

Rodrigo Silva Lemos

Geógrafo, especialista em direito ambiental, mestre e doutor em geografia e análise ambiental  
rslemosbh@gmail.com

Antônio Pereira Magalhães Junior

Professor Titular do Departamento de Geografia da Universidade Federal de Minas Gerais  
antonio.magalhaes.ufmg@gmail.com

---

# Dinâmica territorial, transformações ambientais e implicações no manancial de abastecimento público da Região Metropolitana de Belo Horizonte - bacia hidrográfica do alto Rio das Velhas, Minas Gerais

## Resumo

O presente artigo tem como finalidade discutir o processo histórico de uso e ocupação territorial da bacia hidrográfica do alto Rio das Velhas e suas implicações para a dinâmica de qualidade e quantidade das águas, considerando sua função enquanto manancial para o abastecimento da Região Metropolitana de Belo Horizonte. É realizada uma retomada histórica do processo de ocupação orientada por revisão bibliográfica e uma análise de monitoria de alteração de uso da terra a partir de técnicas de geoprocessamento e de sensoriamento remoto. O artigo mostra que a expansão urbana e da mineração são as atividades mais intensificadas no período de análise, mas apresentam formas e contextos diferentes. Ao final, são traçadas considerações sobre os impactos ambientais decorrentes das duas principais formas de ocupação antrópica identificadas: a mineração e a expansão urbana.

**Palavras-chave:** Rio das Velhas, manancial de abastecimento público, Região Metropolitana de Belo Horizonte.

## Abstract

TERRITORIAL DYNAMICS, ENVIRONMENTAL TRANSFORMATIONS AND IMPLICATIONS IN THE PUBLIC WATER SUPPLY OF THE METROPOLITAN REGION OF BELO HORIZONTE - UPPER RIO DAS VELHAS HYDROGRAPHIC BASIN, MINAS GERAIS

The purpose of this article is to discuss the historical process of land use and occupation of the upper Rio Velhas watershed and its implications for the dynamics of water quality and quantity considering its role as water source of metropolitan region of Belo Horizonte. A historical resumption of the occupation process guided by a bibliographic review and a monitoring analysis of land use change based on geoprocessing and remote sensing techniques is carried out. The article shows that urban expansion and mining are the activities most intensified in the period of analysis, but present different forms and contexts. In the end, considerations are made about the environmental impacts arising from those two main forms identified of anthropic occupation.

**Key-words:** Rio das Velhas river, source of public supply, Belo Horizonte metropolitan region.

## 1. Introdução

Com o advento da modernidade, as alterações geradas pelas diferentes atividades humanas no espaço natural foram agravadas a níveis nunca antes percebidos. A velocidade e a intensidade de impactos nos sistemas naturais demonstraram a necessidade de se construir formas de pensamento e ação nas quais a sustentabilidade<sup>1</sup> das ações fosse considerada em uma dinâmica de tempo intergeracional. Dessa forma, é principalmente a partir da década de 1970 que diferentes marcos normativos e legais, programas e políticas foram consolidados mundialmente para a estruturação de formas de organização social e de produção que sejam mais sensíveis às dinâmicas ambientais e às especificidades de cada sítio natural. Uma das possibilidades de se entender as políticas e dinâmicas propostas pela lógica do desenvolvimento sustentável é através da maneira como elas se materializam no espaço e na produção dos territórios.

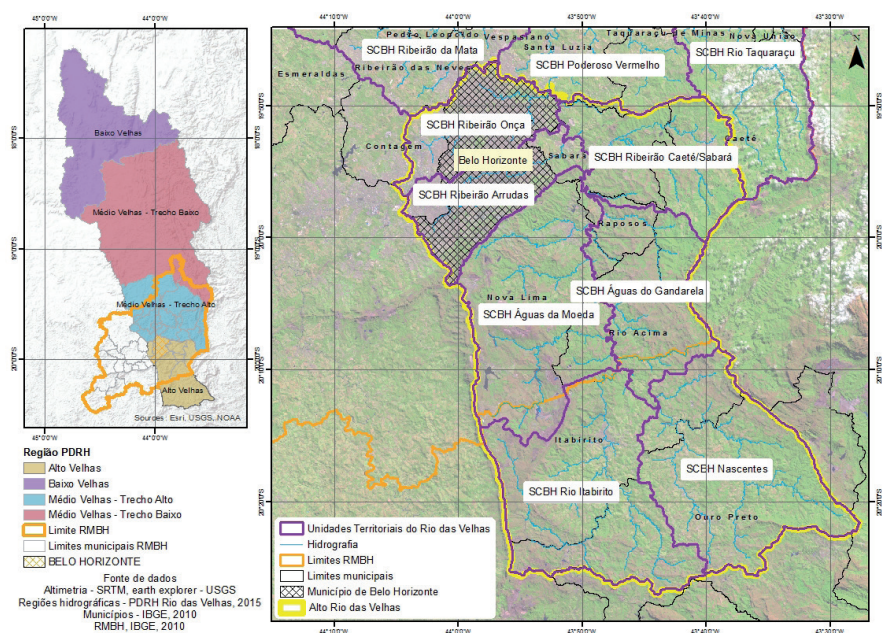
A consolidação de diferentes territórios é um processo dinâmico que gera variadas consequências ambientais. Perceber o território e o espaço a partir de suas sínteses de paisagem remete também ao entendimento da

produção do espaço geográfico como processo de acumulação das técnicas e das ações humanas passadas. As paisagens atuais são produtos de sua história e de seus processos de produção do espaço, não são fixas, mas continuamente mutáveis (SANTOS, 1997).

A bacia hidrográfica do alto Rio das Velhas, um dos principais afluentes do rio São Francisco, ilustra bem os territórios de disputas de usos da terra e da água, bem como dos consequentes conflitos ambientais, gerados pelos contextos de ocupação na Região Metropolitana de Belo Horizonte-MG (RMBH). As tensões e os conflitos decorrem principalmente da função ambiental de manancial de abastecimento metropolitano que o alto Rio das Velhas desempenha. Neste sentido, o presente artigo tem como objetivo analisar as conexões entre o processo histórico de uso e ocupação da terra na região hidrográfica do alto Rio das Velhas, a sua dinâmica ambiental e a atual realidade de proteção do manancial hídrico regional.

O alto Rio das Velhas situa-se na porção central do estado de Minas Gerais e contempla a totalidade do território da capital mineira, Belo Horizonte. Na região, a discussão associada com a disponibilidade hídrica e os conflitos ambientais é muito intensa, principalmente pela presença da captação de Bela Fama, que é responsável pelo abastecimento humano de 1,8 milhões de pessoas e que é de fundamental importância para a segurança hídrica da cidade de Belo Horizonte e de vários outros municípios da RMBH. É importante destacar que a regionalização proposta na atualização do Plano Diretor de Recursos Hídricos (PDRH) do Rio das Velhas prioriza aspectos políticos e de gestão da bacia e não apenas aspectos fisiográficos, além de reafirmar a estruturação das Unidades Territoriais Estratégicas (UTE), que são consideradas regionalizações a partir de critérios ambientais e políticos para a descentralização da gestão e das ações do CBH Rio das Velhas em seu território de atuação.

**Figura 1**  
BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO RIO DAS VELHAS



Fonte: dos autores.

As pressões ambientais na área de estudo conformaram contextos de degradação ambiental do manancial que podem comprometer o abastecimento público da RMBH e a qualidade ambiental do Rio das Velhas. Importante destacar que o transporte de materiais impactantes para a qualidade das águas até o manancial de Bela Fama gera significativa alteração na quantidade de sedimentos, que pode influenciar os parâmetros de turbidez, cor, sólidos totais, sólidos em suspensão e alguns metais específicos em solução nas águas, como é o caso do Arsênio e do Manganês (ECOPLAN, 2015).

Segundo o PDRH da bacia do Rio das Velhas, o município de Belo Horizonte gera uma alta Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) remanescente superior a 128 mil kg/dia (ECOPLAN, 2015). O Rio das Velhas, como manancial de abastecimento metropolitano, sofre, deste modo, fortes pressões ambientais a montante da captação de Bela Fama e particularmente a jusante das confluências com os ribeirões Arrudas e Onça. Suas águas são impactadas no trecho de vazão reduzida em que não há o

retorno da quantidade de água captada, principalmente em períodos de estiagem. Entre 2013 e 2017, esse contexto ficou ainda mais claro, uma vez que ocorreu uma significativa diminuição da pluviosidade na região Sudeste do Brasil, diminuindo a disponibilidade de água para os diversos usos. Como consequência, considerando que foram mantidas as retiradas de água na bacia, ocorreu uma marcante degradação ambiental do Rio das Velhas, como ilustrado na figura 2.

**Figura 2**

RIO DAS VELHAS PRÓXIMO À CAPTAÇÃO DE BELA FAMA EM OUTUBRO DE 2014



Fonte: acervo CBH Rio das Velhas.

## 2. Procedimentos metodológicos

O trabalho foi realizado com base em duas etapas complementares: 1) revisão bibliográfica e busca por dados secundários; 2) classificação de uso da terra a partir de imagens LANDSAT.

A revisão bibliográfica e a busca por dados secundários consistiram de pesquisas e consultas a documentos oficiais, pesquisas técnico-científicas e fontes de dados secundários que permitiram uma contextualização histórica das ações e informações consideradas relevantes. Entre os documentos oficiais, foram consultados textos sobre legislação ambiental, recursos hídricos, gestão municipal e metropolitana; Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado da Região Metropolitana de Belo Horizonte e Macrozoneamento da RMBH; Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia

do Rio das Velhas (2004 e 2015); e Dados demográficos do censo 2010 do IBGE.

A classificação de uso da terra teve a finalidade de permitir parte das análises ambientais necessárias para a discussão proposta. Para levantamento do uso da terra foram utilizadas imagens dos satélites Landsat-5, para 1987, e Landsat-8, para o ano de 2017. A escolha destes satélites deve-se à extensa cobertura temporal da missão Landsat, além de características similares quanto aos sensores, de forma a permitir a comparação temporal das informações. Todas as cenas foram adquiridas gratuitamente por meio do site do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS - [earthexplorer.usgs.gov](http://earthexplorer.usgs.gov)). Após a aquisição das imagens, foram realizadas correções atmosféricas e de radiância, utilizando o complemento SCP (*Semi-automatic Classification Plugin*) do *software* QuantumGis, versão 2.14.4.

A classificação das imagens utilizou dois critérios sucessivos: a classificação supervisionada, por meio do *plugin* SCP, e o refinamento do uso do solo a partir de correções por meio de índices de diferença normalizada. A classificação supervisionada utilizou o algoritmo de máxima verossimilhança e gerou a classificação inicial, que foi validada e conferida para cada imagem. Alguns contextos de uso, todavia, pela resolução espacial da imagem Landsat e também por sua amplitude em resposta espectral, foram refinados por meio de aritmética entre camadas raster e máscaras de localização. Foram utilizados como índices para a classificação o *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI), o *Soil-adjusted Vegetation Index* (SAVI), o *Normalized Difference Built-up Index* (NDBI) e o *Modified Normalized Difference Water Index* (NDWI). Todos apresentaram bons resultados para as classes analisadas. Para a classificação das áreas verdes e de cobertura natural foram utilizados o NDVI e o SAVI; para a classificação das áreas de uso urbano e mineração foram utilizados o NDBI e o SAVI; e para a classificação dos corpos hídricos foi usado o índice MNDWI.

### 3. O Rio das Velhas: histórias de minas e de gerais

Considerando a importância do processo de uso e ocupação da região do alto Rio das Velhas, essa seção do texto foi dividida em duas partes

principais. A primeira é uma apresentação sintética do processo de ocupação territorial da bacia, que tem por finalidade aproximar o leitor do processo histórico de ocupação na área de estudo, suas pressões ambientais e os variados contextos políticos. A segunda parte do texto apresenta uma monitoria de alteração do uso da terra, considerando os anos de 1987 e 2017.

### 3.1 *O processo histórico*

O processo histórico de ocupação da bacia do Rio das Velhas está intimamente atrelado à dinâmica da formação e ocupação do território brasileiro. Os primeiros registros da história do Rio das Velhas estão associados à colonização do Brasil pelos portugueses. Contudo, as primeiras formas de ocupação territorial iniciaram-se antes da chegada do homem branco à região central do estado de Minas Gerais. Diversos povos indígenas tradicionais estabeleciam territorialidades orientadas de acordo com os limites naturais e as paisagens; os cursos d'água, nesse contexto, mantinham uma significativa importância para a localização e para a produção do espaço.

A origem do nome “Rio das Velhas” é hoje reconhecida apenas como tradição oral, não havendo registros escritos tomados por certos de sua origem e das formas como se consolidou. O jornalista Marco Antônio Tavares Coelho, ao pesquisar sobre o processo toponímico do Rio das Velhas destaca que “o nome se deve a três índias idosas que o bandeirante paulista Bartolomeu Bueno, o ‘Diabo Velho’, encontrou acoradas em 1701, numa das praias do rio, perto de Sabará” (COELHO, 2002, p. 17). O professor Eugênio Goulart apresenta outras definições, também oriundas de história oral<sup>2</sup>:

Existe também a história de que o nome teria sido dado pelos primeiros portugueses que navegaram o rio de sua barra com o rio São Francisco até Sabará. Como era um rio caudaloso, com muitas ondas, que eram chamadas pelos lusitanos de valias, foi batizado de rio das valias. Posteriormente, como o vocábulo era inusitado para nosotros, o significado do nome não se manteve e foi ‘abrasileirado’ para Rio das Velhas (GOULART, 2009, p. 46).

Desde os primeiros contatos com as populações nativas que habitavam o território brasileiro, os portugueses mantinham como principal motivação para a ocupação da colônia o encontro com vastas riquezas, principalmente de ouro, prata e pedras preciosas. Os contatos iniciais

com a população indígena litorânea facilitaram esse objetivo, uma vez que se ouviam histórias sobre riquezas imensuráveis, sobre uma vastidão de fortunas em uma cidade de ouro e prata (o El Dourado). As comunidades indígenas brasileiras referenciavam a Sabarabuçu, uma serra de prata, ou serra resplandecente, a oeste do litoral. Ainda no século XVI diversas incursões paulistas e baianas, cada um por sua rota, deslocaram-se para o sertão. As expedições não adentraram muito no território e não possuíam as estruturas e os investimentos considerados necessários. Essas primeiras expedições contavam com a participação de portugueses, escravos negros e índios. Um exemplo importante é a bandeira de Fernão Dias que, partindo de São Paulo, chegou ao vale do São Francisco (GOULART, 2009; COELHO, 2002).

A bandeira de Fernão Dias chegou a um local às margens de um expressivo rio (que seria chamado de Rio das Velhas) e próximo a um pico situado na atualmente denominada Serra da Piedade, no município de Caeté. Acreditava Fernão Dias ter encontrado Sabarabuçu, mas não encontrou as prometidas jazidas de prata e esmeraldas. Os primeiros relatos significativos de ouro na região são datados de 1693, tendo a primeira remessa sido enviada para Portugal em 1695 (GOULART, 2009). Este período marca o início da mineração e do ciclo econômico do ouro, sendo determinantes para a formação do território das Minas.

Foi o metal da cobiça que criou as Minas. Para conquistá-lo criou-se um país: Minas Gerais, fulcro, centro, pedra de toque, fecho da abóboda das pedras soltas do até então arquipélago litorâneo tropical temperado, no lado oeste da bacia do atlântico. A partir de 1693, Minas Gerais, ao constituir-se, garimpou o Brasil (BAGGIO, 2005 apud GOULART, 2009, p. 3).

A pressão para a ocupação na bacia hidrográfica do Rio das Velhas foi intensificada ainda no final do século XVII. A necessidade da metrópole (Portugal) cobrar os impostos da extração aurífera e de ter controle das áreas minerárias fez com que fossem criados importantes marcos administrativos nas Minas. Em 1711, o Arraial de Sabará foi elevado à categoria de Vila, passando a ser chamado de Vila Real de Sabará. No mesmo ano, foi criada a comarca de Ouro Preto, com sede em Vila Rica. Em 1714, tamanha era a importância da região de Sabará, que foi criada a comarca do Rio das Velhas com sede na Vila Real de Sabará (BOTELHO, 2000; LUNA, 1980).



A maioria dos imigrantes era paulista e vinha para a região das minas em busca de riqueza. “Os paulistas foram criando uma constelação de povoados espalhados por um imenso território. Lugarejos com pessoas buscando e catando pepitas de ouro nos córregos, sim; mas também plantando roças de milho e mandioca” (COELHO, 2002, p. 21). O ouro foi encontrado na região das Minas em grande quantidade e qualidade, como relembram os expedicionários Martius e Spix:

Nas barras de minas conhecidas, a prova é exclusivamente feita com riscos, usando-se para isso as pontas de cobre que tem graduação de 16 a 24 quilates ouro (100% puro). O ouro mais puro aqui fundido é de 23 quilates e sete oitavas. As minas de Vila Rica dão, em geral, ouro de 20 a 23 quilates; as de Sabará e de Congonhas do Sabará, dão de dezoito a dezenove. O ouro do Rio das Velhas, perto de Sabará, dá de dezenove a vinte e três (1981, p. 211).

Pela grande riqueza ocuparam-se as minas. A circulação das fortunas geradas pela extração de ouro e pedras preciosas permitiu a instalação de diversos entrepostos e vilas em caminhos e rotas de acesso ao litoral, como é o caso da Estrada Real (caminho novo) que ligava as Minas ao Rio de Janeiro (GOULART, 2009). Ao percurso originalmente traçado pelos paulistas, o “caminho geral do sertão”, somou-se o do São Francisco – ligação com a Bahia – e, mais tarde, o “caminho novo” (LUNA, 1980).

A dinâmica da economia do ouro intensificava-se a ponto de, pouco tempo após sua fundação, Vila Rica já possuir mais de 20 mil moradores, ultrapassando 80 mil algumas décadas depois. A Vila de São Paulo, como exemplo comparativo, não possuía, no mesmo período, mais de oito mil habitantes. As áreas ao norte também foram importantes para a produção de alimentos e bens que seriam consumidos nas regiões de extração de ouro. O sertão mostrava-se como uma área de progresso, principalmente com a pecuária. Era, assim, uma terra na qual lentamente se construía riqueza.

Foram os currais, as fazendas de criação, que povoavam todo o caminho do rio São Francisco até o Rio das Velhas, antes mesmo do aparecimento dos vários arraiais auríferos. E quando surgiam esses arraiais auríferos multiplicaram-se os currais pelo São Francisco (BARBOSA, 1971 apud COELHO, 2002, p. 30).

No livro “A viagem pelas províncias do Rio de Janeiro e Minas Gerais”, o naturalista Saint-Hilaire explica em pormenores como foi a extração de ouro nas minas e, em vários momentos, destaca a importância que a

água teve neste processo. Em alguns desses, é possível perceber algumas preocupações para manutenção da oferta hídrica, uma vez que sem água não seria possível continuar a extração mineral:

Não sucede com as águas empregadas nas lavagens o mesmo que com os terrenos auríferos. De acordo com as antigas disposições, o Rei reservava para si a propriedade delas. Só concedia seu uso, e quando um minerador deixava de utilizar um regato, outro minerador podia solicitá-lo ao Guarda Mor. Tomava-se mais inteligentemente a precaução de proibir a destruição das matas em volta dos lugares em que tinham suas nascentes as águas que serviam à lavagem (SAINT-HILAIRE, 1975, p. 110).

A extração de ouro não demandava grandes volumes de capital, sendo necessário inicialmente dois elementos essenciais: “escravos e água dos córregos e ribeirões. Por isso se dizia no território das Minas: ‘sem água, de nada valeria uma montanha de ouro’” (GOULART, 2009, p. 25). A norte, a abundância de terras disponíveis fazia com que o cuidado com as áreas fosse baixo: “homens que podiam dispor à vontade de um território imenso não tinham nenhuma necessidade de tomar precauções para poupar o pedaço de terra em que acabavam de colher alguns grãos” (SAINT-HILAIRE, 1975, p. 89).

Já no final do século XVIII, Vila Rica não apresenta mais a opulência e a riqueza dos períodos anteriores:

(...) o esgotamento das minas, ocorrido na segunda metade do século dezoito, refletiu-se sobre a localidade, que entrou em franco processo de empobrecimento e de retração populacional. Ao final do século XVIII, Vila Rica revelava marcantes sinais de decadência, apontados pelas memórias coevas e pelos viajantes que a visitaram no primeiro quartel do século XIX (LUNA, 1980, p. 19).

Com a diminuição da extração de ouro e a dinâmica econômica crescente nas áreas agrícolas a população minerária se dispersou. No entanto, as cidades minerárias são importantes referenciais sociais e históricos até os dias atuais para o estado de Minas Gerais. Com a estruturação do território das minas, ocorria sua ascensão e sua decadência como centro econômico e político. Entre a expansão e a consolidação dos caminhos para o norte pelo rio São Francisco, o Rio das Velhas mantinha-se como um importante referencial para a garantia de alimentos por meio da pesca, bem como para o escoamento de mercadorias e de pessoas.

Pelo rio fazia-se ainda um largo comércio da Bahia para as Minas e Goiás, como por ele subiam os gêneros de conforto e de luxo, segundo as necessidades dos moradores relacionados àquela cidade, então, a mais opulenta do Brasil. Mas era também e principalmente pelo São Francisco que vinha todo o contrabando e saíam os extravios de ouro (VASCONCELOS, 1999, apud COELHO, 2002, p. 23).

O Rio das Velhas conecta a história de formação do território do atual estado de Minas Gerais. As minas desenvolvem-se nas cabeceiras do Rio das Velhas, no contexto do Quadrilátero Ferrífero, e mantêm-se por mais de um século como o eixo central de economia do Brasil com a extração do ouro. Os Gerais desenvolvem-se de forma mais lenta e são formados por movimentos vindos principalmente do norte (Bahia), e também se fortalecem com a atividade mineira. O Rio das Velhas conectou as Minas aos Gerais, sintetizando muito do que se entende hoje da organização territorial do estado.

Com o fim do ciclo do ouro, as atividades minerárias deixaram de ter a importância nacional e internacional que possuíam, mas regionalmente ainda se mantinham como importante referencial econômico na região do quadrilátero ferrífero. As ações de extração de ouro em veios auríferos passaram a demandar uma quantidade significativa de investimentos, que se mantiveram por empresas estrangeiras (como é o caso da Mineração Morro Velho em Nova Lima, empresa de origem inglesa que se instalou na região em 1835). O ciclo do ouro no alto Rio das Velhas fez com que o processo de ocupação territorial seguisse principalmente os eixos dos canais fluviais, formando aglomerações urbanas de significativa importância econômica e onde se construíram e consolidaram os modos de vida dos mineiros. A compreensão do processo de ocupação dos topos das serras do Quadrilátero Ferrífero exige a análise de outros referenciais.

Após a independência do Brasil, em 07 de setembro de 1822, Villa Rica (devido à sua importância econômica e à sua centralidade para a extração do ouro) foi escolhida como capital provincial e mais tarde do estado de Minas Gerais, condição que se manteve até 1897. Já no final do século XIX, a conformação política e econômica de Villa Rica remetia ao ciclo do ouro e a um momento histórico e político anterior à realidade das Minas Gerais como estado federado e dividido economicamente entre a pecuária leiteira e a cafeicultura. Minas Gerais, outrora território formador do Brasil, já no século XIX não acompanhava o crescimento econômico e o

desenvolvimento das cidades de São Paulo e do Rio de Janeiro (AGUIAR, 2006).

Construída em terreno do pequeno Curral Del Rey, Belo Horizonte foi inaugurada em 1987 para ser a nova capital mineira. Foi construída de acordo com as propostas modernas de seu tempo e que se refletem no traçado de ruas e na organização territorial de uma cidade planejada e construída sob a égide da racionalidade humana.

Transformar um pequeno arraial em um polo moderno para onde afluíssem as novidades da economia tem, na história de Minas Gerais, um sentido político significativo, porque revela as ambiguidades da política mineira e brasileira no momento da construção da república. É expressão de uma nova concepção do social, do cultural e da importância da ciência que emerge em confronto com práticas tradicionais de se pensar a relação dos indivíduos com a cidade (VEIGA, 1994, p. 69).

Belo Horizonte foi pensada para atender a uma população de aproximadamente 150 a 200 mil pessoas. Em 1912, apenas 15 anos após sua inauguração, a cidade já possuía cerca de 38.822 habitantes, passando a cerca de 683.908 em 1960 (PASSOS, 2009). A partir da década de 1960, o modelo urbano-industrial gerou um processo de fuga do campo e de aumento da população urbana de forma muito acentuada e complexa.

Ao contrário dos períodos anteriores, a década de 60 foi marcada por uma acentuada intensificação de fluxos migratórios urbanos-urbanos, impulsionados pela concentração de investimentos em áreas urbanas específicas, notadamente no eixo São Paulo-Rio (RIGOTTI, 1994, p. 50).

Belo Horizonte, como grande parte das metrópoles brasileiras, cresceu em um processo de urbanização e organização do tecido urbano marcadas pela relação centro-periferia, na qual as áreas centrais congregam grande parte dos investimentos e estruturas públicas (COSTA, 2004). Apesar de esforços anteriores de consolidação de usos industriais e minerários como atividades econômicas de forte centralidade na economia brasileira, é principalmente a partir das décadas de 1960 e 1970 que a política industrial brasileira se consolida fortemente para a estrutura econômica nacional. O fortalecimento é devido, também, à necessidade de abastecimento de produtos para o crescente e concentrado mercado consumidor interno e externo. É neste contexto que se forma um novo vetor de expansão urbana e econômica no alto Rio das Velhas, em sentido norte-sul, tendo como eixo

estruturador a rodovia BR 040. Nesse eixo será consolidado um extenso polo de mineração de ferro e, especialmente após a década de 1990, um complexo sistema migratório de população de alta renda na região de Nova Lima para a capital, Belo Horizonte.

### 3.2 O processo recente de ocupação: 1987 a 2017

Como dito anteriormente, é necessária a percepção do quão dinâmicos são os processos de uso e ocupação do território, por isso, outra forma de percepção sobre a pressão ambiental, a partir dos variados tipos de ocupação do solo, e muito utilizada nas geociências, é a análise de uso e ocupação da terra. Todavia, este procedimento em relação ao quadro atual não foi considerado suficiente para o entendimento de como se comportam, diminuem ou expandem, as variadas formas de ocupação do território. Por esse motivo, foram realizadas duas classificações de uso da terra para o alto Rio das Velhas: uma para 1987 e a outra para 2017. A tabela 1 apresenta os resultados numéricos aferidos a partir da classificação por usos.

**Tabela 1**  
EVOLUÇÃO DO USO DA TERRA NO ALTO RIO DAS VELHAS

Classe	Área 1987 (ha)	%	Área 2017 (ha)	%	Alteração %
Afloramento rochoso e campo rupestre	70176,06	25,52	67093,8	24,40	-1,12
Corpos d'água	729,27	0,27	974,7	0,35	0,09
Pastagem, agricultura e vegetação herbácea	34064,19	12,39	34190,85	12,43	0,05
Vegetação arbórea <sup>3</sup>	136257,3	49,55	125845,2	45,76	-3,79
Mineração	1583,91	0,58	8212,5	2,99	2,41
Urbano	32195,34	11,71	38689,02	14,07	2,36
TOTAL	275006,07	100	275006,07	100	

Fonte: Resultados da pesquisa.

Importante destacar que os valores de área ocupada desempenham diferentes níveis de pressão ambiental. Como exemplo, 2,99% do território ocupados por áreas de mineração em 2017 podem gerar uma pressão e um

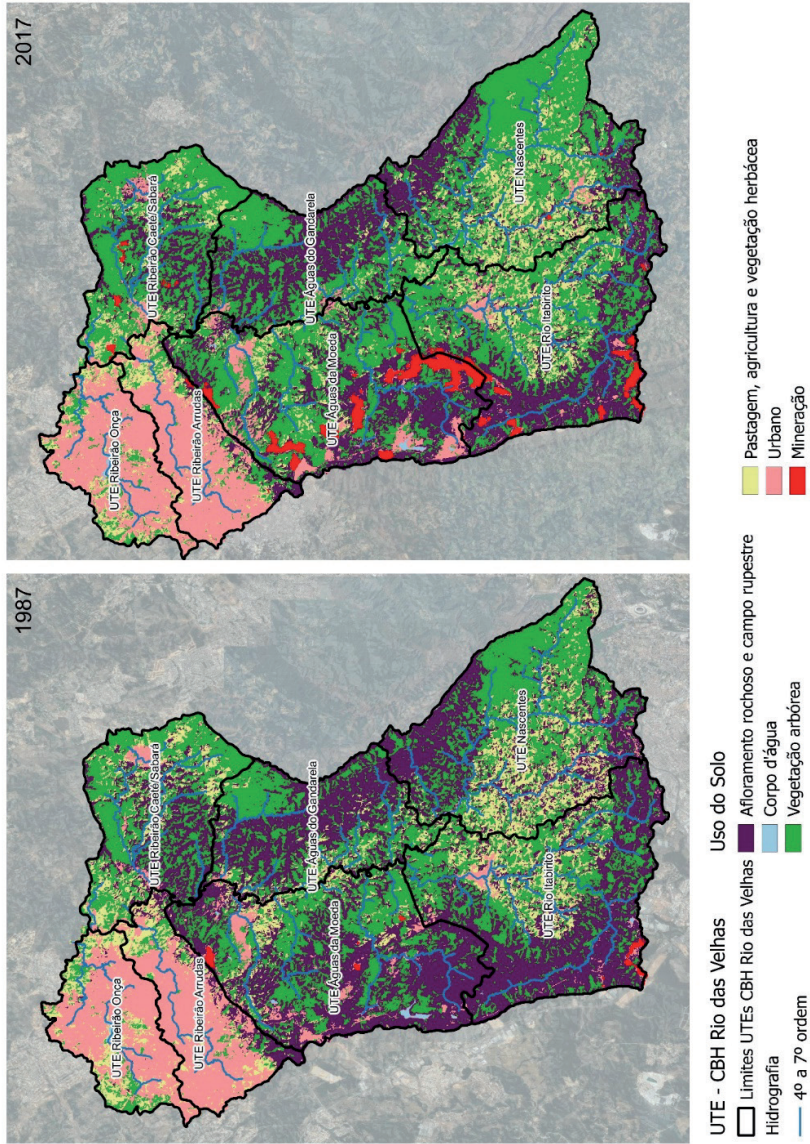
impacto ambiental mais intensos que os 12,43 % de áreas de pastagem, agricultura e vegetação herbácea, uma vez que os impactos são gerados em proporções muito diferentes. Isso é devido aos contextos de fragilidade ambiental em que essas atividades ocorrem e também ao nível de alteração que geram no ambiente. A figura 3 apresenta o processo de alteração de uso do solo no período de 1987 a 2017.

A margem esquerda do Rio das Velhas apresenta maiores áreas com processos de ocupação de intenso uso antrópico, principalmente mineração e usos urbanos, os quais tiveram aumentos considerados expressivos no período de análise: 2,41 % da área total da bacia (passando de 1583,91 ha para 8212,50 ha – um aumento de 418,49% no tipo de uso da mineração) e 2,36% (passando de 32195,34 ha para 38689,02 ha – um aumento de uso de 20,16% para o urbano), respectivamente.

Os processos de ocupação urbana de Belo Horizonte e seu tecido conurbado destacam-se a noroeste. No Sinclinal Moeda percebe-se um expressivo aumento da ocupação urbana e das atividades minerárias, enquanto a sudeste e na margem direita do Rio das Velhas estão os mais significativos remanescentes florestais regionais. As alterações podem ser concentradas espacialmente, como é o caso da mineração na Unidade Territorial Estratégica (UTE) do Águas da Moeda e a pecuária extensiva na porção central da UTE rio Itabirito.

A partir dos dados aferidos e da análise comparativa de uso da terra para 1987 e 2017, considerou-se que a mineração e os usos urbanos são os dois principais tipos de ocupação a se intensificar no alto Rio das Velhas e que, por serem considerados de alto impacto para a dinâmica hídrica e o uso da bacia enquanto manancial metropolitano, são mais detalhados a seguir.

**Figura 3**  
USO DO SOLO NO ALTO RIO DAS VELHAS



Fonte: resultados da pesquisa.

### 3.2.1 *Impactos dos usos minerários nos cursos d'água*

As atividades minerárias de ferro e ouro são consideradas como os principais eixos históricos e econômicos de fomento à ocupação territorial no alto Rio das Velhas. O processo minerário é considerado de alto impacto para os cursos d'água<sup>4</sup>, a partir de quatro principais fatores: remoção de aquíferos porosos e de alta qualidade para a reservação/a exfiltração de água; rebaixamento de nível freático; aumento da impermeabilização do solo; e carreamento de materiais sólidos pelo escoamento pluvial.

A atividade minerária é considerada pela Constituição Federal de 1988 como atividade essencialmente degradadora, sendo necessária a recuperação das áreas degradadas após o término das atividades de extração. A recuperação, contudo, pelos padrões técnicos atuais, não consegue recompor a dinâmica das águas subterrâneas e sua interação com as superficiais.

Os impactos são intensificados pela necessidade de exploração de águas subterrâneas para a efetivação do processo minerário. O rebaixamento de nível freático gera fortes alterações na dinâmica das águas superficiais e subterrâneas ao alterar o ciclo de recarga dos aquíferos. Ao forçar, por meio do bombeamento da água, o esvaziamento de aquíferos para permitir a extração e o beneficiamento do minério de ferro, gera-se um forte impacto em diferentes nascentes e cursos d'água, alterando a dinâmica hidrológica.

Para a implantação de um complexo de extração, beneficiamento e transporte de minério de ferro e ouro, são realizados diferentes níveis de intervenção nas paisagens e, em todos os casos, é necessária a supressão de vegetação, como ocorre na implantação de cavas, de barragens de rejeitos, de pilhas de estéril e outras estruturas intrínsecas ao processo minerário. Esse contexto gera impactos significativos à dinâmica hídrica, uma vez que muitas dessas superfícies são compactadas e bastante impermeabilizadas, gerando diminuição da infiltração da água no solo e aumentando o escoamento superficial. Este, por sua vez, tende a aumentar o carreamento de sedimentos durante as chuvas e alterar a turbidez e a quantidade de sólidos em suspensão nos cursos d'água, modificando a cor e a dinâmica



hidrossedimentar. Esse contexto é responsável por significativas alterações hídricas e ecológicas nos cursos d'água.

Há ainda o contexto de risco diretamente associado à implantação de grandes equipamentos para a contenção de materiais não utilizados após o processo minerário, as chamadas barragens de rejeitos. Apenas no alto Rio das Velhas, nos últimos 20 anos, foram dois grandes rompimentos de barragens<sup>5</sup> e, segundo a base de dados disponibilizada pela Fundação Estadual de Meio Ambiente (FEAM, 2016), existem 82 barragens de rejeitos localizadas no alto Rio das Velhas e que foram auditadas e vistoriadas. Apesar disso, 10 barragens são classificadas como de “estabilidade não garantida pelo auditor” ou “Auditor não conclui sobre a situação de estabilidade, por falta de dados ou documentos técnicos” e estão localizadas a montante da captação de Bela Fama (FEAM, 2016). Dessa maneira, considera-se que a dinâmica das barragens também é uma situação de risco:

a situação apresentada torna muito vulnerável o Sistema de abastecimento Sistema Rio das Velhas (SRV), uma vez que o rompimento de uma barragem, especialmente aquelas mais próximas ao ponto de captação, pode comprometer a qualidade da água bruta para o consumo humano e torná-la imprópria para estações de tratamento convencional que podem não atingir os padrões de potabilidade (MELO, 2016, p. 314).

Episódios como o rompimento de uma barragem ou de um duto para o transporte de minério geram fortes impactos ambientais negativos para os cursos d'água e também custos econômicos assumidos pela coletividade, principalmente em sistemas de tratamento de água e abastecimento público. A quantidade de materiais dispostos pode impedir ou encarecer os serviços de saneamento, uma vez que o aumento de sedimentos em suspensão e partículas coloidais demanda maior tratamento para o atendimento dos padrões de potabilidade necessários para a distribuição de água para abastecimento. Outros elementos, como é o caso do arsênio (que está associado ao processo de extração de beneficiamento em minas de ouro, se em dissolução na água), não são possíveis de serem retirados pelo tratamento convencional regulamentado no Brasil.

A mineração exerce um forte peso econômico em diferentes escalas federativas, como destaca Leandro Aguiar e Souza:

Na dimensão estritamente econômica, percebe-se que a exportação de minério de ferro desempenha importante papel na sustentação de um modelo exportador primário, de grande volume de mercadorias produzidas, baixo valor agregado e grandes impactos socioambientais. Na escala nacional, o papel principal da mineração de ferro parece ser a contribuição para sustentar a balança comercial brasileira nas bases do superávit. Na instância estadual os números, apesar de mais significativos quando comparados com a esfera nacional, também estão em patamares semelhantes. Essa postura imediatista mascara uma série de situações concernentes ao desenvolvimento da sociedade brasileira, uma vez que a exaustão ambiental desencadeada por esse modelo não se mostra devidamente contabilizada (2017, p. 30).

A forte presença do setor minerário se materializa também como forma de dependência econômica (especialmente na escala municipal) e é reafirmada na dimensão política, condicionando e impactando processos decisórios para licenciamento e autorização ambiental (incluída a outorga de direito de uso de recursos hídricos).

### *3.2.2 Impactos ambientais em cursos d'água a partir de usos urbanos*

A ocupação urbana que não é sensível à dinâmica hídrica reproduz padrões urbanísticos de alto impacto para a quantidade e a qualidade das águas. O espaço urbano moderno se desenvolve de forma extensiva, não se restringindo a limites territoriais e administrativos de um município. A expansão urbana no alto Rio das Velhas reproduziu os padrões construtivos típicos das grandes cidades brasileiras, reafirmando os processos de adensamento populacional em modelos de ocupação que são pouco sensíveis à dinâmica das águas<sup>6</sup>. O urbano construído repetiu a forma da cidade moderna com intensos níveis de impermeabilização do solo, com a estrutura urbana orientada para o transporte individual a partir de carros com motores de combustão interna, com a canalização de cursos d'água e poluição das águas.

Os cursos d'água, que poderiam ser compreendidos como eixos de articulação territorial e de uso humano, são canalizados para a instalação de avenidas sanitárias e o rápido transporte dos esgotos sanitários. A qualidade das águas em um ambiente urbano é alterada de forma significativa por meio de três tipos principais de carga poluente: 1) esgotos sanitários; 2) efluentes industriais; 3) poluição difusa (TUCCI, 2008). Os esgotos

sanitários são derivados de usos domésticos: águas de pias, banheiros, lavagens etc. São águas que são devolvidas após o uso para o sistema hídrico com alto potencial infeccioso e grande acúmulo de matéria orgânica. Para os esgotos domésticos, a solução indicada é o tratamento estático, por meio de fossas sépticas, ou dinâmico, que se utiliza de redes coletoras e interceptores para a destinação das águas residuais para as estações de tratamento de esgoto (SPERLING, 1996).

Os efluentes industriais, quando não tratados, contribuem de forma significativa para a deterioração da qualidade das águas, uma vez que metais pesados e outras substâncias, que não são facilmente depuradas naturalmente, podem gerar sérios riscos para o sistema ecológico e para a saúde humana.

Dos 2,9 milhões de toneladas de resíduos industriais perigosos gerados anualmente no Brasil, somente 850 mil toneladas recebem tratamento adequado, conforme estimativa da Associação Brasileira de Empresas de Tratamento, Recuperação e Disposição de Resíduos Especiais (ABETRE). Os 72% restantes são depositados indevidamente em lixões ou descartados em cursos d'água sem qualquer tipo de tratamento (JIMENEZ; DAL BOSCO; CARVALHO, 2004, p. 734).

Porém, é a poluição difusa que se mostra como um diálogo não concluído entre a ocupação urbana e a gestão de recursos hídricos, destacando-se óleos, fosfatos, nitratos, resíduos de queimas, compostos orgânicos, dentre outros:

As fontes difusas ou não-pontuais são resultantes de ações dispersas na bacia hidrográfica e não podem ser identificadas em um único local de descarga; cobrem uma extensa área, como aquela provinda das chuvas das áreas urbanas e das áreas agrícolas, onde poluentes são carreados para os cursos d'água; apresentam diversas origens e formas de ocorrência, provenientes do solo, da atmosfera, e das águas subterrâneas; são difíceis de serem mensuradas e identificadas, apresentando aportes significativos em períodos chuvosos (ROCHA; LOUGON; GARCIA, 2009, p. 63).

O tratamento para a poluição difusa é muito complexo e de difícil apreensão, uma vez que é necessária a precisa definição das fontes de poluição e sua composição, assim como da quantidade de materiais carreados pelas águas pluviais. O material difuso se acumula continuamente nas superfícies impermeáveis e é facilmente carreado nas primeiras descargas de chuvas. Os potenciais de acumulação de poluentes e de

carreamento pelas águas pluviais são variáveis que dependem essencialmente do tipo de solo, dos usos antrópicos preponderantes e da topografia do local.

A outorga e o enquadramento dos cursos d'água em classes, dois dos principais instrumentos de gestão de recursos hídricos, não conseguem interface junto ao lançamento difuso de materiais poluentes, uma vez que não ocorrem continuamente e não têm uma personalidade jurídica única como responsável. As cargas poluentes difusas representam grande impacto aos cursos d'água no alto Rio das Velhas e são geradas de forma muito intensa em áreas de ocupação urbana (ECOPLAN, 2015).

A ocupação urbana foi um dos eixos de pressão ambiental que mais cresceu no alto Rio das Velhas, como apresentado pelo estudo de uso e ocupação da terra. A população, no período 1987-2017, também teve alterações significativas nos municípios da região. A média de crescimento populacional de Minas Gerais, do Brasil e de Belo Horizonte, para o período, foi de cerca de 33%, 40 % e 23 %, respectivamente. Os municípios de Nova Lima, Itabirito e Sabará apresentaram os mais significativos crescimentos: 72%, 55% e 49%, respectivamente (IBGE, 2010). No mesmo período, a maioria da população da expansão de Nova Lima ocupou a zona conurbada a Belo Horizonte e o eixo de expansão pela BR 040 e de condomínios fechados nas áreas mais elevadas do Quadrilátero Ferrífero. A intensificação da ocupação urbana no alto Rio das Velhas tem efeitos diretos na disponibilidade hídrica e na qualidade das águas.

#### **4. Considerações Finais**

A complexidade da ocupação no alto Rio das Velhas remonta à formação do estado de Minas Gerais e do Brasil em um processo que foi responsável por formas bastante diversificadas de uso, especialmente pelas significativas variações entre os diferentes espaços naturais e seus potenciais ambientais. As diversas formas de ocupação do território geram também diferentes níveis de pressões ambientais, que podem ser percebidas e aferidas de múltiplas formas.

A bacia hidrográfica do alto Rio das Velhas possui uma significativa diversidade de usos e de formas de ocupação territorial que estão associadas a diferentes pressões ambientais e geram variadas formas de danos para a qualidade e para a quantidade das águas. A presença das atividades humanas gerou fortes alterações nas paisagens a partir, principalmente, de dois principais eixos de uso/processos antrópicos: ocupação urbana e industrial e atividades de mineração de ferro e ouro.

O histórico de ocupação humana no Alto Rio das Velhas pode ser diferenciado em três principais momentos: o processo histórico de ocupação e o adensamento próximo aos eixos dos canais fluviais, gerado pelo ciclo do ouro; a construção da capital Belo Horizonte e o adensamento em torno da cidade urbano-industrial; o transbordamento da metrópole seguindo o eixo da BR 040 e intensificado pelo aumento das atividades minerárias.

Estes três momentos de ocupação geraram significativos impactos para a dinâmica fluvial, mas com intensidades e formas bastante diferenciadas. Esses impactos se tornam ainda mais complexos ao se considerar a função da bacia enquanto manancial metropolitano, responsável pelo abastecimento de água para mais de 1.8 milhão de pessoas. As formas de ocupação se mostraram muito pouco sensíveis às dinâmicas hídricas e se consolidam de forma fragmentada e sem ser possível perceber modos e instrumentos de planejamento que orientem as dinâmicas de ocupação territorial. O impacto gerado pela mineração e pela expansão urbana representam contextos de fragilidade para a função ambiental da região enquanto manancial metropolitano.

## Notas

- <sup>1</sup> Apesar da polissemia atribuída ao conceito de sustentabilidade, ele será utilizado para a presente pesquisa; considera-se que o conceito adquire os seus múltiplos significados a partir de diferentes leituras de mundo e ideologias. Para a pesquisa entende-se sustentabilidade ambiental como a possibilidade de ofertar às gerações futuras experiências e vivências ambientais e em contextos naturais próximos dos que são permitidos às gerações atuais.
- <sup>2</sup> Entre contos e lendas, o nome popularizou-se e foi consolidado nacionalmente. Por muito tempo, as referências ao rio ocorreram pela tradução literal de seu nome em Tupi, Uaimi-í (nome atual de uma unidade de conservação próxima às nascentes do Velhas). Uaimi-í também teve as formas Guaibi e Guaimí ficando posteriormente conhecido como Guaicuí. Este último tornou-se mais disseminado, ao ponto de que hoje é nome mantido para o distrito de Barra do Guaicuí, local no qual o Rio das Velhas encontra o rio São Francisco. Com o processo de

ocupação territorial interiorana do Brasil pelos portugueses, o rio teve o nome traduzido e aceito coletivamente para Rio das Velhas. (MENDES, 2009, p. 15; p 47).

- 3 A silvicultura representa um percentual muito baixo da ocupação do alto Rio das Velhas (inferior a 1%) e foi considerada dentro da vegetação arbórea. A vegetação arbórea, portanto, contempla áreas de mata atlântica e também algumas áreas de silvicultura.
- 4 Os impactos dos processos minerários nos cursos d'água é bastante complexo e aqui é apresentado apenas de forma inicial, como instrumental para suporte das discussões propostas.
- 5 Em 2001, ocorreu o rompimento da barragem da Mineração Rio Verde no distrito de Macacos, município de Nova Lima, matando cinco trabalhadores. Em 2014, rompeu a barragem da mineração Herculano, na bacia do rio Itabirito, matando três trabalhadores. Ainda no alto Rio das Velhas ocorreram dois rompimentos de minerodutos, sendo um em 29 de setembro de 2011, responsável pelo lançamento de elevada carga de arsênio no Rio das Velhas, a montante do reservatório de Acuruí. Outro ocorreu no duto de rejeitos de ferro da empresa Vale S.A na bacia do rio Itabirito, no dia 11 de março de 2017. Nesse contexto, é importante destacar o rompimento da barragem de Fundão, na bacia do Rio Doce, em 05 de novembro de 2015, que gerou diversos níveis de impactos (alguns irreversíveis para o Rio Doce) e a morte de 20 pessoas (19 diretamente pelo impacto da lama da barragem e um aborto).
- 6 Importante destacar que outras iniciativas se mostraram de vanguarda a partir de políticas e programas mais sensíveis às dinâmicas hídricas, mas que, infelizmente, não conseguiram ser afirmadas como políticas contínuas. Esse é o caso do programa DRENURBS, desenvolvido pela prefeitura de Belo Horizonte, que foi considerado um dos principais exemplos de uma nova possibilidade de entendimento das águas urbanas no Brasil. O programa hoje, contudo, encontra-se diminuído em nível de conteúdo, de princípios, de peso político e de investimentos.

## Referências

AGUIAR, T. F. R. **Vastos subúrbios da nova capital: formação do espaço urbano na primeira periferia de Belo Horizonte**. 2006. 442f. Tese (Doutorado em História) - Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Minas Gerais, 2006.

BOTELHO, T. R. População e escravidão nas Minas Gerais, 1720. In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DE POPULAÇÃO – ABEP, 12., **Anais...** Caxambu: ABEP, 2000, p. 1-20.

COELHO, M. A. T. **Rio das Velhas: memórias e desafios**. São Paulo: Paz e Terra, 2002.

COSTA, H. S. M. Natureza e mercado imobiliário na redistribuição espacial da população metropolitana: notas a partir do eixo-sul de Belo Horizonte. In: ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS: POBREZA, DESIGUALDADE E EXCLUSÃO SOCIAL, 14., **Anais do XIV Encontro Nacional de Estudos Populacionais**. Caxambu: ABEP, 2004, p. 1-14.

ECOPLAN. **Plano Diretor de Recursos Hídricos do Rio das Velhas - PDRH Rio das Velhas**. Relatório Final 01A-REV3. Disponível em [www.cbhvelhas.org.br/planodiretor](http://www.cbhvelhas.org.br/planodiretor). Acesso em 28 de setembro de 2015.

FEAM – Fundação Estadual de Meio Ambiente. **Gestão de Barragens – Relatório 2015**. Disponível em: [http://www.feam.br/images/stories/2017/RESIDUO\\_MINERAÇÃO/Inventário\\_de\\_Barragens\\_2016.pdf](http://www.feam.br/images/stories/2017/RESIDUO_MINERAÇÃO/Inventário_de_Barragens_2016.pdf). Acesso em 10 de dezembro de 2016.

GOULART, E. M. A. **O caminho dos currais do Rio das Velhas**: a Estrada Real do Sertão. Belo Horizonte: Coopmed, 2009.

IBGE. **População nos Censos Demográficos**, segundo os municípios das capitais - 2000/2010. Disponível em <http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?dados=6&uf=00>. Acesso em 10/06/2015

JIMENEZ, R. S; DAL BOSCO, S. M; CARVALHO, W. A. Remoção de metais pesados de efluentes aquosos pela zeólita natural escolecita–influência da temperatura e do pH na adsorção em sistemas monoelementares. **Química Nova**, v. 27, n. 5, p. 734-738, 2004.

LUNA, F.V. **Minas Gerais**: escravos e senhores. Análise da Estrutura Populacional e Econômica de Alguns Núcleos Mineratórios (1718-1804). 1980. 224f. Tese não publicada - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo, 1980.

MARTIUS, C. F. P. von.; SPIX, J. B. von. **Viagem pelo Brasil**: 1817-1820. Tradução por Lúcia Furquim Lahmeyer. São Paulo: Edusp, 1981.

MELO, M. C. **Segurança hídrica para abastecimento urbano**: proposta de modelo analítico e aplicação na bacia do Rio das Velhas, Minas Gerais. 2016. 495f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - COPPE, Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2016.

MENDES, L. R. G. **Hidronímia da região do Rio das Velhas**: de Ouro Preto ao Sumidouro. 2009. 260f. Dissertação (Mestrado em Linguística) - Faculdade de Letras da Universidade Federal de Minas Gerais, 2009.

PASSOS, D. O. R. **A formação urbana e social da cidade de Belo Horizonte**: hierarquização e estratificação do espaço na nova capital mineira. Temporalidades – Revista Discente do Programa de Pós-graduação em História da UFMG, v. 1, n. 2, p. 37-52, ago./dez. 2009.

RIGOTTI, J.I.R. **Fluxos migratórios e distribuição espacial da população na Região Metropolitana de Belo Horizonte**: década de 70. 1994. 109f. Dissertação (Mestrado em Demografia) - Faculdade de Ciências Econômicas,

Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional, Universidade Federal de Minas Gerais, 1994.

ROCHA, S. A; LOUGON, M. S.; GARCIA, G. O. Influência de diferentes fontes de poluição no processo de eutrofização. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 4, n. 4, p. 01-06, 2009.

SAINT-HILAIRE, A. **Viagem pelas províncias do Rio de Janeiro e Minas Gerais**. Belo Horizonte: Itatiaia, 1975.

SANTOS, M. **Pensando o espaço do homem**. 4. ed. São Paulo: Hucitec, 1997.

SOUZA, L. A. **Produção rígida, acumulação flexível: Comandos globais e processos urbano-regionais ligados aos circuitos mineiro-siderúrgicos do Alto Paraopeba, Minas Gerais**. 2015. Tese (Doutorado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia do Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, 2015.

SPERLING, M. V. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Vol. 1. Editora UFMG, 1996.

TUCCI, C. E. M. Águas urbanas. **Estudos Avançados**, v. 22, n. 63, p. 97-112, 2008.

VEIGA, C. G. **Cidadania e educação na trama da cidade: a construção de Belo Horizonte em fins do século XIX**. 1994. 2 v. Tese (Doutorado) - Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Departamento de História, Universidade Estadual de Campinas, 1994.

Recebido em: 21/12/2018

Aceito em: 24/01/2019