não sustentável da água e, a contaminação dos mananciais e aquíferos por despejos de efluentes domésticos sem o prévio tratamento.

Segundo, Cole (1993) e Hammitt e Cole (1998) a fauna, flora e ecossistemas também são os que sofrem impactos devido às atividades turísticas, provocando, na maioria das vezes, a eliminação ou a modificação da cobertura vegetal da região, afetando ambientes frágeis e causando a fragmentação da vegetação nativa, dificultando a reprodução dos animais e vegetais com a eliminação do ecossistema encontrado na região.

Dentre os impactos positivos, além daqueles de ordem econômica (empregos, impostos, taxas e consumo), têm sido destacados, também, a criação de programas de proteção à fauna e à flora, campanhas preservacionistas, fiscalização do uso turístico e os guias dos passeios turísticos são na maioria atividades praticadas pelas comunidades receptoras (RUSCHMANN, 2002).

A partir da década de 70, muitos métodos foram utilizados para avaliar e quantificar os impactos provenientes das atividades turísticas relacionadas aos atrativos turísticos naturais de uma região: LAC - Limits of Acceptable Change (STANKEY et al., 1985), VIM - Visitor Impact Management (GRAEFE et al., 1990), Capacidade de Carga (CIFUENTES, 1992), PER - Pressão- Estado-Resposta (OECD, 1994) e VERP- Visitor Experience and resource Protection (NPS, 1995).

Turístico das Águas de São Lourenço estão situados principalmente na localidade de São Vicente e na Bacia Hidrográfica do Rio São Lourenço (Figura 1). A região principal das ocorrências estudadas localiza-se nos municípios de (1) Santo Antonio do Leverger, (distrito de São Vicente), (2) Jaciara, (3) São Pedro da Cipa e (4) Juscimeira, (5) distrito de Santa Elvira. Os municípios são cortados pela BR-364 entre as cidades de Cuiabá e Rondonópolis e a BR 070 entre São Vicente e Primavera do Oeste.

## **MÉTODO DE ESTUDO**

A elaboração das informações de apoio ao Geoturismo teve como enfoque aspectos relacionados ao tema e deverão conter informações abrangentes e atualizadas sobre a região, quanto aos aspectos geológicos, geomorfológicos, hidrogeológicos e ocupacionais da região relacionadas aos atrativos turísticos.

As fases da pesquisa envolveram grande número de informações:

- Identificação, resgate e compilação das informações existentes voltadas para destacar as particularidades da geologia, hidrogeologia, geomorfologia e características turísticas da área;
- Preparação de bases cartográficas para elaboração de mapas temáticos (topográficos, geológicos, hidrológicos, etc.);
- O levantamento de todos os dados hidrológicos dos municípios e o cadastramento dos poços regularizados foram obtidos a partir dos trabalhos de campo, em nível municipal, estadual e particulares, além de dados obtidos a partir do banco de dados SIAGAS-CPRM da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (SIAGAS, 2013);
- Os trabalhos em campo foram feitos no reconhecimento e descrição sempre georreferenciadas dos afloramentos geológicos, dos tipos litológicos presentes, solos, águas e da geomorfologia local, baseada na descrição da paisagem e na caracterização de áreas turísticas;
- Para a avaliação dos impactos ambientais, adotou-se o método VIM – *Visitor Impact Management* (GRAEFE et al., 1990), que representa uma metodologia de gerenciamento projetada para a identificação e controle do impacto previsto de turistas em um dado atrativo.
- O método VIM já foi utilizado nos parques nacionais do Iguazu (PR) e Itatiaia (RJ/MG/SP), no Parque Estadual Intervales (SP) (MAGRO, 1999; 2001), no Município de Altinópolis (SP) (SARDINHA et al., 2007), no município de Rifaina (ZANFELICE et al., 2009) e, até mesmo em propriedades particulares (FREIXÊDAS-VIEIRA et al., 2000).

As etapas do método VIM (GRAEFE et al., 1990) desenvolvida neste trabalho, encontram-se resumidas em oito etapas segundo Sardinha et al. (2007) e, serão aplicadas e apresentadas da seguinte maneira: 1. Pré-avaliação e revisão de informações; 2. Revisão dos objetivos de manejo; 3. Seleção dos indicadores de impacto; 4. Seleção de pesos para os indicadores de impacto; 5. Avaliação de condições

existentes; 6. Identificação das causas prováveis dos impactos; 7. Identificação das estratégias de manejo e 8. Monitoramento.

Tais etapas foram aplicadas em todos os atrativos turísticos listados: *rafting* (A); cachoeira da Fumaça (B), cachoeira da Mulata (C), cachoeira do Canal (D), cachoeira Saia Branca (E), cachoeira do Bambu (F), gruta de Inscrições Rupestre (G), cachoeira do Prata (H); cachoeira do Bispo (I) (Tabela 1).

- Para avaliação e quantificação dos impactos provenientes das atividades turísticas, relacionadas aos atrativos turísticos naturais também foi utilizado o modelo PER (Pressão-Estado- Resposta) proposto pela OECD (1994), aplicado aos resultados obtidos das etapas seis e sete da aplicação do Método Vim, que obtiveram alto a preocupante impacto ambiental para as atividades analisadas.

As cinco etapas iniciais propiciam a identificação do problema e suas condições e se baseiam no levantamento de todas as informações técnicas pertinentes à área estudada e seus atrativos, incluindo os objetivos do uso atual desses atrativos.

Destas cinco etapas iniciais, na terceira etapa, procedeu-se à seleção de indicadores buscando a identificação dos problemas relevantes, assim como o levantamento de fatores que refletiam os impactos no ambiente de estudo e, na quarta etapa referiu-se à definição de pesos (padrões) para cada impacto no entorno dos atrativos turísticos. Foi utilizado um questionário de campo e os valores atribuídos aos indicadores biofísicos avaliados em cada atrativo (Tabela 1).

A etapa seis tem como objetivo a determinação das prováveis causas dos problemas diagnosticados e, as etapas sete e oito trataram da seleção de possíveis estratégias de controle e/ou redução dos impactos (FREIXÊDAS-VIEIRA et al., 2000).

Tabela 1. Modelo de ficha de campo com indicadores biofísicos de impactos ambientais e seus respectivos pesos e valores atribuídos aos indicadores biofísicos avaliados em cada atrativo

Indicadores Biofísicos		Peso	Indicadores Biofísicos		Peso
<b>Cobertura Vegetal</b>			<b>Erosão</b>		
Sem Vegetação		0	Boçoroca		0
Vegetação Rasteira		1	Ravina		1
Vegetação Arbustiva		2	Sulco		2
Vegetação Arbórea		3	Sem Erosão		3
<b>Fauna No Entorno</b>			<b>Risco a Saúde</b>		
Ausência		0	Acidente Fatal		0
Pouca Presença		1	Acidente Traumático		1
Moderada Presença		2	Acidente Leve		2
Muita Presença		3	Sem Risco Associado		3
<b>Lixo no Entorno</b>			<b>Impacto Sonoro</b>		
Muito Lixo		0	Grande		0
Pouco Lixo		1	Média		1
Lixo Em Latões		2	Pequena		2
Sem Lixo		3	Ausente		3
<b>Saneamento</b>			<b>Danos no Atrativo</b>		
Esgoto		0	Vandalismo		0
Fossa		1	Danos No Entorno		1
Dejetos		2	Inscrições		2
Ausente		3	Sem Danos		3
<b>Total de Pontos</b>					
<b>Intervalo de Valores</b>			<b>Classificação dos Impactos</b>		
24 - 19			Pouco Impacto		
18 - 13			Impacto Moderado		
#####			Impacto Alto		
6 - 0			Impacto Preocupante		

Fonte: Sardinha et al. (2007).

## ASPECTOS FÍSICOS DA REGIÃO

### Aspectos geomorfológicos

As localidades de São Vicente, Jaciara e Juscimeira encontram-se inseridas quase que totalmente na unidade do Planalto da Bacia Sedimentar do Paraná, que na área é representado pelo Planalto dos Guimarães e Planalto dos Alcantilados. O Planalto dos Guimarães situa-se entre as cotas mais elevadas e caracteriza-se pela suavidade do modelado, predominando as amplas formas de topos tabulares e bordas marcadas por escarpas erosivas (Figura 2).

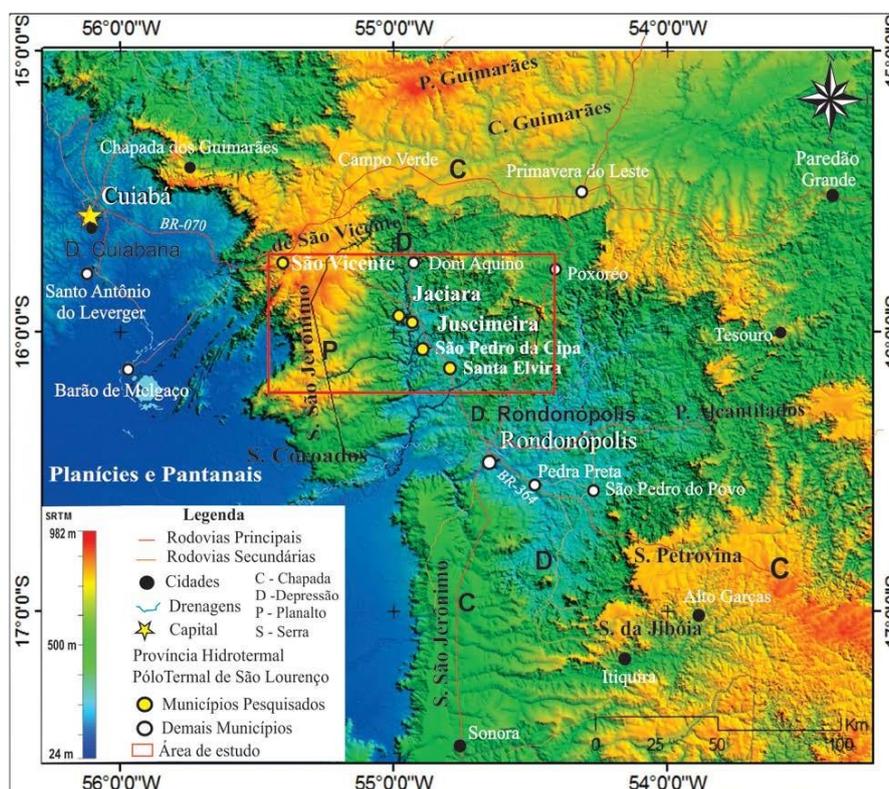


Figura 2. Imagem do relevo da região da Depressão de Rondonópolis coletados pelo sensor *Shuttle Radar Topography Mission* – SRTM.

A borda oeste da área constitui um fronte de cuesta, fortemente dissecado das serras dos Coroados ou São Jerônimo expondo as rochas sedimentares da Bacia do Paraná (formações Furnas e Ponta Grossa), rochas epimetamórficas do Grupo Cuiabá da Faixa de Dobramento Paraguai, o Granito São Vicente, definindo o Planalto Arruda – Mutum e, nas regiões baixadas, expõem-se os sedimentos da Bacia do Pantanal (Planícies e Pantanaís Matogrossense).

As serras dos Coroados ou São Jerônimo definem uma feição elevada plana e em ativa fase de dissecação, onde os chapadões constituem os representantes remanescentes de sedimentos da Formação Cachoeirinha e sedimentos cenozoicos indiferenciados e, constituindo em uma área de grande importância para manutenção e infiltração de águas para os aquíferos.

A oeste do município, margeando o rio São Lourenço encontram-se escarpas íngremes do arenito Furnas, resultantes de tectonismo de gravidade associado a processos erosivos e constituem a depressão do rio, que expõem as rochas da Bacia do Paraná (formações Furnas e Ponta Grossa).

A região centro-leste da área está posicionada geomorfológicamente na unidade conhecida por Planalto dos Alcantilados que é constituído por um conjunto de topografia muito dissecada, formada por relevos recortados por escarpas e relevos residuais com vertentes abruptas, elaborado em litologias sedimentares das formações Aquidauana e Ponta Grossa. A área foi fortemente influenciada pela tectônica, o que originou patamares estruturais posicionados em diferentes níveis altimétricos e escarpas associadas às linhas de falha.

A Depressão de Rondonópolis corresponde a uma área situada abaixo da cota de 300 m caracterizada pela bacia do Alto Rio São Lourenço e constitui um subcompartimento elaborado nos

arenitos da Formação Aquidauana, associado com as áreas de maior aprofundamento da drenagem que entalham os arenitos da Formação Ponta Grossa e Furnas, resultado de escavação do médio e baixo curso dos rios São Lourenço e seus afluentes.

### Aspectos geológicos

As unidades geológicas mais antigas da área são as rochas do Grupo Cuiabá e acham-se distribuídas na área na borda oeste da escarpa da serra de São Jerônimo, nas serras de Barão de Melgaço, Bocaina e São Vicente, ocupando uma faixa estreita e descontínua sustentadas predominantemente por metarenitos e metarcóseos, filitos, ardósias e xistos.

Na serra de São Vicente associa-se o Batólito Granítico Neoproterozóico São Vicente com uma área aflorante de 437 km<sup>2</sup> constituído por biotita granitos e muscovita-biotita granitos, isotrópicos, inequigranulares e porfiríticos, localmente cataclástico, intrudido por inúmeros diques e veios aplíticos e/ou pegmatóides. A oeste do batólito entre os morros da Bocaina, no pantanal de Mimoso, município de Santo Antônio de Laverger ocorrem as águas denominadas as “Fontes Thermaes da Bahia do Frade”. Na parte central do Granito São Vicente, os biotitas granitos são cortados por grandes diques graníticos microporfiríticos aos quais estão associadas às águas denominadas de “Fontes Termas de Palmeiras” que acompanham o córrego das Águas Quentes.

A sudeste do corpo granítico situam-se ocorrências de águas termais de São Lourenço constituída por rochas sedimentares da Bacia do Paraná, principalmente apresentando composições arenosas, aflorando as formações Furnas e Ponta Grossa e Aquidauana, além de rochas terciárias da Formação Cachoeirinha e coberturas cenozoicas.

O conjunto de rochas sedimentares que afloram na área apresenta-se sub-horizontalizado, localmente basculado pela ação de falhamentos gravitacionais. Na área das Serra dos Coroados e São Jerônimo dominam nas partes mais elevadas os sedimentos Aquidauana e sobreposto às rochas da Formação Cachoeirinha.

A região a leste das serras é dominada por um planalto rebaixado formado pela depressão no vale do rio São Lourenço, que expõem principalmente as rochas da Bacia do Paraná (formações Furnas, Ponta Grossa) (Figura 3).

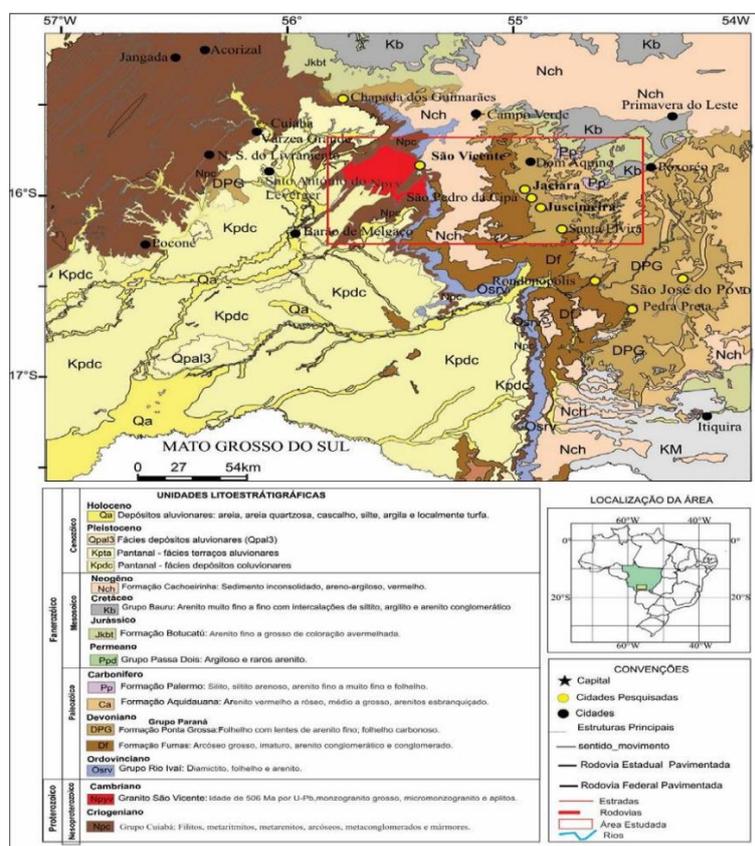


Figura 3. Mapa geológico regional da região do Polo Turístico de São Lourenço e seu entorno.

## **Aspectos estruturais**

O arcabouço geotectônico da região passa necessariamente pela evolução da granitogênese e a estrutural neoproterozoica da Faixa de Dobramento Paraguai. A implantação da Bacia do Paraná deu-se na forma de depressões alongadas na direção NE-SW, segundo a estruturação do substrato pré-cambriano e apresentando estruturas reflexas ou reativações de antigas estruturas das rochas do embasamento: as oriundas do sul (NNE-SSW) são impostas pela orientação da Zona de Cisalhamento Sul Matogrossense, observada nesta direção pelo forte controle do rio São Lourenço e da serra São Jerônimo.

Nesta região, e intensificando para norte, impõem-se novas estruturas que se infletem para ENE-WSW, pela vergência de uma nova direção de deformação que corresponderia ao falhamento de Jaciara de direção NE-SW (Lineamento Transbrasiliano) que seria expresso principalmente no rompimento da serra do São Jerônimo, a norte e da serra de Campo Grande– Maracaju, a sul, observada na região da serra do Coroado. Portanto, estas direções secundárias coincidem com os principais falhamentos, onde controlam afluentes da bacia do rio São Lourenço. Estes fatores estruturais, regiões de flexuras e fraturamentos devidos a movimentos da crosta e associação de falhas e fraturas abertas em profundidade de abrangência regional de direção NE- SW, exercem forte controle no termalismo e resultam no aumento do grau geotérmico regional.

## **Aspectos geofísicos**

Na área nordeste foi identificada a existência de anomalias gravimétricas coincidindo em áreas de manifestações geotermiais, cujos significados exigem estudos mais específicos, mas abordados aqui como um processo que contribui com as manifestações geotermiais.

O mapa gravimétrico com Anomalia Bouguer obtido a partir do mapa geológico do estado de Mato Grosso (LACERDA et al., 2006). Nota-se que são expressivas anomalias gravimétricas observadas na área de dobramentos e do entorno do granito Brasileiro São Vicente em comparação àquelas fortemente negativas na área cratônica da bacia, definindo a região do Arco Estrutural de São Vicente, portanto uma maior abrangência deste conjunto de rochas graníticas em subsuperfície e consequentemente um maior fluxo térmico presente da área.

## **Aspectos hidrogeológicos**

A Bacia do Paraná é de grande importância para o armazenamento e exploração de água subterrânea e é ainda responsável pelo turismo hidrotermal no qual se destacam os municípios de Jaciara e Juscimeira. As rochas sedimentares da Bacia Sedimentar do Paraná que afloram na área constituem aquíferos principais como: a Formação Furnas, Formação Ponta Grossa e sobreposta a estas unidades, encontram-se as rochas da Formação Aquidauana (SIAGAS, 2013). O Aquífero Furnas corresponde à unidade basal da Bacia Sedimentar do Paraná e possui excelentes condições de armazenamento e circulação das águas subterrâneas por apresentar porosidade, fraturamento e uma boa extensão. Os sedimentos da Formação Furnas apresentam boas vazões como um aquífero do tipo livre. Em condições de aquífero do tipo confinado de extensão regional, recobertos pelas rochas de Formação Ponta Grossa, constituem uma unidade aquífera de expressão e altas vazões, além de artesianismo e termalismo, pois mantém toda sua espessura preservada, tornando-a o principal reservatório de água subterrânea da região.

O Aquífero Ponta Grossa é do tipo livre em meio poroso, de extensão localizada e não possui boas condições de armazenamento e circulação das águas subterrâneas, apresentando um rendimento baixo. O Aquífero Aquidauana constitui aquífero do tipo livre, de extensão localizada, não possui boas condições de armazenamento e circulação das águas subterrâneas.

## **Aspectos hidrotermais**

O sistema geotermal da área é constituído por uma fonte de calor primário (gradiente de temperatura elevada regional), um local em subsuperfície de onde o calor pode ser extraído denominado de reservatório geotermal de fluidos termais (Formação Furnas).

Este reservatório cerca-se por rochas mais frias que estão hidráulicamente conectadas, ou seja, a presença de uma camada armazenadora dos recursos geotermais junto com uma camada capeadora que mantém confinados os recursos na camada subjacente e um sistema de circulação que possibilitem o transporte de calor para superfície por meio de circulação de fluidos (água quente e vapor). Assim, a água pode circular desde rochas mais frias ao interior do reservatório (recarga), onde fluidos mais quentes fluem sob a influência do empuxo em direção à área de descarga.

Os resultados a seguir resultam da avaliação em escala regional de recursos geotermais da Bacia do Paraná, da região noroeste da bacia, obtidos por pesquisadores do Observatório Nacional de Geofísica e Hamza (1988), utilizados nas interpretações, pois é naquele setor que se processa o maior volume de recarga das águas.

## POTENCIAL TURÍSTICO E AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS

A estância hidromineral do Polo Turístico de São Lourenço – MT encontra-se associada aos recursos hídricos da região, a partir da utilização das águas minerais, termais e superficiais. Estes recursos hídricos são analisados e preservados pelo órgão estadual Fundação Estadual do Meio Ambiente – FEMA/MT. As águas minerais e termais estão sendo utilizadas para exploração turística através de balneários e hotéis (Figura 4). Mais informações encontram-se em Godoy (2014), Godoy et al. (2016, 2017) e no Portal de Mato Grosso (<http://www.matogrossoe seusmunicipios.com.br/>).

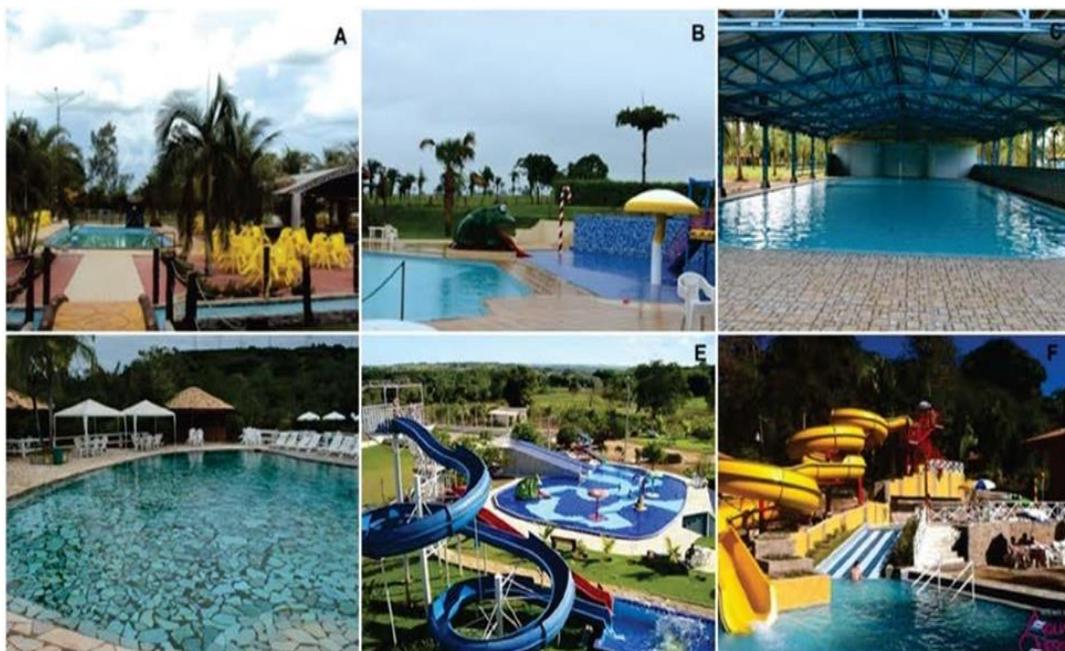


Figura 4. Principais balneários na região do Polo de São Lourenço. A) balneário Tropical; B) balneário Sesc; C) termas Alphaville; D) termas Cachoeira da Fumaça; E) termas Mariah; F) termas Águas Quentes.

A Figura 5 apresenta o empilhamento esquemático dos litotipos rochosos simplificado da região e, associada ao posicionamento litológico, encontram-se enumerados os principais atrativos turísticos estudados do polo turístico.

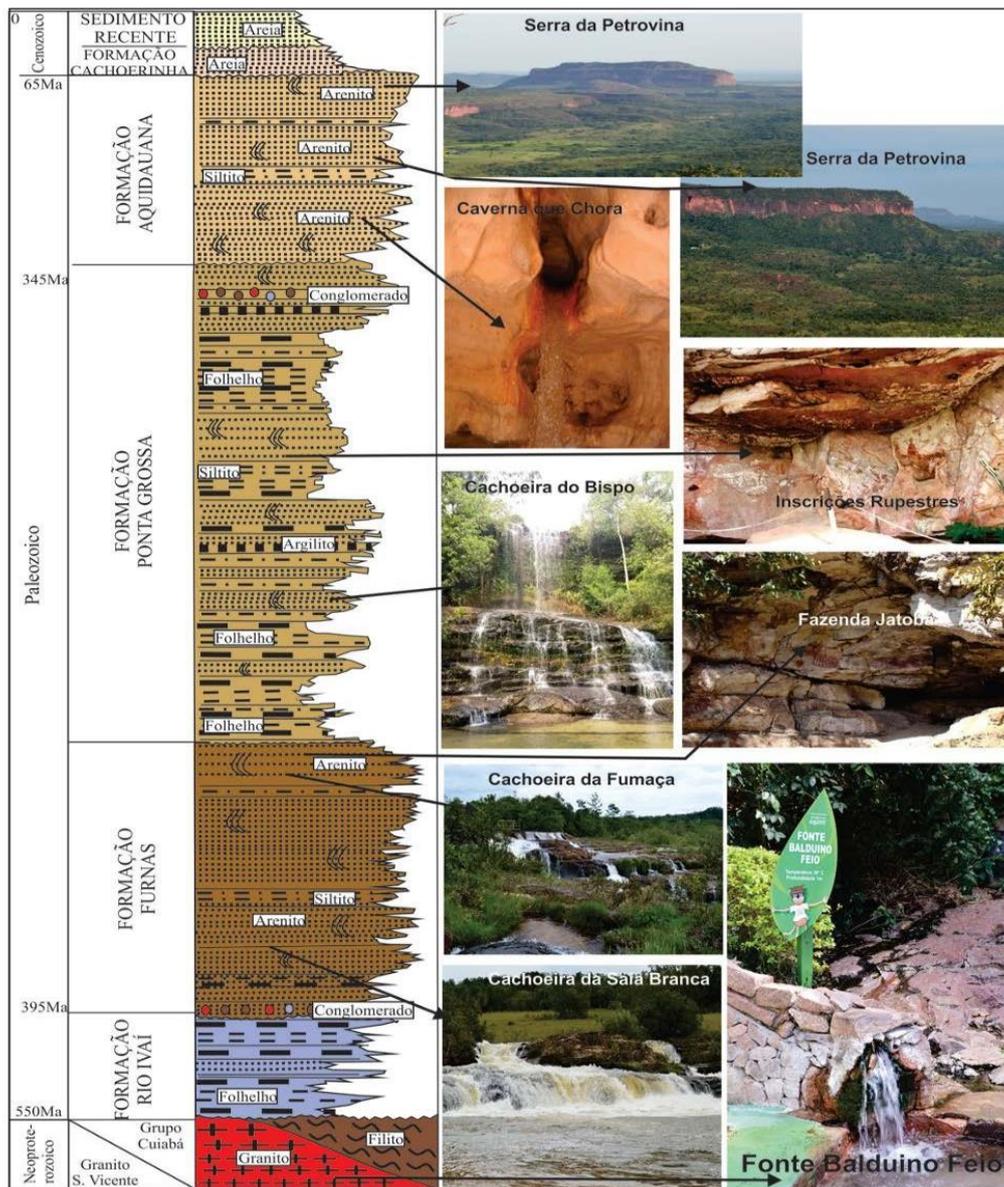


Figura 5. Empilhamento esquemático dos litotipos rochosos simplificado da área de estudo e associada ao posicionamento litológico, encontram-se enumeradas as principais ocorrências de atrativos turísticos.

A região centro-leste da área está posicionada geomorfologicamente na unidade conhecida por Planalto dos Alcantilados que é constituído por um conjunto de topografia muito dissecada, formada por relevos recortados por escarpas e relevos residuais com vertentes abruptas, elaborado em litologias sedimentares das formações Aquidauana e Ponta Grossa. Nestas áreas os recursos hídricos superficiais resultam em inúmeras cachoeiras e corredeiras, com imensas possibilidades para a prática do geoturismo e ecoturismo e, que estão sendo mais abordadas neste trabalho (Figura 6).

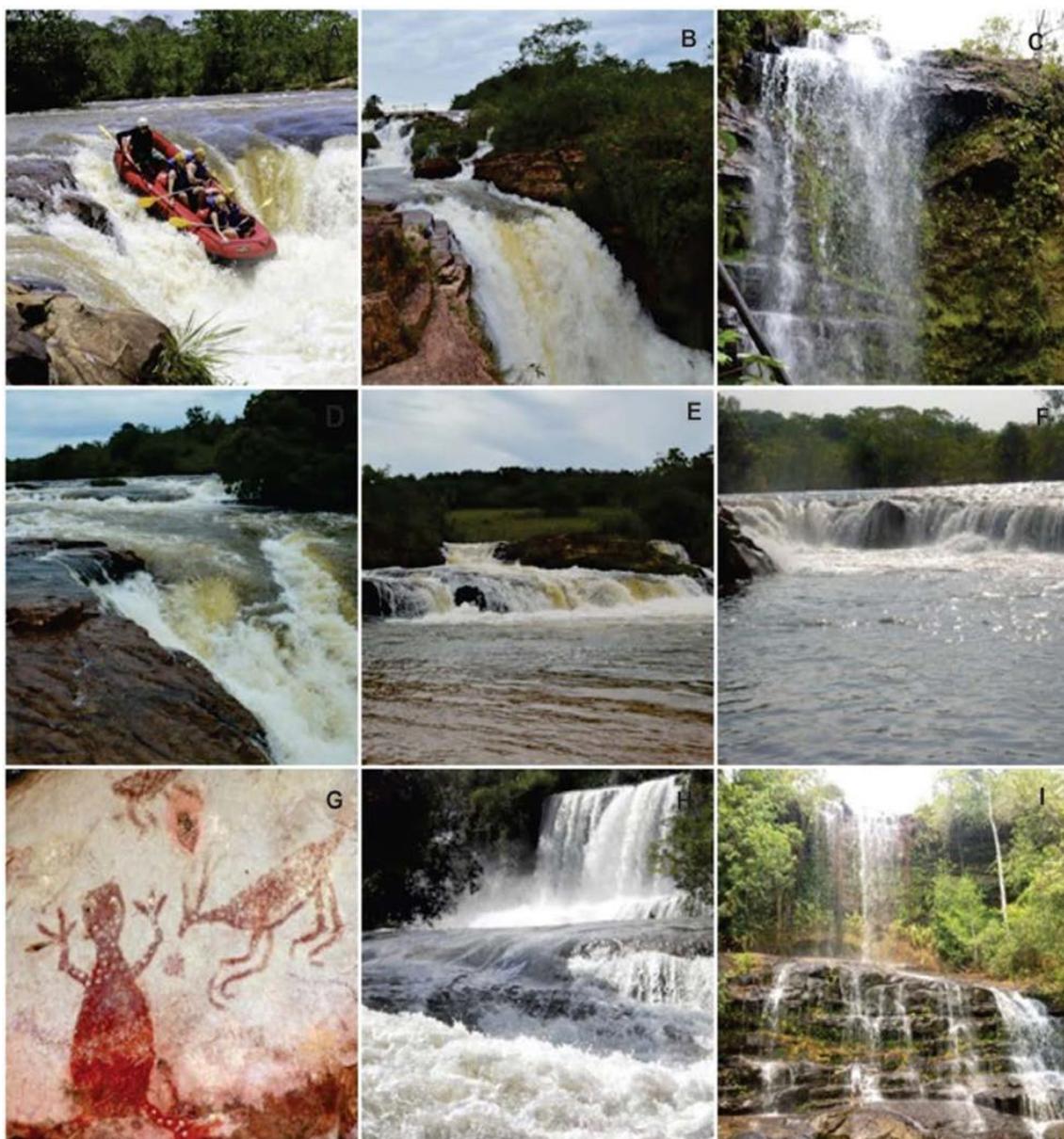


Figura 6. Fotografia dos principais atrativos turísticos da região do Polo Turístico de São Lourenço. A) *rafting* no rio Tenente Amaral; B) cachoeira da Fumaça; C) cachoeira da Mulata; D) cachoeira Canal; E) cachoeira Saia branca; F) cachoeira do Bambu; G) gruta Vale das Perdidas; H) cachoeira do Prata; I) cachoeira do Bispo.

As avaliações de classificação dos impactos nos atrativos dos municípios encontram-se sintetizadas na Tabela 2, na Figura 6 vislumbra-se as fotos dos principais atrativos analisados.

A Tabela 3 apresenta um sumário com os valores de impactos ambientais. Para a maioria dos atrativos turísticos há mínimo ou moderado impacto ambiental, sendo os pontos A, D, F, impacto mínimo e nos pontos B, C, E, G, I com impacto moderado. Já a cachoeira do Prata (H) apresentou impacto ambiental alto a preocupante.

Tabela 2. Classificação final com os indicadores biofísicos de impactos ambientais com seus respectivos pesos e valores atribuídos aos indicadores biofísicos avaliados em cada atrativo

Atrativos		A	B	C	D	E	F	G	H	I
Indicadores Biofísicos	Peso									
<b>Cobertura Vegetal</b>										
Sem Vegetação	0									
Vegetação Rasteira	1									
Vegetação Arbustiva	2					X		X	X	
Vegetação Arbórea	3	X	X	X	X		X			X
<b>Fauna No Entorno</b>										
Ausência	0								X	
Pouca Presença	1			X		X		X		
Moderada Presença	2	X	X		X		X			X
Muita Presença	3									
<b>Lixo No Entorno</b>										
Muito Lixo	0								X	
Pouco Lixo	1		X			X		X		X
Lixo Em Latões	2	X		X	X					
Sem Lixo	3						X			
<b>Saneamento</b>										
Esgoto	0									
Fossa	1									
Dejetos	2							X	X	
Ausente	3	X	X	X	X	X	X			X
<b>Erosão</b>										
Boçoroca	0									
Ravina	1									
Sulco	2	X	X	X	X	X				X
Sem Erosão	3						X	X	X	
<b>Risco a Saúde</b>										
Acidente Fatal	0									
Acidente Traumático	1	X	X	X	X		X			X
Acidente Leve	2					X			X	
Sem Risco Associado	3							X		
<b>Impacto Sonoro</b>										
Grande	0								X	
Média	1									
Pequena	2		X							
Ausente	3	X		X	X	X	X	X		X
<b>Danos no Atrativo</b>										
Vandalismo	0									
Danos No Entorno	1							X		
Inscrições	2								X	
Sem Danos	3	X	X	X	X	X	X			X
<b>Total de Pontos</b>		19	17	18	19	17	21	16	11	18

Tabela 3. Valores atribuídos aos indicadores biofísicos avaliados em cada atrativo turístico

Atrativo Turístico	Tipos de Impacto			
	Mínimo ou Pouco	Moderado	Alto ou Preocupante	Muito Alto
<b>Jaciara</b>				
Rafting (A)	x			
Cachoeira da Fumaça (B)		x		
Cachoeira da Mulata (C)		x		
Cachoeira do Canal (D)	x			
Cachoeira Saia Branca (E)		x		
Cachoeira do Bambu (F)	x			
Gruta - Vale das Perdidas (G)		x		
<b>Juscemeira</b>				
Cachoeira do Prata (H)			x	
Cachoeira do Bispo (I)		x		

Assim, pelo uso do método VIM, apenas esses pontos foram identificados, bem como as causas prováveis desses impactos (fase 6) e estratégias de manejo (fase 7). Após a realização dessas etapas, esses pontos deverão ser monitorados para avaliação de dados ambientais para orientação da melhor maneira de manejo.

Utilizando o modelo de PER - Pressão-Estado-Resposta (OECD, 1994), foi possível identificar algumas estratégias de manejos para os atrativos naturais que possuem alto a preocupante impacto ambiental, ou seja, a Cachoeira do Prata. Entre os impactos, destacam-se o vandalismo no entorno e o impacto sonoro, além da perda da biodiversidade e da cobertura vegetal.

A conservação e o uso sustentável dos recursos naturais são essenciais para um meio ambiente sadio em longo prazo. A concentração de visitantes no tempo e no espaço pode impor um sacrifício muito pesado aos recursos naturais como a água. Sistemas de manejo turístico devem se esforçar para distribuir, da melhor forma, os fluxos turísticos ao longo do ano e, a renda obtida deve apoiar tecnologias e estratégias de uso sustentáveis.

Todos esses impactos podem ser corrigidos por uma administração pública mais eficiente em relação à gestão ambiental municipal. Educação, conscientização e capacitação compõem a base do turismo responsável. Todos os integrantes do setor devem ser alertados sobre seus impactos positivos e negativos e encorajados a serem responsáveis e apoiar a conservação por meio de suas atividades:

Reduzindo a poluição, os danos ambientais também serão menores, melhorando a experiência do turismo, reduzindo os custos operacionais e de recuperação do ambiente. Algumas medidas de manejo poderiam ser adotadas para reduzir esses impactos nas áreas rurais ou áreas urbanas, tais como: cumprimento legal e conservação de APPs; recuperação de áreas degradadas; controle e planejamento da expansão urbana; estrutura adequada de prestação de serviços e sinalização; fiscalização de atrativos turísticos naturais para se evitar riscos à saúde, a perturbação dos ecossistemas e danos no entorno; coleta e disposição adequada dos resíduos sólidos; sistema de tratamento de efluentes.

## **DISCUSSÕES FINAIS**

O turismo do Polo Turístico de São Lourenço pode ser caracterizado pelas atividades resultantes de sua prática, permitindo assim uma melhor identificação dos seus tipos e subtipos e, possibilitando para os municípios envolvidos um melhor aproveitamento econômico, uma maior preservação do patrimônio e uma atividade turística mais duradoura.

Assim, o ecoturismo para a área, está diretamente relacionado com as condições ambientais das localidades visitadas, portanto quanto melhores condições ambientais, conservação das áreas naturais e valorização dos recursos naturais, maiores serão as chances de atrair interessados em visitá-las para fomentar o turismo e, conseqüentemente melhorem o bem-estar das populações locais a partir da participação efetiva dos segmentos atuantes no setor e, incentivo e estímulo na criação e melhoria de infraestrutura para a atividade de ecoturismo. O segmento do geoturismo para a região, compreende a atividade de prover subsídios que possibilitem aos turistas adquirirem conhecimento para compreender a geologia e a geomorfologia de um local além da apreciação de sua beleza cênica.

O hidrotermalismo da área é resultado da interação de diversos fatores: das expressivas anomalias gravimétricas observadas no entorno do granito São Vicente, que definem uma maior abrangência do batólito em subsuperfície, do maior fluxo térmico presente da área e das grandes flexuras regionais, falhas e fraturamentos; além de uma expressiva área de recarga com grande quantidade de rochas arenosas favoráveis à acumulação e permeabilidade para que águas meteóricas recarreguem os aquíferos, possibilitando assim, que o aquífero do arenito Furnas, confinado pelos sedimentos impermeáveis da Formação Ponta Grossa, mantenham-se mais térmicos.

A fonte termal de São Vicente encontra-se associada à intrusão do batólito granítico da Serra de São Vicente e a água que brota nas fontes provém da infiltração de águas superficiais ao longo de juntas e dique magmáticos do corpo granítico até profundidades consideráveis para ganharem energia térmica e voltar aquecida à superfície.

O grande potencial de Águas Quentes do Balneário de São Vicente para fins turísticos constitui um importante segmento na economia do estado, mas visto que as águas das fontes resultam da infiltração através de fraturas de rochas duras, sem uma grande filtragem natural, como acontece em rochas sedimentares, a poluição e contaminação revestem-se de especial importância.

As águas minerais superficiais estão geneticamente condicionadas ao aquífero Furnas e afloram sob a forma de surgência, preferencialmente na zona de contato com a Formação Ponta Grossa. Além

das fontes que se encontram em operação comercial, uma grande faixa de direção E-W contendo dezenas de surgências de águas termais.

As águas termais são águas de chuvas que penetram no solo e descem em profundidade a partir de grandes fraturamentos e através do contato com as rochas, são mineralizadas e aquecidas pelo gradiente geotérmico da área. A área apresenta um grande sistema de circulação da água da chuva, que infiltra e abastece o aquífero termal a partir: de um padrão intenso de grandes falhamentos e a leste a recarga do aquífero ocorre a partir de unidades superiores às formações Ponta Grossa e Aquidauana.

Os níveis de águas quentes apresentados mostraram significativas reduções na área, resultado do uso abusivo da água quente, e o mais importante, a abertura de novos poços de água quente, sem autorização e controle do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), além da falta de registro e regularização dos poços já existentes. Assim, pode-se perceber a importância de se conhecer, pelo menos minimamente, a origem das águas quentes, bem como está o seu estágio de exploração, no sentido de um monitoramento desse importante recurso natural.

Toda região que explora atividade relacionada ao ecoturismo ou geoturismo tem impacto ambiental que é a alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, resultante da atividade humana que afeta direta ou indiretamente a saúde, segurança, bem-estar da população, as atividades sociais e econômicas, a fauna e a flora do meio ambiente.

O desenvolvimento turístico e econômico da região está associado, majoritariamente, à presença do aquífero termal e/ou aos recursos hídricos e estreitamente ligado aos recursos turísticos, naturais e culturais disponíveis. Portanto o desenvolvimento turístico ocorre aliado ao desenvolvimento urbano, que intensificam os problemas gerados por questões como a impermeabilização do solo, aumento do volume de lixo, degradação ambiental, entre outros, que por sua vez, afetam direta ou indiretamente o aquífero termal.

Adotou-se a avaliação desses impactos nos atrativos naturais através do método VIM e modelo de Pressão-Estado-Resposta sendo obtidos resultados segundo os quais na maioria dos pontos há incidência mínima ou moderada de impacto ambiental. O único ponto que apresentou impacto alto ou preocupante foi a cachoeira do Prata, sendo necessárias melhorias para o atrativo para redução do impacto sofrido com a exploração do turismo.

## REFERÊNCIAS

- ABREU FILHO, W.; THOMÉ FILHO, J. J. PRIMAZ Programa de Integração Mineral no Município de Juscimeira. Goiânia: CPRM, 2000.
- CIFUENTES, M. A. Determinación de capacidad de carga turística en áreas protegidas. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Programa de Manejo Integrado de Recursos Naturales. Série Técnica. Informe Técnico, n.194, v.28, 1992.
- COLE, D. N. Minimizing conflict between recreation and nature conservation. In: Ecology of Greenways. SMITH, D. S.; HELMUT, P. C. (Eds). Minneapolis: University of Minnesota Press. p.105-122, 1993.
- CPRM. Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais. Projeto Águas Quentes (Relatório Final), 1973.
- CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 1, Brasília: IBAMA, 1986.
- CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 237. Brasília: IBAMA, 1997.
- CORRÊA NETTO, O. Águas Thermaes de Mato-Grosso. Comissão Linhas Telegraphicas Estrategicas de Mato-Grosso ao Amazonas. Rio Janeiro, n.61, anexo 5, parte 2, 1920.
- CORRÊA NETTO, O. Águas thermaes de Mato-Grosso. Comissão Linhas Telegraphicas Estrategicas de Mato-Grosso ao Amazonas. Rio de Janeiro, n. 62, parte 2, 1946.
- DOWLING, R. The Emergence of Geotourism and Geoparks. Journal of Tourism, v.8, n.2, p.227-236, 2008.
- EMBRATUR. Empresa Brasileira de Turismo. Cadernos e Manuais de Segmentação: marcos conceituais. Instituto Brasileiro de Turismo, Série Roteiros do Brasil. Secretaria Nacional de Políticas de Turismo. Departamento de Estruturação, Articulação e Ordenamento Turístico. Coordenação Geral de Segmentação. Conselho Nacional de Turismo. Câmara Temática de Segmentação, 2008.
- FEMA/MT. Fundação Estadual do Meio Ambiente-MT. Qualidade da água dos principais rios da Bacia do Alto Paraguai. Cuiabá: FEMA, 1997.
- FREIXÊDAS-VIEIRA, M. V.; PASSOLD, A. J.; MAGRO, T. C. Impactos do uso público: um guia de campo para utilização do método VIM. In: Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação, 2, 2000, Campo Grande. Anais...Campo Grande: Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, 2000, v.2, p.296-305.
- GODOY, L. P. Potencial (Geoparque) do Polo Turístico das Águas de São Lourenço. 192f. Tese

- (Doutorado). Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, 2014.
- GODOY, L. P.; CONCEIÇÃO, F. T. da; GODOY, A. M. Aspectos Geológicos da região do Polo Turístico das Águas Termais de São Lourenço, MT. *Geociências*, v.35, n.1, p.110-125, 2016.
- GODOY, L. P.; CONCEIÇÃO, F. T. da; GODOY, A. M.; ARAÚJO, L. M. B. de. Impactos do Geoturismo nos atrativos naturais das Águas do Polo Turístico das Águas de São Lourenço, MT. *Geociências*, v.36, n.1, p.48-164, 2017.
- GRAEFE, A. R.; KUSS, E. R.; VASKE, I. I. Visitor Impact Management - The planning framework. Washington (D.C.): National Parks and Conservation Association, 1990.
- HAMMITT, W. E.; COLE, D. N. Wildland recreation: ecology and management. John Wiley & Sons, 1998.
- HAMZA, V. M. Mapas Geotermiais do Brasil. Relatório n. 27.069. São Paulo IPT. 1988.
- HOSE, T. A. Geoturismo europeo. Interpretación geológica y promoción de la conservación geológica para turistas. In: Patrimônio geológico: conservación y gestión. (Eds) BARRETINO, D.; WINBLEDON, W. A. P.; GALLEGU, E. Instituto Tecnológico Geominero de España, Madrid. 2000. 212p.
- HOSE, T. A. Geotourism – Selling the Earth to Europe. In: Engineering Geology and the Environmen. MARINOS, P. G.; KOUKIS, G. C.; TSIAMBAOS, G. C.; STOURNAS, G. C. (Eds). Rotterdam, Netherlands: Balkema. p.2.955-2.960, 1997.
- JONES, A. Sustainability and community participation in rural tourism. The Journal of the Leisure Studies Association, Eastbourne, v.12, n.2, p.147-148, 1993.
- KUSS, F. R.; GRAEFE, A. R.; VASKE, I. I. Visitor Impact Management-review of research. Washington (D.C): National Parks and Conservation Association, 1990.
- LACERDA FILHO, J. W.; ABREU FILHO, W.; VALENTE, C. R.; OLIVEIRA, C. C.; ALBUQUERQUE, M. C. Geologia e Recursos Minerais do Estado de Mato Grosso. Programa Integração, Atualização e Difusão de Dados de Geologia do Brasil. Convênio CPRM/SICME-MT, MME, 2004.
- MAGRO, T. C. Impactos ambientais de projetos de turismo rural. In: Turismo no espaço rural brasileiro. OLIVEIRA, C. G. S.; MOURA, J. C.; SGAI, M. (Eds.) Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz (FEALQ), USP, v.1, p.75-89, 2001.
- MAGRO, T. C. Impactos do uso público em uma trilha no planalto do Parque Nacional do Itatiaia. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo. São Carlos, 1999.
- MIDAGLIA, C. L. V. Turismo e meio ambiente no litoral paulista. 115f. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Universidade de São Paulo. São Paulo, 1994.
- MIGLIORINI, R. B. Hidrogeologia em Meio Urbano. Região de Cuiabá e Várzea Grande-MT. 145f. Tese (Doutorado). Instituto de Geociências. Universidade de São Paulo. São Paulo, 1999.
- MIGLIORINI, R. B.; BARROS, M. S.; APOETIA, L. F. M.; SILVA, J. J. F. Diagnóstico Preliminar das principais províncias hidrogeológicas do estado de Mato Grosso: uma proposta de mapa hidrogeológico de reconhecimento. In: Recursos Hídricos de Mato Grosso. FERNANDES, C. J.; VIANA, R. R. (Eds). Universidade Federal do Mato Grosso, v.3, p.37-50, 2006.
- NPS. National Park Service. Visitor experience and resource protection implementation plan. Arches National Park. Denver, 1995.
- OECD. Organization for Economic Co-Operation and Development. Environmental Indicators. Paris, 1994.
- PORTAL DE MATO GROSSO. Disponível em: <http://www.matogrossoeusemunicipios.com.br/>
- RUSCHMANN, D. V. M. Turismo no Brasil: análise e tendências. Barueri (SP): Manole, 2002.
- SARDINHA, D. S. et al. Impactos do uso público em atrativos turísticos naturais no município de Altinópolis (SP). *Geociências*, v.26, n.2, p.161-172, 2007.
- SIAGAS. Sistema de Informação de Águas Subterrâneas. (Base de dados na internet). Brasil: Companhia de Pesquisa em Recursos Minerais - CPRM. Serviço Geológico do Brasil. (Atualizado em maio de 2010). Disponível em: <http://www.siagas.cprm.gov.br>. Acesso em: 17 abr. 2013.
- STANKEY, G. H. et al. The limits of Acceptable Change System for wilderness Planning. USDA Forest Service, 1985.
- TIAA. Travel Industry Association of America. Geotourism. The New Trend in Travel. Travel Industry Agency of America, 2003.
- TIES. The International Ecotourism Society. The International Ecotourism Society. Disponível em: <<http://www.ecotourism.org>. Acesso em: 09/2013.
- ZANFELICE, T.; ETCHEBEHERE, M. L.; SAAD, A. R. Avaliação preliminar do potencial turístico do município de Rifaina (SP) e os impactos decorrentes do uso público de seus atrativos paisagísticos. *Geociências*, v.28, n.2, p.203-220, 2009.

**SEQUÍA Y DÉFICIT HÍDRICO  
EN LA DEMARCACIÓN  
HIDROGRÁFICA DEL SEGURA  
(SURESTE DE ESPAÑA): UN  
RIESGO CONVERTIDO EN  
CATÁSTROFE DE DIFÍCIL  
SOLUCIÓN**



Ramón García Marín  
Víctor Ruíz Álvarez  
Daniel Moreno Muñoz

## INTRODUCCIÓN

### BREVE CONTEXTUALIZACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE CRISIS POR SEQUÍA EN ESPAÑA

Actualmente (octubre de 2017) existe en España una situación alarmante por la sequía que padecemos desde la primavera de 2016. Las lluvias no llegan con la cuantía y regularidad que se necesita para llenar embalses y regar los campos. Las cuencas hidrográficas del Duero, Tajo, Guadiana, Guadalquivir y el resto de las andaluzas, Ebro, Júcar, Segura, las del Cantábrico y Galicia están todas ellas en alguna fase de alerta de su Plan Especial de Sequía (PES). Están ya en fase de emergencia, la más elevada, en varias áreas de las cuencas del Cantábrico, Duero, Guadiana, Tajo y en toda la cuenca del Segura. Si no llueve en las próximas semanas comenzarán las noticias sobre restricciones de agua en ciudades. Resulta cuanto menos curioso comprobar que en algunos observatorios meteorológicos del sureste de España se han recogido cifras de precipitación elevadas en este último año, muy por encima de la media (por ejemplo, en la Región de Murcia el año hidrológico 2016/2017, con una precipitación media de 450 l/m<sup>2</sup> ha sido el cuarto más húmedo en el periodo 1941-2017), y se hable de sequía. Los datos de esos observatorios señalan que no existe sequía pluviométrica. ¿Qué ocurre entonces? Se aprovecha la coyuntura desfavorable para reclamar agua y más trasvases; la oferta natural de recursos hídricos ya no puede atender a las crecientes demandas (agrícolas, sobre todo).

La sequía comienza a dejar un goteo de noticias que presentan un panorama desolador, sobre todo en el sector agropecuario. Algunas asociaciones agrarias, como ASAJA (Asociación Agraria de Jóvenes Agricultores), han presentado informes de pérdidas millonarias en el campo y la ganadería debido a la falta de agua. En este mes de octubre, algunas provincias de interior, como Jaén y Córdoba (Andalucía), han cuantificado hasta en un 28% la pérdida en la producción de aceite; en la Región de Extremadura las mermas en la producción de cereal se estiman en 90 millones de euros; y en Alicante peligran 29.000 hectáreas de cultivo por falta de riego. Estas son algunas noticias que pueden leerse estos días en la prensa española.

Hace unas semanas el Gobierno de España no descartó restricciones en 2018 si la ausencia de precipitaciones continúa. El clima de nuestro país de vez en cuando depara ciclos secos (secuencias de sequía). Estas situaciones de escasas precipitaciones son normales, comunes dentro del comportamiento climático de nuestras latitudes medias, y especialmente del espacio geográfico ibérico.

El Profesor Olcina Cantos (Director del Laboratorio de Climatología de la Universidad de Alicante), en varias entrevistas concedidas a los medios de comunicación, se muestra crítico con la falta de medidas adoptadas ante una sequía estadística y climatológicamente, anunciada: “Hemos tenido bastantes años para que la administración iniciara un nuevo proceso de planificación hidrológica, conducente a la elaboración de un nuevo Plan Hidrológico, moderno y adaptado al cambio climático. Y ahora nos ha pillado la situación sin los deberes hechos”. Si en los próximos meses no llueve la situación irá complicándose con numerosas restricciones, problemas en el regadío y, probablemente, con episodios de *guerras del agua* a partir de la primavera de 2018.

Los embalses españoles a fecha de 7 de noviembre de 2017 están al 37,3% de su capacidad total (su media en los últimos 10 años es de 52,9%). Las demarcaciones hidrográficas del Júcar y del Segura, 25,1 y 13,3%, son las que presentan una situación más preocupante (Figura 1). En ambas es importante resaltar la existencia de sequía hidrológica y no pluviométrica, a excepción de las zonas de cabeceras que cuentan con un importante déficit pluviométrico (estas zonas están afectadas por la denominada sequía ibérica que afecta a gran parte de la península ibérica desde la primavera de 2016). La situación es delicada especialmente en aquellos territorios que no pueden abastecerse de otras fuentes alternativas, como la desalación. En la costa mediterránea, allí donde se han instalado desaladoras, el suministro a poblaciones parece que estará garantizado.

En el pasado mes de mayo (2017) el trasvase Tajo-Segura dejó de trasvasar agua al encontrarse los embalses de la cabecera de la cuenca hidrográfica del Tajo por debajo del umbral mínimo considerado para realizar trasvases hacia el Sureste español. Desde entonces, los agricultores han reducido los riegos de sus cultivos y dependen de que se produzcan precipitaciones para evitar el infortunio económico y la generación de conflictos sociopolíticos asociados.

Por otra parte, los modelos de cambio climático indican que la aparición de sequías va a ser más frecuente en las próximas décadas, fenómeno importante que habrá de tenerse en cuenta de cara a la futura planificación hidrológica (LEHNER et al., 2006; RAJCZAK et al., 2013). También se pronostican lluvias más dispersas y de gran intensidad, y además las tendencias revelan que en un futuro próximo éstas se concentrarán en el litoral y no en zonas de interior, donde, paradójicamente, se encuentran los

embalses de acumulación. Los trasvases van a ser más complicados de realizar y, por tanto, habrá que buscar fuentes alternativas de abastecimiento en numerosos territorios.

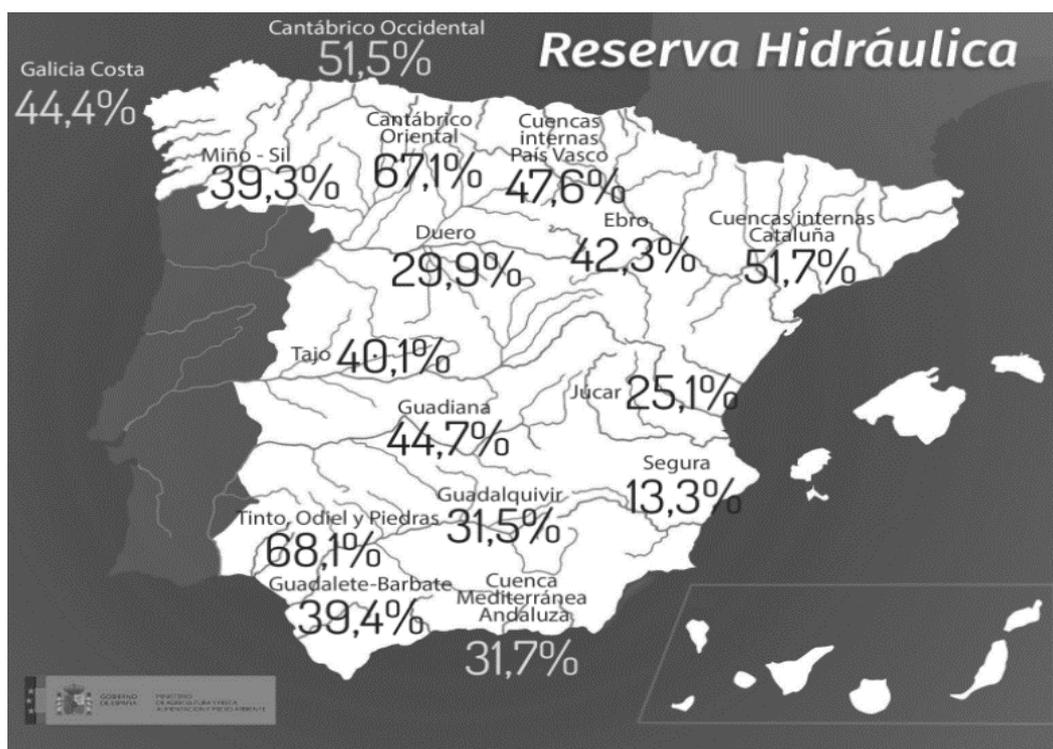


Figura 1. Situación de los embalses por Demográficas Hidrográficas (07-11-2017)  
Fuente: Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente.

Sabiendo que las sequías se repiten de manera casi cíclica y natural, y que previsiblemente su intensidad será mayor, hace tiempo que se debería haber trabajado para conocer, con la mayor precisión posible, los recursos de agua con los que contamos y contaremos según diferentes escenarios climáticos (tanto recursos superficiales como subterráneos, aguas regeneradas o desaladas) para gestionarlos de forma adecuada. Desgraciadamente, este asunto sigue siendo una asignatura pendiente para las administraciones diversas que mantienen las competencias de la gestión del agua. Debemos ser conscientes del problema y saber que la mitigación pasa irremediabilmente por conocer bien los recursos de agua disponibles para protegerlos y aprovecharlos de forma conjunta.

## SEQUÍA: DEFINICIONES, CONCEPTUALIZACIÓN Y TIPOLOGÍAS

La sequía es el riesgo natural que mayor número de afectados y repercusiones económicas genera en los territorios donde se desarrolla. La sequía es un riesgo silencioso, su manifestación es progresiva, pero constante (GARCÍA, 2008). Según avanza el tiempo sus efectos se agravan de forma continua hasta que se medien condiciones atmosféricas que palien el déficit de lluvias acumulado (OLCINA, 2006).

La sequía es un concepto climático sin una definición comúnmente aceptada, debido a la multiplicidad de causas y a la gran variedad de formas en que puede presentarse. Generalmente se suelen utilizar indistintamente los términos de racha seca y sequía, dando a ambos un significado similar (PÉREZ, 1988). Wilhite y Glantz (1985) detectaron más de 150 definiciones del concepto de sequía, categorizándolas en cuatro grupos, en función de la disciplina científica desde la cual se haya analizado el fenómeno: sequía meteorológica, sequía agrícola, sequía hidrológica y sequía socioeconómica (MARCOS, 2001).

- Sequía meteorológica: Está basada en datos climáticos, es una expresión de la desviación de la precipitación respecto a la media durante un periodo de tiempo determinado. En España, en las diferentes cuencas hidrográficas, pueden considerarse años secos aquellos cuya precipitación experimenta la siguiente reducción respecto a la media anual: 33 Cantábrico, Duero y Ebro, 15-25%; Guadalquivir, 20-25%; Guadiana y Tajo, 30%; Levante y Sureste, 40-50% (OLCINA, 1994)

- Sequía agrícola: La agricultura es el primer sector económico afectado por la escasez de precipitaciones, por lo que adquiere una especial relevancia en relación con la sequía. En primer lugar, se ven afectados los secanos, y posteriormente con la reducción de los recursos hídricos disponibles (sequía hidrológica), los cultivos de regadío. Así, se produce una sequía agrícola cuando no hay suficiente humedad en el suelo para permitir el desarrollo de un determinado cultivo.
- Sequía hidrológica: Hace referencia a una deficiencia en el caudal o volumen de aguas superficiales o subterráneas (ríos, embalses, lagos, etc.). Al producirse un desfase entre la escasez de lluvias o nieves y las disponibilidades hídricas, las mediciones hidrológicas no pueden ser utilizadas como un indicador del inicio de la sequía, pero sí de su intensidad. La capacidad de gestionar los recursos hídricos hace que la sequía hidrológica no dependa exclusivamente del volumen de agua existente en los depósitos naturales o artificiales, sino que también es determinante la forma en que se emplea el agua (MARCOS, 2001).
- Sequía socioeconómica: Se produce cuando la disponibilidad disminuye hasta el punto de producir daños, tanto personales como económicos en la población de la zona afectada por la escasez de lluvias. Para hablar de sequía socioeconómica no es necesario que se produzca una restricción del suministro de agua, sino que basta que algún sector económico se vea afectado por la escasez hídrica.

Los cuatro tipos de sequía que han sido descritos reflejan un proceso de evolución de la sequía determinado, tanto por la variabilidad natural del clima como por la duración del evento, y por la interacción entre clima y sociedad. Cada tipo se cuantifica para poder establecer la magnitud y duración del periodo de escasez pluviométrica, pero la diversidad de definiciones existentes determina la existencia de numerosos métodos de cuantificación.

A partir del análisis de datos pluviométricos y efectos territoriales y económicos padecidos por la mengua coyuntural de lluvias en las regiones ibéricas a lo largo del siglo XX es posible distinguir cuatro tipos básicos de sequía en España con una repercusión territorial bien definida: sequías cantábricas, ibéricas, surestinas y canarias (OLCINA, 2006).

Las cantábricas son eventuales, ocurren con una frecuencia muy baja. Esa baja frecuencia de desarrollo de años o secuencias secas en una región acostumbrada al agua convierte la ausencia de lluvias en noticia de primer orden.

Las sequías ibéricas tienen carácter coyuntural, es decir, son secuencias secas con una duración entre dos y cuatro años, sin intervalo fijo de aparición que afectan a la práctica totalidad de las tierras de la península ibérica. En cambio las sequías del Sureste Ibérico, denominadas surestinas, tienen carácter estructural, ya que es difícil encontrar años lluviosos en las series pluviométricas de los observatorios pertenecientes a dicha región, afectando tan solo al ámbito del SE de España, prolongando en la mayoría de los casos las consecuencias de las sequías ibéricas, al encontrarse estos territorios a sotavento de los flujos del atlántico, puesto que la llegada de frentes asociados a borrascas atlánticas que atraviesan la península ibérica no suponen apenas precipitaciones para el SE de España (salvo en el caso de borrascas muy enérgicas) pues dichos frentes llegan a esta región ibérica sin apenas efectividad pluviométrica (GIL & MORALES, 2001).

Por último, las canarias, además de compartir las condiciones de indigencia de lluvias de los años de sequía ibérica, conocen periodos con reducción de lluvias a favor de la ausencia de invasiones invernales de aires polares o árticos (OLCINA, 2006).

## **IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE EL RIESGO DE SEQUÍA EN ESPAÑA: EL CASO DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL SEGURA**

En las últimas décadas se está produciendo un aumento generalizado de las preocupaciones referidas a los cambios que se están originando en el clima terrestre. De hecho, los efectos del reciente cambio climático provocado por la actividad humana es un tema objeto de estudio por parte de numerosas instituciones, entre las que se puede destacar, el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Con respecto a los cambios producidos en la variable de las precipitaciones, dentro del ámbito de las regiones mediterráneas hay numerosos trabajos que reflejan una tendencia descendente de las mismas durante la segunda mitad del S.XX, así como un aumento e intensificación de los periodos de sequía (GONZÁLEZ-ROUCO et al., 2001; SOUSA et al., 2001; PHILANDRAS et al., 2011; HOERLING et al., 2012). En concreto, en Sousa et al. (2011) se refleja una intensificación de los periodos

de sequía en la mitad oriental de España para el periodo 1951-2010. En Hoerling et al. (2011) se habla de un aumento de la intensidad y frecuencia de las sequías en las regiones mediterráneas a partir de la década de 1970.

En este trabajo se analiza el impacto del cambio global sobre las sequías en la Demarcación Hidrográfica del Segura (Sureste de España). Este ámbito territorial es una de las regiones más áridas del continente europeo, por lo que puede ser una de las áreas más perjudicadas por el estimado proceso de intensificación de los periodos de sequía. En la Figura 2 se muestra la evolución de los distintos periodos de sequía en la serie de Murcia Alcantarilla para un periodo temporal de 154 años (1864-2017). Los datos de esta estación meteorológica han sido obtenidos de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET). Para el cálculo de la intensidad de los periodos de sequía ha sido utilizado el Índice Estandarizado de Sequía Pluviométrica (IESP) que fue implementado por Pita (2000). Se trata de un índice mensual de sequía pluviométrica, que utiliza tan solo la variable de las precipitaciones, y está basado en el cálculo de anomalías pluviométricas mensuales acumuladas y estandarizadas.

En la Figura 2 se refleja con una línea discontinúa el nivel a partir del cual las secuencias pluviométricas secas son consideradas como sequías excepcionales. Estas sequías tienen según la categorización de sequías establecida en el IESP un periodo de retorno de 50 años. Se observa claramente como se ha producido una intensificación de la frecuencia, intensidad y duración de los periodos de sequía durante la segunda mitad del S. XX, tal y como se apunta en numerosos estudios ya mencionados. En los 154 años estudiados se han registrado un total de diez sequías de carácter excepcional, que son las que presentan una mayor gravedad por las repercusiones territoriales y socioeconómicas que conllevan, bien por su intensidad o duración. El hecho más destacable, es que, de estas diez sequías excepcionales, siete han tenido lugar en los últimos 50 años y 4 en los últimos 30 años, lo que pone evidencia que se está produciendo un claro aumento en los parámetros de la intensidad y frecuencia de las sequías en la serie más longeva de la Demarcación Hidrográfica del Segura.

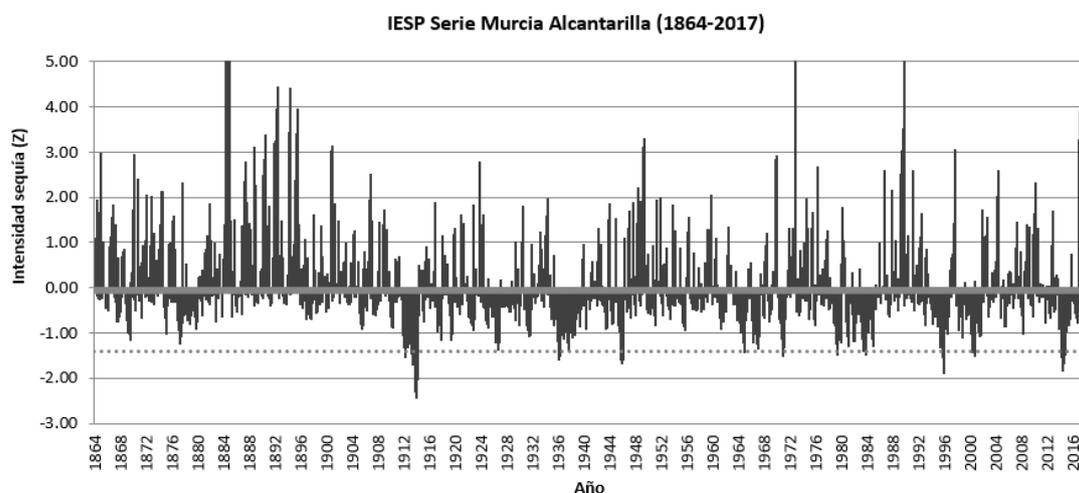


Figura 2. Evolución del IESP en la serie de Murcia-Alcantarilla (1864-2017).

Por último, las proyecciones regionalizadas de cambio climático para el S.XXI realizadas por la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), para la Demarcación Hidrográfica del Segura (Figura 3), muestran un descenso de la precipitación anual entre un 5-15%, así como una intensificación de los periodos de indigencia pluviométrica (aumento de la duración de los periodos secos y disminución del número de días de lluvia).

Al aludir a la naturaleza de los riesgos existe la dificultad de aceptar el calificativo de «natural» sin arriesgar una simplificación abusiva. El riesgo es algo que padecemos y que, por desgracia, con frecuencia provocamos o ayudamos a provocar nosotros mismos (CALVO, 2001). La variabilidad de las precipitaciones en el Sureste español motiva la aparición de años secos o secuencias de sequía. En tiempos pasados la sequía se mostraba como un riesgo estrictamente natural, y el desajuste entre el comportamiento de la naturaleza y el de la sociedad ha dado lugar a una continua búsqueda de seguridad frente al peligro que desentraña la escasez de recursos hídricos. La sociedad ha tratado siempre de adaptarse a las limitaciones hídricas: aprovechamiento de aguas turbias, presas de almacenamiento, etc. Sin embargo, en los últimos años, han surgido inadecuados modelos de desarrollo, insostenibles en

muchos casos, que aumentan la fragilidad del sistema socioeconómico y la peligrosidad que conlleva una considerable reducción de precipitaciones, con la consecuente escasez de oferta de recursos hídricos.

Actualmente, y tras deseadas obras hidráulicas de gran escala, voluminosas actuaciones que trascienden el ámbito local e incluso regional, como han sido los grandes embalses y, sobre todo, los trasvases, se intenta conseguir mediante nuevos métodos, como la desalación o desalobración, una independencia de este territorio respecto al uso del agua, pase lo que pase en otras cuencas —escasez de recursos en el Alto Tajo y deficientes aportaciones a través del Acueducto Tajo-Segura— o de que llueva o deje de hacerlo.

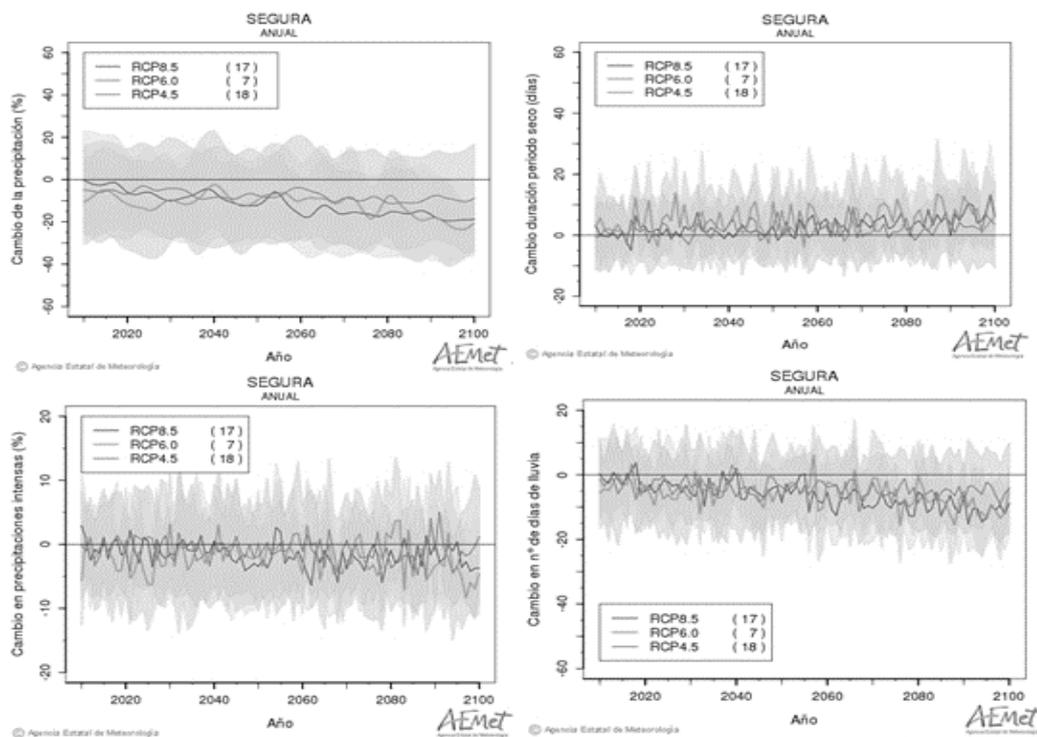


Figura 3. Estimación de la evolución de las precipitaciones hasta el año 2100 en la Demarcación Hidrográfica del Segura, según las proyecciones regionalizadas de cambio climático, utilizando la técnica de regionalización estadística por regresión lineal.

Fuente: Agencia Estatal de Meteorología (AEMET).

## LA SEQUÍA: DE RIESGO NATURAL A RIESGO INDUCIDO. EL EJEMPLO DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL SEGURA (SURESTE DE ESPAÑA)

### La tradicional adaptación frente al riesgo natural de sequía

Las soluciones tradicionales frente a la escasez de precipitaciones quedaban tipificadas en la explotación agropecuaria (plantas y sistemas de cultivo). Ya a mediados del siglo XIX, D. José de Echegaray y Lacosta (1851), en su *Memoria sobre las causas de la sequía de las provincias de Murcia y Almería, y de los medios de atenuar sus efectos*, expone las especies que mejor se adaptarían a las condiciones semiáridas de los campos asentados en dichas provincias y su modo de laboreo. Incluye entre las especies trigos y cebadas, y alude al bienestar en el medio rural fundado en el cultivo del arbolado y en las industrias que requieran sus frutos. Los cereales debían sembrarse entre las filas de los árboles, cuyas anchas copas protegerían a los cultivos de suelo de la intensa evaporación. También indica la introducción de leguminosas (almortas o guijas, lentejas y garbanzos), cultivadas igualmente bajo la sombra de los árboles, especies que, además de resistir a la sequedad ambiental gracias a la profundidad de sus raíces y constituir un buen pasto para los animales, son propias para fertilizar a los campos estériles.

La búsqueda de nuevas plantas de cultivo que permitieran una diversificación del cultivo en seco y que, por sus escasas exigencias hídricas, ofrecieran rendimientos regulares, concluyó con la introducción de diversas forrajeras —géneros *Bromus*, *Eragrostis*, *Lolium*, *Medicago*...—. La finalidad

perseguida no era otra que solucionar el grave problema de la escasez de pastos para el ganado. Otras especies que contribuyeron a la diversificación del cultivo en estas tierras faltas de lluvias fueron:

- El Nopal o «chumbera», de la que puede aprovecharse la pala para forraje y el higo chumbo para alimentación humana y del ganado (su fruto proporciona una harina apta para piensos compuestos de gran calidad).
- El Guayole, cuya finalidad económica reside en el aprovechamiento de su savia cauchífera (VILÁ, 1961).

Por otra parte, el sistema de cultivo propuesto por Echegaray está basado en la defensa mutua de las plantaciones contra los rayos directos del sol, que protegen el suelo del escape de la escasa humedad: [...] *en los campos de Lorca y Almería, no ha de haber ninguna tierra sin plantas que la sombreen, ni se deben criar aisladas ni aun los cereales, sino que han de estar entremezcladas para que recíprocamente se amparen y defiendan...*

Los plantíos, normalmente, se practicaban en otoño, la estación más húmeda, con árboles de tres a cuatro años, y siempre construyendo un agujero lo bastante profundo para que las raíces encuentren tierra húmeda. Asimismo, alrededor de cada árbol se realizaba una fosa circular que recogía las aguas de escorrentía. Extendida antaño era la labor de barbecho en tierras cerealistas, una práctica desaparecida en las fincas de extensión inferior a 5 hectáreas. En el secano, el cultivo de *año y vez* e incluso *al tercio* se encuentran ampliamente representados en las zonas elevadas de la cuenca del Segura. Sin embargo, el barbecho no se encuentra regulado, de tal modo que si cuando llega el momento de sembrar el cereal la tierra se encuentra en buenas condiciones, la esperanza de conseguir una buena cosecha se impone a cualquier otra consideración (VILÁ, 1961).

De gran importancia paisajística ha sido el regadío de turbias (MORALES, 1969), progresivamente abandonado por su insignificante proyección económica, pero constituye un testimonio inmejorable de las sabias adaptaciones a un régimen de precipitaciones escasas y, en gran medida, proporcionadas por aguaceros de fuerte intensidad horaria que originan riadas que son captadas parcialmente mediante terrazas, boqueras<sup>39</sup> y presas de ladera. Su origen es romano, como demuestran numerosos estudios arqueológicos (BLÁZQUEZ, 1977), aunque el sistema fue perfeccionado por los árabes, como bien demuestra el ejemplo de la boquera de Tiata (Lorca), quizá la más importante de todo el Sureste Peninsular<sup>40</sup>.

Otra práctica habitual era el aterrazamiento para cultivos, aprovechando el agua que escurre por laderas, gracias a la instalación de «caballones»<sup>41</sup> que permiten, en última instancia, el desagüe mediante una apertura denominada «sangrador»<sup>42</sup>. Otro aprovechamiento de aguas eventuales lo constituyen las «cañadas», donde un caballón no superior a 50 cm., transversal al fondo plano de la rambla<sup>43</sup>, obstaculiza el deslizamiento de las aguas, pudiendo ser rebasado con facilidad por las mismas. No falta tampoco el mismo aprovechamiento de la superficie del fondo de la rambla, donde cultivos de almendros, olivos, etc., se benefician del agua que, a profundidad variable, se encuentra siempre bajo su capa aluvial.

Con la finalidad de almacenar y aprovechar aquellos caudales que circulaban sin beneficio alguno en este territorio, a veces con carácter dañino, causados por aguaceros de fuerte intensidad horaria, se recurrió a la construcción de embalses. En el siglo XVIII se construyen los reservorios de Puentes (29,3 hm<sup>3</sup>) y Valdeinfierno (11,1 hm<sup>3</sup>) en la cuenca del Guadalentín (GIL, 1996). Ya durante el régimen franquista comienza una etapa febril de construcción de embalses en toda España, con la génesis del embalse del Cenajo (472 hm<sup>3</sup>), inaugurado el 6 de junio de 1963, detonante del incontrolado incremento de la superficie de riego en la Demarcación Hidrográfica del Segura.

## Desadaptación del modelo socioeconómico a las condiciones naturales del territorio

Desde finales de la década de los sesenta del pasado siglo XX, la alarma ante una eminente situación de sequía no depende ya de forma exclusiva de la cuantía de precipitación registrada en la

<sup>39</sup> Sistema de riego por boquera: método tradicional de aprovechamiento del agua de escorrentía generada tras intensas lluvias usado en las zonas áridas y semiáridas, muy extendido en las provincias de Almería, Alicante y Murcia, hay constancia de que ya los romanos las utilizaban.

<sup>40</sup> Para obtener más información sobre el origen y funcionamiento de estos históricos sistemas de aprovechamiento del agua ver GIL OLCINA, A. (1971): *El campo de Lorca*, Ed. Instituto "Juan Sebastián Elcano", CSIC, Valencia, 207 pp. o MORALES GIL, A. (2001): *Agua y Territorio en la Región de Murcia*, Ed. Fundación Centro de Estudios Históricos e Investigaciones Locales Región de Murcia, Murcia, 270 pp.

<sup>41</sup> Caballones: surcos entre las plantas de cultivo, se construyen en el momento de la labranza de la tierra, siguiendo las curvas de nivel, para retener y conducir el agua de riego.

<sup>42</sup> Sangrador: desagüe o vertedero de agua sobrante hacia un sembrado aguas abajo una vez el sembrado aguas arriba queda regado.

<sup>43</sup> Rambla: cauce con caudal temporal u ocasional debido a la acumulación de agua tras unas lluvias torrenciales.

Cuenca del río Segura. Episodios como los acaecidos en los años hidrológicos 1965-66 y 1966-67, con precipitaciones tan sólo reducidas en un 20% y un 5% respecto a lo normal, tuvieron consecuencias decisivas para tomar la decisión de ejecutar una gran obra hidráulica: el Acueducto Tajo-Segura. De esta forma, la sequía deja de ser un hecho natural, convirtiéndose en un desajuste entre demanda y oferta de recursos hídricos (MORALES et al., 2000). La supervivencia socioeconómica en todo el Sureste peninsular ha estado relacionada de forma íntima con las disponibilidades hídricas. Durante la etapa preindustrial, el hombre se adaptó a las condiciones impuestas por el medio, utilizando métodos y técnicas dispares, como se ha visto. Y cuando la tecnología ha permitido la construcción de trasvases y elevaciones de grandes volúmenes de agua fuera de las huertas tradicionales se han incrementado los espacios regados, ocupando antiguos secanos, montes y tierras improductivas, junto a un auge desmesurado de la actividad turística residencial asociada a la construcción de campos de golf, que conlleva un consumo de agua desmedido.

Hasta las fechas indicadas anteriormente, el aumento del área regada se hizo de forma lenta, con retrocesos ligados a acontecimientos climáticos. Este incremento, poco intenso y discontinuo por la escasez de caudales, se efectuó sobre los sectores más próximos a los principales cursos fluviales y afluentes. Tras la inauguración del pantano del Cenajo, el mayor construido en toda la Cuenca del Segura, la superficie dedicada a regadío comienza a incrementarse. A principios de la década de 1960 la superficie regada en la Región de Murcia se estimaba en unas 175.000 hectáreas, si bien el 40% no contaba con dotaciones de agua aseguradas (MORALES, 2001). Actualmente, y según datos de la Consejería de Agricultura del Gobierno de la Región de Murcia, la superficie de regadío con asignaciones hídricas consolidadas es de 167.151 hectáreas.

Con la llegada de las primeras aguas del Trasvase Tajo-Segura (1979) y la intensa extracción de recursos hipogeos, que ha generado la sobreexplotación de numerosos acuíferos, se acrecienta la expansión acelerada del regadío. Las áreas más beneficiadas son las superficies de glaciares en los piedemontes de los valles subbéticos y llanos litorales y prelitorales —Valle del Guadalentín, Campo de Cartagena y llanos de Mazarrón y Águilas, en la Región de Murcia—. Además, desde 1985 comienza un nuevo proceso de crecimiento agrícola motivado por el incremento de la demanda de los mercados de la Unión Europea. Se trata de la hortofruticultura de ciclo manipulado y extratemprana, que afecta a las zonas anteriormente señaladas, entre otras, y que genera nuevos paisajes de cultivo intensivo en medio de secanos y montes, con la peculiar impronta de los invernaderos — paisajes de plástico (Figura 4).



Figura 4. Paisaje de plástico en el litoral de Isla Plana (Cartagena).

Por otra parte, el importante desarrollo turístico acaecido desde los años setenta en el litoral del Mar Menor, La Manga (Región de Murcia) y Vega Baja del río Segura (costa sur de la provincia de Alicante) está experimentando una nueva etapa de expansión en todas aquellas zonas costeras

susceptibles de urbanización —costas de Mazarrón, Águilas y Lorca—. Y, además, están surgiendo a gran velocidad nuevos espacios residenciales asociados a actividades deportivas, como el golf, en territorios bastante alejados de la playa. Se trata de grandes proyectos llevados a cabo sin realizar un planeamiento adecuado sobre las necesidades de agua, con la incertidumbre de la obtención o llegada de nuevos recursos hídricos que disminuyan el déficit. En el momento actual, y según el gobierno central, la solución reside en la desalación de aguas salobres continentales y marinas, concretada ya hace algunos años en el denominado *Programa AGUA*.

Estos impactos socioambientales presentan una difícil comprensión, muy diferente en función de la óptica científica que se contemple. Desde la perspectiva económica todos estos cambios están justificados por la riqueza generada, la consiguiente elevación del nivel de vida de sus habitantes y su repercusión en la balanza de pagos del Estado, gracias al aumento de las exportaciones de productos agrarios y las aportaciones del turismo. Es por ello que los responsables políticos y económicos consideran esta actuación como positiva. Pero desde la óptica conservacionista las modificaciones son negativas, al provocar una clara ruptura del equilibrio entre oferta y demanda de agua, con la reflexión, a veces exagerada, de que este territorio se convertirá en un desierto próximamente.

### **La sequía como riesgo inducido**

Queda clara la relación directa entre actividad humana y catástrofe natural —sequía— en el espectacular incremento de habitantes, de las superficies de cultivos de regadío y de la actividad turística residencial, traducida, a su vez, en un incremento de la exposición y vulnerabilidad ante un descenso de las precipitaciones y de la oferta de recursos de agua. Es el desarrollo socioeconómico quien convierte a la sequía en un posible agente catastrófico de mayor envergadura que antaño. La sequía ha pasado de ser un riesgo natural a un riesgo inducido. Pero, al mismo tiempo, el actual modelo de crecimiento, cuya eficacia real pone en cuestión el riesgo de sequía con harta frecuencia, ha generado un aumento de la sensibilidad ante el posible desastre, acrecentada por las continuas referencias en los medios de comunicación sobre el debate del agua y la problemática en su gestión cuando las precipitaciones son escasas o nulas.

Lo cierto es que la interacción hombre-naturaleza se da dentro de unos límites muy variables. Sin sobrepasar el umbral de sequía, los mecanismos técnicos y sociales permiten cierta acomodación sobre el territorio, paliando los efectos de la escasez hídrica. Sin embargo, si el umbral se sobrepasa, las formas de adaptación serán insuficientes, y de ello derivarán efectos socioeconómicos negativos y conflictos políticos, como los originados durante este último período de sequía (Figura 5). El desencadenamiento de importantes descensos de los registros pluviométricos actúa como un agente que revela las debilidades del sistema socioeconómico y político de un territorio, poniendo en tela de juicio la capacidad de gestión de un recurso tan preciado como es el agua.



Figura 5. Agricultores en huelga colapsando el centro de la ciudad de Murcia con sus tractores (27/09/2016).

Los períodos de sequía rompen los equilibrios perseguidos en materia de oferta-demanda de agua de una forma lenta, y sólo se percibe la amenaza cuando dicho equilibrio desaparece. Y en una cuenca hidrográfica como la del Segura, donde la "sequía" ha adquirido un carácter crónico, no se puede bajar la guardia. La materialización del riesgo de sequía en desastre debe de servir para conocer nuestro sistema hidrológico e hidráulico y las posibilidades que ofrecen al desarrollo del sistema socioeconómico. Una política real de prevención ante este riesgo debe de valorar las necesidades y consumos totales y potenciales de agua, por una parte, y la oferta y posibilidades de incremento de ésta, por otra; se está hablando de una gestión eficaz del recurso agua durante períodos de sequía. Pero la gestión del agua hasta ahora ha sido "a la carta", según demanda. Si ésta aumenta se busca agua (pozos, trasvases, desaladoras, ...). Y la tendencia de esa demanda es a crecer (en el sureste español de forma desmesurada), cuando la cuestión está en controlarla con usos adecuados y redistribuir la oferta con políticas definidas.

## POLÍTICAS Y ACTUACIONES ANTE SEQUÍAS Y ESCASEZ DE RECURSOS HÍDRICOS

En este apartado se analizan las medidas y estrategias de mitigación y adaptación frente a las sequías llevadas a cabo en el territorio de la Demarcación Hidrográfica del Segura. El objetivo final de estas actuaciones es la reducción de la vulnerabilidad y exposición de la población frente a los periodos de indigencia pluviométrica y déficits hídricos.

Tradicionalmente se han impulsado medidas de adaptación a las sequías, como el aprovechamiento de aguas pluviales (aljibes), el riego de turbias, la distribución de aguas para riego mediante las acequias y los azarbes, o la construcción de embalses para el almacenamiento de los recursos hídricos.

Una de las medidas para el incremento de recursos hídricos más significativa es el Trasvase Tajo-Segura. Con la llegada de las aguas del Tajo se produjo un incremento espectacular de la superficie de regadío en las comarcas del Valle del Guadalentín, Vegas del Segura y Campo de Cartagena en los albores de la década de 1980. No obstante, el desarrollo y la viabilidad de estos cultivos están supeditados a la llegada de las aguas del Trasvase.

Según lo establecido en la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, el volumen máximo anual trasvasable es de 600 hm<sup>3</sup>, de los cuales en el ámbito de la planificación se considera un 10% de pérdidas, de manera que quedarían 540 hm<sup>3</sup> efectivos. De éstos, 140 hm<sup>3</sup> están destinados al abastecimiento de la Mancomunidad de Canales del Taibilla<sup>44</sup> (MCT) y los 400 hm<sup>3</sup> restantes están destinados a riegos. Esta Ley establece una normativa de explotación del Trasvase Tajo-Segura en función de las existencias conjuntas en los embalses de la cabecera del Tajo (Entrepeñas y Buendía) a comienzos de cada mes. Se instauran cuatro niveles mensuales:

- Nivel 1: Se dará cuando las existencias conjuntas de Entrepeñas y Buendía sean iguales o mayores que 1500 hm<sup>3</sup>, autorizándose un trasvase mensual de 68 hm<sup>3</sup>, hasta el máximo anual trasvasable antes referido.
- Nivel 2: Se dará cuando las existencias conjuntas de Entrepeñas y Buendía sean inferiores a 1500 hm<sup>3</sup>, sin llegar a los volúmenes previstos en el Nivel 3, permitiéndose en este caso un trasvase mensual de 38 hm<sup>3</sup> hasta el máximo anual antes referido.
- Nivel 3: De situaciones hidrológicas excepcionales, se dará cuando las existencias conjuntas en Entrepeñas y Buendía no superen, a comienzos de cada mes, los valores que se determinen por el Plan hidrológico del Tajo vigente. En este nivel se podrá autorizar con un motivo justificado un trasvase mensual de hasta 20 hm<sup>3</sup>.
- Nivel 4: Se dará esta situación cuando las existencias conjuntas en Entrepeñas y Buendía sean inferiores a 400 hm<sup>3</sup>, cuyo caso no cabe aprobar trasvase alguno.

Estas modificaciones pueden poner en jaque el futuro mantenimiento y la viabilidad de los cultivos de regadío en la Región de Murcia. El aumento del umbral mínimo de aguas excedentarias del complejo Entrepeñas-Buendía hasta los 400 hm<sup>3</sup> puede generar importantes conflictos sociopolíticos por la lucha del agua en un futuro cercano, más si cabe, si tal y como se prevé se produce una intensificación de la intensidad, frecuencia y duración de las sequías.

<sup>44</sup> Organismo autónomo cuya finalidad es el abastecimiento de agua potable en red primaria (captación, potabilización o desalinización, conducción y almacenamiento en depósitos de reserva). Su ámbito territorial tiene una extensión de 11.831,6 km<sup>2</sup> comprendidos entre toda la Región de Murcia, 2 municipios de la provincia de Albacete (Ferez y Socovos) y 34 de la provincia de Alicante.

En este sentido, Cabezas (2000) ha demostrado que existe cierta correlación en la pluviometría de las cuencas hidrográficas del Tajo y del Segura. Esto implica que en situaciones de sequía excepcionales, cuando es más necesaria el agua del trasvase, menos agua hay para trasvasar debido a que la cabecera del Tajo también sufre una racha seca. Por ello, en los últimos años, esta obra de incalculable valor estratégico para este territorio viene siendo muy cuestionada (MORENO-MUÑOZ et al., 2016).

Otra de las medidas que se están aplicando para solucionar el problema de atención a las demandas de agua en la vertiente mediterránea es la desalación de agua marina. El Sureste Peninsular sufre una escasez de recursos hídricos alarmante, por ello desde la Administración Pública se han llevado a cabo acciones para paliar esta escasez de recursos hídricos. La instalación de plantas desaladoras está siendo una de las medidas llevadas a cabo por los distintos gobiernos para mitigar esta escasez. Desde el año 2004 se han puesto en funcionamiento un total de 3 plantas desaladoras repartidas por la Región de Murcia. Actualmente, octubre de 2017, se encuentran al 86% de su producción, proporcionando 70 hm<sup>3</sup> más de agua a los ciudadanos. Además, existe en la actualidad un proyecto para construir una cuarta, localizada en Escombreras, que sería la mayor del mundo destinada a regadíos con una capacidad de generación de agua dulce de 352 hm<sup>3</sup> anuales, es decir, casi 1 hm<sup>3</sup>/día.

La construcción de plantas desaladoras viene también motivada por la proliferación de las nuevas urbanizaciones residenciales que cuentan con campos de golf (ESPEJO, 2004). Se genera así una mayor demanda de agua a lo largo del año debido a la gran cantidad de este recurso necesaria para un óptimo mantenimiento del césped y de lagos de agua artificiales con los que se cuenta en algunos campos de golf, además del propio consumo de los residentes de las urbanizaciones (Figura 6).



Figura 6. Campo de golf semiabandonado en el Resort Mossa Trajectum (Murcia).

La rentabilidad económica del agua desalada ha sido analizada en numerosos estudios (RICO, 2004; MONTAÑO, 2013), en los cuales se expone que indudablemente el coste económico del agua desalada es muy superior al de otras fuentes de recursos hídricos, como el Trasvase Tajo-Segura o la extracción de aguas subterráneas, debido al elevado coste de la maquinaria y del proceso de extracción del agua del mar.

Por otro lado, hay otro tipo de actuaciones encaminadas al aprovechamiento racional de los recursos existentes, entre las que se pueden destacar las siguientes: medidas de concienciación a la población encaminadas al ahorro de agua en los domicilios y en otro tipo de instalaciones públicas; planificación racional de los usos agrarios del agua (impulso de cultivos que se adapten a las condiciones de aridez y sustitución de aquellos que no se adapten a los periodos de indigencia pluviométrica); modernización de regadíos; y la reutilización de las aguas residuales (OLCINA, 2012).

Por último, de acuerdo con Olcina (2003), cabe añadir que la ordenación del territorio se presenta como el proceso y la herramienta más eficaz, racional y sostenible de reducción de la vulnerabilidad y exposición de las sociedades ante los peligros naturales. No obstante, el ritmo de ocupación del espacio geográfico y el rápido proceso de urbanización del suelo suelen ir por delante de las políticas de ordenación racional del medio, de manera que el grado de riesgo, lejos de reducirse, se mantiene o aumenta, y no debido al incremento de la peligrosidad natural sino por la proliferación de actuaciones humanas poco acordes con las características naturales del medio donde ocurren.

## BREVES CONSIDERACIONES FINALES

La escasez de agua para el regadío está castigando al sector agrícola en el tránsito de una campaña a otra, entre la recolección y las próximas plantaciones. Los regadíos tradicionales cercanos a las vegas de los principales cursos fluviales temen pérdidas cuantiosas; en el Campo de Cartagena y en la comarca del Guadalentín (territorios prelitorales) los recursos están llegando al límite; y los sembrados de la costa sur de la Región están sorteando el problema gracias a las aguas desaladas.

Entre las consecuencias de la escasez hídrica ya se evidencia la pérdida de empleo en el sector agrario y otros relacionados. Se habla de que los productores están afrontando el problema con el alquiler de tierras en otras provincias para asegurar los pedidos a sus clientes y no perder mercados consolidados. En la reciente edición de Fruit Attraction de Madrid (18-20 de octubre de 2017), las grandes cadenas europeas de distribución recibieron garantías de que el suministro de frutas y verduras está asegurado, pero dicha garantía podrá verse afectada en los primeros meses de 2018 si sigue sin llover, según afirman responsables de Proexport<sup>45</sup> y Apoexpa<sup>46</sup>. Al mismo tiempo, se compran producciones en otras áreas de España para asegurar el suministro a las grandes cadenas de supermercados del continente europeo, algo que suele ser más habitual al margen de la sequía, y que se hace para mantener un flujo constante y atender la demanda (Buitrago, M. *Diario La Verdad*, 05/11/2017).

Ante la alarma social generada, el Gobierno Regional de Murcia (PP, Partido Popular) propone la creación de un banco o fondo nacional único de agua que gestione el intercambio de caudales, con nuevos mecanismos financieros y tarifarios. Se apuesta por nuevas interconexiones entre cuencas, el mantenimiento de los regadíos actuales, y el aumento de la producción de agua desalada con una tarifa única.

El abastecimiento urbano y los suministros industriales parecen estar bien atendidos por la Mancomunidad de Canales del Taibilla (MCT). En el Pacto se propone, no obstante, unificar las tarifas en baja (a nivel municipal) con los cambios legislativos que sean necesarios mediante la creación de un observatorio de precios. El Gobierno Regional precisa que hay que trabajar en esa línea, sobre todo porque en Murcia se paga el agua más cara de España. Se trata, si es posible, de establecer unos criterios similares para equilibrar el precio que pagan los consumidores. Existe una tarifa unificada de suministro en alta, que depende de la Mancomunidad (MCT), y el borrador considera deseable que se haga lo mismo en el siguiente escalón, el de los recibos que pagan los hogares.

Según indica Manuel Buitrago (*Diario La Verdad*, 03/11/2017), este documento subraya que «no existen dudas sobre la existencia de un grave déficit hídrico de carácter estructural», e indica que «la utilización de todos los recursos hídricos convencionales y no convencionales, tanto propios como trasvasados, han alcanzado ya sus límites posibles, y no sólo admiten ampliación, sino que además tendrá que ser eliminada la actual sobreexplotación de acuíferos». Plantea 23 puntos y un anexo con todas las sugerencias aportadas por el Sindicato Central de Regantes del Acueducto Tajo-Segura (SCRATS), entre ellas la necesidad de aportaciones externas de 500 hectómetros cúbicos anuales, y la regulación de las cesiones de derechos. Apuesta asimismo por la validez del Memorándum del Tajo y el mantenimiento del acueducto.

El problema se centra en la precariedad de los regadíos y la actividad agroalimentaria asociada, que es estratégica para el porvenir de la Región de Murcia. No obstante, se recalca en dicho borrador sobre el Pacto del Agua que no se prevén aumentos de las superficies de riego en el futuro, y se advierte que la escasez actual de recursos hídricos en la Demarcación Hidrográfica del Segura «ha de ser considerada como estructural y no asociada a la variabilidad climática ordinaria». Se trata, por tanto, de una *sequía inducida*, una *sequía hidrológica* y no meteorológica o climática como ya se dijo

<sup>45</sup> Asociación de Productores-Exportadores de Frutas y Hortalizas de la Región de Murcia.

<sup>46</sup> Asociación de Productores-Exportadores de Frutas, Uva de Mesa y Otros Productos Agrarios.

anteriormente. En realidad, ha sido el acelerado incremento de las demandas de agua lo que ha generado este estado «estructural» de déficit hídrico.

Desde otros partidos políticos (Podemos), se advierte de que el Pacto Regional del Agua apuesta por herramientas inviables, se rechazan nuevos trasvases, y se señala que el único beneficiario de estas medidas es el Sindicato Central de Regantes del Tajo-Segura. Podemos, definitivamente, se descuelga del grupo de trabajo del Pacto del Agua.

Para concluir, nos parece interesante remarcar lo siguiente: cuando se habla de sequía, ¿De qué sequía se trata? meteorológica, agrícola, hidrológica... En los últimos años ha surgido un nuevo concepto de sequía: la *sequía mediática*, procreada por agentes interesados y transmitida por los medios de comunicación, que acaba induciendo en la sociedad una especie de sequía psicológica-social. Según Toharia (2001), ésta se basa en la idea de que al faltar las precipitaciones durante un tiempo (algo natural y común en este territorio del Sureste peninsular español), comienza una catástrofe irremediable. Esta "calamidad" se aprovecha por determinados grupos políticos y empresas cuya actividad se relaciona rigurosamente con el aprovechamiento de recursos hídricos (grandes empresas constructoras ansiosas de conseguir contratos para desarrollar obras hidráulicas voluminosas, por ejemplo). También los grupos de presión agrícolas (sindicatos agrarios), cada vez más poderosos, se aprovechan de estas situaciones de escasez de lluvias para solicitar o reclamar recursos de agua abundantes, de calidad y a bajos precios, donde la oferta siempre esté por delante de la demanda.

Si los pronósticos más graves sobre el Cambio Climático comienzan a cumplirse y las consecuencias de este sobre la disminución de lluvias y de recursos hídricos en definitiva se concretan, todos estos problemas y conflictos asociados que acabamos de analizar se verán reforzados. Solamente desde unas políticas efectivas de ordenación territorial y con una gestión integrada de recursos hídricos podremos hacer frente a los desafíos que nos acechan. Se trata, en conclusión, de llevar a cabo una administración coordinada de los recursos agua, suelo y otros relacionados, con el fin de maximizar los resultados económicos y el bienestar social de forma equitativa y sin comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas vitales que nos dan soporte.

## REFERENCIAS

- BLÁZQUEZ, J. M. La administración del agua en la Hispania Romana. In: Segovia y la arqueología romana. Barcelona: Universidad de Barcelona, p.146-161, 1977.
- CABEZAS, F. Tres casos de Planificación Hidrológica. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2000.
- CALVO, F. Sociedades y territorios en riesgo. Barcelona: Ediciones del Serbal, 2001.
- ECHEGARAY, J. de. Memoria sobre las causas de la sequía de las provincias de Almería y Murcia y de los medios de atenuar sus efectos. Madrid: Imprenta del Ministerio de Comercio, Instrucción y Obras Públicas, 1851.
- ESPEJO, C. Campos de golf y medio ambiente. Una interacción necesaria. Cuadernos de Turismo, v.14, p.67-111, 2004.
- GARCÍA MARÍN, R. Riesgo de sequía y vulnerabilidad socioeconómica en la Cuenca del Guadalentín. Tesis (Doctoral). Universidad de Murcia. 2008.
- GIL, A. El campo de Lorca. Estudio de geografía agraria. Valencia: Departamento de Geografía de la Universidad de Valencia y C.S.I.C., 1971.
- GIL, A. Usos conflictivos del agua en España. In: Velasco, C. y Campesino, A. Portugal – España: Ordenación Territorial del Suroeste Comunitario. Cáceres: Universidad de Extremadura, 1996. p.243-260.
- GIL, A. Y MORALES, A. (Eds.). Causas y consecuencias de las sequías en España. Alicante: Caja de Ahorros del Mediterráneo e Instituto Universitario de Geografía, 2001.
- GONZÁLEZ-ROUCO, J. F. et al. Quality control and homogeneity of precipitation data in the southwest of Europe. Journal of climate, v.14, p.964-978, 2001.
- HOERLING, M. et al. On the increased frequency of Mediterranean drought. Journal of Climate, v.25, p.2146-2161, 2012.
- LEHNER, B. et al. Estimating the impact of global change on flood and drought risks in Europe: a continental, integrated analysis. Climatic Change, v.75, p.99-273, 2006.

- MONTAÑO, B. Análisis económico de la desalinización. 344f. Tesis (Doctoral). Universidad de Alicante. Alicante. 2013.
- MARCOS, O. Sequía: Definiciones, tipologías y métodos de cuantificación. *Investigaciones Geográficas*, v.26, p.59-80, 2001.
- MORALES, A. El riego con aguas de avenida en las laderas subáridas. *Papeles del Departamento de Geografía de Murcia*, v.1, p.167-183, 1969.
- MORALES, A. Agua y territorio en la Región de Murcia. Murcia: Fundación Centro de Estudios Históricos e Investigaciones Locales Región de Murcia, 2001.
- MORALES, A.; OLCINA, J.; RICO, A. M. Diferentes percepciones de la sequía en España: adaptación, catastrofismo e intentos de corrección. *Investigaciones Geográficas*, v.23, p.5-46, 2000.
- MORENO-MUÑOZ, D.; GARCÍA-MARÍN, R.; SÁNCHEZ-SÁNCHEZ, M. A. La desnaturalización del río Segura en el sureste ibérico: respuesta a dos riesgos hidrometeorológicos ancestrales y antagónicos. In: NUNES, A. et al. (Eds). *Territórios de Água Water Territories*. Coimbra: Centro de Estudos de Geografia e Ordenamento do Território, 2016. p.69-78.
- OLCINA, J. Riesgos climáticos en la Península Ibérica. Madrid: Libros Pentatlón, 1994.
- OLCINA, J. Riesgos de origen climático: causas, efectos y medidas de mitigación. *Revista de Ciencias Sociales*, v.23, p.67-98, 2003.
- OLCINA, J. ¿Riesgos naturales? Sequías e inundaciones. Barcelona: Editorial DaVinci, 2006.
- OLCINA, J. Reducción del riesgo de extremos pluviométricos en España: últimos avances. *Territoris*, v.8, p.153-176, 2012.
- PÉREZ, A. J. Notas sobre el concepto, los métodos de estudio y las génesis de las sequías. *Cuadernos de Geografía*, v.44, p.139-144, 1988.
- PITA, M. F. Un nouvel indice de sécheresse pour les domaines méditerranéens. Application au bassin du Guadalquivir (sudeste de l'Espagne). *Publications de l'Association Internationale de Climatologie*, v.13, p.225-234, 2000.
- PHILANDRAS, C. M. et al. Long term precipitation trends and variability within the Mediterranean region. *Natural Hazards Earth System Sciences*, v.11, p.3235-3250, 2011.
- RAJCZAK, J.; PALL, P.; SCHÄR, C. Projections of extreme precipitation events in regional climate simulations for Europe and the Alpine Region. *Journal of Geophysical Research Atmospheres*, v.118, p.3610-3626, 2013.
- RICO, A. M. Sequías y abastecimientos de agua potable en España. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, v.33, p.23-50, 2004.
- SOUSA, P. M. et al. Trends and extremes of drought indices throughout the 20th century in the Mediterranean. *Natural Hazards Earth System Sciences*, v.11, p.11-33, 2011.
- VILÀ, J. La lucha contra la sequía en el Sureste de España. *Estudios Geográficos*, v.22, n.82, p.25-47, 1961.
- WILHITE, D. Y.; GLANTZ, M. H. Understanding the drought phenomenon: the role of definitions. *Water International*, v.10, p.111-120, 1985.

**MANEJO DE ÁGUA EM  
BACIAS HIDROGRÁFICAS E  
DESERTIFICAÇÃO – GESTÃO E  
AÇÕES PLANEJADAS PARA  
ZONAS TROPICAIS**

Flávio Rodrigues do Nascimento

## INTRODUÇÃO

A problemática da desertificação é um fenômeno antigo, embora somente no último século tenha ganhado destaque. Relatos históricos evidenciam esse problema em pelo menos três regiões no mundo, que há milhares de anos incorreram em processos de degradação/desertificação: Mediterrâneo, Mesopotâmia e Loess Chineses (DREGNE, 1987). Na Mesopotâmia, o desenvolvimento pioneiro da irrigação acarretou salinização, sodificação/sodicidade e esgotamento dos solos, nos cursos inferiores dos rios Tigre e Eufrates, há pelo menos 2.400 a.C. O ressecamento dos solos e a improdutividade dos fatores de estabilidade da biosfera foram os problemas mais evidentes. O Iraque, outrora território mesopotâmico, passa por contingências ambientais. É uma região exaurida de recursos naturais renováveis, além de árida e improdutiva, ou seja, um deserto produzido pelas atividades socioeconômicas (CONTI, 1994).

Zoon e Orlovski (1987) dizem que a alcalinização e a salinização secundária, aquela ocasionada por irrigação, estão registradas na história como fatores antropogênicos da desertificação, bem como a contaminação química proveniente da agricultura, com a intensificação da produção por meio de adubos, inseticidas, herbicidas e outros produtos químicos, que igualmente podem contaminar animais e homens.

Considerando a tipologia de áreas susceptíveis à desertificação aceita internacionalmente, podemos dizer que aquelas terras afetadas pela desertificação no mundo e suas causas correlatas, coincidem em grande parte com os maiores bolsões de pobreza dos países não desenvolvidos. Agravando o problema, a desertificação, até o final da última década, indisponha cerca de seis milhões de hectares (60.000 km<sup>2</sup>) por ano, no qual o sobrepastoreio, a salinização dos solos por irrigação e processos de uso intensivo e sem manejo agrícola pioram a situação (NASCIMENTO, 2013).

Entre as áreas afetadas pela desertificação no mundo e causas associadas, as terras degradadas em pela irrigação, ocupavam no início desse milênio, o último lugar em abrangem, com 0,8%/430 mil km<sup>2</sup> do total das áreas secas degradadas (35.920.000 km<sup>2</sup>). Ficando atrás da pecuária, das áreas secas com degradação de solos e do pastoreio. Todavia, sem dúvidas, a salinização é um dos impactos mais profundos que causam a desertificação, aumentando a irreversibilidade do problema; Preliminarmente, podemos dizer que a salinização ocorre quando a água for de má qualidade, associada a solos com alto teor de sair, associados com o manejo inadequado da técnica e manejos empregados.

Quanto à salinização dos solos, Furriela (2002), afirma que este tipo de impacto provoca mortandade de plantas, por conta do comprometimento da estrutura e da toxicidade, aumentando a vulnerabilidade da erosão hídrica e eólica; em escala global, atinge cerca de 20% dos solos irrigados. Extrapolando esses números de 25 a 30%, ainda em 2004, o *Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca- PAN-Brasil*, destacara que 274 milhões de hectares irrigados no mundo apresentam problemas de salinização e de saturação do solo, entre outros problemas, devido a um manejo inadequado de irrigação e drenagem no uso do solo. Não há consenso, porém, quanto a números precisos sobre a questão, pois seus conceitos, perspectivas de abordagens e indicadores são múltiplos e variados.

O PNUMA considerou, a partir da definição oficial de desertificação, as áreas susceptíveis ao problema tomando por base classificação zonal e de classes climáticas definidas pelo índice de aridez. A rigor, a definição de aridez baseada na razão entre a precipitação e a evapotranspiração potencial (P/ETP) foi estabelecida pela ONU, em 1977, em seu Plano de Ação de Combate à Desertificação, publicado no trabalho *Map of the world distribution of arid regions*, elaborado pela Unesco, em 1979, que considera áreas susceptíveis à desertificação as de clima árido, semiárido e subúmido seco.

Atualmente, o índice de aridez é mais conhecido como fórmula de Thornthwaite, a partir da qual o PNUMA elaborou o Atlas mundial de desertificação (Figura 1), definindo áreas de risco e servindo de parâmetro mundial com o estabelecimento das seguintes classes climáticas: hiper árido < 0,03; árido 0,03–0,2; semiárido 0,21–0,50; subúmido seco 0,51–0,65; subúmido úmido >0,65 (ou seja, apresenta ausência de aridez). No que diz respeito às áreas susceptíveis à desertificação, o enquadramento segue esta ordem: susceptibilidade muito alta 0,05–0,20; alta 0,21–0,50; moderada 0,51 a 0,65. Isto significa que, *grosso modo*, quanto mais seca a área, mais susceptível ela será à desertificação (BRASIL, 2004). Ao observarmos a figura seguinte, a ela mostra o Brasil, com destaque a região Nordeste, com riscos variando de moderado a muito alto.

Na problemática da degradação ambiental e desertificação, as ciências ambientais, com destaque à atuação da Geografia, têm importante papel na compreensão espacial das relações entre sociedade e

natureza, demandando avaliações holísticas de tais condições, sob preceitos físico-geográficos. No contexto mundial, a bacia hidrográfica foi destacada pela Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO) no combate à desertificação, assinalando a articulação das comunidades por meio do princípio da consertação, que,

Envolve a participação das pessoas, desde o nível local, na tomada de decisões, sendo expresso por diversas formas de entendimento (...) como (...) a consertação entre as comunidades que se faz necessária quando elas pertencem à mesma bacia hidrográfica ou usam o mesmo espaço ou as mesmas fontes de recursos; (...) (BRASIL, 2004, p.30).

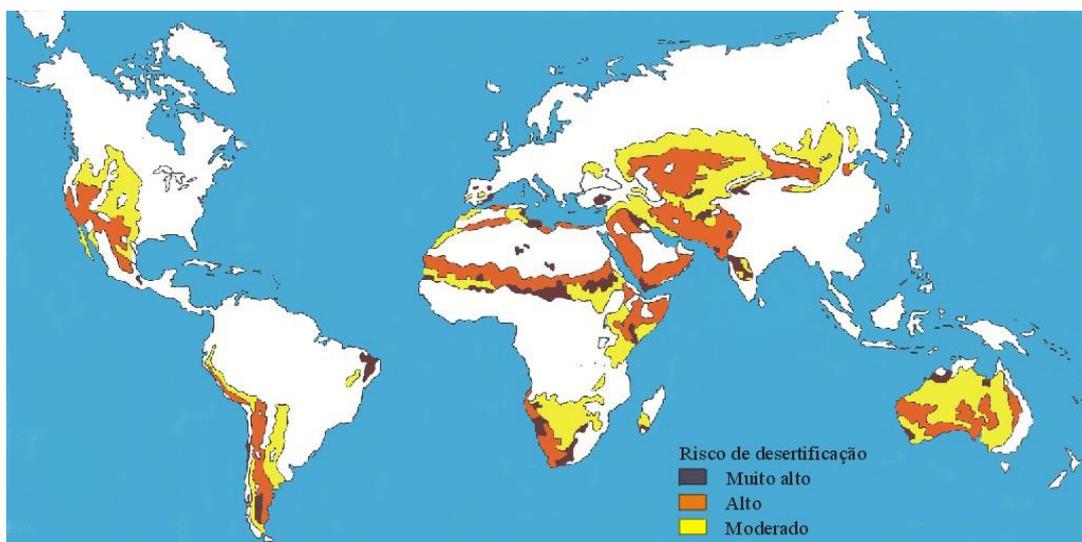


Figura 1. Áreas de risco de desertificação.

Fonte: Conferência das Nações Unidas sobre Desertificação (1977).

Sob este prisma, a água, por ser o bem mais valioso neste século, de importância para todos os países – panorama em que se destaca o Brasil, detentor do maior volume de águas doces do planeta, mantém uma importante relação com os temas seca e degradação/desertificação. Por isto, neste texto, foram consideradas a questão dos recursos hídricos e as degradações ambientais, tendo-se a bacia hidrográfica como unidade físico-territorial para a gestão e o planejamento ambiental.

### **ACEPÇÕES SOBRE BACIAS HIDROGRÁFICAS À GESTÃO E AÇÕES PLANEJADAS**

Em termos da dinâmica ambiental, no âmbito de bacias hidrográficas, em qualquer ecozona climática, seus elementos mantêm mútuas relações dinâmico-instáveis, sob a perspectiva de sistemas entrópicos (segunda lei da termodinâmica, lei da entropia) e abertos, no que se refere a componentes físicos, biogeoquímicos e socioeconômicos. Resulta daí uma inter-relação e interdependência intrínsecas de suas partes, dispares entre si pelas funções que executam no universo do sistema, no qual sua morfologia, estrutura, dinâmica e exploração biológica promovem diferenciações em seus subsistemas.

Os limites de grandeza, porém, baseados na classificação espacial de bacia hidrográfica, corriqueiramente são arbitrários. São estabelecidos em função das possibilidades de análise e disponibilidade de informação, muitas vezes em detrimento do significado físico e dinâmico. No geral, as pequenas bacias compreendem áreas inferiores a 100km<sup>2</sup>; como médias, são classificadas aquelas entre 100 e 1.000 km<sup>2</sup>, e grandes, as que têm mais de 1.000 km<sup>2</sup> (CHRISTOFOLETTI, 1999).

Bacias contíguas de qualquer hierarquia são interligadas pelos divisores topográficos, constituindo uma rede na qual cada uma drena água e materiais dissolvidos ou sólidos para uma saída comum ou ponto terminal, quer seja outro rio de hierarquia equivalente ou maior, ou outras coleções hídricas (lagoas, reservatórios, oceano etc.). Como sistemas abertos, recebem energia proveniente da dinâmica climática e das tectônicas locais, eliminando fluxos de energia, sedimentos e solúveis pela saída d'água. Dada a dinâmica de entradas e saídas, em seu interior, ocorrem ajustes nos elementos das formas e processos associados (CHORLEY, 1971). Em detalhe, os fundos de vales coletores transferem

esses materiais transportados das encostas para jusante e, tomando-se por base fluxos concentrados nos canais, liga-se com outros sistemas coletores de drenagem (COELHO NETTO, 2001). De fato, o regime das águas e a produção de sedimentos ocorrem em função das ações combinadas das condições naturais e das atividades humanas. Do primeiro conjunto, as características físicas (topografia, geologia, solo e clima) colaboram para a erosão potencial, ao passo que as interferências socioeconômicas se dão pelo uso e ocupação da terra na produção do espaço.

Por isso, fortes mudanças a jusante, em qualquer bacia hidrográfica, podem ocasionar alterações e efeitos nos fluxos energéticos de saída e de entrada de descargas sólidas e dissolvidas. A depender da escala e magnitude das mudanças deflagradas, os leitos e canais de drenagem podem ser alterados (CUNHA & GUERRA, 2003). Isso quer dizer que efeitos hidrológicos e geomorfológicos, naturais ou induzidos, refletirão num determinado ponto de saída, podendo se propagar a jusante por meio de bacias de drenagem adjacentes ou contribuintes (COELHO NETTO, *op Cit*). Além do que, complementa Coelho Netto, uma bacia representa um sistema hidrogeomorfológico, com os cursos d'água sendo importantes modeladores da paisagem, influenciando na evolução do relevo.

De fato, como unidade físico-territorial, uma bacia tem como elemento integrador os canais fluviais ou canais de drenagem naturais, em que os recursos hídricos são o referencial. Embora constituída de um sistema natural complexo, não é um sistema ambiental único. Portanto, é preciso considerar as questões socioeconômicas regionais que, na maioria dos casos, não respeitam os limites dos divisores de água (ROSS & PRETTE, 1998; NASCIMENTO, 2012; 2013).

Uma bacia hidrográfica deve ser estudada não só do ponto de vista de sua rede de drenagem, mas sim de forma mais holística, conforme sua complexidade fisiográfica, socioeconômica e cultural. Sob esta perspectiva, os recursos naturais ganham destaque, ao mesmo tempo em que são explorados, consumidos, exauridos ou conservados. Tais recursos foram aqui entendidos como qualquer componente abiótico ou biótico da natureza que seja importante para a manutenção dos seres vivos, seu crescimento e reprodução, e que seja utilizado pelas sociedades humanas em seu desenvolvimento socioeconômico e cultural.

A delimitação de bacias, na condição de unidades de análise para estudos de planejamento, justifica-se não só pelo reconhecimento da importância dos recursos hídricos, como também pela riqueza de variáveis a serem destacadas na pesquisa, como relevo, solo, vegetação, interferências humanas etc. Além do mais, bacias de tamanhos diferentes articulam-se através dos divisores de drenagem principais em direção a um canal, tronco ou coletor principal, constituindo um sistema de drenagem hierarquicamente organizado. Como bacias hidrográficas, compreendem-se aquelas compostas basicamente de um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos hídricos confluentes, configurando um único leito.

Desse modo, uma bacia hidrográfica representa base territorial e ambiental para gestão dos recursos hídricos, possibilitando um diagnóstico do meio físico como instrumento de preservação e conservação dos recursos naturais e como proposição metodológica na perspectiva de zoneamento, em face da degradação ambiental e da emergente problemática da desertificação nos sertões do Nordeste seco, sobretudo no semiárido.

Conforme Lamonica (2002), as bacias hidrográficas constituem unidade territorial quando configuram uma apropriação de uma parcela do espaço para um dado fim, como o desenvolvimento de uma determinada política da gestão territorial e/ou ambiental. Expressamente como unidade territorial, por meio do Estado, com políticas práticas provocando reflexo no espaço, por isto dotando-o de um ordenamento, como por meio da gestão ambiental. Com efeito, destaca-se ainda que a amplitude de sua unidade ambiental exista com base em seus divisores, diante daquilo que a qualifica como unidade; todavia, mais que uma unidade ambiental, por meio do desenvolvimento de novas formas gestoras de qualquer recurso no seu âmbito, paulatinamente agregará um novo valor, o de unidade territorial. Decerto, a diversidade da bacia hidrográfica torna-se unidade em seu conceito, validando-se, significativamente, quando este unifica a diversidade, entendida como fusão de aspectos ambiental e territorial, envolvidos na inter-relação de vários fatores e fatos.

Assim, estando a comunidade envolvida com uma bacia hidrográfica e trabalhando-se a relação homem-natureza no cotidiano do cidadão, um planejamento integrado não fragmenta as próprias relações homem-homem, resultando numa ação integrada e dinâmica na qual as questões ambientais envolvidas se dão em meio à compatibilização de um zoneamento em função da poluição hídrica, viabilizando a proposta de uma descentralização política e administrativa sobre problemas ambientais, para promoção da participação comunitária no manejo e planejamento ambiental.

Pensando relacionamente, concebendo os fatores de degradação ambiental em bacias de drenagens, faz-se necessário focar os intervenientes modificadores da qualidade ambiental, conectados aos agentes organizadores do espaço regional, derivando os aspectos socioeconômicos provenientes das tipologias de uso e ocupação do solo; pois a unidade bacia hidrográfica é um sistema terrestre e aquático geograficamente definido, composto por sistemas físicos, econômicos e sociais, nos quais se conjugam questões ambientais.

Por oferecer noção de conjunto dos atributos naturais e socioeconômicos, além de ser formada por diversas unidades ecológicas, comporta unidades político-administrativas, correspondendo, por exemplo, a municípios e distritos. Embora se restrinjam aos espaços delimitados pelas trajetórias dos cursos d'água, seus limites territoriais, ou de seus subsistemas (microbacias), nem sempre as bacias coincidem com as delimitações territoriais oficiais; por isso uma mesma bacia pode ser compartilhada por diversas unidades administrativas, como, por exemplo, diferentes municípios, criando complicadores para a gestão ambiental (CUNHA & COELHO, 2003). Portanto, além de unidades naturais, elas ainda são objetos de injunções como unidades político-administrativas, sob diferentes jurisdições e modelos de governabilidade.

A bacia engloba, também, relações de causa e efeito e de políticas governamentais (como a de preços, por exemplo). Por isso, deve ser considerada um sistema multicomposto que inclui a água e os elementos do potencial geoecológico, sobrepostos, dialeticamente, por aspectos sociopolíticos e econômicos, os quais, sem parametrização definida, frequentemente não respeitam os limites dos divisores de água. Por isso, a administração de uma bacia hidrográfica não é tarefa simples. As bacias têm suas áreas com superposição jurídica de variados níveis e esferas políticas, compreendendo governos municipais, com municípios totalmente e parcialmente inseridos em suas áreas de drenagens; além de tangenciar outros municípios no corpo jurisdicional das unidades federativas, por exemplo, nos quais atuam diversos atores sociais, como produtores rurais, empresários e a sociedade civil em geral. Portanto, é inquestionável que qualquer uso dispersivo da água afeta o equilíbrio hidrológico da própria bacia. Com efeito, a vocação econômica, os aspectos geoecológicos e o uso cultural de cada bacia tornam-na singular. Consequentemente, os conflitos sobre ocupação e uso dos recursos naturais são uma realidade.

Entretanto, alguns artigos da Constituição de 1988 resguardam a otimização dos usos múltiplos da água, destacando que todos os corpos d'água passaram a ser de domínio público; rios e lagos que banham mais de uma unidade federativa são de domínio da União, e são bens dos estados as águas superficiais ou subterrâneas, fluentes, emergentes e em depósito, ressalvadas as decorrentes de obra da União. A Constituição reza ainda que a bacia hidrográfica deva ser gerenciada de maneira integrada, descentralizada, participativa e independente, associada ao sistema ambiental.

Neste domínio, o capítulo terceiro da Lei n.º 9.433 define os comitês de bacias hidrográficas como fundamentais para a gestão das bacias de drenagem, destacando sua área de atuação, competências e possibilidades de recurso ao conselho nacional ou aos conselhos estaduais de recursos hídricos, conforme sua esfera de atribuições e seus componentes e dirigentes. Estes comitês têm como escopo integrar institucionalmente os diversos interesses, mediando os conflitos, arbitrando em primeira instância e instigando acordos que explorem harmonicamente os recursos hídricos, como também os demais recursos naturais, no contexto de uma bacia hidrográfica.

Isto porque, segundo Cunha e Guerra (2003) e Nascimento (2013), a degradação ambiental nesta unidade funcional de planejamento deve ser entendida de forma global, integrada e holística, considerando-se as relações entre a degradação ambiental e as sociedades causadoras dessa dilapidação, as quais, concomitantemente, sofrem os efeitos e procuram solucionar, recuperar e reconstituir as áreas alvejadas. Deste modo afere-se que:

- ✓ O essencial nesta questão não é simplesmente identificar os fatores corroboradores dessa degradação e os responsáveis por ela. O mais importante é saber quais os processos que submetem a bacia hidrográfica e sobre quais estruturas estão assentados a degradação e os fatores que a alimentam.
- ✓ Os comitês podem decidir sobre as consequências positivas e negativas resultantes da gestão dos recursos naturais, preferencialmente os hídricos, agregando custos inevitáveis ao acesso à água. Isto tem enorme capacidade educativa, porque a população, aos poucos, entenderá suas relações e limitações em relação ao ambiente que integra.
- ✓ A partir dos usos múltiplos dos recursos hídricos da área em discussão, a prioridade deve ser dada à satisfação das necessidades básicas e à proteção da capacidade de suporte dos ecossistemas. Posteriormente, tais recursos assumem as características básicas de insumo ao desenvolvimento

econômico, tarifando o uso da água para evitar a situação de *dumping ambiental*, conforme destaca Rebouças (1997). Dificultando os processos decisórios no ambiental da gestão de bacias hidrográficas.

## **MANEJO DE IRRIGAÇÃO, RISCOS DE SALINIZAÇÃO E DE DESERTIFICAÇÃO**

Um segmento que merece destaque nos mais diversos arranjos de uso e ocupação é o da agricultura irrigada. Embora não se saiba ao certo quais são os impactos ambientais provocados pela irrigação (PIMENTEL et al., 2003), advoga-se que a salinidade e a sodicidade provocam esterilização dos solos, uma das consequências ambientais mais danosas provocada pela qualidade da água de irrigação, que leva à desertificação.

O manejo da irrigação, ao longo da história da humanidade, além de suprir bases alimentícias, provoca problemas como a contaminação química do solo e da água, que esgota ou ultrapassa a capacidade de suporte dos recursos naturais renováveis, produzindo alterações químicas, físicas e biológicas.

Zoon e Orlovski (1987) dizem que a alcalinização e a salinização secundária – ou seja, aquela ocasionada por irrigação –, estão registradas na história como fatores representativos antropogênicos da desertificação. Provas disso são as condições de solos do atual Iraque (Mesopotâmia, 2.400 a.C). Some-se a isso a contaminação química proveniente da agricultura e a intensificação da produção por meio de adubos, inseticidas, herbicidas e outros produtos químicos, que também podem contaminar animais e homens. Isto coloca os complexos agroindustriais (Cais) como potencialmente causadores da desertificação, por conta dos extensivos desmatamentos, das erosões e da salinização dos solos. Pode ser o caso de agropolos em Pernambuco, Rio Grande do Norte e Ceará.

A origem do sal é marinha, lítica ou antropogênica; no entanto, a salinidade do solo é um dos fatores mais preocupantes na agricultura moderna, na qual o manejo inadequado da irrigação é o responsável principal pelo comprometimento da qualidade dos solos degradados e pelo abandono e incorporação de terras. Outros problemas estão associados às condições de drenagem, ao nível piezométrico e à concentração de sais nos solos e águas subterrâneas (RICHARDS, 1954; AYERS & WESTCOT, 1991).

Segundo Richards (1954), os solos salinos são mais comuns em regiões semiáridas e áridas, sendo praticamente inexistentes em regiões úmidas. No Nordeste semiárido brasileiro, são encontrados solos salinos típicos de regiões semiáridas e de baixadas, apresentando concentrações elevadas de sais, principalmente de cloreto de sódio, que são trazidos à superfície na solução do solo e concentram-se após a evaporação, podendo ser aumentadas por irrigação (MANTOVANI, 2003). Entre os sais mais comuns nas águas de irrigação estão os sulfatos, cloretos, carbonatos e bicarbonatos, associados aos elementos sódio, cálcio, magnésio e potássio.

Pelas condições climáticas predominantemente semiáridas, a vulnerabilidade varia de moderada a alta. Apresentam valores superiores à temperatura média de 30°C (podendo chegar a extremos de 36°C), evaporação de 1.800 mm/ano e evapotranspiração potencial de 850 mm, com índice de aridez superiores a 46%, além de apresentar diferenças de permoporosidades dos terrenos cristalinos e sedimentos, ocasionando concentração de substâncias químicas. Soma-se a isso a condensação de nuvens formadas sobre o Atlântico e compostas de sais, que ao entrar em contato com a superfície terrestre originam condições edafoclimáticas com solos de teores elevados de sais solúveis e sódio trocável.

Em princípio, todas as águas e solos contêm sais dissolvidos, estando relacionados às composições mineralógicas e químicas das rochas, sedimentos e solos, conforme os ciclos biogeoquímicos, havendo um potencial de salinização em condições de chuvas e/ou drenagem, o que pode ser agravado pelo uso de águas salinas e sódicas para irrigação (MESQUITA, 2005).

Neste contexto, entre os solos mais salinos do Nordeste seco estão os neossolos quartzarênicos, planossolos e gleissolos sálicos, mas a salga de solos não originalmente halomórficos pode ocorrer nos perímetros irrigados, aumentando a vulnerabilidade ambiental à desertificação. Uma realidade muito problemática e que merece atenção especial de técnicos, sociedade civil e tomadores de decisões políticas. Sem esquecer que sem o escoamento exorréico das drenagens das Áreas Susceptíveis à Desertificação/ASDs que deságuam no Atlântico a salga de solos seria generalizada.

Naturalmente, com o escoamento superficial ou percolação, os sais tendem a se concentrar nas águas superficiais e subterrâneas. Os sais dissolvidos nas águas são transportados pela irrigação e depositados nos solos e também nas plantas, nos quais se acumulam ao ritmo da evaporação ou

consumo pelas culturas. Os problemas derivados mais comuns, que afetam a relação solo-água-plantas, segundo Ayres e Westcot (1991), podendo ultrapassar a capacidade de suporte dos recursos naturais, são:

I. Salinidade – Sais do solo e da água reduzem a disponibilidade de água, afetando os rendimentos das culturas. A ascensão do lençol freático conduz sais acima da zona radicular, constituindo fontes adicionais de sais;

II. Infiltração de água – Teores relativamente altos de sódio, ou níveis baixos de cálcio no solo e na água, reduzem a velocidade com que a água de irrigação atravessa a superfície do solo. Essa redução pode alcançar tal magnitude, ao ponto de as raízes não receberem água suficiente com as irrigações;

III. Toxicidade de íons específicos (cálcio -  $\text{Ca}^{++}$ ; magnésio -  $\text{Mg}^{++}$ ; sódio -  $\text{Na}^+$ ; potássio -  $\text{K}^+$ ; cloreto -  $\text{Cl}^-$ ; bicarbonato -  $\text{HCO}_3^-$ ) – Certos íons – como sódio, cloreto e boro (B) –, contidos no solo ou na água, acumulam-se nos vegetais em concentrações altas, podendo causar danos e reduzir os rendimentos das culturas e plantas sensíveis, ocasionando distúrbios biológicos, tais como necrose, maior produção de matéria seca, requeima foliar etc.; e

IV. Outros problemas – Excesso de nutrientes reduzem os rendimentos das culturas e/ou sua qualidade. As manchas nas frutas ou na folhagem prejudicam a comercialização dos produtos. A corrosão excessiva dos equipamentos onera os custos de manutenção e reparos. Ocorrem distúrbios biológicos nos vegetais e alterações no pH das águas.

Para Pimentel et al. (2003), a irrigação incrementa a produção alimentícia, influenciando na ocupação de mão-de-obra, porém, muitas vezes, seus lucros são acumulados por grupos empresariais. Além do mais, os impactos das tecnologias empregadas nos agropolos e em Complexos Agroindustriais contidos nas ASDs em zonas tropicais pelo mundo, ainda não são bem conhecidos.

O uso eficiente da água é um dos maiores desafios agrícolas. Práticas e técnicas agrícolas inadequadas usadas no plantio podem prejudicar a qualidade dos solos (estrutura e fertilidade), comprometendo a produtividade e exigindo mais recursos vinculados a tempo, capital e energia para a produção alimentar. E requerendo também, se necessário, prevenção da desertificação, sem se esquecer de que, usualmente, os agroquímicos (fertilizantes e agrotóxicos) são manuseados sem as devidas medidas de segurança, como o uso de equipamento e orientação técnica, com reflexos negativos sobre a saúde.

Em geral, a máxima eficiência econômico-financeira é seguida de mínima eficiência de bem-estar social e ecológico, em meio à combinação ótima dos insumos no processo produtivo, produzindo entropias e rejeitos concorrentes para ultrapassagem da capacidade de suporte geoambiental. Embora haja hidrômetros em muitos agropolos, as técnicas usadas são consideradas agressoras ao ambiente, principalmente ao solo e à água. Como se não bastasse, uma vez alteradas as condições edafológicas e agroclimáticas, o fator água pode influenciar as necessidades hídricas, o suprimento desse líquido e o rendimento de cada cultura, bem como o calendário de irrigação e a qualidade da produção, conforme Doorenbos e Kassan (1994). Sem dúvidas, o principal efeito dos sais sobre os solos e as plantas é a alteração da capacidade de pressão osmótica dos vegetais, que é dificultada para captação de água e nutrientes do solo (RICHARDS, 1954; BOHN et al., 1979).

Concentrando altos teores de sais, especialmente de sódio, a distribuição de água no perfil dos solos é dificultada, produzindo inundações temporárias. Os solos ainda podem se tornar estéreis em pequenas ou grandes áreas, ocasionando degradação dos recursos naturais e desertificação. O emprego de água de boa qualidade, que contém ínfimos níveis de salinidade e baixo risco de sodicidade, não oferece grandes riscos à irrigação (RICHARDS, 1954). No entanto, com inadequado balanço de sais, em decorrência de problemas de drenagens, as áreas irrigadas podem gradativamente aumentar a quantidade de solos salinizados em diferentes graus (CORDEIRO, 2003, apud MESQUITA, 2005).

A qualidade hidroquímica das águas das bacias, todavia, é que mantém relação direta com a salinização e sodificação dos solos. Mesquita (2005) afirma que, como um todo, a contribuição do alto curso da bacia para o incremento de salinidade, em relação ao seu baixo curso, pode ser acentuada ou discreta e sofrer alterações. Como exemplificação da questão, a Região Hidrográfica do Atlântico Nordeste Ocidental (Figura 2) concentra um conjunto de grandes bacias submetidas ao regime climatérico e as vicissitudes do semiárido, portanto, susceptíveis à salinização dos solos por irrigação. Nesta Região Hidrográfica, está localizada a bacia intermitente sazonal do rio Acaraú, no Centro-Norte do Ceará (Figura 3); a seu respeito há estudos que mostram não haver aumento dos níveis salinos, mesmo nos meses de maior aridez, nas amostras analisadas, pelo menos entre os setores de médios e altos cursos da bacia (Figura 4).

Nas águas da parte baixa da bacia há maior salinidade, em decorrência das maiores concentrações do íon cloreto (78,9%) nas águas oriundas da região semiárida (cristalina), e 21,1% são bicarbonatadas. Os níveis de cloretos, contudo, estão bem abaixo dos limites de toxidez para as culturas em geral, por isso não apresentam restrições de uso para irrigação.

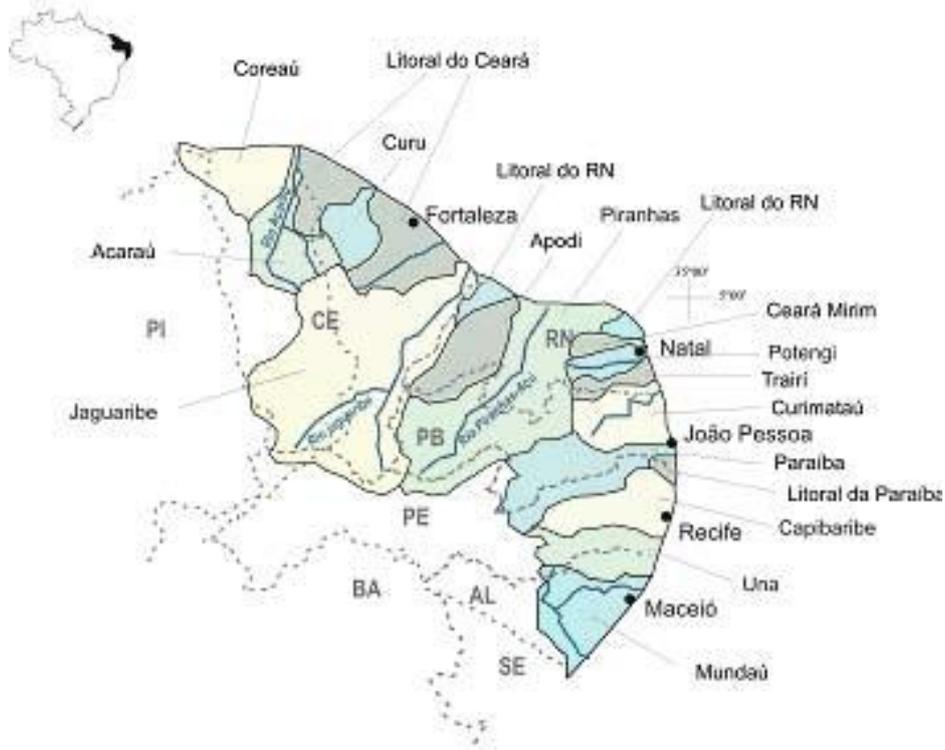


Figura 2. Região Hidrográfica do Atlântico Nordeste Oriental. Fonte: Brasil Águas (2017).

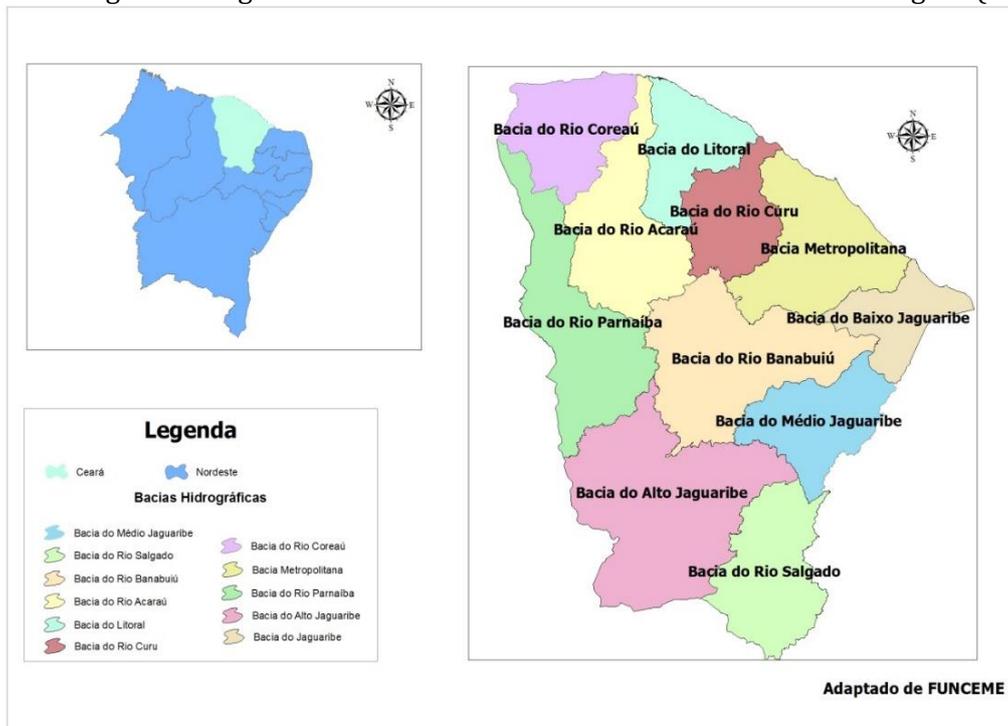
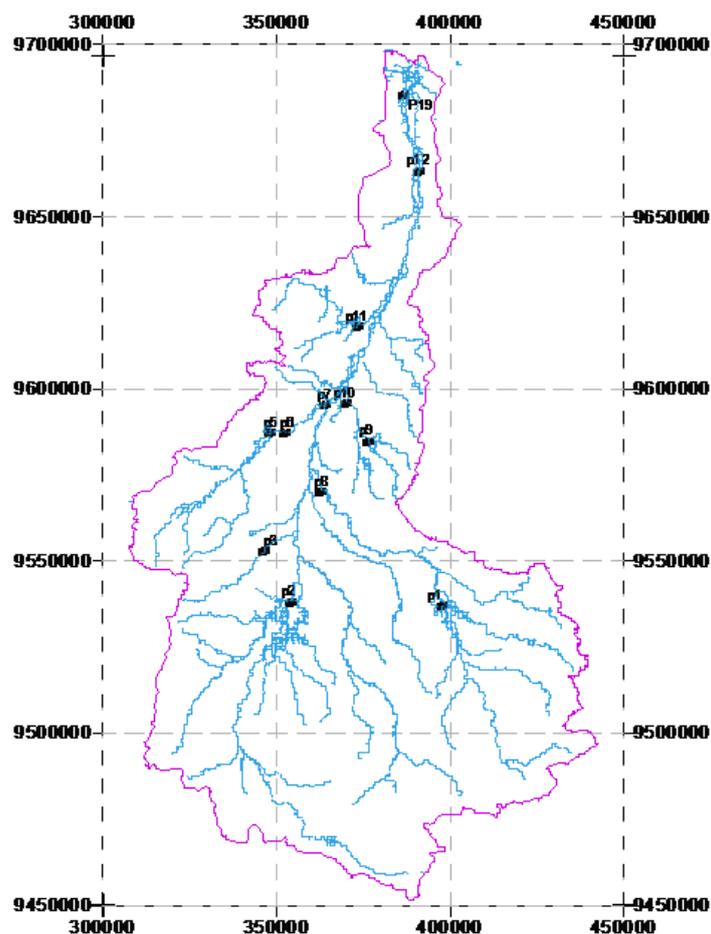


Figura 3. Bacia do Acaraú, Centro Norte do Ceará. Nordeste brasileiro.



Pontos de coleta aproveitados: Ponto 1 – Açude. Edson Queiroz; Ponto 2 – Açude Araras; Ponto 5 – Açude Jaibaras; Ponto 6 – Projeto São Vicente; Ponto 7 – Rio Jaibaras; Ponto 8 – Rio Groaíras; Ponto 9 – Projeto Forquilhas; Ponto 10 – Rio Madeira; Ponto 11 – Açude. Acaraú-Mirim; Ponto 12 – Barragem Santa Rosa; Ponto 19 – Rio Acaraú.

Figura 4. Distribuição dos pontos de coleta na bacia do Acaraú. Fonte: Mesquita (2005).

No alto curso, as águas são mistas (magnesianas, cálcicas e sódicas -  $\text{Na}^+\text{K}^+$ ) no que se refere a cátions ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{K}^+$ ) e bicarbonatadas ( $\text{HCO}_3^-$ ), sulfetadas ( $\text{SO}_4^-$ ) e cloretadas ( $\text{Cl}^-$ ), no que tange a ânions. Predominam o sódio (57,6%), entre os cátions, e o bicarbonato, entre os ânions, pelo emprego do triângulo de Piper (MESQUITA, 2005).

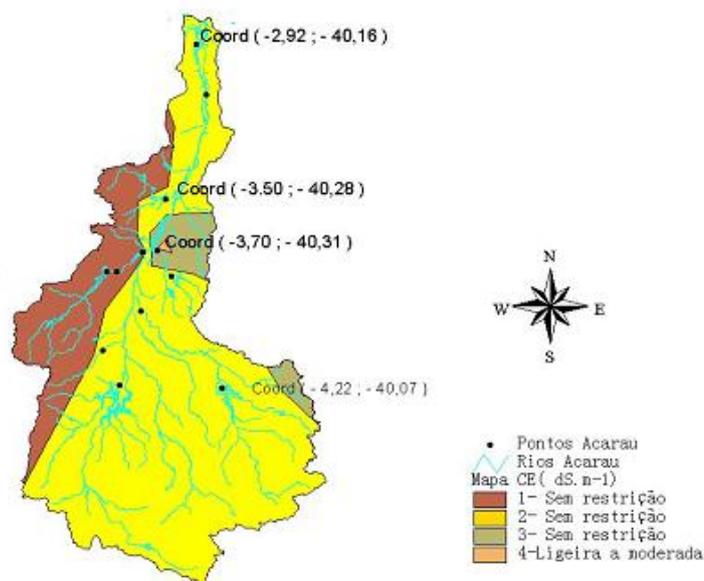


Figura 5: Redistribuição de uso das águas à irrigação dada a salinidade. Rio Aracajú, CE, Nordeste.  
Fonte: Mesquita (2005).

Mesquita (2005) interpolou as médias de condutividade elétrica (Figura 5), identificando a distribuição da aptidão das águas da bacia do Acaraú para riscos de salinidade, confrontando condutividade elétrica (valores médios, a 25°C, em decisiems/metro,  $dS.m^{-1}$ ) e relação de adsorção de sódio, em quatro classes: sem restrição – 0,00 a 0,20; sem restrição – 0,20 a 0,40; sem restrição – 0,40 a 0,70; restrição ligeira a moderada – 0,70 a 0,80. Assinala que ocorre uniformidade quanto à caracterização da área, quanto ao uso para irrigação, como área sem riscos de salinização, com exceção do ponto 10 (rio Madeira), que apresenta restrição de ligeira a moderada. Esse autor também dividiu as categorias que mostram os riscos dos problemas decorrentes da sodicidade da água (Figura) em “sem problemas, problemas crescentes e problemas severos”. Verificou que a maior parte da bacia tem crescentes problemas quanto ao risco de infiltração pela sodicidade da água. Os pontos 5 a 7 apresentam problemas severos de sodicidade na água; o ponto 10, problemas crescentes; e os demais estão sem problemas.

Tanto o risco de salinidade quanto o de sodicidade da água estão diretamente associados ao solo no sistema agrícola, uma vez que os recursos hídricos são manejados pela irrigação. Do ponto de vista da análise integrada do ambiente, esses riscos de contaminação química ambiental estão associados à capacidade de suporte dos geoambientes, em suas potencialidades e limitações. Averiguações pormenorizadas sobre a degradação hidroquímica dos solos merecem atenção em futuros trabalhos e projetos interdisciplinares sobre a desertificação. Pois, de fato, a salinização dos solos induzida pelo manejo inadequado de recursos hídricos está entre os principais riscos de desertificação no mundo, *grossa modo*, e nas áreas susceptíveis à desertificação no Brasil, em particular.

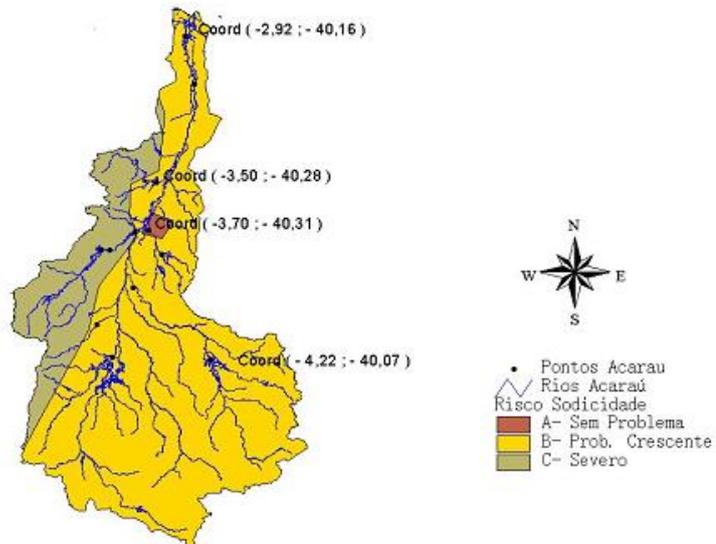


Figura 6. Risco de problema de infiltração na bacia do Acaraú pela sodicidade da água.  
Fonte: Mesquita (2005).

Muito embora alguns estudos mostrem não haver aumento dos níveis salinos, mesmo nos meses de maior aridez, no médio e alto curso da bacia avaliada, isso não quer dizer que os riscos de salinização por irrigação não sejam eminentes. Pois os contribuintes pela margem esquerda da mesma apresentam águas carbonáticas, drenadas de setores com solos de origem sedimentar; enquanto os da margem direita cortam solos de origem cristalina, com mais teores de sais dissolvidos. Deste modo, em miúdo, uma irrigação naquela bacia de drenagem, pode ter mais risco de salinização na sua margem direita à esquerda. O que demonstrar ser complexo o problema e merecedor de levantamentos mais detalhados.

Por isto mesmo, dentre outros problemas, acredita-se que com mal manejo das águas de Transposição do São Francisco, pode ocorrer salga de novas áreas, de modo crescente e cumulativo.

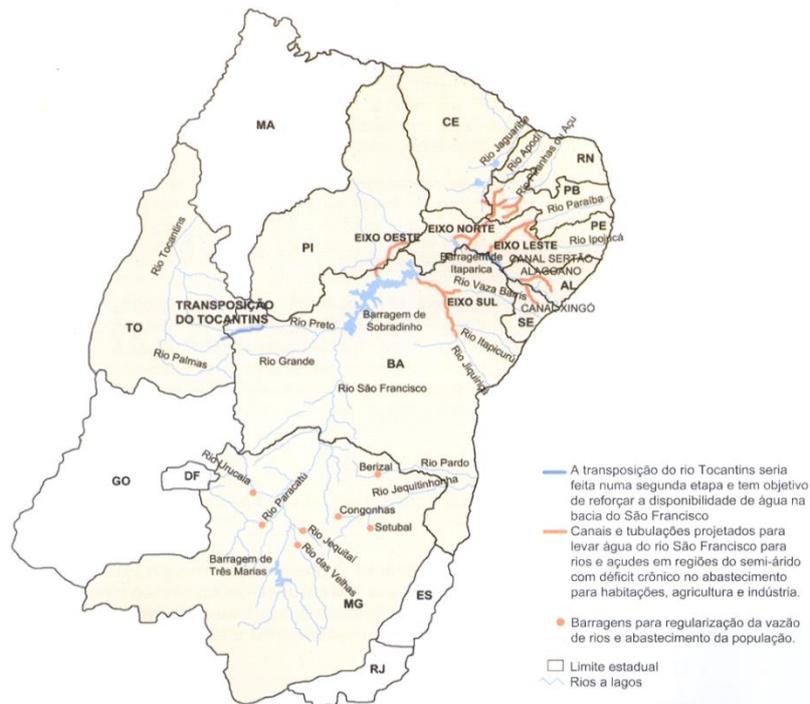


Figura 7. Projeto São Francisco e interligação de bacias semiáridas por eixos de águas.  
Fonte: CNRNC (2004).

Este projeto advoga que as áreas irrigadas seriam ampliadas, a agroindústria e a indústria mínero-metalúrgica, dinamizadas, e outros serviços modernos, fortalecidos. Tecnicamente, propõe uma sucessão de canais, túneis, reservatórios e aquedutos que terão origem em duas tomadas d'água a jusante da barragem Sobradinho. Com ramificações de aproximadamente 700 km de extensão, há dois conjuntos de eixos, com duas fontes de captações de água, uma voltada para o eixo Norte, com instalação nas proximidades de Cabrobó, em Pernambuco, e outra para o eixo Leste, saindo do reservatório de Itaparica. O projeto prevê dois eixos, tomando por base Sobradinho, partindo para Oeste (Piauí) e para o Sul (Bahia, indo para Sergipe através do rio Vaza Barris), na Figura 7. Além de setores econômicos e porções do território beneficiados – como aqueles do agronegócio –, a transposição mostra-se seletiva e excludente. Conquanto, privilegia o grande capital e algumas regiões metropolitanas e setores estratégicos do capital com grande consumo hídrico, em detrimento dos pequenos produtores e das pequenas e médias cidades sertanejas.

Sobre o Projeto São Francisco, pouco se sabe a respeito dos impactos a respeito da desertificação, além dos riscos de salinização por irrigação e de um possível agravamento de conflitos pela terra e por usos da água. No mais, as bacias hidrográficas envolvidas, como de resto outras regiões, poderão sofrer efeitos decorrentes da não tecnificação do território e da alocação de recursos em áreas não consideradas estratégicas para os setores empresarial e industrial, conforme perspectiva estadual. Fatos que já ocorrem em Monteiro (PB), desde a inauguração em 2017 do Eixo Leste da Transposição do Rio São Francisco, aumentando a segregação socioespacial.

### **AÇÕES PLANEJADAS E ACEPÇÕES FINAIS**

Dando ensejo ao tratamento das secas e degradações ambientais, no Nordeste do Brasil, temos a região mais afetada pelas secas e desertificação. Neste contexto, o estado do Ceará, localizado em Áreas Susceptíveis à Desertificação/ASD, já conta com o seu Plano Estadual de Recursos Hídricos, elaborado em 1992. À luz desse plano, os Estados do Paraná, São Paulo e do Ceará, estão à frente em termos de gestão de bacias no Brasil. A título de ilustração, o Programa Águas do Ceará destacou um elenco de projetos e programas voltados para a política de águas. Por exemplo: Projeto de Desenvolvimento Urbano e Gestão dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará (Prourb); Programa de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido Brasileiro (Proágua); Programa de Gerenciamento e Integração dos Recursos Hídricos (PROGERIRH); Programa de Águas Subterrâneas (Proasis); e Programa de Desenvolvimento Hidrogeoambiental das Bacias (Prodham), que trata mais proximamente da desertificação.

O grande problema, é que a gestão se faz priorizando os projetos “hidro intensivos”, como os complexos agroindustriais, siderúrgicas, termelétricas etc. em detrimento da manutenção da agricultura familiar e de médios produtores de alimentos, por exemplo. Uma crítica muito pertinente, pois o Brasil passa por secas em diversas regiões há anos, onde o problema é profundamente grave no Nordeste, assim como transcorre uma crise (de gestão) hídrica (NASCIMENTO, 2017).

Bases científicas e de pesquisas existem em boa quantidade e qualidade para o enfrentamento da questão. Por exemplo, nesta linha, para o combate à desertificação, o Plano Nacional de Recursos Hídricos (BRASIL, 2004a) considera as bacias do Nordeste seco como áreas especiais de planejamento, em que ações prioritárias devem ser desenvolvidas. Antes disso, Joaquim Filho (1994), baseado no Plano de Aproveitamento Integrado dos Recursos Hídricos do Nordeste do Brasil (PLIRHINE), de 1980, promovido pela Sudene, já considerava no Nordeste 24 unidades hidrográficas de planejamento, correspondentes a uma bacia ou a um conjunto de bacias, como forma de tratamento das secas e da desertificação e para o desenvolvimento regional. Dentre as bacias compostas pelos rios intermitentes sazonais, consideraram grandes bacias hidrográficas com mais de 10 mil km<sup>2</sup> como uma única unidade de planejamento; e com mapeamentos em pequena escala de trabalho, de 1:9.000.000. Além de outras no Ceará, como a bacia do Jaguaribe, e no Nordeste, a bacia do rio São Francisco.

Atualmente, o governo federal, com a necessidade de implantar uma base de dados destacada por bacias, no plano nacional, objetivando a integração de informações sobre recursos hídricos, considera 12 regiões hidrográficas – conforme a Resolução n.º 30, de 11 de dezembro de 2002 – como espaços do território nacional compreendidos por uma bacia, grupo de bacias ou bacias hidrográficas contíguas com características naturais e socioeconômicas homogêneas ou similares. Isto serve de base para orientação do planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos, conforme a Resolução n.º 32, de 25 de junho de 2003, do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH).

Portanto, como unidade ambiental de avaliação adequada aos estudos integrados que respalda a temática em questão, uma bacia hidrográfica pode ser estudada por meio de uma metodologia sistêmico-holística-interdisciplinar capaz de promover uma análise de suas paisagens componentes, identificando os impactos ambientais resultantes das ações socioespaciais. Oferece, assim, subsídios ao manejo geoambiental, com ênfase nos recursos naturais, no enfrentamento da temática em discussão. É importante acrescentar que, conforme os objetivos, propósitos e funções dos subsistemas, entre homogeneidades e heterogeneidades, estes se coadunam para, espacialmente, imprimir diferentes feições na paisagem.

A investigação de uma bacia hidrográfica como unidade natural – e do gerenciamento calcado na questão dos recursos hídricos e degradação ambiental por salinização proveniente da irrigação, sob o prisma de um contexto amplo de planejamento ambiental – permitirá a execução de trabalhos holísticos na abordagem dos recursos hídricos. Para gestão e ações planejadas para zonas tropicais no manejo de água sob risco de salinização e desertificação, como texto final, foram consideradas algumas das vantagens da concepção da bacia hidrográfica como unidade de estudo e intervenção política, temos que:

- I. Em seu âmbito, é possível subsidiar o desenvolvimento de parcerias e resolução de conflitos para usos dos recursos naturais, bem como analisar a degradação ambiental tomando-se por base os sistemas fluviais;
- II. Estimula e permite a participação popular, democraticamente, com relação ao poder público, organizações não governamentais (ONGs) e entidades privadas; assim, descentraliza os trabalhos de conservação e proteção ambiental, estimulando as integrações comunitária e institucional;
- III. Comporta-se como uma unidade fisiográfica indissociável possível de ser compartimentada em trabalhos geoambientais integrados, onde os canais fluviais são os elementos conectores e as águas são os elementos em comum;
- IV. Possibilita uma forma organizacional de banco de dados, além de garantir opções para o uso dos mananciais e de seus recursos naturais, notadamente os renováveis frente aos riscos de salinização dos solos.
- V. Evidencia o estado de degradação ambiental pela eutrofização, bem como pelo assoreamento dos corpos hídricos e níveis de sodicidade das águas, com riscos ao abastecimento público, dessedentação humana e animal, e de irrigação que provoque salinização dos solos; e
- VI. Apresenta um arcabouço jurídico-ambiental bem consubstanciado para o combate à degradação ambiental e desertificação, nas áreas susceptíveis à Desertificação (ASD).

Por fim, bom destacar que pouco se sabe a respeito dos impactos sobre a desertificação, além dos riscos de salinização por irrigação e de um possível agravamento de conflitos pela terra e por usos da água. No mais, as bacias hidrográficas, como de resto outras regiões, poderão sofrer efeitos decorrentes da não tecnificação do território e da alocação de recursos em áreas não consideradas estratégicas para os setores empresarial e industrial, conforme perspectiva estadual.

As fruticulturas em alguns perímetros irrigados nas Áreas Susceptíveis à Desertificação no Brasil mantêm relação direta com os mercados globais, no entanto, a salinização e a sodificação induzidas pelo manejo equivocado da irrigação constituem séria ameaça que envolve os agropolos. O elevado grau de desperdício dos recursos hídricos e a degradação dos solos na irrigação compromete a geração de riquezas e o bem-estar no campo.

É necessário rever as políticas e técnicas de irrigação em todas as terras secas do globo, em geral, e no Nordeste brasileiro, em particular. Em caráter de urgência, na agricultura irrigada, dada a alta vulnerabilidade ambiental, há necessidade de monitoramento e controle dos sais de uso na irrigação para redução dos riscos de degradação dos recursos naturais renováveis, com manejo adequado para cada geoambiente. O método de irrigação e as características do solo devem ser analisados integralmente para se evitar os riscos de desertificação por salinização, minimizando-se o comprometimento da produção agrícola e da rentabilidade das culturas nas mais diversas bacias hidrográficas.

## REFERÊNCIAS

- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. A qualidade da água na agricultura. Estudos FAO – Irrigação e drenagem. Campina Grande: UFPB, 1991.
- BOHN, H.; MCNEAL, B. L.; O'CONNOR, G. A. Soil chemistry. USA: John Wiley & Sons, 1979.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca – PAN-Brasil. Edição comemorativa dos dez anos da Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca – CCD. Brasília: MMA, 2004.
- COELHO NETTO, A. L. C. Hidrologia de encosta na interface com a Geomorfologia. In: GUERRA, A. T.; CUNHA, S. B. da. Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos. 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001. p.93-148.
- CONSELHO NACIONAL DA REVERSA DA BIOSFERA DA CAATINGA. Cenários para o bioma caatinga. Recife: Secretaria de Ciências, Tecnologia e Meio Ambiente, 2004.
- CONTI, J. B. O conceito de desertificação. In: Congresso Brasileiro de Geógrafos, 5, 1994. Curitiba. Anais...Curitiba: AGB, 1994. p.366-368.
- CHORLEY, R. J. A. Geomorfologia e a teoria dos sistemas gerais. *Notícia Geomorfológica*, Campinas, v.11, n.21, p.3-32, 1971.
- CHRISTOFOLETTI, A. Modelagem de sistemas ambientais. São Paulo: Edgard Blucher, 1999.
- CUNHA, S. B. da.; GUERRA, A. J. Teixeira. Degradação ambiental. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da. (Org.). Geomorfologia e meio ambiente. 4.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003. p.337-380.
- DREGNE, H. E. Envergadura y difusión del proceso de desertificación. In: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA): Comision de la URSS de los Asuntos de PNUMA. Colonizacion de los territorios áridos y lucha contra la desertification: enfoque integral. Moscu: Centro de los Proyectos Internacionales - GKNT, 1987. p.10-17.
- DOORENBOS, J.; KASSAN, A. H. Efeito da água no rendimento das culturas. Estudos FAO – Irrigação e Drenagem, n.33. Campina Grande: UFPB, 1994.
- FURRIELA, R. B. Mudanças climáticas globais e biodiversidade. In: BENSUSAN, N. (Org.) Seria melhor mandar ladrilhar? Biodiversidade, como, para quê, por quê. Brasília: Ed. UnB/Instituto Ambiental, 2002. p.219-228.
- JOAQUIM-FILHO, G. C. (Org.). Projeto Áridas: uma estratégia de desenvolvimento sustentável para o Nordeste. GTII. Recursos Hídricos: II.2 – Sustentabilidade do desenvolvimento do semiárido sob o ponto de vista dos recursos hídricos. Brasília: Ministério da Integração Nacional, 1994.
- LAMONICA, M. N. A. Bacia hidrográfica – de unidade ambiental a territorial. In: Congresso Brasileiro de Geógrafos, 6, 2002, Goiânia. Anais... Goiânia: AGB, 2002.
- MESQUITA, T. B. Caracterização da qualidade das águas empregadas nos distritos irrigados da bacia do Acaraú. 62f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem). Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2005.
- NASCIMENTO, F. R. do et al. Geo-environmental analysis and identification of degraded áreas susceptible to desertification in a semiarid, tropical ecozone: the Acaraú river basin in Northeastern Brazil. *Revista Sociedade e Natureza, Esp.*, p.361-368, 2005.
- NASCIMENTO, F. R. do. Os recursos hídricos e o trópico semiárido no Brasil. *GEOgraphia*, v.14, p.82-109, 2012.
- NASCIMENTO, F. R. O Fenômeno da Desertificação. Cegraf: Goiânia. 2013.
- NASCIMENTO, F. R. do. Crise (de gestão) hídrica e usos múltiplos das águas na região metropolitana do Rio de Janeiro, Brasil. In: CHÁVEZ, E. S.; MAURO, C. A. Di.; MORETTI, E. C. (Org.). Água, recurso hídrico: bem social transformado em mercadoria. 1ed. Tupã: ANAP, 2017, v.1, p.103-124.
- MANTOVANI, W. Degradação dos biomas brasileiros. In: RIBEIRO, W. C. (Org.). Patrimônio ambiental do Brasil. São Paulo: Edusp: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2003. p.367-442.
- PIMENTEL, C. R. M.; NETO, J. de S.; ROSA, M. de F. Aspectos econômicos dos perímetros irrigados: Curu-Paraipaba, Curu-Recuperação, Araras Norte e Baixo Acaraú. Relatório de pesquisa. Fortaleza: Embrapa/CNPAT, 2003.
- REBOUÇAS, A. Água na região Nordeste: desperdício e escassez. *Estudos Avançados*, v.11 n.29, p.127-154, 1997.
- RICHARDS, L. A. (Ed). Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils. Washington D. C. USA: USDA - Agricultural Handbook 60, 1954.

ROSS, J. L. S.; PRETTE, M. E. D. Recursos hídricos e bacias hidrográficas: âncoras do planejamento e gestão ambiental. Revista do Departamento de Geografia da FFLCH – USP, n.12, p.89-121, 1998.

ZONN, I. S; ORLOVSKI, N. S. Factores antropogênicos de la desertificación. In: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA): Comisión de la URSS de los Asuntos de PNUMA. Colonización de los territorios áridos y lucha contra la desertificación: enfoque integral. Moscú: Centro de los Proyectos Internacionales - GKNT, 1987. p.17-24.

## Sobre os Autores

### **Adriano Severo Figueiró**

Doutor em Geografia (Planejamento Ambiental) pela Universidade Federal do Rio de Janeiro e Pós-Doutor em Geoconservação pela Universidade do Minho-Portugal. Atualmente é professor Associado da Universidade Federal de Santa Maria e líder do Grupo de Pesquisa em Patrimônio Natural, Geoconservação e Gestão de Águas (PANGEA), atuando nos Programas de Pós-graduação em Geografia da UFSM e UFPel. Bolsista de Produtividade em Pesquisa 2 do CNPq. Contato: [adriano.figueiro@ufsm.br](mailto:adriano.figueiro@ufsm.br)

### **Alan Silveira**

Doutor em Geografia (Organização do Espaço) pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da UNESP-Campus de Rio Claro (PPGG/IGCE/UNESP). Atualmente é Professor do Instituto de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia (IG/UFU) - Campus Monte Carmelo (MG). Vem trabalhando com pesquisas nas áreas de Geomorfologia, Pedologia e Análise da Paisagem. Contato: [silveiraalan8@gmail.com](mailto:silveiraalan8@gmail.com)

### **Antonio Cezar Leal**

Doutor em Geociências pela Universidade Estadual de Campinas. Professor do Departamento de Geografia da UNESP- Presidente Prudente. Coordena o Grupo de Pesquisa em Gestão Ambiental e Dinâmica Socioespacial (GADIS), com pesquisa nas áreas de recursos hídricos, gerenciamento de resíduos sólidos urbanos, planejamento ambiental de bacias hidrográficas e educação ambiental. Contato: [cezarunesp@gmail.com](mailto:cezarunesp@gmail.com)

### **Antonio Misson Godoy**

Doutor em Geociências (Geoquímica e Geotectônica) pela Universidade de São Paulo. Professor Livre Docente do Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista - Campus de Rio Claro. Atua principalmente nos seguintes temas: mapeamento, petrologia, geoquímica, rochas granitoides e rocha ornamental. Contato: [mgodoy@rc.unesp.br](mailto:mgodoy@rc.unesp.br)

### **Cenira Maria Lupinacci**

Doutora em Geociências e Meio Ambiente pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Professora Livre Docente em Geomorfologia da Universidade Estadual Paulista - Júlio de Mesquita Filho. Atua principalmente nos seguintes temas: cartografia geomorfológica, erosão e planejamento ambiental. Contato: [cenira.lupinacci@unesp.br](mailto:cenira.lupinacci@unesp.br)

### **Cláudio Antonio Di Mauro**

Doutor em Geografia Física pela Universidade de São Paulo (USP). Foi Assistente da Divisão de Geomorfologia no Projeto Radam/ Radambrasil. Presidiu por seis anos o Comitê de Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá. Trabalhou como Assessor na Agência Nacional de Águas e como consultor da UNESCO. Professor Associado do Instituto de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia. Contato: [claudiodimauro@ufu.br](mailto:claudiodimauro@ufu.br)

### **Daniel Moreno Muñoz**

Doutor em Geografia pela Universidade de Murcia (Espanha), onde atua como docente, pesquisando sobre a pesca como recurso na Bahía de Mazarrón. Faz parte do Grupo de Investigación "Dinámicas Territoriales: Análisis y Ordenación". Atua também em outros temas como Riscos Naturais, Patrimônio, Problemas de Água e Geografia. Contato: [daniel.moreno1@um.es](mailto:daniel.moreno1@um.es)

### **Dieison Morozoli da Silva**

Bacharel em Ciência e Tecnologia pela Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA). Acadêmico de Engenharia Cartográfica e de Agrimensura (Universidade Federal do Pampa - UNIPAMPA). Bolsista no Projeto Sigpampa da Universidade Federal do Pampa. Pesquisa com ênfase no estudo das Áreas de Preservação Permanente em Itaqui e enchentes do rio Uruguai. Contato: [dieison.ufp@gmail.com](mailto:dieison.ufp@gmail.com)

**Eduardo Salinas-Chávez**

Doutor em Geografia pela Universidade de Havana - Cuba. Professor Titular da Universidad de La Habana (Cuba). Atuou como professor convidado na Universidad de Buenos Aires (Argentina), Universidade de São Paulo, Universitat de Girona (Espanha), Universidad de Alicante (Espanha) e Universidade Federal da Grande Dourados- UFGD. Atualmente é professor convidado da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, UFMS - Campus de Três Lagoas, atuando na área de ordenamento territorial, gestão de bacias e geoecologia da paisagem. Contato: esalinasc@yahoo.com

**Edvaldo Cesar Moretti**

Doutor em Geografia pela UNESP e Pós-doutor em Geografia no Instituto de Geociências da UNICAMP. Professor Titular na Universidade Federal da Grande Dourados. Atua com os temas: territorialidades das unidades de conservação; atividade turística; ambiente urbano e relação sociedade natureza. Membro da Cátedra Diversidade Cultural, Gênero e Fronteiras da UNESCO/UFGD. Coordenador do Grupo de Pesquisa Território e Ambiente. Contato: EdvaldoMoretti@ufgd.edu.br

**Ernane Miranda Lemes**

Engenheiro Agrônomo e Doutor em Agronomia pela Universidade Federal de Uberlândia. Mestre em Fitopatologia pela University of Florida. Possui experiência nas áreas de fitopatologia, sensoriamento remoto, agricultura de precisão, experimentação agrícola, nutrição vegetal e fitotecnia. Contato: ernanelemes@yahoo.com.br

**Flávio Rodrigues do Nascimento**

Doutor em Geografia pela Universidade Federal Fluminense. Professor do Departamento de Geografia da UFC e professor Visitante do Departamento de Geografia da Univ. Eduardo Mondlane, Maputo/Moçambique e do Programa de Postgrado Multidisciplinar en Ciencias Ambientales de Universidad Autónoma de San Luis Potosí/ México. Coordenador do Núcleo de Pesquisa e Planejamento em Hidrogeografia (NEPH). Pesquisa nas áreas de gestão ambiental, hidrogeografia e uso social da água, bacia hidrográfica, semiárido, degradação ambiental e desertificação. Contato: flaviorn@yahoo.com.br

**Francisco Costa**

Doutor em Geografia pela Universidade do Minho. Professor do Departamento de Geografia da Universidade do Minho e pesquisador do Centro de Estudos de Geografia e Ordenamento do Território (CEGOT) de Portugal. Atua na área de riscos naturais, gestão de água e planejamento de bacias hidrográficas e patrimônio ligado à água. Contato: costafs@geografia.uminho.pt

**Francy Viviana Bolaños Trochez**

Graduada em Geografia pela Universidad del Valle (Colômbia). Pesquisadora do projeto "Organización social en el manejo de los recursos hídricos. Alcances y limitaciones en tres cuencas hidrográficas del Valle del Cauca -Cuenca del río Cali, Yumbo y Bolo-Frayle", desenvolvido pelo Grupo Territorios do Departamento de Geografia da Universidad del Valle (Colômbia). Contato: llinfko@hotmail.com

**Frei Rodrigo de Castro Amédée Péret**

Graduado em Engenharia Civil, Filosofia e Teologia, é coordenador da Pastoral da Terra, acompanhando os conflitos sobre a questão da terra no Brasil junto ao Movimentos dos Sem Terra, no que tange aos processos ambientais decorrentes (degradação de Áreas de Preservação Permanente e a violação dos direitos humanos decorrentes da exploração mineral). Contato: rodrigoperet@yahoo.com

**João Fernandes da Silva**

Graduado e Mestre em Geografia pela Universidade Federal de Uberlândia, Especialista em Serviço Público e em Recursos Hídricos, Doutorando em Geografia na UFU. Assistente administrativo da Universidade Federal de Uberlândia, atuando em pesquisas referentes a Impactos Ambientais. Contato: joao.silva@ufu.br

**José Geraldo Mageste**

Doutor em Ciências Florestais pela Universidade Federal de Viçosa. É Leader Assessor Training para Certificações Ambientais. Professor da Universidade Federal de Uberlândia. Atua nas áreas de manejo e nutrição florestal (seringueira/eucalipto), silvicultura, manejo e política e legislação florestal, manejo de bacias hidrográficas. Contato: jgmageste2@gmail.com

**Jose Manuel Mateo Rodríguez - in memorian**

Doutor em Ciências Geográficas pela Universidade Estatal de Moscou, Pós-Doutor em Análise Ambiental pela Universidade de Varsóvia - Polônia e em Geoecologia da Paisagem pela Universidade Estatal de Moscou. Professor Titular da Universidade de Havana e Acadêmico Titular da Academia de Ciências de Cuba. Atuou como professor convidado na Universidade Federal de Santa Maria, entre os anos de 2018 e 2019.

**Lais Paciência Godoy**

Graduada em Tecnólogo em Hotelaria pelo Centro Universitário Senac, Mestre em Gestão em Administração Hoteleira pelo Centro Universitário Senac. Doutoranda na Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - Área de Geologia Regional em Geoturismo. Tem experiência na área de Turismo. Contato: lais\_godoy@hotmail.com

**Larissa Marques Barbosa de Araújo**

Doutora em Geociências (Geologia Regional) pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Professora Associada da Universidade de Uberlândia (UFU) no campus de Monte Carmelo. Tem experiência na área de Geociências, com ênfase nos seguintes temas: mapeamento geológico, petrografia, geoquímica, petrologia de rochas ígneas, rochas ornamentais e meio ambiente. Contato: larissa.araujo@ufu.br

**Leandro da Silva Almeida**

Mestre em Qualidade Ambiental pela Universidade Federal de Uberlândia. Atualmente é docente no curso de agronomia da Universidade Presidente Antônio Carlos e Doutorando em Agronomia na Universidade Federal de Uberlândia. Atua nos seguintes temas: gestão econômica, soja, defesa fitossanitária, café e georeferenciamento. Contato: almeidalean26@gmail.com

**Letícia Roberta Trombeta**

Mestre em Geografia pela Universidade Estadual Paulista Júlio Mesquita Filho - Presidente Prudente, Doutora em Geografia pela Universidade Estadual Paulista Júlio Mesquita Filho - Presidente Prudente, Analista de Desenvolvimento Urbano e Regional na Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano (EMPLASA) e Docente no Centro Universitário UniSantAnna. Atua em planejamento ambiental, urbano e regional, Cartografia, Geoprocessamento, SIG, mapeamento geomorfológico, gestão e gerenciamento de recursos hídricos. Contato: leticiaroberta89@hotmail.com

**Maira Celeiro Chaple**

Doutora em Ciências Geográficas em Cuba. Colabora na investigação relacionada a Climatologia Histórica, Variações microclimáticas de regime água, secas e chuvas pesadas como um fator de risco. Coordenou o Programa de Núcleo do Meio Ambiente no Ministério da Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente de Cuba. Preside a Comissão de Graus Científicos do Instituto de Geografia Tropical. Membro do Painel do Programa Nacional "Clima em Cuba: Impactos, Mitigação e Adaptação". Contato: mairac@ceniai.inf.cu

**Marco Antonio Aguirre**

Graduado em Geografia pela Universidad Del Valle - Colômbia. Tem experiência na área de Geotecnologias aplicadas às questões ambientais, diagnósticos do meio físico (quantidade, qualidade e disponibilidade de recursos naturais, ecossistemas, caracterização de dinâmicas naturais, etc.) e social do país e suas possibilidades futuras de desenvolvimento. Atualmente é assistente de investigação na Universidad Del Valle. Contato: geografia.777@gmail.com

**Marília Inês Mendes Barbosa**

Doutora em Geologia pelo Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio de Janeiro - IGEO/UFRJ. Atualmente é Professora Adjunto do Instituto de Geografia, no Campus Monte Carmelo, da Universidade Federal de Uberlândia – UFU, pesquisando na área de Geologia Regional, principalmente nos segmentos: Mapeamento Geológico, Mineralogia, Geoquímica e Petrologia. Contato: mariliabarbosa@ufu.br

**Nara Cristina de Lima Silva**

Doutora em Geografia (Análise, Planejamento e Gestão Ambiental) pela Universidade Federal de Uberlândia (2015). Desde 2010 é professora efetiva do Instituto Federal do Triângulo Mineiro, Campus Uberlândia, atuando na área de Saneamento e Gestão Ambiental. Contato: nara.lima@iftm.edu.br

**Oscar Buitrago Bermúdez**

Doutor em Geografia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – UNESP-PP. Atualmente é professor da Universidad del Valle (Colômbia), pesquisando principalmente nos seguintes temas: Gestão e Desenvolvimento Local, Ordenamento Territorial Municipal, Educação Geográfica, Metropolização e Políticas públicas. Contato: oscar.buitrago@correounivalle.edu.co

**Pablo Francisco Benitez Baratto**

Acadêmico do curso de Engenharia de Agrimensura da Universidade Federal do Pampa, participante dos Grupos de Pesquisa “Núcleo de Estudos em Cartografia e Agrimensura – NECA” e “Sistemas Inteligentes e Modelagem”. Contato: pablofbbaratto@gmail.com

**Patrícia Borges Silveira**

Mestre em Geografia (Organização do Espaço) pela Universidade Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP - Rio Claro). Vem trabalhando com Geomorfologia na área de erosão dos solos e mapeamento geomorfológico. É professora da rede particular de ensino no Estado de São Paulo e doutoranda em Geografia pela UNESP-RC. Contato: patygeo@gmail.com

**Ramón García Marín**

Doutor em Geografia pela Universidad de Murcia (Espanha). Pós-doutor pela Universidad de Málaga (Espanha), tendo sido pesquisador na Maison de la Recherche en Sciences Humaines de la Universidad de Caen Basse-Normandie (França), e na Universidade Federal do Rio Grande do Norte (Brasil). Atualmente, é professor do Departamento de Geografía da Universidad de Murcia, onde desenvolve sua docência e investigação na área de Geografia Humana. Contato: ramongm@um.es

**Sidnei Luís Bohn Gass**

Doutor em Geografia (Análise Ambiental) pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. É Professor na Universidade Federal do Pampa- UNIPAMPA, no Campus Itaqui, RS. Tem experiência na área de Geociências, com ênfase em Sensoriamento Remoto e Cartografia, atuando nos seguintes temas: sensoriamento remoto, planejamento urbano e regional, geografia agrária, análise regional, análise ambiental e cartografia. Contato: sidneibohngass@gmail.com

**Vera Lúcia Freitas Marinho**

Doutora em Geografia (Análise Ambiental e Dinâmica Territorial) pelo Instituto de Geociências da Universidade Estadual de Campinas. Docente da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, integra o grupo de pesquisa GTA - Grupo de Pesquisa Território e Ambiente, atuando nos temas de meio ambiente e políticas públicas, gestão de recursos hídricos, comitês de bacia hidrográfica. Contato: marinho\_vera@yahoo.com.br

**Vicente de Paulo da Silva**

Doutor em Geografia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Atualmente é professor adjunto no Instituto de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia-UFU, onde atua na área de Ensino de Geografia. Pesquisa temas voltados para Riscos e Efeitos Sociais e Espaciais de Grandes Empreendimentos, com foco, principalmente, nos efeitos provocados pela construção de hidrelétricas. Contato: vicente.paulo@ufu.br

**Víctor Ruíz Álvarez**

*Graduado em Geografia pela Universidad de Murcia (Espanha), Mestre em Planejamento e Gestão de Riscos Naturais pela Universidad de Alicante (Espanha). Atualmente é bolsista de Formación de Profesorado Universitario (FPU) da Universidad de Murcia (Espanha), atuando nas áreas de geotecnologias, análise espacial, mudanças climáticas e Geografia Física. Contato: victor.ruiz1@um.es*

**Washington Luiz Assunção**

*Doutor em Geografia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho- UNESP. Atualmente é professor da Universidade Federal de Uberlândia, atuando principalmente nos seguintes temas: planejamento ambiental, gestão de bacias hidrográficas, regime pluviométrico, balanço hídrico, clima local, irrigação e clima regional. Foi Presidente da ABCLIMA - Associação Brasileira de Climatologia Geográfica na gestão 2010/2012. Contato: washington@ufu.br*



® Portal Tecnológico  
de Divulgação Científica  
Eventos, Pesquisas e Inovação



**CNPq**  
Conselho Nacional de Desenvolvimento  
Científico e Tecnológico

