



UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS
CURSO DE BACHARELADO EM GEOGRAFIA

**QUALIDADE DAS ÁGUAS DAS CACHOEIRAS DA RPPN CHAPADÃO DA SERRA
NEGRA (MG)**

NICOLLE RODRIGUES GRIZENDI ROCHA

Juiz de Fora
2022

NICOLLE RODRIGUES GRIZENDI ROCHA

**QUALIDADE DAS ÁGUAS DAS CACHOEIRAS DA RPPN CHAPADÃO DA SERRA
NEGRA (MG)**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Federal de
Juiz de Fora – UFJF, como requisito para
obtenção do título de bacharel em
Geografia.

Orientador(a) Prof. Dr. Miguel Fernandes
Felippe.

Juiz de Fora
2022

NICOLLE RODRIGUES GRIZENDI ROCHA

**QUALIDADE DAS ÁGUAS DAS CACHOEIRAS DA RPPN CHAPADÃO DA SERRA
NEGRA (MG)**

Monografia apresentada ao curso de Geografia da Universidade Federal de Juiz de Fora
como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Miguel Fernandes Felipe (Orientador)
Departamento de Geociências - UFJF

Prof. César Henrique Barra Rocha
Departamento de Geociências - UFJF

Prof. Dr. Pedro José de Oliveira Machado
Departamento de Geociências - UFJF

Conceito obtido: _____

Aprovado em: _____ de _____ de 2022.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de demonstrar toda a minha gratidão a meus pais, Milton e Mônica, que sempre me deram apoio e amor, além de terem trabalhado suas vidas inteiras arduamente para me oferecerem todas as condições necessárias para que eu pudesse trilhar o caminho acadêmico que eu desejasse, mesmo que não fosse fácil. À minha irmã Raquel, que ilumina todos os meus dias e é a razão para que eu sempre procure ser melhor todos os dias. Meu grande abraço a todos os familiares que acreditam e torcem por mim.

Também dedico estes agradecimentos às minhas amigas de infância, que acompanharam minha trajetória com amor desde muito cedo, Nicolle Meirelles, Daielen Bazeth, Isabela Mattos, Nathália Soares, Carolina Lopes, Núbia Pacheco e Ana Karolina Rodrigues. Aos meus amigos, Paulo Roberto, Rebeka, Romário e Mayara por terem deixado meus dias em Juiz de Fora mais leves e ainda preservarem nossa amizade nos dias de hoje.

Não poderia deixar de mencionar minha primeira referência na Geografia, minha prima Ana Clara Matos, que me impulsionou por este caminho, além de ser uma exímia profissional mulher na área.

Gostaria de agradecer também, às minhas colegas de classe que me acompanharam em diversos trabalhos acadêmicos, Leísa Souza e Sabrina Rodrigues. Assim como, meu obrigado a Francisco Gomes, por sempre me auxiliar quando preciso. E também Gustavo Amaral que me acompanhou em trabalho de campo para a realização do atual trabalho.

Eu não tenho palavras suficientes para agradecer ao Professor Dr. Miguel Felipe, por ter aberto as portas do grupo de pesquisa TERRA, onde aprendi a me colocar no lugar de pesquisadora e iniciar essa trajetória quando eu ainda estava no segundo período. O senhor possibilitou com que eu pudesse me superar e ainda o faz até os dias de hoje.

À minha outra grande referência feminina na Geografia e também amiga, Mirella Moura, por liderar juntamente com o Professor Miguel, a mim, Dominique Moren e Juliana Toledo (que eu tenho profunda gratidão e admiração) à vitória do prêmio SEMIC 2019 com um projeto que me inspira até os dias de hoje.

Desejo demonstrar meus agradecimentos a Prof. Márcia e ao Colégio João XXIII, por me oferecerem uma gratificante oportunidade de trabalhar com educação ambiental transversal com minha colega Mariana Sell, em que ganhamos o prêmio de melhor pôster na XLII Semana de Biologia.

Ao programa PIIGRAD que promoveu o meu intercâmbio na Universidade de Évora, propiciando meu encontro com Mariana Guimarães, Karine Rautha, Rafaela Moraes, que me ajudam a quebrar paradigmas até hoje. Bem como Victor Lima, que também conheci em Portugal e é um grande aliado no atual mestrado que cursamos.

Minha gratidão a Leonardo Lima e Lúcio Lima, por autorizar que eu fizesse meu trabalho acerca da RPPN - Chapadão da Serra negra, assim como me auxiliar em campo e com quaisquer dúvidas que eu possa ter tido. Obrigado ao Prof. Dr. César Rocha, assim como o grupo de pesquisa NAGEA por autorizar o uso da sonda multiparâmetros para realizar o estudo das amostras d'água.

E por último, minha eterna gratidão a Universidade Federal de Juiz de Fora por proporcionar tamanho conhecimento adquirido, que levarei comigo pelo resto de minha vida.

Obrigada a todos,
eu com certeza sou muito abençoada
e não conseguiria sem vocês.

EPÍGRAFE

Ao meu pai,
que sempre me diz:

“Continue a Nadar !”

(WALTERS, GRAHAM; PROCURANDO NEMO, 2003.)

RESUMO

A água é um elemento primordial à vida no planeta Terra, sendo necessária para a realização de inúmeras atividades antrópicas como, indústrias, agricultura e pecuária, uso doméstico e também de lazer. Apesar da maior parte do planeta ser constituído por água, somente 3% é classificada como doce, sendo que grande parte não é apropriada para consumo. A água é componente de elementos hidrogeomorfológicos como as cachoeiras, que cada vez mais são atrativos turísticos e de recreação. Destarte a necessidade de garantir a segurança hídrica para o uso desse ambiente através de estudos da qualidade da água. Assim como preservar esse bem, por meio de políticas públicas como as Unidades de Conservação, em especial as Reservas Particulares do Patrimônio Natural. Que mesmo sendo áreas privadas, são criadas em concordância de se proteger o meio ambiente. O atual trabalho foi realizado na RPPN - Chapadão da Serra Negra, localizada no Município de Santa Bárbara do Monte Verde (MG), mais especificamente, sobre suas cachoeiras e a qualidade de suas águas. Foi realizada uma descrição sobre as mesmas utilizando ferramentas como Arcgis, viagem de campo e RDE para melhor compreender essas estruturas. Ademais foram coletadas amostras e realizado análises através de uma sonda multiparâmetros. A finalidade desse trabalho é de auxiliar na saúde humana, biótica e na geoconservação local.

Palavras-chave: qualidade da água; cachoeira; unidades de conservação.

ABSTRACT

Water is a fundamental element of life on planet Earth, being necessary for the realization of numerous human activities such as industrial, agriculture and livestock, domestic use and for leisure. Although most of the planet is made up of water, only 3% of the water is classified as fresh-water, and much of it is not suitable for consumption. Water is a component of hydrogeomorphological elements such as waterfalls, which are increasingly tourist and recreational attractions. Therefore, the need to guarantee water security for the use of this environment through water quality studies. As well as preserving this resource, through public policies for instance, Conservation Units, especially Private Natural Heritage Reserves. However, they are private areas, they are created in agreement to protect the environment. The current work is about the RPPN - Chapadão da Serra Negra, located in the city of Santa Bárbara do Monte Verde (MG), more specifically, about its waterfalls and the quality of its waters. A description was made using tools such as Arcgis, field trip and RDE to better understand these structures. In addition, samples were collected and analyzes were performed using a multiparameter probe. The purpose of this work is to assist in human and biotic health and in local geoconservation.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: 12 tipos de UCs.....	18
Tabela 2: Parâmetros determinados pela Resolução CONAMA 274/2000 para classificação das condições de balneabilidade no Brasil	23
Tabela 3: parâmetros que foram mais votados utilizando a técnica Delphi.....	24
Tabela 4: resultado das amostras de água das cinco cachoeiras	46

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01: Mapa da Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) - Chapadão da Serra Negra.....	25
FIGURA 02: Mapa da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul.....	27
FIGURA 03 - Compartimentação morfoestrutural da Mantiqueira Meridional no estado de Minas Gerais.	28
FIGURA 04: Mapa de declividade da Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) - Chapadão da Serra Negra.....	29
FIGURA 05: Fórmulas para calcular o RDE e RDEt	32
FIGURA 06 - Mapa de localização das cachoeiras da RPPN - Chapadão da Serra Negra	43

LISTA DE IMAGENS

IMAGEM 01: Cachoeira do Chapadão	34
IMAGEM 02: Caverna da Cachoeira do Chapadão.....	35
IMAGEM 03: Fundo da pequena caverna abaixo da cachoeira Chapadão.....	36
IMAGEM 04: Cachoeira Aricanga	37
IMAGEM 05: Cogumelos laranjas ao redor da cachoeira Aricanga	38
IMAGEM 06: Cachoeira Segunda	39
IMAGEM 07: Cachoeira Segunda ao fundo, juntamente com a cachoeira Terceira abaixo.....	40
IMAGEM 08: Cachoeira Pilão	41
IMAGEM 09: Cachoeira Palmital.....	42

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 - Gráfico de Perfil Longitudinal do Córrego dos Pinheiros e aplicação do índice RDE	45
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CDB - Convenção sobre Diversidade Biológica
CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente
IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IUCN - Internacional para a Conservação da Natureza
MDE - Modelo Digital de Elevação
NAGEA - Núcleo de Análise Geo Ambiental
OD - Oxigênio dissolvido
pH - Potencial hidrogeniônico
PNUMA - Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
RDE - Relação Declividade - Extensão
RDEt - Relação Declividade - Extensão Total
RPPNs - Reservas Particulares do Patrimônio Natural
SNUC - Sistema Nacional de Unidades de Conservação
TDS - Sólidos Totais Dissolvidos
TERRA - Temáticas Especiais Relacionadas ao Relevo e à Água
UCs - Unidades de Conservação
UICN - União Mundial para a Natureza
WRI - Instituto de Recursos Mundiais

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
2.1 Unidade de Conservação: o Caminho das Reservas Particulares de Patrimônios Naturais.....	18
2.2 Qualidade da Água.....	21
3 ÁREA DE ESTUDO.....	25
3.1 Extensão territorial.....	25
3.2 Hidrografia e Clima.....	26
3.3 Geologia, Geomorfologia e Pedologia	27
4 METODOLOGIA.....	30
4.1 Relação Declividade - Extensão (RDE) e Relação Declividade - Extensão (RDE).....	31
4.2 Oxigênio Dissolvido (OD)	32
4.3 Condutividade.....	32
4.4 Sólidos Totais Dissolvidos (TDS).....	33
4.5 pH (potencial hidrogeniônico)	33
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	34
5.1 Características gerais das Cachoeiras	34
5.2 Perfil Longitudinal e RDE.....	43
5.3 Qualidade das águas das cachoeiras da RPPN - Chapadão da Serra Negra.....	46
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	49
7 REFERÊNCIAS.....	51
APÊNDICE A	55

1. INTRODUÇÃO

Diante de um cenário tanto nacional quanto estadual de degradação, deve ser destacado a importância de um elemento que faz parte do meio ambiente e é essencial à sobrevivência da humanidade, fauna e flora, que é a água. Sem ela, não há possibilidade de vida. O planeta Terra possui 70% de sua superfície coberta por água, mas é fundamental destacar que é errônea a percepção de que essa é adequada para o consumo humano seja abundante. Apenas 3% da água é classificada como doce, sendo que grande parte não é apropriada para consumo (REBOUÇAS, 1999; TUNDISI, TUNDISI, 2011).

Sua distribuição se apresenta espacialmente e socialmente desigual, há localidades com abundância desse bem e outras que sofrem com a sua carência. A água, continuamente, se ostenta como meio para realização de diferentes atividades e está presente no setor industrial, agropecuário e doméstico. As inúmeras formas de uso fazem com que sua exploração seja intensa, portanto, a sua disponibilidade é reduzida significativamente, e por conseguinte, diversas áreas exibem problemas de escassez (REBOUÇAS, 1999; TUNDISI, TUNDISI, 2011).

A água é ainda elemento constituinte de formas de relevo que constituem a paisagem como por exemplo as cachoeiras, elemento primordial para o atual estudo. O termo cachoeira foi definido por Guerra (1993), como uma queda d'água ao longo de um rio, provocada por um desnivelamento do perfil longitudinal, em formato de degrau, derivado de ocorrências geológicas-geomorfológicas como dobras, falhas, erosão diferencial, entre outros. Stevaux e Latrubesse (2017) salientam que o recuo de uma cachoeira, ou seja, o desnível entre a queda e o poço, pode ocorrer devido a fraturas verticais, queda de blocos, remoção de materiais mais frágeis, entre outros. Bem como, o que caracteriza a cachoeira é o declínio vertical de suas águas, que resulta em uma desconexão do fundo rochoso.

Acerca do uso dessa estrutura, pode ser citado Lopes et. al (2010), que afirma, que as atividades que usufruem de corpos hídricos estão em constante crescimento de sua relevância econômica e social, além de haver uma alta procura turística com

o intuito de alcançar um maior contato com a natureza e distanciar-se da vida cotidiana urbana. Dessarte, se torna de extrema importância que haja estudos que possibilitem a avaliação das condições desses ambientes para uma maior segurança turística a fim de evitar que os turistas possam contrair doenças como gastroenterite e infecções a doenças mais graves como hepatite A cólera, febre tifóide, entre outros (CETESB, 2003).

A partir disso, uma das possibilidades é a realização de um estudo da qualidade da água, para verificar a segurança do consumo e balneabilidade das águas. A Qualidade da Água é produto de ações antropogênicas, como o uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica, mas também de ocorrências naturais e de seu estado ao entorno (VON SPERLING, 1995). Ademais, de extrema importância tanto para a saúde humana quanto para a saúde do ecossistema presente (VIGHI, FINIZIO e VILLA, 2006). Para realizar uma análise efetiva da Qualidade da água, são aplicadas variáveis físico-químicas que se relacionem com as modificações que se sucedem na microbacia e que demonstrem de forma efetiva o estado da mesma e as tendências de variação (PEREIRA-SILVA, et. al, 2011).

A fim de proteger os mais diversos componentes do meio ambiente, incluindo corpos hídricos como as cachoeiras, o governo brasileiro criou através da Lei nº 9.985/2000, que rege as diretrizes do SNUC (Sistema Nacional de Unidades de Conservação), as Unidades de Conservação (UCs). Essas são compreendidas como espaços territoriais e seus elementos naturais, que dispõe de regras de administração e limites diferenciados, com o objetivo de assegurar sua proteção (BRASIL, 2000). Desse modo, apresenta-se dois conjuntos: as Unidades de Proteção Integral, que possuem a finalidade de preservar a natureza, sendo permitido somente a utilização indireta de seus bens naturais; e as Unidades de Uso Sustentável que objetivam tornar a conservação ambiental e o uso parcial da mesma um processo de maior compatibilidade.

As Reservas Particulares do Patrimônio Natural, (RPPNs) são citadas no Art.14 e 21 compõem o grupo de Unidades de Uso Sustentável, são áreas privadas, criadas pelos seus proprietários voluntariamente em que há um comprometimento com a preservação ambiental da área delimitada de modo perpétuo. Seu propósito é

o de preservar a pluralidade biológica, mas também, paisagens e conseqüentemente locais com valor espeleológico, paleontológico, arqueológico, sendo autorizadas atividades recreativas, turísticas e educacionais (BRASIL, 2000. LIMA et. al, 2018). Ainda, Lima e Franco (2014), salientam a relevância de espaços naturais institucionalmente protegidos em impelir pesquisas científicas e promover o uso sustentável dos recursos naturais. Salientando que, o Brasil possui atualmente 1567 RPPNs, que no total somam mais de 890 mil hectares (BRASIL, 2020).

Diante disso, o atual trabalho discute a qualidade das águas das cachoeiras da RPPN - Chapadão da Serra Negra (MG) para balneabilidade. A fim de auxiliar na saúde humana, biótica e na geoconservação local. A geoconservação pode ser entendida como conservação dos elementos que compõem a geodiversidade, sendo esta a diversidade do meio abiótico e suas propriedades, interpretações e relações (GRAY, 2004; BRILHA, 2005).

A RPPN que será abordada no atual trabalho se encontra dentro dos limites do município de Santa Bárbara do Monte Verde - Três Cruzes, MG, onde se localiza a Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) - Chapadão da Serra Negra. Esse lugar possui um centro de visitantes, grutas e diversas cachoeiras, além de uma grande biodiversidade, que são elementos a serem conservados, pesquisados e também são considerados atrações turísticas. Como foi oficializada em dezembro de 2019 (BRASIL, 2019), pode ser considerada “nova”, e recebeu relativamente poucos visitantes por causa da pandemia de COVID-19 desde o início de 2020.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Unidade de Conservação: o Caminho das Reservas Particulares de Patrimônios Naturais

O pioneiro da conservação ambiental no Brasil e defensor da criação de parques nacionais foi André Rebouças (1833-1898), que foi influenciado pela formação do Parque Nacional de Yellowstone nos Estados Unidos. Porém, o código Florestal somente foi aprovado em 23 de janeiro de 1934, através do Decreto 23.793. Dessa forma, foi possibilitado a criação do Parque Nacional de Itatiaia, o primeiro do país em 1937, localizado no estado do Rio de Janeiro. Já em 1970, eram somados 14 parques nacionais, 12 florestas nacionais e 26 parques e reservas estaduais (RYLANDS, BRANDON, 2005).

Apesar dos avanços em direção a conservação ambiental, as unidades de conservação (UCs), não possuíam um sistema com uma estrutura organizacional consistente até o final dos anos 80. Foi apenas no novo milênio, em 2000, que foi publicado o Serviço Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) por meio da Lei nº 9.985/2000, para atender as necessidades de uso e preservação do meio ambiente no país. Conseqüentemente, as UCs foram segmentadas em duas classes essenciais, que já foram mencionadas (1.0 Introdução), baseadas na permissibilidade de certas ações: As “Unidades de Proteção Integral” e as de “Unidades de Uso Sustentável”. O SNUC consta 12 tipos de UCs, de acordo com a tabela (Tabela 1) a seguir:

Tabela 1: 12 tipos de UCs

Unidades de Proteção Integral	Unidades de Uso Sustentável
Estação Ecológica	Área de Proteção Ambiental
Reserva Biológica	Área de Relevante Interesse Ecológico
Parque Nacional	Floresta Nacional
Monumento Natural	Reserva Extrativista

Refúgio de Vida Silvestre	Reserva de Desenvolvimento Sustentável
-----	Reserva de Fauna
-----	Reserva Particular do Patrimônio Natural

Fonte: elaborada pela autora, segundo FONSECA, KASECKER (2010).

Dessa forma, as UCs se tornaram o modo mais disseminado de proteção no país. Ademais, quatro metas relacionadas a Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB) de 2002, eram voltadas às UCs e foram determinadas com data limite para 2010 e 2012: Devem ser protegidos pelas UCs no mínimo 30 % da Amazônia e 10 % dos outros biomas, assim como da Zona Costeira e Marinha; Dois terços das áreas prioritárias devem garantir a conservação da biodiversidade através de UCs, territórios quilombolas e terras indígenas; Com o objetivo de proteger as reservas pesqueiras, 10 % da Zona Marinha (exceto áreas de pesca, permanentes ou temporárias) que fazem parte das UCs devem ser conservadas; todas as espécies ameaçadas de extinção devem ser protegidas nas UCs (FONSECA, KASECKER, 2010).

É importante salientar que a definição de UCs, como conjunto de áreas de proteção fundamentadas na compreensão de que a proteção ambiental deve abranger todos os processos naturais e antropogênicos, possibilitou que as UCs brasileiras correspondem aos critérios empregados mundialmente pela União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN). Um exemplo de progresso por parte do SNUC é que esse é o único da América Latina que reconhece o papel primordial do setor privado na conservação ambiental com o estabelecimento de Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPNs) (FONSECA, KASECKER, 2010).

Além disso, o documento “A estratégia global da biodiversidade”, desenvolvido em 1992, pela União Mundial para a Natureza (UICN), pelo Instituto de Recursos Mundiais (WRI) e pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA)

expôs, em sua Medida 55, o propósito de fortalecer as áreas de proteção e amplificar sua função quanto a conservação da biodiversidade e a necessidade de ofertar incentivos para o crescimento de novas áreas particulares protegidas. Uma das medidas de auxílio está conferida na lei nº 9.985 de 2000, que concede às RPPNs a possibilidade de obter suporte através de medidas compensatórias a qualquer momento em que haja impacto ambiental direto à área protegida (art. 36). De acordo com a mesma lei, além das RPPNs fazerem parte das 20 unidades de conservação de proteção integral no art. 21 é disposto restrições de uso e condições de existência:

“Art. 21 A Reserva Particular do Patrimônio Natural é uma área privada, gravada com perpetuidade, com o objetivo de conservar a diversidade biológica.

§ 1º O gravame de que trata este artigo constará de termo de compromisso assinado perante o órgão ambiental, que verificará a existência de interesse público, e será averbado à margem da inscrição no Registro Público de Imóveis.

§ 2º Só poderá ser permitida, na Reserva Particular do Patrimônio Natural, conforme se dispuser em regulamento:

- I – a pesquisa científica;
- II – a visita com objetivos turísticos, recreativos e educacionais;
- III – (vetado).

§ 3º Os órgãos integrantes do SNUC, sempre que possível e oportuno, prestarão orientação técnica e científica ao proprietário de Reserva Particular do Patrimônio Natural para a elaboração de um Plano de Manejo ou de Proteção e de Gestão da unidade.”

Segundo Costa (2006), apesar da legislação nº 9.985/2000 ter concedido maior relevância e legitimidade às RPPNs, na prática isso não se expressou com facilidades para os proprietários. Com a condição de UC, as RPPNs se submeteram a rigorosos processos de análises realizadas por técnicos do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). O que ocasionou na estagnação na criação de reservas durante anos, até que as pressões por parte de ONGs e proprietários surtiram efeito.

Foram elaborados, numerosos mecanismos para regulamentar as RPPNs, como por exemplo o Decreto nº 5.746, de 5 de abril de 2006, que configura o Roteiro

Metodológico para Planos de Manejo, assim como o regimento para a criação de RPPNs (COSTA, 2006). O IBAMA cita a imperiosidade da geografia não somente na fase de diagnóstico do meio físico em Planos de Manejo, mas durante toda sua elaboração metodológica afim de conceber práticas de descrição ambiental e zoneamento através dos estudos climáticos, geomorfológicos, hídrico, entre outros (MARQUES NETO, 2012).

2.2 Qualidade da Água

De acordo com Barcelos et. al. (2006), a água é um elemento fundamental para a manutenção da vida no planeta Terra. Todavia, diante de contaminação e/ou má qualidade, pode ocasionar danos à saúde humana, podendo transportar diversos agentes biológicos e químicos. Por conseguinte, se justifica a importância de agir com prudência e atentar-se a condicionantes que têm a capacidade de prejudicar a qualidade da água e seu destino final.

O acompanhamento e conservação da qualidade da água dos corpos hídricos é de suma importância, já que possui uma atuação indispensável para o provimento dos ecossistemas naturais e artificiais. Incluindo as microbacias hidrográficas, que possuem vegetação natural remanescente, pois contribuem para a manutenção de água de boa qualidade. Nesses locais, a vegetação possui um papel essencial na proteção do solo contra a lixiviação demasiada de nutrientes, sedimentação e erosão (ALLEN et al. 1974; SOPPER 1975).

Merten e Minella (2002), reiteram que é preciso entender que o termo “qualidade de água” não compreende, impreterivelmente, um estado de pureza. Contudo, se refere principalmente a elementos e reações físicas, químicas e biológicas, e que, de acordo com esses elementos, são estabelecidos diversos intentos para a água.

Em um país rico em recursos hídricos como o Brasil, uma das finalidades desse recurso são as atividades de lazer em águas doces, incluindo o contato primário em rios, mares, represas, lagoas e, em locais que o atual trabalho discute, as cachoeiras. O uso recreacional das águas requer condições e cuidados inerentes à

qualidade da água, para cumprir com as demandas de balneabilidade, já que essa atividade possibilita certos riscos a saúde humana através de contato direto e prolongado com metais pesados, óleos e graxas, cianotoxinas, organismos patogênicos, que podem contaminar áreas hídricas (LOPES, VON SPERLING, MAGALHÃES JR, 2015).

Apesar de um claro aumento na procura por práticas de recreação na natureza e em corpos hídricos, em uma tentativa de contrapor a vida contemporânea e urbana, Von Sperling (2003) salienta a escassez de estudos e monitoramento das condições de balneabilidade, especialmente, em águas doces no país.

No Brasil, a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA nº 274 (CONAMA, 2000) as águas são divididas, segundo sua salinidade em: águas doces (salinidade igual ou menor a 0,50‰), águas salobras (águas com salinidade contida entre 0,50‰ e 30‰) e águas salinas (águas com salinidade igual ou maior do que 30‰). Continuamente, na Tabela 2, pode ser observado os parâmetros para classificar as águas segundo sua qualidade.

Tabela 2: Parâmetros determinados pela Resolução CONAMA 274/2000 para classificação das condições de balneabilidade no Brasil

Categoria		Padrões para o corpo d'água
Própria	Excelente	Máximo de 250 coliformes termotolerantes/ 100mL ou 200 <i>E. coli</i> / 100mL ou 25 <i>Enterococcus</i> / 100mL em 80% ou mais das amostras das cinco semanas anteriores.
	Muito Boa	Máximo de 500 coliformes termotolerantes/100mL ou 400 <i>E.coli</i> /100mL ou 50 <i>Enterococcus</i> / 100mL em 80% ou mais das amostras das cinco semanas anteriores.
	Satisfatória	Máximo de 1000 coliformes termotolerantes/ 100mL ou 800 <i>E.coli</i> / 100mL ou 100 <i>Enterococcus</i> / 100mL em 80% ou mais das amostras das cinco semanas anteriores.
Imprópria		Não atendimento aos critérios estabelecidos para as águas próprias.
		Incidência elevada ou anormal, na região, de enfermidades transmissíveis por via hídrica, indicadas pelas autoridades sanitárias.
		Valor obtido na última amostragem superior a 2500 coliformes termotolerantes/ 100mL ou 2000 <i>E.coli</i> / 100mL ou 400 <i>Enterococcus</i> / 100mL.
		Presença de resíduos ou despejos, sólidos ou líquidos, inclusive esgotos sanitários, óleos, graxas e outras substâncias, capazes de oferecer risco à saúde ou tornar desagradável à recreação.
		pH < 6,0 ou pH > 9,0 (águas doces), à exceção das condições naturais.
		Floração de algas ou outros organismos, até que se comprove que não oferecem riscos à saúde humana.
	Outros fatores que contra indiquem, temporária ou permanentemente, o exercício da recreação de contato primário.	

Nota - os padrões referentes aos *Enterococcus* aplicam-se somente às águas marinhas.

Fonte: LOPES, MAGALHÃES JR, VON SPERLING, 2013.

Na tentativa de proporcionar discussões e estratégias para a melhoria da Resolução CONAMA 274/2000, Lopes, Von Sperling e Magalhães Jr (2015), utilizaram a técnica Delphi para consultar especialistas de modo anônimo e chegar a um consenso acerca de critérios essenciais de qualidade da água com a finalidade de balneabilidade. Os parâmetros que foram mais votados em ordem decrescente na etapa final do processo estão presentes na Tabela 3.

Tabela 3: parâmetros que foram mais votados utilizando a técnica Delphi

Parâmetro	% de inclusão
Escherichia coli	100
Densidade de cianobactérias	50
Óleos de Graxas	41,6
Enterococcus	33,3
Caramujos vetores	33,3
pH	33,3
Oxigênio Dissolvido	33,3
Coliformes termotolerantes	33,3
Turbidez	25
DBO5	25
Nitrogênio amoniacal total	25
Condutividade	16,2
STD	16,2
Clorofila α	16,2
Schistosoma sp.	16,2
Entamoeba histolytica	16,2
Pseudomonas aeruginosa	8,3
Salmonella	8,3
Enterovírus	8,3
Microcistinas	8,3
Transparência	8,3
Fósforo total	8,3
Bolores totais	8,3

Fonte: Lopes, Von Sperling e Magalhães Jr (2015).

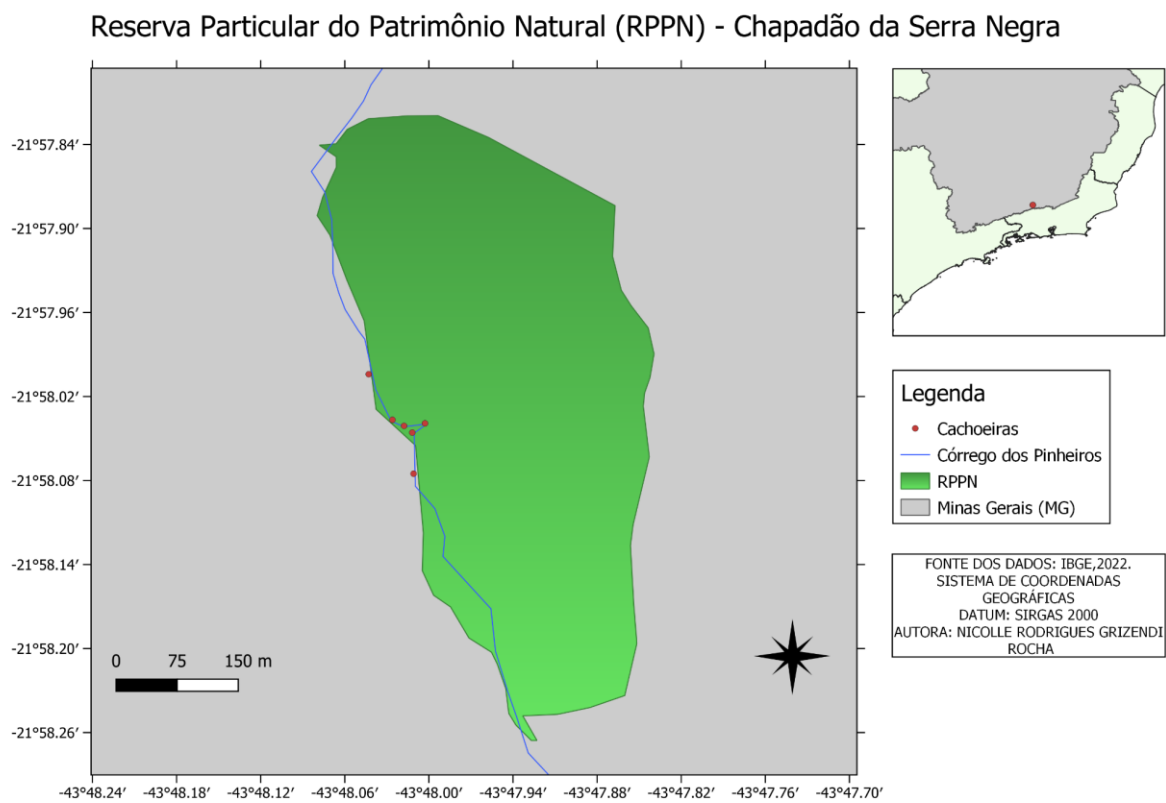
Diante da discussão realizada, percebe-se a importância intrínseca da elaboração de estudos sobre qualidade da água. Assim como as diferentes possibilidades de parâmetros, que podem ser analisados com o objetivo de assegurar a segurança hídrica dos usuários de atividades de contato primário em locais naturais com potencial hídrico comumente utilizados para lazer.

3 ÁREA DE ESTUDO

3.1 Extensão territorial

A RPPN - Chapadão da Serra Negra, como comentado anteriormente, está localizada no Município de Santa Bárbara do Monte Verde (MG), que possui aproximadamente 3.212 habitantes (IBGE cidades, 2021). A RPPN está situada no paralelo e possui 0,215 km² de área.

FIGURA 01: Mapa da Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) - Chapadão da Serra Negra



Fonte: elaborado pela autora, 2022.

3.2 Hidrografia e Clima

O rio que mais vai ser discutido no atual trabalho é o Córrego dos Pinheiros, esse é de de Ordem 2 (escala cartográfica), sendo afluente do Rio Preto, que se encontra ao sul. Portanto a área de estudo está inserida na bacia hidrográfica do rio Preto, que por sua vez pertence a Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul. Essa se estende a três estados da região Sudeste: Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais, que somam aproximadamente, 57 mil km² de área de rede de drenagem (FIGURA 02).

O município está localizado na zona da Mata Mineira, e seu clima corresponde a mesma, isto é, Tropical de Altitude. Possui duas estações bem demarcadas, uma com grande abundância de chuvas e outra seca, em que se prevalece a Frente Polar Atlântica e a Massa Tropical Marítima. Quanto a temperatura, apresenta máxima anual de 23,7°C e mínima anual de 15,4°C, exibindo uma média anual de 19,3°C. Ademais, o índice pluviométrico anual é equivalente a 1.647 mm (CEIVAP, AGEVAP, Prefeitura Municipal de Santa Bárbara do Monte Verde - MG, 2013).

FIGURA 02: Mapa da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul



Fonte: AGEVAP - Associação de Bacia <https://eco21.eco.br/crise-da-agua-ou-de-confianca-no-rio-de-janeiro>

3.3 Geologia, Geomorfologia e Pedologia

A área de pesquisa faz parte da Serra da Mantiqueira, que pertence aos notáveis escarpamentos do sudeste brasileiro. Localizada em um nível planáltico mais alto, deslocado pelo gráben do rio Paraíba do Sul e condizente a um vasto horst. Algumas porções estabelecem extensões interfluviais ininterruptas superiores a 2000 metros e um segmento setentrional engendrado por cristas de elevações mais baixas e festonadas que interceptam uma série de morros intermontanos (Marques Neto; Moreira; Silva, 2019).

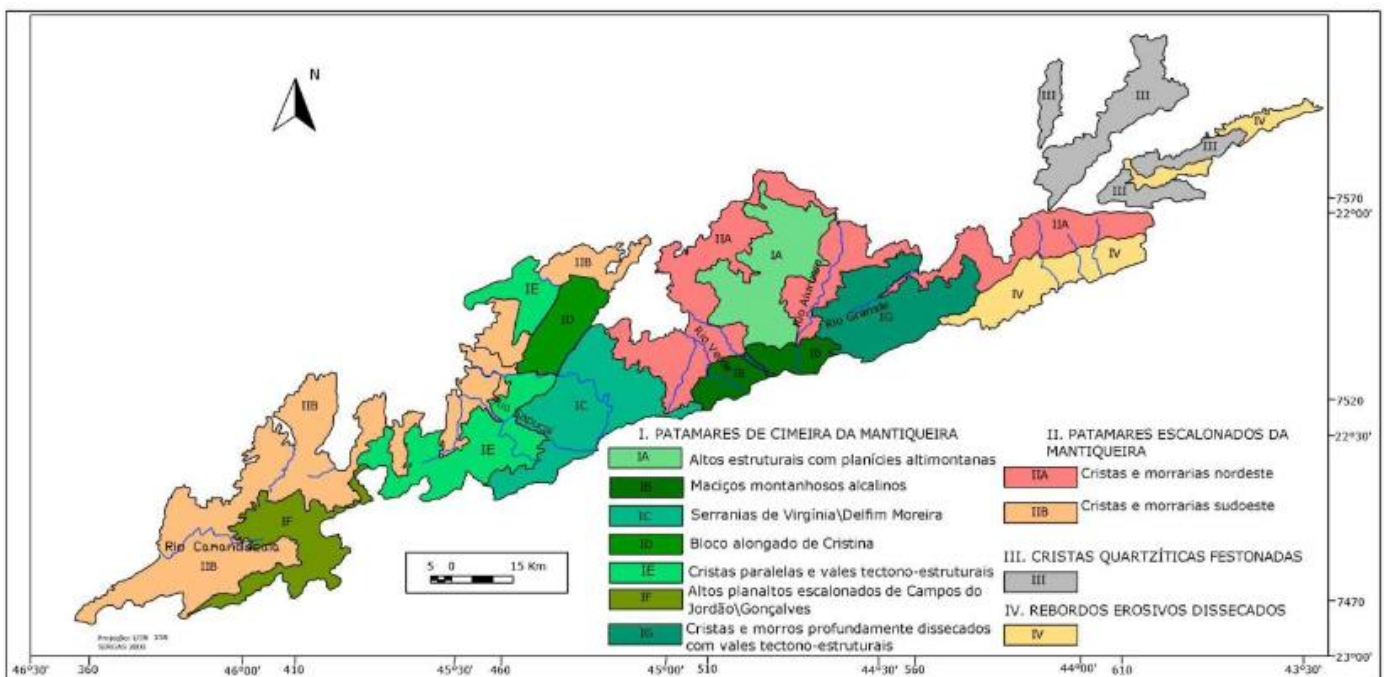
A RPPN constitui a compartimentação morfoestrutural “Cristas Quartzíticas Festonadas” proposta por Marques Neto (2017) (FIGURA 03), que se situa desligado do sistema sucessivo da Mantiqueira Meridional. Isso por causa do festonamento causado pela passagem do rio Grande e do rio do Peixe, esse último classificado como afluente do rio Preto e já inserido na bacia hidrográfica do Paraíba do Sul. Esse evento circunscreve a transição para a Mantiqueira setentrional, que exibe uma erosão mais progressiva e alinhamentos positivos descontínuos, assim como a composição de

profundos mantos de alteração e por conseguinte a topografia se rebaixa decorrente da diminuição isocórica das rochas e saprólitos.

Sua litologia abrange cristas de orientação NE-SW equivalente a Serra do Ibitipoca, mas mais importante para esse trabalho são as cristas de orientação E-W, correspondente a Serra Negra e a Serra de Lima Duarte. Nessa compartimentação predomina quartzito ajuntamento de intercalações de gnaisses e xistos no fundo de vale desgastados por erosão diferencial. As três Serras possuem características morfológicas e morfométricas similares, apresentam altitudes maiores que 1500 metros, demarcados por cristas de topos agudos e planos com faces trapezoidais e triangulares (Marques Neto, 2017).

Quanto a sua cobertura pedológica, essa é composta de Cambissolos e Latossolos Vermelho Amarelos, ambos em conjuntura química com baixo potencial nutricional abaixo da camada superior do solo (camada arável). Além de inserções de afloramentos rochosos e Argissolos distróficos (OLSZEVSKI et.al, 2008).

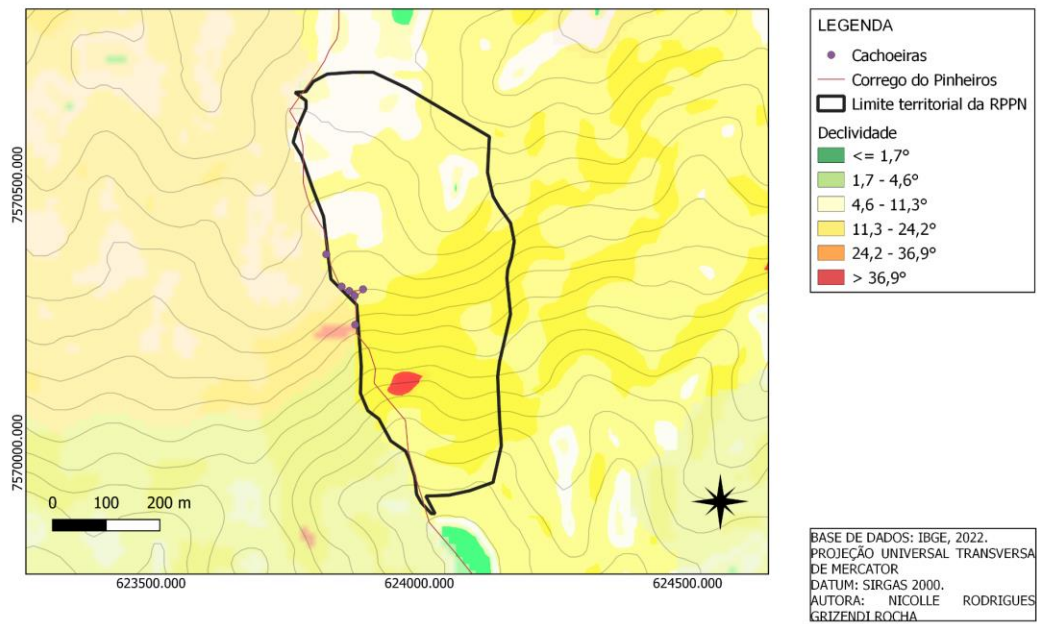
FIGURA 03 - Compartimentação morfoestrutural da Mantiqueira Meridional no estado de Minas Gerais.



Fonte: Marques Neto, 2017.

FIGURA 04: Mapa de declividade da Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) - Chapadão da Serra Negra

HIPSOMETRIA DA RESERVA PARTICULAR DO PATRIMÔNIO NATURAL (RPPN) - CHAPADÃO DA SERRA NEGRA



Fonte: elaborado pela autora, 2022.

4 METODOLOGIA

O processo metodológico que fundamentou a execução deste trabalho foi elaborado mediante revisão bibliográfica e através de técnicas de Geoprocessamento em programas especializado, os quais se destacam o Qgis OSGeo4W 3.16.10 e Arcgis 10.8. De modo que esses softwares foram empregados na identificação de pontos de interesse, criação de mapas e nas análises de perfis longitudinais de relevo.

Também foi realizado trabalhos de campo na área de estudo empregando equipamentos como o GPS, oferecido pelo grupo de pesquisa TERRA - Temáticas Especiais Relacionadas ao Relevo e à Água, para marcar as coordenadas UTM das cachoeiras em que foram realizadas coletas de amostras d'água, as quais foram levadas para análises laboratoriais. As amostras foram coletadas em janeiro de 2022 e armazenadas logo em seguida, em temperaturas entre 7°C e 10°C.

As cachoeiras selecionadas para o estudo, foram escolhidas devido ao seu amplo apelo turístico. Esse processo de escolha se deu a partir de uma visita guiada juntamente com o Colégio de Aplicação João XXIII ainda em 2018 e o diálogo com os proprietários da RPPN, sendo elas as:

- Cachoeira do Chapadão
- Cachoeira Aricanga
- Cachoeira Segunda
- Cachoeira Pilão
- Cachoeira Palmital

Os parâmetros de análise de qualidade da água foram medidos através da sonda multiparâmetros YSI Professional Plus, oferecida pelo grupo de pesquisa NAGEA - Núcleo de Análise Geo Ambiental. As análises foram realizadas em julho de 2022. Os parâmetros utilizados que foram medidos pela sonda são os seguintes:

- Oxigênio Dissolvido (OD);
- Condutividade;
- Sólidos Totais Dissolvidos (TDS);

- pH (potencial hidrogeniônico);

4.1 Relação Declividade - Extensão (RDE) e Relação Declividade - Extensão (RDE)

O processo de elaboração do cálculo de Relação Declividade - Extensão (RDE), foi realizado por meio do Arcgis 10.8, no qual foram inseridos os vetores de drenagem da área de estudo, disponibilizado pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas - IGAM. As informações de hipsometria da área, por sua vez, foram extraídas ainda no ambiente GIS, operando como base os modelos digitais de elevação (MDE) do sensor PALSAR do satélite japonês ALOS.

O MDE bruto passou por um processo de reprojeção, a fim de padronizá-lo no sistema de referência brasileiro e colocá-lo no sistema de coordenadas UTM, pela rotina ArcToolsBox—> Data manager tools —> Project and transformations —> Raster —> Reprojetar (Sirgas 2000 UTM 23s). Posteriormente, a partir desse novo raster gerado, foram extraídas curvas de nível do MDE com equidistância de 20m. Tal processo foi realizado pela rotina ArcToolsBox—> Spatial analyst —> surface —> Contour.

Com os dados de hidrografia e hipsometria já ajustados, o estudo do perfil longitudinal foi realizado ainda no Arcgis, utilizando o Índice de Hack proposto por Hack (1973). O cálculo é adquirido mediante a multiplicação da declividade do segmento da drenagem pela distância entre o segmento considerado e a nascente do rio. Etchebehere et al. (2004) sugeriram uma operação numérica baseada no Índice de Hack designado Relação Declividade - Extensão (RDE), que considera o crescimento da energia da corrente em determinada porção da drenagem, em que a variável p é a declividade da superfície do canal. A fórmula para calcular o índice RDE pode ser observada na Figura 05 como “ (Eq. 1) ”.

Para se referir à extensão total de um rio, a declividade total deve ser considerada, isto é, a medição entre a nascente e a foz, e o logaritmo do total de sua extensão, que resulta na variante RDE total (RDE_t) (Seeber & Gornitz 1983, Etchebehere 2006). O cálculo pode ser feito segundo a Figura 05 “ (Eq 2) ”.

FIGURA 05: Fórmulas para calcular o RDE e RDEt

$RDEs = (\Delta H / \Delta L) \cdot L \quad (\text{Eq. 1})$	$RDEt = (\Delta H / \Delta L) \cdot \ln(L) \quad (\text{Eq. 2})$
<p>ΔH = diferença altimétrica entre as duas extremidades de um segmento ao longo de um rio;</p>	
<p>ΔL = extensão do trecho em planta;</p>	
<p>L = distância entre a extremidade inferior desse trecho e a nascente do rio.</p>	

Fonte: SALAMUNI, E. et. al., 2013.

No atual estudo foi apontado que se o produto derivado da razão entre o RDE trecho e o RDE total, for menor que 2, o trecho é classificado sem anomalias significativas; se o resultado se enquadrar entre 2 e 10, o trecho é tido com anomalia de 2ª ordem e acima de 10 é considerado como anomalia de 1ª ordem (ETCHEBEHERE, 2000).

4.2 Oxigênio Dissolvido (OD)

O oxigênio dissolvido (OD), é um dos elementos mais significativos quando se trata de recursos hídricos e é um dos parâmetros mais utilizados na avaliação de qualidade da água, como por exemplo a CONAMA 357/2005 e CONAMA 274/2000. Isso porque o OD está diretamente relacionado com os tipos de organismos que podem sobreviver no meio aquático (Lucas, Folegatti, Duarte, 2010). O oxigênio, se insere no curso d'água particularmente por mistura mecânica causada por correntes naturais de massas hídricas, ação dos ventos e movimentações provocadas pela topografia do terreno (Leira, et al., 2017).

4.3 Condutividade

A condutividade é utilizada para mensurar a capacidade da água conduzir eletricidade, mas também é um parâmetro de medição de sais e íons contaminantes presentes no corpo d'água. Dessa forma, aponta indiretamente a quantidade de TDS

e a concentração de poluentes (CETESB, 2009; Mendes, et al., 2011; Leira, et al., 2017). De acordo com o Ministério da Saúde (2006), a condutividade de águas naturais exibe números entre 10 e 100 uS/cm.

4.4 Sólidos Totais Dissolvidos (TDS)

O TDS é um constituinte que pode interferir em outros parâmetros, como cor, sabor e odor, pH, alcalinidade, dureza, ferro e manganês, cloretos, fósforo, entre outros (VON SPERLING, 1995). E de acordo com a Portaria nº 518/04, do Ministério da Saúde, que estabelece um critério de potabilidade da água para consumo humano, com concentração máxima de 500 mg/l de sólidos de TDS (BRASIL, 2004).

4.5 pH (potencial hidrogeniônico)

De acordo com Von Sperling (1995), o pH evidencia a parcela de íons de hidrogênio (H^+), em que pode ser classificado como ácido, neutro e alcalino em uma escala de 0 a 14. Em que:

- pH < 7: ácido
- pH = 7: neutro
- pH > 7: básico

A origem do pH pode ser oriunda tanto do meio natural, quanto antropogênica. Em que o meio natural pode influenciar o pH de acordo com o processo de fotossíntese, oxidação da matéria orgânica, absorção de gases da atmosfera e dissolução de rochas. Enquanto a ação antropogênica pode gerar despejos domésticos e industriais. A análise do pH é essencial tanto para o uso do homem quanto para a biota que habita o corpo hídrico (VON SPERLING, 1995).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Características gerais das Cachoeiras

A nascente do Córrego dos Pinheiros está localizada fora da área da RPPN estudada, seu curso d'água desce por uma enorme pedreira e forma a primeira cachoeira já dentro dos limites da RPPN, a cachoeira do Chapadão (imagem 01), que também é a primeira a se chegar a pé seguindo a trilha principal. Possui uma elevação de 1102m e uma pequena caverna como se pode observar nas imagens 02 e 03. Segundo os proprietários é uma cachoeira turística e segura para mergulho. Possui um poço individual de 1,6 metros de profundidade e uma queda d'água única.

IMAGEM 01: Cachoeira do Chapadão



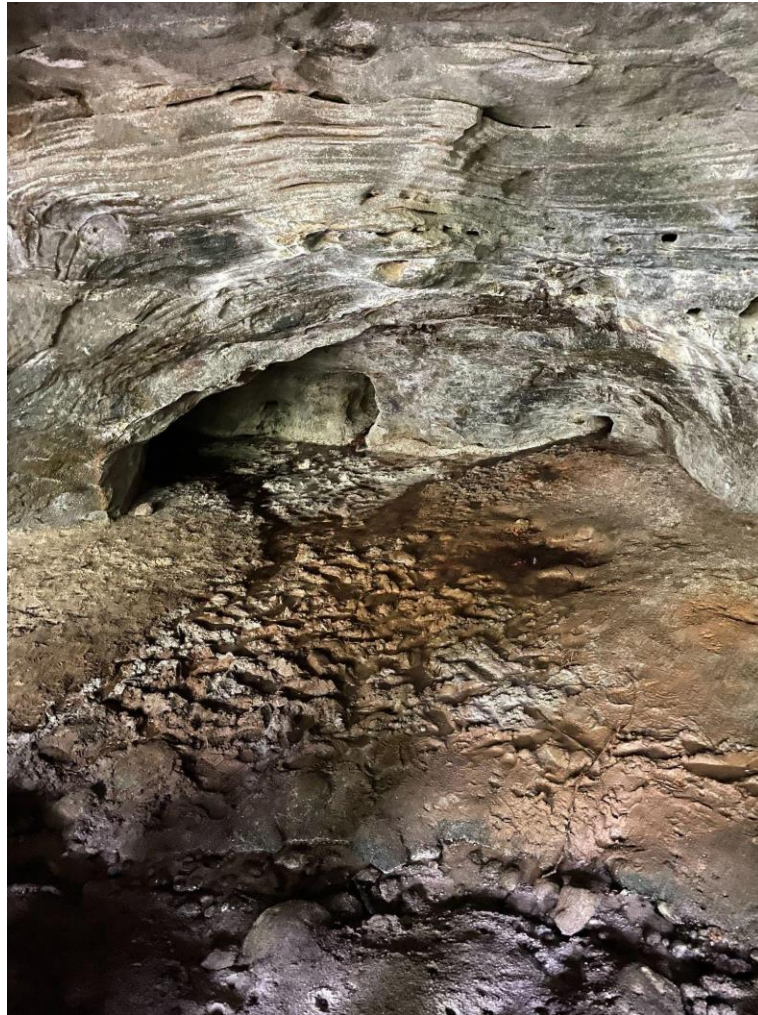
Fonte: fotografia tirada pela autora, 2022.

IMAGEM 02: Caverna da Cachoeira do Chapadão



Fonte: fotografia tirada pela autora, 2022.

IMAGEM 03: Fundo da pequena caverna abaixo da cachoeira Chapadão



Fonte: fotografia tirada pela autora, 2022.

A cachoeira Aricanga (imagem 04) é a segunda cachoeira da trilha e está localizada a 1074 m de altitude, alguns metros de trilha depois da cachoeira do Chapadão e ainda no mesmo córrego. Essa não possui cavernas, mas exibe um poço próprio e uma única queda d'água mais baixa que a cachoeira do Chapadão. Ademais possui uma mata ciliar diferente das demais cachoeiras, que apresenta cogumelos laranjas ao seu redor (imagem 05). Quanto a sua segurança, a cachoeira se demonstra segura para visitação de turistas.

IMAGEM 04: Cachoeira Aricanga



Fonte: fotografia tirada pela autora, 2022.

IMAGEM 05: Cogumelos laranjas ao redor da cachoeira Aricanga



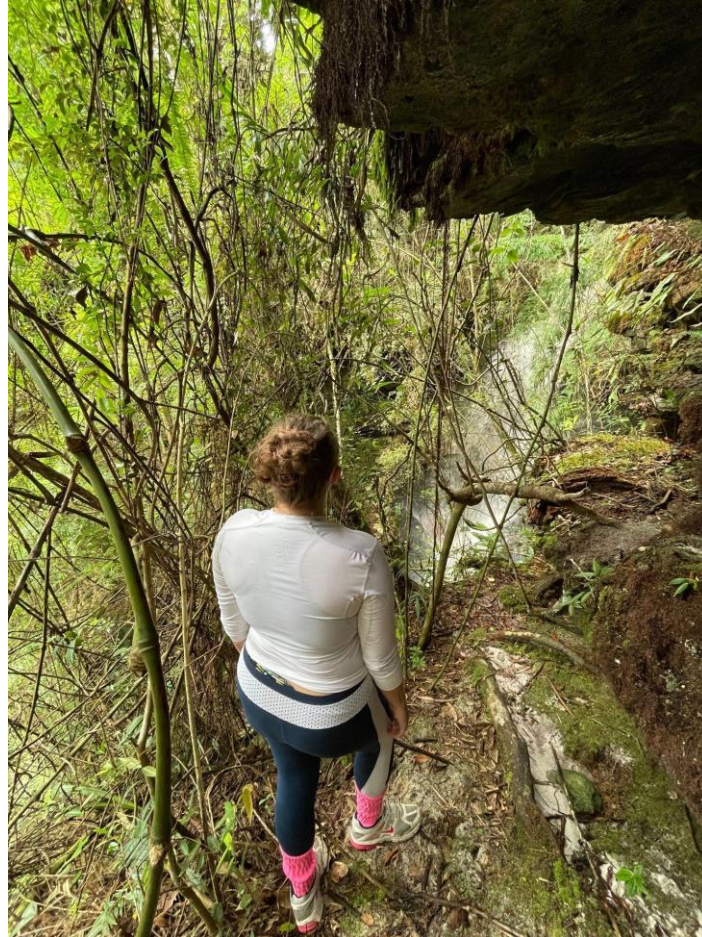
Fonte: fotografia tirada pela autora, 2022.

Após a cachoeira Aricanga (imagem 06), seguindo a trilha encontra-se a cachoeira Segunda que possui 1066 m de altitude, o acesso a cachoeira é mais limitado e a trilha para seu poço é apenas para pessoas mais experientes, o que dificulta o uso turístico para banho e é até perigoso. Apesar de possuir um poço próprio a cachoeira segunda possui múltiplas quedas pois logo em seguida de sua primeira queda, possui outra queda em que os proprietários da RPPN consideram como outra cachoeira de nome “Terceira” (imagem 07).

Essa última queda também possui um poço, sendo esse o mais fundo com mais de 2,5 m de profundidade e possui altitude de 1045m. Ou seja, desde a montante da primeira queda até a última, são somados 21 metros de quedas d’água. Apesar do poço da cachoeira “Terceira” ser de melhor acesso do que a cachoeira Segunda, essa

ainda é complicada para turistas inexperientes, por isso e por causa da grande profundidade da cachoeira essa não se enquadra como uma cachoeira turística.

IMAGEM 06: Cachoeira Segunda



Fonte: fotografia tirada pela autora, 2022.

IMAGEM 07: Cachoeira Segunda ao fundo, juntamente com a cachoeira Terceira abaixo.



Fonte: fotografia tirada pela autora, 2022.

Seguindo a trilha, encontra-se a cachoeira Pilão (imagem 08), com 1062 m de altitude, que ostenta uma queda d'água menor que as demais e um poço d'água também menor, essa cachoeira se qualifica como turística, apesar de não possuir uma área muito grande e não comportar muitas pessoas ao mesmo tempo.

Na imagem 08 pode se observar à direita as linhas de falhas e fraturas causadas pela erosão regressiva, que segundo Guerra (1993), é uma erosão que se percebe no leito de rios, que desgasta seu fundo em que exhibe uma direção da jusante à montante e comumente percebido em degraus de cachoeiras como exemplificado.

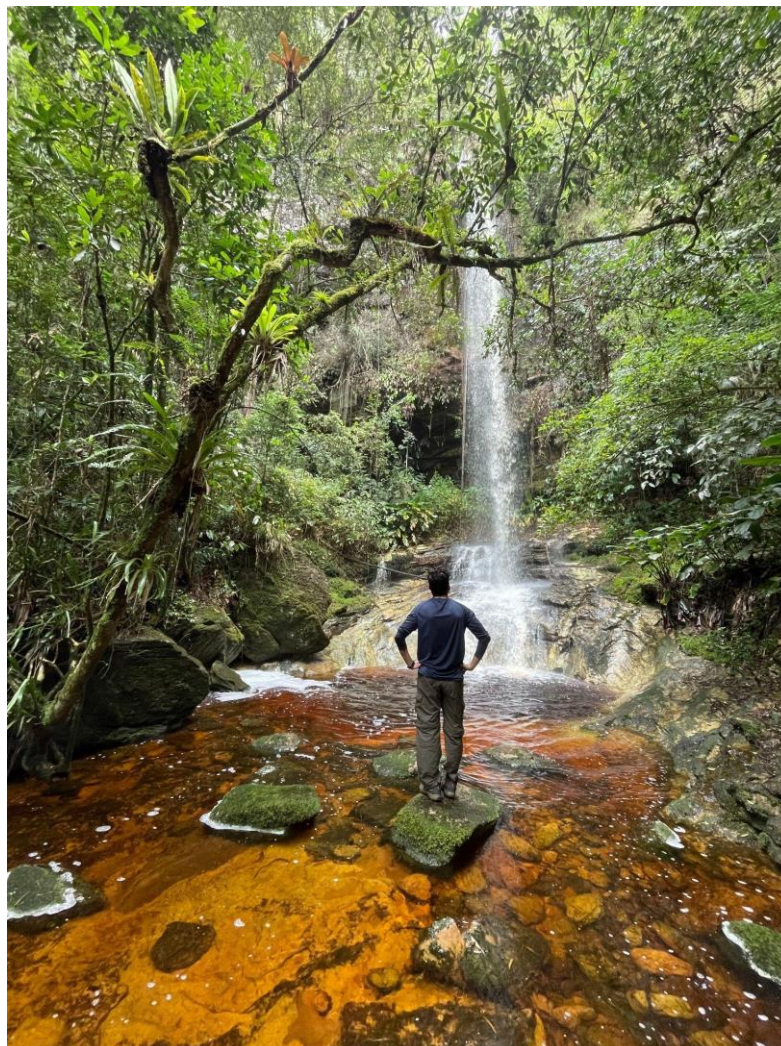
IMAGEM 08: Cachoeira Pilão



Fonte: fotografia tirada pela autora, 2022.

A última cachoeira visitada foi a Palmital (imagem 09), que apresenta 997 m de altitude. Percebe-se que essa possui uma das maiores quedas únicas dentro das cachoeiras visitadas. A cachoeira possui fácil acesso, um poço próprio, sendo agradável para visitas turísticas.

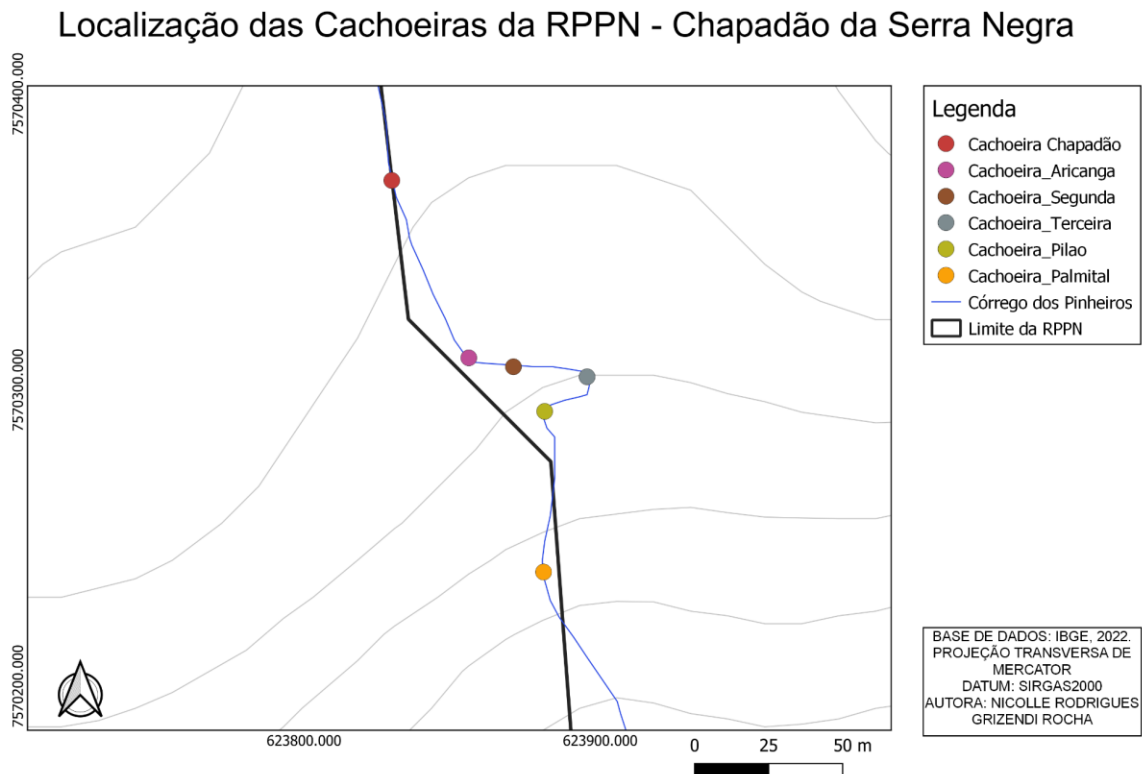
IMAGEM 09: Cachoeira Palmital



Fonte: fotografia tirada pela autora, 2022.

Todas as cachoeiras mencionadas se localizam no meio do curso hídrico como pode ser observado nas figuras 01 e 04. Na figura 06, a seguir pode ser observado onde cada cachoeira se encontra ao longo do Córrego dos Pinheiros. Percebe-se que a Cachoeira do Chapadão se encontra nos limites da RPPN e a Cachoeira do Palmital está fora dos limites da RPPN. Os proprietários da RPPN utilizam o córrego como marco delimitante de divisor de território e possuem uma boa relação com o dono do terreno vizinho que concorda com as visitas de turistas e pesquisadores às cachoeiras.

FIGURA 06 - Mapa de localização das cachoeiras da RPPN - Chapadão da Serra Negra



Fonte: elaborada pela autora, 2022.

5.2 Perfil Longitudinal e RDE

Os cursos d'água são os componentes que possuem maior sensibilidade às transformações tectônicas crustais, reagindo de imediato a processos deformativos, independente da escala, mesmo que pequenos (Volkov et al., 1967;). As análises de cunho neotectônico, tem como objetivo definir áreas sujeitas a movimentações, que possibilita aquisição de dados quantitativos quanto a deformações, através de técnicas morfométricas que compreendem perfis e/ou traçado dos cursos d'água (ETCHEBEHERE, 2004).

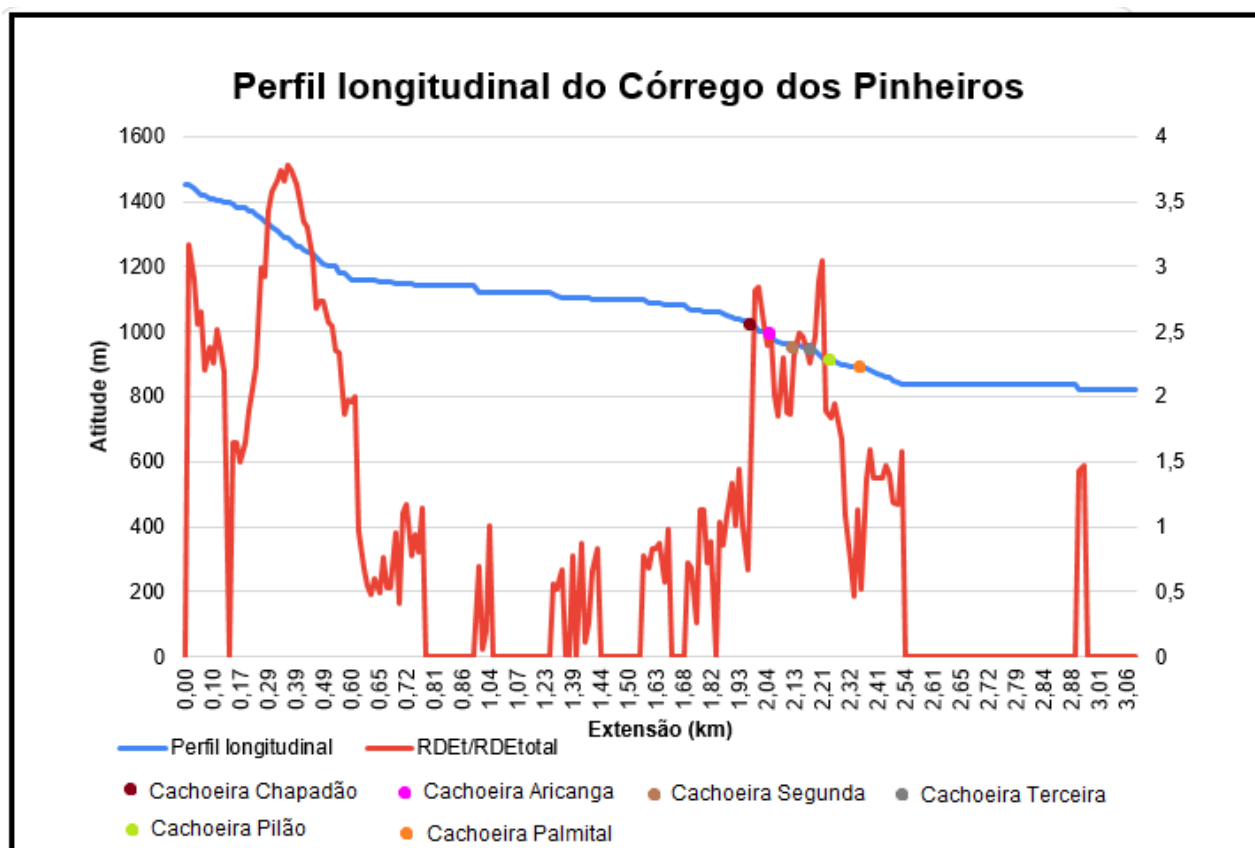
O RDE, ou "Índice de Hack", se apresenta como uma avaliação de baixo custo e que pode ser realizada em um curto período de tempo e é considerado modelo para áreas regionais de interior cratônico. Além de ter um caráter eclético, podendo ser relacionado com diferentes abordagens como a geodésia, geofísica, geologia, geomorfologia, entre outras. Dessa forma, auxilia em interpretações mais

substanciais, principalmente em regiões intraplacas, ocorrência presente em grande parte do Brasil (ETCHEBEHERE, 2004).

O RDE, é um instrumento para indicar “anomalias” consideráveis na concavidade natural do perfil longitudinal, o que permite a regularização dos valores de gradiente e o reconhecimento de anomalias de drenagem em cada intervalo do curso fluvial. Isso é possível ao associar a declividade do canal com a extensão dos segmentos do canal, que viabiliza um índice para comparar diferentes trechos e suas magnitudes (MARTINEZ, 2004).

Para obter um canal equilibrado a curva do gráfico que representa o perfil longitudinal deveria ser côncavo, em que a medida diminui sucessivamente com a jusante (STEVAUX, LATRUBESSE, 2017). O gráfico 1, ilustra o perfil longitudinal do Córrego dos Pinheiros, rio que corta o território da RPPN Chapadão da Serra Negra e onde se encontram as principais cachoeiras, além da aplicação do índice RDE.

GRÁFICO 1 - Gráfico de Perfil Longitudinal do Córrego dos Pinheiros e aplicação do índice RDE



Fonte: produzido pela Autora, 2022.

De acordo com o gráfico (gráfico 1), percebe-se dois trechos anômalos, pois apresentam valores do RDE maiores que 2. Essas quebras, segundo Etchebehere et al. (2004), caracterizam processos que estão modificando o equilíbrio do rio. Ainda que esses desequilíbrios possam estar correlacionados a confluências de tributários ou de heterogeneidades no substrato rochoso, no caso do Córrego dos Pinheiros há maior probabilidade de deformação crustal, que podem gerar cachoeiras, como foi observado em campo, de acordo com os mapas elaborados e suas características geológicas (figura 01 e figura 04).

Nota-se que o primeiro segmento de anomalia, é localizado a montante do rio e sua altitude varia de 1200m até quase 1350m no seu ponto mais alto, aproximadamente. Já que o cálculo da razão RDE trecho e RDE total, resultou em um gradiente maior que 2, mas menor que 10, esse se configura como uma anomalia de 2ª ordem.

Observa-se que no segundo segmento de anomalia, essa também se qualifica como uma anomalia de 2ª ordem, porém se localiza mais no meio do curso d'água, e exibe altitudes entre 900 e 1200 metros. Além disso, é nessa parcela que se localizam as principais cachoeiras da RPPN estudadas.

5.3 Qualidade das águas das cachoeiras da RPPN - Chapadão da Serra Negra

Tabela 4: resultado das amostras de água das cinco cachoeiras

	Cachoeira do Chapadão	Cachoeira Aricanga	Cachoeira Segunda	Cachoeira Pilão	Cachoeira Palmital
OD mg/L	3,11	1,09	1,29	4,67	3,55
SPC uS/cm	17,7	15,6	17,4	189,4	18,3
TDS mg/L	11,7	10,4	11,05	122,85	11,7
pH	6,45	6,46	6,42	6,43	6,44

Fonte: utilização da sonda multiparâmetros YSI Professional Plus pela autora, em 2022.

De acordo com a Tabela 4 todos os resultados para o parâmetro OD das cachoeiras se encontram abaixo de 5mg/L, que é o estabelecido como valor mínimo de segurança de acordo com a CONAMA 357/2005. Além disso, quatro das cinco cachoeiras possuem valores de OD menores que 4 mg/L, sendo elas as cachoeiras do Chapadão, Aricanga, Segunda e Palmital, que segundo o Ministério da Saúde (2006), é o ideal para a sobrevivência de peixes.

Apesar de um OD baixo indicar comumente a contaminação do curso d'água como se refere Valente Padilha e Silva (1997), como se trata de uma RPPN em uma área pouco antropizada, durante o campo realizado não houve nenhum sinal de derramamento de esgoto ou sinais de óleos e graxas, o que pode indicar que esse resultado se dá por outro motivo.

Uma probabilidade é a presença de macrófitas, que segundo Esteves (1998) e Bucci & Oliveira (2014), podem influenciar os resultados, já que ao iniciarem seu processo de decomposição, esses organismos consomem oxigênio dissolvido da massa líquida. Ademais, formam barreiras físicas que podem dificultar a movimentação de ar, água e ação dos ventos e também propiciam a contenção de material orgânico que podem consumir OD ao ser degradado por micro-organismos aeróbios.

Outra possibilidade é considerar a produção fotossintética, essencial fonte para a produção de OD, se por conta da vegetação de grande porte, haver uma limitação dos raios solares no curso d'água, conseqüentemente há diminuição da disponibilidade de luz para a realização da fotossíntese e assim, há redução da produção de OD (CETESB, 2009; ROCHA & PEREIRA, 2016).

Percebe-se que a amostra da cachoeira Aricanga possui OD equivalente a 1,09 mg/L e a cachoeira Segunda 1,29 mg/L. Portanto, segundo Vasco et al. (2011), por apresentarem valores abaixo de 2 mg/L, corroboram para uma condição de anaerobiose no corpo d'água. Dessa forma, os compostos químicos não estão oxidados, sendo assim, solúveis no meio líquido, oferecendo substâncias que possibilitam a sobrevivência de organismos adequados a esse ambiente. Conforme a quantidade de OD aumenta, os compostos submergem e se instalam no fundo dos corpos hídricos (BRASIL, 2006).

Percebe-se que a condutividade, representada pelo SPC com unidade de medida microSiemens por centímetro, não demonstra alta na maioria das cachoeiras. As cachoeiras do Chapadão, Aricanga, Segunda e Palmital estão dentro dos parâmetros indicados pelo Ministério da Saúde (2006), que delimitam valores entre 10 e 100 uS/cm e indicam resultados favoráveis à não contaminação das águas da cachoeira. Outrossim, seu valor reduzido aponta proeminente produção de algas e microrganismos aquáticos (Leira, et al. 2017).

As mesmas cachoeiras citadas exibem um TDS baixo que condiz com os limites máximos de 500 mg/L segundo o Ministério da Saúde (2004), e dessa forma

colaboram positivamente com os parâmetros citados, além de corroborar com os valores de condutibilidade.

Porém nota-se que a cachoeira Pilão teve um resultado destoante das demais, que exibe 189,4 uS/cm de condutividade e, portanto, se demonstra consideravelmente acima dos números estipulados pelo Ministério da Saúde (2006). Conforme Leira, et al. (2017), isso revela a possibilidade de um alto grau de decomposição. Assim como tem a possibilidade de o aumento de condutividade decorrer de um aumento do intemperismo rochoso (Sardinha et. al.)

Bem como o parâmetro de condutividade, a cachoeira Pilão também possui um TDS mais alto que as outras cachoeiras, igual a 122,85 mg/L. Porém esse valor não ultrapassa o número máximo definido pelo Ministério da Saúde (2004) de 500 mg/L. Segundo Von Sperling (1995), uma alta condutividade e TDS podem resultar em efeitos poluidores como por exemplo, intoxicação de algumas plantas e dificultar a permeabilização do solo através da dissolução do sódio.

Quanto ao pH, todas as amostras demonstraram valores aproximados umas das outras, estão dentro dos parâmetros de balneabilidade segundo a CONAMA 274/2000 e se qualificam como ácida, já que os valores são menores que 7. E ainda, conforme Leira, et al. (2017), estão em conformidade com o melhor intervalo para a sobrevivência dos animais aquáticos que é entre 6 e 9.

Visto que as amostras demonstram um pH ácido, exibem mais uma evidência de intervenção das macrófitas, pois essas têm a capacidade de afetar o “sistema tampão”, que possibilita o aumento de acidez. Uma vez que a fotossíntese se amplia, conseqüentemente o pH tende a fazer o mesmo, porque há maior gasto de CO₂. Entretanto, ainda no “sistema tampão” os íons carbonato ou bicarbonato conservam o pH em aproximadamente 6,5 (Fernandes et al., 2005 apud. Bucci & Oliveira, 2014). O que é muito próximo do resultado da amostra coletada na Cachoeira do Chapadão, que foi igual a 6,45 conforme a Tabela 04.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A trilha que leva até as cachoeiras possui trechos fáceis até mais complexos, se iniciando em um topo de morro com aproximadamente 1200 m de altitude que diminui decorrente da declividade até a última cachoeira visitada com 997m de elevação. A primeira cachoeira, a Chapadão exibe um bom acesso a turistas e uma geomorfologia diferenciada com a sua pequena caverna. E apesar das diferenças estruturais, sua amostra se assimila a cachoeira do Palmital (a última a ser visitada). Ambas apresentam boas taxas de condutividade, TDS e pH, de acordo com seus respectivos limites atribuídos. Somente o parâmetro OD, se demonstrou abaixo dos limites, mas não estando em estado de anaerobiose.

A cachoeira Aricanga, apresenta uma biodiversidade em mata ciliar, também com uma boa passagem. Em questões de qualidade de água, sua água encontra-se em condições de anaerobiose, porém exibe bons valores de condutividade, TDS e pH, assim como a cachoeira Segunda. Essa última, é a única com múltiplas quedas dentro das cachoeiras visitadas, apesar de sua hidrogeomorfologia diferenciada, não é aconselhável para turistas inexperientes por causa de seu difícil acesso.

A cachoeira do Pilão, apresenta área turística limitada e foi a que apresentou maiores alterações em sua amostra d'água. Além de apresentar um baixo OD (mas não em anaerobiose), exibe condutividade e TDS elevados e proporcionais um ao outro. A condutividade excede os limites estipulados pelo Ministério da Saúde (2006), porém apesar de possuir um valor de TDS mais alto que as demais, não ultrapassa o delimitado.

Nota-se que a RPPN estudada possui cachoeiras com diversas estruturas, desde grandes únicas quedas como a do Palmital a menores como a do Pilão e Aricanga e quedas múltiplas como a cachoeira Segunda, todas com poços independentemente da altura da queda d'água.

Apesar da diversidade estrutural, a qualidade da água das amostras é similar apenas com algumas diferenças pontuais. Observa-se que o OD foi o pior dentro dos parâmetros, mas que pode decorrer das limitações de análise já que essa foi realizada

consideravelmente posterior à coleta das amostras. Enquanto o pH demonstra-se o parâmetro mais estável e com valores bem próximos em todas as cachoeiras, conseqüentemente, todas exibem um pH ácido e de acordo com a legislação de balneabilidade segundo a CONAMA 274/2000. Ademais, esses dois parâmetros podem indicar uma presença considerável de macrófitas (Esteves, 1998; Fernandes et al., 2005; Bucci & Oliveira, 2014).

Acerca do perfil longitudinal e da ferramenta RDE, considera-se que foram substancialmente úteis a pesquisa. A partir desses, foi viabilizado compreender os trechos de maior anomalia, em que foram constatadas duas áreas anômalas de 2ª ordem. Assim como apontar onde cada cachoeira se localizava durante o curso hídrico, em que se destaca que é na segunda área anômala que se encontram as cachoeiras estudadas. Dessa forma, percebe-se a relação direta do perfil longitudinal e suas áreas de anomalia e a localização de cachoeiras por deformação crustal e erosão regressiva.

Por fim, considera-se importante estudar sobre a qualidade da água, essencialmente por ser um bem natural escasso e indispensável não somente para a manutenção de todo o tipo de vida na Terra, quanto para a realização de inúmeras atividades humanas. Outrossim, esse estudo, se faz amplo, ao realizar uma descrição de cachoeiras em uma RPPN que tem o objetivo de atrair cada vez mais turistas e pesquisadores. Em que se objetiva asseverar a qualidade das águas dessas estruturas para o uso dos mesmos. Isto posto, percebe-se uma necessidade de realizar estudos como esse não somente em RPPNs mas também em quaisquer Unidades de Conservação para garantir segurança hídrica seja para humanos, quanto para preservar o ecossistema local.

7 REFERÊNCIAS

ALLEN, S.E., GRIMSHAW, H.M., PARKINSON, J.A. & QUARMBY, C. 1974. **Chemical analysis of ecological materials**. Oxford: Blackwell Scientific Publication. 565 p.

BARCELOS, C. M. et al. **Avaliação da qualidade da água e percepção higiênico-sanitária na área rural de Lavras, Minas Gerais, Brasil, 1999-2000**. Caderno de Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 22, n. 9, set. 2006.

BRASIL. **Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000**. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III, e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Brasília, 2000.
Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm> Acesso em: 27/10/2021.

BRASIL. Instituto Estadual de Florestas – IEF. Gabinete do Diretor Antônio Augusto Melo Malard. **Portaria IEF Nº 169 - 16 de dezembro de 2019**. Diário Executivo, Minas Gerais. 17/12/2019. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=50443>> Acesso em: 14/01/2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 518, de 25 de março de 2004**. Normas e padrões de potabilidade da água destinada ao consumo humano. Brasília: MS, 2005. 15p.
Disponível em: <https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/portaria_518_2004.pdf>.
Acesso em: julho. 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano**. Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. – Brasília: Ministério da Saúde, 2006. 212 p.

BRILHA, J. **Patrimônio geológico e geoconservação** – a conservação da natureza na sua vertente geológica. Palimage. Braga, Portugal 2005.

COMITÊ DE INTEGRAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - CEIVAP; ASSOCIAÇÃO PRÓ-GESTÃO DAS ÁGUAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - AGEVAP; PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTA BÁRBARA DO MONTE VERDE - MG; **Plano Municipal de Saneamento Básico Santa Bárbara do Monte Verde**. 2013.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO - CETESB. **Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo**. São Paulo, 2009. 43p.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE - CONAMA. **Resolução 274 de 29 de novembro de 2000**. Estabelece condições de balneabilidade das águas brasileiras. Brasília, 2000.

COSTA, C. M. R. **Potencial para a implantação de Políticas de Incentivo às RPPNs**. Belo Horizonte: Conservação Internacional, Fundação SOS Mata Atlântica, The Nature Conservancy, 2006. 80p.

ESTEVES, F.A. **Fundamentos de Limnologia**. Interciência, Rio de Janeiro. 602 p.1998.

ETCHEBEHERE. M.L.C. **Terraços neo-quadernários no vale do rio do Peixe, planalto ocidental paulista: Implicações estratigráficas e tectônicas**. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 336 p. 2000.

ETCHEBEHERE, M.L.C. et. **Aplicação do Índice “Relação Declividade- Extensão – RDE” na Bacia do Rio do Peixe (SP) para detecção de deformações neotectônicas.** Revista do Instituto de Geociências – USP Série Científica, São Paulo, v.4, n.2, p. 43-56, out. 2004.

ETCHEBEHERE, M.L.C. et. **Deteção de prováveis deformações neotectônicas no vale do Rio do Peixe, região ocidental paulista, mediante aplicação de índices RDE (Relação Declividade Extensão) em segmentos de drenagem.** Revista Geociências, UNESP, v.25, n.3, p.271-289. 2006.

FERNANDES L. F. et al. Comunidades fitoplanctônicas em ambientes lênticos. In: ANDREOLI, C. V.; CARNEIRO, C. **Gestão integrada de mananciais de abastecimento eutrofizados.** Curitiba: Finep, p. 303-366. 2005.

FONSECA, M; KASECKER, T; O papel das Unidades de Conservação. **Scientific American Brasil**, v. 39, p. 18-23, 2010.

GRAY M. **Geodiversity.** Valuing and conserving abiotic nature. Wiley, Peterborough. 2004.

GUERRA, A.T. **Dicionário geológico-geomorfológico.** 5.ed. Rio de Janeiro: IBGE, 439p.1993.

HACK, J.T. **Stream-profile analysis and stream gradient index.** Journal Research of the U.S. Geol. Survey, v. 1, n. 4, p. 421-429. 1973.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Santa Bárbara do Monte Verde (MG). IBGE Cidades. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/santa-barbara/panorama>>
Acesso em: julho 2022.

LEIRA, M. H. et al. **Qualidade da água e seu uso em pisciculturas.** PUBVET, v.11, p.11-17. 2017.

LOPES, F. W. de A; MAGALHÃES Jr, A. P; VON SPERLING, E. **Balneabilidade em Águas Doces no Brasil:** Riscos a Saúde, Limitações Metodológicas e Operacionais. Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde. Hygeia 9 (16):28 - 47, Jun/2013.

LOPES, F. W de A; VON SPERLING, E.; MAGALHÃES Jr, A. P. Indicadores para balneabilidade em águas doces no Brasil. Revista GEOgrafias, v. 11, p.6-22, 2015.

LUCAS, A. A. T.; FOLEGATTI, M. V; DUARTE, S. N. **Qualidade da água em uma microbacia hidrográfica do rio Piracicaba, SP.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 14, n.9, p. 637-943, 2010.

MARTINEZ. M. **Aplicação de parâmetros morfométricos de drenagem na bacia do rio Pirapó:** o perfil longitudinal. Dissertação de Mestrado, Departamento de Geografia, Universidade Estadual de Maringá, 96p. 2004.

MARQUES NETO, R.; MOREIRA, J. A.; SILVA, F. P. **Evolução de escarpamento em margens rifte: uma discussão sobre soerguimento e desnudação na Mantiqueira**

Meridional a partir de mapas paleotopográficos e parâmetros geomorfométricos. Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 20, n. 4 p. 877-890, 2019.

MARQUES NETO, R. **O Horst da Mantiqueira Meridional: Proposta de Compartimentação Morfoestrutural para sua Porção Mineira.** Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 18, nº 3. p. 561-577, 2017.

MARQUES NETO, R. **Reservas Particular do Patrimônio Natural (RPPNs) como estratégia para a conservação da mata atlântica e o papel da Geografia Física nos planos de manejo.** Geografia (Rio Claro. Impresso), V. 37, P. 95-108, 2012.

MENDES, M. E. et al. **A importância da qualidade da água reagente no laboratório clínico.** J. Bras. Patol. Med. Lab. vol.47, n.3, pp. 217-223. 2011.

MERTEN, G. H.; MINELLA, J. P. **Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura.** Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável. Porto Alegre (RS), v.3, n.4, out/dez 2002.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 357**, de 17 de março de 2005.

PEREIRA-SILVA, et. al. **Avaliação da qualidade da água em microbacias hidrográficas de uma Unidade de Conservação do Nordeste do estado de São Paulo, Brasil.** R. bras. Bioci., Porto Alegre, v. 9, n. 3, p. 371-381, jul./set. 2011.

REBOUÇAS, A.C. **Águas Doces no Brasil: capital, ecológico, uso e conservação.** São Paulo: Escrituras Editora, 2002.

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. v. 11, n. 1, Jan./Mar. 2016.

RYLANDS, A. B.; BRANDON, K. **Unidades de conservação brasileiras.** *Megadiversidade*, Belo Horizonte, v. 1, n. 1, p. 27-35, 2005.

SALAMUNI, E. et. al. **Knickpoint Finder: ferramenta para a busca de geossítios de relevante interesse para o geoturismo.** Boletim Paranaense de Geociências. Curitiba, Paraná. Volume 70.pp 200 – 208. 2013.

SARDINHA, D. S. **Avaliação da qualidade da água e autodepuração do Ribeirão do Meio, Leme (SP).** Revista Engenharia Sanitária Ambiental, V.13, nº3, p.329-338, 2008.

SEEBER, L.; GORNITZ, V. **River profiles along the Himalayan arc as indicators of active tectonics: Tectonophysics**, v. 92, p. 335–367. 1983.

SOPPER, W.E. **Effects of timber harvesting and related management practices on water quality in forested watersheds.** Eds. Journal of Environmental Quality, 4(1): 24-29,1975.

STEVAUX, J. C.; LATRUBESSE, E. M. Geomorfologia **Fluvial**. São Paulo: Oficina de Textos. 336 p. 2017.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M; **Recursos Hídricos no Século XXI**. Editora Oficina de Textos. São Paulo, 2011.

VALENTE, J. P. S.; PADILHA, P. M.; SILVA, A. M. M. **Oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO) como parâmetros de poluição no Ribeirão Lavapés/Botucatu-SP**. Eclética Química, v.22, 1997.

VASCO, A. N. et al; **Avaliação espacial e temporal da qualidade da água na sub bacia do rio Poxim, Sergipe, Brasil**. Ambiente & Água, v. 6, n. 1, p. 118-130, 2011.

VIGHI M., FINIZIO A. VILLA S. **The evolution of the environmental quality concept: from the US EPA RedBook to the European Water Framework Directive**. Environmental Science and Pollution Research,13, 9–14, 2006.

VOLKOV, N. G.; SOKOLOVSKY, I. L.; SUBBOTIN, A. I. **Effect of recent crustal movements on the shape of longitudinal profiles and water levels in rivers**. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON RIVER MECHANICS. Bern. Proceedings... Bern: International Union of Geodesy and Geophysics, 1967. p. 105-116.

VON SPERLING, E. **Água para saciar corpo espírito: Balneabilidade e outros usos nobres**. In 22o Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental . Anais. ABES, Joinville, 2003.

VON SPERLING, E. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 2 ed. Belo Horizonte. Departamento de Engenharia Sanitária da Universidade Federal de Minas Gerais. 1995.

WRI/IUCN/PNMA. 1992. **A estratégia global da biodiversidade**. Fundação O Boticário de Proteção à Natureza. Curitiba, 1992. 232p.