



**César Henrique Barra Rocha
(Organizador)**

Represas de Abastecimento Público de Juiz de Fora

MANANCIAS DA VIDA

Cézar Henrique Barra Rocha
(Organizador)

Represas de Abastecimento Público de Juiz de Fora

Mananciais da Vida

Juiz de Fora | 2023



©Editora UFJF, 2023

Este livro ou parte dele não pode ser reproduzido por qualquer meio sem
autorização expressa da editora.

O conteúdo desta obra, além de autorizações relacionadas à permissão de uso
de imagens ou textos de outro(s) autor(es) são de inteira responsabilidade do(s)
autor(es) e/ou organizador(es)



**UNIVERSIDADE FEDERAL
DE JUIZ DE FORA**

Reitor

Marcus Vinicius David

Vice-Reitoria

Girlene Alves da Silva



Diretor da Editora UFJF

Ricardo Bezerra Cavalcante

Conselho Editorial

Jorge Carlos Felz Ferreira (Presidente)

Charlene Martins Miotti

Elson Magalhães Toledo

Emerson José Sena da Silveira

Jair Adriano Kopke de Aguiar

Maria Lúcia Duriguetto

Rafael Alves Bonfim de Queiroz

Tais de Souza Barbosa

Projeto Gráfico, Editoração e Capa

Paolo Malorgio Studio

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da UFJF.

Represas de Abastecimento Público de Juiz de
Fora: mananciais da Vida / Cezar Henrique
Barra Rocha (Org.) -- Juiz de Fora: Editora
UFJF, 2023.

145 p.: il. color.

ISBN: 978-65-89512-52-3

1. Monitoramento Ambiental 2. Bacias
hidrográficas. 3. Qualidade da água. I. Cezar
Henrique Barra Rocha II. Título.

CDU:504

Editora UFJF

Rua Benjamin Constant, 790
Centro - Juiz de Fora - MG - CEP 36015-400
Fone/FAX: (32) 2102-3587
editora@ufjf.br / distribuicao.editora@ufjf.br
www.ufjf.br/editora

Filiada à ABEU



Dedico este livro aos mananciais físicos e espirituais que sempre me nutriram durante a vida: ao saudoso Pai Simão Aauto Rocha Bispo (*in memoriam*); a Mãe Wanda Maria Barra Rocha; a esposa Paula Reis, a filha Manuela e ao filho Leonardo. Que essa água do amor sempre corra fluida e límpida entre nós!

Uma breve reflexão, a título de epígrafe

Apesar de ser considerada um recurso hídrico, a água não deveria ser mensurada com a lógica mercadológica. Ela vai além dos aspectos meramente estético, físico, químico e biológico. Ela é sagrada em várias culturas e deveria ser respeitada como tal. Uma nascente, um córrego, um lago ou uma represa têm a sua história, percurso e energia vital própria. Muitas vidas habitam essa alma feita de água, esse ser vivo! Os fluxos precisam seguir até o mar onde se fundem numa força ainda maior. Como são belas as nascentes, as cachoeiras e fozes dos cursos d'água! Tinha vontade de visitar todas, rezar e fazer referência a cada um desses seres supremos.

Cézar Henrique Barra Rocha

Lista de Figuras

FIGURA 1 CARTA ÍNDICE DAS BACIAS DE CONTRIBUIÇÃO DAS REPRESAS QUE ABASTECEM JUIZ DE FORA

FIGURA 2 MODELO CONCEITUAL DO ÍNDICE

FIGURA 3 CARTA DA BACIA DE CONTRIBUIÇÃO DA REPRESA DE SÃO PEDRO COM DESTAQUE PARA A REPRESA PRATICAMENTE SECA EM 2014, A BR-040, ÁREAS DE SOLO EXPOSTO E A BR-440

FIGURA 4 INTERSECÇÃO DA BR-440 COM BR-040, COM CANALIZAÇÃO DO CÓRREGO GROTA DO PINTO

FIGURA 5 DESTAQUE PARA O CONDOMÍNIO ESTRELA DO LAGO NA SUB-BACIA DO CÓRREGO GROTA DO PINTO NA BACIA DA REPRESA DE SÃO PEDRO

FIGURA 6 CARTA DE USO E COBERTURA DA TERRA DA BCRSP EM 2020

FIGURA 7 APP TOPO DE MORRO NA BCRSP SEGUNDO A LEI Nº 4.771/1965

FIGURA 8 USO E COBERTURA DA TERRA NAS APP HÍDRICAS DA BCRSP

FIGURA 9 USO DA TERRA NAS APP DE MARGENS DE RESERVATÓRIO DA BCRSP

FIGURA 10 APRESENTAÇÃO DOS USOS NAS APP HÍDRICAS SEGUNDO O NCF CONFORME AS CATEGORIAS USO ADEQUADO E USO IRREGULAR

FIGURA 11 RESULTADOS DO ICE PARA A CAPTAÇÃO DA REPRESA DE SÃO PEDRO ENTRE 2006 E 2020

FIGURA 12 PRINCIPAIS INTERFERÊNCIAS ANTRÓPICAS E SECA EXTREMA NA BACIA DA REPRESA DE SÃO PEDRO

FIGURA 13 PERCENTUAL DE RESULTADOS NÃO CONFORMES NA CAPTAÇÃO DA REPRESA DE SÃO PEDRO

FIGURA 14 CARTA DA BACIA DE CONTRIBUIÇÃO DA REPRESA DR. JOÃO PENIDO COM DESTAQUE PARA O RIBEIRÃO DOS BURROS, OS CÓRREGOS GRAMA E VISTA ALEGRE E O CORPO D'ÁGUA PRINCIPAL

FIGURA 15 CARTA DE USO E COBERTURA DA TERRA DA BCRJP EM 2020

FIGURA 16 DIAGRAMA COM ETAPAS E FERRAMENTAS UTILIZADAS PARA GERAÇÃO DAS CARTAS DE APP DA BCRJP

FIGURA 17 APP NA BCRJP SEGUNDO AS LEIS FEDERAL Nº 4.771/1965 E MUNICIPAL NO 6.087/1981

FIGURA 18 APP NA BCRJP SEGUNDO A LEI Nº 12.651/2012

FIGURA 19 USO E COBERTURA DA TERRA NAS APP HÍDRICAS DA BCRJP

FIGURA 20 CARTA DE USO DA TERRA NAS APP DE MARGENS SEGUNDO A LEI MUNICIPAL NO 6.087/1981

FIGURA 21 CARTA DE USO DA TERRA NAS APP DE MARGENS SEGUNDO AS LEIS RECENTES, DESTACANDO O NCF – LEI FEDERAL NO 12.651/2012

FIGURA 22 ICE DA REPRESA DR. JOÃO PENIDO ENTRE 2006 – 2020

FIGURA 23 GRÁFICO PERCENTUAL DE FALHAS DAS VARIÁVEIS

FIGURA 24 LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE MONITORAMENTO NA CARTA DE USO E COBERTURA DA TERRA NAS BACIAS DE CONTRIBUIÇÃO DAS REPRESAS DR. JOÃO PENIDO E SÃO PEDRO

FIGURA 25 REPRESENTAÇÃO DO BOX PLOT DOS COLIFORMES TERMOTOLERANTES NAS SEÇÕES MONITORADAS ENTRE 2012 E 2015

FIGURA 26 MAPA POLÍTICO-ADMINISTRATIVO DA BCRC

FIGURA 27 GRÁFICO DAS MÉDIAS DE CHUVA EM JUIZ DE FORA (MG) ENTRE 1950 E 2017

FIGURA 28 REDE HIDROGRÁFICA DA BCRC

FIGURA 29 CARTA DE USO E COBERTURA DA BCRC EM 2010

FIGURA 30 CARTA DE USO E COBERTURA DA TERRA DA BCRC EM 2020

FIGURA 31 METODOLOGIA ADOTADA PARA A OBTENÇÃO DAS CARTAS DE USO E COBERTURA DA TERRA E DE APP

FIGURA 32 CONFLITOS DE USO DA TERRA NAS APP DA BCRC SEGUNDO A LEI FEDERAL NO 12.651/2012 (NCF)

FIGURA 33 CONFLITOS DE USO DA TERRA NAS APP DE MARGENS DA REPRESA DE CHAPÉU D'UVAS

FIGURA 34 ENQUADRAMENTO DO ICE NA CAPTAÇÃO DA BCRC ENTRE 2006 E 2020

FIGURA 35 SUB-BACIAS COM SEÇÕES DE MONITORAMENTO NA BCRC

FIGURA 36 ENQUADRAMENTO DO ICE NOS PONTOS DE AMOSTRAGEM DA BCRC

Lista De Tabelas

TABELA 1 CLASSIFICAÇÃO DO ICE E SEUS SIGNIFICADOS

TABELA 2 USO E COBERTURA DA TERRA NA BCRSP EM 2020

TABELA 3 APP E RESPECTIVAS MÉTRICAS

TABELA 4 USO NAS APP DA BCRSP SEGUNDO A LEI NO 4.771/1965

TABELA 5 PORCENTAGEM DE USO DA TERRA NAS APP DA BCRSP

TABELA 6 PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA DA REPRESA DE SÃO PEDRO E SEUS LIMITES MÁXIMOS ESTABELECIDOS PARA CLASSE 1

TABELA 7 USO E COBERTURA DA TERRA NA BCRJP EM 2020

TABELA 8 ÁREAS DAS APP NOS CÓDIGOS FLORESTAIS ANTIGO E NOVO

TABELA 9 QUANTIFICAÇÃO DO USO E COBERTURA DA TERRA NAS APP DA BCRJP

TABELA 10 ATUALIZAÇÃO DO USO E COBERTURA DA TERRA NAS APP DE MARGENS DE RESERVATÓRIO DA REPRESA DR. JOÃO PENIDO

TABELA 11 PARÂMETROS UTILIZADOS E LIMITES DE ENQUADRAMENTO DA CLASSE 1

TABELA 12 RESULTADOS DO ICE, DE FORMA GERAL, DURANTE O INTERVALO DE 34 MESES CONTEMPLANDO SECA E CHUVA

TABELA 13 RESULTADOS DO ICE AO LONGO DOS ANOS POR CICLO HIDROLÓGICO

TABELA 14 QUANTITATIVOS DAS CLASSES DE USO E COBERTURA DA TERRA NA BCRCRCD ENTRE 2010 E 2020

TABELA 15 EXTENSÃO DAS APP SEGUNDO OS CRITÉRIOS ESTABELECIDOS NO CÓDIGO FLORESTAL (1965) E NO NCF (2012)

TABELA 16 CONFLITOS DE USO E COBERTURA DA TERRA NAS APP DE MARGENS SEGUNDO OS CRITÉRIOS ESTABELECIDOS NO CÓDIGO FLORESTAL (1965) E NO NCF (2012)

Sumário

PREFÁCIO	11
INTRODUÇÃO	13
CAPÍTULO 1	
CONTEXTO ATUAL DAS REPRESAS DE ABASTECIMENTO PÚBLICO DE JUIZ DE FORA (MG)	17
CAPÍTULO 2	
QUALIDADE DA ÁGUA ATRAVÉS DO ÍNDICE DE CONFORMIDADE AO ENQUADRAMENTO	25
CAPÍTULO 3	
A BACIA DE CONTRIBUIÇÃO DA REPRESA DE SÃO PEDRO (BCRSP)	33
3.1 <i>INTRODUÇÃO</i>	33
3.2 <i>USO DA TERRA NA BCRSP</i>	40
3.3 <i>LEVANTAMENTO DOS CONFLITOS NAS APP DA BCRSP</i>	44
3.4 <i>QUALIDADE DA ÁGUA NA BCRSP</i>	52
3.5 <i>CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES</i>	56
CAPÍTULO 4	
A BACIA DE CONTRIBUIÇÃO DA REPRESA DR. JOÃO PENIDO (BCRJP)	60
4.1 <i>INTRODUÇÃO</i>	60
4.2 <i>USO DA TERRA NA BCRJP</i>	64
4.3 <i>LEVANTAMENTO DOS CONFLITOS NAS APP DA BCRJP</i>	67
4.4 <i>QUALIDADE DA ÁGUA NA BCRJP</i>	77
4.5 <i>CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES</i>	80

CAPÍTULO 5

QUALIDADE DA ÁGUA DAS BACIAS DE CONTRIBUIÇÃO DAS REPRESAS DE SÃO PEDRO E DR. JOÃO PENIDO COM DADOS DO NAGEA	85
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

CAPÍTULO 6

A BACIA DE CONTRIBUIÇÃO DA REPRESA DE CHAPÉU D'UVAS (BCRCD)	94
6.1 INTRODUÇÃO	94
6.2 USO E COBERTURA DA TERRA NA BACIA DE CONTRIBUIÇÃO DA REPRESA DE CHAPÉU D'UVAS	98
6.3 LEVANTAMENTO DOS CONFLITOS DE USO NAS APP DA BCRCD	108
6.4 QUALIDADE DA ÁGUA DA BCRCD	115
6.5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	120
CONSIDERAÇÕES E RECOMENDAÇÕES NECESSÁRIAS PARA A CONSERVAÇÃO DAS REPRESAS DE ABASTECIMENTO DE JUIZ DE FORA (MG)	123
REFERÊNCIAS	130

Prefácio

É muito mais comum do que percebemos o uso da expressão, a água é a fonte da vida. Expressão esta que nos apresenta uma verdade praticamente absoluta. Porém o que causa estranheza é o fato de nem sempre ser valorizada, na devida proporção diante de tamanha importância.

O Brasil é detentor de aproximadamente 12% de toda água doce disponível no planeta, posição privilegiada e de destaque considerado assim, o país que possui o maior volume de água do mundo. Todavia não temos sido os melhores, quando a tarefa é zelar por toda essa “abundância” hídrica. Os resultados são nítidos uma vez que é uma infeliz realidade ainda hoje, a falta de acesso à água para milhares de pessoas, junto de significativo volume de água contaminada e poluída que corre por nossos rios.

É diante deste contexto, vivido não só em nosso país, mas em parte significativa de todos os continentes, que este livro foi pensado e escrito por ilustres professores, pesquisadores e, acima de tudo defensores da vida, os Doutores César Henrique Barra Rocha (organizador), Christian Ricardo Ribeiro, Márcio de Oliveira e Pedro José de Oliveira Machado com a colaboração de vários integrantes do Núcleo de Análise Geo Ambiental (NAGEA). Esse livro também é resultado de várias teses, dissertações, TCCs e artigos desenvolvidos por esse Grupo.

A obra prestes a ser lida tem a água como elemento de destaque, apresentando como protagonistas, três mananciais de abastecimento público e suas respectivas bacias de contribuição, responsáveis pela água consumida em Juiz de Fora. Dois deles são a Represa Dr. João Penido e a Represa de São Pedro, ambas inseridas nos limites territoriais do referido município. O terceiro manancial trata-se da Represa de Chapéu D’Uvas, a qual está situada nas porções territoriais dos municípios mineiros de Antônio Carlos, Ewbank da Câmara e Santos Dumont, vizinhos de Juiz de Fora.

Trabalhado de modo objetivo e claro – como a mais pura água –, este livro nos dá a oportunidade de embarcar numa leitura, que nos proporciona compreender a importância da gestão dos recursos hídricos e necessidade de sua interface com o planejamento urbano. Revela-se também, através de dados levantados na vasta pesquisa bibliográfica somada a incansáveis trabalhos de campo, uma realidade que foge aos olhos desatentos daqueles que só têm contato com a água ao abrir a torneira de casa, mas que desconhecem sua origem.

As pressões das mais diversas formas que os mananciais em destaque estão sofrendo e, que tendem a culminar em severas dificuldades de suas operações e permanência como fontes de água para o abastecimento público, tornam esta publicação mais um grito de alerta tanto para nós cidadãos, assim como para os gestores públicos. Isso fica claro, como terão oportunidade de ver, ao final de cada capítulo onde temos as conclusões e recomendações.

A natureza não fala, mas expressa através de nítidos sinais o quanto sofre e necessita de atenção e cuidados, cabendo a nós, interpretar tais sinais e traduzi-los em palavras, gestos e ações voltadas para o equilíbrio socioambiental.

Como dito se a água é o elemento de destaque e os mananciais são os protagonistas – além de fontes de vida –, devemos sempre unir o máximo esforço na luta pela melhora da qualidade e quantidade das águas. Assim sendo, nós todos devemos ser de fato coadjuvantes neste contexto. Por mais que seja nítida a importância da água, muitos antagonistas ainda permanecem resistentes.

Hidratem-se e desfrutem desta leitura instigante, nunca deixando de refletir também, sobre as soluções para os milhões de cidadãos que sofrem com a falta de acesso à água potável.

Matheus Machado Cremonese

Geógrafo | Ex-presidente do CBH Preto e Paraibuna
Ex-vice Presidente do CEIVAP

Introdução

Christian Ricardo Ribeiro; Pedro José de Oliveira Machado

A Lei Federal no 9.433, de 8 de janeiro de 1997, também conhecida como “Lei das Águas”, instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH). Entre os fundamentos da PNRH, estabelecidos em seu Artigo 1º, estão a definição do consumo humano e da dessedentação de animais como usos prioritários em situações de escassez hídrica (Inciso III) e da gestão dos recursos hídricos como uma atividade necessariamente orientada ao uso múltiplo das águas (Inciso IV). Entre os objetivos da política, conforme definido em seu Artigo 2º, está o de assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos (Inciso I) (BRASIL, 1997).

Para se garantir o atendimento das demandas dos diversos usos da água e usuários de recursos hídricos, em quantidade suficiente e em qualidade adequada, é necessário recorrer aos mananciais. Estes podem ser definidos como “as fontes de água existentes na natureza, que permitem atender às necessidades dos usos” (TUCCI e MENDES, 2006, p.101), ou ainda como “qualquer fonte hídrica, superficial ou subterrânea, que possa ser utilizada para atender às diversas demandas consuntivas e finalidades” (INEA, 2018, p.36).

Os usos consuntivos são definidos como “aqueles que retiram a água de seus mananciais, através de captações ou derivações, e apenas parte dessa água retorna a suas fontes de origem” (CARRERA-FERNANDES e GARRIDO, 2003, p.22). Portanto, o abastecimento humano e a dessedentação animal, considerados prioritários em situações de escassez hídrica, constituem exemplos de usos consuntivos da água. No uso consuntivo, a água efetivamente retirada torna-se indisponível no manancial e, por essa razão, é fundamental que a gestão dos recursos hídricos proporcione o uso múltiplo das águas destas fontes hídricas, de forma a compatibilizar

o atendimento das diversas demandas. Contudo, dada a prioridade do abastecimento humano sobre os demais usos da água, deve-se sempre garantir a reservação de um volume mínimo, em todos os mananciais, destinado ao atendimento dessa finalidade, observando-se criteriosamente os padrões de qualidade definidos pelas autoridades sanitárias.

Nas cidades brasileiras, a maior parte das demandas consuntivas, incluindo o abastecimento humano (doméstico, comercial e público) e o abastecimento industrial, é atendida a partir da exploração de mananciais de abastecimento público de água. Estes constituem um tipo específico de manancial, sendo definidos como os “corpos hídricos subterrâneos ou superficiais, fluentes, emergentes ou em depósito, efetiva ou potencialmente utilizáveis para o abastecimento público” (INEA, 2018, p. 34). Assim, estes mananciais constituem uma parte integrante dos sistemas municipais de abastecimento de água.

Desde a década de 1940, verifica-se uma tendência de crescimento constante da demanda por água para o consumo humano no Brasil. Essa tendência pode ser explicada, segundo Carmo, Dagnino e Johansen (2014, p. 172) e Heller (2010, p. 43-44), pela conjugação de vários fatores, entre os quais se incluem o aumento acelerado da população, a ampliação do número de domicílios atendidos, o aumento do consumo per capita, o incremento da industrialização e o elevado volume de perdas de água nos sistemas de abastecimento. Em cidades de expressivo porte demográfico e/ou intensa concentração da atividade econômica, especialmente industrial, a relação estabelecida entre o processo de urbanização e o aumento da demanda por água torna-se ainda mais evidente.

Juiz de Fora destaca-se justamente como um dos mais expressivos municípios mineiros. Com uma população estimada em 577.532 habitantes (IBGE, 2021), é o quarto município mais populoso do Estado de Minas Gerais, atrás apenas da capital, Belo Horizonte, além de Uberlândia e Contagem. Em relação à economia, o Município de Juiz de Fora ocupa o quinto lugar no Estado de Minas, atrás de Belo Horizonte, Uberlândia, Contagem e Betim, com um Produto Interno Bruto (PIB), a preços correntes, igual a R\$ 18.695.464.850 (IBGE, 2019).

A demanda urbana gerada pela população e pela economia juiz-foranas é atendida a partir da exploração de quatro mananciais superficiais, que integram o sistema municipal de abastecimento de água: o Ribeirão do Espírito Santo; a Represa de Chapéu D’Uvas; a Represa Dr. João Penido; e a Represa de São Pedro. Uma das principais características apresentadas por quase todos os mananciais utilizados para o abastecimento público de Juiz de Fora (exceção feita ao Ribeirão Espírito Santo), é o fato de serem formados pelo barramento de alguns cursos d’água, produzindo sistemas de armazenamento a partir de represas.

Isso se dá em razão de algumas circunstâncias regionais, sendo uma das principais causas a dominância do tipo climático tropical, que se caracteriza pela alternância de duas estações muito bem definidas e diferenciadas: o verão quente e chuvoso e o inverno, frio e seco. As represas agem como uma espécie de poupança no verão, a ser usada no inverno.

Essa ideia da ‘açudagem’ é bastante antiga, e derivou da necessidade prioritária de se controlar as vazões do rio Paraibuna, que trazia inúmeros prejuízos à economia e ao funcionamento da cidade quando de suas frequentes inundações.

Em estudo datado de 16 de janeiro de 1934, por exemplo, o engenheiro Henrique de Novaes, que projetou a Represa Dr. João Penido, argumentava favoravelmente a essa solução. Segundo ele, e incorporando uma ideia de 1929, da Sociedade Dolabela Portela, a açudagem do rio Paraibuna deveria ser feita por uma barragem situada a montante de Chapéu D’Uvas (MACHADO e CUNHA, 2011). É o que ocorreu mais de seis décadas depois.

Outra razão para se utilizar o sistema de represas vem de nossa própria forma de apropriação das fontes de abastecimento. Ao longo de nossa história, sobretudo urbana, fomos inviabilizando os cursos d’água que nos eram mais próximos, muitos dos quais já nos serviram de fontes de abastecimento. É difícil acreditar, mas já bebemos águas do Rio Paraibuna, do Ribeirão Yung, do Córrego Independência e do Córrego Poço D’anta. E antes deles, das águas de vários chafarizes e bicas (nossas tradicionais “minas”), que pontilhavam a primitiva área ocupada pela cidade.

Como conseguimos transformar toda essa paisagem original, especialmente por sua supressão, em uma área urbana árida, nos restou buscar água das fontes armazenadas em represas, distantes da área densamente ocupada. Aliás, essa é outra característica problemática do nosso sistema de abastecimento público: estamos trazendo água de lugares cada vez mais distantes do ponto de consumo. Isso se tornou mais emblemático com a utilização das águas da Represa de Chapéu D’Uvas para o abastecimento de Juiz de Fora, o que implicou num problema novo para a administração pública. O manancial fica localizado em território de outros municípios e seu processo de gestão se tornou um grande problema, como se verá ao longo desse livro.

Aliás, essa era outra característica de nossos mananciais de abastecimento, ou seja, todos tinham suas bacias hidrográficas integralmente inseridas na área municipal. Essa situação, em princípio, se afigurava como muito positiva, pois abria-se uma possibilidade ímpar para disciplinar o uso e a ocupação do solo nas áreas dessas bacias hidrográficas pela própria municipalidade, visto ser muito mais fácil a gerência das ações, que não necessitavam ser divididas ou mesmo negociadas com outros municípios. “Não obstante seja essa uma característica positiva, o ‘vírus’ da conscientização de tal fato parece não ter ‘contagiado’ as sucessivas administrações municipais” (MACHADO, 2001, p.21).

Outro aspecto muito oportuno a se destacar diz respeito à localização de nossos principais mananciais, de forma geral, nas regiões Norte e Oeste, mas que correspondem também aos principais vetores de expansão urbana. Ao avanço do processo de urbanização alia-se o processo de especulação imobiliária, que vende, como se tem visto, a ideia de sossego e de tranquilidade, de morar em uma área ‘natural’, às margens de uma represa.

Esses e outros temas extremamente importantes, ligados ao sistema de abastecimento público de água de Juiz de Fora (qualidade das águas, conflitos de uso da terra, substituição da cobertura original, avanço do processo de urbanização e outros) é que são apresentados e discutidos nos próximos capítulos.

Capítulo 1

CONTEXTO ATUAL DAS REPRESAS DE ABASTECIMENTO PÚBLICO DE JUIZ DE FORA (MG)

César Henrique Barra Rocha

O município de Juiz de Fora é considerado como a capital da Zona da Mata mineira (ROCHA, 2008), tendo influência sobre outras mesorregiões mineiras como Vertentes, Sul de Minas e várias cidades fluminenses, atraindo uma população flutuante devido às questões tanto de saúde quanto em relação à área de comércio e educação. Essa vocação leva à necessidade de um planejamento quanto à disponibilidade de recursos hídricos de médio e longo prazo. O desenvolvimento de pesquisas, como a proposta pelo presente livro, poderá subsidiar a resolução, ou mesmo, evitar prováveis conflitos de usos e destinação da água dos reservatórios, configurando-se numa fonte de informação emanada de pesquisa desenvolvida por um Núcleo de pesquisa do CNPq – Núcleo de Análise Geo Ambiental – que já trabalha com esta temática desde a sua criação em 2008.

A ocupação irregular e as atividades desenvolvidas no entorno dos mananciais de abastecimento público do município podem comprometer drasticamente a qualidade da água, elevando o custo de tratamento para o atendimento às necessidades da população e demandando pontos

de captação cada vez mais distantes dos centros consumidores. Alguns mananciais já foram abandonados e outros ficam frequentando os noticiários de jornais, principalmente em função da especulação imobiliária.

Segundo Gutierrez (2008), o município é responsável por certas áreas de política pública que incidem na oferta dos recursos hídricos, a qual, por sua vez, afeta a provisão de serviços de interesse público, cuja responsabilidade compete prioritariamente aos municípios. Segundo esse autor, duas competências que correspondem prioritariamente aos municípios são fundamentais por sua incidência direta na gestão de bacia: 1) organizar e prestar diretamente, ou por concessão, serviços públicos de interesse local e 2) promover o ordenamento territorial adequado mediante planificação e controle do uso do solo urbano (Art. 30 da CFB). O ordenamento e uso do território urbano é prerrogativa dos governos municipais, enquanto que entre os serviços públicos de interesse local sob a responsabilidade dos mesmos encontram-se o saneamento básico (água potável e cloacas), serviços de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas, saneamento industrial e coleta e deposição de resíduos sólidos.

Segundo Ribeiro (2011), o processo de expansão urbana provoca aumento de demanda pelos serviços de abastecimento de água, levando à ocupação das áreas próximas a mananciais além de sua capacidade de suporte, e também à adoção de modelos de uso do solo incompatíveis com sua função de abastecimento público.

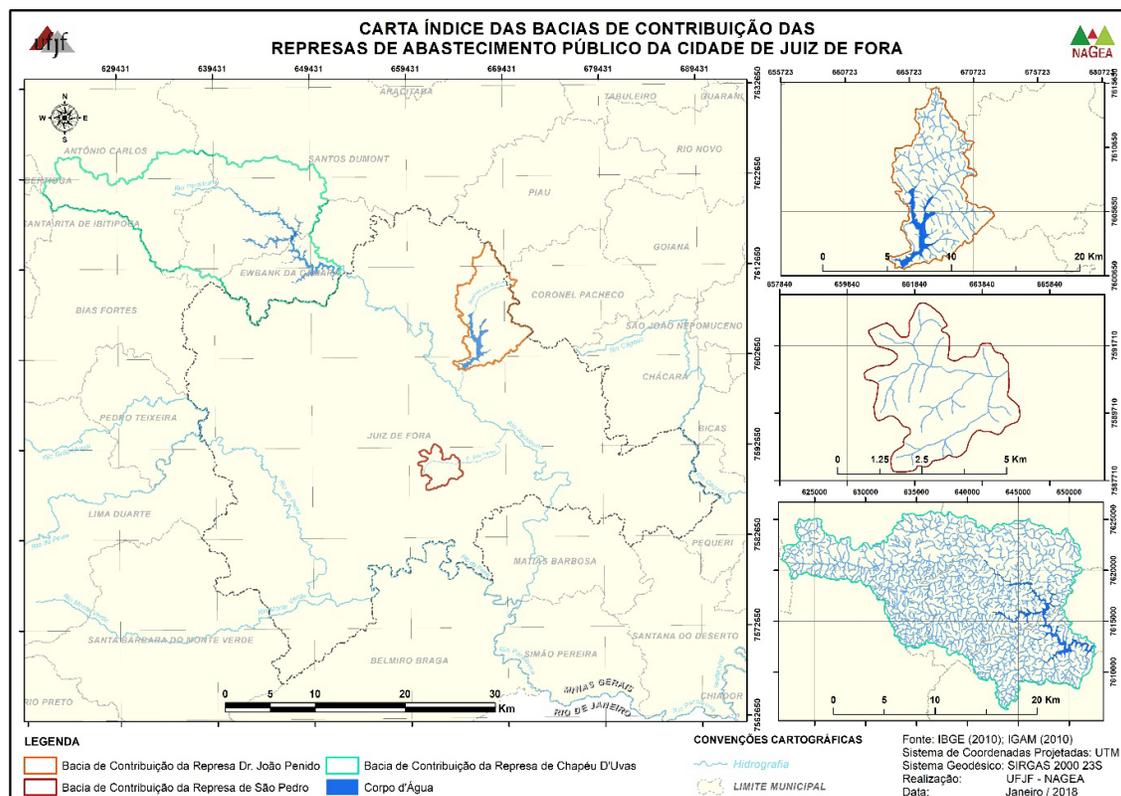
Citando outros autores, Gutierrez (2008) lembra que questões de competência prioritária do governo municipal se superpõem para afetar negativamente a disponibilidade quantitativa e qualitativa dos recursos hídricos. O baixo ordenamento territorial e o uso desordenado do solo urbano, somados à falta de tratamento ou de disposição adequada dos efluentes domiciliares, das descargas industriais e dos resíduos sólidos, geram graves problemas hídricos: 1) contaminação dos cursos de água, 2) intensificação das inundações, 3) erosão de margens e riscos de deslizamento e 4) ocupação de áreas alagáveis e insalubres. Todos esses problemas, de responsabilidade imediata (ainda que não exclusi-

va) dos governos municipais e particularmente vinculados a situações de pobreza, acabam comprometendo a disponibilidade quantitativa e qualitativa dos recursos hídricos, aumentando os custos de tratamento para fins de saneamento domiciliar e de consumo industrial e favorecendo o surgimento de conflitos entre usuários.

As represas situadas dentro dos limites de Juiz de Fora são a Represa Dr. João Penido, com bacia de contribuição de 59,5 Km², e a Represa de São Pedro, com área de 12,9 Km² (Figura 1). São mananciais localizados em zonas de forte pressão antrópica, refletindo negativamente na qualidade das suas águas. O córrego Espírito Santo com coleta à fio d'água compõe os recursos situados dentro do limite municipal com uma bacia da ordem de 150 Km².

A Represa de Chapéu D'Uvas com bacia de contribuição de 312,89 Km² (Figura 1) e lago do reservatório com cerca de 9,1 Km² de bacia hidráulica, passou recentemente a fazer parte da matriz hídrica da CESAMA com adutora ligada à ETA Castelo Branco da Represa Dr. João Penido. Esse aproveitamento tem o objetivo de poupar a Represa Dr. João Penido. A Bacia de contribuição da Represa de Chapéu D'Uvas (BCRCD), como já foi colocado, possui o agravante de estar em territórios dos municípios de Antônio Carlos, Santos Dumont e Ewbank da Câmara, dependendo de uma gestão mais complexa. Há conflitos de interesses quando os municípios da bacia têm interesse na implantação de atividades turísticas, de lazer e exploração imobiliária, enquanto a cidade de Juiz de Fora tem demanda por água de boa qualidade para abastecimento público.

Figura 1 – Carta Índice das bacias de contribuição das represas que abastecem Juiz de Fora



Fonte: NAGEA, 2018.

Segundo a Cesama (2018), os volumes extraídos de cada manancial atualmente são: 620 litros/segundo do ribeirão Espírito Santo; 140 l/s da Represa de São Pedro; 900 l/s de Chapéu D'Uvas; e 800 l/s da Represa Dr. João Penido, totalizando 2.100 l/s. Em termos de capacidade de armazenamento tem-se: Represa de Chapéu D'Uvas com 146 milhões de m³; Represa Dr. João Penido com 16 milhões de m³; e Represa de São Pedro com 1 milhão de m³.

Machado (2010) e Bucci (2011) apontaram problemas na Bacia de contribuição da Represa de São Pedro (BCRSP) e na Bacia de contribuição da Represa Dr. João Penido (BCRJP), respectivamente. Machado (2012), Ribeiro (2012) e Oliveira (2018) apontaram diversos problemas ambientais relevantes na BCRCD.

No caso da Represa de São Pedro, a pressão de loteamentos, condomínios e das BRs 040 e 440 podem inviabilizar o seu uso para abastecimento. A construção recente do Condomínio Estrela do Lago e a própria intersecção das rodovias na sub-bacia do córrego Grota do Pinto (parcialmente canalizado) completa o cardápio indigesto para essas águas. Apesar de existir legislação disciplinando a ocupação na Bacia da Represa Dr. João Penido, percebe-se uma piora gradativa das suas águas, principalmente pelas ocupações nas margens, utilização do corpo d'água principal para esportes náuticos e a construção recente de uma rodovia estadual ligando a BR-040 a MG-353 denominada “Rodovia do Aeroporto” ou AMG-3085. No caso de Chapéu D’Uvas, existem loteamentos, condomínios, criação de gado, silvicultura (eucalipto) e muitas áreas com solo exposto as margens dessa Represa, facilitando a erosão e o aporte de carga orgânica para dentro do manancial, o que beneficia o aumento das cianobactérias, exigindo um controle muito mais rigoroso.

A alteração da legislação urbanística em Ewbank da Câmara permitindo parcelamentos até as margens da Represa deflagrou o anúncio sucessivo de empreendimentos com lotes rurais nas áreas de preservação permanentes – APP de margens da Represa. Sabe-se que este tipo de lote poderá ser dividido no futuro a semelhança dos “condomínios ambientais” na Represa Dr. João Penido. O córrego Vista Alegre que drena as águas do Condomínio Enseada no Bairro Grama em Juiz de Fora tem a qualidade da sua água frequentemente afetada pelo lançamento de esgotos domésticos, além da criação de gado. Não há fiscalização e esse tipo de iniciativa não tem se mostrado sustentável. Esses lotes rurais são divididos aumentando a densidade populacional nestas áreas. Soma-se ainda a ineficiência das fossas negras normalmente adotadas nesses empreendimentos.

Há necessidade do monitoramento da qualidade da água nas fozes dos tributários e nas captações dessas represas para fornecer dados sobre a capacidade de autodepuração desses mananciais, informando o poder público e a sociedade civil sobre a qualidade da água atual e a capacidade de suporte desses corpos hídricos, auxiliando nas tomadas de decisões sobre as novas ocupações e a necessidade de fiscalização das existentes.

Segundo a Agência Nacional de Águas (ANA, 2011a), o estabelecimento de um parâmetro que indique a qualidade das águas, é uma ferramenta importante para nortear ações de planejamento e gestão. O Índice de Qualidade de Águas (IQA) e o Índice de Estado Trófico (IET) são mecanismos facilitadores da comunicação com o público por sintetizarem várias informações em um número único. O IET tem como finalidade classificar os corpos d'água em diferentes graus de trofia (CETESB, 2011).

Dissertações de Mestrado defendidas em 2015 e 2016 no Programa de Pós-Graduação em Ecologia da UFJF por Freitas (2015) na Represa de São Pedro, Silva (2015) na Represa Dr. João Penido e Casquin (2016) na nossa Macrobacia do rio do Peixe, além de artigos submetidos a revistas sobre a situação dessas represas, mostram que a água nas fozes dos tributários já está “Ruim”, sendo que nas nascentes e captações o resultado varia de “Regular” a “Bom”, com piora no período chuvoso. Qual a capacidade de suporte dessas represas? O Trabalho de Conclusão de Curso defendido por Costa (2016) no Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental na Represa de São Pedro demonstrou que a Represa de São Pedro conseguiu reagir após as maiores intervenções antrópicas, como a duplicação da BR-040 em 2007; a construção da BR-440 e do Condomínio Alphaville entre 2010 e 2012; e a maior seca em 2014. A Tese de Doutorado do Prof. Márcio de Oliveira sobre *Limnologia da paisagem com uso de regressão geograficamente ponderada: estudo da qualidade da água na Represa de Chapéu D'uvas, MG*, defendida em fevereiro de 2018, mostrou a expansão da silvicultura e do solo exposto e dos riscos da entrada de carga orgânica advinda de alguns tributários, apesar do amadurecimento do reservatório.

Todas essas pesquisas mostram o amplo campo de atuação do Núcleo de Análise Geo Ambiental – NAGEA no monitoramento ambiental, impactos e recursos hídricos com várias publicações em revistas dessa área (ROCHA *et al.*, 2014; ROCHA; COSTA, 2015; ROCHA; AZEVEDO, 2016; ROCHA; PEREIRA, 2016; ROCHA *et al.*, 2016a; ROCHA *et al.*, 2016b).

Outras pesquisas conduzidas pelo NAGEA utilizaram o Índice de Conformidade ao Enquadramento (ICE) do *Canadian Council of Ministers of the Environment* – CCME (CCME, 2001a; CCME, 2001b; AMARO, 2009; ANA, 2012). O ICE é baseado na excedência aos padrões de qualidade da água

e incorpora três elementos: abrangência – o número de parâmetros que não cumprem os objetivos de qualidade da água pelo menos uma vez; frequência – o número de vezes que o parâmetro não atendeu aos padrões de qualidade; e amplitude – a diferença entre o valor medido e o limite definido para o enquadramento segundo a Resolução CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005). Os valores encontrados para este Índice nas captações das represas com a série histórica da CESAMA nos trouxeram informações relevantes. As pesquisas conduzidas pelo NAGEA com seções escolhidas ao longo das bacias, destacou que a captação da Represa de São Pedro na estação seca teve ICE “Bom”, melhor que a Represa Dr. João Penido que ficou classificada nas duas estações como “Regular” (ROCHA *et. al*, 2015; ROCHA *et. al*, 2016c). Oliveira (2018) encontrou uma tendência na melhora desse índice ao longo dos anos com a série histórica da CESAMA na captação. Ao analisar seções ao longo da Bacia, os pontos situados no meio do reservatório e na captação (ambiente lântico) apresentarem os melhores resultados comparativamente às fozes dos tributários.

Após esse preâmbulo, o objetivo deste livro é mostrar como o histórico de desrespeito às legislações de preservação e proteção dessas represas e a não priorização dos direitos a um ambiente equilibrado, onde os seres vivos tenham acesso a uma água de qualidade, se repetem desde a bacia menor até maior. A perda de matas, o avanço das pastagens e da silvicultura, o aumento das áreas com solo exposto e urbanizadas refletem em piora da qualidade da água de todas essas bacias.

As áreas de preservação permanentes previstas no Novo Código Florestal (NCF) – Lei no 12651/2012 (BRASIL, 2012^a) ficam apenas no papel com destaque para as margens desses reservatórios ocupadas com todo tipo de uso inadequado e irregular. Segundo Rocha *et al.* (2018), a revogação da Lei no 4.771/1965 (antigo código florestal) teve como objetivo atender demandas de setores rurais com interesses socioeconômicos específicos. Ademais, o NCF foi um grande retrocesso na opinião de vários juristas e pesquisadores, contrariando um dos Princípios do Direito Ambiental que é o “Princípio da Proibição do Retrocesso” que objetiva salvaguardar os progressos obtidos para evitar ou limitar a deterioração do meio ambiente (PRIEUR, 2012).

Serão demonstradas neste livro as maiores perdas de APP vinculadas aos topos de morros e às margens de reservatórios, cartografadas e quantificadas. Ressalta-se que esses dois tipos de APP foram quase dizimadas nas bacias desses mananciais. Elas são responsáveis pela recarga dos lençóis freáticos e pela proteção das águas, respectivamente. As APP topo de morro favorecem condições necessárias para a infiltração da água no solo e a recarga dos aquíferos. Em conjunto com as APP de declividade, mantém a estabilidade de encostas evitando o escoamento superficial. Por outro lado, as APP de nascentes e corpos d'água atuam como barreiras protegendo e mantendo a estabilidade das margens (LIMA *et al.*, 2013). As áreas próximas às captações possuem controle da CESAMA, entretanto, também encontramos silvicultura, criação de gado, granjas, áreas urbanizadas e outros usos que deveriam ser evitados por ameaçarem a qualidade da água e prejudicarem o processo de autodepuração, que é um serviço ambiental prestado gratuitamente pelo barramento das represas. Aliás, a reservação, controle de cheias a jusante e a autodepuração são as vantagens proporcionadas por essas obras de engenharia em contraposição ao prejuízo a ictiofauna, diminuindo a nossa diversidade de peixes pela barreira física criada. Essa questão ainda não foi resolvida, o que cria a necessidade dos rios de conservação, algo ainda raro nas bacias brasileiras. Este livro está estruturado em sete capítulos. Após a contextualização, teremos um capítulo sobre qualidade da água com destaque para o Índice de Conformidade ao Enquadramento aplicado nas três represas. No Capítulo 3 será abordada a Bacia de contribuição da Represa de São Pedro com dados da Companhia de Saneamento municipal de Juiz de Fora – CESAMA. No Capítulo 4 a Represa Dr. João Penido com dados dessa Concessionária. Haverá um Capítulo 5 comparando essas duas represas com dados do NAGEA. No Capítulo 6 trataremos da Bacia da Represa de Chapéu D'Uvas com dados da CESAMA e do NAGEA. Finalmente, teceremos algumas recomendações para que a sociedade civil organizada e o poder público tenham condições de defender esses “mananciais da vida” que deveriam ter o mesmo valor que o nosso “ouro”, “café”, “leite”, “minério” e outros bens que as minas gerais já serviram ao povo brasileiro. Vale lembrar do nosso grande poeta que sensivelmente registrou: *“a água de boa qualidade é como a saúde ou a liberdade: só tem valor quando acaba”* (João Guimarães Rosa).

Capítulo 2

QUALIDADE DA ÁGUA ATRAVÉS DO ÍNDICE DE CONFORMIDADE AO ENQUADRAMENTO

Cézar Henrique Barra Rocha

A água é fundamental para toda forma de vida. A crise hídrica da atualidade é fonte de vários conflitos já noticiados nos meios de comunicação nacional e estrangeiro, gerando uma insegurança sem precedentes. Segundo a Lei Federal no 9.433/1997 (BRASIL, 1997), em casos de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais. No entanto, em algumas regiões do Brasil, até mesmo esses usos já estão comprometidos pela falta de planejamento dos gestores e de consciência da população em geral.

Os usos múltiplos da água, as permanentes necessidades de atendimento ao crescimento populacional e às demandas industriais e agrícolas têm gerado permanente pressão sobre os recursos hídricos superficiais e subterrâneos. Por isso, deve-se adotar uma gestão sustentável, principalmente para a água destinada ao consumo humano, a fim de garantir, além da saúde coletiva, sua conservação para as próximas gerações.

Para Viana *et al.* (2013), o monitoramento da qualidade da água é um fator essencial para os gestores e, segundo Vasco *et al.* (2011), o estu-

do nas áreas das bacias hidrográficas urbanas e rurais é fundamental quando se busca o equilíbrio entre a exploração de recursos naturais e sustentabilidade ambiental.

A ocupação desordenada e as atividades no entorno dos mananciais de abastecimento público comprometem substancialmente a qualidade da água, o que acaba por elevar o custo do tratamento para atendimento às necessidades da população e também por passar a demandar pontos de captação cada vez mais distantes dos consumidores. Silva *et al.* (2012) destacam que as atividades humanas e os usos múltiplos das bacias hidrográficas produzem impactos nos ecossistemas, o que consequentemente gera a deterioração da qualidade da água e prejuízos aos usos preponderantes da mesma, além de também haver a possibilidade de prejuízos para a saúde da sociedade através do consumo ou por meio do contato primário com estas águas contaminadas. Assim, para que os mananciais possam fornecer água em boa quantidade e qualidade, há a necessidade de se ordenar o uso e a ocupação do solo nas bacias de drenagem dos mesmos, a fim de evitar, ou ao menos minimizar, processos que atuem na degradação das águas (LATUF, 2004; ABILDTRUP, GARCIA; STENGER, 2013; YU *et al.*, 2013; PINHEIRO *et al.*, 2014).

Todo sistema de gestão depende de informações, neste caso, de um monitoramento contínuo e detalhado da qualidade da água. Para isso, foram criados “índices de qualidade da água” que têm como principais vantagens a facilidade de comunicação com a população e o fato de combinar variáveis com unidades de medidas diferentes em uma única escala. Como principal desvantagem, pode-se citar a perda de informação das variáveis individuais e da interação entre as mesmas (BUZELLI; CUNHA-SANTINO, 2013; FRANCO *et al.*, 2012; GÓMEZ *et al.*, 2011; ORTEGA; CARVALHO, 2013; SILVA, AURELIANO; LUCENA, 2012; VIANA *et al.*, 2013).

Para Costa *et al.* (2012) e Amaro (2009), índices e indicadores ambientais são importantes na estratégia de programas de monitoramento e gestão ambiental por converter uma série de informações através de um único número, um símbolo, uma cor ou descrição verbal de fácil compreensão, possibilitando a tomada de decisões por gestores em várias áreas de atuação.

Motivadas pela *National Sanitation Foundation* (NSF) dos Estados Unidos da América, que criou em 1970 o *Water Quality Index* – WQI (Índice de Qualidade da Água – IQA) e baseado numa pesquisa de opinião junto a especialistas, diferentes instituições desenvolveram seus próprios índices para monitoramento da qualidade da água. Entre essas instituições, destacam-se, no Brasil, o Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) e a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB). O IGAM adaptou o IQA ao alterar os pesos atribuídos aos parâmetros, embora esses permanecessem os mesmos adotados pela NSF, que são oxigênio dissolvido, coliformes termotolerantes, demanda bioquímica de oxigênio, pH, fosfato total, nitrato, temperatura, turbidez e sólidos totais, porém com os pesos distribuídos sobre as variáveis de forma diferente. Assim como o IGAM, a CETESB, pioneira no Brasil em usar esse indicador em seus relatórios, também se baseou na NSF para desenvolver seu IQA, porém substituindo o parâmetro nitrato pelo nitrogênio total e o fosfato total pelo fósforo total. Existem também outros índices como, por exemplo, o Índice de Conformidade ao Enquadramento (ICE), Índice de Estado Trófico (IET), Índice de Balneabilidade (IB), entre outros.

De todos esses índices citados, o que mostrou maior aderência com a realidade dos mananciais estudados pelo NAGEA em Juiz de Fora foi o ICE (ROCHA *et al.*, 2015a). Trabalhos já publicados pelo Grupo mostram que o IQA homogeneiza pontos totalmente diferentes, por exemplo, nascentes, fozes e captações (ROCHA *et al.*, 2015b). O IQA CETESB também foi muito criticado por outros pesquisadores em outras regiões do Brasil (BARROS *et al.*, 2012; SILVA *et al.*, 2012). Moretto *et al.* (2012) e Cunha *et al.* (2013) também questionaram os resultados dos IQA à luz da Resolução CONAMA nº 357/2005 e a necessidade de readequação desses índices.

Nas dissertações de Mestrado do NAGEA conduzidas por Freitas (2015) e Silva (2015) nas bacias das represas de São Pedro e Dr. João Penido, respectivamente, foram utilizados esses índices que pouco conseguiram diferenciar as seções escolhidas para monitoramento de forma satisfatória, com destaque negativo para o IQA CETESB (CETESB, 2009; CETESB, 2012) que homogeneizou seções muito diferentes na mesma classe.

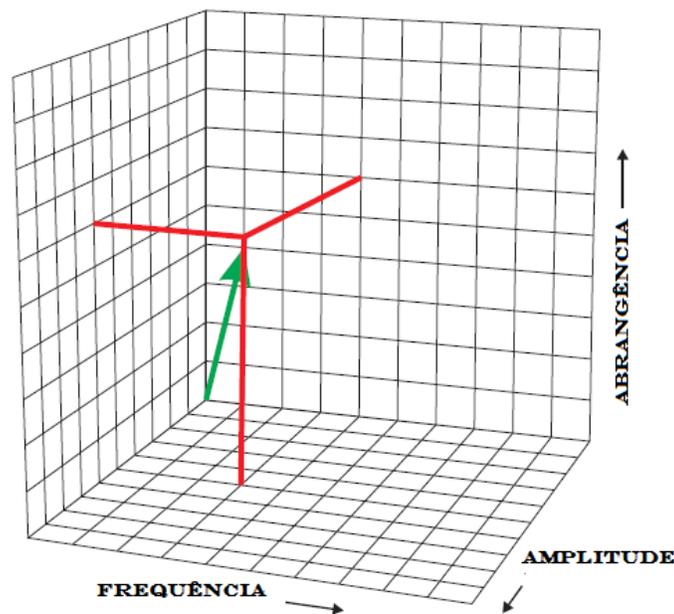
Nascentes, fozes e captações ficaram com resultados semelhantes, o que não refletia a realidade. O IQA IGAM Adaptado (IGAM, 2014), por ser mais restritivo, conseguiu diferenciar as nascentes e captações das fozes. Devido a esse aspecto, esses índices não foram abordados neste livro.

Na mesma linha, mas com enfoque nos limites recomendados de acordo com os usos preponderantes da água, foi desenvolvido pelo *Canadian Council of Ministers of the Environment*, o *CCME Water Quality Index 1.0* (CCME, 2001a; CCME, 2001b), referenciado no Brasil pela Agência Nacional das Águas (ANA, 2012) como Índice de Conformidade ao Enquadramento (ICE), tomando como exemplo de aplicação o trabalho de Amaro (2009). Esse índice informa de modo claro e objetivo a situação atual do corpo hídrico em relação ao seu enquadramento, o qual, no Brasil, foi regulamentado pela Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) através da Resolução CONAMA nº 357/2005 e definido a partir de metas de qualidade da água inicialmente propostas de acordo com os usos preponderantes pretendidos (BRASIL, 2005).

O ICE é baseado na excedência a esses padrões de qualidade da água (AMARO, 2009) e incorpora três elementos: abrangência – o número de parâmetros que não cumprem os objetivos de qualidade da água pelo menos uma vez; frequência – o número de vezes que o parâmetro não atendeu aos padrões de qualidade; e amplitude – a diferença entre o valor medido e o limite definido para o enquadramento (ANA, 2012; CCME, 2001b). Estes fatores visam determinar a “distância” que as variáveis monitoradas se encontram do que é desejado para determinado corpo hídrico, representando as desconformidades quando se encontram fora do estabelecido ou as conformidades, quando está dentro do recomendado como padrão (CCME, 2001a).

Estes três fatores, ao se combinarem, formam um vetor num espaço tridimensional de modo que, quanto pior for a qualidade da água, ou seja, quanto mais próximo de zero, menor o comprimento deste vetor, em contrapartida, o comprimento do vetor aumenta e toma o valor de 100 ou próximo a 100 quanto melhor for a qualidade da água estudada (CCME, 2001a). A Figura 2 mostra o modelo conceitual do índice:

Figura 2 – Modelo conceitual do índice



Fonte: Adaptado de CCME, 2001a.

Segundo o CCME (2001a), o Índice de Conformidade ao Enquadramento (ICE), é calculado da seguinte maneira:

Onde:

$$ICE = 100 - \left(\frac{\sqrt{F_1^2 + F_2^2 + F_3^2}}{1,732} \right)$$

F1 = porcentagem das variáveis de qualidade da água que violaram os limites desejáveis pelo enquadramento ao menos 1 vez no período de observação, ou seja, representa a abrangência das variáveis em desconformidade, sendo determinado por:

$$F_1 = \left(\frac{\text{Número de variáveis que falharam}}{\text{Número total de variáveis}} \right) * 100$$

F2 = frequência representada pela porcentagem de vezes que as variáveis de qualidade da água estiveram em desconformidade em relação ao número de testes para comparar o valor observado com o padrão estabelecido, definido como:

$$F_2 = \left(\frac{\text{Número de testes que falharam}}{\text{Número total de testes}} \right) * 100$$

F3 = representa a diferença entre o valor observado e o desejado de acordo com o enquadramento do corpo d'água, ou seja, analisa a amplitude entre os valores desejados e os obtidos nos corpos d'água. Este fator é determinado em 3 etapas:

Para os casos em que o enquadramento exige que determinada variável seja maior ou igual a um limite, utiliza-se a equação abaixo:

$$\Delta V = \left(\frac{\text{Valor testado fora do enquadramento}}{\text{Limite para enquadramento}} \right) - 1$$

Quando o valor encontrado não deve ser inferior a um determinado padrão é utilizada a seguinte equação:

$$\Delta V = \left(\frac{\text{Limite para enquadramento}}{\text{Valor testado fora do enquadramento}} \right) - 1$$

Após esta primeira etapa, determina-se a soma normalizada das variações (snv), somando todas as variações que não atenderam aos limites do enquadramento e dividindo pelo número total de testes, logo:

$$snv = \frac{\sum_{i=0}^n \Delta V_i}{\text{Número total de testes}}$$

E, por fim, calcula-se F3 usando a fórmula a seguir:

$$F_3 = \left(\frac{\text{snv}}{0,01 * \text{snv} + 0,01} \right)$$

A aplicação do Índice de Conformidade ao Enquadramento demanda algumas regras que devem ser levadas em consideração, conforme proposto por CCME (2001a):

- Comparações do índice só devem ser feitas quando os objetivos forem os mesmos, ou seja, não é recomendado aplicar o índice quando o objetivo for comparar um ICE que deve atender aos limites definidos no enquadramento para Classe 1 com outro cujo objetivo foi a Classe 2.
- Não é recomendado comparar índices de diferentes lugares calculados com parâmetros diferentes, por exemplo, se em um lugar o índice é calculado utilizando parâmetros de pesticidas, tal valor não deve ser equiparado com outro local onde o índice é obtido com a utilização de metais.
- Deve-se ter cuidado com a utilização de dados mais antigos, pois métodos mais modernos podem apresentar metodologias e limites de detecção distintos daqueles utilizados para os dados mais antigos, alterando o valor final do índice, gerando conclusões errôneas.
- O índice deve ser aplicado utilizando parâmetros relevantes para o corpo d'água que está sendo estudado.
- O ICE não deve ser aplicado com menos de quatro parâmetros e quatro amostras por ano.

A Tabela 1 apresenta a classificação do ICE conforme os valores encontrados para o índice e seu significado, importante para a interpretação dos gestores.

Tabela1 – Classificação do ICE e seus significados

ICE	Classes	Significado
95-100	ÓTIMA	A qualidade da água está protegida com virtual ausência de impactos. A qualidade da água está muito próxima da condição natural. Estes valores de ICE somente podem ser obtidos se todas as medidas estiverem durante todo o tempo dentro dos padrões estabelecidos pelo enquadramento.
80-94	BOA	A qualidade de água está protegida, apresentando somente um pequeno grau de impacto. A qualidade da água raramente se desvia dos padrões estabelecidos pelo enquadramento.
65-79	REGULAR	A qualidade de água está protegida, mas ocasionalmente ocorrem impactos. A qualidade da água algumas vezes se desvia dos padrões estabelecidos pelo enquadramento.
45-64	RUIM	A qualidade de água está frequentemente afetada. Com frequência os parâmetros de qualidade da água não atendem aos padrões estabelecidos pelo enquadramento.
0-44	PÉSSIMA	A qualidade de água quase sempre está alterada. Os parâmetros de qualidade frequentemente não atendem aos padrões estabelecidos pelo enquadramento.

Fonte: Adaptado de CCME, 2001a e ANA, 2012.

Segundo a Deliberação Normativa COPAM nº 16, de 24 de Setembro de 1996, que dispõe sobre o enquadramento das águas estaduais da bacia do rio Paraibuna (MINAS GERAIS, 1996), todas essas represas se enquadram na Classe 1, ou seja, os córregos e rios principais que deram origem a esses barramentos artificiais, nesse trecho, estão enquadrados nessa classe, destacando o córrego São Pedro na BCRSP, o ribeirão dos Burros na BCRJP e o rio Paraibuna na BCRCO.

Nos próximos capítulos serão apresentados resultados de ICE nas três represas utilizando a série de dados da CESAMA apenas na captação e as pesquisas conduzidas pelo NAGEA em intervalos de anos menores, porém, abrangendo seções estratégicas de monitoramento em toda as áreas dessas bacias de contribuição.

Capítulo 3

A BACIA DE CONTRIBUIÇÃO DA REPRESA DE SÃO PEDRO (BCRSP)

César Henrique Barra Rocha; Fabiano Amarante de Freitas; Fábio Jacob da Silveira; Hiago Fernandes Costa; Pedro José de Oliveira Machado; Raissa da Cruz Ferreira; Renata Lopes Duarte; Tamires de Oliveira Prado

3.1 Introdução

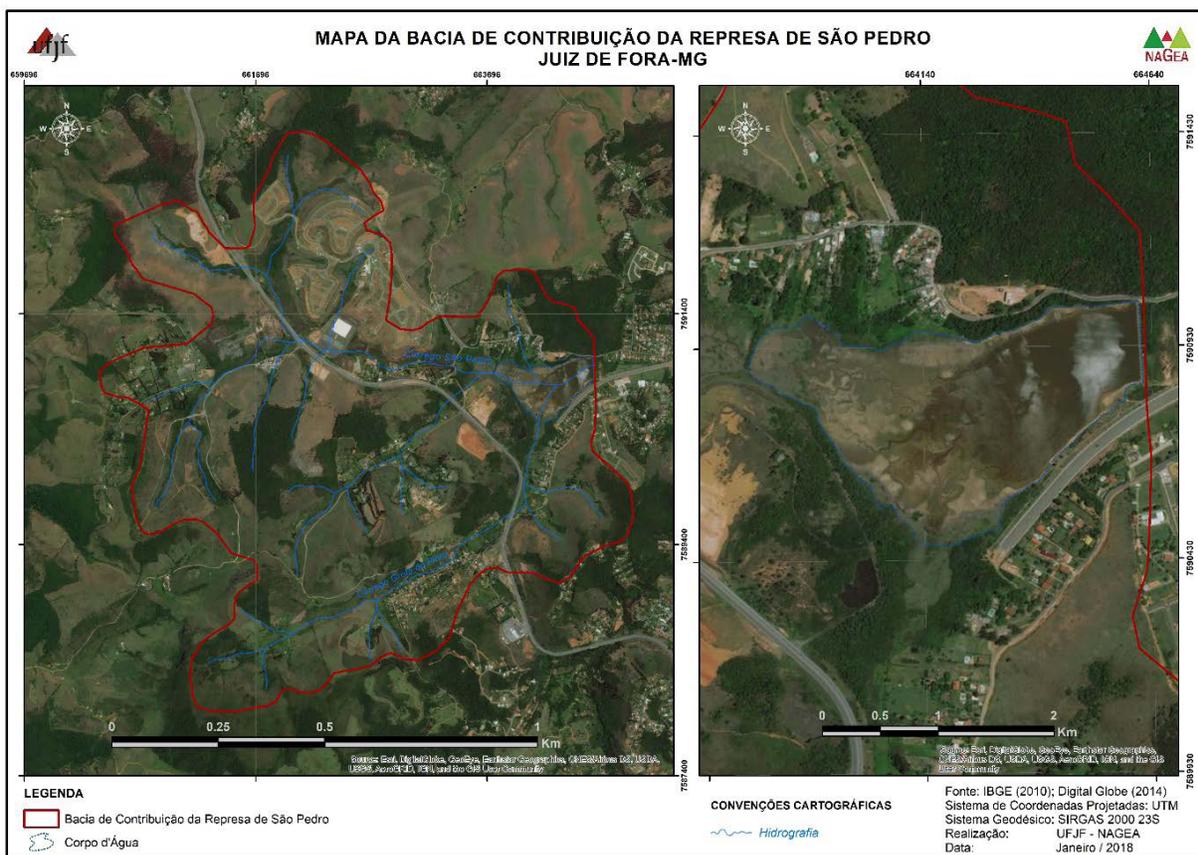
A Represa de São Pedro, também conhecida como Represa do Cruzeiro de Santo Antônio ou Represa dos Ingleses e que tem como nome oficial, mas nada usual, Virgílio Bisággio, de acordo com a Lei Municipal nº 10.682, de 15/03/2004, localiza-se na região conhecida como Cidade Alta e passou a compor o sistema de abastecimento do município de Juiz de Fora em 1967, cerca de 55 anos. Este manancial se localiza a 8 Km da densa malha urbana, tem área de drenagem com aproximadamente 12,9 km² e seus principais tributários são os córregos São Pedro e Grota do Pinto, sendo capaz de atender 15 bairros por gravidade, aproximadamente 5,5% da população do município (JUIZ DE FORA, 2014). Segundo a CESAMA (2016), Companhia de Saneamento Municipal, a Represa de São Pedro apresenta ocupações concentradas em sua bacia hidrográfica, sendo estas atividades incompatíveis com este local, especialmente em razão da produção de efluentes não tratados, o que torna este manancial ameaçado por esse processo de degradação, observando-se ainda intenso assoreamento no período seco, quando a vazão é muito reduzida.

O PDDU – Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano (JUIZ DE FORA, 2000) – ainda reforça que o processo de implantação da BR-040, que seccionou a bacia hidrográfica da Represa de São Pedro numa extensão de aproximadamente 4 km, provocou o início de seu assoreamento, hoje agravado com a movimentação de terra, dado o desmatamento e a crescente ocupação das margens da Represa, principalmente nas nascentes, podendo comprometer a qualidade e a quantidade da água armazenada. Atualmente existe ainda, em fase final de implantação, a BR-440, a qual vem sendo executada às margens da represa, logo na Área de Preservação Permanente (APP) deste manancial, prejudicando ainda mais a qualidade de suas águas, acelerando o processo de degradação deste manancial (FREITAS, 2015). Essa questão já havia sido levantada pelo Prof. Cezar H. Barra Rocha devido à proximidade de cinco metros entre a BR-440 e a represa, denunciando o risco de contaminação das águas apenas pela pirólise – queima dos combustíveis dos veículos – em curto prazo de tempo, não precisando nem acontecer acidentes com cargas perigosas (VANINI, 2011). A ausência da mata ciliar não permitiria a retenção desses compostos – Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPA) –, como acontece no caso da amenização dos efeitos da BR-040 (SOUZA, 2008).

Entretanto, pesquisas conduzidas pelo Núcleo de Análise Geo Ambiental (NAGEA) da UFJF, de 2012 até 2016, encontraram vazões medianas da ordem de 350 litros/segundo, considerando os dois principais córregos que abastecem essa Represa: São Pedro com cerca de 200l/s e Grota do Pinto com cerca de 150l/s. Considerando que a Estação de Tratamento de Água trata atualmente 140l/s (CESAMA, 2018a), poder-se-ia aumentar de forma considerável a sua capacidade de abastecimento, extraíndo da represa uma maior vazão, respeitando a vazão ecológica, aproveitando a vantagem das redes prontas e mais curtas e a posição em cota superior, atendendo vários bairros por gravidade. Outro aspecto também estudado por este núcleo comprova que a autodepuração da Represa de São Pedro, no ponto de captação, apresenta resultados melhores que no ponto de captação da Represa Dr. João Penido (ROCHA *et al.*, 2016c), assunto a ser tratado no Capítulo 5.

Desta forma, torna-se evidente a importância do monitoramento dos mananciais destinados ao abastecimento público como a Represa de São Pedro, a fim de se realizar uma gestão adequada deste recurso, visando assegurar a disponibilidade da mesma em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos para as atuais e futuras gerações, conforme objetiva a Lei nº 9433/1997 (BRASIL, 1997). A Figura 3 destaca a bacia de contribuição com poucos fragmentos de mata e a represa muito assoreada e com pouca água, na última seca em 2014.

Figura 3 – Carta da Bacia de contribuição da Represa de São Pedro com destaque para a represa praticamente seca em 2014, a BR-040, áreas de solo exposto e a BR-440.



Fonte: Autores / NAGEA.

Rocha e Costa (2015) destacam a proximidade da BR-040, do Centro de Convenções Expominas e do Condomínio Alphaville ao corpo d'água principal. Este último, na porção noroeste da bacia é um exemplo da movimentação de terras (terraplenagem) e início de urbanização em áreas que deveriam ter outra destinação. Grande parte da drenagem desse condomínio é direcionada para a Represa de São Pedro. Além disso, conforme afirma Freitas (2015), existe ainda a execução da BR-440 às margens da Represa de São Pedro, proporcionando supressão da vegetação ciliar, elevando desta forma os impactos sobre as águas deste importante manancial. Segundo este mesmo autor, a região vem sendo supervalorizada devido à execução de condomínios de classe alta e à presença de paisagens com belezas naturais, que, ao se associarem à ausência de políticas públicas efetivas, vêm se sobressaindo ao uso mais nobre deste manancial, que seria o abastecimento público.

A Figura 4 mostra, em detalhes, uma parte impactada da sub-bacia do córrego Grota do Pinto, que aí fora canalizado para fazer a intersecção entre as rodovias BR-440 e BR-040. A represa fica na parte norte desta imagem, muito próxima a esta obra.

Figura 4 – Intersecção da BR-440 com BR-040, com canalização do córrego Grotto do Pinto.



Fonte: Leticya Bernadete (2019).

Infelizmente nem o Poder Público Municipal, nem a CESAMA conseguiram evitar que a Lei Complementar nº 082, de 2018 – que “dispõe sobre a Política de Desenvolvimento Urbano e Territorial, o Sistema Municipal de Planejamento do Território e a revisão do PDP/JF de Juiz de Fora conforme o disposto na Constituição Federal e no Estatuto da Cidade e dá outras providências”, no seu artigo 66 – excluísse a Bacia da Represa de São Pedro da Macroárea de Interesse Ambiental e de Preservação dos Mananciais – MA3:

Art. 66. A Macroárea de Interesse Ambiental e de Preservação dos Mananciais – MA3 abrange a porções do território correspondentes às bacias de contribuição dos mananciais de abastecimento público da Represa Dr. João Penido, do Ribeirão Espírito Santo e da bacia do Ribeirão Estiva...

SEÇÃO III

Da Macroárea de Interesse Ambiental e de Preservação dos Mananciais – MA3

Art. 67. São objetivos específicos da Macroárea de Interesse Ambiental e de Preservação dos Mananciais – MA3:

I – recuperar, conservar e proteger os mananciais de abastecimento público da cidade de Juiz de Fora;

II – recuperar, conservar e proteger as bacias hidrográficas com potencial para futuros mananciais de abastecimento público da cidade de Juiz de Fora;

III – aumentar as áreas florestadas;

IV – conter a expansão urbana;

V – coibir os usos e atividades efetivas ou potencialmente poluentes, de acordo com a DN COPAM nº 74/2004 e suas alterações (JUIZ DE FORA, 2018).

Neste caso o Poder Público deixou esse manancial a mercê da especulação imobiliária, o que resultou na autorização e implantação do Condomínio Estrela do Lago, justamente na sub-bacia do córrego Grota do Pinto, utilizando estas águas para a criação de uma suposta “prainha”, conforme vem sendo anunciado (Figura 5).

Chama a atenção a tramitação de um processo complexo com interferência em áreas de preservação permanente, supressão de mata ciliar, canalização de córregos e na sub-bacia de um tributário de manancial de abastecimento público ainda em atividade, de 09/08/2019 a 15/06/2020, quando foi expedido o Alvará de Licença pela Prefeitura de Juiz de Fora, ou seja, menos de um ano. O condomínio com a primeira prainha de Juiz de Fora teve seus lotes vendidos em poucas horas, criando precedente para outros empreendimentos nas áreas de recarga deste e de outros mananciais que servem ao município. Nesse momento em que água vale ouro, é questionável ver o Poder Público deixar de defender interesses públicos e coletivos e permitir uma atividade que não se enquadra nas exceções para intervenção em área de preservação permanente, de acordo com a legislação vigente. Conforme a Figura 5, a terraplenagem permitida pela Prefeitura de Juiz de Fora aterrou várzeas na direção da

intersecção da Figura 4, reduzindo as áreas de recarga da represa. A geração de sedimentos irá assorear ainda mais o manancial, reduzindo a sua capacidade de armazenamento.

Rocha et al. (2016b) defendem que os mananciais de abastecimento sejam entendidos como ativos ambientais que precisam da atenção de toda a sociedade. Entretanto, o Poder Público e a sociedade juiz-forana não têm defendido essa represa, apesar dos técnicos da CESAMA a considerarem importante dentro da matriz hídrica municipal. Essa represa foi vendida para empresários por cerca de R\$ 1.150.000,00 reais, sendo que o município poderia ter negociado de alguma forma a sua permuta por outros bens municipais, tendo em vista o valor de venda e o serviço ambiental prestado pela mesma.

Figura 5 – Destaque para o Condomínio Estrela do Lago na sub-bacia do córrego Grota do Pinto na Bacia da Represa de São Pedro.



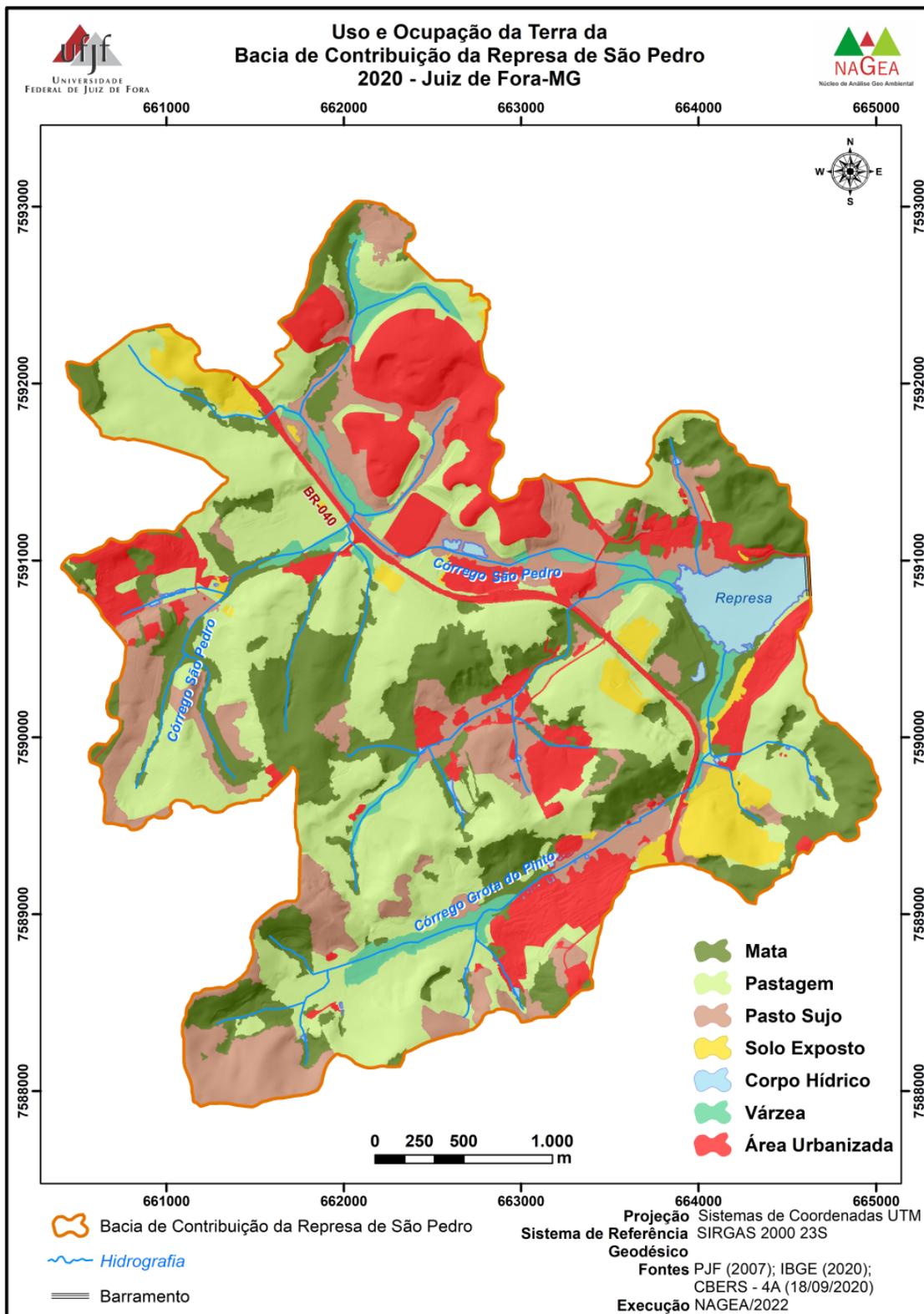
Fonte: Google Earth (2022).

Segundo Rocha (2010), considerando apenas a cobrança pela água em valores da época, o prejuízo em termos de receitas da possível desativação desse manancial seria da ordem de R\$ 14.000 reais/dia ou R\$ 420.000,00 reais por mês ao órgão gestor. Esse valor foi calculado considerando 135l/s ao valor de R\$1,20 reais pela água tratada, sem considerar a cobrança proporcional pelo esgoto coletado, utilizando o Estado do Ceará como referência. A dependência hídrica crescente de um manancial situado fora dos limites territoriais de Juiz de Fora, que é o caso de Chapéu D'Uvas, é algo preocupante. Não deveríamos conservar e proteger os mananciais mais próximos?

3.2 Uso da terra na BCRSP

A Carta de uso e cobertura da terra de 2020 (Figura 6) foi feita com procedimento de classificação supervisionada, com posterior edição manual no software QGIS. Foram identificadas as seguintes classes: Mata (vegetação arbórea), Pasto Sujo (vegetação arbustiva), Pastagem (vegetação rasteira), Várzea (vegetação de alagado), Corpos Hídricos, Solo Exposto e Área Urbanizada.

Figura 6 – Carta de uso e cobertura da terra da BCRSP em 2020.



Fonte: NAGEA (2022).

Conforme a Tabela 2, a BCRSP, em 2020, era composta por 39% de pastagem e 15% de pasto sujo, totalizando 54% dessas classes. A área urbanizada com 16% dá destaque ao Condomínio Alphaville na porção norte; 1,5% de solo exposto destacado em amarelo por novos empreendimentos como o Condomínio Estrela do Lago na porção sudeste desta carta. Apenas 23% de Mata confirma que a paisagem dessa bacia poderia estar melhor.

Tabela 2 – Uso e cobertura da terra na BCRSP em 2020.

Classe	Mata	Pasto Sujo	Pastagem	Várzea	Corpos	Solo	Área
					D'água	Exposto	Urbanizada
Área (Km ²)	2,996	1,932	5,011	0,420	0,284	0,190	2,058
%	23,2	15	38,9	3,3	2,2	1,5	16

Fonte: Autores, 2021

Machado (1998), Freitas (2015) e Costa (2016) encontraram outros valores em suas pesquisas, com destaque para o grande aumento da classe “área urbanizada” em relação aos números levantados por aqueles autores. A supressão da vegetação nas Áreas de Preservação Permanente (topos de morros e margens de corpos d'água) para dar lugar às estradas, loteamentos, edificações e demais obras completa esse cenário não apropriado para uma bacia de manancial de abastecimento.

Esses dados apenas ratificam a questão da carga orgânica que é resultante, em grande parte, da área de pastagem da bacia que contribui fortemente com excrementos de animais, assim como a área de edificações, responsável pelo despejo de esgoto in natura, também contendo detergente, estando este último diretamente relacionado ao parâmetro FT. Em períodos chuvosos o carreamento de sedimentos para o corpo hídrico também pode evidenciar, de acordo com Rocha e Costa (2015) e Rocha et al. (2015), a precipitação como importante fator regulador da qualidade dos corpos d'água.

O parâmetro Ferro teve uma porcentagem alta de não conformidade, e sua alta concentração nas águas superficiais pode ser aumentada pelo carreamento do solo, devido aos processos erosivos, sendo importante

parâmetro para a detecção de impactos das atividades humanas nos corpos hídricos. A movimentação de terra e consequente exposição do solo, associado ao carreamento pelas águas pluviais, acabam por provocar o assoreamento dos corpos d'água. O preparo da terra para construção de estradas e loteamentos próximos à represa, conforme mostrado na Figura 6, passa pela supressão da vegetação para dar lugar às edificações e demais obras estruturais, o que consequentemente gera não só o assoreamento deste reservatório, mas também uma grande redução do volume d'água a ser armazenado pelo mesmo (FREITAS, 2015; COSTA, 2016).

Souza (2012) realizou a batimetria nesta represa e constatou que no ano de 2010 a Represa de São Pedro apresentava uma profundidade média de 2 metros, sendo a profundidade máxima encontrada em seu trabalho de 3,50 metros, próxima à barragem. Originalmente essa profundidade já foi de 5 metros.

Metais como o Ferro, mesmo em pequenas concentrações, são suficientes para alterar a capacidade de autodepuração do corpo receptor, devido ao seu poder de inibir os microrganismos responsáveis pela decomposição da matéria orgânica (ASSIS, 2014). Assim, mesmo não se constituindo como elemento tóxico, o ferro interfere na qualidade dos corpos d'água atribuindo cor e sabor à água, provocando manchas em roupas e utensílios sanitários e propiciando o desenvolvimento de depósitos de ferro e bactérias em canalizações, provocando a contaminação biológica da água na própria rede de distribuição (REALI, 1999; CETESB, 2009).

O alumínio na água pode ocorrer em diferentes formas e é influenciado pelo pH, temperatura e presença de fluoretos, sulfatos, matéria orgânica e outros ligantes, cuja solubilidade é baixa, com pH entre 5,5 e 6,0; as concentrações de alumínio dissolvido em águas com pH neutro variam de 0,001 a 0,05 mg L⁻¹, entretanto, aumentam para 0,5 a valores acima de 1 mg L⁻¹ em águas mais ácidas ou ricas em matéria orgânica (CETESB, 2009). Verificou-se que a solubilidade do alumínio foi próxima de 1,4 mg L⁻¹ em dezembro de 2006 e 2007, período chuvoso, possivelmente representando tal concentração como consequência do tipo de solo da região, no caso o Latossolo vermelho-amarelo, por serem solos ácidos (EMBRAPA, 2015).

Ainda vale destacar na Figura 6 que a proximidade de rodovias, loteamentos, condomínios, edificações e pastagens forma um mosaico nada interessante para a qualidade da água.

3.3 Levantamento dos conflitos nas APP da BCRSP

As áreas de preservação permanente (APP) foram criadas e são instruídas através das Leis Federais no 12.651/2012 e no 12.727/2012, que atualizaram as Leis Federais no 4.771/1965 e no 7.754/1989 (revogadas) e alteraram as Leis no 6.938/1981, no 9.393/1996 e no 11.428/2006, conhecida como o “Novo Código Florestal” (NCF), tendo a seguinte definição:

Art. 3º, inciso II – Área de Preservação Permanente – APP: área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (BRASIL, 2012^a).

As APP mais conhecidas estão relacionadas aos topos de morros, às encostas com declividade maior que 100% e aos recursos hídricos. Cada tipo de APP exerce várias funções ecológicas, apesar dos critérios para sua demarcação serem estabelecidos de forma determinística.

Chiavari e Lopes (2017) compararam a largura das APP Ripárias ou Hídricas, escolhendo entre os dez maiores países agroexportadores, encontrando larguras variando: Brasil – 5 a 500m; Estados Unidos – 15 a 25m; Canadá – 10 a 15m; França e Alemanha 5m; Argentina e China não estabelecem regras vinculantes de proteção para as áreas ripárias.

No Brasil, uma síntese das legislações associadas às APP considerando as legislações revogadas no âmbito federal – Lei nº 4.771/1965 e estadual – Lei nº 14.309/2002; legislações atuais – Lei Federal nº 12.651/2012, Lei Federal nº 12.727/2012 e Lei Estadual nº 20.922/2013 é demonstrada na Tabela 3.

Tabela 3 – APP e respectivas métricas.

APP	Métrica
Nascentes	Raio de 50 m
Corpos Hídricos com 10 m de largura	30 m
Reservatórios Artificiais Área Urbana	15 a 30 m
Reservatórios Artificiais Área Rural	30 a 100 m
Reservatórios (Δ Cota Maximorum Cota Operacional)	Variável
Declividade	> 100% ou 45°
Topo de Morro – 1/3 superior do cume ou 2/3 a partir do ponto de sela	Se Δ (Cume – Sela) > 100 m e > 47% ou 25° $APP\ Topo = \Delta (H_{Cume} - H_{Sela}) / 3$

Fonte: Lei Federal nº 4.771/1965 e Lei Estadual nº 14.309/2002; pelas legislações atuais – Lei Federal nº 12.651/2012; Lei Federal nº 12.727/2012 e Lei Estadual nº 20.922/2013. Adaptado de Rocha et al. (2019c).

Fonte: Adaptado de: Rocha *et al.* (2019c)

Entretanto, as APP sofrem pressões antrópicas diversas, sobretudo em áreas urbanas onde seus elementos naturais foram suprimidos ou severamente alterados. Deve-se atentar para as situações de conflitos entre as APP e o uso atual da terra. O mapeamento dessas ocorrências pode servir para a melhor análise e compreensão das relações socioambientais.

Foram obtidos dados vetoriais de hidrografia do IBGE (2018), utilizando a carta topográfica de Matias Barbosa (SF-23-X-D-IV-3), na escala 1:50.000 e hipsometria cedida pelo projeto Light Detection And Ranging (LIDAR) da PJF (2007). Os vetores hipsométricos da PJF auxiliaram na correção do limite da bacia que foi gerado no software ESRI ArcGIS® 10.3.2, através das ferramentas de “Hidrologia” em “Análise Espacial” e realizados os ajustes de projeção. Esses dados subsidiaram a produção dos cartogramas das faixas de APP de nascentes, hidrografia, margem do espelho d’água (APP hídrica ripária), de declividade (APP de encosta) e de topo de morro.

As faixas de APP Hídricas foram geradas pela ferramenta “Buffer” (em “Ferramentas de Análise”: “Proximidade”). Para cursos d’água com largura até 10 metros a APP, definida pela Lei federal nº 12.651/2012, é uma faixa de 30 metros da rede hidrográfica. E para as nascentes e olhos d’água, raio mínimo de 50 metros. A APP de declividade foi mantida pelo NCF em vertentes com inclinação igual ou superior a 45° ou 100%, gerada pela ferramenta “Declividade” (em “Ferramentas de Análise Espacial”: “Superfície”). A APP de topo de morro foi obtida pelas ferramentas “Topo” para o antigo Código Florestal (ACF) e “TopoMAP” para o NCF (OLIVEIRA; FERNANDES FILHO, 2016).

Resultados e Discussões

O resultado total das áreas de preservação permanente na BCRSP já demonstra o significado da última alteração legal no Código Florestal Brasileiro. Conforme a Tabela 4, o Código Florestal de 1965 considerava 4,64 Km² de APP, conforme as Figuras 7 e 8. As APP hídricas e de terreno ocupam, segundo o NCF, apenas 1,78 Km² da bacia, representando uma perda de 61,65% de APP na bacia.

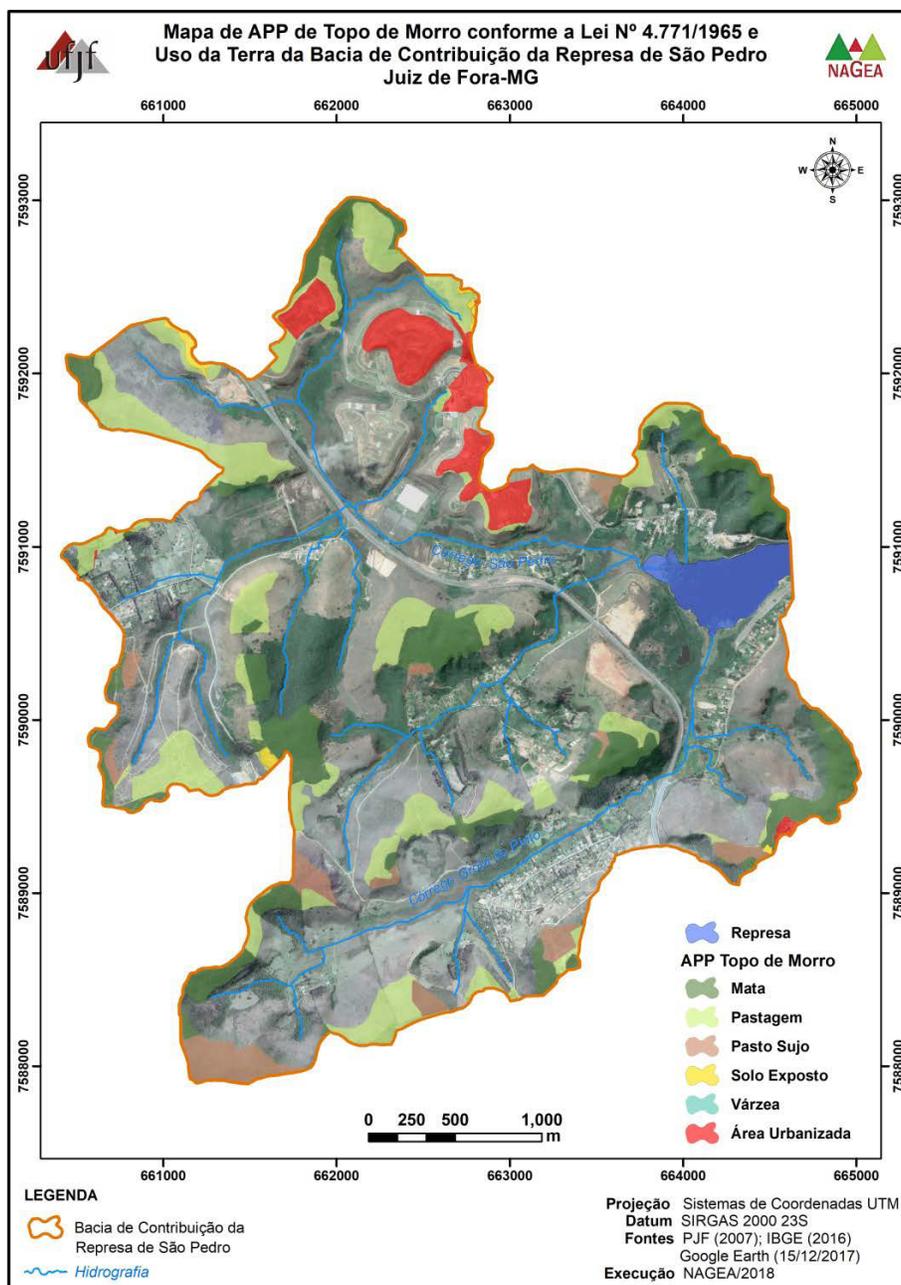
Tabela 4 – Uso nas APP da BCRSP segundo a Lei no 4.771/1965.

APP e CLASSES	NASCENTE	CURSO D’ÁGUA	REPRESA	DECLIVIDADE	TOPO DE MORRO*
Mata	39,4%	27%	38,2%	25,3%	32,3%
Pastagem	42,3%	44%	20,6%	50,3%	42%
Pasto Sujo	9%	7,1%	14,4%	21,2%	10,5%
Solo Exposto	0%	0,1%	0%	1,4%	1,2%
Várzea	0%	12,5%	23,4%	Ausente	Ausente
Corpo Hídrico	0%	1,7%	0%	0%	0%
Área Urbanizada	9,3%	7,6%	3,4%	1,8%	14%

Fonte: Autores, 2018 *Conforme o ACF (Lei nº 4.771/1965).

A queda acentuada é porque não há mais APP de topo de morro prevista para a BCRSP no NCF. Pela Lei no 4.771/1965, consideravam-se 2,86 Km² de APP de topo de morro, ocupadas atualmente pelas classes representadas na Figura 7.

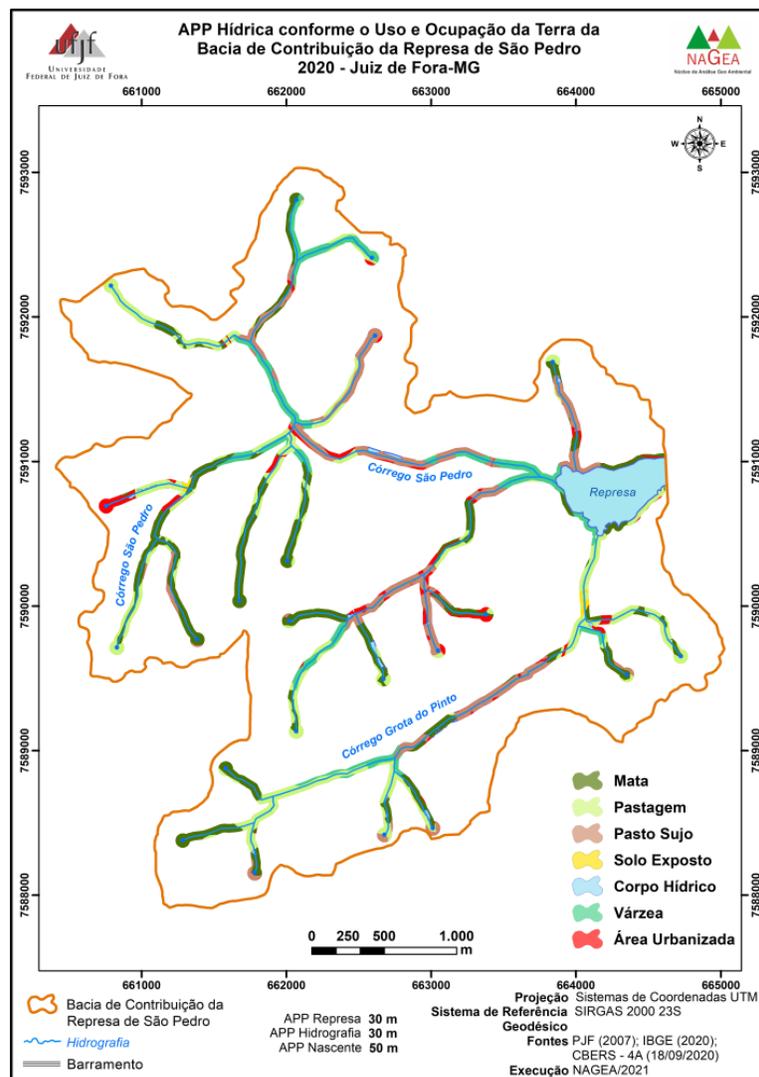
Figura 7 – APP Topo de Morro na BCRSP segundo a Lei nº 4.771/1965



Fonte: Autores, 2018.

Segundo Souza (2012), a ocupação humana na BCRSP ocorreu principalmente ao longo dos vales dos córregos São Pedro e Grota do Pinto (Figura 8), região que apresenta elevações entre 800 e 900 metros de altitude. Uma exceção para esta afirmação se deveu ao Condomínio Alphaville, implantado ao norte da Bacia (Figuras 7 e 8), que até então não havia sido executado, sendo o mesmo construído sobre áreas de topos de morro descaracterizadas atualmente devido ao ponto de sela. Certamente, se estivesse com Mata, Pasto Sujo ou até mesmo Pastagem, haveria mais infiltração e seria uma área de recarga da Represa.

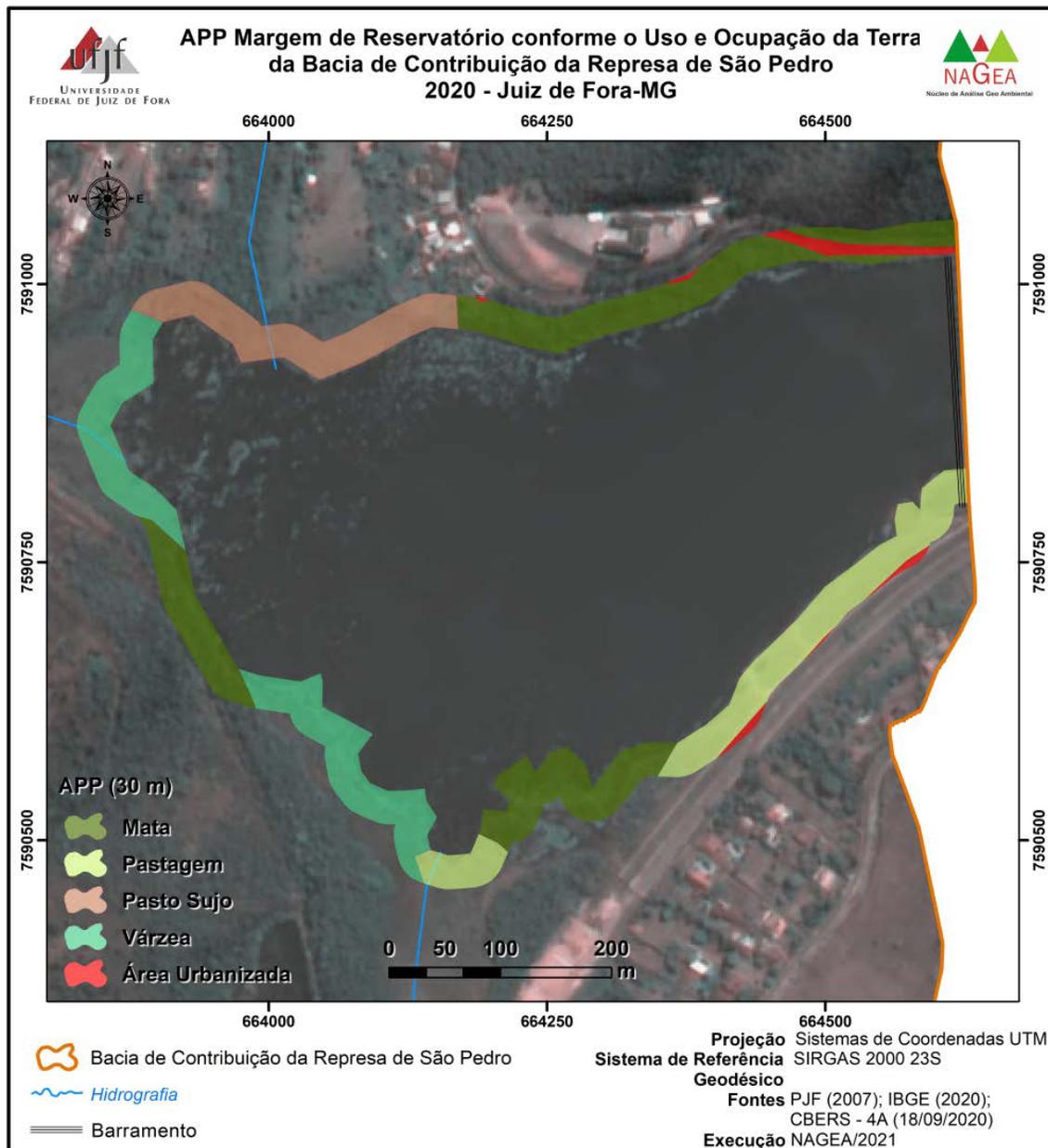
Figura 8 – Uso e cobertura da terra nas APP Hídricas da BCRSP.



Fonte: Autores, 2021.

Os conflitos nas APP de Margens de Reservatório, responsáveis pela proteção direta das águas da represa estão ilustrados na Figura 9. Tundisi e Tundisi (2010) são enfáticos ao afirmarem que a remoção da vegetação aumenta o transporte de sólidos e a condutividade degradando o manancial e aumentando os custos de tratamento da água para abastecimento.

Figura 9 – Uso da Terra nas APP de margens de reservatório da BCRSP.



Fonte: Autores, 2021.

Para esse tipo de APP, o NCF – Lei 12.651/2012 (BRASIL, 2012^a) traz o conceito de cota máxima maximorum e nível máximo operativo normal, vinculando a APP de margem à diferença entre elas para contratos assinados antes de 24/08/2001. Segundo a Cesama (2020), esses valores na Represa de São Pedro são respectivamente 850,231 m (Cota da Barragem); 849,991 m (Extravasor 1) e 850,152 m (Extravasor 2). Se for considerar essa hipótese, praticamente não existiria APP de margens de Reservatório na Represa de São Pedro. Após a data citada, a Lei no 12.727/2012 (BRASIL, 2012b) determinou que no licenciamento ambiental fosse respeitada uma faixa entre 15 m e 30 m para reservatórios em áreas urbanas (vide Tabela 4). Segundo Alencar (2015), a Lei no 12.727/2012 deixa a definição da largura de APP de reservatório para o licenciamento ambiental, tornando a norma de abrangência mais ampla.

Finalizando, as APP Totais foram sobrepostas à Carta de uso e cobertura da terra, através da ferramenta Clip, para analisar se o uso atual é ADEQUADO – quando ocorrem as classes Mata (vegetação arbórea), Várzea (vegetação de alagado) e Corpo Hídrico; ou IRREGULAR – quando somadas as classes Pastagem, Pasto Sujo, Solo Exposto e Área Urbanizada (ferramenta Merge), quantificadas na Tabela 5 e representadas na Figura 10. Antes da aprovação do NCF, na BCRSP, as APP configuravam 36% de sua área total. Atualmente, contabiliza apenas 14%, cartografando as perdas nessa bacia de manancial.

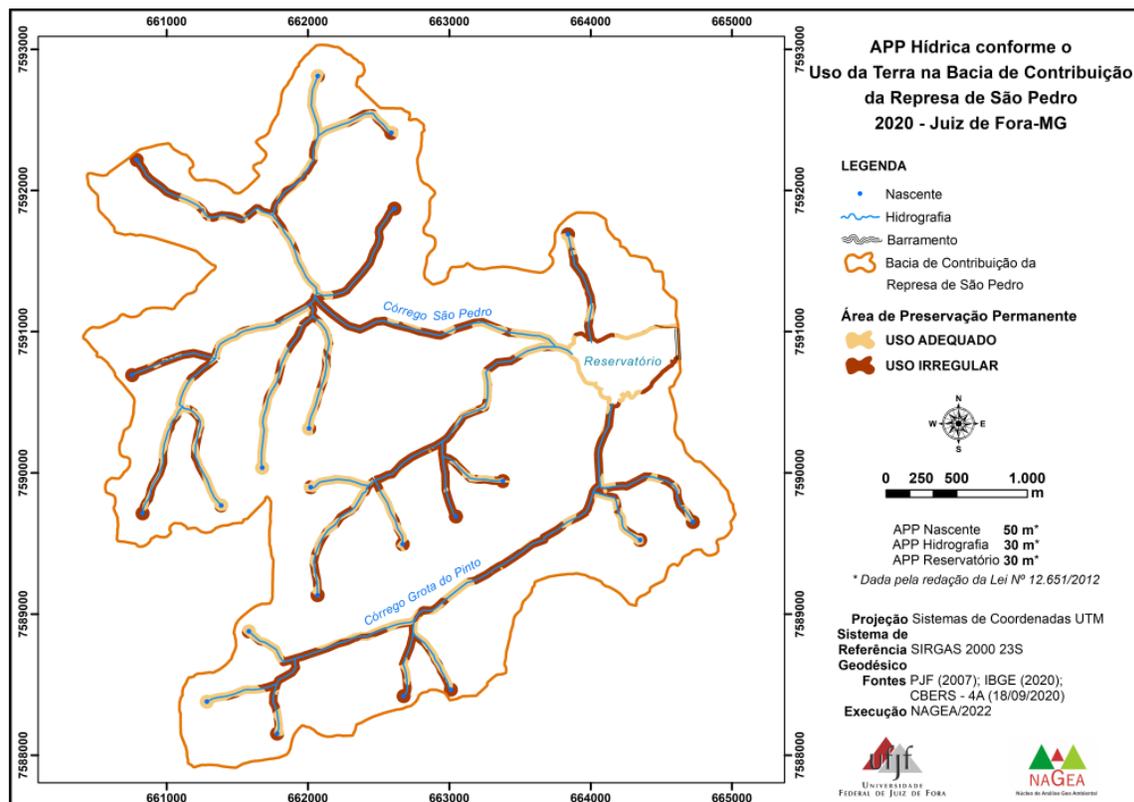
Tabela 5 – Porcentagem de uso da terra nas APP da BCRSP.

Categoria / APP	NASCENTE	CURSO D'ÁGUA	REPRESA	DECLIVIDADE	TOPO DE MORRO
ADEQUADO	39%	41%	49%	25%	32%
IRREGULAR	61%	59%	51%	75%	68%

Fonte: Autores, 2021.

Houve um acréscimo de 38% de áreas de uso irregular nas APP da BCRSP, reflexos da expansão de áreas urbanizadas em processo conhecido por antropização, com a implementação de projetos habitacionais (condomínios populares e de classe média a alta) e empreendimentos empresariais. A maior parte dessa irregularidade está nas APP de declividade (75%), nascentes (61%) e curso d'água (59%). O “Adequado” 49% de margens da represa ainda com Mata, conforme a Figura 10, precisa ser mantida, além da revegetação do restante. Vale ressaltar que o 68% “Irregular” de APP topo de morro refere-se ao Código antigo, pois não existe mais essa classe na BCRSP se formos utilizar o NCF (ponto de sela). Os 32% de Matas nas áreas mais altas só estarão protegidos pela Lei da Mata Atlântica – Lei Federal no 11.428/2006 (BRASIL, 2006).

Figura 10 – Apresentação dos usos nas APP Hídricas segundo o NCF conforme as categorias USO ADEQUADO e USO IRREGULAR.



Fonte: Autores, 2022.

3.4 Qualidade da água na BCRSP

Conforme abordado no Capítulo 2, foi escolhido o Índice de Conformidade ao Enquadramento do Canadá para expressar a qualidade da água nos mananciais de abastecimento de Juiz de Fora.

Todos os cálculos do ICE foram baseados na série histórica de dados da Cesama, entre 2006 e 2020, no ponto de captação da barragem. Nesta pesquisa o conjunto dos parâmetros utilizados para o cálculo do ICE variou de 10 a 12, o que apresentou uma boa base para os cálculos do ICE em termos de volume de dados.

Foram selecionados os seguintes parâmetros: Turbidez (TUR), Oxigênio Consumido (OC), Potencial Hidrogeniônico (pH), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO_{5,20}), Cloretos (Cl⁻), Ferro (Fe), Fósforo Total (FT), *Escherichia coli* (*E. coli*), Dureza (Dur), Condutividade Elétrica (CE), Oxigênio Dissolvido (OD) e Alumínio (Al).

A Tabela 6 apresenta os parâmetros de qualidade da água da Represa de São Pedro fornecidos pela Cesama entre os anos de 2006 e 2020, bem como as unidades de medida. Como não houve regularidade nas análises dos parâmetros, a Tabela 6 apresenta também o número de observações. Foram utilizados como limites, quando aplicáveis, os definidos pela Resolução Conama no 357/05 para águas de Classe 1. Para o parâmetro Dureza, o qual não tem limite definido na mesma Resolução, foi utilizada a Portaria do Ministério da Saúde no 2.914 de 12 de dezembro de 2011 (BRASIL, 2011), que estabelece para este parâmetro o limite máximo de 500 mg.L⁻¹ de CaCO₃ (para água potável). Para o Nitrogênio Total foi utilizado como limite o valor da soma dos padrões para nitrito (NO₂⁻), nitrato (NO₃⁻) e nitrogênio amoniacal definidos na Resolução Conama no 357/2005. Para Condutividade Elétrica (CE) trabalhou-se com limites sugeridos pela CETESB (2009).

Tabela 6 – Parâmetros de qualidade da água da Represa de São Pedro e seus limites máximos estabelecidos para Classe 1.

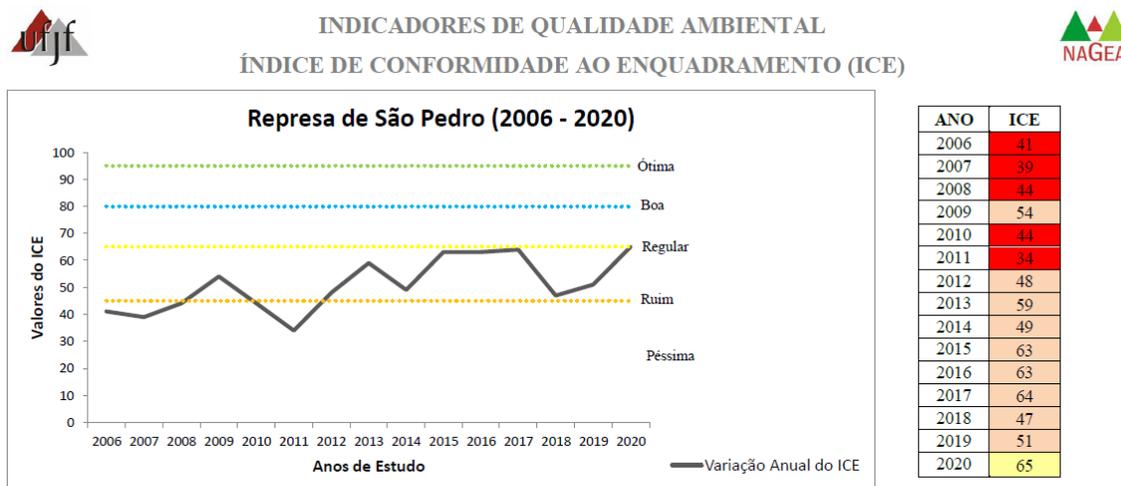
PARÂMETROS:	Unidade	Nº obs.	Limites
pH	pH	142	≥6 e ≤9
Turbidez	UNT	142	≤40
Ferro	mg.L ⁻¹	135	≤0,3
Alumínio	mg.L ⁻¹	69	≤0,1
Cloretos	mg.L ⁻¹	139	≤250
Dureza	mg.L ⁻¹	124	≤500
Oxigênio Consumido	mg.L ⁻¹	129	≥5
Oxigênio Dissolvido	mg.L ⁻¹	81	≤6
Condutividade elétrica	μS.cm ⁻¹	138	≤100
DBO _{5,20}	mg.L ⁻¹	120	≤3
Nitrogênio Total	mg.L ⁻¹	86	≤7,2
Fosforo Total	mg.L ⁻¹	101	≤0,02
<i>Escherichia coli</i>	NMP.100ml ⁻¹	107	≤200

Fonte: Cesama, 2020.

Resultados e Discussões

Os resultados dos cálculos do ICE para o ponto de captação da Represa de São Pedro para a série histórica de 2006 a 2020 estão representados no gráfico da Figura 11. Observa-se que o ICE permaneceu péssimo nos anos 2006, 2007, 2008, 2010 e 2011, sendo 2011 o pior valor.

Figura 11 – Resultados do ICE para a captação da Represa de São Pedro entre 2006 e 2020.



ICE	94<ICE	79<ICE≤94	64<ICE≤79	44<ICE≤64	ICE≤44
Classe	Ótima	Boa	Regular	Ruim	Péssima
Significado	Água protegida, com ausência de impactos.	Água protegida, com pequeno grau de impacto.	Água protegida, porém com ocasionais impactos.	Água frequentemente afetada.	Água sempre alterada.

Agradecimento pelo fornecimento dos dados:



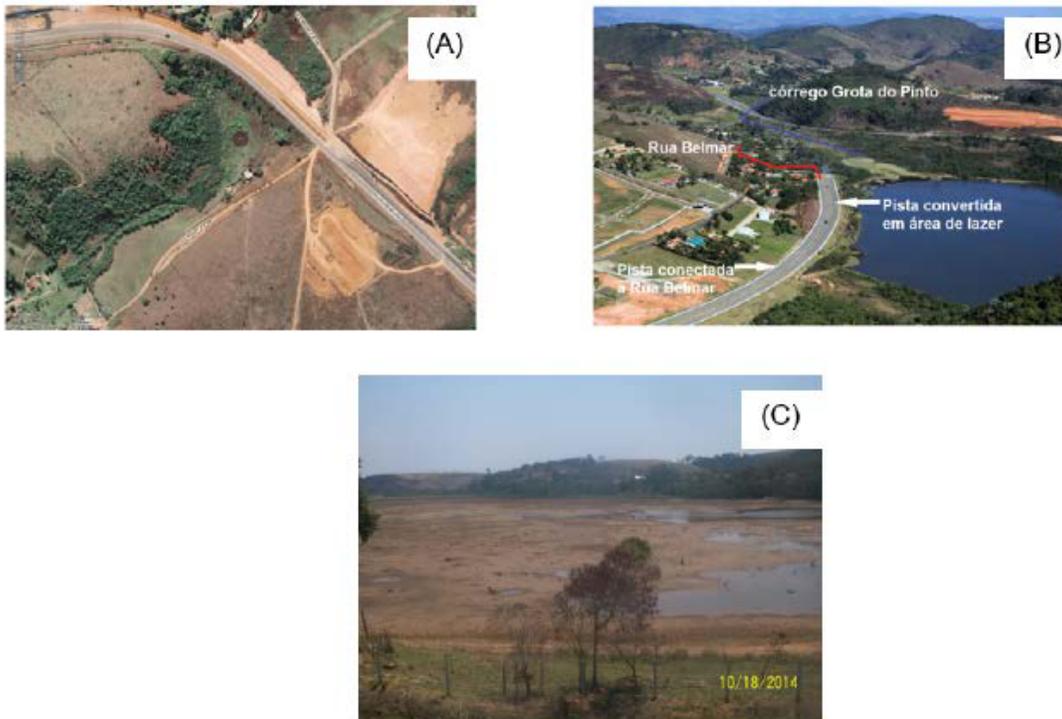
Fonte: Autores, 2021.

Em 2007, foi realizada a obra de duplicação da BR-040 (Figura 12A); entre 2010 e 2011 a construção da BR-440 (Figura 12B) e terraplenagem de loteamentos, possivelmente carregando materiais sólidos para o corpo hídrico (ROCHA *et al.*, 2019a).

Os outros anos se enquadraram como “ruim” no que diz respeito à classificação do ICE, decrescendo em 2014 (Figura 12C) devido a maior seca dessa série de dados (INMET, 2016). Segundo Rocha *et al.*, (2022), o período de 2015 a 2017, que é o melhor patamar da série, aproximando de “Regular”, coincide com a paralização das obras da BR-440. Ao serem retomadas em 2018 o ICE volta a ficar “Ruim”, aproximando da qualidade “Péssima”. A paralização das obras com a pandemia de Covid-19, em 2020, registra o melhor valor da série com ICE=65.

A sensibilidade do ICE mostra como a interferência antrópica interfere nesta represa. Isso indica que a qualidade da água quase sempre está alterada e que os parâmetros de qualidade frequentemente não atendem aos padrões estabelecidos para a Classe 1.

Figura 12 – Principais interferências antrópicas e seca extrema na Bacia da Represa de São Pedro



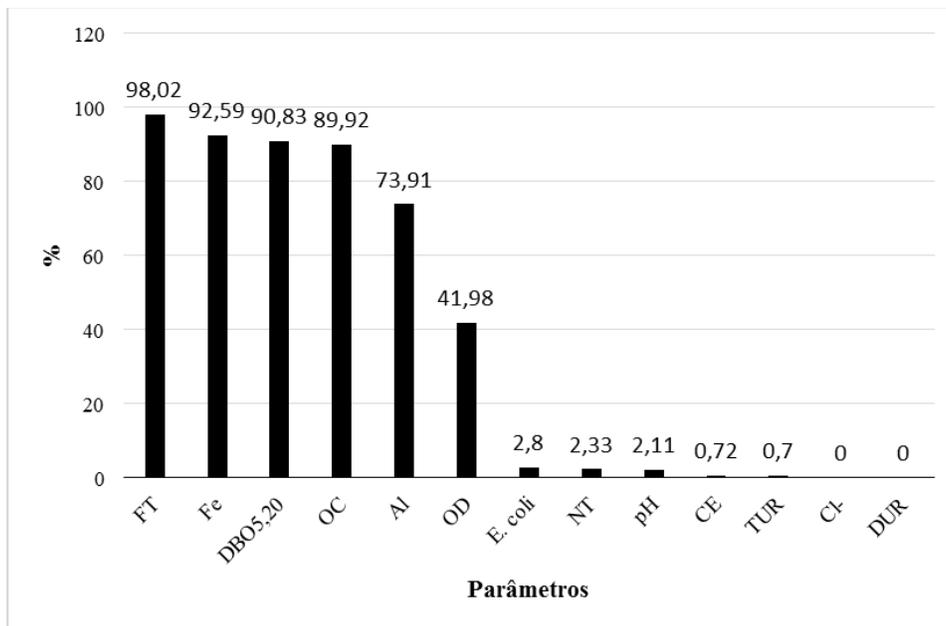
Fonte: Costa, 2016.

A percentagem de resultados não conformes é apresentada na Figura 13. Os parâmetros FT, Fe, DBO5,20, OC, Al e OD foram os que apresentaram maior percentual de não conformidade no período analisado. O Alumínio e o Ferro estão relacionados ao escoamento superficial devido ao revolvimento da terra e processos erosivos. Os demais parâmetros estão relacionados ao aumento de matéria orgânica na bacia, decorrente do despejo de efluentes domésticos e do manejo das pastagens.

Outro parâmetro que pode corroborar essa hipótese é o Nitrogênio Total que também pode ter origem antropogênica, através de despejos domésticos e industriais e também pode provocar a redução de oxigênio dissolvido (OD) em virtude do processo oxidativo de nitrificação

realizado por microrganismos aeróbios, bem como a lixiviação de áreas agrícolas da bacia de drenagem (VON SPERLING, 2005).

Figura 13 – Percentual de resultados não conformes na captação da Represa de São Pedro



Fonte: Rocha et al. (2019a)

3.5 Conclusões e Recomendações

A qualidade das águas da Bacia de Contribuição da Represa de São Pedro sofre influência dos despejos domésticos e terraplenagem resultantes do processo de urbanização, destacando-se a duplicação da BR-040, em 2007; a execução da BR-440 e dos loteamentos diversos (Condomínio Alphaville), entre 2010 e 2012; e a pior seca ocorrida em 2014. O melhor patamar, entre 2015 e 2017, coincide com a paralização das obras. O melhor valor de ICE, em 2020, devido a nova paralização da obra em função da Pandemia de Covid-19, mostra a sensibilidade do ICE aos impactos antrópicos.

Todas essas alterações colocam em cheque o atual Plano Diretor Participativo do Município que a classifica como “área de expansão urbana” (JUIZ DE FORA, 2018A), retirando a bacia desta Represa, no Art. 66, como Macroárea de Interesse Ambiental e de Preservação dos Mananciais – MA3,

em contraste com uma bacia de manancial de abastecimento em atividade. Neste caso o Poder Público deixou esse manancial a mercê da especulação imobiliária, o que resultou na autorização do Condomínio Estrela do Lago, justamente na sub-bacia do córrego Grota do Pinto. A ocupação de APP Hídricas de recarga da represa será o maior prejuízo ao manancial.

Mesmo com a autodepuração proporcionada pela represa, esses impactos são percebidos através do ICE, visto que os piores resultados encontrados foram nessas intervenções. O melhor resultado na Pandemia de Covid-19 em 2020 quando foram paralisadas as obras e reduzido o tráfego de veículos na BR-040 é algo contundente para mostrar a sensibilidade do ICE. Portanto, a qualidade das águas no ponto de captação da BCRSP, enquadrado na Classe 1, não esteve em conformidade com os padrões legais estabelecidos ao longo desses 15 anos de monitoramento.

Destaque para a capacidade de suporte e resiliência dessa represa que mostrou melhoria da qualidade da água sempre que tais intervenções cessaram ou reduziram, revelando que as águas da Represa de São Pedro ainda podem se recuperar, caso tais intervenções deixem de acontecer e/ou sejam minimamente mitigadas. A linha de tendência do ICE ao longo do tempo é ascendente, com ênfase nos últimos três anos, que tiveram os melhores índices desses últimos 15 anos, aproximando-se ao valor “Regular”. Nesse sentido, as ações preventivas e de controle de poluição, principalmente relacionadas ao esgotamento sanitário no entorno da represa e a minimização do revolvimento da terra, devem ser cobradas pela sociedade civil organizada.

A precariedade das Áreas de Preservação Permanentes mostra o quanto estamos longe de um ambiente equilibrado, como defendido na nossa Carta Magna de 1988 (BRASIL, 1988). Essa bacia ainda tem contingentes de mata na ordem de 23%, que deveriam ser preservados na tentativa de formar corredores ecológicos com as bacias adjacentes, principalmente a do córrego São Mateus, que deriva para a nossa grande Bacia do rio do Peixe, fornecendo abrigo e alimento para a macrofauna que depende desses fragmentos.

As perdas nas APP de topo de morro do NCF são exemplificadas de forma contundente pelo Condomínio Alphaville, que impermeabilizará grandes áreas, deixando de contribuir com a recarga da Represa de São Pedro. Outros empreendimentos seguirão esse “exemplo” e se instalarão nessas cabeceiras de drenagem.

O desrespeito às APP Hídricas é algo cultural e que deveria ser solucionado com a educação da população e fiscalização eficiente, apesar do retrocesso trazido pelo Novo Código Florestal.

As APP de margens de reservatório ainda com 49% de Mata, são uma esperança de recuperação de toda essa faixa ripária que teria impacto positivo na qualidade da água.

Ademais, esse manancial é estratégico por vários motivos:

- Localiza-se em cota alta atendendo a vários bairros por gravidade com economia de energia;
- Suas redes são mais curtas devido à proximidade entre a represa, a ETA e os domicílios atendidos, reduzindo vazamentos e custos de manutenção;
- As vazões medianas que chegam pelos dois principais tributários, na ordem de 350litros/segundo (NAGEA, 2016), são mais de duas vezes maiores que o volume tratado na ETA de 140l/s, ou seja, existe espaço para ampliação dessa Estação que poderia, pelo menos, dobrar a sua capacidade de atendimento, mantendo-se a vazão ecológica a jusante;
- Após o reforço adequado na barragem, a dragagem desse corpo d’água aumentaria sua capacidade de armazenamento, diminuindo a dependência de Chapéu D’Uvas e os riscos de desabastecimento na época da seca, evitando-se ainda as enchentes e inundações que estão acontecendo com grande frequência nas ruas que ficaram abaixo da Via São Pedro (BR-440) na Cidade Alta;
- Uma gestão por bacia deveria priorizar a retenção da água na parte mais alta para evitar problemas à jusante nos bairros Vale do Ipê,

Democrata e Mariano Procópio. Nesse caso, a Represa de São Pedro também desempenharia o papel de amortecimento de cheias, funcionando como um reservatório de acumulação/amortecimento também conhecido por “piscinão”.

Segundo Rocha et al., (2022), até o momento, não existem registros oficiais de quaisquer projetos de reflorestamento ou de recuperação desse manancial por parte dos órgãos públicos gestores que deveriam mediar esses conflitos e dar limites. Coleta e tratamento dos esgotos no seu entorno? Dragagem para aumentar a sua capacidade de armazenamento e diminuir enchentes e inundações a jusante? Ao contrário, plantam-se rodovias e condomínios nas planícies de inundação e áreas de recarga, na contramão da sustentabilidade desejada pela humanidade.

Finalmente, essa região da Represa de São Pedro vem sendo utilizada espontaneamente pela população como área de lazer e existem inúmeros projetos de parques com lagoas artificiais (espelhos d’água contemplativos), equipamentos de ginástica, pistas de caminhada, corrida e cicloviárias, algo que deveria ser efetivado pelo Poder Público numa cidade que carece desse tipo de oferta.

A desativação dessa represa, ventilada pelos meios de comunicação e desejada por empresários que querem lucrar com a beleza cênica desta área, vai na contramão do desejo de manter essa área como de uso coletivo e conservada, algo a ser enfrentado por toda a sociedade juiz-forana. Ainda há esperança de conservar essa represa e transformar todo o seu entorno em área de lazer para a população juiz-forana.

Capítulo 4

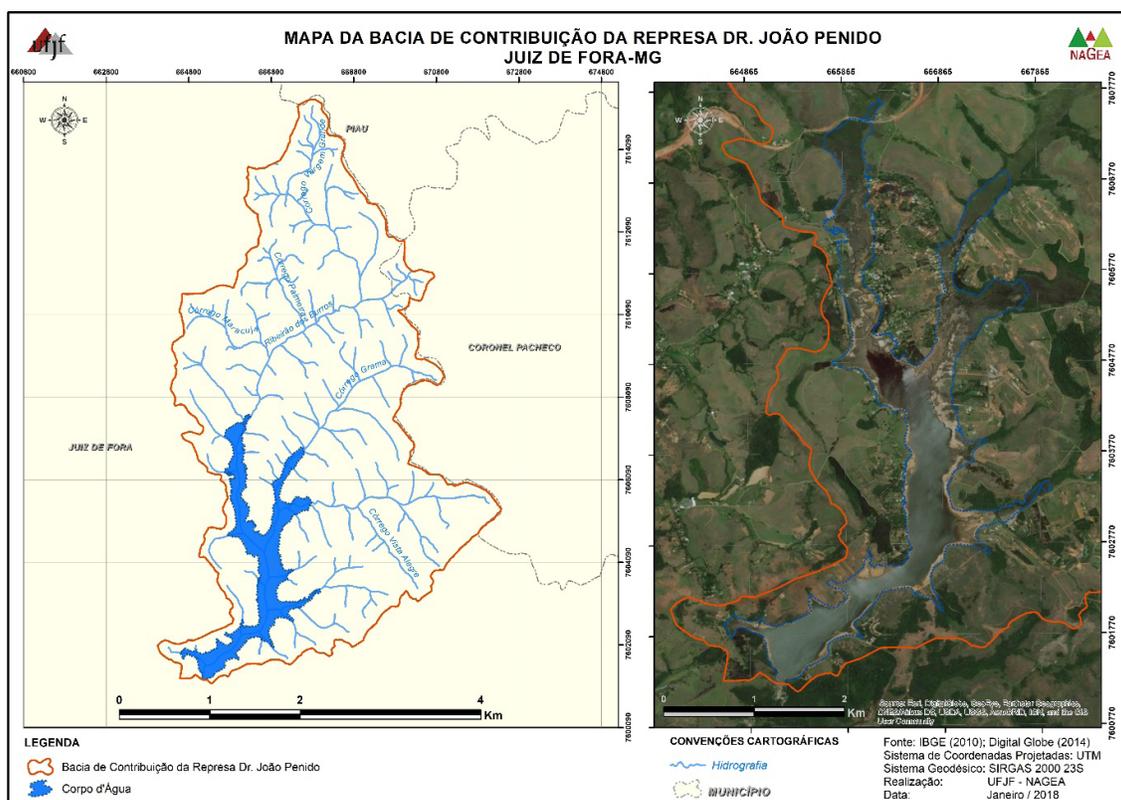
A BACIA DE CONTRIBUIÇÃO DA REPRESA DR. JOÃO PENIDO (BCRJP)

César Henrique Barra Rocha; Thiago Martins da Silva; Márcio de Oliveira; Antoine Philippe Casquin; Isis de Castro Almeida; Micael Marlon de Moraes Machado

4.1 Introdução

A Bacia de contribuição da Represa Dr. João Penido – BCRJP é um ecossistema artificial construído em 1934 na região Norte do município de Juiz de Fora, a 10 km de distância de malha urbana, com área de contribuição de 59,5 Km² (Figura 14). Pereira (1991) afirma que o manancial já foi responsável por abastecer 70% da cidade. A ligação com a adutora de Chapéu D’Uvas, feita em 2017, teve o objetivo de poupar esse manancial que ficou sobrecarregado nos últimos anos, principalmente na seca extrema de 2014. O reservatório é proveniente do barramento do ribeirão dos Burros, seu principal tributário e afluente do rio Paraibuna. Cabe destacar a contribuição dos córregos Grama e Vista Alegre. A Rodovia do Aeroporto não aparece na Carta do IBGE a esquerda, mas aparece em construção ao norte da imagem direita.

Figura 14 – Carta da Bacia de contribuição da Represa Dr. João Penido com destaque para o ribeirão dos Burros, os córregos Grama e Vista Alegre e o corpo d’água principal.



Fonte: Autores, 2018

Pereira (1991) estabelece um paralelo entre a taxa de transporte natural, estimada para o ribeirão dos Burros (que é de 117 ton./Km² x ano), e a quantidade de sedimentos no reservatório (que é de 5,0 x 10⁶ m³), concluindo que a quantidade de sedimento presente no reservatório é 16 vezes maior do que a taxa de transporte natural do ribeirão dos Burros, apontando a ocupação predatória (que promoveu em especial o desmatamento) e as condições geológicas da Bacia, que favorecem a erosão; como fatores determinantes da dinâmica deste manancial. Rocha (1986) ponderava sobre a existência de precários sistemas de água e de disposição de esgotos domésticos na Represa Dr. João Penido. Essa realidade só tem se agravado com a ocupação urbana intensa das suas margens.

Ao contrário da Represa de São Pedro que não dispunha de legislação específica, tendo em vista essas vulnerabilidades e a necessidade de

proteção do principal manancial da cidade, uma equipe interdisciplinar do Instituto de Pesquisa e Planejamento de Juiz de Fora na gestão do Prefeito Mello Reis criou a Lei Municipal no 6.087/1981 (JUIZ DE FORA, 1981) que preconiza em seus Arts. 3º e 9º:

Art. 3º - Para efeitos desta Lei são consideradas as áreas de preservação em todo o perímetro da bacia hidrográfica da Represa Dr. João Penido:

I – Os corpos d' água;

II – A faixa de proteção da Represa Dr. João Penido, medindo 100 m de largura em projeção horizontal a partir da curva de nível da cota 744,00 m, acima do nível do mar, corresponde ao nível máximo da Represa;

III – A faixa de proteção de 50 m de largura medidos em projeção horizontal, a partir dos limites do leito menor, em cada uma das margens dos cursos d' água;

IV – a faixa de proteção das nascentes, definida por círculo de raio igual a 50 m, medidos em projeção horizontal e tendo a nascente como centro;

V – os topos e morros, as florestas e demais formas de vegetação ali existentes, conforme o disposto na legislação florestal [...].

Art. 9º - É vedado qualquer tipo de ocupação nas áreas consideradas de preservação nos termos do disposto no art. 3º desta Lei.

Parágrafo Único – O disposto neste artigo não se aplica aos serviços, obras e edificações destinadas a:

- a) proteção de mananciais;
- b) controle de recuperação de erosão;
- c) estabilização de encostas;
- d) irrigação;
- e) manutenção da saúde pública.

Apesar dos gestores municipais naquela época elaborarem leis com prerrogativas preservacionistas e conservacionistas, na prática surtiram efeito pífio. Devido à topografia, à beleza natural e à proximidade do centro, essa área sempre sofreu forte pressão antrópica com presença de invasões subnormais, condomínios horizontais, a antiga Estrada Municipal José Elias Mokdeci e, atualmente, a Rodovia Estadual AMG-3085 de ligação da BR-040 à MG-353 em operação desde 2017. Popularmente conhecida como “Rodovia do Aeroporto”, esta tem por objetivo, segundo seus propositores, otimizar o acesso ao Aeroporto Regional da Zona da Mata, localizado entre os municípios de Goianá e Rio Novo, ambos próximos a Juiz de Fora. O impacto sobre a Represa se dá em função da Rodovia atravessar áreas de recarga, vegetação de alagados, o córrego Grama e o tributário de maior

contribuição – ribeirão dos Burros. Houve vários pedidos de vistas, pareceres de universidades, ONGs, entidades de classes como Ordem dos Advogados do Brasil (OAB) e outras que culminaram na rejeição deste Projeto. Mesmo com o posicionamento enfático do Ministério Público Estadual e grande parte da sociedade civil contra esta Rodovia, a licença foi obtida na 62a Reunião Extraordinária do COPAM em 17/05/2010.

Através do Licenciamento Ambiental nº 15908/2007/001/2008 o Departamento de Estradas e Rodagem (DER/MG) solicitou a autorização para construção desta Rodovia. Cabe destacar a proximidade entre a data do licenciamento ambiental e a data de alteração da Lei Municipal 6.087/1981 (JUIZ DEFORA, 1981) que ganhou uma nova alínea “f” através da Lei Municipal 11.817/2009 cuja redação permite “implantação de infraestrutura de alto interesse público em áreas de preservação da bacia” (JUIZ DE FORA, 2009).

O potencial poluidor torna-se mais evidente ao considerar que o Aeroporto visa a atender, principalmente, a demanda do transporte de carga que terá seus fluxos intensificados por meio dessa Rodovia que cortará ao meio a Bacia da Represa, ficando entre as áreas de recarga e o lago principal. O argumento de sua construção é o desenvolvimento regional, de modo a facilitar o acesso ao Aeroporto. Contudo, esta ideia de desenvolvimento não leva em consideração os impactos socioambientais, visto que a bacia terá uma nova configuração do seu espaço, sendo que as atuais características rurais já estão sendo substituídas de maneira mais intensa para uma configuração urbana, onde o ordenamento territorial seguirá outros padrões. Além disso, tal obra atende fortemente interesses voltados à especulação imobiliária ocorrente na bacia, haja vista que haviam, pelo menos, três propostas de traçado alternativo para a construção dessa Rodovia fora dos limites dessa Bacia. O cenário atual da BCRJP é marcado pela especulação imobiliária e por conflitos claros entre o bem-estar coletivo e os interesses particulares. Estes fatos ocorrem em um momento de crise moral e ética dos nossos gestores.

4.2 Uso da terra na BCRJP

A Carta de Uso e Cobertura da Terra da Figura 15, elaborada com imagem do Satélite CBERS 4^a, através de classificação supervisionada no software ArcGIS. O quantitativo expresso na Tabela 7 mostra que somando as classes pastagem e pasto sujo chega-se a 34,515 km², que corresponde a 58% da área dessa Bacia, sendo as classes que mais corroboram as alterações provenientes do carreamento de material alóctone para os tributários na forma de sedimentos, nutrientes e carga orgânica. É lamentável dizer isso, mas seria uma bacia de “pastos” para produzir água?

Tabela 7 – Uso e cobertura da terra na BCRJP em 2020.

Classe	Pasto Sujo	Pastagem	Mata	Várzea	Área Urbanizada	Corpos D'água	Solo Exposto	Silv.	Cult. Agric
Área (Km ²)	20,126	14,389	7,463	6,26	5,184	3,091	1,638	0,713	0,639
%	34	24	13	11	9	5	3	1	1

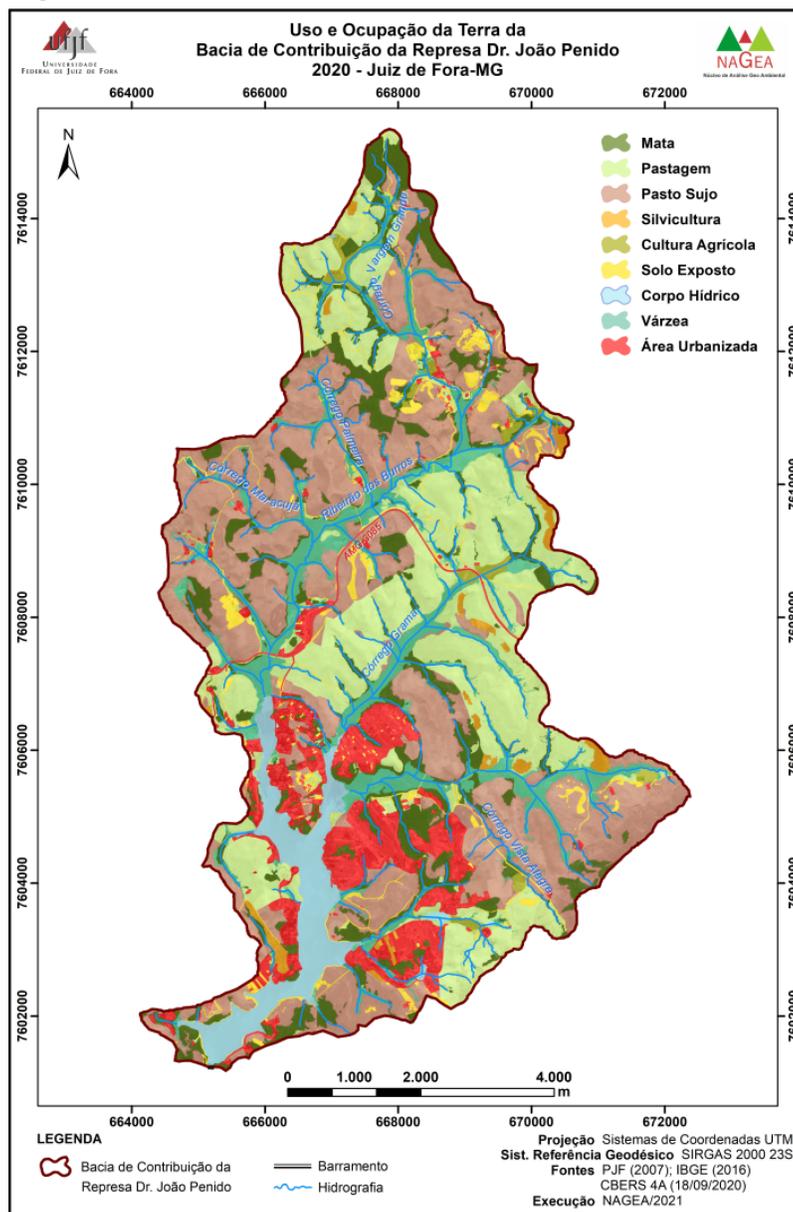
Fonte: Autores, 2021.

As classes solo exposto, área urbanizada, pastagem e pasto sujo cobrem 70% da BCRJP. Estes números evidenciam as fontes de carga orgânica na água da represa, uma vez que a região não possui sistema público de coleta de esgoto. As residências e demais estabelecimentos utilizam fossa séptica ou despejam seus efluentes diretamente nos corpos hídricos. Poucas áreas de mata ciliar nos tributários e margens da represa somada à 58% de pasto sujo e pastagem com exploração sem manejo torna a situação da qualidade da água preocupante.

A ocupação antrópica da Bacia de 13% é um complicador, tendo em vista o desrespeito às APP, em especial da legislação municipal (Lei Municipal nº 6087/1981) com critérios mais restritivos para a ocupação da proximidade da Represa e dos tributários. A classe de Várzea (vegetação de alagado) mapeada com 11% e que faz transição com os cursos d'água deixa transparecer uma característica marcante desta Bacia que é a bai-

xa declividade, associada à dominância de taboa (*Typha domingensis*), muito presente nestas áreas devido aos nutrientes e à carga orgânica inserida pelo esgoto doméstico, fertilizantes e fezes de gado. A Rodovia Estadual AMG-3085 completa o “cardápio” indigesto de desrespeito a essa Represa, cortando a Bacia ao meio, como pode ser visto pela linha sinuosa vermelha na Figura 15, interceptando áreas de várzeas, o ribeirão dos Burros e o córrego Grama.

Figura 15 – Carta de uso e cobertura da terra da BCRJP em 2020.



Fonte: Autores, 2021

Conforme essa Carta de Uso da Terra, a maior concentração das áreas urbanizadas se encontra ao redor da represa, justamente por ter se tornado um atrativo paisagístico e de lazer. Assim, o impacto sobre as águas do reservatório é percebido nos altos níveis de DBO_{5,20}, FT e NT, e também, nos baixos níveis de OD. A grande área coberta por pastagens, ocupando mais da metade da bacia, evidencia o potencial de impacto dessa atividade. A drenagem dessas áreas leva para os corpos d'água a carga orgânica referente aos excrementos dos animais, e ainda, os nutrientes que têm origem nos fertilizantes utilizados para correções do solo e enriquecimento das pastagens.

Segundo Tucci (2002), o uso e cobertura do solo desempenham um papel importante no balanço hídrico de uma bacia. A cobertura vegetal, principalmente as formadas por matas, têm significativa função no processo hidrológico, devido ao processo de evapotranspiração da água no ciclo vertical e longitudinalmente na diminuição do escoamento superficial, o qual favorece a infiltração no solo, facilitando a recarga de aquíferos.

O desmatamento e a substituição das coberturas vegetais por pastagens e áreas urbanizadas, provoca o aumento do escoamento superficial, diminuindo a vazão mínima da bacia e aumentando a sua vazão máxima, isso significa que o armazenamento de água da bacia diminui devido a menor infiltração e recarga dos aquíferos (TUCCI, 2002).

Além de interferir no balanço hídrico, as atividades antrópicas podem comprometer a qualidade das águas, através do lançamento de efluentes domésticos *in natura* e lixiviação de matéria orgânica e nutrientes, provenientes de pastagens e atividade agrícolas (ROCHA; COSTA, 2015).

Rocha *et al.* (2014) ao pesquisarem sobre as interferências do uso e cobertura da terra na BCRJP sobre as variáveis limnológicas, também concluíram sobre os impactos causados no manancial “pelo transporte e pela lixiviação de materiais, a redução da cobertura vegetal com exposição do solo e o manejo inadequado”. Apontaram ainda os efeitos das ocupações nas margens da represa, a ausência de sistema de coleta e tratamento de esgoto e a ocupação irregular das Áreas de Preservação Permanente

(APP). Conclusões semelhantes foram apontadas por Bucci e Oliveira (2014), Bucci *et al.* (2015a), Bucci *et al.* (2015b), Rocha e Pereira (2016), Rocha *et al.* (2018), Rocha *et al.* (2018a), Rocha *et al.* (2019b), Rocha *et al.* (2019c) e Lana *et al.* (2021) em pesquisas sobre qualidade da água para o mesmo manancial. Importante destacar ainda que, outra fonte artificial que provocaria alterações nas variáveis supracitadas é o despejo de efluentes industriais, o que não é identificado nos limites da BCRJP.

4.3 Levantamento dos conflitos nas APP da BCRJP

Além das legislações florestais federais e estaduais, a Bacia de Contribuição da Represa Dr. João Penido (BCRJP) é amparada por leis municipais que visam a proteção deste manancial. Iniciando pela Lei Municipal no 6.087/1981, que em seu Art. 3º determina uma faixa de proteção as margens da Represa de 100 m de largura em projeção horizontal a partir da cota 744 m acima de nível do mar (JUIZ DE FORA, 1981); passando pela Lei Municipal no 6.910/1986 que em seu Art. 12º preconiza a BCRJP como zona especial; a Lei Municipal no 13.672/2018 proíbe a utilização dos mananciais do município para os fins incompatíveis com a sua destinação (JUIZ DE FORA, 2018). A Lei Complementar 082/2018 – Plano Diretor Participativo no seu Art. 66 decreta a Bacia da Represa Dr. João Penido como Macroárea de Interesse Ambiental e de Preservação dos Mananciais – MA3. No Art. 67. São objetivos específicos da Macroárea de Interesse Ambiental e de Preservação dos Mananciais – MA3:

- I – recuperar, conservar e proteger os mananciais de abastecimento público da cidade de Juiz de Fora;
- II – recuperar, conservar e proteger as bacias hidrográficas com potencial para futuros mananciais de abastecimento público da cidade de Juiz de Fora;
- III – aumentar as áreas florestadas;
- IV – conter a expansão urbana;
- V – coibir os usos e atividades efetivas ou potencialmente poluentes, de acordo com a DN COPAM nº 74/2004 e suas alterações. (JUIZ DE FORA, 2018^a)

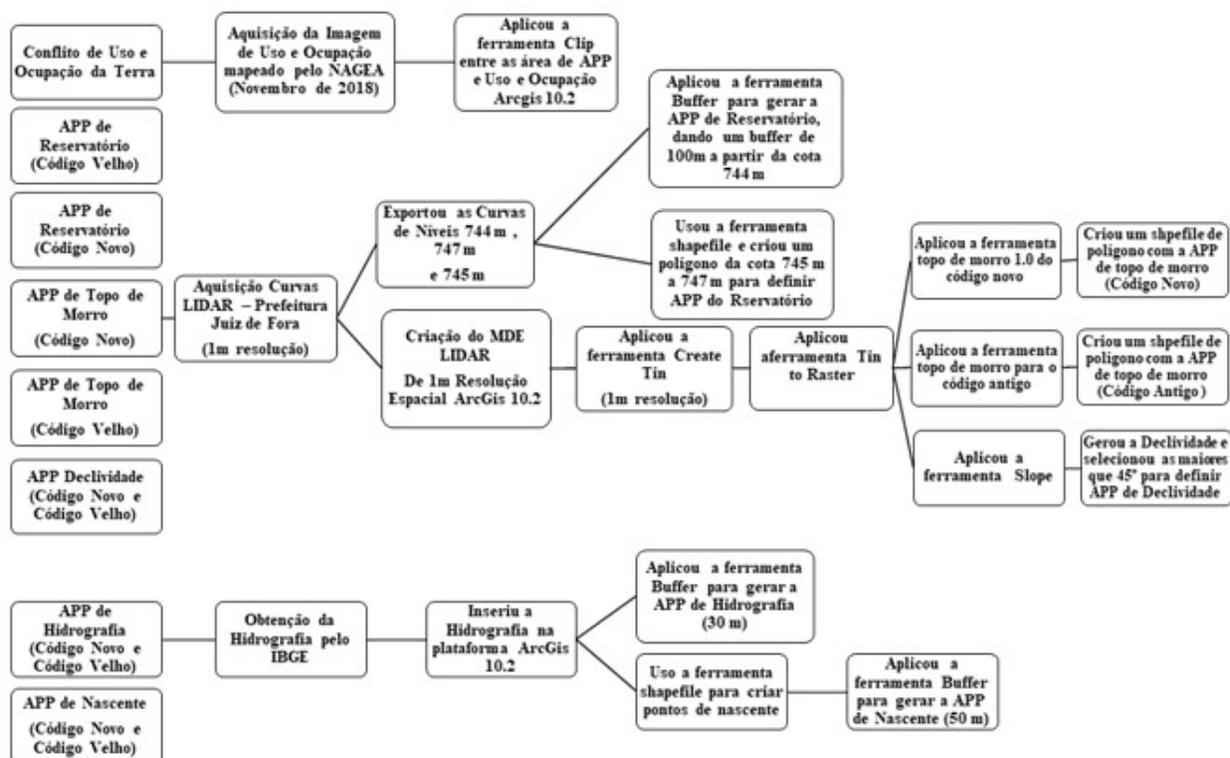
O Decreto 13.520/2019 que veio depois da Lei Complementar 082/2018 repete todas essas recomendações e em seu Art. 1º: Ficam suspensas, em caráter temporário, por 360 (trezentos e sessenta) dias, prorrogáveis, a autorização para movimentação de terra; a emissão de diretrizes para desmembramento e/ou fusão de lotes, para loteamentos ou modificação de loteamentos; a aprovação de qualquer modalidade de parcelamento do solo; a emissão de licença para construção, ampliação ou reforma; a regularização de construções, reformas, modificações ou ampliações de edificações, bem como a emissão de licença para instalação de atividades ou usos em toda a área de contribuição para o lago da Represa Dr. João Penido (JUIZ DE FORA, 2019).

Todas essas tentativas sucessivas de regulamentação não têm surtido efeito, conforme será percebido ao longo deste item e do livro. O conflito se estabelece ao ocuparem áreas em desacordo com a legislação vigente, convertendo áreas de interesse público em particular, tornando o ocupante irregular perante as legislações em vigência.

Conforme a CESAMA (2020), na Represa Dr. João Penido a cota máxima maximorum (barragem) é 746,511 m e a cota máxima operacional (vertedouro tulipa) é 745,124 m, ou seja, uma diferença de apenas 1,387 m. Assim, dependendo da declividade das margens, as APP de Reservatório podem se apresentar irrisórias com relação ao critério de 100 m apresentado na Lei Municipal no 6.087/1981.

A Figura 16 representa um diagrama com as etapas e ferramentas de cada passo utilizadas para geração das cartas de APP da BCRJP.

Figura 16 – Diagrama com etapas e ferramentas utilizadas para geração das cartas de APP da BCRJP



Fonte: Autores, 2018.

Segundo a Tabela 8, há uma diferença total de 7,511 Km² em áreas de APP entre o antigo e o NCF, uma redução de 45,21%, caso não houvesse a Lei Municipal no 6.087/1981. Pela existência dessa Lei, essa diferença na realidade é 6,419 Km² com diminuição de 38,64%.

Tabela 8 – Áreas das APP nos códigos florestais antigo e novo

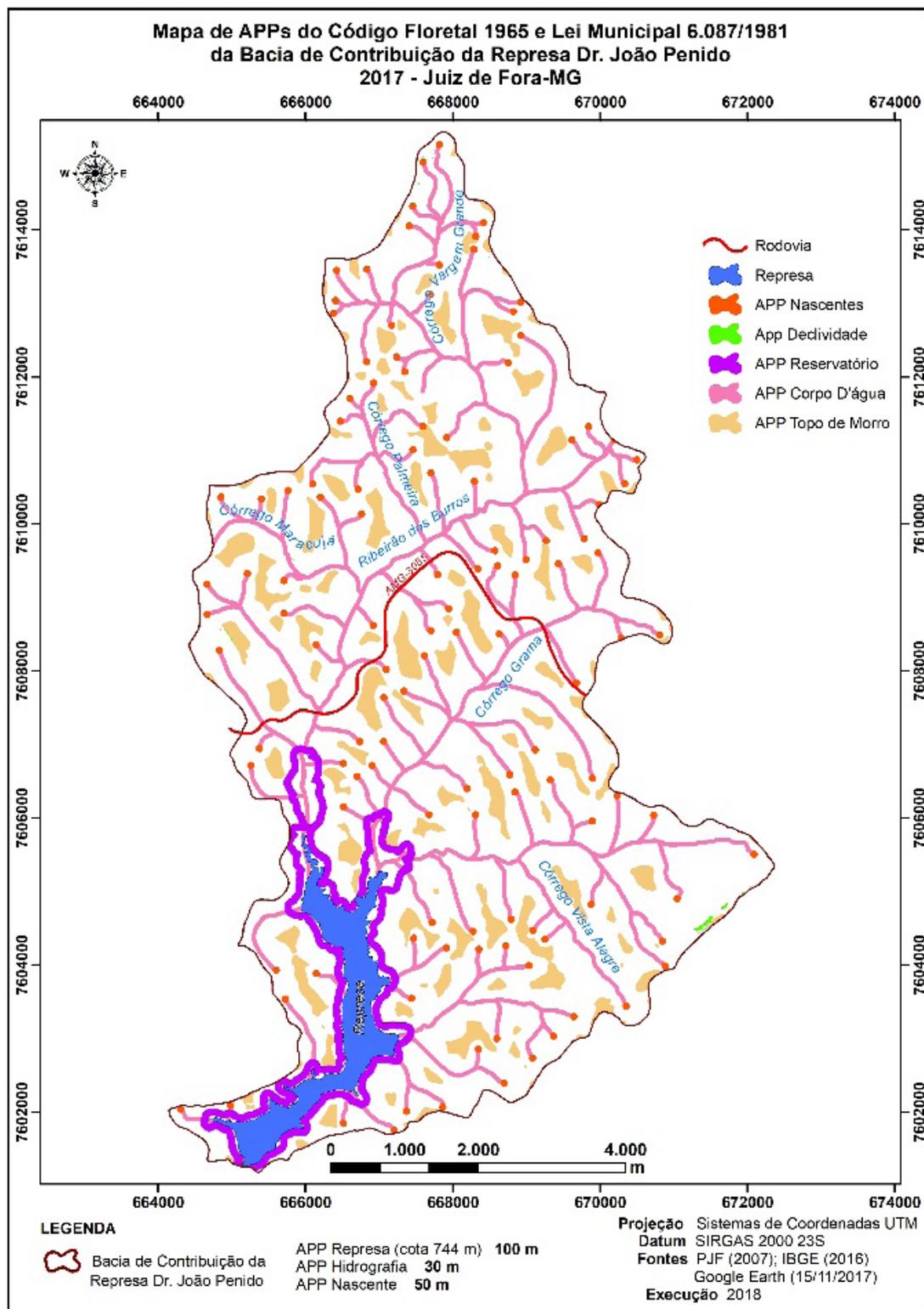
APP	Lei 4.771/1965 (Km ²)	Lei 12.651/2012 (Km ²)
Nascentes	0,959	0,959
Cursos d'Água	6,958	6,958
Reservatório Lei nº 6.087/1981	2,250	-
Reservatório Maximorum	-	1,158
Declividade	0,028	0,028
Topo de Morro	6,419	0,00
Total	16,614	9,103*

Fonte: Autores, 2018.

* Considerando que a APP de Reservatório foi mantida pela Lei no 6.087/1981, esse total precisa ser acrescido de 1,092 Km², resultando 10,195 Km².

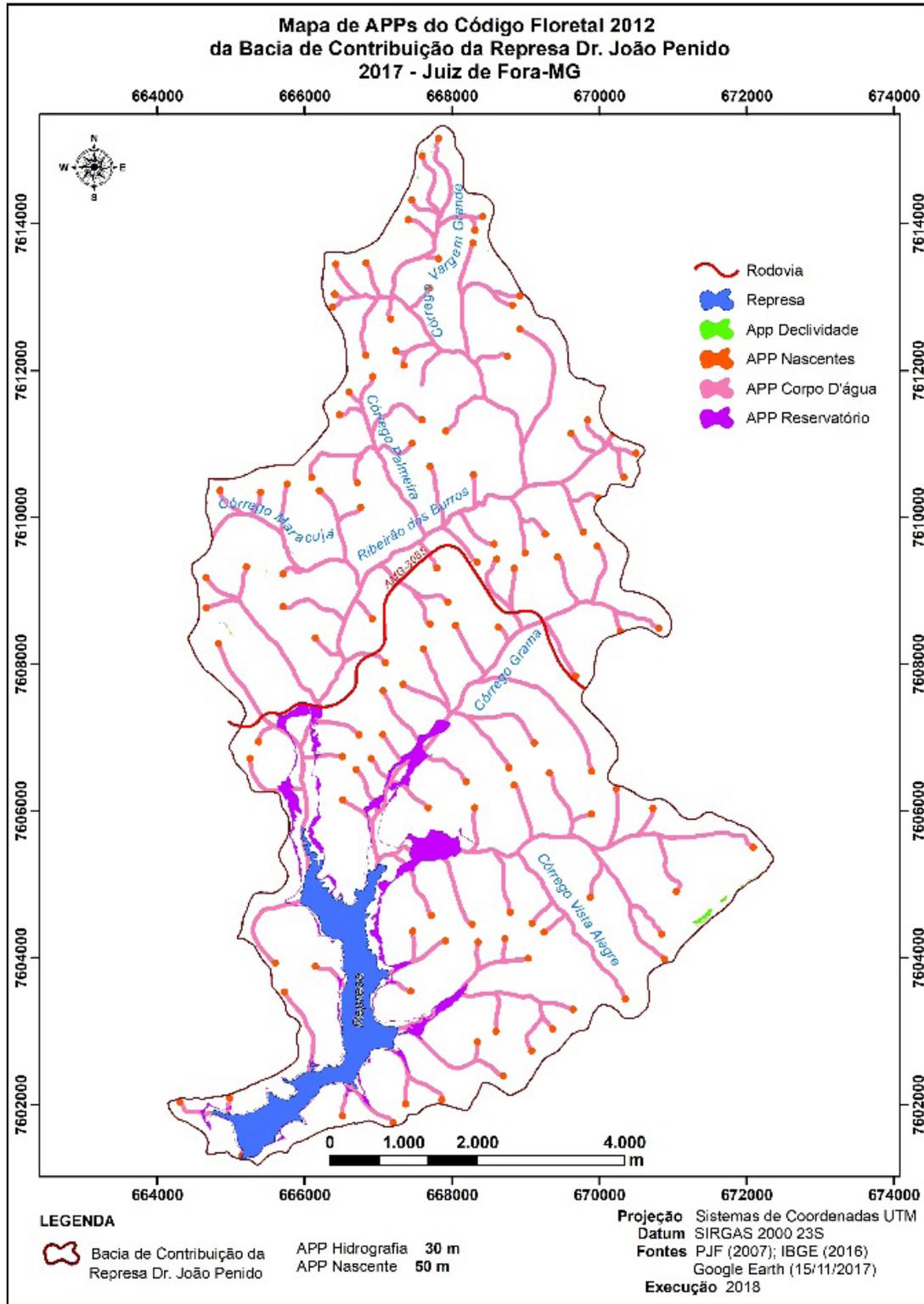
As maiores diferenças estão nas APP topo de morro e APP reservatório. A Figura 17 mostra 6,419 Km² de APP Topo de Morro na Lei no 4.771/1965 (antigo código) e que deixou de existir na Lei no 12.651/2102 – NCF conforme a Figura 18. Observando essa última Carta é perceptível a APP reservatório maximorum do NCF, que no caso da Represa Dr. João Penido é uma diferença de altura de apenas 2 m, que devido à declividade é uma faixa pequena de 1,158 Km² se comparada à Lei Municipal no 6.087/1981 que prevê 100 m da cota 744 m, obtendo 2,25 Km². Como foi colocada, essa diferença de 1,092 Km² será mantida na Represa Dr. João Penido devido à Lei Municipal que é mais restritiva. As demais APP, correspondendo as de nascentes, cursos d'água e declividade em ambos os códigos permanecem as mesmas, não havendo diferenças.

Figura 17 – APP na BCRJP segundo as leis Federal nº 4.771/1965 e Municipal no 6.087/1981



Fonte: Autores, 2018

Figura 18 – APP na BCRJP segundo a Lei nº 12.651/2012



Fonte: Autores, 2018

Conforme a Tabela 9 e as figuras 18 e 19, a classe Mata que deveria ocupar todas as áreas das APP, está presente apenas em 20% das nascentes, 17% dos corpos hídricos, 15% das margens do Reservatório na Lei Municipal e 8% se fosse considerar o NCF. Essas áreas têm grande relevância como barreira contra o carreamento de sedimentos, evitando o assoreamento, sendo de grande importância na dinâmica ecossistêmica de uma bacia e sua interferência na qualidade da água (GREGORY *et al.*, 1991; METZGER, 2010; TUNDISI; TUNDISI, 2010).

Tabela 9 – Quantificação do uso e cobertura da terra nas APP da BCRJP.

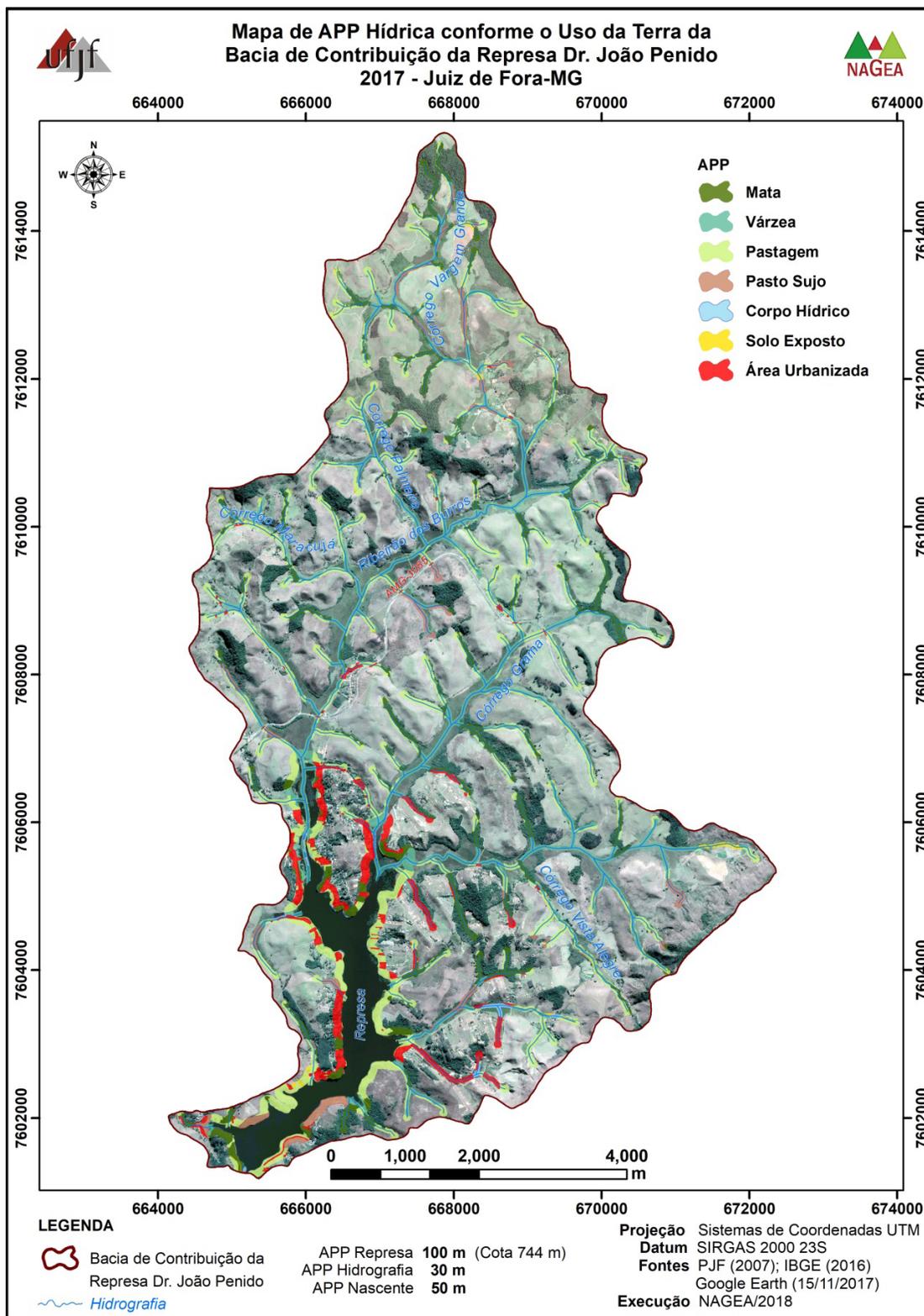
Classes	Nascente km ² / %	Corpo Hídrico km ² / %	Reservat. 6.087/81 km ² / %	Reservat. 12.651/12 km ² / %.	Declividade km ² / %	Topo de Morro km ² / %
Mata	0,189 / 20	1,213 / 17	0,337 / 15	0,090 / 8	0,021 / 76	0,872 / 14
Pasto Sujo	0,046 / 5	0,332 / 5	0,147 / 7	0,053 / 5	0,005 / 18	0,267 / 4
Pastagem	0,623 / 65	2,704 / 39	0,939 / 42	0,425 / 37	0,002 / 6	4,432 / 69
Solo Exposto	0,004 / 0	0,051 / 1	0,009 / 0,4	0,001 / 0	-	0,117 / 2
Área Urbanizada	0,048 / 5	0,321 / 5	0,565 / 25	0,154 / 13	-	0,731 / 11
Várzea	0,044 / 5	2,336 / 34	0,203 / 9	0,432 / 37	-	-
Água	0,005 / 1	-	0,027 / 1	0,003 / 0	-	-
Total	0,959 / 100	6,958 / 100	2,25 / 100	1,158 / 100	0,028 / 100	6,419 / 100

Fonte: Autores, 2018.

A APP Declividade com 76% de Mata ocupa 0,021 Km², algo positivo na estabilidade dessas áreas vulneráveis a escorregamentos.

A classe Pastagem é a que mais se destaca negativamente nessa Bacia, ocupando 65% das nascentes, 39% dos corpos hídricos e 42% das margens do Reservatório pela Lei Municipal no 6.087/1981 (Figura 19). Segundo a Figura 20, a APP de Reservatório ainda tem a maior presença de Área Urbanizada com 25%. Essas duas classes citadas possuem grande potencial de interferir no equilíbrio ambiental da represa: a primeira, devido aos nutrientes e matéria orgânica (manejo das pastagens e fezes dos animais); a segunda, devido aos esgotos domésticos, algo já apontado por Bucci e Oliveira (2014), Bucci *et al.* (2015a), Rocha *et al.* (2018a), Rocha *et al.* (2019b) e Lana *et al.* (2021).

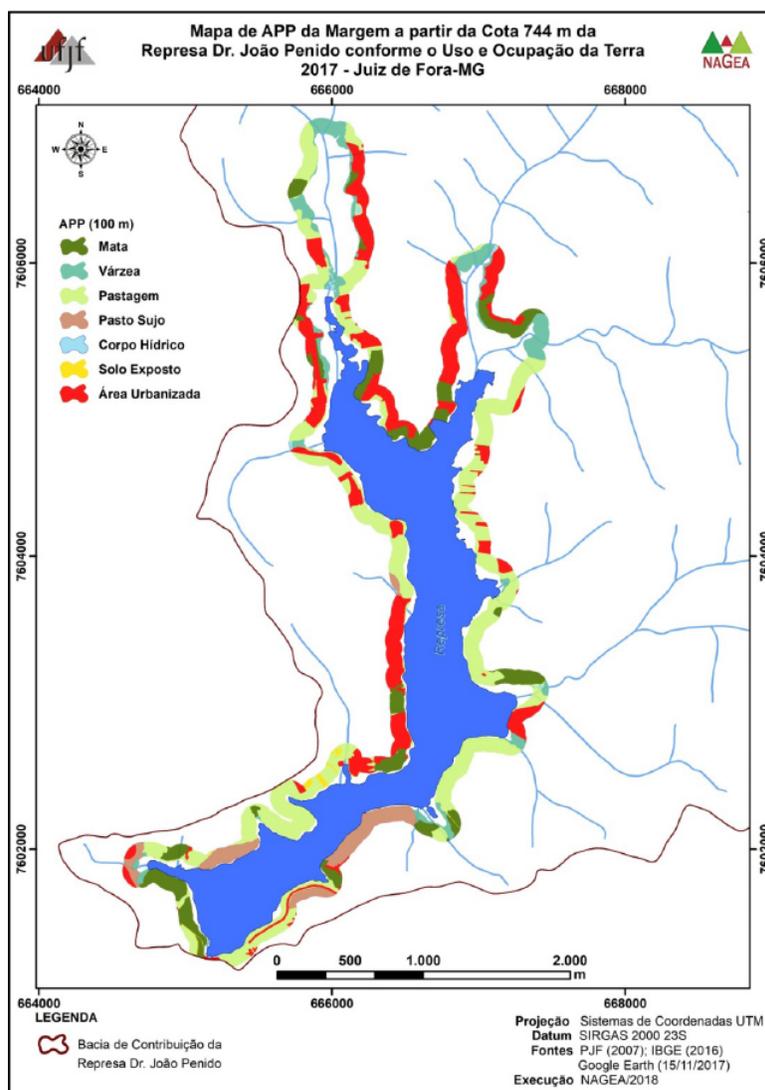
Figura 19 – Uso e cobertura da Terra nas APP Hídricas da BCRJP



Fonte: Autores, 2018

Essa perda é mais expressiva quando se constata que ela acontece justamente nas APP de margens de reservatório, onde o efeito sobre as águas da represa é direto devido à ausência da Mata Ciliar. Conforme as Figuras 20 e 21, houve uma redução de 1,092 Km² de APP de margens de reservatório ao comparar a Lei Municipal ainda em vigência (compatível com os códigos florestais antigos) com 2,25 Km² e 1,158 Km² do NCF que resultariam em perdas da ordem de 51%. Vale lembrar que na Represa Dr. João Penido ainda está valendo a legislação mais restritiva.

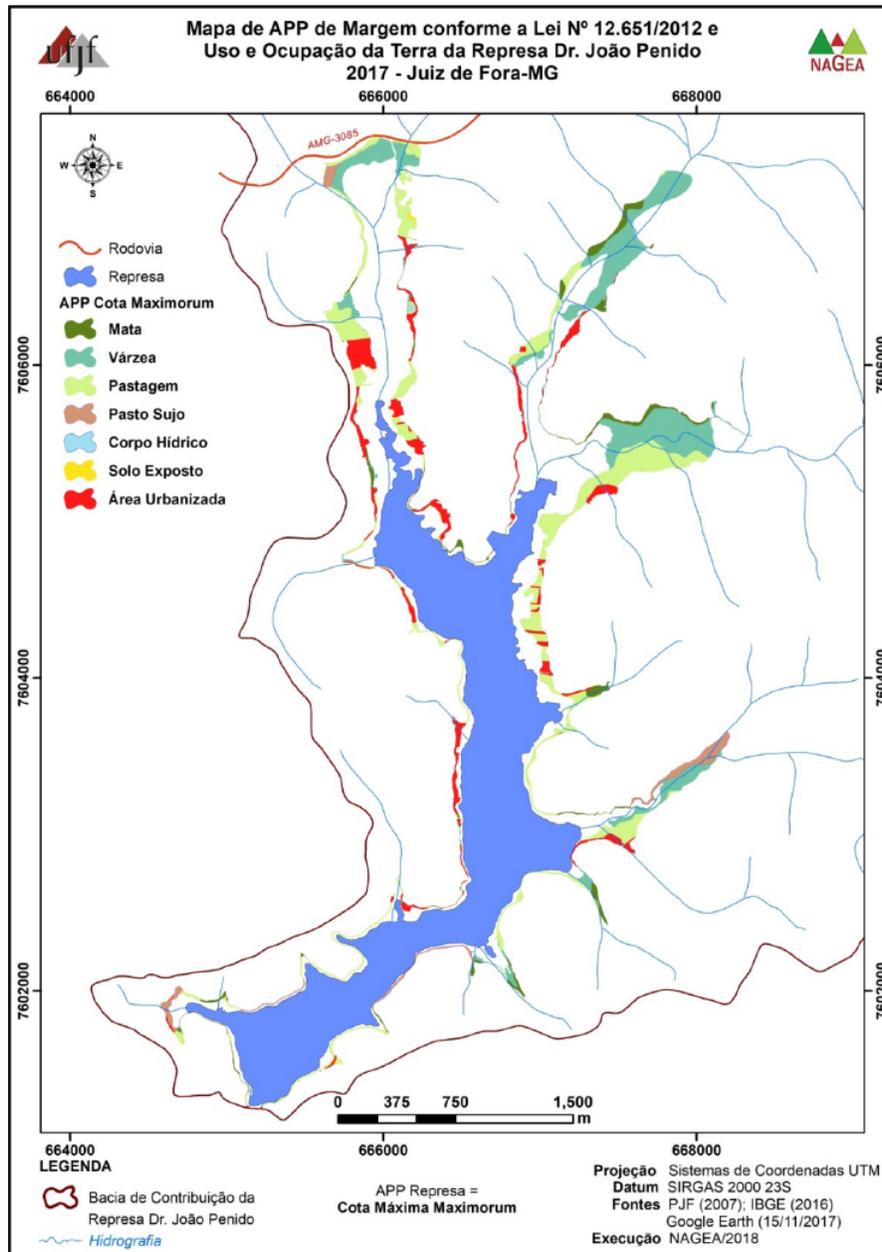
Figura 20 – Carta de uso da terra nas APP de margens segundo a Lei Municipal no 6.087/1981



Fonte: Autores, 2018

Conforme Martins e Dias (2001), a supressão de mata nessa APP diminui as zonas de recargas dos aquíferos e também contribui para erosão e lixiviação de matéria orgânica e nutrientes para dentro do corpo d'água.

Figura 21 – Carta de uso da terra nas APP de margem segundo as leis recentes, destacando o NCF – Lei Federal no 12.651/2012



Fonte: Autores, 2018

A Tabela 10 mostra como as taxas de urbanização atropelam todas as legislações colocadas no início deste item, inclusive o Plano Diretor Participativo de 2018.

Tabela 10 – Atualização do uso e cobertura da terra nas APP de margens de reservatório da Represa Dr. João Penido

Classes	Margens de Reservatório pela Lei 6.087/81 em 2017 km ² / %	Margens de Reservatório pela Lei 6.087/81 em 2020 km ² / %.
Mata	0,337 / 15	0,393 / 17,5
Pasto Sujo	0,147 / 7	0,397 / 17,7
Pastagem	0,939 / 42	0,195 / 8,7
Solo Exposto	0,009 / 0,4	0,138 / 6,2
Área Urbanizada	0,565 / 25	0,828 / 36,9
Várzea	0,203 / 9	0,284 / 12,6
Água	0,027 / 1	0,009 / 0,4

Fonte: Autores, 2021.

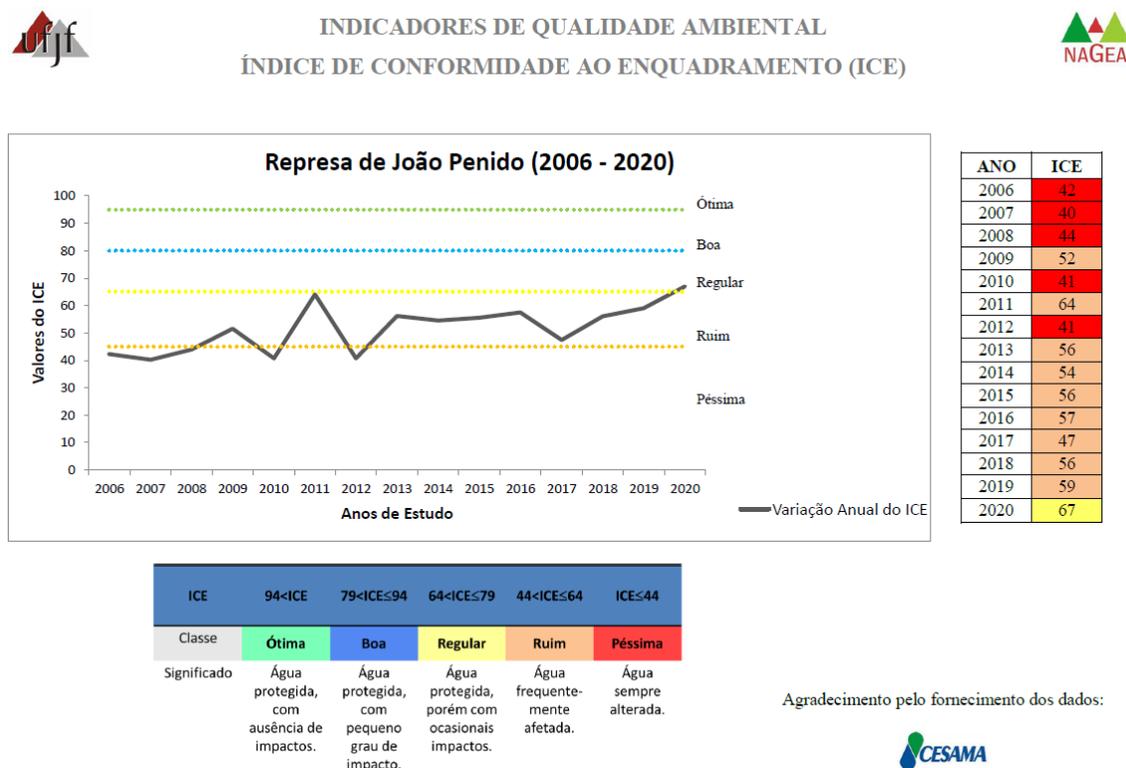
O que chama a atenção nesta atualização de apenas 3 anos é a conversão de áreas de pastagem em solo exposto e área urbanizada nas margens da represa. Imaginar que 37% dessas áreas já estão urbanizadas é desolador e preocupante. Restam poucas áreas para serem convertidas em Mata que é a classe desejável para uma APP de margens de reservatório. Se continuar essa taxa de expansão urbana nas margens, será complexo manter a qualidade da água para abastecimento.

4.4 Qualidade da água na BCRJP

Os resultados das análises limnológicas foram fornecidos pela Companhia de Saneamento Municipal de Juiz de Fora (CESAMA), referentes a amostras coletadas mensalmente no ponto de captação da Represa, nas coordenadas geográficas 21° 41' 03,3" S e 43° 24' 12,68" W (*Datum* SIRGAS 2000), durante o período entre 2006 e 2020. Os parâmetros analisados foram: turbidez (Tur), oxigênio dissolvido (OD), potencial hidrogeniônico (pH), demanda bioquímica de oxigênio (DBO_{5,20}), cloreto (Cl⁻), ferro (Fe), fósforo total (FT), manganês (Mn), nitrogênio total (NT), *Es-*

cherichia coli (E. coli). Os resultados foram confrontados com os limites definidos na Resolução CONAMA nº 357/2005, do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), para águas de Classe 1, sendo que para o NT foi utilizado como limite a soma dos parâmetros da série nitrogenada definidos na mesma Resolução. O ribeirão dos Burros, principal tributário da BCRJP, é classificado naquele trecho como Classe 1 segundo a Deliberação Normativa nº 16/1996 do Conselho Estadual de Política Ambiental de Minas Gerais (Copam). Essas referências foram utilizadas para verificação da conformidade dos parâmetros de qualidade da água nessa Represa (BRASIL, 2005; MINAS GERAIS, 1996). Os valores de ICE da Represa Dr. João Penido estão representados na Figura 22.

Figura 22 – ICE da represa Dr. João Penido entre 2006 – 2020



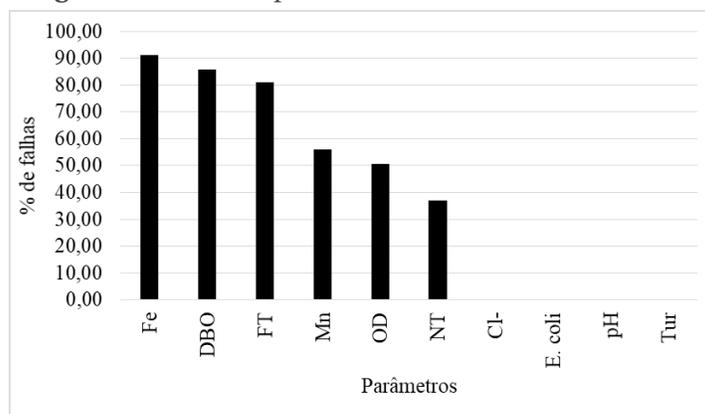
Fonte: Autores, 2021

Pode ser verificado na Figura 22 que os valores do ICE para a represa

estiveram entre as classes péssima e ruim no período de 2006 a 2019. O menor valor foi registrado em 2007 (40) e o maior valor, o único “regular”, em 2020 (67) em plena Pandemia de Covid-19. Deve ser considerado que há um número pequeno de variáveis testadas, o que influenciou o resultado por meio do fator F1. Além disso, há meses sem leitura de algumas variáveis, o que também interfere no resultado, mas, por meio do fator F2. As variáveis que, em termos percentuais, mais falharam nos testes podem ser verificadas na Figura 23.

Conforme apresentado na Figura 23, a variável Fe foi a que, proporcionalmente, mais falhou. A concentração deste parâmetro de qualidade nas águas superficiais pode ser aumentada pelo carreamento do solo devido a processos erosivos. A região apresenta unidades de mapeamento de solos do tipo latossolos, os quais, geralmente, têm presença de óxidos de ferro. O manganês também é um elemento químico comum ao solo e sua ocorrência na água está naturalmente associada a processos erosivos. A BCRJP passou por intervenções nesse período com a implantação da Rodovia Estadual AMG-3085, cujos processos de construção podem ter sido responsáveis pelo carreamento desses elementos para os corpos d’água, chegando à captação da represa. Na Figura 19 identifica-se uma linha vermelha fina dividindo essa Bacia ao meio e que corresponde a essa Rodovia. Não há registro de indústrias na bacia que justifique a origem de Fe e Mn por despejos de efluentes.

Figura 23 – Gráfico percentual de falhas das variáveis.



Fonte: Autores, 2021

A variável DBO_{5,20} indica a quantidade de oxigênio dissolvido na água consumido pelos micro-organismos na degradação da matéria orgânica. Desse modo, é um indicador indireto da quantidade de matéria orgânica presente na água. Sua medida está, então, associada ao OD, ou seja, quando a leitura de DBO_{5,20} é alta, provavelmente a concentração de OD está baixa. O FT tem como fonte natural nos corpos d'água a liberação de fosfato das rochas e artificialmente pelos detergentes presentes no esgoto doméstico. Entre as principais fontes naturais de NT numa bacia de contribuição podem ser citadas a fixação biológica e as chuvas. O FT e o NT são nutrientes essenciais ao metabolismo e formação da biomassa. Porém, quando disponíveis no meio em concentrações elevadas, podem levar o corpo hídrico a um processo de eutrofização.

Tanto a DBO_{5,20}, como o FT e o NT possuem, como fontes artificiais nos corpos d'água, os despejos de esgotos domésticos e a drenagem de áreas agrícolas e pastagens.

4.5 Conclusões e Recomendações

Segundo o ICE as águas da represa Dr. João Penido têm sua qualidade frequentemente afetada. Analisando as leituras se verifica que os parâmetros Fe, DBO_{5,20}, FT, Mn, OD e NT são os que mais falharam no atendimento aos padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para águas de Classe 1. Estes parâmetros estão associados às características das unidades de mapeamento de solos da região, aos processos erosivos e ao uso e cobertura da terra. A carga orgânica proveniente dos despejos de esgotos e da drenagem das áreas de pastagem tem afetado a qualidade da água da represa, oferecendo riscos de eutrofização e de encarecimento no tratamento de água do manancial.

Os valores do ICE encontrados nesta pesquisa mostram que a qualidade da água é frequentemente afetada, não atendendo aos padrões e limites definidos na Resolução Conama nº 357/2005 para águas de Classe 1. Nessas condições, além do impacto ambiental, tem-se o encarecimento dos processos de tratamento de água para abastecimento público. Apesar

de, no gráfico da Figura 13, se observar uma tendência de crescimento do índice no período, o valor para o ano de 2017 (47) apresentou uma queda em relação ao ano de 2016 (57), certamente pela entrada em operação da Rodovia AMG-3085. Depois de 2018 os valores voltam a aumentar atingindo o ápice da série em plena Pandemia de Covid-19 em 2020 com o maior valor de 67 – Regular. Coincide com o período de redução das atividades de transporte devido ao lockdown.

O ICE se mostrou uma ferramenta válida aos gestores de recursos hídricos, uma vez que pode ser aplicado com as variáveis disponíveis e, caso não haja limite estabelecido em norma legal para algum parâmetro, os gestores e pesquisadores podem definir os limites aplicáveis baseados em pesquisas, relatórios técnicos, mediana histórica (ou algum outro parâmetro estatístico) e outras fontes confiáveis. Desse modo, facilita o monitoramento temporal da qualidade da água.

As águas dessa represa variaram de “Regular” em 1998 a “Péssima” entre 2006 e 2012 (piores ICEs em 2010 e 2012), período coincidente com a construção da Rodovia do Aeroporto, principal evento acontecido nessa Bacia. A água volta a recuperar passando ao estado de “Ruim” após a finalização dessa obra. Entretanto, o início da operação voltou a prejudicar essas águas através do tráfego de veículos.

Existe a ameaça de possíveis acidentes com cargas perigosas e a atração de novos empreendimentos no entorno da Rodovia, urbanizando uma área que deveria ser preservada como previa o nosso “saudoso” IPPLAN.

As classes solo exposto, área urbanizada, pastagem e pasto sujo cobrem 70% da BCRJP. Estes números evidenciam as fontes de carga orgânica na água da represa, uma vez que a região não possui sistema público de coleta de esgoto. As residências e demais estabelecimentos utilizam de fossa séptica ou despejam seus efluentes diretamente nos corpos hídricos. Apenas 13% de Mata e 9% de urbanização mais concentrada nas margens do reservatório com quase 37% nas APP de margens mostram o quanto estamos longe de um equilíbrio ambiental nessa Bacia.

A perda das APP de Topo de Morro na ordem de 6,419 Km² segundo o NCF já refletem na quantidade de água dessa Bacia. Os resultados também indicam que em média mais de 54% das APP hídricas estão ocupadas com pastagem e pasto sujo: 70% nas nascentes; 44% nos corpos hídricos; e 49% nas margens de reservatório. Apenas 20% das nascentes; 17% dos corpos hídricos; e 17% das margens de reservatório estão ocupadas com Mata Atlântica, algo preocupante para uma bacia de manancial de abastecimento. Essa perda é mais expressiva por que coincide com as APP de margens de reservatório, saindo de 2,25 Km² para 1,158 Km², cerca de 51% de redução justamente onde o efeito negativo sobre as águas da represa é direto devido à ausência da Mata Ciliar. Na Lei Municipal no 6.087/1981, essas áreas atualmente estão ocupadas com 37% de área urbanizada, 35% de pastagem e pasto sujo e apenas 17% de Mata.

De maneira global, juntando as classes Mata (vegetação arbórea) com Várzea (vegetação de alagado) chega-se a 30% de áreas com uso “adequado” nas APP. Seria necessário recuperar 70% do restante dessas áreas com usos “irregulares” na Bacia. Com fiscalização ineficiente e retrocesso nas legislações ambientais, prevê-se o agravamento da ocupação das APP como foi demonstrado nos últimos 3 anos com prejuízo para a quantidade e qualidade da água dessa Bacia. Conforme já foi colocado anteriormente, após a seca de 2014, a Cesama teve que ligar uma adutora da Represa de Chapéu D’Uvas diretamente à ETA do Sistema João Penido para suprir a falta de água e poupar essa Represa. A dependência cada vez maior de uma Represa fora dos domínios territoriais de Juiz de Fora é uma questão complexa.

A gestão pública precisa intervir na BCRJP de modo a mitigar os impactos já existentes e prevenir o agravamento da situação. Algumas medidas de política e de controle ambiental podem ser implementadas pelo poder público. O zoneamento ambiental da bacia é uma delas. Com a entrada em operação da Rodovia Estadual AMG-3085 que faz a ligação da BR-040 com a MG-353, serão atraídas novas ocupações para a região. Assim, além dos riscos de acidentes associados ao tráfego de cargas perigosas na cabeceira do manancial, bem como a poluição difusa causada pela precipitação dos poluentes presentes nos efluentes atmosféricos emitidos

pelos veículos, o estabelecimento de mais pontos comerciais, residenciais, e até mesmo a introdução de instalações industriais aumentará a pressão antrópica sobre aquele sistema ambiental.

Vale lembrar que a entrada em operação desta Rodovia não atendeu condicionantes do processo de licenciamento que previa caixas de concreto impermeabilizadas nas saídas das canaletas laterais de drenagem nas travessias de córregos. Esses dispositivos seriam para coletar líquidos poluentes que seriam sugados por um caminhão tanque no caso de algum acidente com cargas perigosas.

Faltaram barreiras New Jersey nos dois lados da pista antes e depois da travessia do córrego Grama. Esse tributário está totalmente vulnerável a qualquer tipo de acidente e a sua água já possui óleo na superfície indicando uma alteração antrópica. Ele frequentemente é coberto por macrófitas devido a entrada de carga orgânica, ficando difícil até de visualizá-lo. Para mitigar, os produtores rurais precisam contratar máquinas para tentar recuperar o seu leito removendo muito solo de assoreamento.

A ausência de redutores de velocidade nestas travessias de córrego é outro erro gravíssimo de operação desta estrada. Os veículos passam em alta velocidade e nem a fauna consegue escapar com vários registros de atropelamentos de cães e até lobo guará.

Outra questão incômoda é que não pega celular naquele trecho. Para tentar acionar algum socorro é preciso sair daquela área. Portanto, isso prejudicará qualquer plano de contingência em caso de acidentes. Quem fará o atendimento? Como manejar líquidos poluentes antes que se misturem com a água da Represa Dr. João Penido?

Essa Rodovia é uma ameaça constante a Represa e infelizmente por falta de ação das autoridades e gestores responsáveis por essa situação, teremos que fechar o registro desta Represa. Acidentes com cargas perigosas “povoam” os noticiários televisivos e serão uma questão de tempo, se nada for feito. A simples colocação de REDUTORES DE VELOCIDADE seria uma medida eficaz, pois um acidente a baixa velocidade tem consequências bem menores.

No restante da área desta Bacia, o zoneamento poderá disciplinar as ocupações, protegendo as áreas mais frágeis e de maior risco à qualidade da água da represa. Há legislação atual, como o Plano Diretor Participativo e leis que regem sobre o parcelamento, uso e ocupação do solo na bacia (JUIZ DE FORA, 1981, 2000, 2009, 2018, 2018a, 2019), as quais já impõem restrições para a ocupação daquela região. Todavia, considerando o novo cenário social e econômico promovido pela implantação da referida rodovia, é preciso vigiar e resguardar o que ainda se tem de arcabouço legal no município contra as possíveis pressões políticas motivadas por interesses econômicos na exploração imobiliária dessa Bacia. As legislações tem surtido pouco efeito. As últimas citadas aqui mesmo que duraram 12 meses, sucederam-se e já estão sem validade. O que estão esperando?

Outra medida importante é o controle ambiental sobre as ocupações já existentes e as futuras, cobrando a instalação de sistemas de tratamento de esgoto e monitorando o despejo de efluentes nos corpos d'água. Será visto no próximo Capítulo que o córrego Vista Alegre no Condomínio Enseada não tem uma água de qualidade pela falta ou ineficiência desses sistemas de tratamento.

A recuperação das áreas de preservação permanente (APP) é uma ação emergencial e o poder público pode utilizar as indicações citadas neste livro para iniciar esse processo, principalmente nas margens de córregos e do lago da represa que sofre com a taxa acelerada de ocupação antrópica.

Corroborando essas ações, vale lembrar que esta Represa está situada dentro dos limites territoriais de Juiz de Fora a apenas 10 km do centro da cidade. Essas duas características elevam mais a importância desse “ativo ambiental” para a sociedade juiz-forana. Comparativamente, a Mata do Krambeck e o grande fragmento formado pela Reserva Biológica Poço D'anta e a Fazenda Floresta, temos a Represa Dr. João Penido como um patrimônio de todas as gerações com inestimável “valor” para a memória coletiva e que deve ser protegido e preservado.

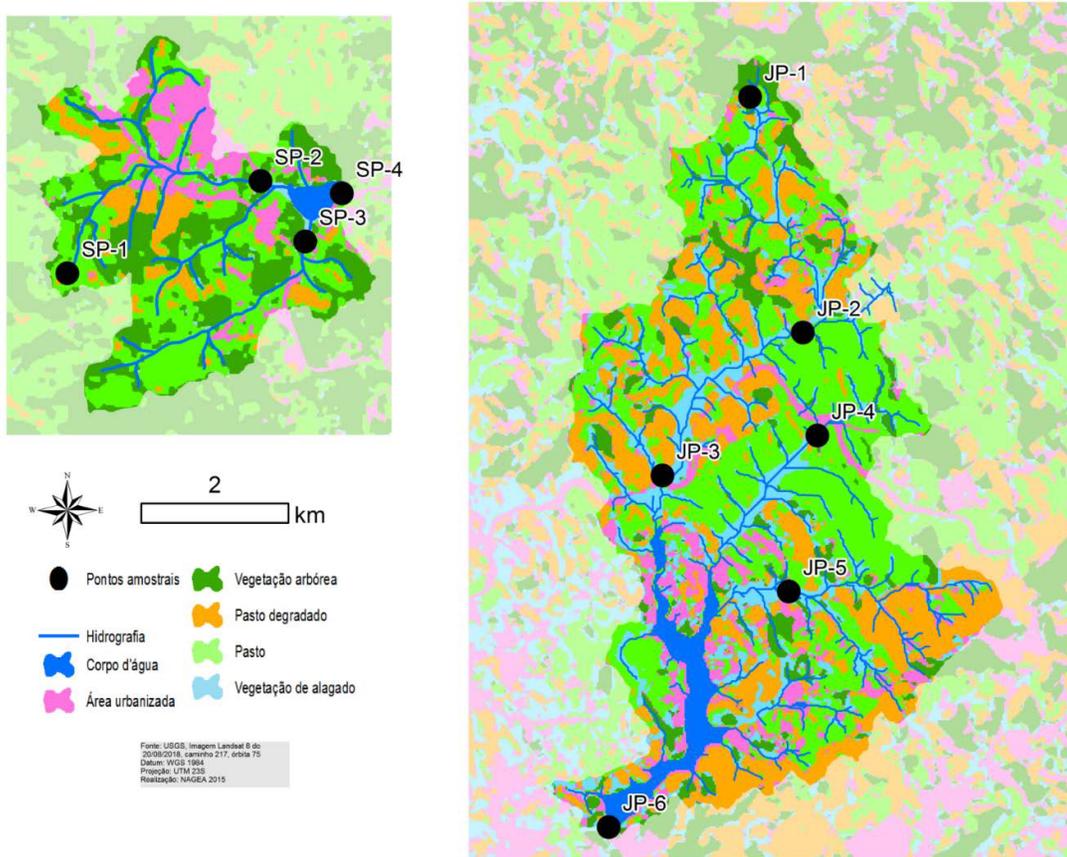
Capítulo 5

QUALIDADE DA ÁGUA DAS BACIAS DE CONTRIBUIÇÃO DAS REPRESAS DE SÃO PEDRO E DR. JOÃO PENIDO COM DADOS DO NAGEA

César Henrique Barra Rocha; Márcio de Oliveira; Antoine Philippe Casquin; Aline Carvalho; Isabella Mendes Gonçalves

Para caracterizar a qualidade da água dos dois reservatórios foram realizadas coletas mensais durante um período de quatro anos, compreendendo os anos de 2012 a 2015. As coletas foram realizadas em 10 pontos repartidos nas bacias de contribuição das represas Dr. Joao Penido e São Pedro (Figura 24), correspondendo a 2 nascentes (SP-1 e JP-1), 6 pontos em ambientes lóticos e 2 pontos nas respectivas captações, caracterizando ambiente lêntico (SP-4 e JP-6).

Figura 24 – Localização dos pontos de monitoramento na carta de uso e cobertura da terra nas bacias de contribuição das represas Dr. João Penido e São Pedro.



Fonte: Autores, 2013.

Com intuito de definir as características dos corpos d' água em questão foram considerados os seguintes parâmetros: pH, Oxigênio Dissolvido, turbidez, fósforo total e coliformes termotolerantes. De acordo com Sperling (2005) e CETESB (2012): as concentrações de Oxigênio Dissolvido (OD) indicam a capacidade de um corpo hídrico manter a vida aquática, sendo um componente essencial no processo de autodepuração. Já o pH verifica a solubilidade dos nutrientes e a intensidade da condição ácida ou alcalina do ambiente aquático. A presença de coliformes termotolerantes indica a existência de micro-organismos patogênicos e contaminação fecal. A determinação do fósforo visa identificar a eutrofização do meio; enquanto a turbidez representa o grau de interferência da passagem de luz através da água devido à existência de sólidos em suspensão.

Os parâmetros pH e OD foram determinados em campo por meio de uma Sonda Multiparamétrica da marca Hanna HI 9828. Os demais parâmetros, como turbidez e fósforo total, foram analisados no LADINAA e LEA da UFJF. Os Coliformes termotolerantes foram feitos em laboratórios externos.

Na análise dos dados, foi escolhido o ICE, Índice de conformidade ao enquadramento do (CCME, 2001a; CCME, 2001b), adaptado pela Agência Nacional das Águas (ANA, 2012), uma ferramenta que informa de maneira simples e sintética a qualidade da água, conforme visto no Capítulo 2.

Os dados resultantes das análises de cada represa foram dispostos em planilhas do Excel e foram divididos de acordo com a Lei Municipal 9.881/2000 (JUIZ DE FORA, 2000) em duas estações (seca e chuva); assim os dez pontos foram diagnosticados por cada estação ao longo dos anos. Outro modo de análise foi a disposição dos dados de forma geral, ou seja, uma avaliação durante 34 meses, obtendo uma pesquisa global por pontos de coleta.

Os parâmetros utilizados com os seus limites da Classe 1 de acordo com a CONAMA 357/2005, encontram-se na Tabela 11.

Tabela 11 – Parâmetros utilizados e limites de enquadramento da Classe 1.

PARÂMETRO	UNIDADE	CLASSE 1
OD	mg/L	≥ 6
CT	NMP/100mL	≤ 200
pH	-	6 a 9
FT – tributário direto de ambiente lêntico	mg/L	≤ 0,025
FT – ambiente lótico	mg/L	≤ 0,1
Turbidez	UNT	≤ 40

Fonte: Brasil, 2005.

Os resultados expostos na Tabela 12 representam o caso geral em um intervalo de 34 meses, juntamente com as análises referentes à seca e à chuva durante esse intervalo. No município existem duas estações bem definidas, sendo uma que se estende de outubro a abril, com maiores temperaturas e precipitações pluviométricas e outra de maio a setembro, caracterizada por um clima mais frio e seco (JUIZ DE FORA, 2000).

Tabela 12 – Resultados do ICE, de forma geral, durante o intervalo de 34 meses contemplando seca e chuva

Pontos	Nome	Geral	Seca	Chuva
SP-1	Nascente SP	57	59	55
SP-2	Foz SP	50	51	48
SP-3	Foz GP	52	63	63
SP-4	Captação SP	71	73	69
JP-1	Nascente VG	44	56	35
JP-2	Rib. Dos Burros	38	70	43
JP-3	Foz RB	47	58	50
JP-4	Foz Grama	35	58	43
JP-5	Foz VA	37	56	43
JP-6	Captação JP	63	64	69

Fonte: Autores, 2018.

Obs.: Será repetida a seguir a Tabela 1 do Capítulo 2 de forma sintética com as classes representadas em cores para facilitar a interpretação do leitor.

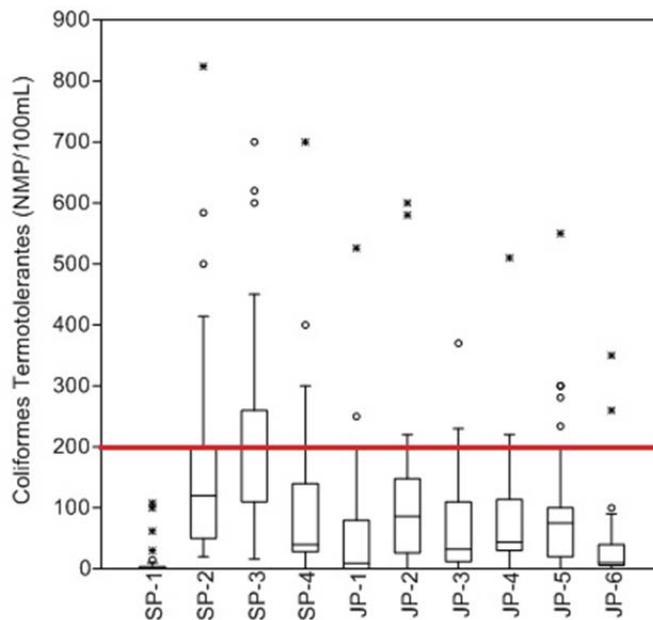
ICE	94<ICE	79<ICE≤94	64<ICE≤79	44<ICE≤64	ICE≤44
Classe	Ótima	Boa	Regular	Ruim	Péssima
Significado	Água protegida, com ausência de impactos.	Água protegida, com pequeno grau de impacto.	Água protegida, porém com ocasionais impactos.	Água frequentemente afetada.	Água sempre alterada.

Conforme a Tabela 12, as nascentes obtiveram baixos “ruins” em decorrência do pH ácido. Segundo a EMBRAPA (2015), em Juiz de Fora, tem-se a dominância do latossolo e mais de 95% de latossolos possuem o pH entre 4,0 e 4,5. SP-1 ainda se encontra em melhores condições que JP-6, justificado pelo fato de que o pH da nascente do córrego Vargem Grande (JP-6) ser moderadamente mais ácida que a nascente do córrego de São Pedro, mesmo que ambas estejam protegidas por mata ciliar, conforme a Figura 24.

Os pontos de curso médio, que estão compreendidos entre a nascente e a captação, da represa de São Pedro foram todos classificados como “Ruim” enquanto os da Represa Dr. João Penido 75% são considerados “Péssimo”. Tais resultados podem ser pelo uso e cobertura da terra (Figura 24) que ocorrem nesses pontos de curso médio como a carência de cobertura vegetal, tornando-se inexistente qualquer tipo de proteção por meio das matas ciliares, e ainda os impactos causados pelas ações antrópicas locais (ROCHA *et al.*, 2014). De acordo com a Figura 25, a foz do córrego Grota do Pinto – SP-3 foi classificada como “Ruim” devido aos altos valores de coliformes termotolerantes que são influenciados pelo uso da terra e que aumentam consideravelmente na ausência da mata ciliar (CHA *et al.*, 2016).

Vale destacar o ponto JP-4, exutório do córrego Grama na Vegetação de alagado, que possui o pior resultado presente na Tabela 12, visto que nessa área é recorrente os impactos gerados pelos sítios através do esgoto doméstico e criação de gado, agravados pelas obras da Rodovia do Aeroporto, como foi citado anteriormente.

Figura 25 – Representação do Box Plot dos Coliformes Termotolerantes nas seções monitoradas entre 2012 e 2015



Fonte: Autores, 2018.

O JP-5 fica no Condomínio Enseada no Bairro Grama. As promessas de condomínios sustentáveis não se confirmam, como nesse exemplo. Apesar dos lotes serem maiores e a taxa de ocupação ser menor, não há fiscalização quanto aos sistemas de tratamento de esgotos adotados em cada unidade familiar. Pelos resultados dessa seção, as fossas utilizadas pelos condôminos não estão funcionando. Esse mesmo padrão de loteamentos está sendo lançado na Represa de Chapéu D’Uvas. O que acontece é uma divisão posterior em lotes menores até para os próprios familiares e parentes, aumentando a densidade de ocupação da área e os impactos. É um modelo que “ilude” a sociedade e os próprios compradores que acabam aderindo ao processo por interesses nada ambientais.

Os valores numéricos do ICE das duas represas apresentaram melhores resultados nas captações SP-4 e JP-6, o que pode ser explicado pelos processos de diluição e sedimentação, refletida na capacidade de autodepuração, destacando positivamente a Represa de São Pedro que se manteve “Regular” no Geral e nas duas estações, algo conseguido pela João Penido apenas na estação chuvosa. Esses resultados sugerem, apesar do menor tamanho, maior capacidade de autodepuração da Represa de São Pedro.

A seção JP-2 na seca também apresentou resultado semelhante às captações por estar no médio curso do ribeirão dos Burros em área rural.

Em análise geral, percebe-se que em período de seca os resultados são melhores que na estação da chuva. Nessa época do ano, a qualidade da água piora em função da chuva “varrer” matérias orgânicas, nutrientes e sedimentos para dentro dos corpos hídricos. A diluição não funciona nesse caso devido aos usos inadequados da terra e ausência de mata ciliar nas APP, como já foi descrito nos itens anteriores. Outra maneira de disposição dos dados para avaliação da qualidade da água foi distribuir de acordo com os ciclos hidrológicos anuais, ou seja, seca e chuva durante o período de 2012 a 2015, conforme a Tabela 13.

Tabela 13 – Resultados do ICE ao longo dos anos por ciclo hidrológico.

Pontos	Seca 2012	Chuva 2012/2013	Seca 2013	Chuva 2013/2014	Seca 2014	Chuva 2014/2015
SP-1	70	57	57	55	68	43
SP-2	51	49	47	48	87	68
SP-3	64	75	67	68	74	81
SP-4	85	58	73	72	71	61
JP-1	62	57	55	53	49	43
JP-2	62	60	66	65	67	56
JP-3	79	57	60	51	59	57
JP-4	74	55	64	58	75	47
JP-5	77	58	68	59	49	56
JP-6	88	75	86	73	72	64

Fonte: Autores, 2018.

De maneira geral, novamente as captações SP-4 e JP-6 apresentaram os melhores resultados: observa-se que na seca de 2012 esses pontos atingiram a classificação “Boa”, caracterizando um ambiente de baixo grau de impacto. Entretanto, a qualidade dessas seções foi decaindo gradativamente ao longo dos anos, partindo de “Boa” para “Ruim” em três ciclos hidrológicos, algo preocupante nas duas represas que tiveram intervenções antrópicas de loteamentos, condomínios e rodovias nesse período, conforme visto nos capítulos 3 e 4.

As nascentes SP-1 e JP-1 também mostraram que necessitam de um cuidado maior, pois ao longo dos anos saíram do estado de “Regular” até o extremo do Ciclo “Chuva 2014/2015”, quando ambas foram classificadas como “Péssimas”. O pH ácido e a entrada de matéria orgânica vegetal colaboram para esse resultado, destacando que a SP-1 fica numa mancha de pasto sujo com frequentes queimadas, apesar de ser uma área pública adquirida pela UFJE.

No último período de chuva de estudo observou-se que alguns resultados no SP-3 e JP-5 ficaram maiores que na época de seca, fato explicado pela carência de chuva no ano de 2014, ano atípico de intensa estiagem, a maior seca dos últimos anos.

Similar à análise da tabela anterior, as fozes em geral obtiveram os piores resultados, havendo variações entre “Regular” e “Ruim”. Nos pontos de curso médio da represa de São Pedro, como SP-2, o parâmetro que mais obteve desconformidade foi o Oxigênio dissolvido piorando a qualidade da água a partir da “Seca 2012” até a “Chuva 2013/2014”; no ano de 2014 houve uma exceção, visto que se teve a diminuição das desconformidades de OD, melhorando a qualidade da água na Foz de São Pedro. Já no SP-3, córrego Grota do Pinto, os parâmetros que causaram mudanças relevantes no cálculo do ICE foram o Fósforo Total e Coliformes Termotolerantes. Nesta área existe um grande número de propriedades com criação de gado e granjas com tratamento de esgoto ineficiente (fossas negras), causando desconformidades nesse parâmetro. No ano de 2014, o número de desconformidades do CT diminuiu, certamente porque faltou chuva para “varrer” os usos inadequados para dentro da calha do córrego, causando uma melhora na classificação deste ponto, algo que chamou a atenção dos pesquisadores.

A seção JP-2 situada no médio curso do ribeirão dos Burros apresentou um resultado razoavelmente melhor que as fozes que deságuam na represa, devido a sua área de entorno ser predominantemente rural. Na foz do Ribeirão dos Burros (JP-3), os parâmetros que apresentaram mais desconformidades foram o Oxigênio dissolvido e Fósforo Total, ocorrência similar à foz do córrego Grama (JP-4). O ano de 2013 apresentou os piores resultados nessas seções, coincidindo com o período de construção da Rodovia do Aeroporto, corroborando o que foi discutido no Capítulo 4.

De fato, dever-se-ia evitar a construção de rodovias próximas a cursos d'água, visto que os impactos já acontecem durante a obra e poderão ser agravados na sua operação. No caso específico dessa Rodovia Estadual AMG-3085 de Ligação da BR-040 à MG-353, foram exigidas várias condicionantes para aprovar o Licenciamento, destacando dispositivos de proteção nas passagens de córregos e várzeas: barreiras New Jersey, canaletas e caixas de concreto impermeáveis com volume suficiente para absorver líquidos poluentes em caso de acidentes com cargas perigosas. Atualmente, a Rodovia está em operação e não foram construídas as caixas de concreto.

Em virtude das dificuldades enfrentadas por órgãos públicos na fiscalização desses empreendimentos, o ideal é seguir o princípio da precaução e não fazer rodovias próximas a cursos d'água. Inúmeros são os exemplos que assistimos nos noticiários da imprensa e ainda não temos tecnologia para separar esses poluentes da água bruta no caso de algum acidente. O fato é que o monitoramento dessa Estrada AMG-3085 deverá ser feito pelo poder público e pela sociedade civil tendo em vista a importância da Represa Dr. João Penido para a cidade de Juiz de Fora.

Capítulo 6

A BACIA DE CONTRIBUIÇÃO DA REPRESA DE CHAPÉU D’UVAS (BCRCD)

Márcio de Oliveira; César Henrique Barra Rocha; Christian Ricardo Ribeiro; Demétrius Vasconcelos; Francisco Portela Pinto; Guilherme William Marcelino; Lucas do Vale Souza; Pedro José de Oliveira Machado

6.1 Introdução

A Bacia de Contribuição da Represa de Chapéu D’Uvas (BCRCD) possui uma área de 312,89 km². Com a inauguração da Adutora de Chapéu D’Uvas em 22 de agosto de 2014, interligando à barragem à Estação de Tratamento de Água Walfrido Machado Mendonça (ETA CDI), o manancial passou a integrar o sistema de abastecimento público de água do Município de Juiz de Fora. Essa nova função atribuída à represa foi consolidada com a inauguração da interligação da Adutora de Chapéu D’Uvas à ETA Marechal Castelo Branco, em 25 de maio de 2017.

Segundo os dados e as informações disponibilizados no sítio eletrônico da Companhia de Saneamento Municipal de Juiz de Fora (CESAMA)¹, a Barragem de Chapéu D’Uvas está situada a 50 km da nascente do Rio Paraibuna e possibilitou a formação de um reservatório com um volume de 146 milhões de m³ – 11 vezes maior que o volume da Represa Dr.

¹ Disponível em: <<https://www.cesama.com.br/mananciais/barragem-de-chapeu-d-uvras-2>>. Acesso em: 22 abr. 2022.

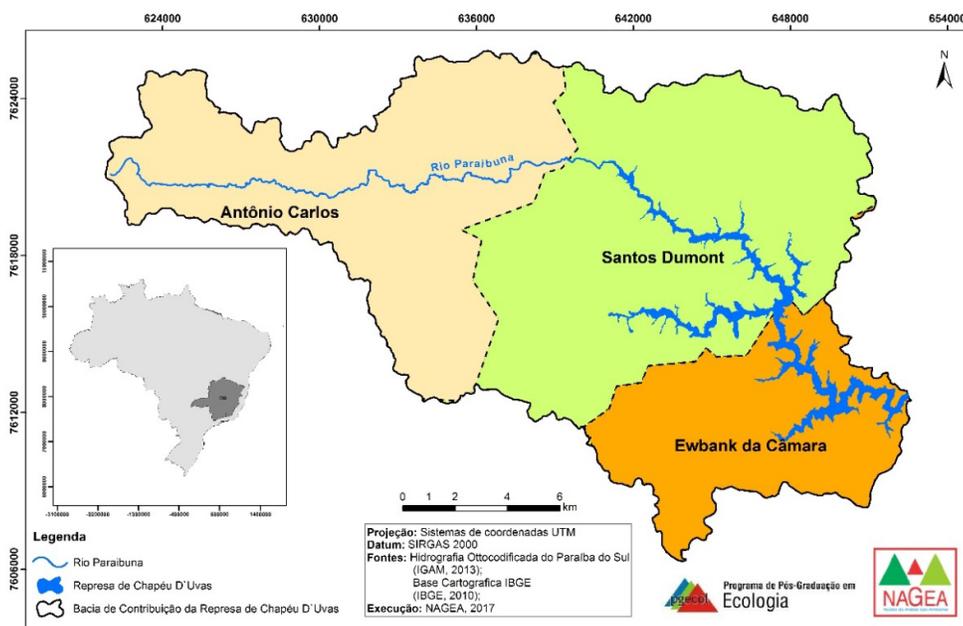
João Penido –, um espelho d'água com uma área máxima de 12 Km², uma profundidade máxima de 41 m e uma capacidade de para fornecer 5.000 L/s. Já a Adutora de Chapéu D'Uvas é composta por mais de 17 km de tubulação, apresentando uma capacidade de adicionar uma vazão de até 900 L/s ao sistema de abastecimento público de água de Juiz de Fora. Com isso, a Represa de Chapéu responde atualmente por cerca de 40% do abastecimento de água do município.

Concebida inicialmente com a finalidade de proteger Juiz de Fora contra as inundações do Rio Paraibuna, a Barragem de Chapéu D'Uvas demorou quase 40 anos para ser totalmente concluída. Na medida em que surgiam novas demandas, a barragem foi progressivamente assumindo outras funções, como a regularização da vazão do Rio Paraibuna, permitindo um maior aproveitamento das usinas hidroelétricas da Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG) localizadas a jusante. A construção teve início em 1957, no Governo do presidente Juscelino Kubitschek e, apesar de sua importância para Juiz de Fora e região, a obra sofreu várias paralisações. Foi retomada em 1992 por determinação do presidente Itamar Franco, tendo sido finalmente inaugurada em 18 de dezembro de 1994. O trabalho de Machado (2012) apresenta um rico histórico sobre a concepção e a construção da Barragem de Chapéu D'Uvas.

Apesar da ligação histórica com Juiz de Fora, e de sua atual vinculação com o município, a ponto de ter sido incorporada ao seu sistema de abastecimento público de água, a Barragem de Chapéu D'Uvas localiza-se em território do Município de Ewbank da Câmara. O lago da represa se estende pelo território dos municípios de Ewbank da Câmara e de Santos Dumont, ao passo que a BCRC, além destes dois municípios, também se estende pelo território do Município de Antônio Carlos, onde se situa a nascente do Rio Paraibuna (Figura 26). Esta situação, por si, evidencia a possibilidade de emergência de conflitos de interesses. Enquanto Juiz de Fora deposita na represa a sua expectativa por água em quantidade suficiente e qualidade adequada para o atendimento de suas demandas, os municípios inseridos na bacia de contribuição vislumbram a oportunidade de exploração do manancial para outras finalidades, tais como

a implantação de empreendimentos imobiliários e o desenvolvimento de atividades econômicas, entre os quais se incluem o turismo, o lazer, a agropecuária e a silvicultura.

Figura 26 – Mapa político-administrativo da BCRCD



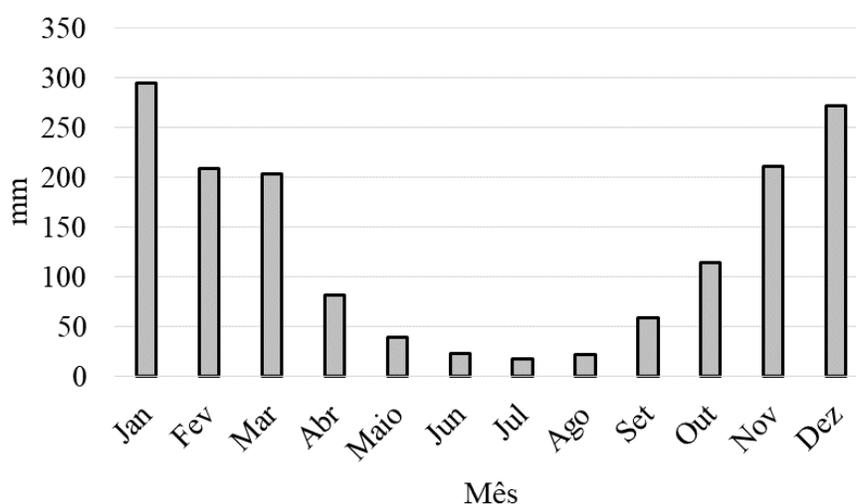
Fonte: Adaptado de Oliveira, 2018.

Quanto ao clima da região, a Represa de Chapéu D'Uvas apresenta destacada concentração das chuvas no verão, sendo este moderadamente quente, com temperaturas moderadas em função do fator altimétrico mais destacado. O relevo da bacia apresenta altitudes entre 741 m e 1.268 m, o que influencia este clima que, se apresenta com duas estações bem definidas: uma entre os meses de outubro a abril, com temperaturas mais elevadas e maiores precipitações pluviométricas, e outra de maio a setembro, mais fria e com menor presença de chuvas (PJF, 2004; MACHADO, 2012; RIBEIRO, 2012; ROCHA, 2008).

A Figura 27 apresenta as médias mensais de chuva no período de janeiro de 1950 a dezembro de 2017. O gráfico foi construído a partir dos dados

da estação climatológica da Agência Nacional de Águas (ANA), de código 2143020, situada próximo à Barragem de Chapéu D’Uvas. A série disponibilizada registra leituras dos anos de 1950 a 2014; porém, com algumas lacunas. Para preencher tais lacunas e gerar os dados de 2015 a 2017, foi realizada uma regressão a partir das leituras da estação do Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet), de número OMM 83692, localizada no campus de Juiz de Fora da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF).

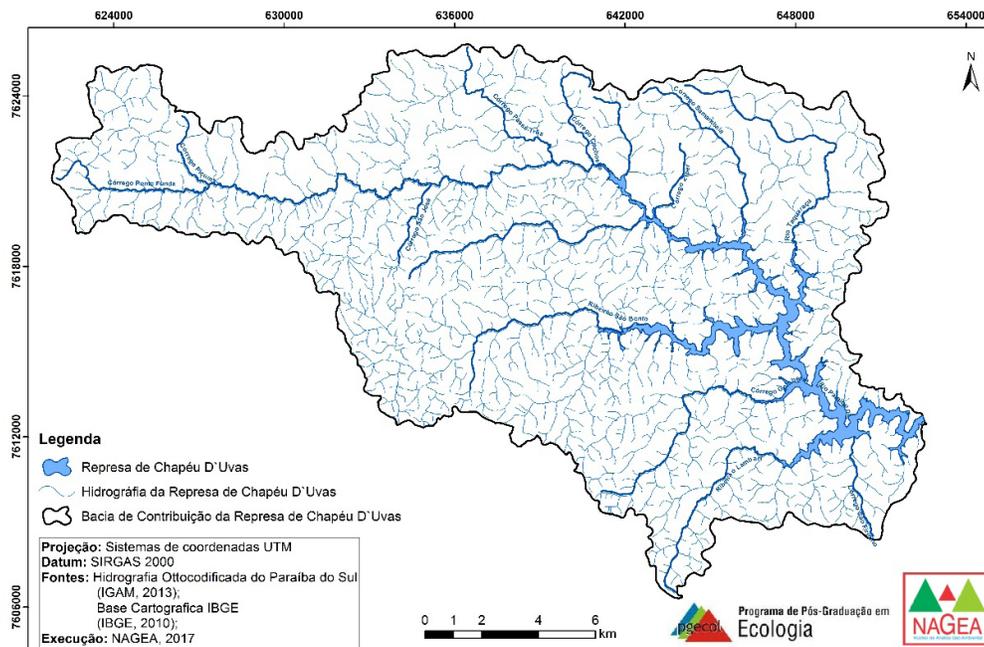
Figura 27 – Gráfico das médias de chuva em Juiz de Fora (MG) entre 1950 e 2017



Fonte: Oliveira, 2018.

A Barragem de Chapéu D’Uvas foi construída no leito do Rio Paraibuna, principal curso d’água daquela bacia, o qual nasce a 51,41 km do barramento e percorre cerca de 27 km até encontrar o ambiente lântico da represa, considerando a cota máxima de inundação de 741 m. O sistema hidrográfico que alimenta a Represa de Chapéu D’Uvas é composto por, no mínimo, 987 nascentes, as quais formam 117 microbacias. A rede de drenagem se caracteriza como do tipo dendrítica, também conhecida como arborescente. Os afluentes se distribuem por toda a superfície da região e se unem formando ângulos agudos de gradações variadas (MACHADO, 2012; RIBEIRO, 2012). A Figura 28 apresenta a rede hidrográfica da bacia.

Figura 28 – Rede hidrográfica da BCRCD

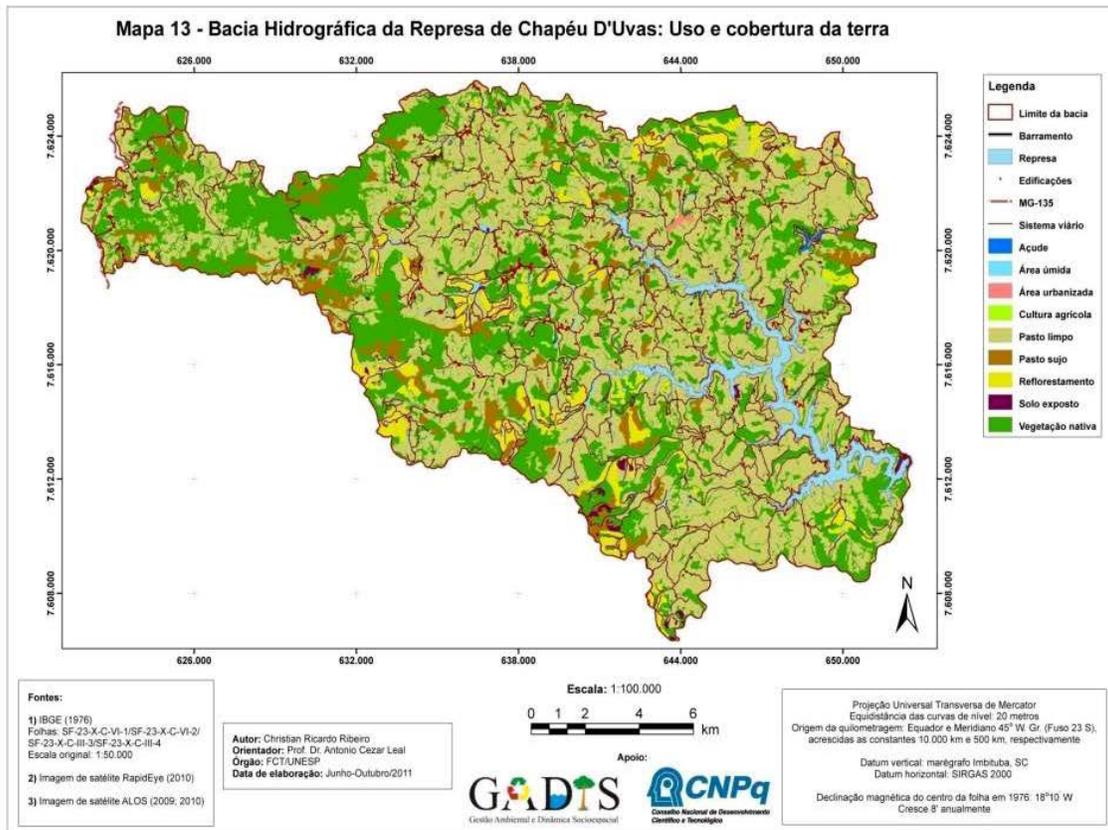


Fonte: Oliveira, 2018.

6.2 Uso e cobertura da terra na Bacia de Contribuição da Represa de Chapéu D'Uvas

A BCRCDU, como visto anteriormente, distribui-se pelo território dos municípios de Antônio Carlos, Ewbank da Câmara e Santos Dumont. A área da bacia possui características predominantemente rurais, com baixa densidade populacional. A carta de uso e cobertura da terra em 2010 (Figura 29) foi elaborada por Ribeiro (2012), adaptada pelo NAGEA e utilizada na comparação da alteração da paisagem nos últimos 10 anos.

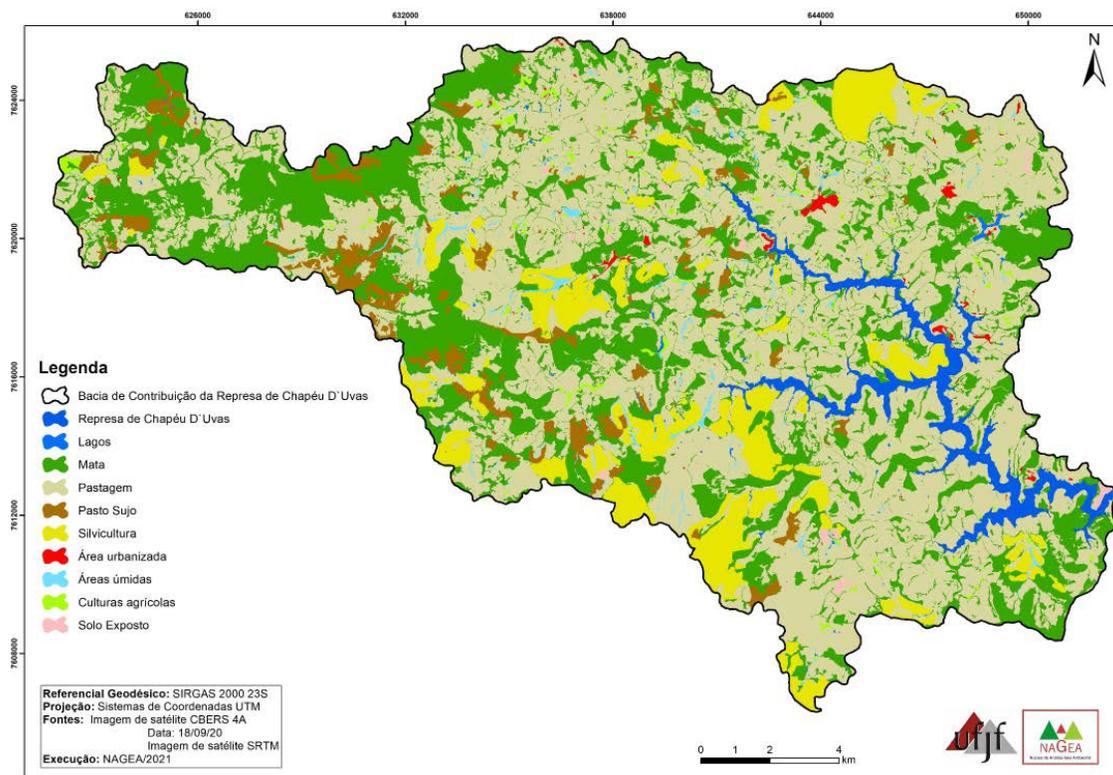
Figura 29 – Carta de uso e cobertura da BCRCD em 2010.



Fonte: Adaptado de Ribeiro, 2012

A Figura 30 ilustra o uso e cobertura da terra nessa bacia em 2020. A área ocupada por cada classe entre 2010 e 2020 e os respectivos percentuais são apresentados na Tabela 14.

Figura 30 – Carta de uso e cobertura da terra da BCRCD em 2020



Fonte: Autores, 2022.

Tabela 14 – Quantitativos das classes de uso e cobertura da terra na BCRCD entre 2010 e 2020

Autor/ Fonte dos dados	Pastagem	Mata	Silvicultura	Pasto sujo	Cultura agrícola	Solo exposto	Área urbanizada	Área úmida	Açudes	Represa
Christian Ricardo Ribeiro/ RapidEye (2010 – 5 m)	Km ²									
	167,8	94,8	15,8	16,1	2,7	3,6	0,25	2,0	0,8	8,2
	%									
	53,8	30,4	5,07	5,2	0,9	1,2	0,08	0,6	0,3	2,6
NAGEA/ CBERS 4A (2020 – 2 m)	Km ²									
	168,0	88,7	27,2	12,4	2,6	0,8	1,1	2,1	0,8	9,2
	%									
	53,7	28,4	8,7	4,0	0,8	0,3	0,4	0,7	0,2	2,9

Fonte: Autores, 2022.

Na classe *Pastagem* estão as formas de vegetação características dos pastos utilizados na atividade agropecuária extensiva, que necessita de grandes áreas para alimentação do gado e é geralmente ocupada por gramíneas de espécies exóticas, mais resistentes. As áreas de pastagem ocupam atualmente a maior parte da bacia, 53,7%, distribuídas por toda a sua área, não diferindo significativamente de 10 anos atrás.

A classe *Matas* se refere à cobertura vegetal arbórea, geralmente composta de Floresta Tropical Semidecidual e Floresta Ombrófila Mista, características do bioma Mata Atlântica. Todavia, a ocupação da região levou à supressão das florestas nativas para a implantação de monoculturas e de pastagens, como ocorreu, de um modo geral, com a Zona da Mata mineira (MACHADO, 2012; RIBEIRO, 2012). Na bacia restam apenas 28,4% de matas nativas, representadas por pequenas formações florestais remanescentes em diferentes estágios de sucessão, diferindo pouco de 2010.

Conforme se verifica na Tabela 14, a classe Silvicultura ocupa o terceiro lugar em extensão na bacia, cobrindo 8,7% da área total. A cultura predominante é de eucalipto e, em alguns trechos, há o uso da área em consórcio com pastagens e pinus. Essa classe praticamente dobrou nos últimos 10 anos, saltando de 15,8 km² para 27,2 km². A margem direita da represa tem sido convertida nesta classe de forma preocupante, desrespeitando as áreas de preservação permanente (APP) de margem de reservatório.

A classe *Pasto sujo* corresponde a áreas com cobertura vegetal de espécies herbáceas e arbustivas, indicando um processo de regeneração iniciado, provavelmente, pelo abandono de áreas de pastagem. Esta classe cobre 4,0% da área da bacia, com pouca diferença para 2010.

A classe *Cultura agrícola* é, relativamente as atividades de pastagem e de silvicultura, muito pequena. Cobre uma área de 2,6 km², correspondendo a 0,8% da área total da bacia. As culturas agrícolas são desenvolvidas na bacia em pequenas propriedades rurais, geralmente visando a subsistência ou ainda para a alimentação do gado.

As áreas sem cobertura vegetal ou edificação e não inundadas foram identificadas como a classe *Solo exposto*. Estas áreas podem ser criadas

por intervenções humanas, como a preparação da terra para o plantio e a movimentação de terra para implantação de infraestrutura ou de edificações. Desse modo, podem, com o passar do tempo, se transformar em classes de cultura agrícola, pastagem, silvicultura ou área urbanizada. Ou, pior ainda, evoluir para processos erosivos. Ou seja, mesmo se tratando de uma condição transitória do terreno, definiu-se tratá-la como classe de uso e cobertura da terra devido à sua importância nos estudos da bacia. Devido à implantação de loteamentos e de condomínios na margem esquerda da represa, essa classe recuou para apenas 0,3%.

São classificadas como Áreas úmidas as regiões de várzea do Rio Paraibuna, as áreas de deplecionamento do reservatório e as várzeas dos tributários da represa. Alguns pontos específicos, afastados da represa, também podem ser observados. Neste caso, se referem a áreas no entorno de nascentes, geralmente represadas, açudes e outros pequenos corpos d'água.

A classe *Lagos* é composta por pequenos açudes formados nas propriedades rurais e utilizados, geralmente, para a irrigação das culturas agrícolas e a dessedentação de animais. Como na região não há rede de abastecimento, essas águas também são utilizadas para outros usos menos nobres.

A classe *Represa* foi definida como o espelho d'água do reservatório. Variações no nível do lago implicarão em variações também nesta área.

Na classe Área urbanizada estão as aglomerações de edificações, condomínios, loteamentos e infraestrutura encontrados na bacia. É a classe que cresceu mais nos últimos dez anos, quadruplicando e saltando de 0,25 km² (0,08%) para 1,1 km², que representa 0,4% da área total da bacia. Como já foi colocado, devido a acessibilidade por estradas vicinais, a margem esquerda tem concentrado essa expansão urbana na bacia, destacando-se o Distrito de Nova Dores do Paraibuna, em Santos Dumont, e alguns condomínios em implantação em Santos Dumont e em Ewbank da Câmara. Em relação a este último município, é importante ressaltar a aprovação e a sanção da Lei Municipal n.º 893, de 11 de novembro de 2020, que estabelece o Zoneamento Urbano e dispõe sobre a Regularização Fundiária Urbana (REURB), de interesse específico

de parcelamentos de solo para as Zonas de Expansão Urbana ZE-01 e ZE-02. O Artigo 2.o desta lei estabelece o zoneamento para as Zonas de Expansão ZE-01 e ZE-02, entre as quais se distribui a porção da Represa de Chapéu D’Uvas localizada no Município de Ewbank da Câmara. Tais zonas compreendem as seguintes Unidades Territoriais:

- **Unidade Territorial de Uso Restrito:** uma faixa de terras com uma distância entre 0 m e 30 m da margem esquerda da Represa de Chapéu D’Uvas, onde serão permitidas as atividades ligadas ao turismo sustentável, tais como serviços de hotelaria e afins; bares; restaurantes; comércio; aluguel e manutenção de embarcações, equipamentos náuticos e afins; ensino, educação e afins; comercialização de combustíveis; geração e distribuição de energia por fontes renováveis e afins; e para fins residenciais unifamiliares na modalidade de loteamento e multifamiliares na modalidade de condomínio residencial horizontal;
- **Unidade Territorial de Uso Moderado:** uma faixa de terras com uma distância entre 300 m e 600 m da margem da Represa de Chapéu D’Uvas, onde serão permitidas todas as atividades permitidas na Unidade Territorial de Uso Restrito e também as atividades industriais ligadas ao beneficiamento de produtos agropecuários, tais como produção de rações e proteína animal, produção de animais, produtos vegetais e afins, produção de produtos laticínios e afins e produção e comercialização de produtos cárneos e afins; e
- **Unidade Territorial de Uso Abrangente:** uma faixa de terras com uma distância superior a 600 m da margem da Represa de Chapéu D’Uvas, onde serão permitidas todas as atividades permitidas nas Unidades Territoriais de Uso Restrito e de Uso Moderado e também todas as atividades industriais e de serviços que compõem o “rol” da Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE).

Essa lei municipal entra em conflito com vários outros diplomas legais que constituem a base legal de referência para a proteção de áreas de mananciais de abastecimento público de água. A Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012, por exemplo, define a Área de Preservação Permanente

(APP) como uma “área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas” (Artigo 3.o, Inciso II). O Artigo 4º define as áreas consideradas como APP, em zona urbana ou rural, entre as quais se incluem as áreas situadas no entorno dos reservatórios d’água artificiais, decorrentes de barramento ou de represamento de cursos d’água naturais, na faixa definida na licença ambiental do empreendimento (Inciso III). Esse é exatamente o caso da Represa de Chapéu D’Uvas; por isso mesmo, seria fundamental o estabelecimento de uma APP no entorno do reservatório, haja vista a inexistência de processo de licenciamento ambiental referente às fases de concepção e de instalação do empreendimento.

Outra referência importante para a proteção das margens do reservatório refere-se ao Decreto Federal nº 87.840, de 16 de agosto de 1982, que declara como de utilidade pública, para fins de desapropriação pelo Departamento Nacional de Obras de Saneamento (DNOS), as áreas de terras limitadas pela curva de nível na cota 746,00 m, localizada no vale do Rio Paraibuna. Portanto, considerando a forma como a Lei Municipal nº 893/2020 estabeleceu o zoneamento nas Unidades Territoriais que compõem as Zonas de Expansão Urbana em que se localizam a BCRC, nem mesmo essa faixa de pequena extensão – considerando o NA normal de 740,00 m do reservatório (MACHADO, 2012) – estaria livre da possibilidade de ocupação e da implantação das mais diversas modalidades de uso, pelo menos em sua margem esquerda.

Outro aspecto fundamental refere-se aos usos compatíveis com a manutenção da função de manancial de abastecimento público de água. A esse respeito, a Lei Estadual nº 10.793, de 02 de julho de 1992, que dispõe sobre a proteção de mananciais destinados ao abastecimento público de água no Estado de Minas Gerais, estabelece em seu Artigo 4º a vedação de instalação, nas bacias de mananciais, de projetos ou de empreendimentos que comprometam os padrões mínimos de qualidade das águas, entre os quais inclui-se um amplo conjunto de atividades

permitidas pela Lei Municipal nº 893/2020. A esse respeito, Machado (2012) ressalta que, “em geral, junto com a imposição de um tamanho maior para o lote mínimo concorre uma exigência específica quanto ao uso residencial, restringindo-se à sua modalidade unifamiliar”. Isso implica, ao mesmo tempo, em uma menor quantidade de lotes disponíveis à ocupação e apenas uma família ocupando cada gleba, o que diminui o adensamento demográfico da área. O autor defende a tese de que uma política de usos do manancial e de sua bacia de contribuição deveria levar em consideração a manutenção da qualidade das águas destinadas ao abastecimento público de Juiz de Fora, mas também os demais usos vislumbrados como necessários pela população e pelos municípios localizados a montante do reservatório.

A Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), instituída pela Lei Federal nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997, definiu, no Inciso IV do Artigo 1º, que a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas. Sendo este um dos fundamentos da PNRH, é razoável admitir que a BCRCDD possa admitir outros usos que não o abastecimento público de água. Nesse sentido, Machado (2012), ressalta que, no caso específico da BCRCDD, só deveriam ser admitidos os usos e as atividades cujo desenvolvimento seja compatível com a manutenção de sua função principal. Como abriga um manancial destinado ao abastecimento público, os tipos de uso do solo desenvolvidos devem ser compatíveis com a manutenção da qualidade mínima exigida para as águas que se destinam ao consumo humano, entre os quais o autor admite a atividade turística, o uso residencial, exclusivamente na modalidade unifamiliar (à exceção de hotéis e pousadas), e o uso agropecuário. Esta proposição é bastante próxima à de Ribeiro (2012), para o qual os usos na BCRCDD deveriam se restringir ao residencial unifamiliar e ao agropecuário, a fim de se evitar o adensamento populacional e habitacional excessivos e o desenvolvimento de atividades econômicas que ofereçam risco ao manancial. Essas proposições são, seguramente, muito mais compatíveis com as restrições estabelecidas pela Lei Estadual nº 10.793/1992, ao mesmo tempo em que contrastam com a permissividade da Lei Municipal nº 893/2020, no que tange aos usos a serem admitidos na área da BCRCDD.

Um último aspecto fundamental refere-se ao modelo de parcelamento do solo a ser adotado na bacia. A esse respeito, o Inciso VI do Artigo 4º da Lei Estadual nº 10.793/1992 veda o parcelamento de solo nas modalidades de loteamento e de conjunto habitacional nas bacias de mananciais de abastecimento público de água do Estado de Minas Gerais. Essa legislação não impede a ocupação da bacia, mas restringe o parcelamento do solo às modalidades de desmembramento e de granjeamento, que resultem em unidades com lotes mínimos maiores.

Além do zoneamento, a Lei Municipal nº 893/2020 define o modelo de parcelamento a ser adotado nas Zonas de Expansão Urbana em que se localiza a BCRCO. O Artigo 15º estabelece que os lotes oriundos de loteamentos terão as seguintes dimensões: i. na Unidade Territorial de Uso Restrito: lotes com área mínima de 1.500 m² e testada mínima de 25 m; ii. Unidade Territorial de Uso Moderado: lotes com área mínima de 720 m² e testada mínima de 15 m; e iii. Unidade Territorial de Uso Abrangente: lotes com área mínima de 455 m² e testada mínima de 13 m. O Artigo 16º, por sua vez, estabelece que as unidades individuais oriundas de condomínios residenciais horizontais terão as seguintes dimensões: i. na Unidade Territorial de Uso Restrito: lotes com área mínima de 720 m² e testada mínima de 15 m; ii. na Unidade Territorial de Uso Moderado: lotes com área mínima de 455 m² e testada mínima de 13 m; e iii. Unidade Territorial de Uso Abrangente: lotes com área mínima de 300 m² e testada mínima de 10 m.

Em relação ao parcelamento do solo na área da bacia, Machado (2012, p. 199), ressalta que “o controle do tamanho mínimo do lote ou da gleba resultante de um parcelamento do solo pode se tornar um importante instrumento para o controle das densidades demográficas e da ocupação de uma área”. Assim, em locais de infraestrutura inadequada ou insuficiente, de grandes declividades ou de difícil abertura de vias de acesso, por exemplo, a exigência de lotes mínimos maiores implica em menor densidade de ocupação, pois ocorrerá o fracionamento da área em um número menor de unidades. É importante lembrar que, até a aprovação e a sanção da Lei Municipal nº 893, de 11 de novembro de

2020, por Ewbank da Câmara, a área da BCRCO era considerada como área rural (exceto a Vila de Nova Dores do Paraibuna). Até então, segundo Machado (2012), o parcelamento do solo era regido pela Lei Federal nº 4.504, de 30 de novembro de 1964 (Artigo 65), e pela Instrução Especial do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) nº 50, de 26 de agosto de 1997, que estabelecem que o lote resultante do parcelamento do solo tenha a área mínima de 2 hectares (20.000 m²), correspondente ao módulo rural da região. Entretanto, na Vila de Nova Dores do Paraibuna, por ter status urbano, os lotes resultantes de futuros parcelamentos poderiam ser maiores.

Portanto, não é difícil imaginar que a conversão da área da BCRCO em zona de expansão urbana do Município de Ewbank da Câmara abriu a possibilidade para a implantação de um modelo de parcelamento do solo mais permissivo, com lotes mínimos com uma área muito menor. Nesse sentido, a adoção do módulo rural regional como o lote mínimo de qualquer parcelamento na bacia implicaria na redução considerável a densidade de ocupação futura. Se mesmo a adoção dessa forma de parcelamento poderia resultar em uma elevada população total residente na bacia, o modelo de parcelamento instituído pela Lei Municipal nº 893/2020 poderia resultar em densidades de ocupação na área da BCRCO incompatíveis com a manutenção da quantidade e da qualidade da água em um manancial de abastecimento público.

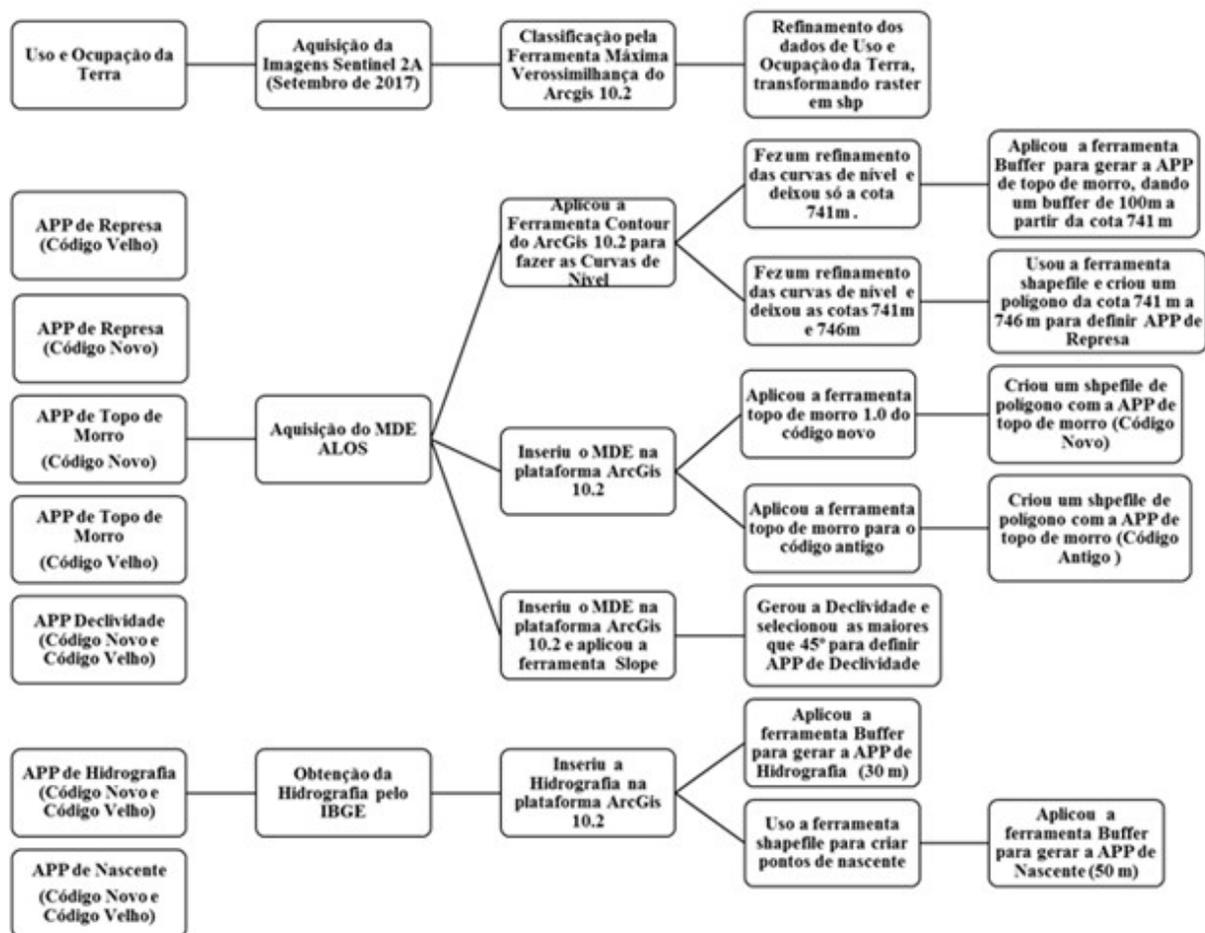
Uma última referência legal a ser destacada é o Projeto de Lei Estadual nº 3.081/2021, de autoria do deputado estadual Roberto Cupolillo, que institui a Lei de Proteção da Bacia de Contribuição da Represa de Chapéu D'Uvas, localizada na Zona da Mata mineira. O projeto apresenta uma grande similaridade com o conteúdo da lei estadual de proteção aos mananciais de 1992 no que concerne à lista de atividades e de empreendimentos cuja instalação e cuja operação são vedadas em toda a área da BCRCO, incluindo o parcelamento do solo nas modalidades de loteamento e de conjunto habitacional (Artigo 4.o, Inciso VI). Apesar da relevância do projeto de lei em estabelecer restrições aos usos do solo admissíveis na bacia, caso o mesmo seja aprovado e convertido em lei,

será extremamente necessário avançar no sentido de se definir modelos de ocupação e de parcelamento do solo na bacia que sejam compatíveis com a manutenção de sua função de abastecimento público de água. O fundamental, ressalta Machado (2012), é que o disciplinamento dos usos e os modelos de ocupação e de parcelamento do solo na área da BCRCDD deveriam ser compatíveis com a características específicas de cada uma de suas partes e estar fundamentados em estudos específicos, tais como o zoneamento físico-ambiental e o zoneamento socioeconômico.

6.3 Levantamento dos conflitos de uso nas APP da BCRCDD

A Figura 31 apresenta a metodologia desenvolvida para a elaboração da carta de uso e cobertura da terra e da carta de APP, de acordo com os critérios estabelecidos pela Lei Federal n.º 4.771, de 15 de setembro de 1965, e pelo Novo Código Florestal (NCF), instituído pela Lei Federal n.º 12.651, de 25 de maio de 2012.

Figura 31 – Metodologia adotada para a obtenção das cartas de uso e cobertura da terra e de APP.



Fonte: Autores, 2018.

Conforme mostra a Tabela 15, a maior perda comparativa entre os códigos florestais de 1965 e de 2012 ficou por conta das APP de topo de morro, que passaram de 84,462 Km², equivalente a 27%, para apenas 1,184 Km², que correspondem atualmente a 0,38%; a segunda maior perda foi nas APP de margens de reservatório, que passaram de 10,857 Km², equivalente a 3,5%, para 3,059 Km², que correspondem atualmente a 0,98%. Pode-se dizer que houve uma perda total de 29,14% em APP, correspondendo a 91,076 Km², ou seja, quase 1/3 das áreas deixaram de ser de preservação permanente, algo que certamente afetará as áreas de recarga (topos de morros) e as matas ciliares nas margens do reservatório

e, conseqüentemente, a quantidade e a qualidade da água. Ambos os tipos de APP contribuem para a estabilidade de taludes, combatendo os processos erosivos que podem, por sua vez, acarretar o assoreamento dos corpos hídricos. O retrocesso pôde ser verificado na BCRCO, com uma redução de 98,6% nas APP de topo de morro e de 71,8% nas APP de margens de reservatório.

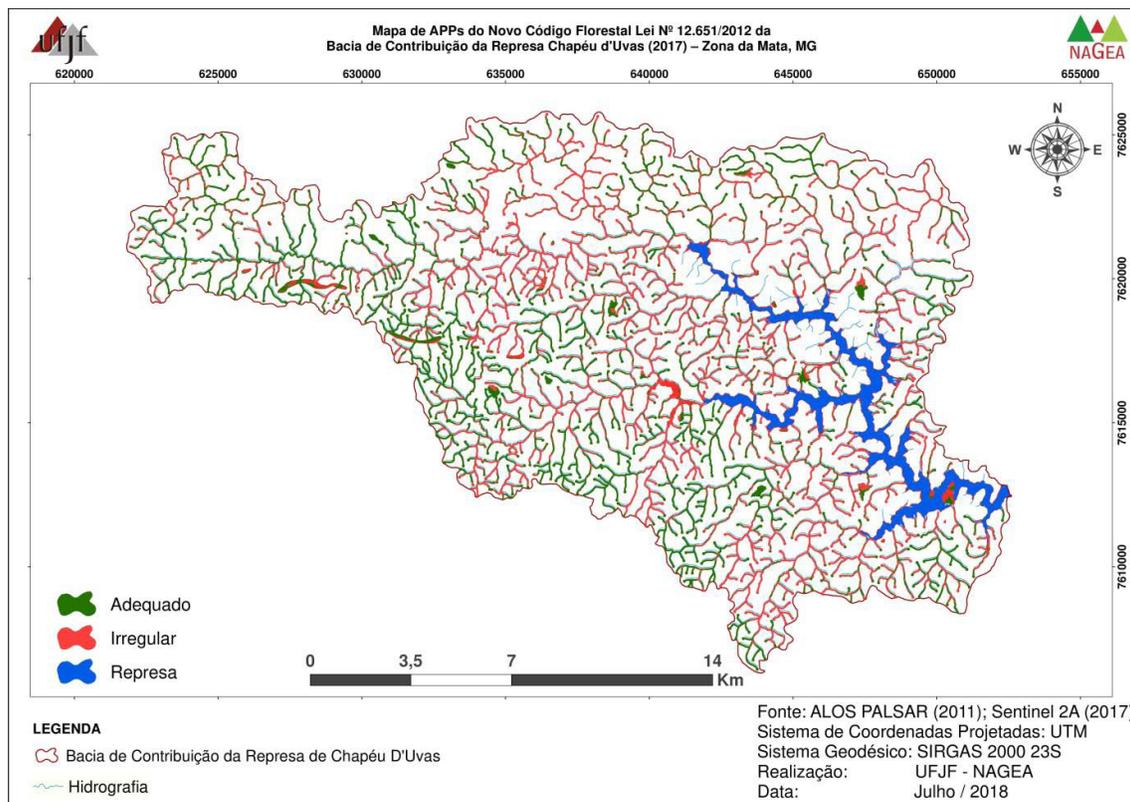
Tabela 15 – Extensão das APP segundo os critérios estabelecidos no Código Florestal (1965) e no NCF (2012)

APP	Lei Federal nº 4.771/1965		Lei Federal nº 12.651/2012	
	Km ²	%	Km ²	%
Topo de morro	84,462	27,00	1,184	0,38
Declividade	1,212	0,38	1,212	0,38
Nascente	7,351	2,35	7,351	2,35
Curso d'água	46,780	14,95	46,780	14,95
Reservatório	10,857	3,50	3,059	0,98
Total	150,662	48,18	59,586	19,04

Fonte: Autores, 2018.

Na sequência, a carta de APP baseada no NCF foi sobreposta à carta de uso e cobertura da terra através da utilização do aplicativo ArcGis (versão 10.2). A ferramenta Clip permitiu a quantificação da porcentagem de cada classe de uso da terra no interior das APP. O resultado obtido está ilustrado na Figura 32, na qual a cor verde representa o uso da terra “adequado”, que corresponde às áreas de mata e de várzea (vegetação de alagado), e a cor vermelha representa o uso da terra “irregular”, que corresponde às áreas de pastagem, pasto sujo, solo exposto e área urbanizada.

Figura 32 – Conflitos de uso da terra nas APP da BCRCD segundo a Lei Federal nº 12.651/2012 (NCF).



Fonte: Autores, 2018.

Como se observa, dos 59,586 km² de áreas a serem preservadas na bacia, que correspondem a apenas 19,04% da área total, apenas 28,24 km² (ou 47,4%) estão ocupados com *Mata* (sendo 6,63% *Silvicultura*) e 0,396 km² (ou 0,67%) com *Várzea*.

As classes Pasto Sujo, com 14,44 km² (24,23%), Pastagem, com 13,54 km² (22,72%), Solo *exposto*, com 2,92 km² (4,9%), e *Área urbanizada*, com 0,05 km² (0,08%), somam 30,95 km² (ou 51,93%), ou seja, mais da metade das APP está ocupada de forma irregular.

Como pode ser observada na Figura 32, a região da cabeceira do Rio Paraibuna e as nascentes do Ribeirão São Bento, que é o segundo maior tributário da bacia, são as mais preservadas, enquanto a sub-bacia do Ribeirão Lambari, mais próxima à barragem, é a menos preservada. Os

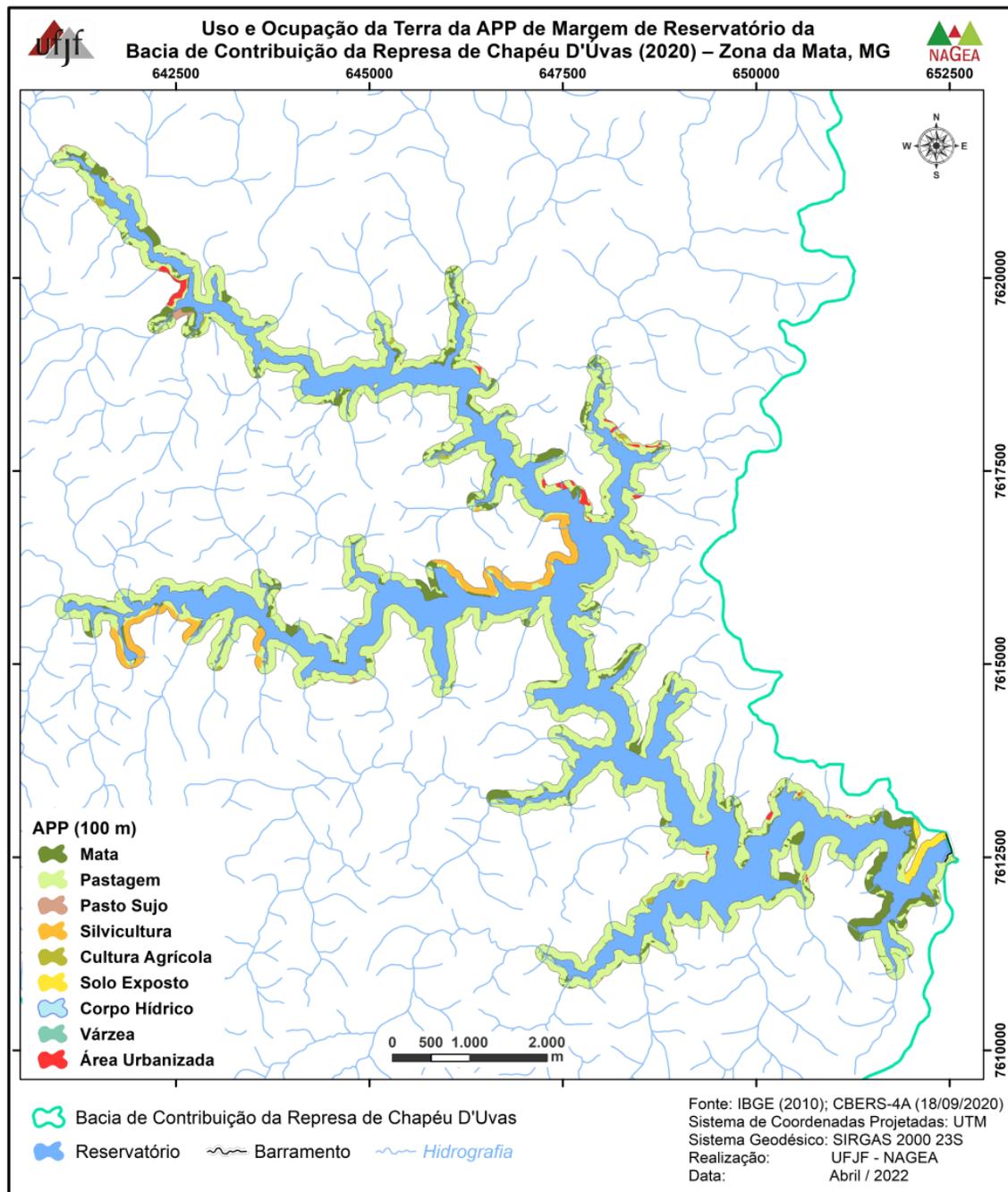
números alertam para a situação crítica da bacia, não apenas pelo viés do retrocesso legal representado pelo NCF, mas, principalmente, pela importância ecológica e hidrológica das áreas de preservação permanente para a manutenção da quantidade e da qualidade da água.

A Tabela 16 e a Figuras 33 mostram, respectivamente, a evolução dos conflitos de uso da terra nas APP de margens de reservatório nas duas legislações.

Tabela 16 – Conflitos de uso e cobertura da terra nas APP de margens segundo os critérios estabelecidos no Código Florestal (1965) e no NCF (2012)

Legislação/ Classes	Lei Federal nº 4.771/1965 (APP de 100 m)		Lei Federal nº 12.651/2012 (maximorum)	
	(km ²)	(%)	(km ²)	(%)
Mata	1,741673	16,04197	0,434596	14,20547
Corpos d'Água	0,109218	1,005971	0,106653	3,486125
Pastagem	5,697337	52,47629	1,114989	36,44521
Pasto Sujo	1,805652	16,63126	0,952512	31,13439
Solo Exposto	1,503094	13,8445	0,450607	14,72881
Total	10,85697	100	3,059357	100

Figura 33 – Conflitos de uso da terra nas APP de margens da Represa de Chapéu D'Uvas



Fonte: Autores, 2022.

A redução das APP de margens de reservatório em 71,8%, passando de 10,857 km² para 3,059 km², pode interferir direta e intensamente na quantidade e na qualidade da água. Considerando a variação do nível da água na represa, as margens, que estão ocupadas predominantemente por Pastagem, Pasto Sujo, Solo Exposto e Silvicultura em cerca de 83% de sua área total, poderão sofrer com os processos erosivos, que levam, conseqüentemente, ao assoreamento e à diminuição da capacidade de armazenamento de água do reservatório. Uma extensão de apenas 13% de Mata é um fato que deveria preocupar os gestores públicos e a sociedade, pois é a classe que deveria predominar nas margens de um manancial destinado ao abastecimento público de água. A urbanização nas APP de margens de reservatório tem crescido nos últimos anos, especialmente devido à implantação de condomínios que utilizam a denominação “rural”, apelo ambiental e lotes de 20.000 m² que, em decorrência da conversão da área em que se situa a BCRCB em zona de expansão urbana do Município de Ewbank da Câmara, poderão ser divididos, originando novos lotes e contribuindo para o aumento da densidade habitacional e populacional. Esse processo já ocorreu na Bacia de Contribuição da Represa Dr. João Penido.

Outra questão preocupante refere-se à construção de píeres em sequência, um ao lado do outro, em detrimento da implantação de um ancoradouro coletivo. As garagens das embarcações são um capítulo à parte: algumas parecem que irão evoluir para novas moradias ainda mais próximas ao corpo d’água. A fiscalização não tem dado conta de tantas irregularidades. Segundo informações fornecidas pela Polícia Ambiental, as construções aparecem a cada semana, esgotando a capacidade de atuação da corporação. São apenas dois policiais para fiscalizar todo o perímetro do reservatório, que abrange uma área de aproximadamente 12 Km² quase do tamanho de toda a Bacia de contribuição da Represa de São Pedro.

6.4 Qualidade da Água da BCRC

Nesta seção serão apresentados os valores do ICE para dois conjuntos de dados: i. histórico do ponto de captação da barragem, fornecidos pela CESAMA, com dados mensais dos anos de 2006 a 2020; e ii. conjunto de dados de uma pesquisa desenvolvida pelo NAGEA em nove pontos de amostragem, na captação e nos tributários, entre os anos de 2016 e 2017.

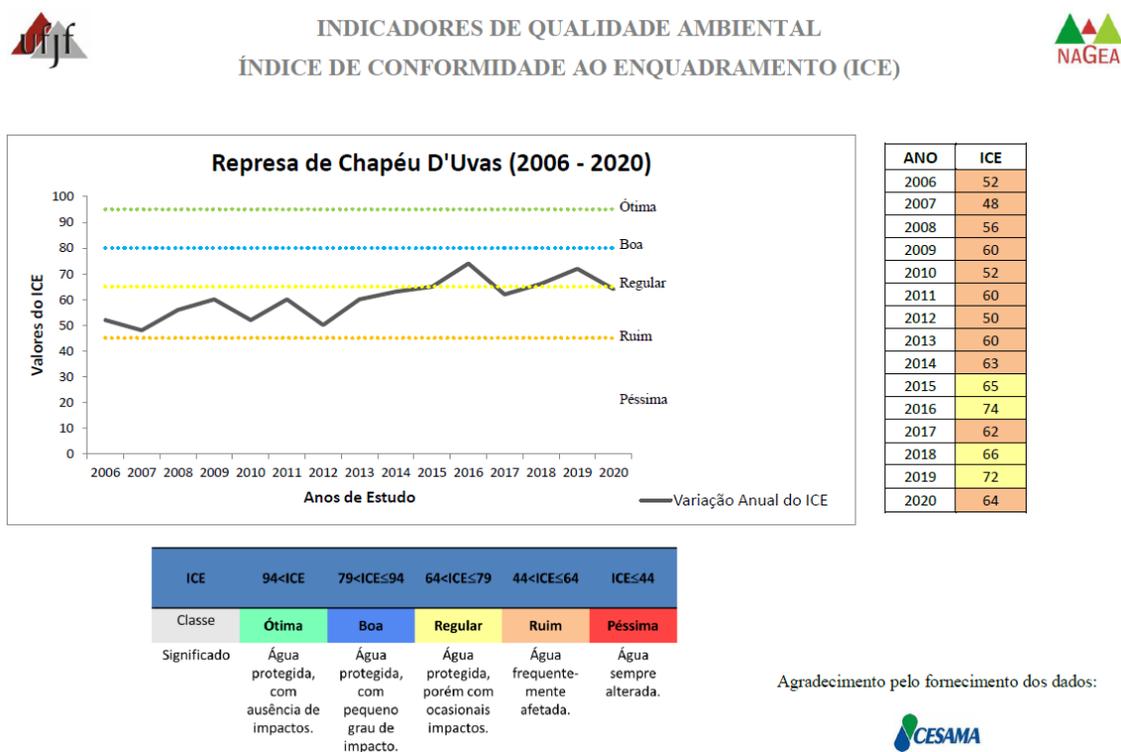
6.4.1 Qualidade da água na captação através do ICE com dados históricos da CESAMA

Para o conjunto de dados históricos, foram avaliadas as variáveis: turbidez, OD – concentração, pH, DBO, Cloreto, Fe, FT, NT, Mn, E. coli. A partir de 2010 foi utilizado o valor do fósforo total em substituição ao FT, com o mesmo limite. Como limite para o NT, foi utilizada a soma dos padrões para nitrito, nitrato e nitrogênio amoniacal total da Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 357, de 17 de março de 2005. Apesar da leitura de NT contemplar também outras formas de nitrogênio, os valores observados foram inferiores ao estabelecido na resolução. As leituras de cianobactérias não estavam disponíveis para os anos 2005, 2011, 2012 e 2013; porém, porém foram utilizadas para os demais anos da série.

A Figura 34 ilustra a evolução do ICE ao longo do tempo para a série histórica, no ponto de captação. Como se pode observar, o valor do ICE varia na faixa de “Ruim” a “Regular”, com o menor valor em 2007 (48) e o maior valor em 2016 (74). O pequeno número de variáveis disponíveis influenciou o resultado por meio do fator F1. Além disso, em alguns anos há meses sem a leitura de algum parâmetro, o que também interfere no resultado, mas por meio do fator F2. As variáveis DBO e FT foram as que mais tiveram leituras fora dos padrões da Resolução CONAMA n.º 357/2005, sendo as maiores responsáveis pelo resultado do ICE. Estas, assim como as leituras baixas de OD, apontam para os efeitos da

presença de carga orgânica nas águas da Represa de Chapéu D’Uvas, o que merece atenção dos gestores públicos. A urbanização das suas margens quadruplicou nos últimos 10 anos, inclusive com a ausência de sistemas de coleta de esgoto. Provavelmente a carga orgânica encontrada está associada ao esgoto doméstico e às fezes de gado que usam as pastagens, que ocupam mais da metade das APP de margens.

Figura 34 – Enquadramento do ICE na captação da BCRC D entre 2006 e 2020.



Fonte: Autores, 2022.

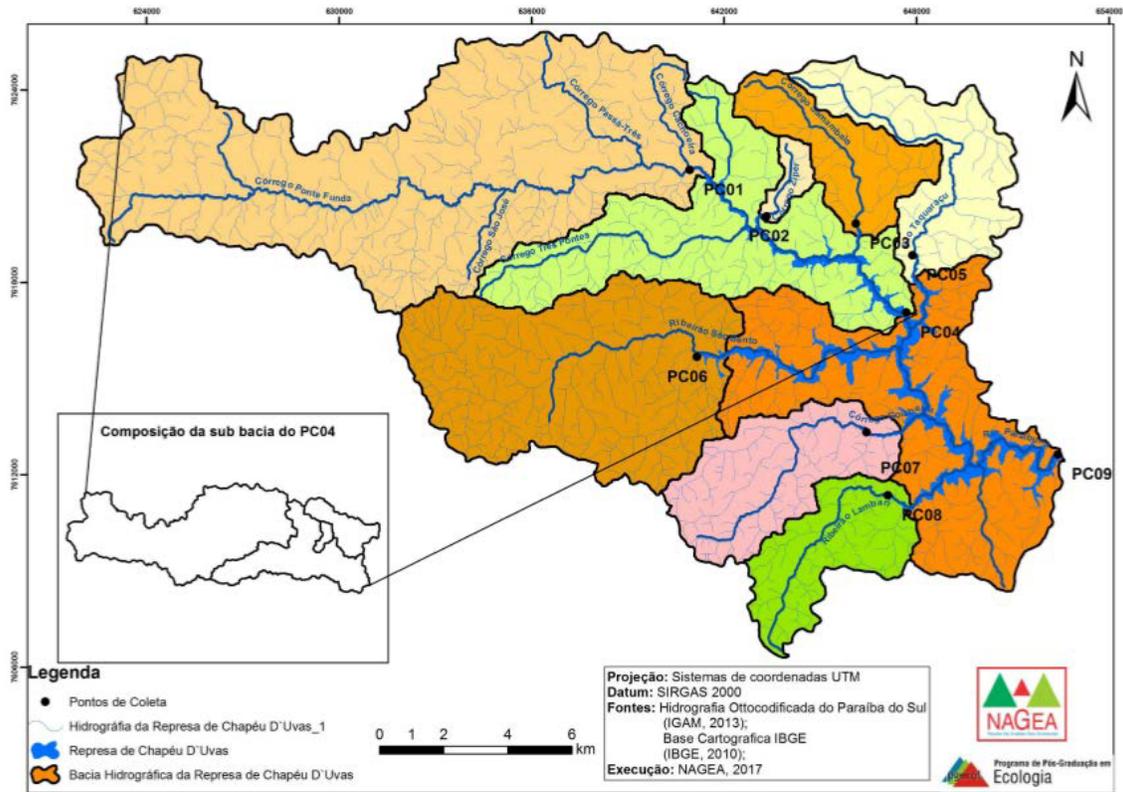
Também as variáveis Fe e Mn influenciaram o resultado do ICE, com leituras fora dos padrões da norma, evidenciando o revolvimento da terra para a instalação de empreendimentos e a consequente erosão das margens. Pode ser observado na Figura 34 que a linha de tendência é de crescimento do ICE, ou seja, de melhoria na qualidade da água do reservatório, principalmente a partir do ano de 2012. Esta tendência está provavelmente associada ao amadurecimento do reservatório.

Entretanto, o resultado “Ruim” obtido em 2020, em plena pandemia de covid-19, mostra que a urbanização das margens está contribuindo para a inserção de sedimentos, no primeiro momento da terraplenagem, e de esgoto, no segundo momento. Essas informações estão sendo ignoradas pelos tomadores de decisão das prefeituras de Santos Dumont e Ewbank da Câmara. Até mesmo a balneabilidade poderá ser prejudicada em médio e longo prazos.

6.4.2 Qualidade da água na Bacia através do ICE com dados do NAGEA

Para o conjunto de dados do NAGEA foram realizadas quatro campanhas, com a coleta de amostras em nove pontos de amostragem, conforme mostra a Figura 35. O PC01 é localizado no exutório do Rio Paraibuna, ou seja, onde este curso d’água encontra a represa. O PC02 está situado na foz do Córrego Zíper. O PC03 na foz do Córrego Samambaia. O PC04 no médio curso da represa. O PC05 na foz do Rio Taquaruçu. O PC06 na foz do Ribeirão São Bento. O PC07 na foz do Córrego Goiabeira. O PC08 na foz do Ribeirão Lambari. O PC09 na captação, próximo à barragem. Foram utilizadas as variáveis: turbidez, OD – concentração, pH, nitrito, nitrato, íon amônio, Fe, FT, cloreto e densidade de cianobactérias, também adotando como referência os padrões da Resolução CONAMA n.º 357/2005.

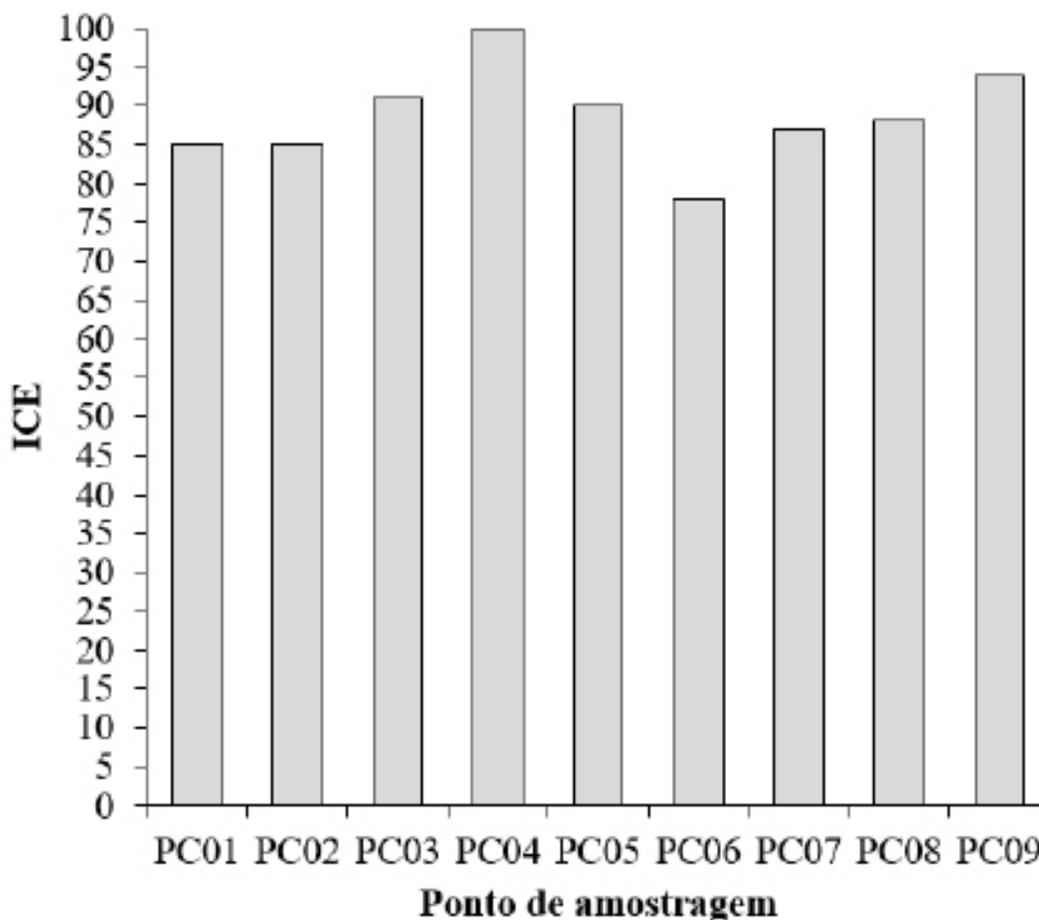
Figura 35 – Sub-bacias com seções de monitoramento na BCRC



Fonte: Oliveira, 2018.

A Figura 36 ilustra os valores do ICE para os pontos de amostragem, os quais variam entre “Regular” e “Excelente”. O menor valor foi encontrado no PC06 (78), na foz do Ribeirão São Bento. O maior valor foi encontrado no PC04 (100), ponto situado no médio curso da represa. Esperava-se que o PC02, na foz do Córrego Zíper, apresentasse o pior valor do ICE, uma vez que o mesmo recebe os esgotos do Distrito de Nova Dores do Paraibuna. No entanto, o ponto PC06 teve uma leitura de OD abaixo do limite, além das quatro leituras de Fe fora do padrão. O PC02, por sua vez, apresentou-se fora do padrão apenas nas quatro leituras de Fe. É importante ressaltar que o uso de um índice acarreta na perda das informações individuais e na generalização dos resultados. Pode ser observado também que os maiores valores de ICE foram registrados para os dois pontos dentro do reservatório, PC04 e PC09, reforçando a percepção de que as principais fontes de carga orgânica são representadas pelos afluentes.

Figura 36 – Enquadramento do ICE nos pontos de amostragem da BCRC



Fonte: Oliveira, 2018.

Devido às diferenças quanto ao número de variáveis e de observações entre os dois conjuntos de dados, não é possível comparar o resultado do ICE dos dados históricos e das campanhas. Entretanto, estes resultados permitem concluir que o valor do índice vem melhorando ao longo dos anos para o ponto da captação, e que a qualidade da água nos pontos do médio curso do reservatório (PC04) e da captação (PC09) estão melhores que nos tributários da represa.

A variação da série histórica na captação precisa ser monitorada, tendo em vista a urbanização crescente nas suas margens e a piora do ICE em 2017 e em 2020. O ICE demonstra, finalmente, sensibilidade quanto às interferências antrópicas na represa e em sua bacia de contribuição.

6.5 Conclusões e Recomendações

O estudo sobre o uso e cobertura da terra na Bacia de Contribuição da Represa de Chapéu D'Uvas evidenciou o aumento da silvicultura, principalmente no médio e baixo cursos. Grande parte das áreas de pastagem, no interstício 2010-2020, foram substituídas pela silvicultura. Mas, ainda assim, a metade da superfície da bacia é coberta por pastos (53,7%), em comparação com o plantio de eucalipto e de pinus (8,7%), que se distribui na margem direita do reservatório. Essa classe praticamente dobrou nos últimos 10 anos, saltando de 15,8 km² para 27,2 km².

A redução das áreas de cultura agrícola, que apresenta características de agricultura familiar na bacia, é um fato negativo no que se refere aos aspectos econômicos e sociais. Pode indicar o crescimento do veraneio de caráter temporário no uso das edificações, em detrimento ao uso como moradia regular. É a classe que mais cresceu nos últimos dez anos, quadruplicando e saltando de 0,25 km² para 1,1 km². O lado esquerdo tem concentrado essa expansão urbana na bacia, através de loteamentos e condomínios lançados em Santos Dumont e Ewbank da Câmara.

Um aspecto altamente negativo refere-se ao índice de apenas 28,4% remanescentes de Mata Atlântica, concentrados no alto curso do Rio Paraibuna, no Município de Antônio Carlos, e o índice extremamente baixo, de apenas 13,4% de mata ciliar nas APP de margens de reservatório, responsáveis diretas pela proteção das águas, devido ao efeito de filtro, similar à função desempenhada pelos cílios em relação aos olhos humanos. Além da questão legal, a importância das APP para a manutenção da quantidade e da qualidade dos recursos hídricos é reconhecida cientificamente. Este deve ser um aspecto prioritário para os gestores da bacia.

Na campanha realizada pelo NAGEA, em 12 de setembro de 2016, foram registrados 50 pontos de erosão na margem esquerda e 67 na margem direita da represa. Sejam cobertas por mata, que não tem características de mata ciliar, ou ocupadas por pastagens e por plantações de eucaliptos, as margens da represa estão suscetíveis ao solapamento das águas, cau-

sado pelo deplecionamento do reservatório, pela ação dos ventos ou pelas embarcações. Como consequência, tais processos erosivos causam o asso-reamento do reservatório e, desse modo, a redução de sua capacidade de acumulação. Estudos e ações para mitigar e prevenir este problema, seja por intervenções de engenharia ou mesmo por medidas de recomposição e de manejo da vegetação ripária, se fazem necessários, e com urgência.

As informações obtidas nas análises da qualidade da água indicam, por um lado, que vem ocorrendo, historicamente, uma melhora no ICE. Por outro lado, os dados das campanhas mostram que o aporte de nutrientes, principalmente os nitrogenados e o fosfato, é proveniente dos tributários. Assim, com o avanço do processo de envelhecimento do reservatório, decorridos 27 anos desde o início do enchimento, os esforços na prevenção a eventos de floração de cianobactérias devem necessariamente considerar o atual processo de ocupação da bacia, principalmente devido ao despejo de esgotos e ao arraste de materiais provenientes de terraplenagem e das áreas de pastagem.

O aumento na ocupação das áreas da bacia vem sendo acelerado. Os anúncios de venda de lotes no entorno da represa são facilmente encontrados nos *websites* e redes sociais. A beleza cênica e a possibilidade de lazer nas águas do manancial, como natação, mergulho, pesca e *jet ski*, são atrativos que valorizam os imóveis. A ilusão dos lotes rurais já foi demonstrada como uma falácia da ideia de ocupação sustentável, pois sabe-se que esses lotes serão divididos e ocupados no futuro, como ocorre nas áreas urbanas. A ausência de infraestrutura de saneamento é recorrente nos mananciais que abastecem Juiz de Fora, onerando as estações de tratamento de água. Um dos tributários mais degradados da Represa Dr. João Penido é o Córrego Vista Alegre, situado no interior do Condomínio Enseada na Grama. Apesar de concebido como um conjunto de lotes rurais sustentáveis, o monitoramento mostrou que o esgoto doméstico está chegando à represa. Não há fiscalização e o acompanhamento posterior dos proprietários rurais da área.

No caso da Represa de Chapéu D’Uvas, as margens do reservatório possuem, no geral, declividades que aumentam o risco de processos erosivos na realização de atividades para a movimentação de terra e a implantação das edificações e infraestrutura. Estas condições são flagrantes, conforme observado nas campanhas realizadas. Pelas características rurais, tais intervenções podem passar, ao largo das etapas de licenciamento ambiental, pelo poder público. Este é outro ponto que precisa da atenção cuidadosa e urgente dos gestores públicos.

A Bacia de Contribuição da Represa de Chapéu D’Uvas, manancial onde está depositada a expectativa de suprimento de água em quantidade e em qualidade para o Município de Juiz de Fora, requer medidas urgentes para a sua gestão ambiental. As pesquisas desenvolvidas pelo NAGEA entre 2016 e 2017, cujos resultados estão registrados na tese de doutorado do Professor Márcio de Oliveira e em projetos de pesquisa e de extensão desenvolvidos posteriormente, apresentados parcialmente neste livro, constituem um subsídio importante para a atuação do poder público, das concessionárias de serviços de saneamento básico, com destaque para a CESAMA, dos comitês de bacia hidrográfica, das organizações não governamentais e dos demais órgãos e indivíduos que queiram defender esses “mananciais para todo o tipo de vida”.

CONSIDERAÇÕES E RECOMENDAÇÕES NECESSÁRIAS PARA A CONSERVAÇÃO DAS REPRESAS DE ABASTECIMENTO DE JUIZ DE FORA (MG)

César Henrique Barra Rocha; Márcio de Oliveira; Pedro José de Oliveira Machado

As bacias de contribuições das represas de abastecimento de Juiz de Fora têm em comum um histórico de desrespeito com relação à aplicação das legislações ambientais. Isso foi demonstrado neste livro através dos resultados de qualidade da água encontrados ao longo dessas bacias e nos pontos de captação de água bruta para tratamento, associados ao uso inadequado da terra, destacando os conflitos nas Áreas de Preservação Permanente – APP, destarte as APP de margens de reservatório.

A predominância da classe Pastagem variando de cerca de 58% na Bacia da João Penido, 52% em São Pedro e 58% em Chapéu d’Uvas demonstram que as bacias ainda têm características rurais. Entretanto, a falta de matas, com índices de apenas 13%, 22% e 28%, respectivamente, nas mesmas bacias, já reflete na qualidade das águas desses mananciais.

Os impactos causados pelas intervenções antrópicas nas represas de São Pedro, com cerca de 16% de área urbanizada e na João Penido, com cerca de 9%, são decorrentes desde loteamentos e condomínios até rodovias federais e estaduais, refletindo negativamente nos resultados encontrados. Dever-se-ia evitar rodovias onde temos água, principalmente a que será utilizada para abastecimento público. A queima dos combustíveis leva para o sedimento e para a coluna d'água os Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos – HPAs. Eles não conseguem ser tratados nas estações convencionais. Os resíduos de pneus, óleos e graxas também acabam chegando nas represas pelo escoamento superficial. Independente de um acidente com carga perigosa, as estradas não fazem bem para as águas. Os acidentes acontecem e infelizmente será uma questão de tempo para termos esses impactos.

Na Represa de Chapéu d'Uvas, cuja urbanização chegou a 1,1% da área da bacia, 1,5% nas APP marginais ao reservatório, concentradas na margem esquerda, também preocupa o avanço da silvicultura em cerca de 8,7% na bacia e 4,6% nas APP da margem direita. Esses valores quadruplicaram em 10 anos para a urbanização e duplicaram para a silvicultura. A se manter essa taxa, teremos problemas complexos para administrar como o retorno das cianobactérias exigindo tratamento de água avançado nas ETAs e a perda da balneabilidade para os usos múltiplos. Será um “tiro no pé” para quem só vê esse manancial como área de lazer.

Se for importante ao Poder Público e à Sociedade Civil manter a qualidade de vida e da água proveniente dessas bacias, é necessário um planejamento de médio e longo prazo priorizando a proteção das áreas de captação no primeiro momento; das margens do reservatório através da manutenção das APP Ciliares, no segundo momento; e, finalmente, programas de estímulo ao reflorestamento com espécies nativas nas demais áreas dessas bacias.

A Represa de São Pedro mostrou que é resiliente e consegue reagir quando são reduzidos ou cessados os impactos antrópicos, fornecendo água bruta de boa qualidade, conforme capítulos anteriores, prova inequívoca que é o uso da terra na bacia e proximidades da represa que estão afetando a água. O melhor resultado de qualidade de água bruta foi observado em 2020, devido a paralização de obras devido a Pandemia de Covid-19. Os condomínios localizados nas sub-bacias dos córregos Grota do Pinto e São Pedro são outro desafio para a sociedade. Por que tiraram a bacia hidrográfica desta represa do Art. 66 do Plano Diretor Participativo de 2018, que estabeleceu as Macroáreas de Interesse Ambiental e de Preservação de Mananciais – MA3? Na sequência, empresas conseguem alvará de construção para condomínios com intervenção em APP. Como resolver essa questão conflituosa numa área de manancial de abastecimento ainda em atividade?

Por que a nossa legislação urbanística dá o subterfúgio do chamado “condomínio de lotes” permitindo que se instale loteamentos sem licenciamento ambiental e devidas compensações ambientais pelos seus impactos? Aterramento de áreas de várzeas, drenagem e canalização de córregos, intervenção em APP de recarga da represa é baixo impacto ambiental? A redução da quantidade de água e de sua qualidade que refletirá no encarecimento do tratamento, enfim, os passivos, ficam para quem?

A Represa Dr. João Penido, apesar da ligação da adutora com Chapéu d’Uvas, precisa de cuidados devido ao assoreamento nas margens do reservatório, com apenas 18% de matas e 37% de urbanização na APP. A Rodovia Estadual AMG-3085, em operação desde 2017, além de induzir urbanização na bacia, é uma ameaça nas travessias de córregos que alimentam a represa. Vale destacar a ausência da condicionante do licenciamento “caixas de concreto impermeabilizadas”, com capacidade para receber líquidos poluentes de acidentes com cargas perigosas nas passagens sobre os cursos d’água e várzeas. Existe um Plano de Contingência para quando houver algum acidente? Temos capacidade técnica para evitar a

mistura de um produto químico (por exemplo, combustível) com a água em caso de acidentes nas várzeas e córregos? Existe sinalização avisando estar em área de manancial, entretanto, sabemos que não é suficiente.

Há necessidade urgente de instalação de redutores de velocidade nas travessias do ribeirão dos Burros e córrego Grama. Neste último tributário da represa, não foram colocadas as barreiras New Jersey, novamente descumprindo condicionantes do processo de licenciamento desta rodovia. O córrego Grama está vulnerável e pode ser vítima dos motoristas de veículos que passam em alta velocidade neste trecho. Nestas duas principais travessias da AMG-3085 sobre os principais tributários da represa é comum encontrar animais atropelados, inclusive da fauna silvestre, como o lobo guará. Eles são atraídos pela água e costumam não ter tempo para reagir as altas velocidades.

A represa de Chapéu d’Uvas tem vários problemas que nos incomodam. Vamos nos concentrar em dois que consideramos principais. O primeiro se refere à erosão nas margens devido à variação do nível da água e a ausência de espécies vegetais adaptadas a esse processo, complementado pelo desrespeito às APP ciliares de margens, com apenas 13% de Mata Atlântica. Esses processos diminuem a capacidade de armazenamento do reservatório (como já ocorre em São Pedro e Dr. João Penido), além do reflexo negativo na qualidade da água demonstrado ao longo deste livro. O segundo está relacionado ao histórico das cianobactérias que diminuiu com o amadurecimento do reservatório. Entretanto, há necessidade de controle da entrada de matéria orgânica, principalmente o esgoto oriundo dos tributários. Ocupações de condomínios nas margens, sem infraestrutura de saneamento, sobre as áreas de APP, podem retornar com esse problema que é complexo.

As nossas Estações de Tratamento de Água (ETA) trabalham com o Tratamento Convencional que não é capaz de eliminar esses organismos. Se voltar a aumentar a concentração de cianobactérias, as nossas ETAs terão que ser convertidas ao Tratamento Avançado, como já ocorre em algumas regiões com águas impactadas, como a capital de São Paulo.

Isso rebaterá no bolso do contribuinte que terá que pagar uma conta de água mais cara, em contraposição a interesses especulativos imobiliários. O coletivo acaba pagando pela ineficiência dos gestores públicos que não cumprem seu papel de defender o bem comum público em detrimento de interesses individuais e corporativos. A mediação esperada não acontece e não existem limites para o avanço dos impactos sobre essas áreas sensíveis. Precisamos ficar atentos como sociedade civil organizada para fiscalizar e cobrar profissionalismo, transparência e ética na gestão pública brasileira.

O fato de nossos mananciais utilizados para o abastecimento público serem formados a partir do barramento de alguns cursos d'água (João Penido, São Pedro e Chapéu d'Uvas), sugere a necessidade ainda maior de uma política específica de gestão adequada do uso da terra nessas bacias hidrográficas, pois como citado por Pereira (1991:5) “todo reservatório, uma vez construído, ficará submetido a um processo constante de eutrofização e sedimentação”.

Branco e Rocha (1986:2/3) afirmam que em lagos artificiais – que é o caso de todos os nossos mananciais – a possibilidade de deterioração da qualidade da água pode estar associada a um dos seguintes fatores: decomposição da matéria orgânica vegetal presente na área inundada; dissolução de sais nutrientes inorgânicos, resultante desses mesmos vegetais; introdução de sais nutrientes, material orgânico e outros trazidos pelo próprio rio e seus afluentes e águas de escoamento superficial.

A velocidade de quaisquer desses processos eutrofizantes (acumulação de elementos minerais nutrientes) pode, no entanto, ser acelerada por várias causas. As atividades humanas advindas da urbanização, lançamentos domésticos de resíduos líquidos e sólidos e dejetos industriais, a prática agrícola com o uso de fertilizantes e agrotóxicos, a criação de animais, a circulação de embarcações e o uso recreacional inadequado são fatores que, isoladamente ou em conjunto, podem conduzir a uma mais rápida degradação da qualidade das águas.

Assim, parece mais do que necessário e urgente o planejamento de ações específicas que busquem compatibilizar crescimento urbano e utilização racional dos mananciais, atuais e futuros, minimizando os conflitos de uso do solo tão comuns nessas áreas e situações, como fartamente aqui demonstrado. Torna-se indispensável o monitoramento constante do sistema água/solo/vegetação para se entender e dimensionar melhor a extensão das ações humanas em nossos mananciais.

Só para citar alguns exemplos dos riscos da substituição da cobertura vegetal em escalas mais amplas, temos a transposição do rio Paraíba do Sul em Barra do Pirai (RJ) de 190 m³/s (o que equivale a 8 rios Paraíba ou 4 rios do Peixe e que viabiliza a região metropolitana do Rio); da transposição do rio São Francisco para vários estados do Nordeste; e dos rios voadores da Amazônia que irrigam o Centro-oeste, Sudeste e Sul do Brasil. Se continuar o desmatamento na Mata Atlântica, no Cerrado e na Amazônia, haverá interferência no ciclo hidrológico com redução dessas vazões. Não será possível mantê-las e fazer essas transposições por falta de água. Irão transpor o quê? Será um problema para o agronegócio, geração de energia, indústrias, enfim, imagina o impacto disso? Essas reflexões é que chamamos o leitor a fazer sobre a necessidade de mudança do modelo de agronegócio (que privilegia as monoculturas), da matriz energética baseada em grande parte nas hidrelétricas e do uso do solo predatório nas grandes cidades. Sem água a sociedade entrará numa crise sem precedentes.

A criação de legislações permanentes de proteção dessas represas e o fazer cumprir pela fiscalização são medidas necessárias enquanto não existe cultura ambiental. Falta educação em todos os níveis, o que reflete no valor utilitário que as pessoas têm dado a água. Apesar de ser considerada um recurso hídrico, a água não deveria ser mensurada com a lógica mercadológica. Ela vai além dos aspectos meramente estético, físico, químico e biológico. Ela é sagrada em várias culturas e deveria ser respeitada como tal. Uma nascente, um córrego, uma represa têm a sua história e energia vital própria. Muitas vidas habitam essa alma feita de água, esse ser vivo! Os fluxos precisam seguir até o mar onde se fundem numa força ainda maior.

O trabalho em Chapéu d’Uvas só foi possível através dos convênios com o Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais – 3º COB / 4º BBM e com a Companhia de Saneamento Ambiental de Juiz de Fora - CESAMA aos quais deixamos nossos agradecimentos.

O Núcleo de Análise Geo Ambiental / NAGEA da UFJF continuará monitorando essas áreas na medida de suas possibilidades. Apesar da falta de estrutura e recursos, conseguimos chegar a esses resultados por grande esforço do Grupo, que conta com alunos, alunas e profissionais realmente dispostos a fazer CIÊNCIA, como retorno do investimento da SOCIEDADE na UNIVERSIDADE.

Referências

ABILDTRUP, J. GARCIA; S. STENGER, A. The effect of forest land use on the cost of drinking water supply: A spatial econometric analysis. *Ecological Economics*, n. 92, p. 126-136, 2013.

ALCANTARA, L. A. G. Parecer sobre o Pedido de vistas da 28ª Reunião extraordinária conjunta da Câmara de Atividades de Infraestrutura e Saneamento e Câmara de Proteção aos Recursos Naturais e à Biodiversidade realizada no dia 28 de abril de 2015. Conselho Municipal de Meio Ambiente (COMDEMA), Juiz de Fora, MG, 2015.

ALENCAR, G. V. *Novo Código Florestal: Ilustrado e de fácil entendimento*. Vitória: Editora UFV, 2015.

ANA. Agência Nacional de Águas. Atlas Brasil: Abastecimento Urbano da água – Juiz de Fora, MG. Disponível em: <http://atlas.ana.gov.br/Atlas/forms/analise/geral.aspx?est=8>. Acesso em: 5 ago. 2011a.

ANA. Agência Nacional de Águas. Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Organizadores: Carlos Jesus Brandão *et al.* São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2011b.

ANA. Agência Nacional de Águas. Panorama da qualidade das águas superficiais do Brasil: 2012. Agência Nacional de Águas. Brasília: ANA, 2012.

AMARO, C. A. *Proposta de um índice para avaliação de conformidade da qualidade dos corpos hídricos ao enquadramento*. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

APHA - AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. *Standard Methods for the examination of Water and Wastewater*, 22st ed. Washington, D.C: Centennial Edition, 2012.

ASSIS, L. R. *Avaliação do impacto em corpos d'água devido ao lançamento de resíduos de uma estação de tratamento de água de Juiz de Fora – MG*. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2014.

BARROS, J. C.; BARRETO, F. M. S.; LIMA, M. V. Aplicação do Índice de Qualidade das Águas (IQA-CETESB) no açude Gavião para determinação futura do Índice de Qualidade das Águas Brutas para fins de Abastecimento Público (IAP). *In: VII Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação*, Palma, 2012.

BERNADETE, L. Obras da interseção entre BR-440 e BR-040 avançam. *Tribuna de Minas*. 06 out 2019. Disponível em: <<https://tribunademinas.com.br/noticias/cidade/06-10-2019/obras-da-intersecao-entre-br-440-e-br-040-avancam.html>>. Acesso em: 15/10/2020.

BRANCO, S. M.; ROCHA, A. A. *Proposições básicas para a proteção ambiental da Represa Dr. João Penido em Juiz de Fora - MG*. São Paulo: [S.n.], 1986.

BRASIL. Lei nº 4.771 de 15 de setembro de 1965. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 16 set. 1965. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l4771.htm. Acesso em: 8 out. 2016.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 5 out. 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 10 nov. 2016.

BRASIL. Lei nº 9.433 de 08 de Janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 09 jan. 1997. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm. Acesso em: 25 set. 2014.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 357 de 17 de março de 2005. 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. Brasília, DF, 2005. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>. Acesso em: 2 mar. 2015.

BRASIL. Lei nº 11.428 de 22 de dezembro de 2006. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Lei/L11428.htm. Acesso em: 21 nov. 2018.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 2.914, de 12 de Dezembro de 2011. Dispõe sobre normas de potabilidade de água para o consumo humano. Brasília, DF: 2011.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Brasília, DF, 28 maio 2012a. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm. Acesso em: 8 out. 2013.

BRASIL. Lei nº 12.727 de 17 de outubro de 2012. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. Brasília, 17 out. 2012b. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12727.htm. Acesso em: 8 out. 2017.

BRASIL. Tribunal de Contas da União. Gabinete do Ministro Raimundo Carreiro. TC-006.957/2010-2. Brasília, DF, 2010.

BUCCI, M. M. H. S. *Caracterização da Qualidade da Água na represa Dr. João Penido (Juiz de Fora, MG)*. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2011.

BUCCI, M. H. S.; DE OLIVEIRA, L. F. C. de. Índices de qualidade da água e de estado trófico na Represa Dr. João Penido (Juiz de Fora, MG). *Revista Ambiente & Água*. Taubaté, v. 9, n. 1, p. 130-148, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1290>.

BUCCI, M. M. H. S.; DELGADO, F. E. F. da; SANTOS, D. da S.; OLIVEIRA, L. F. C. de. Análise de metais, agrotóxicos, parâmetros físico-químicos e microbiológicos nas águas da Represa Dr. João Penido, Juiz de Fora, MG. *Revista Ambiente & Água*. Taubaté, v. 10, n. 4, p. 804-824, 2015a. Doi: <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1534>.

BUCCI, M. H. S.; DELGADO, F. E. da F.; DE OLIVEIRA, L. F. C. de. Water quality and trophic state of a tropical urban reservoir for drinking water supply (Juiz de Fora, Brazil). *Lake and Reservoir Management*, v. 31, n. 2, p. 134-144, 2015b. Doi: <http://dx.doi.org/10.1080/10402381.2015.1029151>.

BUZELLI, G.M.; CUNHA-SANTINO, M.B. Análise e diagnóstico da qualidade da água e estado trófico do reservatório de Barra Bonita, SP. *Revista Ambiente & Água*. Taubaté, v. 8, n. 1, p. 186-205, 2013.

CARMO, R. L.; DAGNINO, R. S.; JOHANSEN, I. C. Transição demográfica e transição do consumo de água no Brasil. In: *Revista Brasileira de Estudos de População*. São Paulo: Associação Brasileira Estudos Populacionais, vol. 31, nº 01, p. 169-190, jan./jun., 2014.

CARRERA-FERNANDEZ, J.; GARRIDO, R. J. *Economia dos recursos hídricos*. Salvador: Universidade Federal da Bahia, 2003.

CASQUIN, A. P. *Fatores determinantes da qualidade da água na bacia hidrográfica do Rio Preto (MG/RJ)*. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2016.

CCME. Canadian Council of Ministers of the Environment. Water Quality Index: Technical Report. Canadian Water Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life. 2001a. Disponível em: [http://www.ccme.ca/files/Resources/calculators/WQI%20Technical%20Report%20\(en\).pdf](http://www.ccme.ca/files/Resources/calculators/WQI%20Technical%20Report%20(en).pdf). Acesso em: 2 abr. 2015.

CCME. Water Quality Index: User's Manual. Canadian Water Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life. 2001b. Disponível em: [http://www.ccme.ca/files/Resources/calculators/WQI%20User's%20Manual%20\(en\).pdf](http://www.ccme.ca/files/Resources/calculators/WQI%20User's%20Manual%20(en).pdf). Acesso em: 2 abr. 2015.

CESAMA. Companhia de Saneamento municipal de Juiz de Fora. Mananciais – Represa de São Pedro. Disponível em: <http://www.Cesama.com.br/?pagina=rsaopedro>. Acesso em: 7 jan. 2016.

CESAMA. Companhia de Saneamento municipal de Juiz de Fora. Mananciais – Represa Dr. João Penido. Disponível em: <http://www.Cesama.com.br/?pagina=joaopenido>. Acesso em: 20 mar. 2017.

CESAMA. Companhia de Saneamento Municipal de Juiz de Fora. Mananciais de abastecimento de Juiz de Fora. Juiz de Fora, MG, 2018, 17p.

CESAMA. Companhia de Saneamento Municipal de Juiz de Fora. Comunicação pessoal via e-mail. 2020.

CETESB. Companhia de Tecnologia de saneamento ambiental do estado de São Paulo. Índice de Qualidade das Águas. São Paulo, 2009. Disponível em: <http://www.Cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/agua/aguas-superficiais/aguas-interiores/documentos/indices/02.pdf>. Acesso em: 26 jun. 2014.

CETESB. Companhia de Tecnologia de saneamento ambiental do estado de São Paulo. Qualidade das águas superficiais no estado de São Paulo 2011. Série Relatórios. Apêndice D: Índice de Qualidade das Águas 2011. São Paulo: CETESB, 2012. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-superficiais/35-publicacoes/-relatorios>. Acesso em: 21 ago. 2012.

CHA, Y.; PARK, M. H.; LEE, S. H.; KIM, J. H.; CHO, K. H. Modeling spatiotemporal bacterial variability with meteorological and watershed land-use characteristics. *Water Research*, v. 100, p. 306-315, 2016.

COSTA, A. B.; POSSELT, E. L.; MENEZES, C. M.; LOBO, E. A. Desenvolvimento e aplicação de índices de qualidade da água. *Caderno de Pesquisa, Série Biologia*. Santa Cruz do Sul, v. 24, n. 1, p. 69-77, 2012.

COSTA, H. F. *Monitoramento da qualidade da água e do uso e cobertura da terra na bacia de contribuição da represa de São Pedro, Juiz de Fora (MG) no período de 2005 a 2015*. Monografia (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental) – Universidade Federal de Juiz de Fora, 2016.

CUNHA, R. W.; GARCIA JÚNIOR, M. D. N.; ALBERTONI, E. F.; PALMA-SILVA, C. Qualidade de água de uma lagoa rasa em meio rural no sul do Brasil. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. Campina Grande, v. 17, n. 7, p. 770-779, 2013.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Latosolos*. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia16/AG01/arvore/AG01_96_10112005101956.html. Acesso em: 13 mar. 2015.

FRANCO, G. B.; BETIM, L. S.; MARQUES, E. A. G.; GOMES, R. L.; CHAGAS, C. da SILVA. Relação qualidade da água e fragilidade ambiental da Bacia do Rio Almada, Bahia. *Revista Brasileira de Geociências*. São Paulo, v. 42, n. 1, p. 114-127, 2012.

FREITAS, F. A. *Qualidade da água e uso da terra na Bacia de Contribuição da Represa de São Pedro, Juiz de Fora – MG*. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada ao Manejo e Conservação de Recursos Naturais) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2015.

GÓMEZ, L. S. C.; PERIGÓ, E.; PIÑERO, R.; SOMOZA, R. D. Pollution in the estuary of the Baracoa river, La Habana, Cuba. *Revista Ambiente & Água*, Taubaté, v. 6, n. 1, p. 54-64, 2011.

GOOGLE EARTH PRO. Disponível em: <http://earth.google.com/> Acesso em: 02/02/2022.

GUTIÉRREZ, R. A. Governo municipal e gestão de bacia no Brasil. Projeto Marca D'Água. *In: Seminário "Água da Gente"*. São Paulo, 18 a 20 ago. 2008. Disponível em: <http://www.redcapa.org.br/marcadagua/governo.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2008.

HELLER, L. Abastecimento de água, sociedade e ambiente. In: HELLER, L.; PÁDUA, V. L. de. (Org.). *Abastecimento de água para consumo humano*. Volume 1. 2.a ed. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, p. 29-63. 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produto Interno Bruto dos municípios. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/contas-nacionais/9088-produto-interno-bruto-dos-municipios.html?=&t=resultados>>. Acesso em: 22 abr. 2022. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2019.

_____. Estimativas da população. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?=&t=resultados>>. Acesso em: 22 abr. 2022. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2021.

INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. *Atlas dos mananciais de abastecimento público do Estado do Rio de Janeiro*: subsídios ao planejamento e ordenamento territorial. Rio de Janeiro: Instituto Estadual do Ambiente, 2018.

IGAM - INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. Qualidade das Águas Superficiais de Minas Gerais em 2013. Resumo Executivo. Belo Horizonte: IGAM, 2014. Disponível em: http://www.igam.mg.gov.br/images/stories/qualidade_aguas/2014/resumo-executivo-2013.pdf. Acesso em: 10 jul. 2014.

INMET – INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Banco de dados meteorológicos para ensino e pesquisa. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>. Acesso em: 16 abr. 2016.

JUIZ DE FORA. Lei nº 6.087, de 04 de dezembro de 1981. Dispõe sobre o parcelamento, uso e ocupação do solo na área da bacia hidrográfica da Represa Dr. João Penido, em Juiz de Fora e contém outras providências. Disponível em: http://www.jflegis.pjf.mg.gov.br/c_norma.php?chave=0000017564. Acesso em: 15 abr. 2015.

JUIZ DE FORA. Lei nº 6.910 de 31 de maio de 1986. Disponível em: <https://jflegis.pjf.mg.gov.br/c_norma.php?chave=0000019210. Acesso em: 13 mai. 2018.

JUIZ DE FORA. Lei nº 9.811 de 27 de junho de 2000. Institui o plano diretor de desenvolvimento urbano de Juiz de Fora. Disponível em: http://www.jflegis.pjf.mg.gov.br/c_norma.php?chave=0000023630. Acesso em: 7 maio 2014.

JUIZ DE FORA. Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano. Prefeitura de Juiz de Fora, Juiz de Fora: Funalfa, 2004.

JUIZ DE FORA. Lei nº 11.817 de 04 de agosto de 2009. Altera a Lei Municipal nº 6087, de 4 de dezembro de 1981, e dá outras providências. Disponível em: http://www.jflegis.pjf.mg.gov.br/c_norma.php?chave=0000031733. Acesso em: 15 abr. 2015.

JUIZ DE FORA. Plano de Saneamento Básico de Juiz de Fora, 2014. Disponível em: http://www.planodesaneamento.pjf.mg.gov.br/o_plano.html. Acesso em: 29 ago. 2016.

JUIZ DE FORA. Lei nº 13.672 de 15 de março de 2018. Disponível em: https://jflegis.pjf.mg.gov.br/c_norma.php?chave=0000041995. Acesso em: 13 mai. 2018.

JUIZ DE FORA. Plano Diretor Participativo de Juiz de Fora. Disponível em: <http://www.planodiretorparticipativo.pjf.mg.gov.br/>. Acesso em: 21 nov. 2018a.

JUIZ DE FORA. DECRETO nº 13.520 de 17 de janeiro de 2019. Disponível em: https://www.pjf.mg.gov.br/e_atos/e_atos_vis.php?id=66449. Acesso em: 25 abril 2022.

LANA, J. N.; OLIVEIRA, M.; PAULA, V. R.; ROCHA, C. H. B. Impact of Changes in Land Use and Land Cover in the Contribution Basin of Doutor João Penido Water Supply Reservoir of Juiz de Fora, MG, Brazil. *Journal of Management and Sustainability*, v.11, p.108–125, 2021. DOI 10.5539/jms.v11n1p108

LATUE, M. de O. Diagnóstico das águas superficiais do córrego São Pedro, Juiz de Fora-MG. *Geografia*. Londrina, v. 13, n. 1, p. 21-55, 2004.

LIMA, W. P.; FERRAZ, S. F. B.; FERRAZ, K. M. P. M. Interações bióticas e abióticas na paisagem: uma perspectiva ecohidrológica. In: CALIJURI, M. do C.; CUNHA, D. G. F. (Ed.) *Engenharia ambiental: conceitos, tecnologia e gestão*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

MACHADO, P. J. O. *Uma proposta de zoneamento ambiental para a bacia hidrográfica da Represa de São Pedro – Juiz de Fora/MG*. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual Paulista. Presidente Prudente, 1998.

MACHADO, P. J. O. Recursos Hídricos: uso e planejamento. In: *Revista GEOSUL*. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, vol. 16. nº 31, p. 103-115, 2001.

MACHADO, P. J. O. *Diagnóstico físico-ambiental da bacia hidrográfica do córrego São Pedro: um exercício acadêmico de gestão dos recursos hídricos*. Ubá: Ed. Geographica, 2010.

MACHADO, P. J. O.; CUNHA, S. B. Juiz de Fora: inundações, saneamento e ordenamento territorial. In: *Revista Geográfica de América Central*. Heredia: Universidad Nacional de Costa Rica, 2011, jul./dez., vol. 2, n.o 47E, p. 01-15. Número especial do XIII EGAL (Encuentro de Geógrafos de América Latina). Disponível em: <<https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/geografica/article/view/2455>>. ISSN eletrônico: 2215-2563. ISSN impresso: 1011 – 48X.

MACHADO, P. J. de O. *Diagnóstico Ambiental e Ordenamento Territorial – instrumentos para a gestão da Bacia de Contribuição da Represa de Chapéu D’Uvas/MG*. 2012. 244 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2012.

MARTINS, S. V.; DIAS, H. C. T. Importância das Florestas para a Quantidade e Qualidade da Água. *Ação Ambiental*, Viçosa, v. 4, n. 20, p. 14-16, nov., 2001.

MINAS GERAIS. Conselho Estadual de Política Ambiental – COPAM. Deliberação Normativa COPAM nº 016 de 24 de setembro de 1996. Dispõe sobre o enquadramento das águas estaduais da bacia do rio Paraibuna. Belo Horizonte, MG: Diário do executivo – Minas Gerais, 1996. Disponível em: <http://ceqg-rcqe.ccme.ca/download/en/137>. Acesso em: 12 fev. 2015.

MINAS GERAIS. Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CERH-MG. Deliberação Normativa CERH – MG nº 07 de 4 de novembro de 2002. Estabelece a classificação dos empreendimentos quanto ao porte e potencial poluidor, tendo em vista a legislação de recursos hídricos do Estado de Minas Gerais, e dá outras providências. Belo Horizonte, MG: Diário do Executivo – Minas Gerais, 2002.

MINAS GERAIS. Lei nº 14.309 de 19 de junho de 2002. Diário Do Executivo “Minas Gerais”. Belo Horizonte, 20 jun. 2002. Disponível em: <http://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa.html?tipo=LEI&num=14309&comp=&ano=2002>. Acesso em: 11 maio 2015.

MINAS GERAIS. Conselho Estadual de Política Ambiental – COPAM. Deliberação Normativa nº 74 de 09 de setembro de 2004. Estabelece critérios para classificação, segundo o porte e potencial poluidor, de empreendimentos e atividades modificadoras do meio ambiente. Belo Horizonte, MG: Diário do Executivo, 2004.

MINAS GERAIS. Lei nº 20.922 de 16 de outubro de 2013. Diário do Executivo de Minas Gerais. Belo Horizonte, 17 out. 2013. Disponível em: <http://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa.html?tipo=LEI&num=20922&comp=&ano=2013>. Acesso em: 11 maio 2015.

MINAS GERAIS. Parecer único SUPRAM-ZM nº 860920/2011. Superintendência Regional de Regularização Ambiental da Zona da Mata. Disponível em: <http://www.meioambiente.mg.gov.br/copam/urcs/zona-da-mata>. Acesso em: 29 set. 2016.

MORETTO, D. L.; PANTA, R. E.; COSTA, A. B.; LOBO, E. A. Calibration of water quality index (WQI) based on Resolution nº 357/2005 of the Environment National Council (CONAMA). *Acta Limnologica Brasiliensia*. Rio Claro, v. 24, n. 1, p. 29-42, 2012.

OLIVEIRA, G. C.; FERNANDES FILHO, E. I. Automated mapping of permanent preservation areas on hilltops. *CERNE*, Lavras, v. 22, n. 1, p. 111-120, mar., 2016. Disponível em: http://www.dps.ufv.br/?page_id=742. Acesso em: 13 mar. 2018.

OLIVEIRA, M. *Limnologia da Paisagem com uso de Regressão Geograficamente Ponderada*: estudo da qualidade da água na represa de Chapéu d'Uvas, MG. 2018, 221 p. Tese (Doutorado em Ecologia Aplicada ao Manejo e Conservação de Recursos Naturais) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2018.

ORTEGA, D. J. P.; CARVALHO, S. L. Avaliação dos efeitos das atividades antropólicas nos recursos hídricos na sub-bacia hidrográfica do Córrego de Ipê – SP. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*. Porto Alegre, v. 18, n. 3, p. 97-108, 2013.

PINHEIRO, A.; SCHOEN, C.; SCHULTZ, J.; HEINZ, K. G. H.; PINHEIRO, I. G.; DESCHAMPS, F. C. Relação entre o uso do solo e a qualidade da água em bacia hidrográfica rural no bioma Mata Atlântica. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*. Porto Alegre, v. 19, n. 3, p. 127-139, 2014.

PEREIRA, M. J. A. *Estudos limnológicos preliminares da represa Dr. João Penido – Juiz de fora – MG*. Monografia (Especialização em Ecologia e Manejo de Águas Interiores) – Universidade de São Paulo (datilografado). São Carlos, 1991.

PRIEUR, M. O Princípio da Proibição de Retrocesso Ambiental. *In*: Senado Federal. Princípio da Proibição de Retrocesso Ambiental. Colóquio Internacional sobre o Princípio da Proibição de Retrocesso Ambiental. Brasília, 29 mar., 2012. Disponível em: <http://www2.senado.leg.br/bdsf/item/id/242559>. Acesso em: 10 nov. 2013.

REALI, M. A. P. (Coord). *Noções gerais de tratamento e disposição final de lodos de estações de tratamento de água*. Rio de Janeiro: ABES, Projeto PROSAB, 1999, 240 p.

RIBEIRO, Christian Ricardo. Avaliação da sustentabilidade hídrica do município de Juiz de Fora/MG: um subsídio à gestão sustentável dos recursos hídricos em âmbito municipal. *Revista Mercator*. Fortaleza, v. 10, n. 21, p. 51-68, 2011. Disponível em: <http://www.mercator.ufc.br/index.php/mercator/article/view/467>. Acesso em: 4 ago. 2011.

RIBEIRO, C. R. *Planejamento ambiental e gestão de recursos hídricos na bacia hidrográfica da represa de Chapéu D'uvas – Zona da Mata e Campo das Vertentes/MG*. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2012.

RIBEIRO, C. R.; LEAL, A. C. Inventário do meio físico como subsídio ao planejamento ambiental: estudo aplicado na Bacia Hidrográfica da Represa de Chapéu D'Uvas - Zona da Mata e Campo das Vertentes/MG. *Revista Geonorte*. Manaus, v. 3, p. 1045-1058, 2012.

ROCHA, A. A.; BRANCO, S. M. *Proposições básicas para a proteção ambiental da Represa Dr. João Penido em Juiz de Fora, MG*. São Paulo: s/ed., 1986.

ROCHA, C. H. B. *Zona da Mata mineira: pioneirismo, atualidade e potencial para investimento*. Juiz de Fora: Funalfa edições, 2008.

ROCHA, C. H. B. *Dos impactos sociais e ambientais do traçado da BR-440 entre a BR-040 (Vina Del Mar) e a BR-267 (Jardim Esperança) com reflexos na MG-353 (Grama)*. Relatório apresentado ao Ministério Público Federal. NAGEA, ONG PREA, Juiz de Fora, 2010, 60p.

ROCHA, C. H. B. *et al.* Dinâmica de parâmetros limnológicos e uso e cobertura da terra nas bacias hidrográficas das represas Dr. João Penido e São Pedro, Juiz de Fora/MG. *In: XX seminário de iniciação científica da UFJF*, 2014.

ROCHA, C. H. B.; FREITAS, F. A.; SILVA, T. M. Alterações em variáveis limnológicas de manancial de Juiz de Fora devido ao uso da terra. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. Campina Grande, v. 18, n. 4, p. 431–436, 2014.

ROCHA, C. H. B.; COSTA, H. F. Variação temporal de parâmetros limnológicos em manancial de abastecimento em Juiz de Fora, MG. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*. Bento Gonçalves, v. 20, n. 2, p. 543–550, 2015.

ROCHA, C. H. B.; COSTA, H. F.; CASQUIN, A. P.; PEREIRA, B. H. C.; OLIVEIRA, M.; SILVA, A. F. R.; SILVA, R. R.; PEREIRA, A. M.; PAULA, I. F. M.; ALMEIDA NETO, J. O. Dinâmica de parâmetros limnológicos e uso e cobertura da terra nas bacias hidrográficas das represas Dr. João Penido e São Pedro, Juiz de Fora/MG. *In: XXI Seminário de Iniciação Científica da UFJF*, 2015a.

ROCHA, C. H. B.; FREITAS, F. A.; CASQUIN, A. P.; OLIVEIRA, M.; PEREIRA, A. M. Comparação dos IQAs CETESB e IGAM adaptado em bacia de manancial de abastecimento de Juiz de Fora, MG. *In: XII Congresso de Ecologia do Brasil*, Sociedade de Ecologia do Brasil (SEB), São Lourenço, MG, 2015b.

ROCHA, C. H. B.; AZEVEDO, L.P. Avaliação da presença de metais pesados nas águas superficiais da Bacia do Córrego São Mateus, Juiz de Fora (MG), Brasil/Assessing the presence of heavy metals in surface waters of the São Mateus Brook Basin, Juiz de Fora (MG), Brazil. *Revista Espinhaço*. Diamantina, v. 4, n. 2, p. 33-44, 2016.

ROCHA, C. H. B.; PEREIRA, A. M. Análise multivariada para seleção de parâmetros de monitoramento em manancial de Juiz de Fora, Minas Gerais. *Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science*. Taubaté, v. 11 n. 1, jan./mar. 2016.

ROCHA, C. H. B.; SILVA, T. M.; FREITAS, F. A. Conditioning processes of changes in limnological variables: a statistical approach in the dam of São Pedro, Juiz de Fora (MG), Brazil. *Engenharia Sanitária e Ambiental*. Rio de Janeiro, v. 21, n. 1, p. 131-138, 2016a.

ROCHA, C. H. B.; PEREIRA B. H. C.; SILVA A. F. R.; OLIVEIRA M.; FIGUEIREIDO M. R.; CASQUIN A. P. Impactos do uso do solo nos recursos hídricos da bacia de contribuição do Lago dos Manacás, Minas Gerais, Brasil. *Revista Ambiente & Água*. Taubaté, v. 11, n. 4, p. 929-942, out./dez., 2016b.

ROCHA, C. H. B.; OLIVEIRA, M.; CASQUIN, A. P.; GONCALVES, I. M.; CARVALHO, A.; PRADO, T. O.; NICOLAU, G. M. O. Monitoramento da qualidade da água dos principais tributários das represas Dr. João Penido e São Pedro que abastecem Juiz de Fora/MG. *In: XXII seminário de iniciação científica da UFJF*, 2016c.

ROCHA, C. H. B.; MACHADO, M. M. M.; SILVEIRA, F. J.; SOUZA, L. V.; FREITAS, F. A. Descumprimento e retrocesso na legislação ambiental: estudo de caso nas áreas de preservação permanente de margens da Represa Dr. João Penido, Juiz de Fora (MG), BRASIL. *In: III Simpósio de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul*, Juiz de Fora, MG, 2018, 8 p.

ROCHA, C. H. B. et al. Dinâmica de parâmetros limnológicos e uso e cobertura da terra nas bacias hidrográficas das represas Dr. João Penido e São Pedro, Juiz de Fora (MG). *Principia: Caminhos da Iniciação Científica*, Juiz de Fora, v. 18, n. 1, p. 1 a 10, 2018a, <https://doi.org/10.34019/2179-3700.2018.v18.29780>

ROCHA, C. H. B., OLIVEIRA, M., FERREIRA, R. C., MARCELINO, G. W., & LEITE, M. A. Capacidade de suporte e resiliência de um manancial periurbano em Juiz de Fora (MG), Brasil. *Revista de Geografia-PPGEO-UFJF*, 9(1), 2019a.

ROCHA, C. H. B.; CASQUIN, A. P.; PEREIRA, R. O. (2019b). Correlations chart: Tool to analyse the dynamics of water quality parameters. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 23, n. 5, 2019b, <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v23n5p383-390>

ROCHA, C. H. B.; FREITAS, F. A.; CASQUIN, A. P. Conflitos de uso da terra nas APP hídricas de manancial da Zona da Mata mineira, Brasil. *Boletim Goiano de Geografia*, v. 39, 2019c, <https://doi.org/10.5216/bgg.v39.50021>

ROCHA, C. H. B., DUARTE, R. L., MATOSO, R. O. DE C., SOUZA, L. DO V., SILVEIRA, F. J., & MACHADO, M. M. DE M. Vulnerabilidades socioambientais associadas à implantação de rodovias às margens do reservatório de abastecimento público da Represa de São Pedro, Juiz de Fora, Minas Gerais. *Rev. Gest. Ambient. e Sust. - GeAS*, 10(1), 2022, e19805. <https://doi.org/10.5585/geas.v11i1.19805>.

SÃO PAULO. Proteção da qualidade e do abastecimento dos recursos hídricos: Aplicação de critérios integrados no desenvolvimento, manejo e uso dos recursos hídricos (Organização governamental). Disponível em: <http://homologa.ambiente.sp.gov.br/agenda21/ag18.htm>. Acesso em: 5 ago. 2011.

SILVA, G. L.; AURELIANO, J. T.; LUCENA, S. V. de O. Proposição de um índice de qualidade de água bruta para abastecimento público. *Revista de Gestão de Água da América Latina*. Bento Gonçalves, v. 9, n. 1, p. 17-24, 2012.

SILVA, P. C. N. O meio ambiente hídrico como direito humano. *Revista Jurídica UNIGRAN - Centro Universitário da Grande Dourados*, Dourados, s/p., 2005. Disponível em: http://www.unigran.br/revistas/juridica/ed_anteriores/20/artigos/03.pdf. Acesso em: 5 ago. 2011.

SILVA, T. M. *Qualidade da água e uso da terra na Bacia de Contribuição da Represa Dr. João Penido, Juiz de Fora – MG*. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada ao Manejo e Conservação de Recursos Naturais) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2015.

SOUZA, R. C. *Metodologia para determinação de Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos em sedimentos e solos periféricos à represa de São Pedro – Juiz de Fora, MG*. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2008.

SOUZA, F. F. C. *Modelagem do regime térmico e caracterização do estado trófico de um reservatório tropical de abastecimento público*. Dissertação (Mestrado em Biologia) – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2012.

TUCCI, C. E. M. Impactos da variabilidade climática e uso do solo sobre os recursos hídricos. *In: Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas – Câmara Temática de Recursos Hídricos*, Brasília, 2002.

TUCCI, C. E. M.; MENDES, C. A. *Avaliação ambiental integrada de bacia hidrográfica*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2006.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. Impactos potenciais das alterações do Código Florestal nos recursos hídricos. *Biota Neotrópica*. Campinas, v. 10, n. 4, p. 67-75, 2010.

VALENTE, E.; CAETANO, C. Cidade alta tem situação crítica. *Tribuna de Minas*, 30 set. 2014. Disponível em: <http://www.tribunademinas.com.br/cidade-alta-tem-situacao-critica/>. Acesso em: 23 ago. 2016.

VALENTE, E. Futuro das represas em risco: bacias de contribuição dos lagos estão vulneráveis e prejudicam a qualidade da água e a capacidade de volume armazenado. *Tribuna de Minas*, 08 mar. 2015. Disponível em: <http://www.tribunademinas.com.br/futuro-das-represas-em-risco-Cesama-admite-vulnerabilidade/>. Acesso em: 23 ago. 2016.

VANINI, E. Indefinições sobre BR-440 persistem há um mês. *Tribuna de Minas*, 15 jan. 2011. Disponível em: <http://www.jfclipping.com/wp/2011-01-15-indefinicoes-sobre-br-440-persistem-ha-um-mes/definir>. Acesso em: 28 nov. 2016.

VASCO, A. N.; BRITTO, F. B.; PEREIRA, A. P. S.; MÉLLO JÚNIOR, A. V. M.; GARCIA, C. A. B.; NOGUEIRA, L. C. Avaliação espacial e temporal da qualidade de água na sub-bacia do rio Poxim, Sergipe, Brasil. *Revista Ambiente e Água*. Taubaté, v. 6, n. 1, p. 118-130, 2011.

VIANA, L. G.; DIAS, D. F. dos S.; OLIVEIRA, V. de P. S.; OLIVEIRA, M. M. Qualidade das águas da Lagoa do Taí, em São João da Barra, RJ. *Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego*, v. 7, n. 1, p. 139-151, 2013.

VON SPERLING, M. *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. 3. ed. Belo Horizonte: Imprensa Universitária da UFMF, 2005, 452 p.

YU, D. SHI, P. LIU, Y. XUN, B. Detecting land-use water quality relationships from the viewpoint of ecological restoration in an urban area. *Ecological Engineering*, n. 53, p. 205-216, 2013.