

# Da exploração econômica da bacia hidrográfica do Rio Doce ao atual processo de degradação de seus recursos naturais<sup>1</sup>

ALINE MARCHESI HORA<sup>2</sup>; CARLOS ALBERTO DIAS<sup>3</sup>; GILVAN RAMALHO GUEDES<sup>4</sup>;  
ALEXANDRE SYLVIO VIEIRA DA COSTA<sup>5</sup>; MARLE JOSÉ FERRARI JÚNIOR<sup>6</sup>

## 1. Introdução

A formação histórica e econômica de Minas Gerais deu-se, principalmente, por meio de atividades extrativistas não sustentáveis. Estas cumpriram seu papel de impulsionar a economia nacional ao longo do tempo, mas não tiveram a preocupação de resguardar os recursos naturais. Tal fator, além de promover a diminuição dos recursos, impediu o enraizamento de uma cultura conservacionista.

No século XVII, a capitania de Minas Gerais foi marcada pelo início do Ciclo do Ouro, que perdurou em grande escala até o final do século XVIII. A corrida pelo ouro, além de contribuir significativamente para o estabelecimento da dinâmica econômica de Minas Gerais, impulsionou a estruturação urbana da Capitania, uma vez que atraía grande contingente populacional para atuar nas atividades de mineração.

Com o declínio da extração aurífera por volta de 1780, a economia mineira passou a ser conduzida basicamente por uma economia de subsistência. Desta forma, o final do século XVIII e o século XIX caracte-

---

1 O presente trabalho é um recorte da pesquisa “Representações Sociais das Comunidades de Galiléia e Tumiritinga com relação ao uso e conservação do Rio Doce”, apoiada pela FAPEMIG, Processo Nº: APQ-01807-11.

2 Bióloga. Mestranda em Gestão Integrada do Território pela Universidade Vale do Rio Doce. Bolsista do PAPG da FAPEMIG.

3 Doutor em Psicologia Social, Professor do Programa de Pós-Graduação em Gestão Integrada do Território da Universidade Vale do Rio Doce.

4 Professor Adjunto, Departamento de Demografia; Pesquisador, Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional (CEDEPLAR), Universidade Federal de Minas Gerais. Email: grgues@cedeplar.ufmg.br

5 Doutor em Fitotecnia, Professor do Programa de Pós-Graduação em Gestão Integrada do Território.

6 Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Professor Adjunto da Universidade Vale do Rio Doce.

rizaram-se pela busca de novas possibilidades econômicas, baseadas em atividades agropecuárias de baixa produtividade. Na primeira metade do século XX a cafeicultura, a extração de mica e madeira e a pecuária ganharam relevância econômica em distintas localidades mineiras.

Neste capítulo dar-se-á destaque ao Ciclo do Ouro que, além de sua relevância na economia mineira, sobressaiu-se na condição de atividade precursora do processo de degradação ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Doce. Procurar-se-á também relatar aquelas atividades econômicas da primeira metade do século XX que envolveram a região do Médio Rio Doce afetando sua estrutura ambiental. Se por um lado estas atividades estruturaram a economia e impulsionaram a dinâmica demográfica da região, por outro, contribuíram para o atual estágio de degradação.

Considerando tais asserções, pretende-se aqui conduzir uma reflexão sobre a dinâmica territorial da Bacia do Rio Doce a partir do século XVII, destacando-se a região do Médio Rio Doce no que tange às atividades econômicas, ao desenvolvimento social e demográfico e suas implicações ambientais. Para isto, utilizou-se de revisão bibliográfica tomando como referência textos sobre a economia mineira, a região do Rio Doce, dados do Censo Demográfico de 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e documentos disponibilizados pelo Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Doce (CBH-Doce), pela Agência Nacional de Águas (ANA) e pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM). Embora a Bacia esteja localizada nos estados de Minas Gerais (MG) e Espírito Santo (ES), o enfoque será dado à região correspondente ao Médio Rio Doce, localizada em MG.

## **2. Atividades econômicas**

Nos dois primeiros séculos de colonização portuguesa, o território mineiro foi explorado tendo como principal objetivo a localização de minerais preciosos na Serra das Esmeraldas que, em princípio, estaria localizada onde se encontra o divisor das bacias do Rio Jequitinhonha, Doce e Mucuri. Tratava-se de um conto indígena no qual se afirmava que esta Serra abrigava grande número de riquezas, aguçando a cobiça lusitana. Em meio à constante procura, integrantes da expedição comandada por Fernão Dias descobriram, ao final do século XVII, os primeiros aluviões auríferos na região (ESPINDOLA, 2005).

Com a descoberta de ouro em 1698, as cabeceiras do Rio Doce começaram a ser amplamente povoadas. Os bandeirantes e os minerado-

res se fixaram na região criando os arraiais Ribeirão do Carmo e Vila Rica, posteriormente reconhecidos como Mariana e Ouro Preto (SILVA, 1995). Em pouco tempo intensificava o fluxo migratório em direção à região da Bacia Hidrográfica do Rio Doce, fazendo surgir uma nova organização urbana que demandou uma reestruturação social dos povos que ali viviam. Não havia naquela época uma dinâmica de abastecimento que pudesse atender toda a população. Custódio Sobrinho (2006) destaca que o crescimento demográfico, a falta de infraestrutura dos povoados que iam surgindo e a desatenção com as questões alimentares gerou grandes problemas durante a busca pelo ouro.

Em decorrência, no início das atividades de mineração a corrida do ouro provocou uma crise de fome entre 1700 e 1701. Segundo Silva (1995) e Furtado (2005), tais atividades, cujo caráter predatório ganhava destaque na busca pelos minerais, promoveu violenta agressão ao ambiente. O desequilíbrio gerado causou desabastecimento e fome, castigando os pioneiros da mineração. Para Espindola (2005), este fato desencadeou uma grande dispersão dos habitantes dos arraiais em direção ao interior das matas, tendo como mote a busca de alimentos para que fosse garantida a sobrevivência. Com o desbravamento de novos ambientes surgiram novos povoados e as primeiras atividades agrícolas na região voltadas ao abastecimento de trabalhadores e residentes (CUSTODIO SOBRINHO, 2006).

Todavia, o ciclo do ouro trouxe consigo uma diversificação social que se estruturava de forma diferente da até então estabelecida. Segundo Coutinho (2008), embora esse ciclo tenha se baseado no trabalho escravo, oferecia muitas oportunidades para o trabalho livre. Isto contrariava os modelos de trabalho praticados por outras atividades, sobretudo a açucareira, cuja população trabalhadora era predominantemente escrava. O ouro podia ser explorado tanto por produtores abastados quanto por faiscadores descapitalizados [...] (COUTINHO, 2008: 364). Esta diversificação social oferecia possibilidades de ascensão social a pessoas menos capitalizadas, quer fossem trabalhadores livres quer fossem escravos.

[...] um homem livre com iniciativa, se dispunha de recursos, podia organizar uma *lavra* em escala grande, com cem ou mais escravos. [...] a forma como se organiza o trabalho permite que o escravo tenha maior iniciativa e que circule num meio social mais complexo. Muitos escravos chegam mesmo a trabalhar por conta própria, comprometendo-se a pagar periodicamente uma quantia fixa a seu dono, o que lhes abre a possibilidade de comprar a própria liberdade. Esta simples possibilidade deveria constituir um fator altamente favorável ao seu desenvolvimento mental (FURTADO, 2005: 79).

Assim, a mineração aurífera dinamizou e controlou a economia mineira durante a maior parte do século XVIII, tendo o auge da extração ocorrido em 1760. De acordo com Furtado (2005), o decênio compreendido entre 1750 e 1760 constituiu o apogeu da economia mineira e a exportação manteve-se, então, em torno de dois milhões de libras (FURTADO, 2005: 82).

Neste cenário, o então possível enriquecimento pela descoberta do ouro ganhava destaque e contribuía significativamente para dar maior visibilidade àquele território, que continuamente recebia grande fluxo de visitantes, forasteiros e clandestinos à procura de ouro e alimentos. Em decorrência, tornaram-se necessárias medidas de contenção desta colonização a fim de restringir a chegada de novos habitantes às terras de “mato dentro” (floresta). Uma alternativa seria o bloqueio dos rios que davam acesso à região da Bacia do Rio Doce, fato este confirmado por Espindola (2005):

No século do ouro a política oficial foi de severas restrições, mandando punir quem se estabelecesse na região e, especificamente, proibiu a navegação dos rios Doce e Cuité. [...] entre 1725 e 1758 foram expedidos atos régios proibindo a abertura de caminhos e a navegação fluvial, no intuito de evitar o extravio de ouro e diamante (ESPINDOLA, 2005: 305).

Destaca-se a importância que tiveram os rios no processo de colonização portuguesa em Minas Gerais. A região da Bacia Hidrográfica do Rio Doce era predominantemente coberta por floresta tropical. Tal bioma, além de ter se apresentado como obstáculo natural à colonização de novos ambientes, acolhia ainda os índios Botocudos. Esses, temidos em decorrência da fama de serem antropófagos, obrigaram os primeiros colonizadores a utilizarem os rios como melhor alternativa de penetração e desbravamento das terras que compunham a área abrangida pela Bacia.

Dessa forma, os rios que inicialmente se constituíram no principal canal de penetração e exploração tornaram-se, no século XVIII, instrumentos de manifestação de Poder dos governantes das Capitânicas. A soberania dos governantes, por sua vez, fez-se manifestar a partir do controle da população que ocupava a Bacia do Rio Doce. O Rio Doce, natureza a partir da qual foi criado um território, tornou-se campo do Poder ao ser instituído como barreira/limite aos invasores e estrangeiros que almejavam adentrar as terras de Minas. Tal medida serviu como estratégia para manter o controle da Coroa nas questões fiscais e evitar o furto do ouro, promovendo o enriquecimento das Capitânicas e daqueles que dela se beneficiavam.

Foi nessa época que os recursos naturais do Território da Bacia Hidrográfica do Rio Doce começaram a ser devastados pelas atividades dos mineiros. Por se constituir em ouro de aluvião, este era facilmente encontrado nos leitos dos rios e em suas margens. Dessa forma, os mineiros revolviam as terras dos lençóis e margens abrindo de forma rudimentar as minas, exaurindo delas todo ouro e pedras preciosas de superfície. As terras que delas eram retiradas e os minerais que na época não se conhecia sua utilidade eram depositados nos cursos d'água e nos próprios lençóis alcançados pela escavação.

Como resultado de uma prática que não abarcava técnicas de sustentabilidade, ocorreu por volta de 1780 o declínio da mineração. Consequentemente, surgiu a necessidade de compensar a queda da produção mineral e da arrecadação de impostos que era, até então, a base da economia. Além disto, surgiram preocupações em proporcionar um local o mais seguro possível para a expansão das fronteiras das Capitanias, obtendo-se novas fontes de renda (SILVA, 2007).

[...] com o declínio do ouro, particularmente, entre o último quartel do século XVIII e a primeira metade do XIX, a região foi vista como alternativa para a crise, ou seja, o controle sobre os rios agora deveria servir a um processo de territorialidade, dando-lhe um uso que possibilitasse produzir riquezas e aumentar as rendas do Estado. Na primeira metade do século XIX, a navegação fluvial, o acesso ao mercado mundial, a incorporação de território de floresta e a guerra aos índios ocuparam espaço significativo na pauta do governo central (de D. João VI, D. Pedro I e D. Pedro II) e dos governos de Minas e do Espírito Santo (ESPINDOLA, 2006:8).

Uma alternativa para obtenção de novos ganhos financeiros seria a navegação do Rio Doce para transporte de produtos, com redução dos altos custos de frete cobrados na época. Tal medida estreitaria ainda as relações políticas e econômicas entre os estados de Minas Gerais e Espírito Santo. Além dos custos, a redução do tempo de transporte de mercadorias poderia viabilizar o comércio daquelas de baixos valores em relação ao frete, tais como o milho e o feijão (ESPINDOLA, 2005).

Dessa forma, a política de restrição do uso do rio começou a mudar, como consta da carta de D. Rodrigo José de Menezes, ex-governador de Minas Gerais (1780-1783), escrita ao capitão-mor do Espírito Santo, comunicando que o Vice-Rei não via inconveniente em serem ocupadas às terras do Rio Doce (ESPINDOLA, 2005: 306).

Segundo Espindola (2005), em 1800 ocorreu a primeira tentativa

de efetivar a navegação do Rio Doce, sob o comando do governador da capitania do Espírito Santo, Antônio Pires da Silva Pontes. Iniciou-se, então, na primeira metade do século XIX, um processo de incentivo à ocupação do Sertão do Rio Doce, com ações que envolviam desde a “guerra ofensiva aos Botocudos” a incentivos financeiros e fiscais aos interessados em fixar residência na região. Outras iniciativas também foram oferecidas por D. Pedro I para a agricultura e o comércio. Entretanto, os subsídios fornecidos não alcançaram os resultados esperados.

Mesmo com a liberação do rio à navegação com investimentos altos do Estado, a prática efetivamente não ocorreu. Deve-se a isto o desinteresse dos espírito-santenses em assumir essa prática, uma vez que esses viviam da pesca nos oceanos e dos grandes lagamares e lameirões que acompanham a costa. Além disto, acreditavam que as matas estariam infestadas por “gentio inimigo”, como eram denominados os índios Botocudos (ESPINDOLA, 2005: 309). Estes índios representavam um obstáculo aos interesses lusitanos, sendo atribuído a eles parcela de culpa pelo desinteresse de terceiros em ocupar essa região de Minas. Tais nativos tinham uma organização social intimamente imbricada às questões naturais. O modo como viviam expressava harmonia na apropriação dos recursos, contrariando o caráter extrativista/predatório empregado pelos portugueses.

Em função disso, foi expedida a Carta Régia de 1808 declarando guerra aos Botocudos. Os embates marcaram a disputa de um ambiente que a princípio pertencia às tribos indígenas. Esse ato quase levou ao extermínio não só dos indivíduos deste grupo, mas também de seus costumes, seus ritos e sua cultura.

A partir do momento que a fronteira de colonização ia se alargando, tomando novas áreas, as comunidades indígenas viam seu modo de vida e sua relação territorial serem destruídas. [...] o colonizador começava a romper o equilíbrio social e territorial. Desestruturadas as relações, além de terem de enfrentar o colonizador branco, as comunidades indígenas também se deparam com os conflitos entre elas pela posse e/ou exploração da parte do território ainda não conquistado e ocupado (SILVA, 2012: 4).

Além da guerra ofensiva aos Botocudos, dentre os principais investimentos e incentivos do Estado à ocupação do Sertão, destaca-se ainda a concessão de sesmarias, com distribuição de terras a quem quisesse ocupar aquela região, dando aos pobres mantimentos para se estabelecerem no novo território (ESPINDOLA, 2005).

Esgotadas as reservas auríferas, as atividades que mantiveram as relações econômicas locais foram a agricultura de subsistência e a pecuária. Segundo Furtado (2005), o retorno a essa prática de subsistência representou um retrocesso na economia, por serem consideradas atividades de baixa produtividade. Com uma visão extrativista, o governo designava homens de ciência para identificar produtos naturais que pudessem ser aproveitados comercialmente: “As autoridades não estavam interessadas na botânica, na zoologia, na geologia, mas no descobrimento de novas fontes de rendimento” (ESPINDOLA, 2005:88).

Nas primeiras décadas do Século XIX, ocorreram mudanças significativas no Brasil, iniciando com a transferência da Corte Portuguesa para o Rio de Janeiro, passando pela Independência, até a expansão das exportações de café. Livre do pacto colonial, a economia brasileira pôde comercializar diretamente com o resto do mundo, consolidando-se o perfil econômico baseado na produção agrícola-mercantil escravista e na pecuária de corte e de leite. Contudo, mesmo com a expansão da agricultura (algodão, cereais, cana de açúcar, café, e outros), da indústria têxtil e da pecuária, estas atividades não foram suficientes para compensar a queda da demanda provocada pelo declínio da atividade mineradora (ESPINDOLA, 2005).

A estagnação econômica pairava no ar, abrindo-se espaços para a crise. A almejada conquista do Sertão não se deu efetivamente pelo rio, mas pela construção da Estrada de Ferro Vitória a Minas (EFVM) que gerou grandes expectativas para a economia da região. Por ela, seria possível a tão esperada ligação comercial entre Minas Gerais e Espírito Santo e, posteriormente, o cenário mundial. Assim, a inauguração da EFVM em 1910 consolida a posição de entreposto comercial de Porto de Figueiras, hoje denominada Governador Valadares, e confere à cultura do café e à extração de madeira importância econômica cada vez mais destacada na região. Além disso, enseja a vinda de migrantes da própria região do Rio Doce, do Espírito Santo, da Bahia e de alguns estrangeiros de nacionalidade italiana, espanhola e síriaca efetivando, definitivamente, a ocupação da região do Sertão (CBHDOCE, 2012; SIMAN, 1988).

Na década de 1930, a EFVM chega a Itabira, local de onde seria extraído em grande escala o minério de ferro a ser exportado via Porto de Vitória (CBHDOCE, 2012). Com a inauguração da Belgo Mineira em 1937 no município de João Monlevade, a chegada da Aços Especiais de Itabira (Acesita) no município de Timóteo em 1944 e a Usiminas em Ipatinga no ano de 1962, concretizou-se o processo de industrialização no Médio

Rio Doce. A região, que passou a ser reconhecida como “Vale do Aço”, consolidou-se como um Polo Siderúrgico e ganhou relevância na história econômica de Minas Gerais (SOARES, 2002; PAULA, 1997; COSTA, 1995).

Em resposta à consolidação deste Polo industrial, a região que até então se encontrava praticamente desabitada começou a receber expressivo fluxo migratório, sobretudo para as cidades de Ipatinga, Coronel Fabriciano e Timóteo, potencializando os esforços necessários para a construção da Rodovia Rio-Bahia, que viabilizaria o transporte e trocas estaduais.

A região do Vale do Aço ganhou notoriedade no cenário econômico por ter transferido o eixo de sua economia de setor primário para o setor secundário (SOARES, 2002). Embora este último setor também seja marcado por atividades extrativistas, a produção de bens intermediários lhe confere maior dinamismo, uma vez que a matéria-prima não se exaure na mesma proporção que os bens primários, como o ouro e a madeira. Essa região de Minas Gerais evoluiu significativamente e mantém maior potencial econômico que a região do Vale do Rio Doce. Contudo, de maneira similar, a contrapartida para o desenvolvimento nestas regiões foi a supressão das florestas nativas e, conseqüentemente, a redução da biodiversidade regional (GONÇALVES, 2006; ESPINDOLA, 2005).

A região do Vale do Rio Doce teve o *boom* de seu desenvolvimento econômico concentrado no setor primário, sobretudo nas práticas de extração da mica e da madeira e pecuária extensiva. A demanda de mão de obra destes ciclos intensificava gradativamente o fluxo migratório do campo para a cidade, em busca de novas oportunidades de trabalho encontradas nas atividades extrativistas, sobretudo da mica e da madeira.

A mica constitui-se num material isolante utilizado na fabricação de materiais elétricos e instrumentos de precisão que na época apresentava alto preço de mercado. Com o advento da 2ª Guerra Mundial, a demanda por este mineral emergiu com grande intensidade, deflagrando a abertura de várias minas dessa matéria-prima no Vale do Rio Doce. O domínio de sua exploração era feito por empresas norte-americanas para fomentar a indústria bélica (AMORIM, 2007). Na década de 1960 surgiram produtos mais avançados que a mica, culminando na substituição deste mineral:

A partir de 1960, a produção de mica cai em queda livre, registrando-se, no final dessa década, uma produção bastante irrisória. O refluxo da atividade extrativa da mica teve conseqüências sérias para a economia local, com redução do número de empregados de cerca de 3.000 pessoas, nos anos 40, para cerca de 500 empregos, no início da década de sessenta. Além dos empregos diretos, a queda da de-



manda no mercado atingiu, fortemente, as centenas de famílias que trabalhavam a mica em suas próprias casas (ESPINDOLA, 1999: 30).

Concomitantemente com a extração da mica destacaram-se, ainda, as atividades de extração do minério de ferro para o setor ferroviário e de beneficiamento da madeira, cujo auge se concentrou nas décadas de 1940 e 1950, representando as principais atividades econômicas de todo o Médio Rio Doce (ESPÍNDOLA, 2005). A demanda por madeiras ora para exportação, ora para atendimento às serrarias, ora para produção do carvão vegetal para as siderúrgicas intensificou a supressão das florestas tropicais, características desta região.

Como consequência da extração madeireira, as matas foram gradativamente substituídas por áreas de pastagem. Avançando o desmatamento, imensas clareiras surgiram no interior da mata, favorecendo o estabelecimento de espécies exóticas<sup>7</sup>. Dentre as espécies exóticas emergentes neste processo, destacou-se o Capim Colômbio. Esse, cujo nome científico é *Panicum Maximum*, é uma gramínea exótica invasora originária da África. Tal espécie que tem como característica a adaptabilidade a ambientes de pastagens, competiu com as florestas nativas, beneficiou-se das constantes queimadas ocorridas na região e levou, em decorrência, vantagem sob outras espécies no processo de sucessão. Em estudos sobre o Vale do Rio Doce, Dangelo (2002) alertou sobre o problema da introdução das espécies exóticas na região: “O inadequado manejo das espécies exóticas e as queimadas ocasionaram a erosão e o consequente assoreamento do rio” (DANGELO, 2002: 56).

Abriu-se, com isso, espaço para um novo dinamismo econômico a ser conquistado pela cultura pecuária extensiva, com baixos investimentos, mas que caracterizaria a economia regional do Vale do Rio Doce nas décadas seguintes. No entanto, a ausência de um manejo adequado dessas terras dava sinais de que a prática, tão expressiva naquele momento, não se sustentaria por muito tempo. Espindola (1998), em seu artigo *A história de uma formação socioeconômica urbana: Governador Valadares*, afirmou que a pecuária como base para a economia do Vale do Rio Doce foi ineficiente por não ter agregado novas técnicas, ou seja, técnicas de manejos sustentáveis, tendo ficado restrita à simples exploração da capacidade dos solos.

---

7 Em relação às espécies exóticas, a Resolução CONAMA nº 429, de 28 de fevereiro de 2011 em seu Capítulo II, Art.2º, apresenta a seguinte definição: § I - espécie exótica é qualquer espécie fora de sua área natural de distribuição geográfica; § II, espécie exótica invasora é aquela cuja introdução ou dispersão ameaça ecossistema, habitat, ou espécies e cause impactos negativos ambientais, econômicos, sociais ou culturais.

A retirada da vegetação que servia de proteção ao solo o deixou desnudo, sujeito às intempéries do ambiente, ocasionando intenso processo de erosão na região. O solo enfraquecido, desprotegido e com baixa produtividade agrícola impossibilitou o estabelecimento definitivo da prática pecuária como base para a economia regional. Não obstante, ainda como consequência da erosão, as terras que se desprendiam pela ação dos ventos e/ou das chuvas atingiam o leito dos rios, assoreando-os. O desconhecimento dos pecuaristas quanto a técnicas de proteção dos solos, associado ao mercado de exportação madeireira, contribuiu para a drástica redução da cobertura vegetal da Mata Atlântica mineira.

Entre as décadas de 1950 e 1960, as práticas extrativistas não sustentáveis propiciaram a finalização da extração da madeira e da mica, deixando para a região um significativo passivo ambiental e social. Ambiental pelas drásticas mudanças ocorridas no ecossistema que vão desde a redução da cobertura vegetal original e degradação dos solos à poluição e assoreamento dos rios. Social por dois fatores: ausência de atividades que pudessem absorver a mão de obra trazida às cidades em função das demandas produzidas pelas atividades econômicas citadas, e um excedente de mão de obra gerado pelo processo de mecanização agrícola que favoreceu o êxodo rural.

### **3. Caracterização da Bacia Hidrográfica do Rio Doce**

A Bacia Hidrográfica do Rio Doce constitui-se numa das principais Bacias inseridas na região do Atlântico Sudeste. Situada entre os paralelos 17º 45' e 21º 15' de latitude sul e os meridianos 39º 30' e 43º 45' de longitude oeste, possui uma área de drenagem de aproximadamente 83.431 km<sup>2</sup>. Sua extensão territorial recobre em maior proporção (86,1%) a região centro leste do Estado de Minas Gerais e em menor (13,9%), a região centro-norte do Espírito Santo, sendo, portanto, uma Bacia de domínio federal<sup>8</sup> (COELHO, 2007; ANA, 2012).

Seu rio principal é o Doce, formado pelos rios Piranga e Carmo, cujas nascentes estão situadas nas encostas das serras da Mantiqueira e Espinhaço. Com 853 km de extensão da nascente à foz, o Rio Doce nasce no município

---

8 Conforme o Artigo 20, § III da Constituição Federal: "São bens da União: [...] os lagos, rios e quaisquer correntes de águas em terrenos de seu domínio, ou que banhem mais de um Estado, sirvam de limites com outros países, ou se estendam a território estrangeiro ou dele provenham, bem como os territórios marginais e as praias fluviais.

de Ressaquinha (MG), onde recebe o nome de Piranga, e deságua no oceano Atlântico, no povoado de Regência, município de Linhares (ES). Pela margem esquerda, tem como principais afluentes os rios: Piracicaba, Santo Antônio e Suaçuí Grande em Minas Gerais, Pancas e São José no Espírito Santo. Pela margem direita, os rios Casca, Matipó, Caratinga-Cuieté e Manhuaçu em Minas Gerais e Guandu no Espírito Santo (CBHDOCE, 2012).

De acordo com suas características físicas, a Bacia se divide em três Regiões Fisiográficas distintas, sendo elas: Alto, Médio e Baixo Rio Doce. O Alto Rio Doce compreende área das nascentes até a confluência com o rio Piracicaba, nas proximidades da cidade de Ipatinga (MG); o Médio, da confluência com o rio Piracicaba até a divisa entre Minas Gerais e Espírito Santo; e o Baixo, da divisa entre Minas Gerais e Espírito Santo até a foz no Oceano Atlântico.

**Figura 1: Mapa da Região Hidrográfica da Bacia do Rio Doce**



Fonte: Agência Nacional de Águas

Para facilitar a elaboração e execução de ações de gestão em prol de sua revitalização por meio do Plano Integrado de Recursos Hídricos (PIRH), esta Bacia foi subdividida em nove Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos (UPGRs), ficando cada uma sob a responsabilidade de

um Comitê de Bacia Hidrográfica (CBH) específico. Destas Unidades, seis localizam-se no Estado de Minas Gerais e três no Estado do Espírito Santo.

As UPGRs do Estado de Minas são geridas por seis comitês já estruturados, sendo eles: D01 – Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Piranga; D02 – Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Piracicaba; D03 – Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Santo Antônio; D04 – Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Suaçuí; D05 – Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Caratinga; D06 – Comitê da Bacia Hidrográfica Águas do Rio Manhuaçu. Embora no Estado do Espírito Santo inexistam subdivisões administrativas da Bacia do Rio Doce, as três UPGRs são geridas pelos Comitês das Bacias Hidrográficas do Rio Santa Maria do Doce, do Guandu e do São José.

O PIRH constitui-se em um substancial relatório situacional da Bacia Hidrográfica do Rio Doce. Nele estão contidas informações a respeito do Diagnóstico da Bacia e o Prognóstico dos Recursos Hídricos, tendo sido avaliadas: a condição atual da qualidade da água, a disponibilidade hídrica e a projeção destas condições no cenário de 20 anos (2010 a 2030). Além destas informações, o plano define metas a serem alcançadas; apresenta estudo de viabilidade financeira com a descrição dos programas, projetos, ações a serem implementadas e determina os atores envolvidos em cada processo. Sua elaboração, norteadada pela Lei 9.433/97, que institui a Política Nacional dos Recursos Hídricos, contou com a participação de representantes dos dez comitês estruturados (sete em MG e três no ES), bem como com diversos órgãos de gestão dos recursos hídricos, sendo eles: Agência Nacional de Águas (ANA), Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) e Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA).

#### **4. Uso do solo e impactos sobre a Bacia Hidrográfica do Rio Doce**

A água constitui-se num recurso natural renovável essencial à manutenção das mais diversas formas de vida no planeta. Sua disponibilidade e qualidade está imbricada com a maneira como se conduziu, ao longo do tempo, a relação homem - ambiente. Compreender as questões que envolvem os problemas hídricos na atualidade, tais como escassez e poluição, revela-se um grande desafio, já que não requer avaliar somente as formas de sua apropriação. Para Carvalho & Nascimento (2004: 114), os recursos hídricos devem ser avaliados em um contexto sócio-espacial amplo, transcendendo uma visão exclusivamente limnológica.

Para tanto, torna-se necessário conceber a Bacia Hidrográfica como uma unidade territorial de análise e gestão. A Bacia é um sistema complexo e heterogêneo onde as relações estabelecidas entre seus componentes estruturais possibilitam uma análise integrada do ambiente, de seus processos biológicos, físicos e químicos, permitindo um diagnóstico dos seus aspectos físicos, econômicos e sociais (CARVALHO; NASCIMENTO, 2004). A qualidade da água é um reflexo do uso e manejo do seu solo (MERTEN; MINELLA, 2002). Neste sentido, conhecer a realidade hídrica de uma Bacia implica em estabelecer relações entre o atual estado da arte com os processos que perpassaram a ocupação antrópica do uso do solo, destacando suas interações ambientais, sociais e econômicas.

Dados recentes apresentados no Plano Integrado de Recursos Hídricos elaborado pelo Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Doce revelam que esta apresenta, principalmente, problemas de redução da cobertura vegetal devido ao intenso desmatamento, erosão, assoreamento e poluição hídrica por fontes diversas, dentre as quais se destacam os esgotos domésticos e industriais que são lançados *in natura* no rio Doce e em seus afluentes. A seção seguinte discute como a dinâmica no uso do solo, iniciada historicamente pela extração mineral, impactou tanto a qualidade quanto a disponibilidade de recursos hídricos na Bacia do Rio Doce.

## **5. Extração mineral e efeitos sobre os recursos hídricos**

A descoberta de ouro na Bacia do Rio Doce colocou em risco a manutenção do equilíbrio ecológico de seu ecossistema. Isto porque os minerais localizavam-se normalmente em áreas ecologicamente frágeis e suscetíveis a degradação que, segundo Mechi & Sanches (2010), são fundamentais para a preservação da biodiversidade, da paisagem, dos recursos hídricos ou de demais recursos naturais com função ambiental.

Especificamente no caso do ouro, este era facilmente encontrado na superfície do leito dos rios, na forma de aluvião. Sua extração era feita de maneira rudimentar pelos mineiros que não possuíam conhecimento a respeito de técnicas e tecnologias específicas de garimpagem que preservassem o ambiente. Avançando as margens dos rios, retirava-se a cobertura vegetal lançando os troncos e os sedimentos arrancados no seu leito, dando início ao processo de assoreamento. A queda da extração aurífera se deu em função do esgotamento do mineral nas superfícies dos rios, local considerado acessível e de onde eram facilmente encontrados.

No século XX, entre as décadas de 1930 e 1950, algumas regiões do Médio Rio Doce sofreram consideradas modificações em sua estrutura econômica. Considerando o potencial mineral da região, com o advento da industrialização vivenciada no Brasil a partir de 1930, indústrias de renome se instalaram no Médio Rio Doce, sobretudo na região do Vale do Aço. Estas abarcaram novas técnicas e tecnologias passando a extrair não apenas o ouro, já em menor escala, mas, principalmente, outros materiais, diversificando o “portfólio” de produtos minerais e consolidando a prestação de serviços logísticos (NETO, 2008). Segundo Coelho (2007), os minerais atualmente extraídos na Bacia são: ferro, pedras preciosas, bauxita, manganês, rochas calcárias e granito.

Com a apropriação de novas técnicas e o aporte tecnológico advindo da industrialização, tanto os garimpeiros quanto as mineradoras passaram a deter maior potencial econômico e, conseqüentemente, suas atividades tornaram-se mais impactantes no ambiente e, sobretudo, nos recursos hídricos. Em relação a este potencial econômico, Farias (2002) faz o seguinte comentário:

A mineração constitui-se num dos setores básicos da economia do país, contribuindo de forma decisiva para o bem-estar e a melhoria da qualidade de vida das presentes e futuras gerações, sendo fundamental para o desenvolvimento de uma sociedade equânime, desde que seja operada com responsabilidade social, estando sempre presentes os preceitos do desenvolvimento sustentável (FARIAS, 2002: 2).

Diversos autores consideram a mineração como uma das atividades econômicas mais impactantes sobre o ambiente (SILVA, 2007; NETO, 2008; ALVES, 2001; MECCHI; SANCHES, 2010; TUCCI, 2001). Neste contexto, considera-se que a ausência de um planejamento sustentável por parte das mineradoras compromete o ambiente, causando impactos significativos, tais como degradação visual da paisagem, do ar, do solo e da água (ALVES, 2001; NETO, 2008; SILVA, 2007).

Mechi & Sanches (2010) afirmam que toda atividade mineradora requer a devastação das florestas. Ao serem suprimidas, a camada superficial do solo, que é considerada a mais fértil, quase sempre é totalmente arrancada, deixando a camada remanescente suscetível ao processo de erosão. Em decorrência, o solo pode se desprender por ação do vento ou das chuvas e atingir os cursos d'água mais próximos, assoreando-os e poluindo-os. A esse título, estes autores afirmam que a poluição hídrica

ocorre em função do “[...]acúmulo de sedimentos finos em suspensão na água, assim como de substâncias lixiviadas e carregadas ou contidas nos efluentes das áreas de mineração, tais como óleos, graxa, metais pesados, sendo que estes últimos podem atingir águas subterrâneas” (MECHI; SANCHES, 2010: 209).

As etapas do processamento de um mineral associam-se a diversas possibilidades de contaminação hídrica. O beneficiamento do mineral gera um enorme volume de rejeitos<sup>9</sup> e estéreis<sup>10</sup> que, quando não tratados de maneira adequada, degradam o ambiente, sobretudo se atingirem os recursos hídricos. Alves (2001:12) afirma que “[...] a maioria dos metais são encontrados em corpos de minérios em concentrações ou teores de poucos porcentos, assim é inevitável que uma grande parte de rejeito seja produzida”.

Este, em períodos chuvosos, pode ser removido e transportado continuamente até as regiões mais baixas, atingindo, em muitos casos, cursos d’água. A repetição contínua deste processo provoca o transporte considerável de rejeito, ocasionando gradativamente o assoreamento dos recursos hídricos. O problema pode ser minimizado através do adequado armazenamento do material estéril e sua posterior utilização para reaterro de áreas já mineradas e de tanques de decantação que retenham os sedimentos finos na própria área, preservando a hidrografia (SILVA, 2007: 9).

Alves (2001) alerta que o volume não é o único problema do rejeito. Há que se destacar que ele é composto por substâncias quimicamente reativas, que podem trazer problemas relacionados à sua radioatividade. Substâncias químicas dispostas por rejeitos frequentemente atingem os recursos hídricos, causando impactos sobre a qualidade da água.

A qualidade das águas é mensurada levando-se em consideração parâmetros individuais físico-químicos. De acordo com a Agência Nacional das Águas, os índices que retratam a qualidade da água bruta (IQA) utilizados pela Unidade Federativa são: Oxigênio dissolvido, Coliformes termotolerantes, Potencial hidrogeniônico (pH), Demanda bioquímica de oxigênio, Temperatura da água, Nitrogênio total, Fósforo total, Turbidez, Resíduo total. É importante destacar que os parâmetros utilizados para

---

9 Rejeito: rochas ou minerais inaproveitáveis presentes no mineral, que são separados deste durante o processo de beneficiamento (SILVA, 2007).

10 Estéril: termo usado na geologia econômica para dar nome às substâncias minerais que não são aproveitadas economicamente (SILVA, 2007).

avaliação do IQA são, em sua maioria, indicadores de contaminação causada pelo lançamento de esgoto doméstico nos corpos d'água.

A mineração, por sua característica invasiva, altera as condições físicas, químicas e biológicas do ambiente, tornando-se uma fonte perturbadora da qualidade hídrica. Esta perturbação pode ocorrer por diversas formas: aumento da turbidez hídrica em decorrência do deslocamento de sedimentos do solo erodido ou do rejeito; redução do oxigênio dissolvido; alteração do pH da água; contaminação hídrica advinda do depósito de substâncias químicas nocivas aos corpos d'água.

Alguns estudos apresentam dados importantes sobre impactos de práticas mineradoras sobre recursos hídricos, alterando os padrões físico-químicos de mananciais. Silva (2007) destaca que rejeitos de minérios ricos em arsênio foram estocados às margens de riachos comprometendo a saúde hídrica e humana, nas proximidades dos municípios de Ouro Preto, Santa Bárbara, Nova Lima e Mariana, região do Quadrilátero Ferrífero em Minas Gerais. No PIRH, consta contaminação por arsênio no Rio Carmo.

Mendes e Viola (2007) denunciam o comprometimento da qualidade das águas dos rios Indaiá, Borrachudo e Abaeté, devido ao impacto gerado pela mineração e pelo garimpo, que não só causou problemas relacionados à turbidez e assoreamento, como as contaminou com um metal tóxico, o cromo.

Segundo Farias (2002) e Veiga *et al.* (2002), o beneficiamento do ouro tem como principal impacto a contaminação das águas por mercúrio. Veiga *et al.* (2002) destaca que soluções nítricas de mercúrio (HG) são comumente derramadas nos rios pelos garimpeiros. Este, quando no ambiente, sofre processo de metilação transformando-se numa forma mais tóxica, metilmercúrio (CH<sub>3</sub>HG<sup>+</sup>), num processo que geralmente envolve microorganismos. Sua detecção nas águas torna-se difícil, pois frequentemente é absorvido e retido nos tecidos dos organismos. Neste caso, a biota aquática é a melhor forma de detecção de poluição mercurial (VEIGA *et al.*, 2002). A intoxicação por mercúrio pode causar a destruição de células nervosas, gerando paralisia, irritabilidade, insanidade e depressão (PEREIRA, 2004: 11).

De acordo com o PIRH, nos últimos anos foram detectadas na bacia concentrações de elementos químicos com alto potencial bioacumulativo: o arsênio (8%) e o mercúrio (1%) na forma total. Tal ocorrência vincula-se à mineração no rio do Carmo. Além destes, foram ainda encontrados elevados percentuais de manganês total (49%), ferro (23%) e



alumínio (21%), na forma dissolvida. Embora em termos gerais, esses metais façam parte da composição geológica regional, seu transporte para as águas superficiais pode ser potencializado pela mineração, assim como pelo lançamento dos despejos da metalurgia, atividades econômicas dominantes na Bacia. A presença destes últimos geram os resultados de não conformidade da qualidade da água da Bacia, sobretudo no que se refere à cor verdadeira, turbidez e sólidos em suspensão total (IGAM, 2010).

É importante destacar que o indicador de contaminação por tóxicos na Bacia (CT) só não foi significativo no trecho do rio Piracicaba a jusante de Coronel Fabriciano – MG. Os demais mananciais apresentaram indicação de CT alta, sendo que percentuais acima de 10% foram registrados nos rios do Carmo, Casca, Piracicaba, Doce e Caratinga. Em geral, os metais cobre e chumbo foram os principais responsáveis pela incidência de CT alta. A presença destes está associada às atividades agrícolas que se utilizam de agroquímicos e aos efluentes industriais.

Em um estudo sobre a Bacia do Rio Piracicaba, cujo rio localiza-se a montante do rio Doce, Trindade (2007) observou que:

Os recursos hídricos sofreram os primeiros impactos ambientais com os garimpos, ainda no ciclo do ouro, onde metais pesados como mercúrio eram lançados nos cursos de água, desde então sofre com as descargas de efluentes líquidos das indústrias e mineradoras. O assoreamento pelas barragens de contenção de rejeito provindos da mineração, os agrotóxicos que acabam atingindo os cursos de água, os esgotos de várias localidades urbanas que são lançados nos afluentes, e no próprio Rio Piracicaba são exemplos de poluição hídrica na bacia (TRINDADE, 2007: 67).

O estágio de degradação na região é tão evidente que Guerra (2001) parece não acreditar em sua revitalização, sem que as indústrias instaladas na região do Vale do Aço se tornem parceiras neste processo. O autor expressa a seguinte opinião:

[...] é praticamente impossível se imaginar um processo de mudanças no cenário ambiental da Bacia do Rio Piracicaba sem a participação das grandes empresas. Das 5 maiores empresas de Minas Gerais, 3 estão instaladas (USIMINAS, ACESITA E BELGOMINEIRA). Além delas, lá se encontra a maior mineradora a céu aberto do mundo, a CVRD (GUERRA, 2001: 152).

A Bacia do Rio Piracicaba é uma das dez bacias que compõem a Bacia Hidrográfica do Rio Doce, sendo sete na porção de MG e três na

porção do ES. Sendo a primeira afluenta da segunda, acredita-se que a realidade de ambas, no que se refere aos impactos sofridos e possibilidades de melhoria do estágio degradativo, seja de certa forma similar. Esta suposição é corroborada por Ávila & Monte Mor, segundo os quais a qualidade da água decorre do fato de que a poluição hídrica gerada em um determinado ponto tende, em grande parte, a seguir o curso do rio, afetando os níveis de poluição verificados nos pontos a jusante (AVILA; MONTE MOR, 2007: 7). Os referidos autores, em um trabalho sobre poluição hídrica na região do Médio Rio Doce, apresentam dados nos quais a mineração é incluída como uma das formas de poluição dos municípios de Itabira, Governador Valadares, Caratinga, Rio Acima, Joao Monlevade e Rio Piracicaba.

O diagnóstico consolidado da Bacia do Rio Doce elaborado em 2005 concluiu que a mineração constitui-se numa das principais fontes geradoras de problemas para a Bacia. Estes decorrem da sua colonização quando a extração do ouro deu início ao processo de destruição das margens dos rios até os dias atuais, por estar seu leito assoreado e suas águas contaminadas, inclusive com elementos químicos, tais como: mercúrio, arsênio, cobre, chumbo, alumínio, dentre outros.

Uma informação importante apresentada no PIRH refere-se ao fato de que a presença destes metais nas águas da Bacia do Rio Doce inviabiliza qualquer forma de tratamento de água para abastecimento, que não seja a convencional completa. Neste sistema, os materiais sólidos são removidos por filtração. Em períodos de elevada turbidez, aumenta a frequência de lavagem dos filtros elevando o autoconsumo da estação de tratamento e piorando o sistema que reflete negativamente no abastecimento. Dessa forma, o tratamento convencional faz com que a água apresente bons resultados quando se trata de turbidez e cor coloidais, mas praticamente não elimina substâncias tóxicas presentes, tais como os metais pesados.

Em termos gerais, o índice de qualidade das águas aferido por estações de amostragem ao longo da parte mineira da Bacia, no período de julho/1997 a janeiro/2008, apresentou, dentre as categorias Muito ruim, Ruim, Médio, Bom, Muito Bom e Excelente, a classificação média. Embora não seja o pior dos indicadores, sinaliza que a Bacia necessita de cuidados. Como exposto, por se tratar de uma unidade de planejamento territorial, medidas que atuem em toda a sua constituição precisam ser tomadas para fazer face à sua total recuperação. Tais medidas requerem sustentabilidade nas ações antrópicas quando do uso do solo, priorizando a recomposição da vegetação, os cuidados com o solo e com a água.

No que diz respeito aos problemas decorrentes da mineração, Alves (2001) afirma que uma alternativa para mitigação destes problemas é o aproveitamento dos rejeitos em *Bacfull*, estradas e construções; maior uso de métodos não invasivos de mineração e métodos alternativos e melhores maneiras de locação dos rejeitos. Outra possibilidade que também é corroborada por Silva (2007) seria a construção de barragens de contenção dos rejeitos, lagoas de ajuste (barragens de rejeito) e tratamento químico da água antes de seu lançamento na drenagem natural (Alves, 2001). O adequado armazenamento do material estéril permite sua posterior utilização para reaterro de áreas já mineradas e de tanques de decantação que retenham os sedimentos finos na própria área, preservando a hidrografia. (SILVA, 2007:9)

## 6. Efeitos do desmatamento sobre os recursos hídricos

Estudos recentes, em sua maioria, sobre a Amazônia correlacionam a agricultura e, especialmente, a pecuária como as principais atividades econômicas responsáveis pelo desmatamento (RIVERO *et al.*, 2009; SCHLICKMANN; SCHAUMAN, 2007; FERREIRA; ALMEIDA, 2005; ALBUQUERQUE *et al.*, 2001). De maneira similar ao que se observa na Amazônia, o Médio Rio Doce, sobretudo a região do Vale do Rio Doce, também teve no desmatamento a base para o estabelecimento de atividades agropecuárias que contribuíram, ao longo do tempo, para a degradação da Bacia do Rio Doce. A diferença está no fato de que a supressão da vegetação não foi, a princípio, especificamente motivada pela agropecuária, e sim para atender a demanda madeireira emergente das inúmeras serrarias instaladas do Vale do Rio Doce e da industrialização (siderurgia) do Vale do Aço durante a primeira metade do século XX.

Com o declínio da extração madeireira, por volta de 1950, a floresta tropical característica do Médio Rio Doce havia sido praticamente substituída por extensas áreas de pastagens. O desmatamento modificou a paisagem do Médio Rio Doce. Se inicialmente sua cobertura vegetal era predominantemente composta por Mata Atlântica (90%), atualmente o solo da Bacia do Rio Doce é coberto em 80% por áreas de pastagens, 12% por cidades, agricultura, barragens e estradas e 5% por remanescentes de mata nativa. O único grande fragmento de floresta que se localiza na Bacia é o Parque Estadual do Rio Doce, localizado próximo à cidade de Ipatinga, com área total de 36.000 ha. Este se encontra atualmente pro-

tegido sob a forma de Unidade de Conservação por possuir uma enorme biodiversidade e situar-se entre os três maiores sistemas lacustre do Brasil, juntamente com o Pantanal Matogrossense e o Sistema Amazônico (MITTERMEIER *et al.*, 2005).

A presença das florestas exerce papel fundamental para o equilíbrio e adequado funcionamento dos ecossistemas e para a manutenção da diversidade biológica (BACELLAR, 2005: 01). Sua supressão promove alterações no meio físico (diminuição das taxas fotossintéticas, da evapotranspiração e das precipitações), no clima e representa uma das muitas e interdependentes variáveis que interferem no comportamento hidrológico da Bacia (LINHARES *et al.*, 2005; BACELLAR, 2005; TUCCI; CLARKE, 1997). Um exemplo desta interferência é a elevação da temperatura e alterações no regime de chuvas que, conseqüentemente, modifica o regime hidrológico dos rios (LINHARES *et al.*, 2005; TUCCI; CLARKE, 1997). De acordo com Tuci & Clarke (1997), resumidamente, o ciclo hidrológico pode ser assim representado:

- A precipitação é inicialmente retida pela vegetação e posteriormente, evaporada. Essa perda de água das plantas para a atmosfera é chamada de transpiração. A planta também retira água do solo através das raízes e a libera na atmosfera, constituindo-se na evapotranspiração. A parte da precipitação que não atinge o solo decorre da interceptação realizada pela vegetação. A que atinge poderá infiltrar ou escoar superficialmente, dependendo das características do solo.
- A água que infiltra pode, por percolação ou escoamento subsuperficial, atingir a superfície de um aquífero e, posteriormente o rio, mantendo sua perenidade nas secas. Em geral solos de florestas têm alta capacidade de infiltração. Em solos desprotegidos que sofrem compactação, geralmente, a capacidade de infiltração é bastante reduzida e o maior volume de água escoar superficialmente. Entretanto, há que se destacar que solo com característica argilosa pode ser altamente infiltrável quando seco e, quase impermeável quando úmido. O escoamento superficial converge para o rio que drena a bacia. Este molda o leito menor e o maior que é ocupado quando ocorrem as enchentes.

Vargas (1999:112) reforça a essencialidade das florestas para o equilíbrio do comportamento hidrológico, ao salientar:

[...] a preservação da cobertura vegetal é essencial para a conservação dos recursos hídricos, pois desempenha papel importante tanto no escoamento superficial como no deflúvio subterrâneo. A remoção da cobertura vegetal reduz o intervalo de tempo observado entre a queda da chuva e a elevação do nível dos rios, diminui a evapotranspiração e a retenção de água nas bacias de drenagem, e aumenta o pico das cheias. Também agrava os processos erosivos, modifica o regime hidrológico dos rios, o comportamento do clima e das chuvas nas microbacias.

A Bacia do Rio Doce pode ser citada como um exemplo de desequilíbrio do comportamento hidrológico, potencializado pela redução das florestas. As constantes inundações registradas nos períodos chuvosos (outubro a março), com maior incidência nos meses de dezembro a fevereiro representam um sério problema, repassado aos residentes das áreas inseridas na planície de inundação. Confirmando a assertiva de Vargas (1999), informações contidas no PIRH da Bacia atribuem à redução da cobertura vegetal, ocorrida principalmente a partir do século XX para atendimento às atividades econômicas extrativistas, parte da culpa pelas constantes cheias. Tal ação altera a capacidade de infiltração e armazenamento do solo, agravando os seus efeitos, sobretudo em bacias menores (IGAM, 2010). Entretanto, Bacellar (2005), em um estudo sobre a importância das florestas no regime hidrológico de bacias, destaca que o fluxo de chuva e os picos de cheia tendem a elevar-se com o desmatamento, no entanto, não se pode considerar somente a ausência de vegetação, mas também as variações climáticas naturais e mudanças morfológicas da própria Bacia (COELHO, 2009). Culpolillo (2008:12), ao descrever especificamente sobre a Bacia do Rio Doce, afirma: “[...] características topográficas, geológicas, geomorfológicas, pedológicas e térmicas, bem como o tipo de cobertura e o uso de uma bacia, desempenham papel essencial no comportamento hidrológico [...]”.

Além das alterações no comportamento hidrológico, a redução vegetal interfere na qualidade das águas. Sua ausência desprotege os solos e compromete funções significativas, tais como controle da erosão, da desertificação, diminuição da carga sedimentar que vai para os rios, regulação da temperatura das águas e, conseqüentemente, altera a sua qualidade (BACELLAR, 2005). Tais comprometimentos se revelam em um grande problema para a Bacia do Rio Doce. Sua estrutura geomorfológica denuncia a sensibilidade de seu solo e sua predisposição para formação de sedimentos. COELHO (2007) afirma que a Bacia do Rio Doce é uma

das mais prolíficas na produção de sedimentos no país. Segundo o autor, a explicação para este fato seria a sua localização e fisiografia que apresenta grandes declividades no Alto e Médio Rio Doce, associadas às constantes precipitações ocorridas em período único, desencadeando erosão e, conseqüentemente, a produção de sedimentos. Além dessa vulnerabilidade natural, ações antrópicas como o desmatamento, sobretudo nos topos de morros, potencializa a produção de sedimentos que, ao serem desprendidos do solo, descem com grande pressão as áreas mais baixas, atingindo e assoreando os seus rios (COELHO, 2007).

O solo pode ser considerado uma estrutura viva repleta de macro e microrganismos que interagem entre si com os animais e a vegetação. Os solos da região estão intimamente relacionados às suas características geológicas, ao clima, ao relevo e a sua hidrologia. Dentre os diversos solos existentes na região, predominam os argissolos vermelho-amarelos e latossolos vermelho-amarelos seguidos dos solos aluviais presentes em regiões próximas aos rios da Bacia. De acordo com o PIRH, tais solos são bastante suscetíveis à erosão e associados ao relevo montanhoso da região. Estes, quando cultivados inadequadamente, geram uma carga elevada de sedimentos carregados aos cursos d'água.

O desmatamento acelerado seguido da exploração intensiva com pastagem sem adequação do manejo, principalmente com o uso intensivo do fogo na sua limpeza e renovação, promoveu um rápido declínio de sua fertilidade natural. Isto comprometeu a regeneração e o desenvolvimento das pastagens expondo um solo de estrutura fragilizada devido ao manejo irracional dos animais. Segundo Bacellar (2005), as queimadas, ao destruírem a matéria orgânica do solo, deixam-no exposto e prejudicam sua capacidade de infiltração, favorecendo o fluxo superficial. Os solos, quando expostos, ficam à mercê dos fatores ambientais, principalmente as chuvas, caracterizadas na região por serem de elevada intensidade no período do verão. Com o impacto das gotas das chuvas diretamente sobre o solo, toda a sua energia é transferida para as partículas minerais que não conseguem manter sua integridade estrutural sendo carregadas para as partes inferiores da Bacia e para rios e lagos, processo chamado de erosão.

As principais partículas minerais carregadas pelo escoamento superficial das águas das chuvas são as areias, os siltes e as argilas, que diferem entre si, dentre diversas características, pelo tamanho, sendo as areias as partículas de maior diâmetro e as argilas de menor diâmetro. Ao atingirem o rio, as areias, partículas maiores e mais pesadas, tendem a ficar depositadas

no leito do rio, reduzindo a profundidade de sua calha, processo denominado assoreamento. Com este novo perfil do leito do rio, principalmente durante o período chuvoso e aumento do volume, suas águas passam a ocupar áreas periféricas fora de seu leito normal, aumentando a frequência das enchentes e inundações nas cidades localizadas as suas margens.

As partículas minerais do solo de menor tamanho, as argilas, carregam consigo para o interior dos rios os nutrientes minerais dos solos. As argilas, diferentes das areias, permanecem em suspensão alterando a turbidez da água causando graves desequilíbrios na fauna e flora aquática. Outro grave problema é a eutrofização das águas, eliminação do oxigênio dissolvido devido ao aumento da atividade microbiológica decorrente da grande concentração de nutrientes minerais que foram arrastados do solo, principalmente o nitrogênio e o fósforo. Este processo compromete a sobrevivência de diversos animais aquáticos, como os peixes, que dependem do oxigênio dissolvido na água para sua sobrevivência. Outros compostos químicos que são arrastados juntamente com as partículas do solo durante o processo erosivo para o interior dos rios são os agrotóxicos utilizados nas lavouras e pastagens, que também comprometem o desenvolvimento da vida aquática devido a sua elevada persistência no ambiente e transferência entre organismos das cadeias alimentares.

Em decorrência de todos estes impactos, pode-se constatar que o desmatamento afeta não só o local em que é empregado, mas todo o seu entorno. Silva et al. (2011) destaca que tanto as áreas atingidas pelo desmatamento quanto as ao redor têm como consequência a perda de biodiversidade local e regional, o empobrecimento do solos, enchentes, contaminações, erosão e assoreamento dos rios, extinção de espécies da flora e fauna e mudanças climáticas locais. Para os referidos autores, em uma escala global, o desmatamento potencializa problemas ambientais de grandes proporções, tais como o efeito estufa, a escassez da água e, principalmente, as mudanças climáticas (SILVA, et al., 2011).

Em um diagnóstico realizado em 32 pontos de amostragens na porção mineira da Bacia do Rio Doce, no período de 1997 a 2003, dentre os principais fatores de pressão associados aos indicadores de degradação da qualidade da água da Bacia, a erosão esteve presente em todos os pontos de amostragem, enquanto o lançamento de esgotos sanitários em 29 (DIAGNOSTICO DA BACIA). De acordo com o PIRH, os principais problemas ambientais da bacia são contaminação por esgotos domésticos, erosão e assoreamento.

Alguns autores (COELHO, 2007; COELHO, 2009; ROCHA *et al.*, 2010; CULPOLILLO, 2008 ) que, em seus estudos, tomaram a Bacia do Rio Doce como unidade de análise em áreas de atuação distintas, apontam a erosão como sendo um processo que teve seus efeitos acelerados pelo intenso desmatamento desde sua ocupação. O desmatamento responde pela quase totalitária extinção das matas ciliares da Bacia do Rio Doce. Estas, quando preservadas, desempenham importante papel no comportamento hidrológico dos mananciais e ao funcionarem como filtros retentores de agrotóxicos poluentes e sedimentos que seriam transportados para o curso de água (SILVA, *et al.*, 2011). Sua ausência, portanto, afeta a disponibilidade e a qualidade da água e, conseqüentemente, a fauna aquática e a população humana da Bacia Hidrográfica do Rio Doce.

## **7. Processo de urbanização e seus impactos sobre os recursos hídricos**

Similarmente ao ocorrido em outras regiões do Brasil, a década de 1930 constituiu-se num marco inicial para a industrialização e urbanização do Médio Rio Doce. A instalação de diversos empreendimentos industriais atraiu muitos moradores para a região, dando origem a inúmeros municípios. Tais processos incentivaram definitivamente a ocupação dessa porção mineira. A modernização do campo entre as décadas de 1950 e 1980 também foi um fator preponderante para a urbanização. Pressionados pela redução de empregos ocasionada pela implantação de novas tecnologias e máquinas, homens do campo migraram para as cidades em busca de oportunidades de trabalho e qualidade de vida. Essa assertiva é corroborada por Oliveira (2003), quando diz:

[...] os períodos de 1950 a 1980 foram marcados não só pelo desenvolvimento industrial, mas também pelas transformações realizadas na estrutura agrária (através da concentração de terra e mecanização agrícola em substituição de mão-de-obra do meio rural) com ambos setores (industrial e agrícola) apoiados pelo poder do Estado, constituindo, portanto, nos elementos que mais contribuíram para a aceleração do processo de urbanização no país (OLIVEIRA, 2003: 8)

Dessa forma, se em 1970 a Bacia do Rio Doce possuía uma média de urbanização na faixa de 39,7%, na década seguinte atingiu 52,4%. Em 1991 esse percentual foi de 61,8%, chegando a 70% em 2000 (IGAM, 2010). Considerando os 211 municípios que possuem sede urbana situa-



da na Bacia, estima-se atualmente uma população de aproximadamente 3,5 milhões de habitantes, com uma urbanização de 69% (REIS et al., 2010; IBGE, 2010). Vale salientar que, destes municípios, apenas catorze possuem população superior a 50.000 habitantes, sendo dois (Linhares e Colatina) pertencentes ao ES, e doze (Governador Valadares, Ipatinga, Itabira, Coronel Fabriciano, Caratinga, Timóteo, Manhuaçu, João Monlevade, Viçosa, Ouro Preto, Ponte Nova e Mariana) a MG. Nestes municípios, a taxa média de urbanização é de 93% (COELHO, 2009; IBGE, 2010). Governador Valadares e Ipatinga possuem mais de 200.000 mil habitantes e são considerados polos dinamizadores da economia da Bacia.

Todavia, o processo de urbanização não se fez sob a ótica de um planejamento adequado que levasse em conta as questões socioambientais. Oliveira (2003) afirma que este promoveu transformações significativas na sociedade. Uma delas foi a maior concentração de pobreza nas áreas urbanas em detrimento da rural, devido ao surgimento de cidades insustentáveis. Efetivamente é elevado o contingente populacional que, devido às baixas condições financeiras, concentram-se nas periferias das cidades, ocupando áreas vulneráveis, de baixo valor imobiliário e de difícil acesso à infraestrutura, tais como topos de morros, encostas e margens dos rios.

À medida que a cidade cresce e a demanda por espaços aumenta, as populações mais pobres, que estão às margens do desenvolvimento econômico, têm que lutar mais para conseguir um lugar nas áreas urbanas, fazendo com que muitas comunidades se formem por meio de invasões de lotes em áreas periféricas, proibidas ou inadequadas para ocupação, sem o devido planejamento dos espaços e infraestrutura urbana (DIAS, 2011: 7)

Esse panorama de crescimento populacional acelerado eleva substancialmente a pressão sobre os recursos hídricos. O aumento da demanda por água interfere em sua disponibilidade. A ocupação das margens potencializa os efeitos das cheias. Finalmente, os rios tornam-se receptores diretos e escoadouros dos produtos de uma urbanização desordenada. Estes produtos constituem-se em resíduos e dejetos domésticos e industriais produzidos nos meandros das relações estabelecidas cotidianamente pela sociedade.

Esse cenário é também encontrado na Bacia do Rio Doce. A urbanização não planejada de seus municípios gerou problemas que, na atualidade, afetam a qualidade de vida da população e a qualidade ambiental. Além de todos os impactos ambientais causados à Bacia, já citados no

decorrer dos capítulos anteriores, acresce-se ainda um que merece destaque: a ausência ou ineficiência do saneamento básico. A Organização Mundial da Saúde (OMS) define saneamento básico como o conjunto de todos os fatores do meio físico do homem, que exercem ou podem exercer efeitos nocivos sobre o bem-estar físico, mental e social. Em termos gerais, a Lei 11.445/07 define saneamento básico como sendo o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de: abastecimento de água potável; esgotamento sanitário; limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos; drenagem e manejo das águas pluviais urbanas.

Na Bacia, a ineficiência deste setor, sobretudo no que se refere aos esgotos sanitários (industrial e doméstico) e resíduos sólidos, é um fator preponderante para a poluição de suas águas. Sua ausência na quase totalidade dos municípios faz com que esgotos domésticos, resíduos sólidos urbanos e rejeitos industriais sem tratamento sejam lançados in natura nos rios, alterando os parâmetros que definem a qualidade de suas águas. Em decorrência, interfere diretamente na qualidade de vida das populações que se utilizam deste recurso, quer seja para consumo, para trabalho e para o lazer, uma vez que contribui para o aumento da incidência das doenças de veiculação hídrica.

Em relação aos resíduos sólidos, grande parte do material produzido no âmbito da sociedade urbana e industrial não possui apropriado sistema de coleta e sua destinação final quase sempre é inadequada. Dessa forma, produtos químicos nocivos são lançados em áreas abertas, podendo atingir os rios ao serem transportados pela ação dos ventos ou das chuvas, ou serem dispostos diretamente nos cursos d'água. De acordo com o PIRH, do volume de resíduos sólidos produzidos pelos municípios da Bacia (264,53 ton/dia), uma média de apenas 28,8% tem destinação final adequada. Isso faz com que a situação destes resíduos gere indicadores piores que a média brasileira, em que 40% tem destino adequado (IGAM, 2010).

Este mesmo documento apresenta importantes informações a respeito do esgotamento sanitário. A coleta de esgotos segundo as unidades de análises da porção mineira da Bacia abrange em média 72% dos seus municípios, sendo o tratamento de esgoto extremamente deficitário, gerando excessiva carga remanescente de DBO5 (Demanda Bioquímica de Oxigênio). A DBO constitui-se num parâmetro utilizado como principal indicador de contaminação por matéria orgânica. No âmbito da porção mineira da Bacia, apenas nove municípios possuem algum tipo de tratamento de esgoto, sendo: Catas Altas, Ipatinga, Itabira, Rio Doce e São José

do Goiabal (com 100% de capacidade); Aimorés (com 14.8%); Periquito (com 20%); São Domingos do Prata (com 30%) e Virgínia (com 40%). Enquanto na porção correspondente ao Espírito Santo, dez municípios tratam o esgoto: Laranja da Terra (62,46%), Pancas (61,08%), Itaguaçu (20%), Linhares (23%), Sooretama (15,52%), Brejetuba (7,99%), São Domingos do Norte (4,07%) e Baixo Guandu (3,78%), mas somente 02 tratam 100% sendo: Rio Bananal e São Gabriel da Palha (IGAM, 2010).

Destaca-se, portanto, que 191 das sedes urbanas (90%) nos dois Estados lançam seus dejetos in natura nos corpos receptores, resultando em cargas incompatíveis com a autodepuração na maioria dos trechos (IGAM, 2010). Esse panorama, como dito, leva à degradação da qualidade das águas. Embora o abastecimento de água não represente um cenário preocupante para os municípios da Bacia, sobretudo à porção mineira, cuja média (93,2%) assemelha-se à estadual (94,6%), ainda existem domicílios que não possuem acesso à água tratada (IGAM, 2010). Esta parcela, em geral, constitui-se em populações pobres que vivem em locais precários em infraestrutura em que normalmente não são atendidas por rede de abastecimento. Fazem uso da água por meio de fontes alternativas, como poços e cisternas ou diretamente do curso de água, com auxílio de latas ou ligações clandestinas, aumentando, com isso, a incidência de doenças de veiculação hídrica.

Destaca-se, ainda, a crescente procura por mananciais pela população da Bacia que, carente de locais propícios para atividades de lazer e recreação, fazem-no em seus rios. Estas atividades são realizadas com o objetivo de fuga do cenário conturbado expresso nos centros urbanos e estabelecimento de contato com a natureza promovendo a elevação do bem-estar social, físico e mental. Segundo Souza e Junior (2004), o bem-estar é condicionado por diversos fatores, quais sejam: renda, educação, saúde, lazer, emprego e saneamento básico, sendo que de todos estes indicadores depende a qualidade de vida humana.

Neste sentido, considerando o saneamento básico como um determinante social de saúde, a inconformidade dos índices de qualidade da água, sobretudo no parâmetro referente à taxa de coliformes termotolerantes da Bacia, torna-se um fator preocupante. O excesso de matéria orgânica com compostos complexos e cada vez mais não biodegradáveis disponíveis no Rio Doce em diversos trechos ultrapassa a sua capacidade de autodepuração. Este constitui-se em fator de risco não só para a capacidade de suporte deste recurso, mas também para a saúde humana na medida em que

potencializa a incidência de doenças de veiculação hídrica. Dados contidos no PIRH contemplam casos confirmados de doenças notificadas no Sistema de Informação de Agravos de Notificação do Ministério da Saúde (SINAM – MS) que possuem relação com a ausência de saneamento. Os registros disponíveis referem-se às seguintes doenças: cólera, difteria, esquistossomose, febre tifoide, hepatite A e leptospirose (IGAM, 2010).

## **8. Considerações finais**

Considerando sua atual importância econômica e os impactos sofridos ao longo de sua formação territorial, a Bacia Hidrográfica do Rio Doce tem sido objeto de vários estudos que englobam diversos aspectos: sociais, ambientais, econômicos e culturais. Tais estudos, sobretudo aqueles de caráter interdisciplinar, são fundamentais para compreender as tramas que envolvem a complexidade desta unidade territorial, bem como o estado da arte que serve de base para a elaboração de políticas públicas voltadas para sua revitalização. Isso é particularmente relevante devido ao processo de territorialização do Médio Rio Doce ter gerado passivos ambientais e passivos sociais que se potencializam, expondo vários de seus habitantes a riscos para os quais não possuem claramente mecanismos de mitigação.

Para que o processo de revitalização da Bacia e a retomada do desenvolvimento sustentável sejam efetivos, não basta mobilizar os segmentos administrativos e empresariais. O sucesso deste empreendimento implica na participação da sociedade civil nas ações em prol de sua revitalização, através da mudança de atitudes e comportamentos pró-ambientais, bem como da escolha de práticas sustentáveis com vistas à manutenção da Bacia na condição de território saudável. Em outros termos, neste processo de revitalização há que se priorizar políticas que promovam uma gestão descentralizada e participativa, levando em conta as realidades locais que afetam a Bacia em sua totalidade.

Tanto para uso doméstico quanto industrial, a capacidade de abastecimento vem se reduzindo ao longo do tempo a ponto de obrigar algumas cidades a planejar a utilização de fontes alternativas àquelas tradicionalmente utilizadas. Embora este seja um problema significativo, um dos maiores enfrentados na atualidade pelas populações da Bacia relaciona-se à qualidade das águas devido à ineficiência do saneamento básico na quase totalidade de seus municípios. Por afetar tanto o ambiente quanto a saúde das populações, o PIRH estabeleceu como estratégia prioritária

de revitalização o investimento em ações que busquem a universalização do saneamento básico. Este, por sua vez, demandará a maior parte orçamentária de um planejamento cujo horizonte é de 20 anos, devendo sua realização efetivar-se até 2030.

## Referências Bibliográficas

ALBUQUERQUE, A. W.; LOMBARDI NETO, F.; SRINIVASAN, V. S. Efeito do desmatamento da Caatinga sobre as perdas de solo e Água de um Luvissole em Sumé (PB). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. 2001, vol.25, n.1, pp. 121-128. ISSN 0100-0683.

ALVES, Cristina da Rocha. **Levantamento preliminar das atividades ligadas à extração mineral na área urbana do distrito sede do município de Ouro Preto**. 2001. 110f. Tese (*Magister Scientiae*) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

AMORIM, Aparecida. **As Interfaces entre migração internacional e religião: um estudo de caso**. XII Congresso Brasileiro de Sociologia. 2007. Recife – PE.

ANA. Agência Nacional de Águas. **Bacias Hidrográficas: Região Hidrográfica Atlântico Sudeste**. Disponível em: <<http://www2.ana.gov.br/Paginas/portais/bacias/AtlanticoSudeste.aspx>>. Acesso em 20 abr. 2012.

ÁVILA, Jorge Luís Teixeira; MONTE-MOR, Roberto Luis de Melo. Urbanização e Impactos Ambientais: uma análise da relação entre as características dos espaços urbanos e a poluição hídrica na região do médio Rio Doce. **Anais... VII Encontro da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica**, 2007, Fortaleza (CE). Anais do VII Encontro da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica, 2007.

BACELLAR, Luiz de A. P. O papel das florestas no regime hidrológico de bacias hidrográficas. **Geo.br**. Ouro Preto, n.º.1, pp. 1-39. 2005.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, Senado, 1998.

CARVALHO, Osires Lima de; NASCIMENTO, Flávio Rodrigues. Os recursos hídricos e desenvolvimento sustentável – escala de necessidades humanas e manejo ambiental integrado. **Revista Geographya**. Rio de Janeiro, v. 6, n.º.12, pp. 111-125, 2004.

CBHDOCE. Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Doce. **A Bacia do Rio Doce: História da Ocupação e Desenvolvimento**. Disponível em: <[http://www.riodoce.cbh.gov.br/bacia\\_historico.asp](http://www.riodoce.cbh.gov.br/bacia_historico.asp)>. Acesso em: 20 abr. 2012.

CBHDOCE. Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Doce. **A Bacia do Rio Doce: Caracterização da Bacia**. Disponível em: <[http://www.riodoce.cbh.gov.br/bacia\\_caracterizacao.asp](http://www.riodoce.cbh.gov.br/bacia_caracterizacao.asp)>. Acesso em: 20 abr. 2012.

CBHDOCE. Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Doce. **Diagnóstico consolidado da Bacia do Rio Doce**. Disponível em: <<http://www.riodoce.cbh.gov.br/Diagnostico2005.asp>>. Acesso em: 15 set. 2012.

COELHO, André Luiz Nascentes. **Alterações Hidrogeomorfológicas no Médio-Baixo Rio Doce / ES**. 2007. 227f. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geociências, Departamento de Geografia, Universidade Federal Fluminense, Niterói. 2007.

COELHO, André Luiz Nascentes. Bacia Hidrográfica do Rio Doce (MG/ES): Uma Análise Socioambiental Integrada. **Geografares**. Vitória, n.º.7, p. 131-146. 2009.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. 2011. **Resolução Conama** n.º. 429. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=644>>. Acesso em 20 abr. 2012.

COSTA, Heloisa Soares de Moura. **Vale do Aço: da produção da cidade moderna sob a grande indústria a diversidade do meio ambiente urbano**. Belo Horizonte, UFMG, 1995. Tese (Doutorado em Demografia) – Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional da Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1995.

COUTINHO, Mauricio C.. Economia de Minas e economia da mineração em Celso Furtado. **Nova econ. [online]**. 2008, vol.18, n.3, pp. 361-378. ISSN 0103-6351.

CUPOLILLO, Fulvio. **Diagnóstico Hidroclimatológico da Bacia do Rio Doce**. 2008. 153f. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

CUSTÓDIO SOBRINHO, Juliano. Ao Sul da Capitania das Minas: formação da freguesia de Itajubá. **Virtú** (UFJF), v.3, p.1-14, 2006.

DANGELO, Jota. O Vale do Rio Doce. Companhia Vale do Rio Doce, Belo Horizonte, 2002.

DIAS, Felipe de Almeida. **Caracterização e análise da qualidade ambiental urbana da Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Lipa, Cuiabá - MT**. 2011. 132f. Dissertação (Mestrado em Eng. de Edificações e Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Eng. de Edificações e Ambiental da Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2011.

ESPÍNDOLA, Haruf Salmen. A história de uma formação sócio-econômica urbana: Governador Valadares. **Varia História**. Belo Horizonte, n°.19, p. 148-163, nov. 1998.

ESPÍNDOLA, Haruf Salmen. **Associação Comercial de Governador Valadares: sessenta anos de história**. Governador Valadares: ACGV, 1999.

ESPINDOLA, Haruf Salmen. **Sertão do Rio Doce**. Bauru: EDUSC, 2005.

ESPINDOLA, Haruf Salmen. **Territorialidade em Minas Gerais durante a crise do sistema colonial**. 3º Encontro da ANPPAS. Brasília DF. 2006.

FARIAS, Carlos Eugênio Gomes. **Mineração e Meio Ambiente no Brasil**. PNUD, 2002.

FERREIRA, Leandro Valle; VENTICINQUE, Eduardo; ALMEIDA, Samuel. O desmatamento na Amazônia e a importância das áreas protegidas. **Stud. av.** [online]. 2005, vol.19, n.53, pp. 157-166. ISSN 0103-4014.

FURTADO, C. **Formação econômica do Brasil**. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2005.

GONÇALVES, Mucio Tosta. A Formação da Economia das Plantações Florestais nos Vales do Rio Doce e do Aço de Minas Gerais (1940-2000): Notas sobre História Econômica e Ambiental de uma Região. **Anais... XII SEMINÁRIO SOBRE A ECONOMIA MINEIRA: ECONOMIA, HISTÓRIA, DEMOGRAFIA E POLÍTICAS PÚBLICAS**, 2006. Diamantina, MG. CEDEPLAR/UFMG.

GUERRA, Cláudio B. **Expedição Piracicaba: 300 anos depois**. Belo Horizonte: SEGRAC, 2001.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico**. 2010.

IGAM, Instituto Mineiro de Gestão das Águas. **Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Doce e dos Planos de Ações de Recursos Hídricos para as Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos no Âmbito da Bacia do Rio Doce**. Consórcio Ecoplan Lume, Belo Horizonte, 2010.

BRASÍLIA. Lei 11.445, de 05 de janeiro de 2007. **Estabelece as 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.** Diário Oficial da União, Brasília, jan.2007.

LINHARES, Cláudia de Albuquerque; SOARES, João Viane; BATISTA, Getúlio Teixeira. Influência do Desmatamento na dinâmica da resposta hidrológica da bacia do Ji-Paraná. **Anais...** XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2005, Goiânia (GO). Anais do XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2005, INPE, p.3097-3105.

MECHI, Andréa; SANCHES, Djalma Luiz. Impactos ambientais da mineração no Estado de São Paulo. **Estud. avançados**. [online]. 2010, vol.24, n.68, pp. 209-220. ISSN 0103-4014.

MENDES, R. S. & VIOLA, Z.G.G. Impactos da mineração na qualidade das águas de rios da região de Três Marias, Minas Gerais, afluentes do Rio São Francisco. **Anais...** VIII Congresso de Ecologia do Brasil, 2007, Caxambu. **Anais** do VIII Congresso de Ecologia do Brasil, 2007.

MERTEN, Gustavo H.; MINELLA, Jean P. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura. **Rev. Agroecol. e Desenvolvimento Rural Sustentável**, v.3, n.4, pp. 33-38, out/dez 2002.

MITTERMEIER, Russell Alan; FONSECA, Gustavo Alberto Bouchardet; RYLANDS, Anthony Brome; BRANDON, Katrina. Uma breve história da conservação da biodiversidade no Brasil. **Megadiversidade**. Belo Horizonte, v. 1, n. 1, p. 14-21, jul. 2005.

NETO, Sérgio Eustáquio. **Avaliação Mínero-Geoambiental da Mina de Gongo Soco para fins de Descomissionamento - Propostas**. Ouro Preto, UFOP, 2008. Dissertação. 202f (Mestrado Profissional em Engenharia Geotécnica da UFOP), Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2008.

PAULA, J. A. (Coord.). **Biodiversidade, população e economia: uma região de Mata Atlântica**. Belo Horizonte: UFMG/CEDEPLAR; ECMVS; PADCT/CIAMB, 1997.

PEREIRA, Régis da Silva. Identificação e caracterização das fontes de poluição em sistemas hídricos. **Rev. Eletrônica de Recursos Hídricos**. IPH-UFRGS. v.1, n.1, pp. 30-36, 2004.



REIS, Paulo Ricardo da Costa; SILVEIRA, Suely de Fátima Ramos ; COSTA, Ivy Silva. Caracterização Socioeconômica da Bacia do Rio Doce: Identificação de Grupos Estratégicos por meio de Análise Multivariada. **Anais... II ENCONTRO MINEIRO DE ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA, ECONOMIA SOLIDÁRIA E GESTÃO SOCIAL**, 2010, Viçosa-MG. II Encontro Mineiro de Administração Pública, Economia Solidária e Gestão Social, 2010.

RIVERO, Sérgio; ALMEIDA, Oriana; AVILA, Saulo; OLIVEIRA, Wesley. Pecuária e desmatamento: uma análise das principais causas diretas do desmatamento na Amazônia. **Nova econ.** [online]. 2009, vol.19, n.1, pp. 41-66. ISSN 0103-6351.

ROCHA, Isabel Rodrigues; CABRAL, João Batista Pereira; MARTINS, Alcício Perini; NOGUEIRA, Pollyanna Faria; PAULA, Makele Rosa. Análise temporal do uso da terra na Bacia do Rio Doce. **Anais... XVI Encontro Nacional dos Geógrafos**, 2010, Porto Alegre. Anais do XVI Encontro Nacional dos Geógrafos, 2010, ISBN 978-85-99907-02-3.

SCHLICKMANN, Helder; SCHAUMAN, Santiago Augusto. Pecuária, Desmatamento e Desastres Ambientais na Amazônia. **Revista Ciências do Ambiente** [online], v.3, n.2, pp. 64-73, Ago, 2007.

SILVA, Olintho Pereira. A Mineração em Minas Gerais: Passado, Presente e Futuro. **Geonomos**, Belo Horizonte, MG, v. 3, n. 1, p. 77-86, 1995.

SILVA, Tarcísio Glauco da. Junta de Civilização e Conquista dos Índios e Navegação do Rio Doce. **Revista Ágora**, Vitória, ES, v. 2006/2, n. 4, p. 1-33, 2007.

SILVA, João Paulo Souza. Impactos ambientais causados por mineração. **Revista Espaço da Sophia**. [online]. 2007, vol.1, n.8. ISSN 1981-318X.

SILVA, Tarcísio Glauco da. **Junta de Civilização e Conquista Dos Índios e Navegação do Rio Doce: fronteiras, conflitos e apropriação de espaços (1808 - 1822)**. Disponível em: <<http://www.ifch.unicamp.br/ihb/Textos/TGSilva.pdf>>. Acesso em: 20 abr. 2012.

SIMAN, Lara Mara Castro. **A história na memória: uma contribuição para o ensino da história de cidades**. Dissertação (Mestrado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 1988.

SOARES, Weber. **Da metáfora à substância: redes sociais, redes migratórias e migração nacional e internacional em Valadares e Ipatinga**. 2002. 344f. Tese (Doutorado em Demografia) – Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional da Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2002.

SOUZA, Roberta Fernanda da Paz; SILVA JUNIOR, Aziz Galvão. Poluição hídrica e qualidade de vida: o caso do Saneamento no Brasil. **Anais... XLII CONGRESSO DA SOBER**, 2004, Cuiabá-MT. XLII CONGRESSO DA SOBER, 2004.

TRINDADE, Jaqueline Carvalho Dias. **Paisagem e desenvolvimento econômico da Bacia do Rio Piracicaba**. 2007. 159f. Monografia (Graduação em Geografia) – Instituto Superior de Educação, Fundação Comunitária de Ensino Superior de Itabira, Itabira, 2007.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli & CLARKE, Robin Thomas. Impacto das mudanças da cobertura vegetal no escoamento: revisão. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v.2, n.1, pp. 135-152, Jan/Jun 1997.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. **Gestão da água no Brasil**, Brasília: UNESCO, 2001. 156P. ISBN: 85-87853-26-0.

VARGAS, Marcelo Coutinho. O gerenciamento integrado dos recursos hídricos como problema socioambiental. **Rev. Ambient. soc.** [online]. 1999, n.5, pp. 109-134. ISSN 1809-4422.

VEIGA, Marcello Mariz; SILVA, Alberto Rogério; HINTON, Jennifer J. O Garimpo de Ouro na Amazônia: Aspectos Tecnológicos, Ambientais e Sociais. In: TRINDADE, Roberto de Barros Emery; BARBOSA FILHO, Olavo. **Extração de ouro – Princípios, Tecnologias e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: CETEM, 2002.