

Qualidade das águas e outorgas superficiais no médio rio das Velhas, Minas Gerais, Brasil

Water quality and granting of permits for water use in the middle course of Velhas river basin, Minas Gerais, Brazil

Julia Piazi

Mestranda em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais
Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)
jupiazi@gmail.com

Frederico Azevedo Lopes

Professor do Departamento de Geografia e do Programa de Pós-Graduação em
Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais
Universidade Federal de Minas Gerais
fredericolopes@ufmg.br

Úrsula Ruchkys de Azevedo

Professora do Departamento de Cartografia e do Programa de Pós-Graduação em
Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais
Universidade Federal de Minas Gerais
tularuchkys@yahoo.com.br

Resumo

Dentre os instrumentos de gestão de recursos hídricos previstos pela Política Nacional de Recursos Hídricos, Lei 9433/97, a outorga de direito de uso de recursos hídricos objetiva assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água. A outorga com objetivos de diluição de efluentes impacta diretamente nas características qualitativas do curso d'água, podendo afetar os múltiplos usos das águas e usuários. Além disso, trata-se de uma modalidade de outorga relativamente recente e pouco aplicada nas bacias hidrográficas do estado de Minas Gerais. Deste modo, esse trabalho tem por objetivo analisar a relação entre a qualidade das águas no trecho alto da bacia do médio Rio das Velhas e outorgas superficiais emitidas. A espacialização da variável da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), considerada para análise de qualidade das águas, foi feita por interpolação utilizando o método Ponderação do Inverso da Distância (IDW), sendo que, para os pontos de outorgas vigentes, utilizou-se a ferramenta densidade de Kernel. A relação da qualidade e quantidade das águas foi realizada por meio da elaboração de uma matriz de atribuição, visando a criação de diversos cenários a partir da suposição de pesos para as referidas variáveis. Os resultados demonstram que em locais com mais concessões de outorga (região metropolitana de Belo Horizonte e município de Sete Lagoas) apresentam piores níveis de qualidade das águas, demonstrando situações de exploração intensiva dos recursos hídricos e conseqüentemente, áreas potenciais de conflitos entre usos e usuários na bacia.

Palavras-chave: Gerenciamento de recursos hídricos, qualidade das águas, outorga, Rio das Velhas.

Abstract

Among the instruments for managing water resources provided for by the National Water Resources Policy, Law 9433/97, the granting of the right to use water resources aims at ensuring the quantitative and qualitative control of water uses. The granting of permits with effluent dilution objectives interferes more significantly in the qualitative characteristics of the watercourse,

affecting water availability within sectors for various uses and users. In addition, it is a modality of granting that has not yet been applied in the hydrographic basins of the state of Minas Gerais. Thus, this work aims to analyze the relationship between water quality in the high section of the Rio das Velhas mid basin and surface allowances emitted. The spatialization of the Biochemical Oxygen Demand (BOD), considered for water quality analysis was made by interpolation, while the kernel density tool was used for the current grant points. The relation of the quality and quantity of the waters was accomplished by means of the elaboration of an attribution matrix, that helped in the creation of diverse scenarios from the supposition of weights for each one. The results show that in places with more concession concessions (metropolitan area of Belo Horizonte and municipality of Sete Lagoas) they present worse levels of water quality, demonstrating situations of intensive exploration of water resources and consequently, potential areas of conflicts between uses and users in the basin.

Keywords: Management of water resources, water quality, granting of permits for water use, Rio das Velhas.

1. INTRODUÇÃO

A disponibilidade de água, em qualidade e quantidade adequadas, é requisito primordial para a manutenção da vida aquática, bem como para as diversas atividades humanas, como abastecimento público, irrigação, uso industrial, pesca, entre outros (ANA, 2012). Em termos de disponibilidade hídrica, o Brasil é privilegiado contando com 28% da disponibilidade sul-americana e 12% das reservas do mundo (VICTORINO, 2007). Entretanto, a disponibilidade hídrica é afetada pelo o aumento contínuo na demanda por recursos hídricos, associado ao declínio da qualidade das águas, especialmente devido ao crescimento populacional e mudanças climáticas (IPCC 2014; SERRAO-NEWMANN et al., 2017), o que tem levando ao risco de escassez, bem como a possíveis conflitos de usos das águas. Deste modo, a tensão entre disponibilidade e atendimento de demandas torna complexo o processo de gestão das águas, devido interesses competitivos público e privados (PLUMMER et al., 2011).

A qualidade das águas é reflexo das múltiplas atividades e processos ocorrentes em escala de bacias hidrográficas, incluindo processos geomorfológicos, climáticos, características da vegetação, e usos antropogênicos da terra (BRIERLEY, 2010). Com todos os vários tipos de usos intensivos da terra que ocorreram em diversas paisagens ao longo de centenas de anos, seus impactos negativos sobre a qualidade das águas dos rios encontram-se disseminados (JULIAN et al., 2017).

Visando assegurar a atual e às futuras gerações a disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos e a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, foi instituída a Lei 9.433 de 1997. A partir dessa lei, a água passa a ser um domínio de bem público, um recurso natural de bem limitado, dotado de valor econômico; com uso prioritário para consumo humano e dessedentação de animais, com a gestão proporcionando uso múltiplo das águas; a bacia

hidrográfica passa a ser a unidade territorial e a gestão se torna descentralizada e conta com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades (BRASIL, 1997). Neste sentido, a constituição brasileira se destaca no cenário internacional com aspectos inovadores incorporados a lei, trazendo a obrigatoriedade de um sistema de gerenciamento nacional dos recursos hídricos (SALMAN; BRADLOW, 2006).

A partir dela, foram regulamentados vários instrumentos, sendo um deles o enquadramento dos cursos d'água, segundo usos preponderantes e a outorga de direito de uso. A outorga de direito de uso de recursos hídricos objetiva assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água. De acordo com a Lei nº 9.433/97, os seguintes usos estão sujeitos a outorga: derivação ou captação de parcela da água existente em um corpo de água para consumo final, inclusive abastecimento público, ou insumo de processo produtivo; extração de água de aquífero subterrâneo para consumo final ou insumo de processo produtivo; lançamento em corpo de água de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, tratados ou não, com o fim de sua diluição, transporte ou disposição final; aproveitamento dos potenciais hidrelétricos; e outros usos que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água existente em um corpo de água (BRASIL, 1997).

De acordo com o Manual Técnico e Administrativo de Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos no Estado de Minas Gerais (IGAM, 2010a), captações, as derivações e os desvios alteram a quantidade de água existente em um corpo hídrico. Tais usos somente poderão ser outorgados se houver disponibilidade hídrica, considerados os usos já outorgados a montante e a jusante de determinada seção do curso de água. Todo empreendimento que altere as características - quantitativas e qualitativas - das águas superficiais ou subterrâneas ficam então, obrigados a solicitarem a outorga de direito de uso da água junto ao órgão ambiental responsável.

O estabelecimento de critérios de outorga de recursos hídricos em bacias hidrográficas no Brasil é, entretanto, um assunto ainda controverso, uma vez que o órgão ambiental de cada estado adota seu próprio critério, não ocorrendo uma padronização da análise (SILVA e MONTEIRO, 2004; ANA, 2011). Enquanto as outorgas solicitadas junto à Agência Nacional de Águas – ANA, bem como em estados como Goiás, Paraná e Piauí tem critérios baseados em percentuais relativos à Q_{95} , os estados de Minas Gerais e São Paulo adotam a $Q_{7,10}$ (ANA, 2011).

As outorgas com objetivos de diluição de efluentes foram implantadas em Minas Geral, em 2008, restritas apenas a uma bacia piloto crítica – ribeirão da Mata, e expandiu-se então para todo o Estado. Atualmente, a referida modalidade está prevista para empreendimentos industriais (Lançamento de Efluentes – Esgotamento Industrial) e companhias de saneamento (Lançamento de Efluentes – Esgotamento Sanitário). Nos estados que não apresentam legislação ou que estão em implantação, o controle é realizado apenas com base no padrão de lançamento, sem análise da

capacidade de autodepuração dos cursos d'água, como acontece no estado de Pernambuco (GARCIA, 2011; PINHEIRO et al., 2013). Ressalta-se que esta modalidade interfere de maneira mais forte nas características qualitativas do curso d'água, uma vez que o lançamento pode conter uma série de substâncias de características químicas e biológicas que podem, em concentrações elevadas, ser nocivas para o meio ambiente (PINHEIRO et al., 2013), comprometendo o uso múltiplo das águas.

A emissão de outorgas de diluição deve respeitar a classe de enquadramento do curso d'água, por meio de limites para parâmetros de qualidade das águas, como Demanda Bioquímica de Oxigênio, concentrações de fósforo e nitrogênio, de forma que este padrão seja respeitado mesmo após as diluições dos efluentes (LISBOA, 2014). Deste modo, o levantamento e análise dos lançamentos por usuário pode possibilitar a estimativa e a previsão dos impactos cumulativos sobre a qualidade das águas, bem como conflitos entre usos e usuários. Cabe ressaltar que essa análise não é amplamente apurada e estudada em todas as bacias brasileiras, sendo que usos tais como abastecimento doméstico, irrigação, dessedentação de animais, e recreação de contato primário, podem ficar comprometidos no processo, devido a padrões restritivos de qualidade. Tendo em vista o impacto sobre a qualidade das águas pela concessão ou autorização de outorgas, este trabalho busca relacionar locais de outorga com a qualidade das águas no trecho médio da bacia do rio das Velhas, em Minas Gerais, utilizando os dados de monitoramento referentes à Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), no ano de 2016.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Local de estudo

Para fins de planejamento e gestão de recursos hídricos, o estado de Minas Gerais foi dividido em Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos (UPGRH), sendo a Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas uma delas (CERH, 2002). A sub-bacia do rio das Velhas está inserida na bacia São Francisco, que passa pelos estados Bahia, Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Goiás, Minas Gerais e Distrito Federal. Localizada na região central do estado de Minas Gerais, a bacia abrange uma área de 29.173km², sendo os principais tributários: Rio Paraúna, Rio Itabirito, Rio Taquaraçu, Rio Bicudo e Ribeirão da Mata (FEAM, 2010). O Rio das Velhas nasce no município de Ouro Preto e percorre o trecho central do estado de Minas Gerais até desaguar no rio São Francisco, em Barra do Guaicuí, distrito de Várzea da Palma, sendo dividido em três regiões: alto, médio (alto e baixo) e baixo Velhas (CBH VELHAS, 2015). No entanto, para este trabalho, a análise consistiu no trecho alto do médio Rio das Velhas, abrangendo 20 municípios (Figura 1).

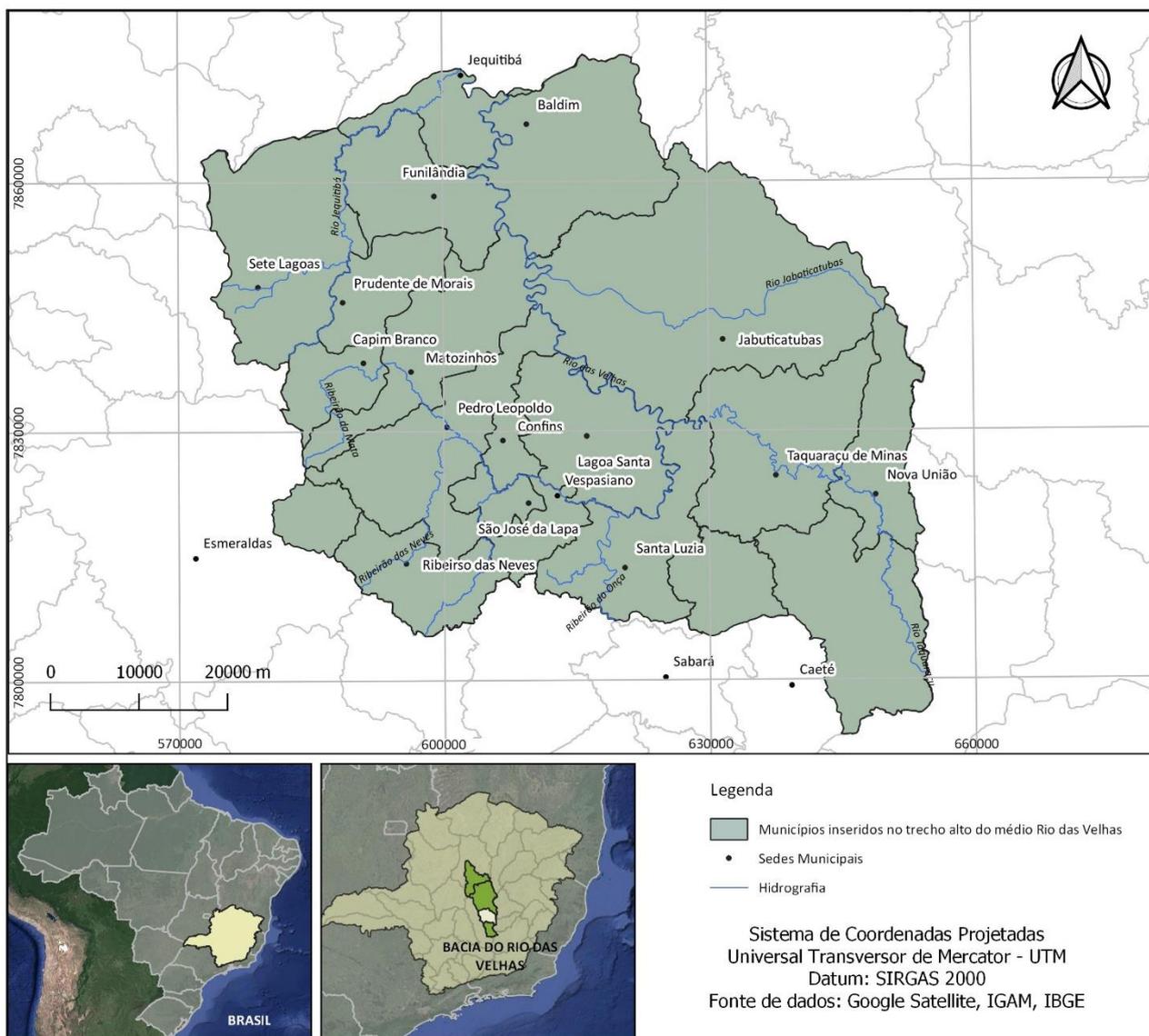


Figura 1 - Localização e municípios inseridos na bacia estudada

Dentre estes estão totalmente inseridos na bacia os municípios de Capim Branco, Confins, Funilândia, Lagoa Santa, Matozinhos, Nova União, Pedro Leopoldo, Prudente de Morais, Ribeirão das Neves, São José da Lapa, Taquaraçu de Minas, Vespasiano, enquanto que Baldim (60%), Caeté (58%), Esmeraldas (7%), Jaboticatubas (68%), Jequitibá (24%), Sabará (37%), Santa Luzia (96%) e Sete Lagoas (66%) tem seu território parcialmente inserido da bacia (CBH VELHAS, 2015).

Com uma população estimada em 1.146.614 milhões de habitantes (CBH VELHAS, 2015) ocupando uma área de aproximadamente 7.920 km, o trecho estudado apresenta a maior aglomeração populacional, concentrada, principalmente na Região Metropolitana de Belo Horizonte, local dos maiores focos de poluição hídrica de toda a bacia.

O clima da região é tropical semiúmido, com variação de estações secas de 4 a 5 meses e o solo é em sua maioria do tipo argissolo vermelho ou argissolo vermelho-amarelo (SIGAS Velhas,

2018), apresentando como característica intrínseca a baixa fertilidade dos solos. Sendo assim, o uso do solo da região é 52,4% antropizado e 47,6% a áreas naturais, sendo a atividade agropecuária e a vegetação arbustiva destaque no cenário (SIGAS Velhas, 2018). De acordo com o Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio das Velhas (2015), o trecho alto do médio Rio das Velhas apresenta sua maior parcela do PIB Municipal dos municípios associada ao alto valor agregado nos setores industriais e de serviços, sendo estes possíveis geradores de carga poluidora em cursos d'água.

2.2. Correlação entre outorga e qualidade das águas

Para análise de correlação espacial entre outorga e qualidade das águas, foram necessárias informações referentes aos pontos de monitoramento de qualidade e de quantidade de água, de responsabilidade de órgãos ambientais. As informações geográficas utilizadas foram:

- (a) Limite espacial do trecho alto da bacia do rio das Velhas: disponibilizado pela plataforma SIGAS Velhas, que dá acesso a dados utilizados na elaboração do Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas em 2015;
- (b) Hidrografia: disponibilizada pelo site oficial do Instituto de Gestão de Águas de Minas Gerais – IGAM;
- (c) Pontos de outorga superficial e subterrânea: disponibilizada pela Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IDE-SISEMA);
- (d) Pontos de monitoramento de qualidade das águas: disponibilizado pelo Instituto de Gestão de Águas de Minas Gerais – IGAM.

Foram utilizados pontos de monitoramento de qualidade das águas operados pelo IGAM, localizados no trecho alto da bacia médio rio das Velhas. A operação da rede de monitoramento da qualidade das águas superficiais teve início em 1997, sendo composta por 68 estações de amostragem no rio das Velhas, das quais 33 localizam-se no trecho médio da bacia. As estações compõem a rede básica de monitoramento da qualidade das águas, implementadas pelo projeto “Águas de Minas”, caracterizadas pela sigla (BV), visa um monitoramento detalhado nas áreas de poluição dessa região, e pelo projeto Saneamento e Cidadania (SC), que avalia a situação do rio antes e depois das medidas de melhorias implantadas pelo referido programa. Tais pontos estão inseridos na Rede Básica de Monitoramento, sendo regularmente monitorados no âmbito do programa oficial do estado. Os dados apresentam frequência de monitoramento trimestral e, em alguns casos, mensal. Os pontos de monitoramento apresentam resultados de qualidade de vários parâmetros básicos ambientais, sendo a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) a mais

representativa na identificação por contaminação de material orgânico, como esgotos sanitários, sendo assim a referência de qualidade utilizada neste trabalho. A quantidade de dados de DBO disponíveis para as referidas estações de monitoramento variaram de 46 a 51, sendo tal variação em função da ausência de informações na base oficial do Projeto Águas de Minas (INFOHIDRO).

Como primeira parte da análise de qualidade ambiental, foram calculadas médias aritméticas para Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) em todas as estações de monitoramento do trecho analisado para o ano de 2016. Foi realizada uma interpolação utilizando o método Ponderação do Inverso da Distância (IDW) utilizando *software* de geoprocessamento gratuito, com a ideia que os pontos amostrais próximos são mais similares do que aqueles mais distantes, ou seja, cada ponto possui influência na região. Tal metodologia buscava espacializar valores de DBO (qualidade das águas) para todos os locais, inclusive aqueles que não possuíam pontos de monitoramento.

Para tratamento dos dados de quantidade de água – outorga, foi feito um pré-processamento dos dados e filtrados aquelas concessões vigentes até o ano de 2016. Estes resultados foram lançados em um *software* de geoprocessamento e por meio da função de densidade (Densidade de Kernel), foi gerado um mapa em formato *raster* representando a distribuição da densidade das concessões ao longo de todo o trecho tratado. A Figura 2 apresenta os pontos localizados no trecho alto médio Velhas, bem como os locais de monitoramento de qualidade das águas (Figura 2).

Por meio das informações obtidas da qualidade das águas no trecho no ano 2016 e das portarias de outorga emitidas, foi feita uma reclassificação de ambos os mapas em formato raster gerados com estabelecimento de quatro (4) classes cada um. Para o caso da qualidade das águas, as classes definidas foram: ótima (2), boa (4), média (6) e ruim (8). Enquanto para o mapa em formato raster de densidade de pontos de outorga as classes foram: baixa (20), moderada (40), densa (60) e muito densa (80). Em seguida foi elaborada uma álgebra de mapas através de uma matriz de atribuição de valores, no intuito de identificar possíveis cenários dentro da área (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**).

A utilização desta metodologia possibilita a representação contínua da paisagem e a possibilidade de os fatores receberem pesos, de acordo com a importância que possuem para o objetivo do trabalho (CHEN et al., 2001). A referida metodologia também fora aplicada nos trabalhos de Rincon-Romero e Londoño (2009) e Satiro et al. (2013), sendo o primeiro realizado em Buenaventura, na Colômbia, visando identificar diferentes zonas de infecção por malária. O estudo considerou fatores climáticos (precipitação e temperatura) bem como fatores antropogênicos e ao cruzarem as informações detectaram zonas com maiores chances de infecção. Para validar seus resultados, compararam resultados com entidades de saúde do município e observaram que a maior quantidade dos casos ocorreu nas regiões detectadas por ele como de alta chance de contágio. Satiro

et al. (2013) identificaram áreas mais apropriadas para silvicultura na porção paulista da bacia do Paraíba do Sul baseado na interação entre elementos do meio físico (geologia, geomorfologia e pedologia) utilizando um sistema de informação geográfica. Através da álgebra de mapas e cruzamento de informações foi possível classificar pelas médias os fatores pontuados e construir um mapa de potencialidades, identificando áreas que teriam, potencialmente, menor chance de ocorrerem processos erosivos acelerados ou feições de escorregamento de maior magnitude.

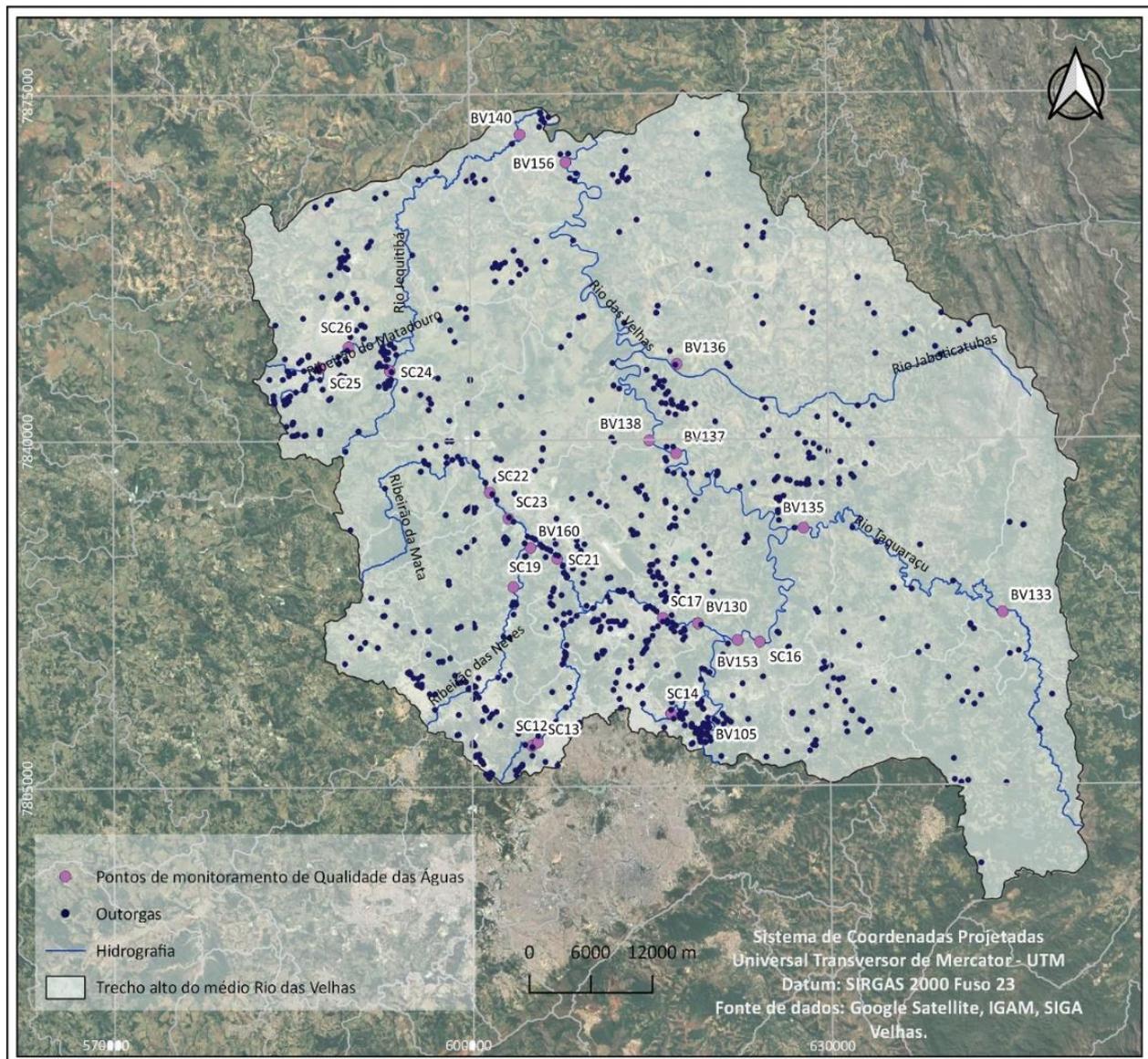


Figura 2 - Pontos de monitoramento de qualidade das águas superficiais e locais de outorga no trecho alto da bacia do médio rio das Velhas.

Por meio da análise da matriz de cruzamento dos dados geográficos, foram determinados quatro cenários de recursos hídricos da atual situação da quantidade - outorga- e a qualidade das águas no trecho alto da bacia médio rio da Velhas, utilizando a função de soma de álgebra de

mapas, onde os mapas, disponibilizados em formato *raster*, tinham pesos iguais (0,5). As classes, determinadas de acordo com os valores totais, encontradas podem ser observadas na Tabela 2.

Tabela 1 - Matriz de atribuição

		Densidade de outorga			
		Baixa	Moderada	Densa	Muito densa
Qualidade das águas		20	40	60	80
Ótima	2	11	21	31	41
Boa	4	12	22	32	42
Média	6	13	23	33	43
Ruim	8	14	24	34	44

Tabela 2 - Classificação das áreas após a álgebra de mapas

Reclassificação	Valores unitários	Classes definidas
1	11-12-21-22	Potencial de exploração
2	33-34-43-44	Muito explorada e degradada
3	13-14-23-24	Atenção na concessão (limitação de usos)
4	31-32-41-42	Exploração sustentável

Deste modo, foram definidas áreas com potencial de exploração, relacionando a quantidade de outorgas concedidas e a qualidade das águas no trecho, ressaltando que outros fatores devem ser analisados na tomada de decisão final. Como critério definiu-se que:

- (a) Áreas com qualidade média ou ruim e com grande densidade de pontos de outorga (densa ou muito densa) representam áreas muito exploradas e com chance de estarem degradadas;
- (b) Áreas com qualidade média ou ruim e baixa densidade de pontos representam áreas necessitadas de atenção na concessão de outorgas, requerendo atenção na concessão para usos mais restritivos no que diz respeito a qualidade, como irrigação;
- (c) Áreas com qualidade boa ou ótima e alta densidade de pontos de outorgas representam áreas com exploração coerente, que se acredita que não levam ao comprometimento da qualidade dos serviços ambientais;
- (d) Áreas com qualidade boa ou ótima e baixa densidade representam alto potencial de exploração.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a utilização da função Densidade de Kernel, a distribuição da densidade dos pontos de outorga superficial e subterrânea ao longo do trecho alto da bacia médio. Observa-se que a

densidade de pontos se concentra na área próxima à região metropolitana da capital mineira e na região do município de Sete Lagoas (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**). De acordo com o Laboratório de Estudos de Bacia (USP), a região de Sete Lagoas foi a que a polícia ambiental mais reportou chamadas para mediar conflitos hídricos e segue, de acordo com pesquisadores, para se tornar mais uma bacia de embates pelo uso da água (LEBAC, 2015).

Na Bacia do Rio das Velhas, a finalidade de abastecimento é o uso de recurso hídrico mais expressivo, que corresponde a 61,74% da vazão outorgada. Em 2014, a bacia hidrográfica do Rio das Velhas possuía 1.496 outorgas vigentes, sendo que destas, 243 são para uso das águas superficiais e 1.253 para o uso das águas subterrâneas (IGAM, 2015).

Com relação a qualidade das águas (Figura 3), foram observados locais que alcançaram valores de DBO bem acima daqueles estipulados na Deliberação Normativa COPAM/CERH 01/2008, com máximo esperado de 5mg/L, para corpos hídricos enquadrados na classe 2 (MINAS GERAIS, 2008). A DBO é uma das maneiras indiretas de medir matéria orgânica em cursos d'água, e valores altos indicam lançamentos de, principalmente, esgotos que apresentam altas concentrações de matéria orgânica (VON SPERLING, 2005). Para evitar que este tipo de contaminação aconteça, uma das principais ações deve ser a fiscalização em relação a poluição difusa. Em 1997, foi implantado o programa Caça Esgoto, de responsabilidade da Companhia de Saneamento Ambiental de Minas Gerais - COPASA, que busca identificar e coletar o esgoto despejado inadequadamente nas galerias pluviais, nos córregos e nos rios, encaminhando-os para as ETEs. De 2003 a 2008 foram eliminados aproximadamente 550 lançamentos, que progressivamente afetam positivamente na qualidade da bacia (IGAM, 2017).

Na região onde são observados os maiores valores de DBO, estão localizadas as ETEs do município de Sete Lagoas - ETE Barreiro, ETE Tamanduá, ETE Monte Carlo, ETE Areias, ETE Jardim Primavera e ETE Iporanga - que se encontram em sua maioria em situações precárias (FEAM, 2010). O município de Sete Lagoas está localizado a 60 quilômetros de Belo Horizonte e possui cerca de 220 mil habitantes e apesar de ser um grande polo de desenvolvimento comercial e industrial, era em 2009, o segundo maior poluidor da bacia do Rio das Velhas. Todo o esgoto do município era coletado, mas apenas 4% recebia tratamento adequado e o restante jogado diretamente no Ribeirão Jequitibá (IGAM, 2017). Em outras regiões mais próximas do Alto Rio das Velhas, o comportamento se repete em municípios como Vespasiano, Ribeirão das Neves e Santa Luzia.

Ao realizar o procedimento de álgebra dos mapas, têm-se que as regiões de maior concentração de outorga têm uma qualidade de água em relação a DBO razoável, com valores na faixa de 60mg/L (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**). Deve-se atentar que alguns dos usos de

outorga são para irrigação de culturas e requerem para tal, uma qualidade de água superior em detrimento a outros usos.

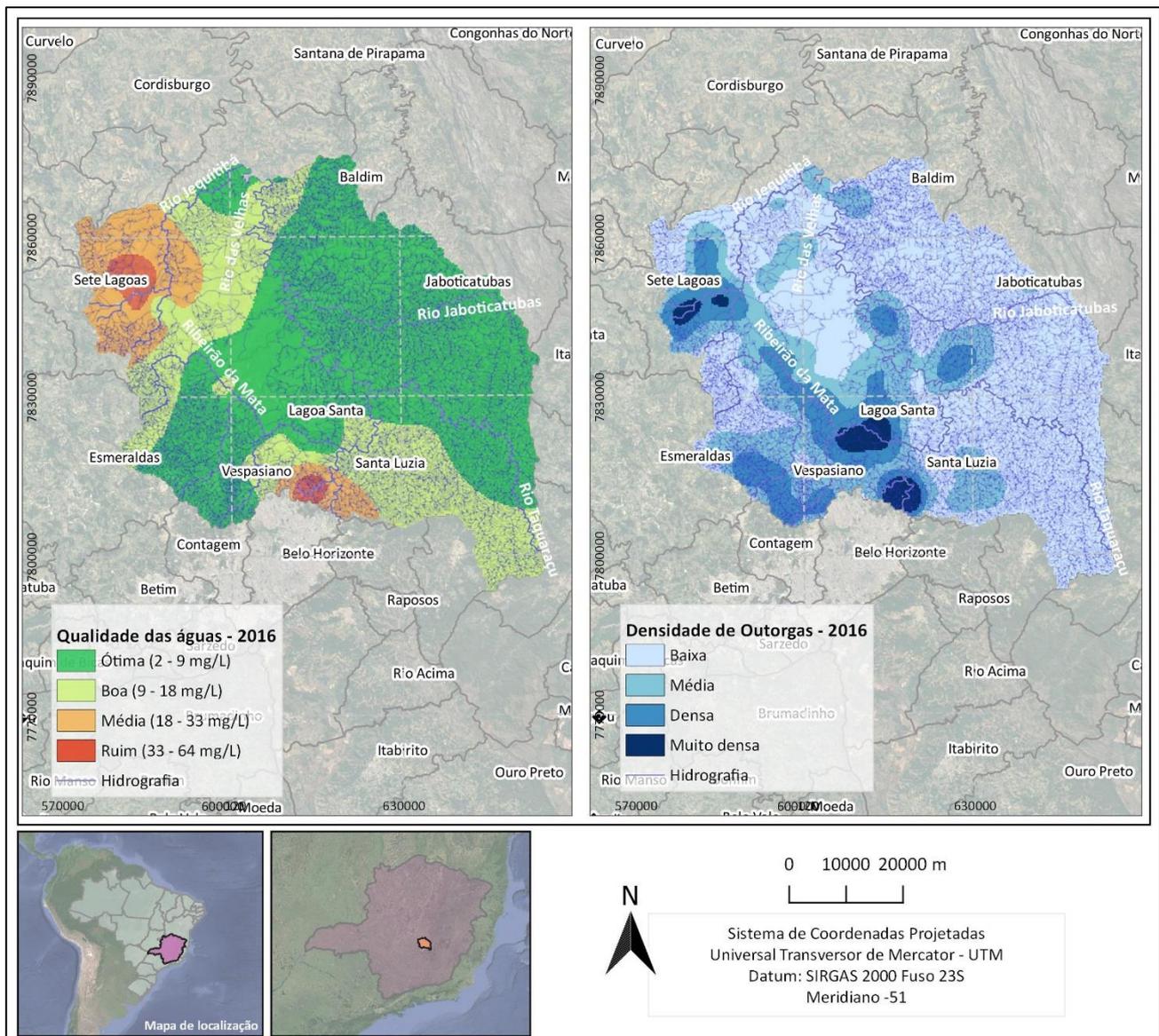


Figura 3– Mapas em formato Raster utilizados na análise de cenários: densidade de outorgas e qualidade das águas, em 2016 no trecho médio da bacia do rio das Velhas

As áreas que foram muito exploradas localizam-se próximas da região metropolitana de Belo Horizonte e também no município de Sete Lagoas, onde é conhecido o conflito pelo uso da água. Deve-se atentar a essas áreas alta densidade de pontos de outorga e uma qualidade da água inferior, o que pode comprometer e/ou inviabilizar demais usos da água a jusante. Neste contexto, cabe ressaltar que a concessão de outorga com objetivo para diluição de poluentes, deve ser avaliada de maneira global em toda a bacia, tendo em vista que a presença de matéria orgânica, inferida por meio da DBO, possui forte associação com bactérias fecais (VON SPERLING, 2005).

De acordo com a USEPA (2012), plantações de alimentos crus, principalmente, requerem água com um pH de 6 a 9, DBO menor que 10mg/L e turbidez menor que 2 NTU. Plantações de alimentos que serão utilizados para uso humano, porém de maneira processada suportam maiores valores de DBO (30mg/L), sólidos em suspensão totais com valores máximos de 30mg/L e no caso de coliformes totais valores máximos de 200 coliformes por 100mL. Foram observados, neste trabalho, locais que alcançam valores de DBO bem acima dos determinados pela USEPA.

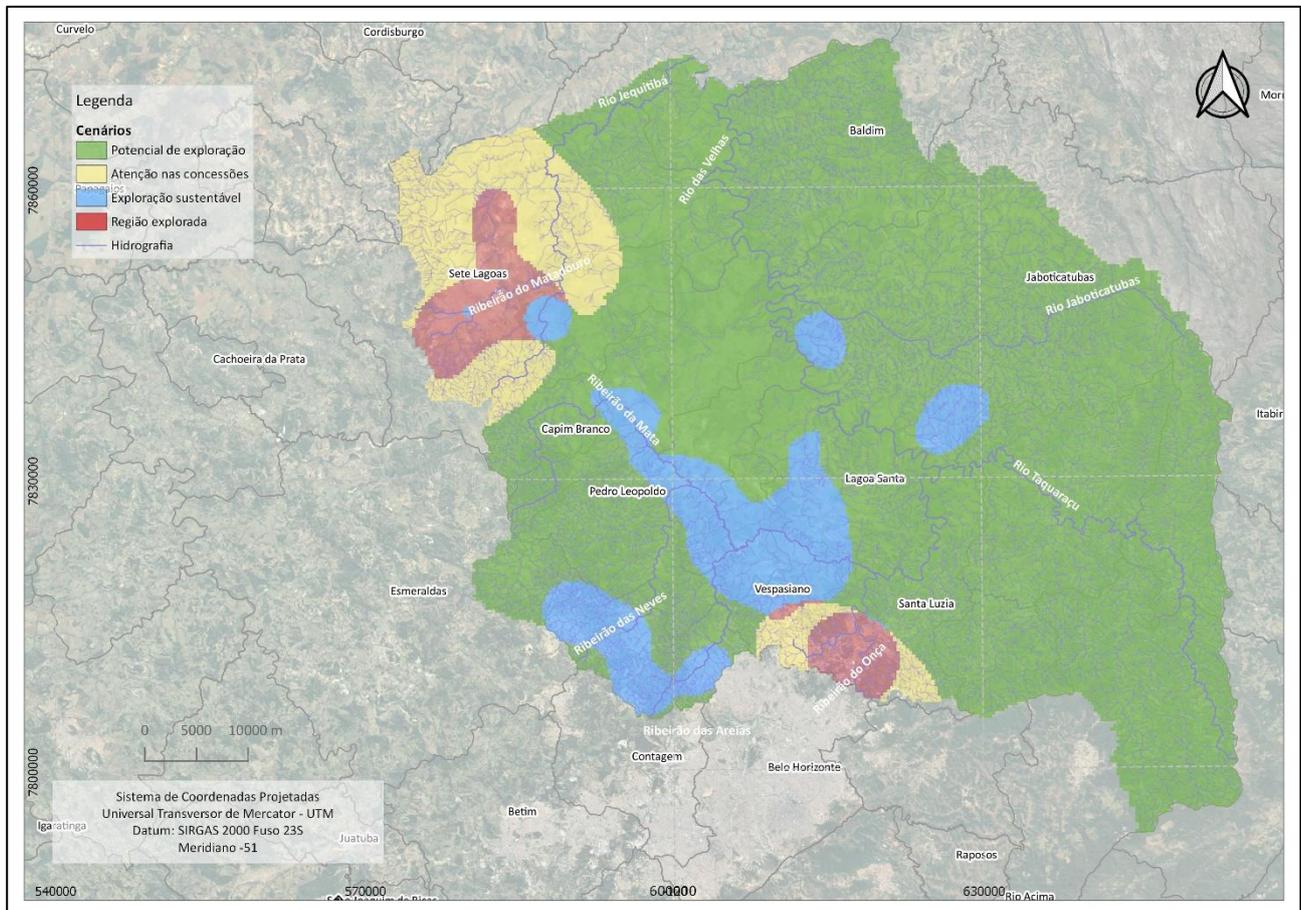


Figura 4 - Relação Qualidade das águas e Outorga

Segundo Mantovani et al. (2006) a qualidade da água é um aspecto determinante no êxito da utilização de sistemas irrigados, no entanto, sua avaliação é, muitas vezes, negligenciada no momento da elaboração de projetos. O excesso de DBO em sistemas de irrigação, por exemplo, leva a incrustações causando entupimento na tubulação e danos em bombas de recalque (DIAS; GAZZINELLI, 2014). Assim, a irrigação poderá produzir efeitos indesejáveis na condução de uma cultura comercial ou servir como veículo para contaminação da população, no momento em que ocorre a ingestão dos alimentos que receberam a água contaminada. Cantu et al. (2015) avaliou atributos relacionados à qualidade da água empregada na irrigação de hortaliças, oriunda de

reservatórios de captação de água das chuvas e de rios, açudes, poços e córregos na região do litoral Norte de Santa Catarina. As águas analisadas provenientes de açudes e rios apresentavam altos valores de DBO, indicando presença de matéria orgânica, afirmando que esta contaminação compromete seu uso na irrigação de hortaliças devido ao seu risco a saúde humana relacionados aos patógenos presentes nesses resíduos.

Com relação a dessedentação de animais, a água pode ser um importante veículo de agentes causadores de diarreias em bezerros, assim, a qualidade da água é um fator importante na produção e saúde de bovinos leiteiros (WALDNER; LOOPER, 2005). Deve ser dada atenção aos critérios da qualidade de água fornecida para este fim, uma vez que este recurso influencia no bem-estar dos animais e são tão importantes quanto carboidratos, proteínas, minerais e vitaminas (NETO et al, 2016). Rice et al. (1999) indicaram que a *E. coli* é capaz de sobreviver na água de dessedentação de bovinos. Em propriedades rurais de Marília – SP, a análise de 20 amostras de água de consumo animal indicaram que 50% e 45% estavam em desacordo com os padrões de potabilidade animal para coliformes totais e fecais, respectivamente (POLEGATO, 2003).

Cabe ressaltar que na bacia do Rio das Velhas, o uso recreacional das águas é considerado um uso prioritário, com diversos balneários amplamente utilizados pela população em diversos pontos da bacia (Lopes et al., 2011), sendo objeto de programas específicos (META 2010, META 2014) para recuperação e manutenção do contato primário de corpos hídricos. Entretanto, a qualidade das águas para o referido uso na bacia não tem alcançado os requisitos mínimos de balneabilidade no Rio das Velhas, devido à contaminação fecal das águas, refletindo a deficiência de infraestrutura sanitária na bacia (VON SPERLING; VON SPERLING, 2013; LOPES et al., 2016), bem como em balneários situados em afluentes (LOPES; MAGALHÃES JR, 2010).

A maior parte do mapa (Figura 4), representada na cor verde, é caracterizada com potencial de exploração, apresentando poucos pontos de outorga e uma boa qualidade de águas superficiais, indicativos de baixa atividade industrial (devido a quantidade de pontos de outorga) e condições boas de saneamento básico. Sabe-se, entretanto, que a disponibilidade hídrica não é o único fator considerado para a instalação de empreendimentos desta natureza.

4. CONCLUSÕES

O problema da escassez dos recursos hídricos, abordado muitas vezes apenas em relação ao seu aspecto quantitativo, deve igualmente abranger em seu processo de gerenciamento, a qualidade das águas, visando o atendimento das demandas econômicas produtivas com as ecossistêmicas.

Em função da crise de abastecimento em diversas regiões do sudeste brasileiro, incluindo a RMBH, as discussões sobre ampliação da capacidade dos sistemas produtores não foram

acompanhadas do problema de qualidade, associado a lançamentos pontuais e difusos, bem como à escassez de programas de proteção de mananciais, em escala de bacias hidrográficas.

A outorga aparece, neste cenário, como ferramenta no intuito de inibir o uso indiscriminado da água, de forma a assegurar aos usuários, o direito de uso da água, bem como seus usos múltiplos. Entretanto, observa-se que o instrumento de outorga não tem funcionando adequadamente. Os resultados obtidos neste trabalho indicam que os locais com maiores pontos de outorga emitidos, como áreas próximas a região metropolitana da capital mineira e também no município de Sete Lagoas, apresentam qualidade da água bem inferior à esperada para alguns usos mais nobres, como abastecimento humano, irrigação e recreação de contato primário. A escassez de outorgas com objetivo de diluição de efluentes contribuem para o quadro de degradação observado. Deste modo, a efetivação do instrumento de outorga qualitativa, em todas as Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos de Minas Gerais (UPGRHs) é imprescindível para o controle do lançamento de efluentes e a melhoria geral da qualidade das águas no estado.

Acredita-se que a metodologia adotada neste trabalho seja válida para futuros diagnósticos em outras bacias hidrográficas com significativa demanda por recursos hídricos e atividades econômicas intensivas, como ferramenta de auxílio para a identificação de áreas potenciais de conflitos entre usos.

REFERÊNCIAS

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil) **Outorga de direito de recursos hídricos**. Caderno de capacitação em recursos hídricos. Vol. 6. 264 p.; il. Agência Nacional de Águas - Brasília: ANA, 2011.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil) **Panorama da qualidade das águas superficiais do Brasil: 2012**. 264 p.; il. Agência Nacional de Águas - Brasília: ANA, 2012.

BRASIL. **Lei 9.433 de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.

BRIERLY, G. P.: Landscape memory: the imprint of the past on contemporary landscape forms and processes, *Area*, v.42, p.76–85, 2010.

CANTU, R.R.; HARO, M.M.; MORALES, R.G.F.; VISCONTI, A.; SCHALLENBERGER, E. Qualidade da água utilizada na irrigação de hortaliças na região do litoral norte de Santa Catarina. In: **Revista de Estudos Ambientais (Online)**, v.17, n.2, p. 41-50, jul/dez 2015.

CBH VELHAS. Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas. **Plano Diretor de Recursos Hídricos**. Minas Gerais, 2015.

CBH VELHAS. Plano diretor de recursos hídricos da bacia hidrográfica do Rio das Velhas: resumo executivo dezembro 2004. Belo Horizonte. IGAM-CBH Velhas- 2005.

CHEN, K.P.; BLONG, R.; JACOBSON, C. MCE-RISK: integrating multicriteria evaluation and GIS for risk decision making in natural hazards. In: **Environmental Modelling & Software**, v. 16, n.4, p. 387-397, 2001.

DIAS, B. C. O.; GAZZINELLI, S. E. P. Verificação e identificação de formas parasitárias em culturas de alface (*Lactuca sativa*) na Estância turística de São Roque. **Scientia vitae**, v. 1, n. 3, p. 27 – 34, 2014.

FEAM, 2010. **Fundação Estadual do Meio Ambiente. Plano para Incremento do Percentual de Tratamento de Esgotos Sanitários na Bacia do Rio das Velhas**. Belo Horizonte, 2010.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS – IGAM, 2015. Instituto Mineiro de Gestão das Águas. Disponível em: <<http://www.igam.mg.gov.br/banco-de-noticias/1-ultimas-noticias/1574-esclarecimento-outorgas-e-crise-hidrica>> Acesso em Agosto/2017.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS – IGAM, 2017. Instituto Mineiro de Gestão das Águas. Disponível em: < <http://www.igam.mg.gov.br/banco-de-noticias/1-ultimas-noticias/778-expedicao-pelo-velhas-debate-situacao-de-sete-lagoas-na-meta-2010>> Acesso em Agosto/2017.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS – IGAM. 2º Relatório de Gestão e Situação dos Recursos Hídricos de Minas Gerais-2013. Belo Horizonte, 2014. 259 p.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS – IGAM. **Manual técnico e administrativo de outorga de direito de uso de recursos hídricos no estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte, 2010.113p.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE-IPCC. *Freshwater Resources*. In Climate Change 2014 – Impacts, Adaptation, and Vulnerability: Part A: Global and Sectoral Aspects: Working Group II Contribution to the IPCC Fifth Assessment Report (pp. 229-270). **Cambridge University Press**. 2014.

GARCIA, J. I. B. **Sistema de suporte a decisão para o lançamento de efluentes**. 2011. 162 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

JULIAN, J. P., DE BEURS, K. M., OWSLEY, B., DAVIES-COLLEY, R. J., AUSSEIL, A.-G. E. River water quality changes in New Zealand over 26 years: response to land use intensity, **Hydrol. Earth Syst. Sci.**, 21, 1149-1171, 2017.

LEBAC - LABORATÓRIO DE ESTUDO DE BACIA DA USP, 2015. Região de Sete Lagoas é a que mais tem ocorrências policiais por conflitos hídricos. Disponível em: <<http://lebac.org.br/noticias/87/regiao-de-sete-lagoas-e-a-que-tem-mais-ocorrencias-policiais-por-conflitos-hidricos>> Acesso em Setembro/2017.

LOPES, F. W. A.; CARVALHO, A.; MAGALHÃES Jr, A.P. Levantamento e avaliação dos impactos ambientais em áreas de uso recreacional das águas na bacia do Alto Rio das Velhas. **Caderno Virtual de Turismo**. Rio de Janeiro, v. 11, n. 2, p.177-190. 2011.

LOPES, F.W.A.; DAVIES-COLLEY, R.J.; VON SPERLING, E.; MAGALHÃES JUNIOR, A.P. A water quality index for Brazilian freshwaters. **Journal of Water and Health**, v.14, n.2, p. 243-254. 2016.

LOPES, F.W.A.; MAGALHAES JR, A.P. Avaliação da qualidade das águas para recreação de contato primário na bacia do alto Rio das Velhas – MG. **Hygeia- Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**. v.11, n.6, p.133 – 150, 2010.

MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARTTI, L. F. **Irrigação: princípios e métodos**. Viçosa: UFV, 2006. 328 p.

MINAS GERAIS. **Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG N.º 1, de 05 de maio de 2008**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Diário Executivo, Belo Horizonte, 2008.

NETO, S.B.N.; ARAÚJO, I.I.M.; TÁVORA, M.A. Qualidade da água de dessedentação de bovinos da Fazenda Escola do IFRN – Ipangaçu. **Holos**, ano 32, v. 3, 2016.

NZIER, New Zealand Institute of Economic Research. 2014. Water management in New Zealand: a road map for understanding water value. Disponível em: https://nzier.org.nz/static/media/filer_public/d2/ce/d2cef6fa-3b58-4f11-bb0b-7b2a684ac181/nzier_public_discussion_paper_2014-01_-_water_management_in_nz.pdf Acesso em Agosto/2018.

PINHEIRO, R.B.; MONTENEGRO, S.M.L.; SILVA, S.R.; MEDEIROS, Y.D.P.; AURELIANO, J.T. Outorga para Lançamento de Efluentes — Uma Metodologia de Apoio à Gestão de Recursos Hídricos. In: **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, vol. 18, nº 4, p. 55-65. 2013.

PINTO, F.R.; SAMPAIO, C.F.; MALTA, A.S.; MARTINELLI, T.M.; LOPES, L.G.; AMARAL, L.A. Avaliação microbiológica da água de dessedentação animal em propriedades rurais da microbacia do Córrego Rico na estação da seca. In: Congresso Brasileiro de Medicina Veterinária – CONBRAVET, 35, 2008. **Anais...Gramado** – RS, 2008.

Plummer, R., D. de Grosbois, R. de Loe, Velaniskis, J. 2011 Probing the integration of land use and watershed planning in a shifting governance regime, **Water Resour. Res.**, 47, W09502.

RICE, E.W.; CLARCK, R.M.; JOHNSON, C.H. Chlorine inactivation of Escherichia coli 0157:H7. **Emerging Infectious Diseases**.Atlanta, v. 5, n. 3, p.461-463, 1999.

RINCÓN-ROMERO, M.E.; LONDOÑO, J.E. **Mapping malaria risk using environmental and anthropic variables**. Rev. bras. Epidemiol, vol.12, no.3. São Paulo. 2009.

SALMAN, S.M.A., BRADLOW, D.D. 2006. **Regulatory Frameworks for Water Resources Management: A Comparative Study**. The World Bank, Washington, D.C.

SIGA Velhas. Plataforma SIGA Rio das Velhas. 2018. Disponível em: <<http://siga.cbhvelhas.org.br/portal/sigaweb.zul>> Acesso em Agosto/2018.

SATIRO, T.P.O.; SIMÕES, S.J.C.; AUTOMARE, G.B.; BERNARDES, G.P.; SOARES, P.V.; TRANNIN, I.C.B.; DIAS, J.F. Metodologia para elaboração de mapa de potencialidade para silvicultura com base em algebra de mapas – a porção paulista da bacia do Rio Paraíba do Sul, Brasil. **Geociências**, v.32, n. 4, p. 746-759, 2013.

SERRAO-NEUMANN, S.; RENOUF, M.; KENWAY, S.; LOW CHOY, D. Connecting land-use and water planning: Prospects for an urban water metabolism approach. **Cities**, 60, p. 13-27. 2017.

SILVA, L.M.C.; MONTEIRO, R.A. 2004. Outorga de direito de uso de recursos hídricos: uma das possíveis abordagens. In: MACHADO, C.J.S. (Org.). **Gestão de águas doces: usos múltiplos, políticas públicas e exercício da cidadania no Brasil**. Rio de Janeiro: Interciência. cap. 5, p. 135-178.

USEPA. United States Environmental Protection Agency. **2012 Guidelines for Water Reuse**. Washington: U. S. Environmental Protection Agency, 2012. 643 p

VICTORINO, C.J.A. 2007. **Planeta água morrendo de sede: Uma visão analítica na metodologia do uso e abuso dos recursos hídricos**. EDIPUCRS: Porto Alegre, Brasil.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias**. Volume 1. 3.ed. Belo Horizonte. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental: Universidade Federal de Minas Gerais, 2005.

VON SPERLING, M.; VON SPERLING, E. **Challenges for bathing in rivers in terms of compliance with coliform standards. Case study in a large urbanized basin (das Velhas River, Brazil)**. *Water Science and Technology*, 67, p. 2534-2542. 2013.

WALDNER, D.N.; LOOPER, M.L. Water for dairy cattle. 2005. Disponível em: <http://osueextra.com/pdfs/F-4275web.pdf>. Acesso em 2017.

Trabalho enviado em 12/03/2018

Trabalho aceito em 13/08/2018