

ANÁLISE DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS OXIGÊNIO DISSOLVIDO, CONDUTIVIDADE ELÉTRICA, POTENCIAL HIDROGENIÔNICO E TEMPERATURA, NO BAIXO CURSO DO RIO DAS VELHAS-MG

Hernando Baggio

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri-UFVJM, Departamento de Geografia, Diamantina,
MG, Brasil
hbaggio@ufvjm.edu.br

Mariana de Oliveira Freitas

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri-UFVJM, Pós-Graduação em Saúde e Meio Ambiente
SaSA-UFVJM
mariana.freitas.ufvjm@gmail.com

Amanda Dias Araújo

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri-UFVJM, Pós-Graduação em Saúde e Meio Ambiente
SaSA-UFVJM
a-dias@live.com

Recebido em: 19/04/16; Aceito em: 20/06/16

RESUMO

O rio das Velhas é um importante tributário e o maior afluente em extensão do rio São Francisco no norte do Estado de Minas Gerais. A área de estudo localiza-se no município de Várzea da Palma, inserida em um retângulo delimitado pelas seguintes coordenadas geográficas: 43° 42' 45" W e 82° 18' 32" S – 42° 42' 45" W e 82° 48' 00" S. Foi feita uma amostragem de campo, realizada em 10 de julho de 2015, totalizando 25 amostras de água, analisou-se parâmetros de qualidade ambiental *in-situ* (T^a, OD, CE, pH). Os resultados foram comparados com os valores de referência estabelecidos pela resolução ambiental vigente. As leituras dos parâmetros, foram feitas através do medidor multiparâmetro HI 9828, na elaboração cartográfica foi utilizado o *software* Arc Gis. Os parâmetros OD e pH encontra-se em desacordo como o que determina a legislação ambiental, a T^a e CE não têm enquadramento na legislação ambiental. Os pontos, que não violaram a resolução CONAMA merecem atenção especial, já que, os mesmos estão com os teores aumentados. Os parâmetros analisados encontram-se correlacionados as duas fontes de poluição, agrícolas e urbano/industrial. O rio das Velhas se constitui em um ambiente natural e frágil, os recursos hídricos e os ambientes aquáticos foram os mais afetados.

Palavras-chave: Rio das Velhas; água superficial; parâmetros físico-químicos; qualidade.

PHYSICO-CHEMICAL PARAMETERS ANALYSIS: DISSOLVED OXYGEN, ELECTRIC CONDUCTIVITY, HYDROGENIONIC POTENTIAL AND TEMPERATURE IN THE LOW COURSE OF THE VELHAS RIVER-MG

ABSTRACT

The Velhas river is an important tributary and the largest in extension of the São Francisco river in the North of Minas Gerais State. The area studied is entirely located in the municipality of Várzea da Palma, set in a rectangle bounded geographic coordinates: W 43° 42' 45" e S 82° 18' 32" – W 42° 42' 45" e S 82° 48' 00". Field samplings were made in July 10th, 2015, totaling twenty five water samples analyzing environmental quality parameters *in-situ* (T^a, DO, EC pH). The results were compared with the reference values established by current environmental resolution. The readings of the parameters were made through the Multiparameter meter HI 9828, the cartographic preparation was used Arc GIS software. The OD and pH parameters is at odds as what determines environmental legislation, T^a and EC have framed environmental legislation. The items do not violate the CONAMA resolution deserve special attention, since they are with increased levels. The parameters analyzed are correlated the two sources of pollution, agricultural and urban / industrial. The Velhas river constitutes a natural and fragile environment, water resources and aquatic environments were the most affected.

Keywords: Velhas River; surface water; physical-chemical parameters; quality.

INTRODUÇÃO

Existe uma multiplicidade de ciclos naturais envolvendo interações entre a litosfera, hidrosfera, biosfera e a atmosfera, cada um mantendo e desenvolvendo composições químicas diferenciadas. A energia de funcionamento dos ciclos biogeoquímicos atua como transformadora e modeladora natural da paisagem terrestre. Os desequilíbrios ambientais, causados pelas ações antropogênicas nos ciclos biogeoquímicos, vêm impactando negativamente o meio físico, biológico e o próprio ser humano. Assim sendo, torna-se cada vez mais importante conhecer o impacto da intervenção humana nesses ciclos naturais para prever e remediar, ao máximo, suas consequências (SKINNER, 1986, p.116).

A dinâmica da evolução dos sistemas produtivos e o domínio sobre a tecnologia têm como consequência, uma ampla problemática ambiental, onde, o meio ambiente físico e biológico se instala no cenário principal desses processos.

A qualidade da água é uma variável que depende das características naturais e antrópicas no contexto da bacia hidrográfica. A noção de qualidade muitas vezes está relacionada apenas às características organolépticas, como sabor, odor e cor, no entanto, esses fatores estão ligados apenas à sensibilidade humana e não revelam os reais problemas de comprometimento da qualidade das águas.

Segundo Braga (2002), a contaminação dos mananciais impede seu uso para o abastecimento humano, a alteração na qualidade da água agrava o problema da sua escassez. A água é a principal via de transporte de metais pesados, que poderá ser realizado de duas formas físicas: como espécies dissolvidas ou como espécies associadas a partículas sólidas (FORSTNER, 1981, p.237).

A legislação brasileira que dispõe acerca da qualificação dos corpos de água e prescreve diretrizes ambientais para seu enquadramento – bem como estabelecendo condições e padrões de lançamento de efluentes – conforme a Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA N° 357 de 17 de março de 2005, consultada neste trabalho. Além desta, existe a Legislação Nacional, que dispõe acerca da potabilidade da água, elaborada pelo Ministério da Saúde – conforme a Portaria MS N° 2914 de 12 de dezembro de 2011.

No contexto estadual, em relação a recursos hídricos, o estado de Minas Gerais é bem servido no que diz respeito a leis, decretos e deliberações, geridos pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos de Minas Gerais (CERH-MG) e pelas portarias do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM, 1998).

A região pesquisada vem sendo utilizada para fins agrícolas desde a década de 60, por imensos latifúndios que introduziram a monocultura de pinus e eucaliptos. Contudo, com a chegada dos grandes grupos capitalistas agrícolas, trazendo consigo novas agrotecnologias, a produção diversificou-se e ganhou caráter comercial. Entre as regiões de Várzea da Palma, Barra do Guaicuí e Pirapora – Norte do Estado de Minas Gerais destacam-se as atividades industriais e agropecuárias, caracterizando um cenário de amplas atividades agropecuária e industriais. As atividades industriais incluem as metalúrgicas e têxteis, das quais, resultam a emissão de particulados atmosféricos e o lançamento de efluentes líquidos. Na agricultura, destaca-se a fruticultura, principalmente a produção de uva e cítricos, além, das monoculturas de eucalipto, café, soja e algodão.

Dentro do que foi exposto, se destaca o rio das Velhas, é o maior afluente em extensão da Bacia do rio São Francisco no Estado de Minas Gerais, percorrendo da nascente até à foz, uma distância de aproximadamente 761 km, possui a maior população e, é responsável pelo maior Produto Interno Bruto (PIB) entre as sub-bacias do São Francisco, apenas perdendo em vazão d'água para a sub-bacia do Paracatu. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2000) a bacia do rio das Velhas abriga uma população total de aproximadamente 4.406.190 milhões de habitantes, distribuída em 51 municípios. A região metropolitana de Belo Horizonte, apesar de ocupar apenas 10% da área territorial da bacia, é a principal responsável pela degradação ambiental do rio das Velhas, devido, à sua elevada

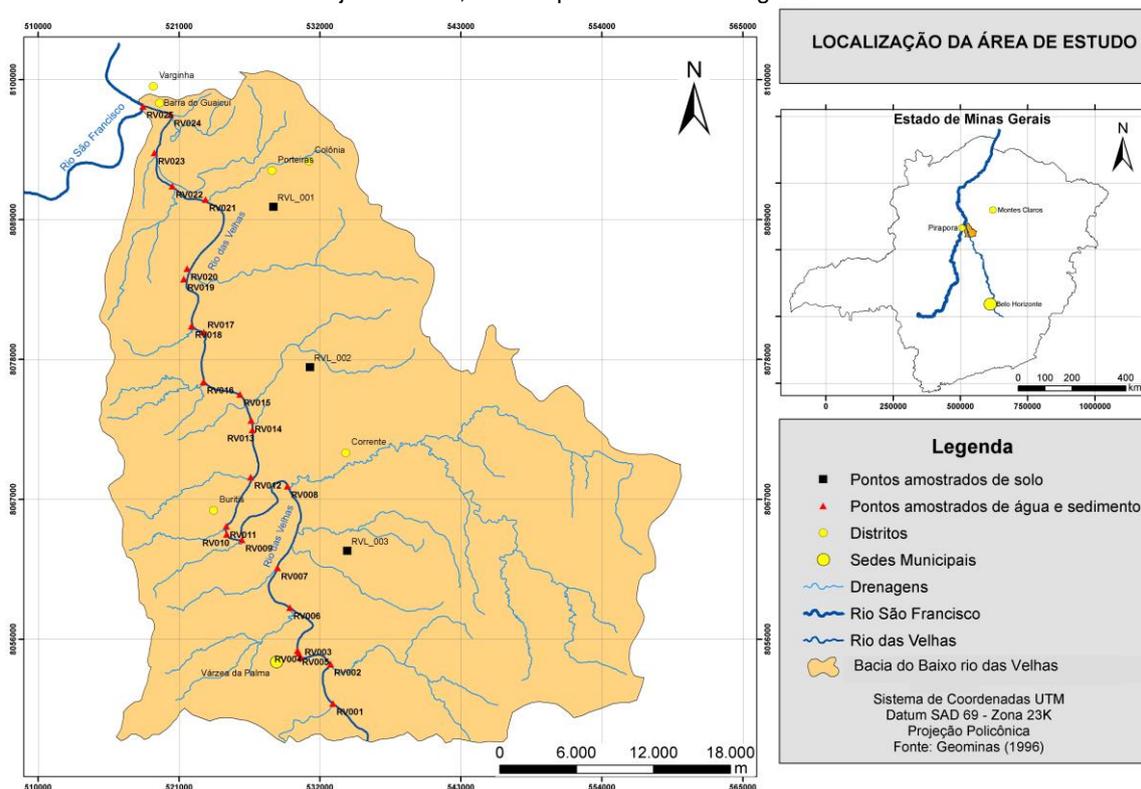
densidade demográfica (mais de 70,8% de toda a população da Bacia), processo de urbanização e atividades industriais intensas (POLIGNANO et al., 2001). De um total de 51 municípios, 37 têm 100% de sua área territorial inserida dentro da área de drenagem da Bacia do rio das Velhas, e os 14 restantes, não estão totalmente inseridos na Bacia, apresentando percentuais variáveis de inserção.

O objetivo principal da pesquisa foi avaliar a qualidade ambiental (parâmetros físico-químicos) da água superficial no segmento baixo curso do rio das Velhas entre as cidades de Várzea da Palma e Barra do Guapeú- MG, e investigar as possíveis fontes naturais e influências das atividades antropogênicas na qualidade da água.

LOCALIZAÇÃO E CARACTERÍSTICAS FISIAGRÁFICAS

A área da pesquisa encontra-se regionalmente inserida na bacia hidrográfica do rio das Velhas. Localiza-se integralmente no município de Várzea da Palma (Figura 1) e possui uma área de 1.569,45 km². Segundo a Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais (CETEC, 1983) a área da pesquisa, encontra-se inserida na microrregião - Médio Rio das Velhas, entre a margem direita do segmento Alto/médio curso do rio São Francisco e o segmento Baixo curso do rio das Velhas. A região está inserida em um retângulo delimitado pelas seguintes coordenadas geográficas: 43° 42' 45" W e 82° 18' 32" S - 42° 42' 45" W e 82° 08' 00" S, e encontra-se a 330 km da capital mineira. O acesso ao município faz-se pelo sistema rodoviário federal BR-040, BR-361 e BR-135 e estadual: MGT-496. As estradas vicinais que dão acesso à área da pesquisa encontram-se relativamente bem conservadas durante todo o ano.

Figura 1. O mapa apresenta a localização da área da pesquisa no contexto do Estado de Minas Gerais, juntamente, com os pontos de amostragem.



Fonte: BAGGIO, (2015)

CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO

Do ponto de vista da paisagem natural, a área encontra-se inserida no domínio dos chapadões interiores, de acordo com a divisão morfoclimática proposta por Ab' Saber (1971, p.239). Na classificação fitogeográfica, a região investigada encontra-se inserida no domínio das Savanas – Cerrados/Campos Gerais Tropicais. O tipo climático é o Tropical com Verão Úmido, o regime térmico é caracterizado por temperaturas médias mensais: janeiro em torno de 25° C a 24° C; junho e julho entre 20° C a 21° C (Menezes et al.; 1978, p.338). Segundo a Agência Nacional de Águas (ANA, 2005), a média pluviométrica para o município, no período de 1970 a 2002, foi de 1195,9 mm. As variáveis climáticas apresentadas são importantes ambientalmente, pois, estão diretamente correlacionadas com a mobilidade dos poluentes nos solos/sedimentos e na água (BAGGIO, 2008, p.200). Na região dominam os biótopos de campo rupestre, situados nas encostas e cotas mais altas do relevo, nas áreas de drenagens geralmente ao longo da linha d'água, existem matas e faixas ciliares - biótopo méxico, cuja existência local esta relacionada diretamente com as condicionantes ligeopedológicas (BAGGIO, 2008, p.221). O Instituto Estadual de Florestas (IEF, 2005), em parceria com o Laboratório de Estudos e Projetos em Manejo Florestal da Universidade Federal de Lavras (UFLA, 2005), definiram para a área de estudo os seguintes tipos vegetacionais: (a) *Floresta estacional semidecidual*: (b) *Floresta estacional decidual*: (c) *Savanas*: abrangem as diversas formações e fisionomias específicas que caracterizam a região do Cerrado; (d) *Formações pioneiras*: nessas comunidades estão incluídos os buritizais ou veredas e a vegetação de várzea; (e) *Tratos antrópicos*: caracterizados pelo reflorestamento com pinus e eucaliptos e sistema agropecuários (UFLA, 2005).

Figura 2. (A) tratos antrópicos – monoculturas com eucaliptos plantados próximo às margens do rio das Velhas, em (B) Floresta decidual Mata Ciliar/Galeria, em bom estado de conservação.



Fonte: BAGGIO, (2015)

A área de estudo localiza-se na porção sudoeste do Cráton São Francisco, cujas, rochas são de idades Neoproterozóicas, sendo circundada pelos cinturões orogênicos da Faixa Brasília, a oeste e sul, e Faixa Araçuaí, a leste (ALKMIM et al., 1996, p.47). A estratigrafia é composta por Unidades Neoproterozóicas e as Coberturas Fanerozóicas/cretáceas da bacia do São Francisco. A bacia do São Francisco compreende a porção sul do Cráton homônimo que cobre uma área de 500.000 km² nos estados da Bahia, Minas Gerais e Goiás (MARTINS-NETO e ALKMIM, 2001, p.42). A área pesquisada encontra-se inserida dentro dos depósitos: aluviões e terraços aluviais do Cenozoico, como sedimentos inconsolidados de natureza arenosa, areno-argilosa e areno-siltica, localmente contendo seixos e matacões (Figura 3).

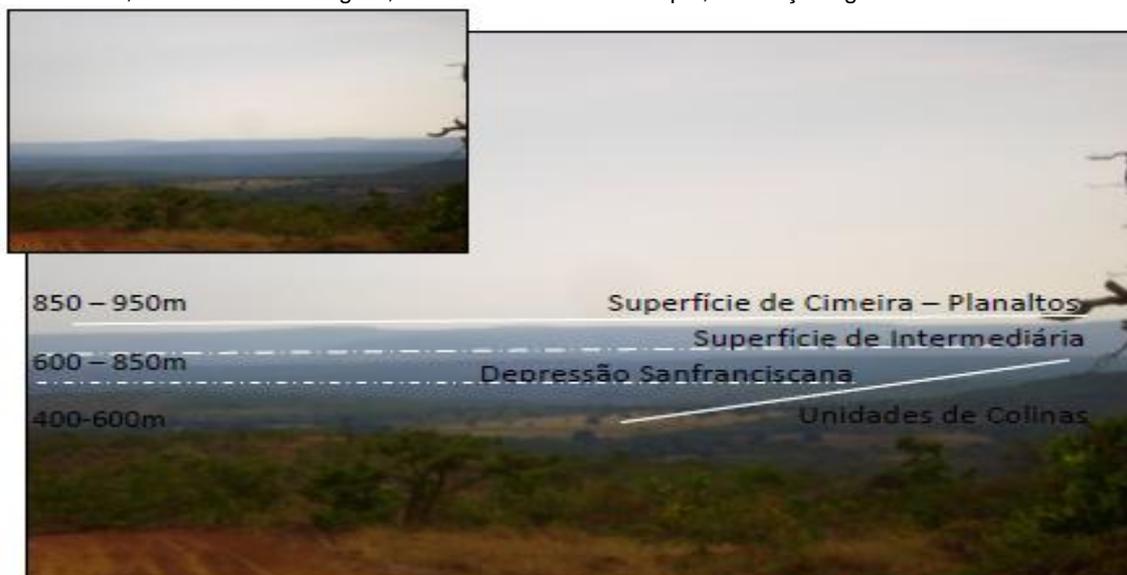
Figura 3. Margem esquerda do rio das Velhas, próximo à cidade de Várzea da Palma, mostrando terraços aluviais de mais de 4 metros de espessura, contendo, sedimentos arenosos inconsolidados retrabalhados de coloração bege/amarelo, com imbricação de seixos.



Fonte: BAGGIO, (2015)

A área encontra-se inserida na Depressão Sanfranciscana, uma extensa área rebaixada, localizada à margem do Rio São Francisco, circundada por superfícies Tabulares dos Planaltos do São Francisco e as Unidades de Colinas esculpidas por processos de erosão fluvial. A área é influenciada pelo contexto geológico-geomorfológico regional. Marcada de forma geral por um plano ligeiramente ondulado, correspondendo à Superfície Sul-Americana I – cujo processo de arquitetura se estendeu até o Plioceno Superior – e à Superfície Sul-Americana II, cuja elaboração teve início a partir do soerguimento epirogenético ocorrido no Plioceno Superior (VALADÃO, 1998, p.220). A geomorfologia regional é caracterizada por extensos planaltos com capeamento sedimentar e amplas depressões dispostas na mesma direção dos principais cursos d'água. A região foi compartimentada em duas grandes unidades Planaltos do São Francisco e Depressão Sanfranciscana, com suas variações morfológicas diferenciadas. Amplas e recorrentes coberturas cretáceas ocupam o topo das chapadas, esculpidas pela erosão regressiva dos afluentes da margem esquerda e direita do rio São Francisco. Estas Coberturas foram, depositadas pela ação de sistemas fluvio-eólicos, que marcaram o encerramento do preenchimento da Bacia Sanfranciscana durante o Cretáceo superior (BAGGIO, 2008, p.187) (Figura 4).

Figura 4. Foto mosaico, mostrando a compartimentação do relevo regional, em primeiro plano a Depressão Sanfranciscana, em segundo plano a Superfície Intermediária e em último, a Superfície de Cimeira, notar à direita da figura, as Unidades de Colinas que, são feições geomórficas correlatas.



Fonte: BAGGIO, (2015)

O sistema fluvial do rio das Velhas é bem desenvolvido, composto por sub-bacias com hierarquia fluvial de 4ª ordem, seu curso principal tem orientação preferencial no sentido SSE-NNW. O padrão da rede de drenagem da maioria dos cursos d'água da bacia é do tipo dendrítico. Ao longo do perfil longitudinal do segmento fluvial (Várzea da Palma – Barra do Guicuí) perfazendo um total de 55 km, não são observadas grandes variações topográficas, a altitude varia entre 515 m a montante da cidade e 475 m a jusante da foz do rio das Velhas, desnível estimado de 40 m. Todo o segmento é navegável, sendo, classificado como um canal aberto, ao longo do perfil, nota-se alternância entre os fluxos laminar e turbulento. A dinâmica fluvial turbulenta pode ser observada, notadamente, em áreas onde há ruptura de declive, entretanto, em grande parte do segmento predomina o fluxo laminar. A tipologia do canal fluvial do rio das Velhas (baixo curso) pode ser definida como um curso de canais únicos, podendo ser, subdividido principalmente em canais retos e sinuosos, sendo os canais meandantes expressivos. As formas topográficas do canal principal e dos canais secundários apresentam-se como, leitos com segmentos rochosos e leitos com segmentos aluviais, estes, favorecendo a mobilidade dos sedimentos. O canal principal meandra sobre uma extensa planície, em algumas áreas predominam extensos terraços fluviais, possuindo de três a cinco metros de altura e que, caracterizam o canal fluvial até sua confluência com o RSF, como apresentado na (Figura 5). O rio das Velhas, no seu baixo curso, é enquadrado na Classe 2, como estabelece a Resolução CONAMA 357/05.

Figura 5. A foto (A) mostra os terraços aluviais, em (B) o canal fluvial do rio das Velhas com fluxo laminar e em (C), o canal com fluxo turbulento.



Fonte: BAGGIO, (2015)

A Bacia Hidrográfica do rio das Velhas encontra-se, inserida totalmente no território mineiro, ocupando uma área de drenagem de aproximadamente 29.173 km². Representando cerca de 5% da superfície de todo o Estado de Minas Gerais, o rio das Velhas deságua no rio São Francisco, após quase 801 km, sendo o maior afluente em extensão da Bacia do São Francisco. Suas nascentes estão, localizadas no município de Ouro Preto, dentro do Parque Municipal das Andorinhas, e, deságua no rio São Francisco no distrito de Barra do Guicuí, município de Várzea da Palma (FEAM, 1998). A população da bacia do rio das Velhas é estimada em aproximadamente 4.406.190 milhões de habitantes, distribuída nos 51 municípios drenados pelo rio e seus afluentes. A bacia do rio das Velhas é subdividida em Alto, Médio e Baixo rio das Velhas (IBGE, 2000).

Dentro de um quadro litogeomórfico definido para a área da pesquisa, desenvolveu-se uma cobertura pedológica diferenciada, devido às influências do material de origem e do relevo. As principais classes de solos ocorrentes na área da pesquisa são: Latossolos Vermelho-Amarelos, profundos, distróficos álicos e de textura argilosa em associação com Latossolo Vermelho-Escuro álico de textura argilosa. Nos rebordos do chapadão predomina o Latossolo Vermelho-Amarelo álico de textura argilosa em associação com Cambissolo álico e Neossolo álico; os Neossolos Quartzarênicos são areias originadas dos arenitos do Grupo Areado, e suas manchas menores são geralmente separadas por solos hidromórficos; em cotas altimétricas de 530 m a 730 m, correspondendo às bordas dissecadas dos platôs. As interferências antropogênicas, como a retirada da cobertura vegetal, construção de estradas e plantio de monoculturas, expõem os solos aos processos erosivos, sendo eles carregados pelas

águas e/ou vento em direção aos cursos de água; os resíduos metalo-orgânicos gerados nas áreas agricultáveis e incorporados aos solos comprometendo os recursos hídricos. Os tipos de solos podem definir padrões diferenciados nas concentrações dos metais principalmente nas áreas com atividades agrícolas mais intensas que promovem a movimentação dos elementos químicos presentes nas coberturas pedológicas (BAGGIO, 2008, p.167).

O processo de ocupação da terra na região deu início à supressão da cobertura vegetal de cerrado, usado na produção de carvão vegetal, utilizado para atender às indústrias siderúrgicas localizadas no município de Sete Lagoas.

Nas décadas de 1960 e 1970, inicia-se a ocupação das chapadas com o implemento das monoculturas de Pinus e Eucaliptos, as grandes produções de eucalipto destinavam-se à produção de carvão vegetal, as plantações de pinus foram viabilizadas, devido às características climáticas das chapadas e, visavam atender à produção de biodiesel no Triângulo mineiro. Na década de 1980, é criado o pólo siderúrgico do norte de Minas, abrangendo os municípios Pirapora, Várzea da Palma e Bocaiuva, voltado para a produção de Ligas a base de Silício (Si) e ligas de Silício-Ferro (Si-Fe). Atualmente, no município de Várzea da Palma encontram-se instaladas três plantas siderúrgicas para a comercialização e produção de ligas a base de silício. A partir, da década de 1980 e 1990, a produção de grãos e a agricultura irrigada se expandiram, com destaque, para as áreas de lavoura de ciclo curto, como milho, feijão, algodão e outros, de grande significado comercial na bacia.

Nesse contexto, de múltiplos usos da terra, com a utilização intensiva e repetitiva de agroquímicos e emissão de particulados atmosféricos, têm-se, intensificado a problemática ambiental da degradação dos recursos hídricos, solos, fauna e flora, no baixo curso do rio das Velhas.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O método desenvolvido para a pesquisa caracterizou-se por uma abordagem analítica quantitativa. O planejamento da pesquisa desenvolveu procedimentos específicos aplicados em metodologias ligadas à geoquímica, análises físico-químicas para água superficial. Para a execução da caracterização ambiental na área foi elaborada uma base digital de informações, as informações cartográficas basearam-se nas seguintes cartas topográficas: SE.23-X-C-I (Ibiaí), SE.23-X-C-II (Jequitaiá), SE.23-X-C-IV (Várzea da Palma) e SD.23.X-C-V (Pirapora), escala 1:100.000 (SGE,1969). Para a delimitação da área de estudo, foi realizada a interpolação das curvas representativas dos interflúvios, o que, permitiu a individualização dos limites da área de drenagem direta. Nessa fase, foram utilizadas imagens de radar obtidas pela Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) na escala 1:250.000 – Datum WGS 1984, distribuídas pelo United States Geological Survey (USGS) com resolução espacial de 86 m. O processamento digital das imagens SRTM, realizado no Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas – Spring Versão 4.3.3 –, resultou na geração e calibração de isolinhas de altimetria. Para mapear o contexto hidrográfico regional, foram utilizados dados topológicos vetoriais representativos da malha de drenagem, obtidos, através da vetorização de imagens orbitais em escala de 1:50.000, permitindo o planejamento das campanhas de campo (plotagem dos pontos de amostragem e localização das principais confluências). Na elaboração cartográfica foi utilizado o *software* Arc Gis 9.2. Foi realizada uma amostragem de campo, em 10 de julho de 2015, totalizando 25 pontos amostrados para água superficial. Os parâmetros físico-químicos não conservativos foram determinados *in situ*, temperatura (T°C), condutividade elétrica (CE), potencial hidrogeniônico (pH) e oxigênio dissolvido (OD), as leituras, foram feitas através do medidor multiparâmetro HI 9828. Os valores obtidos para os parâmetros físico-químicos analisados foram comparados com os valores orientadores estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

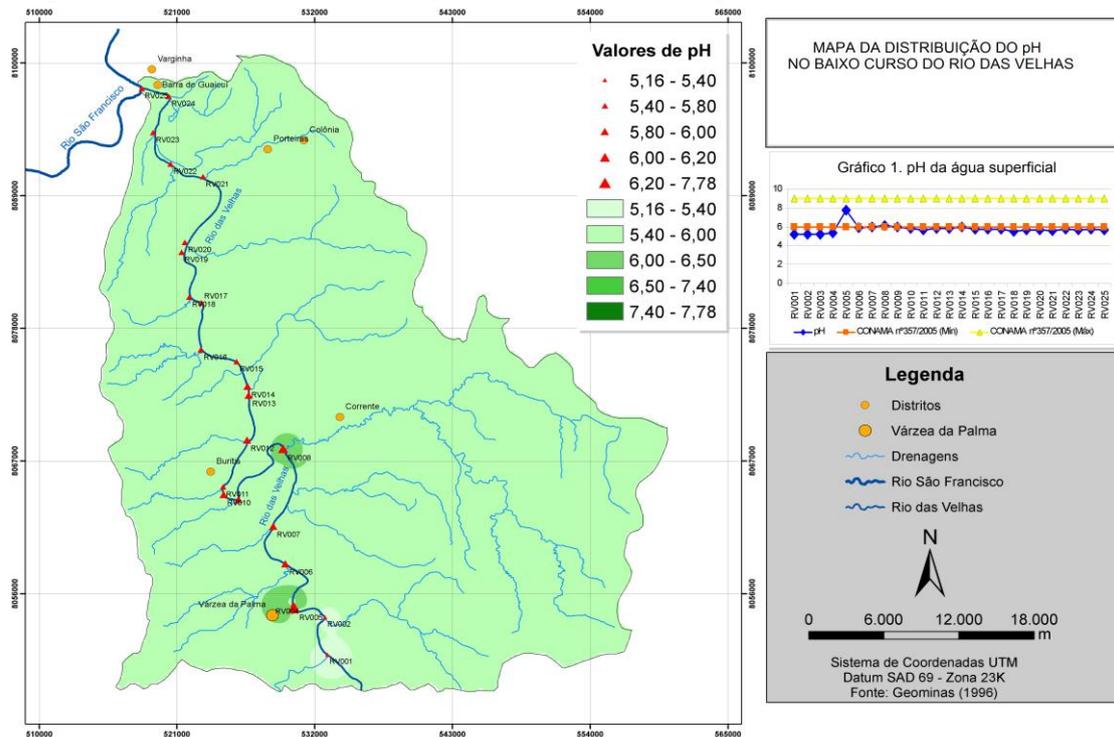
PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

Os parâmetros físico-químicos representam um importante grupo de dados na caracterização da qualidade da água. Permitem analisar os aspectos naturais, bem como, identificar fontes de poluição. Os valores de potencial Hidrogeniônico, Condutividade Elétrica, Temperatura e Oxigênio Dissolvido, são também, fundamentais para que se entenda a dinâmica dos metais pesados na água. Neste trabalho os dados foram analisados sobre dois aspectos: a variação sazonal e a espacial.

POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (PH)

O pH é um importante parâmetro para a determinação da qualidade da água. Além disso, o pH (concentração de H^+ nas águas) influencia diretamente os ecossistemas aquáticos naturais e contribui para a precipitação dos metais através da sua capacidade de atacar os minerais das rochas, solos e sedimentos, induzindo a lixiviação ou solubilizando seus constituintes. O mapa (Figura 6) apresenta os valores de pH encontrados ao longo do perfil longitudinal do rio das Velhas variando entre 5,16 e 7,78. Ao longo de praticamente todo o segmento fluvial avaliado, a água apresentou características levemente ácidas. Apenas sete pontos encontram-se dentro do limite estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05, que define o intervalo entre 6,0 e 9,0. O gráfico 1 (Figura 6), indica certa tendência, do ponto de vista da espacialização geográfica, para os valores de pH (5,16 a 5,40) na estação seca. Este fato encontra-se relacionado às variáveis litológicas, pedológicas, vegetacionais e ao uso da terra, presente ao longo do perfil longitudinal do curso d'água. Observa-se que, na estação seca, tendo em vista a ausência da precipitação pluvial, as características ambientais ficam mais evidentes, uma vez que, o aporte de material carreado dos solos, que interferem na qualidade da água, fica menos evidente. As características do pH na estação seca, refletem mais as condições do efluente que é lançado no rio das Velhas, uma vez que, neste período, o poder de diluição do rio é menor, evidenciando possível interferência antropogênica na qualidade da água.

Figura 6. Mapa mostrando a distribuição espacial do pH, ao longo do baixo curso do rio das Velhas.

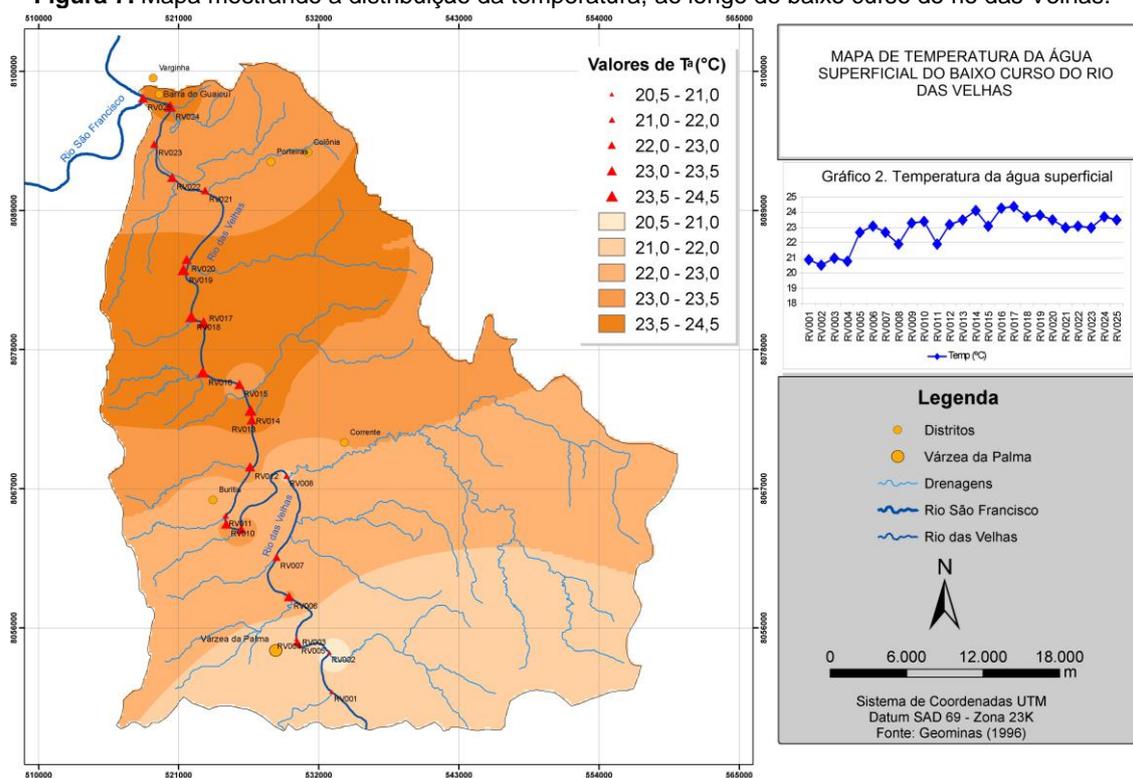


FONTE: BAGGIO, (2015)

TEMPERATURA (T^a - C°)

A temperatura pode ser considerada a característica mais importante do meio aquático, a variação térmica, influencia grande parte dos outros parâmetros físico-químicos da água tais como: a densidade, viscosidade, pressão de vapor e solubilidade dos gases dissolvidos (TUCCI, 2004). A temperatura é um importante fator modificador da qualidade da água, pela influência direta sobre o metabolismo dos organismos aquáticos e pela relação com os gases dissolvidos. Assim, os aumentos de temperatura diminuem as concentrações de oxigênio dissolvido, gás carbônico, pH e a viscosidade, entre outras propriedades (HAMMER,1979; SAWYER et al., 1994, p.561). Estabeleceram-se, através do mapa (Figura 7), padrões térmicos bem representativos da realidade regional, com variação média de T^a de 4,1°C ao longo do canal fluvial (montante da cidade de Várzea da Palma e a jusante, junto à foz com o rio São Francisco). A montante da cidade estabeleceu-se zonas térmicas com variações de temperatura entre 20,5^o C e 21,0^o C. Entre Várzea da Palma e o distrito de Buritis a temperatura da água ficou posicionada entre 21,0^o C e 22,0 C. Entre o distrito de Buritis, até a foz com o rio São Francisco, o mapa da Figura 7 mostra zonas térmicas com temperaturas da água posicionando-se entre 22,0^o C a 24,5^o C, nestes pontos, as temperaturas atingiram os maiores valores, este fato, pode estar relacionado à morfologia do canal (profundidade do leito fluvial, fluxo laminar e velocidade da água) e, ao restrito sombreamento natural exercido pela vegetação ciliar. As alterações antrópicas, como a supressão da mata ciliar/galeria, compromete a qualidade da água, no que diz respeito às condições térmicas. Não existem normas legais específicas no que se refere à temperatura da água, a Resolução CONAMA 357/05, define apenas um limite máximo de 40°C para o lançamento de efluentes.

Figura 7. Mapa mostrando a distribuição da temperatura, ao longo do baixo curso do rio das Velhas.



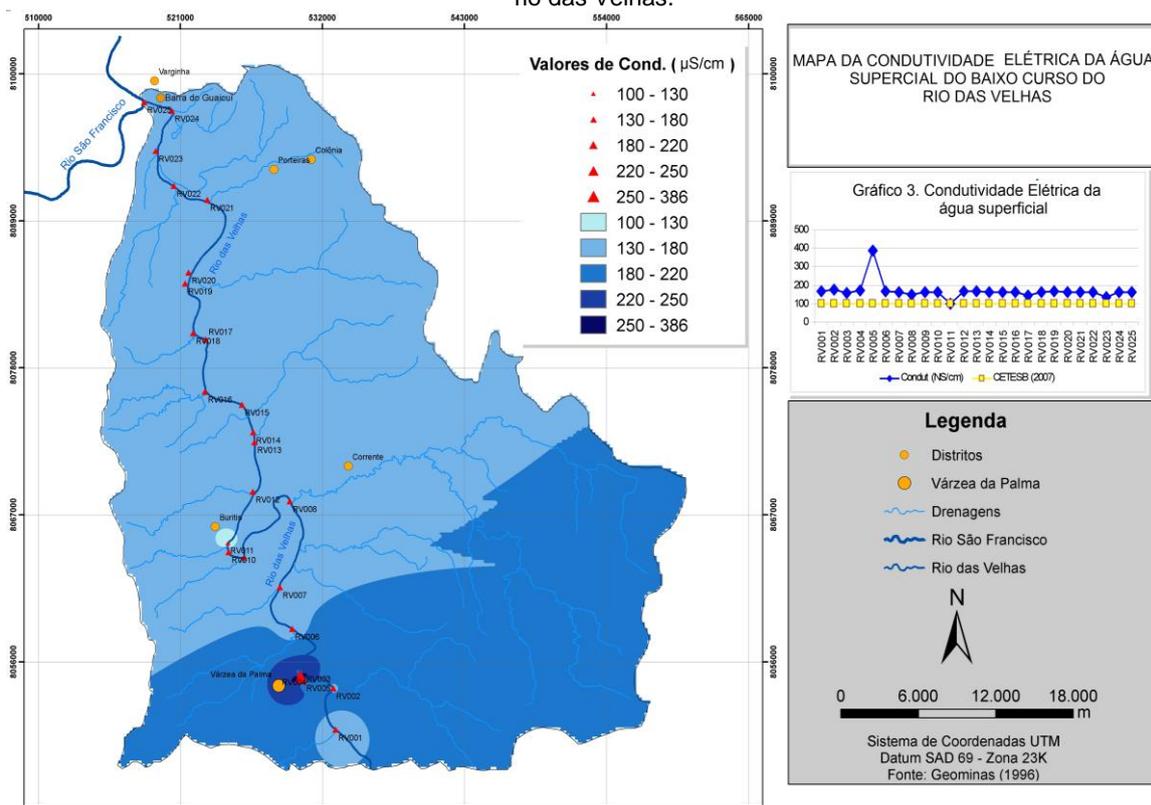
Fonte: BAGGIO, (2015)

CONDUTIVIDADE ELÉTRICA (CE)

O parâmetro condutividade elétrica, também é importante, no entanto, não determina, especificamente, quais os íons que estão presentes em determinada amostra de água, mas, pode contribuir para possíveis reconhecimentos de impactos ambientais que ocorram na bacia

de drenagem ocasionados por lançamentos de resíduos industriais, mineração, esgotos, etc. A condutividade elétrica da água pode variar de acordo com a temperatura e a concentração total de substâncias ionizadas dissolvidas. Em águas cujos valores de pH se localizam nas faixas extremas ($\text{pH} > 9$ ou $\text{pH} < 5$), os valores de condutividade são devidos apenas às altas concentrações de poucos íons em solução, dentre os quais os mais frequentes são o H^+ e o OH^- . O mapa da (Figura 8) apresenta os valores de distribuição espacial da condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$). Os valores referentes à CE se posicionaram entre o mínimo de $100,2 \mu\text{S}/\text{cm}$ e o máximo de $386,5 \mu\text{S}/\text{cm}$ ao longo do perfil longitudinal do rio das Velhas, são altos valores de condutividade, em geral níveis superiores a $100 \mu\text{S}/\text{cm}$ indicam ambientes impactados negativamente. O valor medido próximo à cidade de Várzea da Palma alcançou $386,5 \mu\text{S}/\text{cm}$, valor considerado alto. Em todos os vinte cinco pontos amostrados os valores para CE se encontram acima de $100 \mu\text{S}/\text{cm}$. As observações, entre os dados obtidos para o uso da terra e, os valores apresentados para CE, apontam uma correlação entre ambos. Os pontos amostrados para CE encontram-se em áreas cujo uso da terra se faz de maneira intensiva. O carreamento da carga detrítica em direção ao curso de água aumenta a carga de sólidos dissolvidos e, por conseguinte, os valores de CE. Os valores encontrados para CE se alteram conforme as variáveis (litológicas, topográficas e de uso da terra) presentes nos compartimentos geomórficos drenados pelo rio. A condutividade fornece indicações sobre modificações na composição da coluna d'água: altos valores de condutividade podem indicar características corrosivas da água (CETESB, 2007). A Resolução CONAMA 357/05, art. 14, não estabelece os níveis de condutividade elétrica.

Figura 8. Mapa apresentando a distribuição espacial da condutividade elétrica ao longo do baixo curso do rio das Velhas.



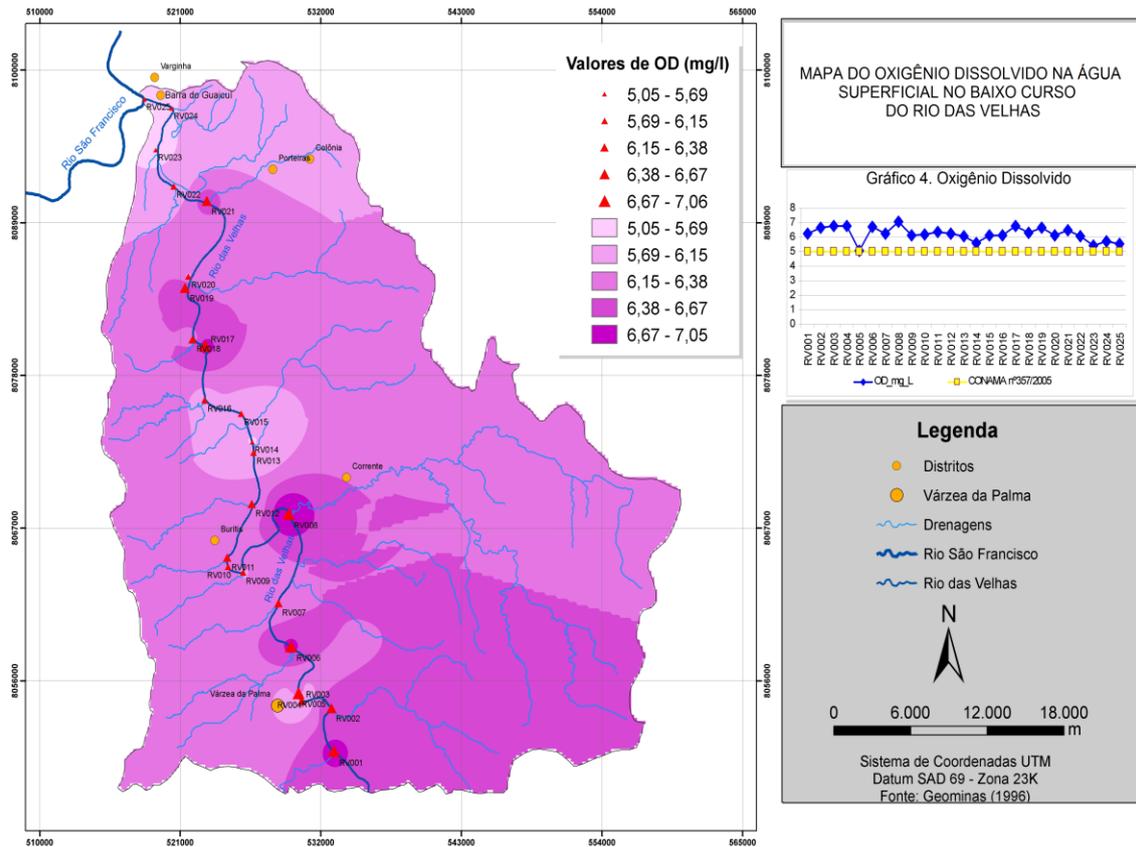
Fonte: BAGGIO, (2015)

OXIGÊNIO DISSOLVIDO (OD)

Do ponto de vista ecológico, o parâmetro oxigênio dissolvido (OD) é uma variável extremamente importante, pois, é necessário para a respiração da maioria dos organismos que habitam o meio aquático. Geralmente o OD se reduz ou desaparece, quando a água recebe grandes quantidades de substâncias orgânicas biodegradáveis encontradas, por exemplo, no

esgoto doméstico, em certos resíduos industriais e outros. A concentração de OD representado no mapa (Figura 10) evidencia certa homogeneidade na distribuição espacial do nível de OD ao longo do perfil longitudinal do baixo curso do rio das Velhas. Ao longo da drenagem, os valores variaram entre 5,05 mg/L e 7,05 mg/L. Os menores valores encontrados para OD foram verificados nos P5, P14, P23, P24, P25, refletindo a poluição por efluentes domésticos orgânicos, industriais e agrícola, próximo a esses pontos, observou-se maiores valores de temperatura da água, fatores que contribuem para diminuição de OD na água superficial. As áreas mais “críticas” do segmento amostrado apresentam valores de intervalo entre 5,05 mg/L e 5,69 mg/L, nessas áreas, as atividades antrópicas deverão ser revistas. Como verificado no mapa da (Figura 10), nenhum dos pontos amostrados violou os valores orientadores estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05, que estabelece o valor mínimo de 5 mg/L. Apesar, das concentrações de OD se encontrarem abaixo do valor orientador, os mesmos deverão ser monitorados com atenção, já que, estão localizados em áreas frágeis do ponto de vista geoambiental. As transformações ambientais geradas pela crescente expansão da agricultura comercial em especial o café e, das monoculturas de eucaliptos, associada à fragilidade física e biológica dos ambientes encontrados na bacia de drenagem, requerem atenção especial.

Figura 10. Mapa apresentando a distribuição espacial do oxigênio dissolvido ao longo do baixo curso do rio das Velhas.



Fonte: BAGGIO, (2015)

A partir dos resultados obtidos, conclui-se que, algumas áreas dentro do segmento Baixo curso do rio das Velhas, têm apresentado menor qualidade ambiental da água, devido, as intensas e sistemáticas atividades antropogênicas, tais como: agricultura, pecuária, atividades urbanas e industriais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Atualmente, os estudos sobre a contaminação por metais pesados nas águas, nos sedimentos e solos estão se tornando mais sistemáticos. Esta constatação decorre da valoração que os recursos hídricos estão tendo no cenário mundial. A importância ambiental, social e de preservação têm pressionado o país, os estados e os municípios no que diz respeito à sua conservação. A qualidade ambiental dos recursos hídricos não é um tema que se discute mais em nível federal, mas em nível mundial, e sua cobrança torna-se cada vez maior – principalmente nos países em desenvolvimento, como o Brasil, possuidor de uma das maiores bacias hidrográficas do planeta. Entretanto, o desconhecimento por parte dos órgãos ambientais federais, estaduais e municipais sobre as qualidades e potencialidades dos indicadores geoquímicos é evidente no Brasil.

A partir dos dados obtidos, esboçam-se algumas considerações acerca daqueles aspectos, que são de fundamental importância na avaliação da qualidade ambiental da água de superfície. Esses, referem-se, aos parâmetros físico-químicos (T^a , CE, OD, pH), que influenciaram diretamente na qualidade geoquímica da água superficial do rio das Velhas.

Verificou-se que, esses parâmetros encontram-se correlacionados as duas fontes de poluição, agrícolas e urbano/industrial. Os menores valores encontrados para OD refletem a poluição por efluentes domésticos orgânicos, industriais e agrícolas, na área de influência da bacia hidrográfica, os valores de condutividade elétrica alterados, encontram-se relacionados com o uso da terra na área da bacia hidrográfica, o aumento na temperatura da água, implica, de certa forma, com a diminuição da concentração de oxigênio dissolvido, entretanto, as características climáticas e da morfologia do canal fluvial influenciam diretamente nessa relação. Além desses fatores, e conhecendo o histórico e a dinâmica ambiental da bacia, pode-se inferir que, há uma contribuição significativa no que diz respeito ao lançamento de efluente domésticos e industriais in natura, provenientes principalmente, do Alto e Médio curso da bacia hidrográfica do rio das Velhas. O segmento (baixo curso) analisado é um ambiente natural potencialmente frágil, os vários tipos de interferências antropogênicas, em especial, a agricultura comercial, atividades industriais e urbanas contribuíram de forma marcante para a sua degradação ambiental, os recursos hídricos e os ambientes aquáticos foram os mais afetados.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelos recursos recebidos e, pelas bolsas concedidas para a realização da pesquisa.

REFERÊNCIAS

- Ab'Sáber, A. N. A organização natural das paisagens inter e subtropicais brasileiras. In M. G. Ferri (coord.), **III Simpósio sobre o Cerrado**. São Paulo, Edgar Blücher-EDUSP, 1971. p. 239.
- ALKMIM, F. F.; BRITO NEVES, B. B.; CASTRO ALVES, J. A. Arcabouço tectônico do Cráton do São Francisco – Uma Revisão. In: DOMINGUEZ, J. M. L.; MISA, A. (ed.) **O Cráton do São Francisco**. Salvador, SBG/Núcleo BA/SE, 1993. p. 45-62.
- ANA – Agência Nacional de Águas. **Águas Subterrâneas**. Superintendência de Informações Hidrogeológicas (SIH). Brasília, 2005
- BAGGIO, H. F. **Contribuições naturais e antropogênicas para a concentração e distribuição de metais pesados em água superficial e sedimento de corrente na Bacia do Rio do Formoso, município de Buritizeiro, MG**. Tese (Doutorado em Geologia) - Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.
- BRAGA, C. Introdução à Engenharia Ambiental. In: **Simpósio do Cerrado**. São Paulo: Brasil, 2002.

BRASIL. **Portaria MS Nº 2914, de 12 de dezembro de 2011.** Disponível em: <https://www.bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html. Acesso em: 9 de janeiro de 2015.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005.** Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/conama>. Acesso: 10 de março de 2014.

CETEC - Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais. **Diagnóstico Ambiental do Estado de Minas Gerais.** Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais/CETEC. Série de Publicações Técnicas/SPT-010, 1983. p. 158.

CETESBE. 2007. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Qualidade das Águas.** São Paulo: Disponível em <<http://www.cetesb.gov.br>. Acesso: 05 de março de 2014.

FEAM e COPAM - Fundação Estadual do Meio Ambiente e Conselho Estadual de Política ambiental. 1989 a 2000. **Processos de licenciamento e fiscalização (Sistema FEAM).** Belo Horizonte.

FORSTNER, U. **Contaminated Aquatic Sediments and Waste Sites: Geochemical Engineering Solution.** In: SOLOMONS, W.; FORSTNER, U. Heavy Metals: Problems and Solution. Berlin, Springer, 1995. p. 237-256. https://doi.org/10.1007/978-3-642-79316-5_14

HAMMER, M.J. **Sistemas de Abastecimento de Água e Esgotos.** Livros Técnicos e Científicos, Editora S.A., São Paulo, 1979.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. 2005. **Geografia do Brasil – Região Sudeste.** Rio de Janeiro, 2000.

INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS - IEF. **Mapeamento da Cobertura Vegetal e Uso do Solo do Estado de Minas Gerais,** 2005.

IGAM - Instituto Mineiro de Gestão das Águas. **Bacias hidrográficas do estado de Minas Gerais.** Belo Horizonte, 1998.

MARTINS-NETO, M. A.; ALKMIM, F. F. **Estratigrafia e evolução tectônica das bacias neoproterozóicas do paleocontinente São Francisco e suas margens: registros da quebra de Rodínea e colagem de Gondwana.** In: Pinto, C. P.; MARTINS-NETO, M. A. (ed) Bacia do São Francisco: geologia e recursos naturais. SBG/Núcleo MG, Belo Horizonte, 2001.

MENEZES FILHO, N. R.; MATOS, G. M. M.; FERRARI, P. G. **Projeto Três Marias.** Convênio DNPM/CPRM. (relatório final), Belo Horizonte, 1978.

SAWYER, C. N.; MACCARTY, P. L. e PARKIN, G. F. **Chemistry of Environmental Engineering.** 4º Ed., International Student Edition, MacGraw-Hill Book Company, 1994.

POLIGNANO, M. V.; POLIGNANO, A. H.; LISBOA, A. L.; ALVES, A. T. G. M.; MACHADO, T. M. M.; PINHEIRO, A. L. D.; AMORIM, A. **Uma viagem ao projeto Manuelzão e à bacia do Rio das Velhas – Manuelzão vai à Escola.** Coleção Revitalizar, Belo Horizonte, 2001.

SKINNER, B. J. **Earth Resources – Prentice-Hall,** Thirol. Edition, 1986.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS – UFLA. 2005. **Inventário Florestal de Minas Gerais.** Setor de Geoprocessamento e Análises de Imagens – LEMAC. UFLA. 2005.

VALADÃO, R. C. **Evolução de Longo-Termo do Relevo do Brasil Oriental (Denudação, Superfícies de Aplanamento e Soerguimento Crustais).** Tese de Doutorado - Instituto de Geociências. Universidade Federal da Bahia – UFB. Salvador. 1998.