

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ-UNIFEI
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEIO AMBIENTE
E RECURSOS HÍDRICOS

SELMO CARLOS GONÇALVES

**Contribuição do Monumento Natural Estadual da Pedra do
Baú para os Recursos Hídricos da Bacia do Rio Sapucaí e
para a Estância Climática de São Bento do Sapucaí/SP**

Dezembro de 2024

Itajubá/MG

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEIO
AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS (POSMARH)

SELMO CARLOS GONÇALVES

Contribuição do Monumento Natural Estadual da Pedra do Baú para
os Recursos Hídricos da Bacia do Rio Sapucaí e para a Estância
Climática de São Bento do Sapucaí/SP

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Universidade Federal de Itajubá - Campus Itajubá, sendo este um dos pré-requisitos para obtenção do Título de Mestre em Meio Ambiente e Recursos Hídricos.

Área de Concentração: Recursos Hídricos

Orientadora: Professora Dra. Daniela Rocha Teixeira Riondet-Costa – UNIFEI

Coorientador: Professor Dr. Benedito Cláudio da Silva - UNIFEI

Dezembro de 2024
Itajubá/MG

Dedico este trabalho a quem me trouxe a este mundo e me ensinaram o amor:

Paulo Bueno Gonçalves (in memoriam)

Ivanildes de Almeida Gonçalves.

AGRADECIMENTOS

Quero primeiramente agradecer a Universidade Federal de Itajubá/MG (UNIFEI) pela excelente qualidade do Programa de Pós Graduação em Meio Ambiente e Recursos Hídricos (POSMARH), que em conjunto ao Instituto de Recurso Naturais (IRN), puderam proporcionar esta fantástica experiência que foi desenvolver esta pesquisa no MONA Estadual da Pedra do Baú. Ao Laboratório de Microbiologia Aplicada e Laboratório de Resíduos Sólidos, Hidrogeologia e Qualidade da Água (LABRES) pelas análises de água realizadas no projeto.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio fundamental e essencial à realização desta pesquisa

À minha Orientadora Professora Dra. Daniela Rocha Teixeira Riondet-Costa, responsável pela condução deste trabalho; Como uma pessoa que dispensa elogios, uma profissional talentosa, amiga e companheira; Pelo respeito das escolhas feitas durante o desenvolvimento do trabalho e o amor dedicado às pesquisas em Unidades de Conservação da Natureza (UCs).

Ao Coorientador Professor Dr. Benedito Cláudio da Silva pelo excelente apoio e dedicação ao desenvolvimento do trabalho de pesquisa no processo de medições de vazão e análise das microbacias estudadas.

As Professoras Dras. Nivea Adriana Dias Pons, Marina Batalini de Macedo e Luciana Botezelli, pela participação em diferentes etapas deste árduo trabalho e de grandes contribuições para o caminho até os resultados alcançados. Ao Professor Dr. Daniel Clemente Vieira Rêgo da Silva pela brilhante participação nas análises de água e dos resultados obtidos das amostras coletadas. Ao Técnicos de Laboratório João Victor Soares do Amaral e Paulo Sérgio Marques pelo apoio as análises e utilização dos laboratórios da UNIFEI.

Ao Instituto de Pesquisas Ambientais (IPA) do Estado de São Paulo e o Núcleo de Acompanhamento de Projetos Externos (NAPE), A Fundação para a Conservação e a Produção Florestal do Estado de São Paulo (Fundação Florestal), A gestão do MONA Estadual da Pedra do Baú, Ao Conselho Gestor do MONA Estadual da Pedra do Baú, A Prefeitura Municipal e a Secretaria do Meio Ambiente da Estância Climática de São Bento do Sapucaí/ SP, pelo incentivo e apoio ao desenvolvimento da Pesquisa no MONA Estadual da Pedra do Baú

Aos amigos Letícia Alcântara, Débora Teixeira, Antônio Eduardo Krepp Serrano Filho, Karen Guimarães, Érica de Cássia Kish pelo importante apoio nesta jornada e tantos outros que que ajudaram a construir o caminho percorrido até aqui.

*As falhas dos homens eternizam-se no bronze,
As suas virtudes escrevemos na água.*

William Shakespeare

RESUMO

Perante as ameaças da escassez de água no planeta impulsionada pelas ações da degradação humana, as diferentes Unidades de Conservação da Natureza (UCs), como o Monumento Natural (MONA) Estadual da Pedra do Baú, são peças fundamentais para a conservação dos recursos hídricos. Neste contexto, esta pesquisa indaga se, após 36 anos da primeira iniciativa de preservação da área estudada, esta UC vem cumprindo com a função de proteger os recursos hídricos, conforme os objetivos para os quais a UC foi criada. O objetivo deste trabalho é analisar a contribuição do MONA Estadual da Pedra do Baú para os recursos hídricos na região. Para atingir o objetivo efetuou-se pesquisa bibliográfica e documental e o uso dos Softwares *Google Earth* e QGis para sobreposição e análise de imagens, identificação da rede fluvial e do uso e cobertura do solo. Também foram coletadas amostras de água em diferentes pontos dentro e fora dos limites da UC, para análises de parâmetros físico-químicos de pH, turbidez e condutividade elétrica, a fim de avaliar a importância do MONA para a qualidade d'água na região. Como segmentos de uso e cobertura do solo identificados, foram, as vegetações nativas e plantadas, agricultura, pecuária, chácaras e sítios de segunda residência. Verificou-se, também, um parcelamento do solo expressivo, degradação ambiental, redução da área de mata, poluição da água e diminuição da capacidade hídrica. Como conclusões, nestas condições, observou-se que o objetivo de preservação no interior da UC pode ser melhor analisado e melhorado. Com isto torna-se necessário a implementação de políticas públicas para avançar o desenvolvimento sustentável na região de estudo.

Palavras-chaves: Água. Áreas Protegidas. Uso e Cobertura do Solo. *Google Earth*. QGis. Parâmetros Físico-Químicos. Microbiologia. Vazão.

ABSTRACT

In view of the threats of water scarcity on the planet driven by human degradation, the different Nature Conservation Units (UCs), such as the Pedra do Baú State Natural Monument (MONA), are fundamental pieces for the conservation of water resources. In this context, this research investigates whether, after 36 years of the first preservation initiative of the studied area, this UC has been fulfilling its function of protecting water resources, according to the objectives for which the UC was created. The objective of this work is to analyze the contribution of the Pedra do Baú State MONA to water resources in the region. To achieve the objective, bibliographic and documentary research was carried out and the use of Google Earth and QGIS software for overlaying and analyzing images, identifying the river network and land use and coverage. Water samples were also collected at different points within and outside the UC boundaries for analysis of physical-chemical parameters such as pH, turbidity and electrical conductivity, in order to assess the importance of the MONA for water quality in the region. The land use and coverage segments identified were native and planted vegetation, agriculture, livestock, farms and second home sites. Significant land division, environmental degradation, reduction of forest area, water pollution and reduction of water capacity were also observed. As conclusions, under these conditions, it was observed that the objective of preservation within the UC can be better analyzed and improved. Therefore, it becomes necessary to implement public policies to advance sustainable development in the study region.

Keywords: Water. Protected Areas. Land Use and Cover. Google Earth. QGIS. Physical-chemical parameters. Microbiology. Flow.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01– Divisão das categorias em Unidades de Conservação da Natureza -----	27
Figura 02 - Adaptação da Matriz SWOT-----	40
Figura 03 – Pontos de coletas no curso 02, Córrego do Quilombo. Dentro da UC (ponto de coleta 2.1), fora dos limites do MONA (ponto de coleta 2.2) e próximo ao deságue no Rio Sapucaí Mirim (ponto de coleta 2.3)-----	46
Figura 04 – Pontos de coletas para análises microbiológicas no córrego do Monjolinho-----	47
Figura 05 – Pontos de coleta para análises físico-químicas, microbiológicas e pontos de medição de vazão-----	50
Figura 06 – Mapa de localização do MONA Estadual da Pedra do Baú -----	55
Figura 07 – A tríplice formação rochosa: 1- Bauzinho, 2- Pedra do Baú e 3- Ana Chata	58
Figura 08 – Zoneamento aplicado à área de 1.100 ha proposta para criação do MONA da Pedra do Baú-----	61
Figura 09 – Mapa de desenvolvimento da área de 1.100 ha na proposta para a criação do MONA da Pedra do Baú -----	63
Figura 10 – Linha do tempo da legislação do MONA Estadual da Pedra do Baú-----	65
Figura 11- Monumento Geológico da Pedra do Baú-----	66
Figura 12- ZP III, área correspondente ao MONA Estadual da Pedra do Baú -----	81
Figura 13- Mapa de construções encontradas no MONA Estadual da Pedra do Baú -----	81
Figura 14 – mapa de uso e ocupação do solo-----	83
Figura 15 - Ações e Documentos regulatórios do turismo no MONA Estadual da Pedra do Baú -----	84
Figura 16 - Campos de altitude-----	86
Figura 17 - Floresta plantada de Araucária (à frente) e Pinus (ao fundo) -----	88
Figura 18 - Recorte do Mapa de APPs de cursos d’água com ligação ao MONA Estadual da Pedra do Baú indicando as nascentes consideradas preservadas -----	89
Figura 19 - Recorte do Mapa de APPs de cursos d’água com ligação ao MONA Estadual da Pedra	

do Baú indicando as nascentes consideradas baixo grau de degradação -----	91
Figura 20 - Recorte do Mapa de APPs de cursos d'água com ligação ao MONA Estadual da Pedra do Baú indicando as nascentes consideradas alto grau de degradação -----	93
Figura 21 - Mapa de APPs dos cursos d'água dentro da UC a partir das nascentes-----	96
Figura 22 - Recorte do Mapa de APPs de cursos d'água com ligação ao MONA Estadual da Pedra do Baú indicando o uso e cobertura do solo-----	99
Figura 23 - Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos Mantiqueira (UGRH-1 Mantiqueira)- -----	101
Figura 24 - Mapa da rede de drenagem com ligação ao MONA Estadual da Pedra do Baú ----	104
Figura 25 - Resultado da análise microbiológica para <i>Coliformes totais</i> -----	107
Figura 26 - Resultado da análise microbiológica para <i>E. coli</i> -----	108
Figura 27 - <i>Coliformes totais</i> e classificação de balneabilidade-----	110
Figura 28 - <i>E. coli</i> e classificação de balneabilidade -----	111
Figura 29 -Proximidade do ponto de coleta nº 1.1 à construção nº 04-----	112
Figura 30 -Ordenação com base na Análise dos Componentes Principais (ACP) de correlação de parâmetros físico-químicos do Ribeirão da Bocaina -----	116
Figura 31 -Ordenação com base na Análise dos Componentes Principais (ACP) de correlação de parâmetros físico-químicos do Córrego do Quilombo -----	119
Figura 32 -Ordenação com base na Análise dos Componentes Principais (ACP) de correlação de parâmetros físico-químicos do Ribeirão do Paiol Grande-----	121
Figura 33 -Ordenação com base na Análise dos Componentes Principais (ACP) de correlação de parâmetros físico-químicos do Córrego do Monjolinho -----	124
Figura 34 -Ordenação com base na Análise dos Componentes Principais (ACP) de correlação de parâmetros físico-químicos do Córrego da Pedra do Baú -----	126
Figura 35 -Ordenação com base na Análise dos Componentes Principais (ACP) de correlação de parâmetros físico-químicos do Ribeirão do Baú -----	128
Figura 36 -Ordenação com base na Análise dos Componentes Principais (ACP) de correlação de parâmetros físico-químicos do Ribeirão dos Marmelos -----	130
Figura 37 -Ordenação com base na Análise dos Componentes Principais (ACP) de correlação	

de parâmetros físico-químicos do Ribeirão do Campo Serrano-----	132
Figura 38 -Ordenação com base na Análise dos Componentes Principais (ACP) de correlação de parâmetros físico-químicos do Córrego do Cerco ou Circo -----	134
Figura 39 - Correlação entre a vazão total e a área da microbacia-----	137
Figura 40 - Correlação entre a vazão total e a declividade -----	138
Figura 41 - Correlação entre a vazão específica e área de floresta (%)-----	138
Figura 42 - Correlação entre a vazão total e a área de floresta (%)-----	139
Figura 43 - Correlação entre a vazão específica e a área da microbacia-----	140
Figura 44- Correlação entre a área de floresta (%) e a área da microbacia-----	140
Figura 45 - Correlação entre a área de pastagem e a vazão total-----	141
Figura 46 -Matriz FOFA do panorama da análise do MONA Estadual da Pedra do Baú -----	142

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Nascentes consideradas preservadas(100% de cobertura vegetal em APP) -----	90
Quadro 2: Nascentes consideradas baixo grau de degradação(entre 50 e 99% de cobertura vegetal em APP)-----	90
Quadro 3: Nascentes consideradas alto grau de degradação(menor que 50 % de cobertura vegetal em APP)-----	92
Quadro 4: Uso e cobertura do solo nas APPs das nascentes avaliadas -----	94

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Material para identificação da rede de drenagem-----	37
Tabela 02 – Pontos de coleta de amostras para análises Físico-químicas e Microbiológicas ----	45
Tabela 03 – Aparelhos utilizados para análise de amostras -----	47
Tabela 04 – Normas relacionadas à preservação do MONA Estadual da Pedra do Baú -----	68
Tabela 05 – Zona de Preservação III – MONA Estadual da Pedra do Baú -----	70
Tabela 06 – Políticas Municipais que apontam caminhos à preservação hídrica-----	71
Tabela 07 – Temas comuns sobre preservação nos Planos Diretores Municipal e de Turismo-	73
Tabela 08 – Matriz SWOT da Legislação Municipal -----	74
Tabela 09 - Matriz SWOT da Legislação Estadual-----	77
Tabela 10 - Matriz SWOT da Legislação Federal -----	78
Tabela 11 - Matriz de Confusão-----	82
Tabela 12 - Classe de uso e cobertura do solo no interior do MONA Estadual da Pedra do Baú-- -----	83
Tabela 13 - Uso e cobertura do solo das APPs de nascentes presentes no Mona Estadual da Pedra do Baú-----	95
Tabela 14 - Situação geral das nascentes dentro da UC em relação a cobertura vegetal das APPs- -----	95
Tabela 15 -Uso e cobertura do solo nas APPs dos cursos d'água presentes na UC-----	100
Tabela 16 - Cursos d'água presentes nas sub-bacias e com ligação ao MONA Estadual da Pedra do Baú-----	106
Tabela 17 - Resultados das análises microbiológicas-----	107
Tabela 18 - Classificação de balneabilidade-----	108
Tabela 19 - <i>Coliformes totais</i> encontrados e classificação de Balneabilidade-----	109
Tabela 20 - <i>E. coli</i> encontrados e classificação de Balneabilidade (CONAMA 274/2000) -----	110
Tabela 21 - Classificação de cada ponto de acordo com a balneabilidade (CONAMA 274/2000)-	

-----	111
Tabela 22 - Resultados das análises físico-químicas -----	114
Tabela 23 - Contribuição de cada eixo na explicação do arranjo formado na Análise de Componentes Principais (ACP) com base numa matriz de correlações, de variáveis físico-químicas do Ribeirão da Bocaina-----	116
Tabela 24 -Correlação das variáveis analisadas com os eixos 1, 2, 3 e 4 de uma ACP com base numa matriz de correlações do Ribeirão da Bocaina-----	117
Tabela 25 -Contribuição de cada eixo na explicação do arranjo formado na Análise de Componentes Principais (ACP) com base numa matriz de correlações, de variáveis físico-químicas do Córrego do Quilombo-----	119
Tabela 26 - Correlação das variáveis analisadas com os eixos 1, 2, 3 e 4 de uma ACP com base numa matriz de correlações do Córrego do Quilombo-----	120
Tabela 27 - Contribuição de cada eixo na explicação do arranjo formado na Análise de Componentes Principais (ACP) com base numa matriz de correlações, de variáveis físico-químicas do Ribeirão do Paiol Grande-----	122
Tabela 28 - Correlação das variáveis analisadas com os eixos 1, 2, 3 e 4 de uma ACP com base numa matriz de correlações do Ribeirão do Paiol Grande-----	122
Tabela 29 - Contribuição de cada eixo na explicação do arranjo formado na Análise de Componentes Principais (ACP) com base numa matriz de correlações, de variáveis físico-químicas do Córrego do Monjolinho-----	124
Tabela 30 - Correlação das variáveis analisadas com os eixos 1, 2, 3 e 4 de uma ACP com base numa matriz de correlações do Córrego do Monjolinho-----	125
Tabela 31 - Contribuição de cada eixo na explicação do arranjo formado na Análise de Componentes Principais (ACP) com base numa matriz de correlações, de variáveis físico-químicas do Córrego da Pedra do Baú-----	126
Tabela 32 - Correlação das variáveis analisadas com os eixos 1, 2, 3 e 4 de uma ACP com base numa matriz de correlações do Córrego da Pedra do Baú-----	127
Tabela 33 -Contribuição de cada eixo na explicação do arranjo formado na Análise de Componentes Principais (ACP) com base numa matriz de correlações, de variáveis físico-químicas do Ribeirão do Baú-----	128

Tabela 34 - Correlação das variáveis analisadas com os eixos 1, 2, 3 e 4 de uma ACP com base numa matriz de correlações do Ribeirão do Baú-----	129
Tabela 35 - Contribuição de cada eixo na explicação do arranjo formado na Análise de Componentes Principais (ACP) com base numa matriz de correlações, de variáveis físico-químicas do Ribeirão dos Marmelos-----	130
Tabela 36 - Correlação das variáveis analisadas com os eixos 1, 2, 3 e 4 de uma ACP com base numa matriz de correlações do Ribeirão dos Marmelos -----	131
Tabela 37 - Contribuição de cada eixo na explicação do arranjo formado na Análise de Componentes Principais (ACP) com base numa matriz de correlações, de variáveis físico-químicas do Ribeirão do Campo Serrano-----	132
Tabela 38 - Correlação das variáveis analisadas com os eixos 1, 2, 3 e 4 de uma ACP com base numa matriz de correlações do Ribeirão do Campo Serrano -----	133
Tabela 39 - Contribuição de cada eixo na explicação do arranjo formado na Análise de Componentes Principais (ACP) com base numa matriz de correlações, de variáveis físico-químicas do Córrego do Cerco ou Circo-----	134
Tabela 40 - Correlação das variáveis analisadas com os eixos 1, 2, 3 e 4 de uma ACP com base numa matriz de correlações do Cerco ou Circo-----	135
Tabela 41: Dados das duas medições de vazão -----	136

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA	17
2. OBJETIVOS	20
2.1 Objetivo Geral	20
2.2. Objetivos Específicos	20
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	21
3.1. Recursos Hídricos	21
3.2. Unidades de Conservação da Natureza	2
3.2.1 Monumentos Naturais (MONA)	29
3.2.2 Serviços Ecosistêmicos (SES) e Unidades de Conservação da Natureza (UCs)	30
3.2.3 Unidades de Conservação da Natureza (UCS) e Preservação dos Recursos Hídricos	34
4. METODOLOGIA	36
4.1. Procedimentos Metodológicos	36
4.2. Levantamento Documental do Processo de Criação do Monumento Natural Estadual da Pedra do Baú	41
4.3. Produção do Mapa de uso e ocupação do solo	41
4.3.1 Cálculos das áreas de uso e cobertura do solo nas microbacias dos cursos d'água medidos a vazão	43
4.4. Coleta e análise de amostras	44
4.4.1 Análises Físico-químicas	44
4.4.1.1 Análise de Variância (ANOVA)	49
4.4.2 Análises Microbiológicas	49
4.5. Medição de vazão	51
5. RESULTADOS, ANÁLISES E DISCUSSÕES	54
5.1. Levantamento documental do processo de criação do MONA	54
5.1.1 Tríplice Formação Rochosa e seu valor turístico-cultural	57
5.1.2 Criação do Monumento Natural Estadual da Pedra do Baú	59
5.1.3 Monumento Geológico da Pedra do Baú	66
5.2. Normas relacionadas a conservação e preservação do MONA	67
5.2.1 Normas da esfera Municipal	68
5.2.1.1 Plano Diretor Municipal 2015	68

5.2.1.2 Plano Diretor de Turismo 2017/2020	72
5.2.1.3 Lei Municipal nº 548/1987	73
5.2.1.4 Lei Municipal nº 1.377/2009	74
5.2.2 Normas da Esfera Estadual	74
5.2.2.1 Decreto nº 43.285/1998	74
5.2.2.2 Portaria Normativa FF/DF-258/2014	75
5.2.2.3 Deliberação CONSEMA nº 26/2010	76
5.2.2.4 Proposta de Criação do MONA Estadual da Pedra do Baú	76
5.2.2.5 Decreto nº 56.613/2010	76
5.2.3 Normas da Esfera Federal	78
5.2.3.1 Lei nº 9.097/1995	78
5.2.3.2 Portaria Normativa nº 351/2006	78
5.3. Identificação do uso e cobertura do solo no MONA	79
5.3.1 Turismo em Unidades de Conservação da Natureza	84
5.4. Descrição da cobertura vegetal	86
5.5. Identificação e classificação da cobertura vegetal	88
5.5.1 Área de Preservação Permanente (APP) de nascentes: análise da cobertura vegetal no interior do MONA Estadual da Pedra do Baú	88
5.5.1.1 Nascentes Preservadas	88
5.5.1.2 Nascentes com baixo grau de degradação	90
5.5.1.3 Nascentes com alto grau de degradação	92
5.5.2 Área de Preservação Permanente (APP) de cursos d'água: análise da cobertura vegetal no interior do MONA Estadual da Pedra do Baú	96
5.6. Descrição da Rede Hídrica	100
5.7. Identificação dos cursos d'água e da rede fluvial	103
5.7.1 Documentos analisados para identificação dos cursos d'água presentes no MONA Estadual da Pedra do Baú	104
5.7.1.1 Deliberação CONSEMA nº 26/2010 e Decreto nº 56.613/2010	104
5.7.1.2 Mapas do Instituto de Cartografia e Geografia de São Paulo	104
5.7.1.3 Mapas da UGRH-1 Mantiqueira	105
5.7.1.4 Figura 5- Hiruma; Teixeira, 2013	105
5.7.1.5 Catálogo de Metadados da ANA	105
5.8. Resultados e discussões das análises da água	106

5.8.1 Análises Microbiológicas	106
5.8.2 Análises Físico-químicas	113
5.8.2.1 Análise de Componentes principais (ACP)	115
5.9. Resultados e discussões das Medições de vazão	136
6. ANÁLISE DA CONTRIBUIÇÃO DO MONA ESTADUAL DA PEDRA DO BAÚ PARA A PRESERVAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS PARA A BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SAPUCAÍ E PARA A ESTÂNCIA CLIMÁTICA DE SÃO BENTO DO SAPUCAÍ/SP	142
6.2 Forças e Fraquezas: Compreensão do cenário atual da relação do MONA Estadual da Pedra do Baú com a preservação dos recursos hídricos	143
6.2 Oportunidades e ameaças: Compreensão do cenário futuro da relação do MONA Estadual da Pedra do Baú com a preservação dos recursos hídricos	145
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	149
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	153

1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

Os humanos não são os únicos seres que necessitam da água para sobrevivência, mas, com certeza, é a espécie mais capacitada a preservar suas fontes. Porém, tais seres estão um tanto quanto distantes, ainda, da sustentabilidade necessária para a utilização dos recursos naturais, principalmente referindo-se aos recursos hídricos. Há muito tempo a utilização dos recursos hídricos vem necessitando de medidas de preservação e conservação para que não falte este recurso imprescindível à sobrevivência, tanto para o consumo humano e suas utilizações, como também para a biodiversidade e a manutenção da vida no planeta.

A gestão de recursos hídricos em todo o mundo apresenta vulnerabilidades como o crescimento populacional, o declínio da disponibilidade hídrica e as alterações no ambiente ocasionadas pelas mudanças climáticas. O crescimento populacional somado à urbanização acaba expandindo a demanda por produtos da agricultura, indústria e energia elétrica, setores que dependem da água para prosperarem, elevando o seu consumo. Portanto, à medida que a população mundial cresce, ela segue acompanhada do aumento da exploração deste recurso natural. As crises mundiais relacionadas à água, como a escassez e poluição dos corpos hídricos, por exemplo, estão ligadas diretamente às atividades antrópicas como o desmatamento, uso inadequado do solo, emissão de gases de efeito estufa e o consumo excessivo de recursos naturais, entre outros (Amaral; Mariosa, 2022).

Em todo o planeta, os recursos hídricos necessitam de um modelo de gestão que venha precaver as necessidades de produção, distribuição e consumo, assim, prevenindo a sua falta e ou escassez. A exploração, por vezes, desenfreada, acaba impactando os ecossistemas naturais e compromete a qualidade e quantidade de água disponível. Com isso, a água é levada como objeto de discussões quanto ao papel que a mesma representa no desenvolvimento sustentável do planeta.

Segundo Pinezi (2023), o Brasil sempre apresentou um modelo de combate às crises hídricas como urgência e, muito recentemente, vem trabalhando no âmbito do planejamento aliado à prevenção e pensando na disponibilidade hídrica para as gerações futuras. Ainda, a autora traz que atualmente os instrumentos regulatórios ambientais e de recursos hídricos tem como princípio a sustentabilidade dos recursos hídricos com abordagem na precaução e prevenção, tendo como objetivo a proteção e recuperação do meio ambiente.

A falta de saneamento básico no país tem se mostrado um grande problema tanto para a

preservação dos recursos hídricos quanto a saúde pública, pois, ainda, uma grande parte dos brasileiros não possuem acesso a um saneamento adequado, interferindo na qualidade de vida, uma vez que é impossível falar em desenvolvimento sustentável sem mencionar qualidade de vida. Segundo Nascimento *et. al.* (2023), para atingir o objetivo nº 6 dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) das Organizações das Nações Unidas (ONU), que é a garantida disponibilidade hídrica e do saneamento para todos, são essenciais ações que garantam o acesso à água e ao saneamento à toda a população, principalmente a parcela que não consegue pagar pelos serviços de abastecimento e saneamento.

O crescimento populacional e a busca por riquezas, tem aumentado a exploração de bens e serviços prestados por paisagens naturais. Com isto surge também a necessidade de preservação e proteção da integridade dos ecossistemas naturais, principalmente no Brasil, pela grandeza natural apresentada, capaz de fornecer os mais diferentes bens e serviços (Nunes *et al.*, 2023).

Diante deste cenário, as Unidades de Conservação da Natureza (UCs) representam um importante papel quanto à preservação e manutenção de serviços ecossistêmicos (SEs), estando entre eles a produção e a regulação hídrica. Muitos esforços precisam ser empreendidos para a proteção destas áreas com a finalidade de manter sua integridade, produção de riquezas ambientais e continuação dos SEs necessários à sobrevivência no planeta. Esforços na preservação e conservação devem ser instrumentos fundamentais a serem aplicados no setor hídrico, tendo como resultado final a garantia da disponibilidade, qualidade e quantidade suficientes deste importante recurso.

Há a necessidade de ordenar a exploração e o uso dos recursos naturais a partir de suas fontes produtoras que, em sua maioria, vêm sendo exploradas de maneira desordenada. Essa exploração desenfreada e predatória acarreta o agravamento das crises hídricas pela degradação de suas fontes. As UCs têm se tornado importantes fontes produtoras destes recursos e a sua instituição e ordenamento representam um fator de grande importância para conseguir manter essa produção (Cardozo; Diniz; Szlafsztein, 2023; Pinezi, 2023). Os recursos naturais na atualidade sofrem pressões crescentes pelo desenvolvimento humano que acaba pondo em risco a biodiversidade e levando ao declínio da produção dos SEs. É necessário e urgente reverter o quadro de exploração exagerada para a sustentabilidade, conservação e proteção ambiental como fatores relevantes para a manutenção da vida (Nunes *et al.*, 2023), fatores estes, condizentes com a criação e manutenção das UCs.

Como UC de Proteção Integral, o Monumento Natural (MONA) Estadual da Pedra do Baú apresenta forte contribuição para a produção de água na bacia do rio Grande. O MONA está

localizado na Estância Climática de São Bento do Sapucaí/SP nas coordenadas geográficas 22°4'50"S e 45°39'02"O (Andrade *et al.*, 1992; São Bento do Sapucaí, 2020).

O MONA Estadual da Pedra do Baú possui ligação direta com sete das dez sub-bacias presentes na cidade de São Bento do Sapucaí. Estas sub-bacias se dividem em contribuintes do rio Sapucaí Mirim e contribuintes do setor do alto Sapucaí que vertem para o rio Sapucaí em Campos do Jordão (Hiruma; Teixeira, 2013).

Para a vertente do setor do alto Sapucaí, na região do Campos Serrano e na divisa com Campos do Jordão, no bairro Campista, são apresentados dois córregos e um ribeirão afluentes do rio Sapucaí. Na serra da Bocaina verte um córrego no sentido de Minas Gerais e três córregos e dois ribeirões vertem para o município, afluentes do rio Sapucaí Mirim. No total, nove diferentes cursos d'água, como o Ribeirão Paiol Grande que abastece a população, estão ligados ao MONA Estadual da Pedra do Baú. São, na maioria, afluentes do rio Sapucaí Mirim, que abastece mais de 40 cidades em Minas Gerais, demonstrando o importante valor desta Unidade de Conservação tanto para o município como também para o estado de Minas Gerais.

Em concordância com o artigo 3º do Decreto Estadual n. 56.613 de dezembro de 2010, que apresenta entre os seus objetivos a preservação dos Recursos Hídricos, tendo por base as informações da importância de preservação anteriormente trazida, este trabalho tem como hipótese saber se, após 35 anos da criação do MONA Estadual Pedra do Baú, este objetivo vem sendo cumprido (São Paulo, 2010).

Como resposta preliminar a esta pergunta de pesquisa, ante o que foi levantado até o momento, verificou-se que esse objetivo não vem sendo cumprido totalmente devido ao uso inadequado do solo. Estão entre as situações mais preocupantes as áreas rurais em situação de urbanização com parcelamento do solo abaixo da fração mínima permitida, degradação ambiental, desmatamento, poluição dos corpos d'água e a redução da projeção da capacidade hídrica com o passar dos anos (UGRHI-1 Mantiqueira, 2020).

Esta Dissertação está dividida em sete capítulos sendo o primeiro a Introdução e justificativa. No capítulo dois estão os objetivos geral e específicos. No item três a Revisão Bibliográfica onde foram abordados os temas Recursos Hídricos, Unidades de Conservação, Monumentos Naturais e Serviços Ecosistêmicos. No item quatro a metodologia traz análise documental, análise de mapas do Comitê de bacias hidrográficas, utilização dos softwares *Google Earth* e *QGis* na leitura de imagens, análises físico-químicas e medições de vazão. No item cinco as Discussões, análise e resultados. No item seis a Avaliação da Contribuição da UC estudada para os recursos hídricos da região e no sete a conclusão.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Analisar a contribuição do MONA Estadual da Pedra do Baú na preservação dos recursos hídricos para a Bacia do Rio Sapucaí e para a Estância Climática de São Bento do Sapucaí, no estado de São Paulo.

2.2. Objetivos Específicos

- I. Levantar as normas relacionadas à conservação e preservação do MONA Estadual da Pedra do Baú;
- II. Identificar o uso e cobertura do solo na área do MONA Estadual da Pedra do Baú.
- III. Levantar a cobertura vegetal presente na área do MONA Estadual da Pedra do Baú;
- IV. Identificar a rede de drenagem na UC apontando quais cursos hídricos possui ligação com o MONA Estadual da Pedra do Baú;
- V. Analisar a qualidade dos recursos hídricos verificando os parâmetros físico-químicos de pH, Condutividade elétrica, Turbidez e fósforo; parâmetros microbiológicos e medições de vazão.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Recursos Hídricos

Há tempos somam-se milhões de pessoas no mundo padecendo pela falta de fontes adequadas de água para o consumo humano. Bilhões de pessoas não possuem acesso à água potável e aos serviços de purificação da mesma. Segundo o Conselho Mundial da Água, em torno de 6 mil crianças morrem ao dia por falta d'água e mais de 4 milhões ao ano morrem por doenças relacionadas à qualidade da água disponível (Jacobi, Empinotti e Schmidt, 2016).

A crise hídrica no planeta, em geral, se reflete pelo impacto negativo da exploração dos recursos naturais que deteriora os ecossistemas, geralmente causados pelo processo de urbanização, crescimento populacional, padrões de produção industrial, consumo desenfreado, entre outros. Este processo por vezes vem acompanhado de um precário saneamento e está aliado à falta de políticas públicas capazes de promover o acesso à água potável e ao saneamento básico (Jacobi; Empinotti; Schmidt, 2016; Nunes *et al.*, 2023). O cenário dos impactos negativos aponta para inúmeros prejuízos ambientais, como, perda do equilíbrio ecológico, perda da diversidade biológica e alterações no ciclo da água (Ferreira; Silva; Pinheiro, 2008).

Na década de 1970 começaram-se as iniciativas internacionais sobre os recursos hídricos impulsionados pela ONU e pelo Banco Mundial. Desde então, as conferências sobre água vêm dando destaque às dificuldades instaladas e à discussão sobre o futuro para traçar o caminho para a preservação. Foi nesta fase de debates para compreensão e busca de soluções, que surgiu a redefinição no Brasil da água como de domínio público e dotado de valor econômico (Silva; Guerra; Ioris; Fernandes, 2010; Marques, 2022). De acordo com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) das Organizações das Nações Unidas (ONU) a água potável é um recurso essencial que apresenta vulnerabilidade quanto à sua qualidade e quantidade, se tornando cada vez mais limitado e escasso. Essa problemática se desenvolve pelo crescimento desordenado da população, poluição dos mananciais por diferentes fontes e as mudanças climáticas cada vez mais imprevisíveis (Jacobi; Empinotti; Schmidt, 2016; Amaral; Mariosa, 2022; Marques, 2022; Marques *et al.*, 2023; Pinezi, 2023).

No planeta a água está distribuída em 97,5% de água salgada, sendo somente 2,5% água doce, potável e disponível para consumo. No Brasil o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) classifica as águas em doce a que apresenta teor de menos de 0,5% da concentração de sal, água salobra entre 0,5% a 30% e salgada superior a 30% (Gomes e Barbieri, 2004; Cintra

et al., 2020). Sendo este recurso natural de caráter restritivo, torna-se ainda mais crítico quando se trata da distribuição da água doce no planeta, 77% estão congeladas nas calotas polares e nas regiões com grandes elevações sem disponibilidade para consumo. A quantia de 22% está nas reservas subterrâneas como os aquíferos (no Brasil os mais importantes são o aquífero Alter do Chão e o Aquífero Guarani). O 1% restante são as águas superficiais como rios, córregos e lagos (Cunha, 2002; Gomes; Barbieri, 2004; Amaral; Mariosa, 2022).

Para a preservação deste importante recurso é preciso estabelecer novas bases e metas de consumo. Segundo a Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil em 2021 este cenário apresentava 50% para a irrigação, 2% para o abastecimento rural e Mineração, 5% para as termelétricas, 8% para criação de animais, 9% para indústrias e 25% para o abastecimento urbano (ANA, 2022). A agricultura irrigável teve um aumento bastante considerável nos últimos anos e a captação subterrânea acompanha este aumento chegando à casa dos 38% da água utilizada em culturas irrigáveis. A indústria já utiliza mais a energia elétrica do que propriamente a água, entretanto, com o consumo energético sempre aumentando, termina culminando em impacto nos recursos hídricos (Cantelle; Lima; Borges, 2018).

A água doce é recurso limitado, com múltiplas funções e diferentes tipos de uso antrópico: para o abastecimento, a água é matéria prima, de acordo com a Resolução A/RES/64/292 da ONU, para suprir um direito humano (ONU, 2010); na atividade industrial e na irrigação ela pode ser insumo ou matéria prima; na navegação é espaço navegável; no lazer e recreação integra a beleza cênica; na pesca é habitat para espécies aquáticas; no despejo de efluentes é meio diluidor e na produção de energia são transformadores de energia cinética em energia elétrica (Gomes; Barbieri, 2004; Mattos *et al.*, 2018; Conti, 2021; Martins, 2021). A crescente taxa populacional, a urbanização descontrolada, o consumo em exagero entre outros, exigem cada vez mais o uso das águas, aumentam a exploração deste recurso natural e impactam diretamente no meio ambiente comprometendo a sustentabilidade e subsidiando as mudanças climáticas. Tais ações proporcionam o comprometimento da qualidade da água aumentando sua escassez favorecendo a crise hídrica mundial elevando a água a um papel importante a se trabalhar para alcançar o desenvolvimento sustentável (Cantelle; Lima; Borges, 2018; Pinezi, 2023).

Portanto, a água está relacionada a questões estratégicas para a sobrevivência humana como a segurança alimentar, matriz energética, crescimento econômico, saneamento e sustentabilidade (Cantelle; Lima; Borges, 2018).

O Brasil passou a tratar melhor as questões hídricas depois da criação da Lei Federal nº 9.433/1997, a Lei das Águas como é chamada. Esta lei veio instituir a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e criar o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos

(SNGRH). Sendo considerada como “divisor de águas” na gestão deste recurso natural, passando, o país, a reger com mais severidade as questões sobre o tema. É fundamentado por esta lei que a água é um bem de domínio público e é também um recurso natural limitado com valor econômico atribuído; devendo ser assegurada às gerações atuais e futuras, a sua disponibilidade, tendo em caso de escassez o consumo humano e dessedentação de animais como prioridades (Brasil, 1997; Gomes; Barbieri, 2004; Pinezi, 2023).

As diretrizes gerais da referida lei são: a gestão ordenada dos recursos hídricos considerando aspectos quali-quantitativos; a integração com a gestão ambiental; e a junção com as diferentes diversidades naturais que o país possui. Apresenta instrumentos importantes para a gestão das águas como: os Planos de Recursos Hídricos, formulados para a PNRH em uma bacia hidrográfica, a nível nacional ou nos âmbitos estadual e distrital; o enquadramento em classes dos corpos d'águas definindo sua utilização de acordo com o uso pretendido; a Outorga de direitos para uso dos recursos hídricos, como instrumento obrigatório para uso da água; e a cobrança pelo uso dos recursos hídricos (Brasil, 1997, Pinezi, 2023). Estas diretrizes também apontam que a qualidade ambiental e preservação das águas são de responsabilidade da União, Estados, Municípios e de todos aqueles que fazem uso deste recurso (Cunha, 2002; Ferreira; Silva; Pinheiro, 2008; Jacobi; Empinotti; Schmidt, 2016; Conti, 2021; Cardozo; Diniz; Szlafsztein, 2023;). Como um tema urgente para o Brasil, nas questões socioambientais, a água precisa estar alinhada à sustentabilidade para garantir melhor qualidade de vida à população, pois, o bem-estar e o equilíbrio social estão diretamente ligados a qualidade e preservação do meio ambiente (Marques, 2022; Pinezi, 2023). A sustentabilidade dos recursos hídricos necessita do envolvimento de todos interessados nas discussões pautadas na relação entre energia e água, qualidade e quantidade, infraestrutura verde e o manejo de bacias hidrográficas (Pinezi, 2023).

A PNRH apresenta quesitos para nortear a gestão dos recursos hídricos em consonância com a sustentabilidade (Pinezi, 2023). A gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada, com a participação do poder público, dos usuários e das comunidades, devendo proporcionar o uso múltiplo das águas. A participação pública permite a influência no resultado das decisões e a melhoria na qualidade da governança da água, permitindo que os interessados possam se apoderar da problemática fazendo parte das soluções e mitigações necessárias (Jacobi; Empinatti; Chimidt, 2016, Santos; Nascimento; Gonçalves; Fontana, 2023). Faz parte da política da gestão hídrica trabalhar a qualidade e quantidade deste recurso, o abastecimento em todas as categorias necessárias e principalmente os impactos causados pela utilização da água. Assim, os responsáveis pela governança precisam estabelecer planos aliados à sustentabilidade, com diretrizes construídas no princípio da participação, tanto na formulação quanto na aplicação das

políticas de gestão, com intuito final de preservar o meio ambiente (Brasil, 1997; Conti, 2021; Marques, 2022, Pinezi, 2023). As políticas de conservação resultam de diferentes processos sociopolíticos que com o tempo são moldados com a participação dos mais diversificados atores sociais, desde a formulação e aplicação, como às desaprovações e modificações que possam ocorrer durante o processo (Moreira, 2018; Mora, 2019).

Para a implementação das políticas de gestão das águas, há a necessidade de mudanças que superem as abordagens tradicionais, devem ser baseadas na gestão integrada e somadas ao planejamento, à gestão dos recursos hídricos e à gestão do solo (Cantelle; Lima; Ferreira, 2018), levando sempre em conta fatores sociais, econômicos e ambientais com a atenção voltada às populações mais pobres, as mulheres e áreas com maior vulnerabilidade (Cantelle; Lima; Ferreira, 2018; Moreira, 2018).

O Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (SINGREH) tem como objetivos a gestão das águas no Brasil, a implementação dos Planos de Recursos Hídricos e a regularização da cobrança pela utilização da água. Está composto pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), Agência Nacional das Águas (ANA), Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH), Comitês de bacias hidrográficas (CBH), órgãos e entes da Federação, Estados, Municípios, Distrito Federal e Agências de Água ou entidades delegatárias (Brasil, 1997).

De acordo com princípios da PNRH, para melhoria do planejamento e gestão dos recursos hídricos, foi instituída a divisão hidrográfica nacional. As regiões hidrográficas são espaços territoriais compreendidos por uma bacia hidrográfica, um grupo delas ou ainda sub-bacias, com a finalidade de guiar o planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos (Ferreira; Silva; Pinheiro, 2008; Pinezi, 2023). As bacias hidrográficas são áreas para captar naturalmente as águas das precipitações e direcioná-las a um único ponto de saída. São compostas de áreas vertentes e rede de drenagem constituída por cursos d'água que direcionam o escoamento superficial para um ponto mais inferior, para onde converge toda a vazão hídrica (Porto; Porto, 2008; Valentin, 2021). No Brasil os recursos hídricos são geridos por bacias hidrográficas em todo o território nacional onde são implementadas a PNRH e onde deve atuar o SINGREH (Brasil, 1997).

A Resolução do CONAMA nº 32/2003 dividiu o território nacional nas chamadas Regiões Hidrográficas Brasileiras, de acordo com as diversidades encontradas no país e considerando o ecossistema, caráter econômico, social e cultural, sempre levando em conta a configuração física e as características locais (Porto; Porto, 2008; Marques, 2021).

As bacias hidrográficas são regidas pelos Comitês das bacias hidrográficas (CBH) que

integram o Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (SINGREH) e são considerados pela ANA como o “Parlamento das Águas”, no qual a comunidade, através de seus representantes, irá resolver as questões sobre a gestão dos recursos hídricos, tendo a responsabilidade desta, partilhada com o poder público (Porto; Porto, 2008; Maier; Marques; Formiga-Jonhanson, 2023). São os Comitês que vão disciplinar as questões normativas, tendo funções consultiva e deliberativa dentro de uma bacia hidrográfica. Possuem a função de resolver administrativamente os conflitos envolvendo os recursos hídricos, aprovação dos Planos de Recursos Hídricos, cobrança pela água entre outros (Silva; Guerra; Ioris; Fernandes, 2010; Amaral; Mariosa, 2022). O país, segundo a ANA, detém 13,7% da água doce superficial e disponível no planeta, sendo 80% presente na Amazônia e 20% nas outras regiões que abastecem grande parte da população (Ferreira; Silva; Pinheiro, 2008, Barros; Menezes, 2012; Parreira *et al.*, 2019). Possui uma distribuição bastante diversificada do uso deste recurso formando diferentes cenários hidrológicos, ao exemplo da região Nordeste que sofre com a seca e da região sudeste que apresenta quantidade significativa deste recurso, entretanto com a qualidade comprometida (Ferreira; Silva; Pinheiro, 2008; Silva; Guerra; Ioris; Fernandes, 2010; Nascimento *et al.*, 2023).

No Brasil a demanda por água é significativamente crescente tornando necessário cada vez mais, a busca por mananciais e o deslocamento de água, operações estas, que se têm tornado cada vez mais complexas. Estima-se que o aumento das retiradas de água até 2040 alcance 42%, exigindo planejamentos eficientes para evitar futuras crises hídricas. A água extraída no Brasil, dos ecossistemas naturais, está em torno de 75 milhões de m³, distribuídos seu uso em maior número na agricultura e pecuária, seguido do abastecimento e saneamento de municípios e a utilização na construção de infraestruturas (Nascimento *et al.*, 2023; Pinezi, 2023).

Para um adequado gerenciamento sustentável dos recursos hídricos ser alcançado, se faz necessário seguir alguns princípios propostos pela UNESCO: I) reverter a degradação ambiental e regular os processos de circulação de água, nutrientes e fluxos de energia em uma bacia hidrográfica; II) aumentar a resistência, força, biodiversidade e SEs a fim de enfrentamento dos impactos pela ação humana; III) interagir a água e a biota como ferramentas de gestão deste recurso (Pinezi, 2023).

3.2. Unidades de Conservação da Natureza (UCS)

No planeta é importante estabelecer áreas protegidas e medidas de proteção, pois as

mesmas exercem papel fundamental na manutenção da biodiversidade, armazenamento de carbono, conservação da água e preservação de espécies ameaçadas (Starzynski; Simões, 2015; Jung *et al.*, 2021; Oda, 2022).

No Brasil as áreas protegidas envolvem as Áreas de Proteção Permanente (APP) e as Reservas Legais previstas no Código Florestal; as Servidões Ambientais incluídas na Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA); as Unidades de Conservação da Natureza (UCs) e demais áreas criadas pelo poder público com a finalidade de regradar o uso do solo e dos atributos naturais (Brasil, 2000).

Como um instrumento importante na estratégia de conservação de espaços naturais, as UCs representam porções territoriais e seus recursos naturais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes. São estabelecidos pelo poder público com objetivos de conservação e com limites definidos, tendo ainda, regime especial em sua administração a fim de garantir os objetivos da conservação (Brasil, 2000; Riondet-Costa *et al.*, 2013; Nunes *et al.*, 2023; Marques *et al.*, 2023; Pinezi, 2023). Cumprem um papel fundamental e vital para preservação por meio da reserva de áreas estratégicas de biomas, salvaguardando a manutenção dos recursos naturais e da biodiversidade (Hassler, 2005; Starzynski; Simões, 2015; Santos *et al.*, 2020; Pulido; Forero, 2021; Pinezi, 2023).

A importância de conservar a biodiversidade está na contribuição econômica, manutenção dos ciclos ambientais, valor estético e salvaguarda de espécies. As estratégias de conservação da biodiversidade são pautadas nas técnicas *in situ*, que visa preservar os ecossistemas no meio natural, como as UCs (Hassler, 2005; Ferreira, 2021) e *ex situ* que são organismos fora do ambiente de ocorrência natural como as plantações, jardins botânicos, zoológicos e outros (Hassler, 2005).

A criação de espaços a serem protegidos pelos governantes da União, Estados e Municípios, está estabelecida no artigo 225 da Constituição Federal Brasileira de 1988. O presente artigo trata do direito a todos ao ambiente ecologicamente equilibrado, cabendo ao poder público e ao coletivo a preservação para a atualidade e às gerações futuras (Brasil, 1988; Silva, 2006, Moreira; Gomes; Junior, 2022). A Constituição Federal representa ainda, mecanismos que visam à garantia da longevidade legal e ecológica dos “espaços territoriais” e seus componentes naturais preservados (Brasil, 1998; Benjamin, 2001; Couto; Figueiredo, 2019).

Com a criação da lei 9.985/2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), regulamentado pelo Decreto 4.340/2002, houve a padronização das categorias, definição dos objetivos e da gestão de cada tipo de unidade de conservação (Brasil, 2000; Brasil, 2002; Fonseca; Lansas; Kasecker, 2010; Riondet-Costa *et al.*,

2013). O SNUC é gerenciado, em âmbito federal, pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBIO) (Brasil, 2000).

Quanto à preservação das águas em UCs, o SNUC em seu artigo 4º, propõe como objetivos a proteção dos recursos hídricos e define que o processo de criação e gestão das UCs sejam integrados com políticas das terras e águas circunvizinhas (Brasil, 2000; Pinezi, 2023).

De acordo com o SNUC as UCs estão distribuídas em duas diferentes categorias conforme demonstrado na Figura 1, dividem-se em UCs de Uso Sustentável e UCs de Proteção Integral.

Figura 1: Divisão das categorias em Unidades de Conservação da Natureza.



Fonte: Adaptado do SNUC (2000).

Cada categoria de UC tem finalidades próprias de proteção, seja da beleza natural, da vegetação, da vida animal, da cultura humana, da pesquisa científica e outros (Hassler, 2005; Marques *et al.*, 2023). Segundo o SNUC (2000), as UCs do grupo de Uso Sustentável permitem o uso direto de seus atributos naturais. A exploração do ambiente visa garantir a subsistência desses recursos e dos processos ecológicos, em uma sociedade justa e economicamente viável. As UCs do grupo de proteção Integral permitem o uso indireto de atributos naturais e a manutenção dos ecossistemas livres de alterações causadas pelo uso antrópico (Rylands; Brandon, 2005; Moreira, 2018; Oda, 2022; Pinezi, 2023; Nunes *et al.*, 2023).

As UCs de Proteção Integral enfrentam grandes dificuldades para serem implementadas, estando quase sempre sujeitas a situações ambientais conflitantes, pois, necessitam da alteração

no uso do solo atual para um modelo de uso mais restritivo (Rylands; Brandon, 2005; Oda, 2022). As UCs de Uso Sustentável têm como desafio primordial a definição do que pode ou não ser utilizado, por quem é a quantia a ser utilizada, sempre com o foco na utilização disciplinada a fim de atingir a sustentabilidade no uso de parcela dos recursos naturais (Rylands; Brandon, 2005; Oda, 2022; Nunes *et al.*, 2023).

Para que a gestão de uma UC seja eficiente, deve basear-se no ambiente local observando como é o uso e posse da terra, as pressões decorrentes e outros fatores de caráter local exclusivos (Ma *et al.*, 2021).

Para um gerenciamento adequado das UCs é importante estabelecer segundo o SNUC o Plano de Manejo, documento técnico que estabelece as normas para a gestão, zoneamento e manejo dos recursos naturais (Brasil, 2000). Apresenta os atributos que a área dispõe e seus respectivos potenciais, orientando seus gestores quanto ao planejamento e execução das ações de conservação (Alves, 2021; Martins, 2021; Pinezi, 2023). É indicado que os planos de manejo das UCs sejam estabelecidos na escala da bacia hidrográfica e suas áreas à jusante e à montante, tendo que, mediante o papel representativo que estas áreas preservadas representam na produção hídrica, tornando, desta forma a gestão das UCs e das bacias hidrográficas, mais eficiente. Os planos de manejo precisam agregar táticas de conservação dentro e fora das UCs para uma gestão eficiente no sentido de mitigar os efeitos de borda e promover o desenvolvimento da bacia (Pinezi, 2023).

Muitas UCs não possuem plano de manejo, ou possuem implantação precária. Sua ausência pode interferir na resolução e diminuição de conflitos e pressões; no uso dos recursos naturais; nos objetivos propostos na criação da UC e, ainda, impactar diretamente na qualidade de vida local. As principais causas da falta de implantação do Plano de Manejo são o baixo investimento financeiro e a capacidade da equipe técnica (Brasil; Carvalho, 2021, Pereira; Silva; Oliveira, 2023).

As UC de Proteção Integral deverão possuir um Conselho Consultivo que será presidido pelo órgão responsável pela gestão, que deve integrar a participação de órgãos públicos, sociedade civil, proprietários de terras e, quando houver, as populações tradicionais (Brasil, 2000; Santos, 2008; Santana; Santos; Barbosa, 2020). Segundo o SNUC as UCs de Uso Sustentável possuem diferentes formas de gestão, ao exemplo das Florestas Nacionais (FLONAS) que são geridas por um conselho consultivo enquanto que as Reservas Extrativistas (RESEX) e Reservas de Desenvolvimento Sustentável (RDS), Áreas de Proteção Ambiental (APA) e Áreas de Relevante Interesse Ecológico (ARIE) são geridas por conselhos deliberativos (Brasil, 2000). As

Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN) não devem possuir Conselho Gestor devido ao fato que a gestão não é realizada pela comunidade e por se tratarem de UCs particulares, a gestão é realizada pelo proprietário (Santos, 2008; Kuchenbecker; Limont, 2022).

3.2.1. Monumento Natural (MONA)

Assim como para todas as categorias de Unidades de Conservação, o Monumento Natural está, quanto à criação e manutenção, apoiando-se na Constituição Federal. Está presente nos artigos 23 e 24 da Carta Magna a competência das pessoas jurídicas de direito público à proteção ambiental e no capítulo sobre Meio Ambiente, artigo 225, sobre a incumbência do poder público em definir áreas que promovam a preservação e conservação ambiental (Brasil, 1988).

Antes mesmo da definição da lei do SNUC, os Monumentos Naturais foram declarados Unidades de Conservação através da resolução do CONAMA nº 11/1987 (Brasil, 1987). O SNUC define que o Monumento Natural (MONA), pertencente às UCs de Proteção Integral, objetiva a preservação de sítios naturais raros, singulares ou de grande beleza cênica. Nesta categoria admite-se o uso indireto dos recursos naturais e a permanência de áreas particulares, desde que as mesmas estejam em compatibilidade com os objetivos da UC que devem estar contidos no Plano de Manejo (Brasil, 2000; Couto; Figueiredo, 2019; Silva-Melo; Guedes; Melo, 2021; Oda, 2022).

Nos casos de incompatibilidade entre os objetivos da UC e as atividades realizadas pelas propriedades particulares que se encontram no interior da mesma ou a falta de concordância às condições para coexistência entre os dois, são passíveis de desapropriações nos termos da lei e, quando necessário, dar a atenção devida às populações tradicionais residentes (Brasil, 2000). As propriedades particulares na delimitação do MONA, podem criar animais domésticos e realizar o cultivo de plantas, desde que, em compatibilidade com a finalidade da UC e acordado ao Plano de Manejo (Brasil, 2000; Riondet-Costa *et al.*, 2013).

Quanto à visitação pública do MONA, estas estão sujeitas a regras e orientações contidas no Plano de Manejo ou em normas e regulamentos do órgão responsável pela gestão (Brasil, 2000; Silva-Melo; Guedes; Melo, 2021).

De acordo com o SNUC e o Decreto Estadual nº 49.672/2005, os Monumentos Naturais como UC de Proteção Integral, devem dispor de um Conselho Consultivo (art. 29 do SNUC), o qual deve ser presidido pelo órgão administrativo e composto por órgãos públicos, representantes da Sociedade Civil e proprietários de terra nas delimitações da UC. O conselho consultivo deve

estabelecer os instrumentos para tomada de decisões assegurando a participação efetiva de populações tradicionais (Brasil, 2000; Brasil, 2005; Prado *et al.*, 2020).

O Decreto nº 4.340/2002 que regulamenta a lei do SNUC dispõe que o Plano de Manejo para os Monumentos Naturais aprovado em portaria do órgão executor. Dispõe ainda sobre o uso dos recursos da compensação ambiental em casos de Monumentos Naturais, quando a posse e o domínio não forem do poder público, que pode ser usado para custear a elaboração do Plano de Manejo ou proteção da área, pesquisa para manejo com o veto para bens e equipamentos permanentes, aplicação da educação ambiental e de estudos de viabilidade econômica para o uso sustentável dos recursos naturais (Brasil, 2002; Riondet-Costa *et al.*, 2013).

3.2.2. Serviços Ecológicos (SEs) e Unidades de Conservação da Natureza (UCs)

O conceito de Serviços Ecológicos (SEs) surgiu devido à importância dos processos naturais que mantêm a vida no planeta, sendo considerados como fatores decisivos para a conservação do ambiente natural e à sobrevivência humana. São serviços disponibilizados pela natureza e consequentemente, pelas UCs, para a sociedade em geral (Mitchell *et al.*, 2021; Martins, 2021).

Os SEs são benefícios que os ecossistemas são capazes de proporcionar ao ser humano como: i) Serviços de provisão ou de abastecimento como fornecimento de alimento, água e matéria prima; ii) Serviços de Regulação como da temperatura, ciclo hidrológico e qualidade do ar; iii) Serviços culturais como a recreação, geoturismo e iv) Suporte como a ciclagem de nutrientes e produção de oxigênio (Ferraz; Prado; Parron; Campanha, 2019; Pulido; Forero, 2021; Ma *et al.*, 2021; Martins, 2021; Prado, 2021; Cardozo; Diniz; Szlafsztein, 2023).

A necessidade global de preservação deve assegurar que as ações de conservação atuem tanto na biodiversidade quanto nos SEs prestados pela natureza. É sugerido aos países, na expansão de suas áreas a fins de proteção, que devam atender a conservação da biodiversidade sempre atrelada aos SEs (Mitchell *et al.*, 2021). A combinação entre SEs com a conservação, gestão e políticas públicas relacionadas a áreas protegidas, acarreta benefícios, inclusive econômicos, tanto para a população local quanto para o ambiente a ser preservado (Ma *et al.*, 2021).

Segundo Pinezi (2023) as áreas de proteção e conservação dos ambientes de água doce não recebem a atenção devida. As UCs quando inseridas na proteção de uma bacia hidrográfica, se torna um importante fornecedor de serviços ecológicos hidrológicos (SEH), descritos

como “*benefícios propiciados pelos efeitos do ecossistema sobre a água doce*”, como: aumento do suprimento para extração e uso nos próprios cursos d’água, provisão de serviços culturais ligados aos recursos hídricos e serviços de suporte relacionados à água (Marques *et al.*, 2022; Pinesi, 2023).

As UCs apresentam potencial para proteção de organismos e habitats de água doce, preservações dos SEH como o fornecimento de água potável, controle de inundações entre outros benefícios e, ainda, protegem a vegetação natural que representa papel vital para todos os tipos de SEs (Magalhães; Barbosa-Junior, 2019; Pinesi, 2023). As mudanças antropogênicas no uso da terra e a intensidade de manejo causam modificações importantes na vegetação, sendo capazes da diminuição da oferta de serviços naturais, impactando diretamente no equilíbrio entre os SEs, o bem-estar humano e a produção e regulação hídrica. Portanto, devem ser consideradas as ações de manejo que favoreçam a preservação de SEs e que otimizem as prioridades de conservação, formulados a partir de políticas econômicas de desenvolvimento sustentável, como é o caso aplicado às UCs (Ma *et al.*, 2021; Martins, 2021; Prado, 2021; Nunes *et al.*, 2023).

Deve-se ainda considerar as ações capazes de garantir o correto funcionamento dos ecossistemas para que o mesmo seja capaz de atender a demanda de subsistência da sociedade humana (Ferraz; Prado; Parron; Campanha, 2019). A criação de ambientes urbanizados, instaurados a partir do desmatamento, propiciam alterações nos ciclos biogeoquímicos globais, que são processos ocorrentes para garantir a ciclagem de elementos químicos na natureza, como por exemplo, o ciclo da água, do oxigênio e outros. Com o desmatamento para urbanização, ainda, são promovidas diversas mudanças na diversidade biológica pela fragmentação dos habitats e diversas modificações no uso do solo, o que acaba impactando diretamente na produção de todos os tipos de SEs (Mora, 2019; Nunes *et al.*, 2023). A modificação do uso do solo, ainda pode impactar na qualidade biológica dos cursos d’água presentes em áreas protegidas (Pinesi, 2023).

Há uma relação intrínseca entre os SEs, SEH e a vegetação. A mistura de diferentes tipos de vegetação garante um maior desempenho sustentável de múltiplos destes serviços, ao exemplo de regiões montanhosas capazes de fornecer uma alta variedade de serviços ecossistêmicos hidrológicos, como a produção e regulação hídrica (Ma *et al.*, 2021). Em cenários de maior preservação, cada hectare de floresta tropical montana tem a capacidade de produção de 4.000L de água por dia durante 95% do tempo, como concluído em estudos no Parque Nacional Serra das Lontras (Mattos *et al.*, 2018).

Portanto, para o SEH de abastecimento, a vegetação é essencial para sua produção e regulação. O volume de água percolado que vai abastecer os reservatórios subterrâneos está

relacionado diretamente à cobertura vegetal e a maneira como o solo vem sendo manejado. A infiltração da água combinada com a precipitação vai determinar o volume que fica disponível para plantas, escoamento superficial e recarga de aquíferos, podendo estes fatores serem prejudicados pela compactação do solo, falta de cobertura vegetal e outros. A conservação dos solos aumenta o aporte de absorção e infiltração de água, reduz o risco de erosão e promove atividades biológicas para a manutenção dos SEs (Starzinsk; Simões, 2005; Magalhães; Barbosa-Junior, 2019; Marques *et al.*, 2022).

As áreas preservadas de mata nativa, como as UCs, possuem um índice de infiltração maior comparadas a outras áreas, prestando o serviço de regulação da quantidade de água disponível através da recarga eficiente dos lençóis freáticos e reservatórios subterrâneos. Este recurso natural quando extraído de áreas protegidas apresenta tratamentos para o consumo humano muito inferiores aos extraídos de outras áreas sem proteção, pois, a mesma é capaz de assegurar a manutenção não só da quantidade, mas também da qualidade, garantindo a proteção denominada *ad eternum* (Magalhães; Barbosa Junior, 2019; Marques *et al.*, 2022). O volume e características da água produzida em áreas preservadas refletem as interações de fatores como clima, solo, relevo, geologia e vegetação em uma bacia hidrográfica (Mattos *et al.*, 2018).

Muitos dos benefícios econômicos da proteção florestal são percebidos no tratamento da água para consumo, pois o valor gasto na purificação e/ou melhoria da qualidade da água com produtos químicos, se torna menor nas estações de tratamento devido à cobertura florestal/vegetal na bacia ser adequada. Ou seja, quanto maior a conservação da cobertura vegetal, menor o investimento financeiro com o tratamento da água para consumo (Starzynski; Simões 2015; Magalhães-Junior, 2019; Marques *et al.* 2021).

A conservação da cobertura vegetal deve sempre estar alinhada ao conhecimento sobre a natureza, o meio ambiente e os recursos naturais. O comprometimento com a mesma precisa ser realizado através de parcerias nas diferentes esferas de governo, sociedade civil e outros (Mitchell *et al.*, 2021).

A vegetação natural possui papel vital nos SEs e mudanças antropogênicas no uso da terra causam modificações no solo, diminuindo a oferta destes SEs e impactando diretamente o bem-estar humano (Ma *et al.*, 2021). As ações antrópicas são responsáveis pela degradação do ambiente e destruição da cobertura vegetal, que se dá pela exploração de recursos naturais de forma insustentável, pelo crescimento desordenado e mal planejamento das cidades, pelo constante aumento populacional, entre outros (Santos *et al.*, 2020; Marques *et al.*, 2023).

A quantidade de água que infiltra e reabastece os lençóis freáticos está vinculada à

cobertura e ao uso do solo. No ciclo hidrológico, a infiltração e a precipitação determinam a quantidade de água disponível, o escoamento superficial no solo e o abastecimento dos lençóis subterrâneos. Condições adequadas de infiltração reduzem grande parte da água que desliza superficialmente e diminuem as enchentes dos cursos d'água (Magalhães; Junior, 2019).

A destruição da vegetação nas margens de cursos d'água e nascentes afeta muito além da biodiversidade terrestre. Nos pequenos riachos das cabeceiras, folhas mortas e galhos representam fontes primárias de carbono orgânico para as cadeias alimentares aquáticas, chegando a 70% do fluxo de energia anual desses ecossistemas. Portanto, a destruição de margens pode afetar a cadeia alimentar e aumentar o aporte de sedimentos decorrentes da erosão como areia e argila (Rennó, 2019).

As áreas com maior grau de proteção dos solos, possuem cobertura vegetal capaz de evitar as erosões e outros danos. Quanto maior for o grau de proteção dos solos, menor será o valor atribuído à fragilidade do mesmo (Fanalli *et al.*, 2024). O conjunto Pedra do Baú, do ponto de vista pedológico é caracterizado por solos rasos e arenosos que, associado a declividade elevada das vertentes, torna a área bastante suscetível a processos erosivos. Ameaças de supressão de vegetação das vertentes íngremes para o plantio de essências exóticas, fruticultura, formação de pastos e residências de verão decorrentes do crescente turismo, são bastante consideráveis (Rodrigues, 2016).

Mesmo com a sobreposição de UCs nas três esferas de governo, pairam muitas pressões sobre o MONA Estadual da Pedra do Baú, ameaçando a integridade do meio ambiente e dos recursos naturais como os recursos hídricos e remanescentes de vegetação nativa (Rodrigues, 2016).

A área por longo tempo tem sofrido conflitos como o crescimento imobiliário, o desmatamento e o turismo desordenado. Quanto às emergências ambientais, são pontuais o desmoroamento e incêndios florestais (ICMBIO, 2018).

As ações humanas que afetam a qualidade da água são capazes de transformar o ambiente, comprometendo o ciclo hidrológico, alterando o regime hídrico e conseqüentemente acaba por afetar a disponibilidade, qualidade e quantidade essenciais deste importante recurso natural (Mattos *et al.*, 2018; Magalhães; Barbosa-Junior, 2019; Martins, 2021).

As atividades ligadas ao uso do solo são importantes causadoras da perda da biodiversidade, convertendo ambientes naturais em áreas degradadas, o que leva a perda dos SEs afetando diretamente a disponibilidade hídrica (Ferreira; Costa; Casimiro-Filho, 2023).

3.2.3. Unidades de Conservação da Natureza e preservação hídrica.

O estudo realizado por Pereira-Silva *et al.* (2011) da qualidade da água da Estação Ecológica de Jataí (EEJ) no município de Luiz Antônio/SP, evidenciou o desempenho da vegetação natural ciliar na proteção física de nascentes e corpos d'água, garantido a qualidade deste recurso, o que não acontece em fontes deste recurso fora dos limites da UC. Na EEJ estão presentes 3 Microbacias hidrográficas, verificou-se que a microbacia de maior tamponamento pela vegetação natural e melhor qualidade da água encontra-se no interior da UC, sendo as outras duas inseridas parcialmente na UC, apresentaram qualidade inferior a primeira citada, principalmente pela quantidade de sólidos suspensos, provavelmente ocasionado pela falta de vegetação ciliar e pelo uso antrópico na região (Pereira-Silva *et al.*, 2011). Evidenciando assim a interferência das UCs na qualidade da água.

As UCs, como o MONA Estadual Pico da Ibituruna, em Governador Valadares/MG, são cruciais na importância da preservação dos recursos hídricos, pois são capazes de manter o equilíbrio ambiental e atuarem como fontes no abastecimento populacional. Ao preservar as nascentes presentes na área do MONA, intensifica-se a importância dos serviços ecossistêmicos prestados e o papel das UCs no desenvolvimento da dinâmica do ciclo hidrológico de uma Bacia Hidrográfica (Felicori *et al.*, 2018). A qualidade e a quantidade de água das nascentes podem ser prejudicadas pelo uso do solo, afetando ainda o armazenamento subterrâneo e o regime de formação dos cursos d'água, sendo necessário a conscientização quanto a preservação destas nascentes. Estas correspondem ao afloramento da água subterrânea na superfície, originando diferentes cursos d'água, sendo que os pontos principais de captação de água, uma vez prejudicados, podem interferir na presença da água na bacia hidrográfica (Felicori *et al.*, 2018).

Bacias hidrográficas com cobertura vegetal mais densa, proporcionam maior proteção aos cursos d'água contra erosão e a lixiviação excessiva por exemplo, proteções estas que compõem um melhor desempenho na produção de água. Este cenário é representado no Parque Nacional da Serra das Lontras (PNSL), onde comprovado por estudos, que a cobertura vegetal preservada é capaz de diminuir os efeitos erosivo se impedir o transporte direto de sedimentos para o meio aquático. A preservação da vegetação natural leva, ainda, ao aumento da produção dos SES criando condições em benefício da economia, o bem-estar e saúde humana (Mattos *et al.*, 2018). O PNSL contribui significativamente para a produção de água com qualidade elevada para suas sub-bacias, confirmando assim, o papel das UCs como instrumento de alto potencial econômico e ambiental. As UCs são importantes não só pela conservação de ambientes naturais, mas também

pela capacidade de apresentar cenários de muita produtividade de recursos naturais em áreas sem a interferência humana. Nas sub-bacias do PNSL a capacidade da produção de água, reflete a função de amortecimento em áreas protegidas, controlando a perda do solo e o escoamento superficial, fatores decisivos para garantir a qualidade e a quantidade deste recurso (Mattos *et al.*, 2018).

De acordo com Magalhães e Barbosa-Junior (2019) as UCs são capazes de ofertar diferentes serviços ambientais para a sociedade, dentre eles, a proteção de mananciais para o abastecimento público, mantendo a qualidade e quantidade essenciais. Os ecossistemas florestais preservados, como as florestas e outras formas de vegetação em estado natural concedem significativo controle da erosão, proteção do solo e regulação do sistema hídrico. Apresentam ainda, índice de infiltração maior que em outras áreas favorecendo uma melhor recarga dos lençóis freáticos, garantindo a perpetuidade das características quali/quantitativas das fontes de abastecimento, assegurando um ecossistema equilibrado. Para cálculo dos parâmetros de manutenção da quantidade e da qualidade da água em Minas Gerais, em termos de comparação dos custos de tratamentos de água para abastecimento, foram realizados estudos de captação em manancial sem a proteção de uma UC, onde os custos foram mais altos do que os mananciais com bacias protegidas por uma UC. O Parque Estadual da Serra do Rola Moça (PESRM) demonstrou neste estudo que as águas advindas desta área protegida, em sua maioria de classe especial, apresentam custos muito baixos em tratamentos para abastecimento, demonstrando o cenário ideal de proteção de recursos hídricos (Magalhães; Barbosa-Junior, 2019).

Estudos realizados na Bacia do Lago Paranoá (DF) e na Bacia do Rio Paranã (GO) demonstram a importância das UCs na segurança hídrica pela manutenção da infiltração da água no solo. A Bacia do Lago Paranoá em Brasília está ligada a 15 UCs, sendo a principal o Parque Nacional de Brasília (PNB), já a Bacia do Rio Paranã no estado de Goiás, se insere em 2 UCs, o Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros e Floresta Nacional (FLONA) de Mata Grande (Sanches, 2021). As UCs ofertam contribuições valiosas para a conservação dos recursos hídricos e apresentam potencial para oferta de água de melhor qualidade aos usuários comparadas a áreas não protegidas, principalmente pela retenção de solutos e sedimentos. São capazes ainda, de benefícios tanto ecológicos como sociais, sendo oportunidades para soluções inovadoras dentro do desenvolvimento sustentável com soluções a partir da natureza (Sanches, 2021).

Na Bacia do Lago Paranoá, o balanço hídrico indica que as UCs presentes, atuam na manutenção do regime hídrico da Bacia, sendo a existência destas, a forma mais eficiente de preservação da cobertura vegetal e dos SEs na região do Cerrado estudada. Na bacia do Rio Paranã, as UCs são essenciais para a manutenção da infiltração da água no solo, em oposição ao

escoamento superficial e a manutenção dos fluxos lentos. Ambas as bacias favorecem o fluxo lateral¹ da água quando em regiões mais elevadas e o fluxo basal² em partes menos elevadas, sendo este segundo, um dos maiores contribuintes da produção de água em áreas protegidas. O fluxo basal é também um dos principais responsáveis por manter a vazão durante o período de seca e demonstra o importante papel das UCs para segurança hídrica. A manutenção e expansão das UCs é uma importante estratégia eficiente na região do Cerrado perante os períodos de seca, inclusive para problemas futuros, sendo a chave para a regulação hídrica (Sanches, 2021).

O Parque Nacional do Itatiaia (PNI) é tido como de estimável importância para o fornecimento dos SEs de provisão e regulação hídrica principalmente para com o Município de Itatiaia/RJ. Os recursos hídricos originários do PNI são consumidos por cerca de 97% da população do Município na zona urbana e possuem um tratamento simplificado devido a qualidade apresentada. O parque ainda abriga nascentes de 12 bacias hidrográficas regionais e nascentes de importantes rios como Rio Paraíba do Sul, Rio Grande, Rio Aiuruoca e Rio Preto, o que evidencia a importância do PNI, tanto na manutenção destes rios quanto à provisão de água para a região. Com isso demonstra-se que o PNI como UC, beneficia a conservação e manutenção dos recursos hídricos cumprindo o papel de mecanismo de preservação e prestação de recursos naturais (Martins, 2021).

4. METODOLOGIA

4.1. Procedimento Metodológico

Define-se esta pesquisa como de cunho quali-quantitativo com abordagem direcionada à compreensão, validação e resultados precisos partindo da perspectiva da área em estudo. Com a disponibilidade de tecnologias de acesso global à coleta de dados e a coleta de amostras d'água em campo, este modelo de pesquisa tende a diversificação de informações propiciando um entendimento mais claro da situação pesquisada (Alves *et al.*, 2021). Segundo Neves (2006) e Moreira (2018), na pesquisa qualitativa é comum o direcionamento específico conforme se desenvolve o estudo e a pesquisa quantitativa, se aplica metodologias estatísticas na análise dos dados coletados.

As pesquisas bibliográficas, também denominadas de fontes secundárias, correspondem às informações relacionadas à pesquisa e que auxiliam na junção de dados dispostos em

diferentes meios, como monografias, livros, artigos e outros (Gigliori, 2019). As pesquisas bibliográficas foram realizadas nas plataformas digitais Google Acadêmico, SciELO, Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da Universidade de São Paulo (USP) e Portal de Periódicos Capes.

Para definição dos cursos d'água com ligação direta ao MONA Pedra do Baú, foram analisados: (i) o Mapa do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica da Serra da Mantiqueira, a figura 05, apresentada no trabalho de Hiruma e Teixeira (2013) e (ii) o mapa do Instituto Geográfico e Cartográfico do Estado de São Paulo (ICGSP).

Com a rede fluvial identificada e a nomenclatura devidamente estabelecida, primeiro realizou-se a demarcação dessa rede utilizando o Google Earth, uma ferramenta de mapeamento global, para realizar estudos detalhados da área. Inicialmente, foi feita a delimitação da Estância Climática de São Bento do Sapucaí/SP, seguida pela delimitação do Monumento Natural Estadual (MONA) da Pedra do Baú. Posteriormente, foram sobrepostas imagens, demarcados os cursos d'água e transferindo essas informações para o *software* QGIS, com o objetivo de definir o uso e a cobertura do solo.

Para delimitar a área do município, foi utilizada a malha municipal do estado de São Paulo, obtida no site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). A malha estadual foi sobreposta no Google Earth, sendo selecionada exclusivamente a área correspondente à Estância Climática de São Bento do Sapucaí/SP.

Na Tabela 1 é apresentado o material usado para identificação da rede de drenagem e nomenclatura dos cursos d'água com ligação direta ao MONA Estadual da Pedra do Baú.

Tabela 1: Material para identificação da rede de drenagem.

Material analisado	Documento Fonte	Item extraído
Memorial descritivo	Deliberação CONSEMA nº 26/2010(São Paulo, 2010)	6 nomes dos 9 cursos com ligação ao MONA
Memorial descritivo	Decreto nº 56.613/2010 (SÃO PAULO,2010)	6 nomes dos 9 cursos com ligação ao MONA
Mapa	Web site do ICG/SP (São Paulo, 1985)	Rede fluvial e Rio Sapucaí
Mapas 1	Plano de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI-1 Mantiqueira, 2015)	Cursos d'água com ligação à UC
Mapa 11	Plano de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI-1 Mantiqueira, 2015)	Delimitação do MONA e cursos d'água com ligação à UC
Figura 05	Pedra do Baú, São Bento do Sapucaí, SP- Imponente paisagem e registro de eventos tectônicos e denudacionais pós-ruptura continental (Hiruma; Teixeira, 2013)	Nomes dos cursos d'água com ligação com o Mona
Mapa	Catálogo de Metadados da ANA (Brasil, 2022)	Rede Fluvial

Fonte: Autor (2023).

Para delimitar a área do MONA Estadual da Pedra do Baú, foram utilizados os dados em coordenadas UTM presentes na Deliberação do Conselho Estadual do Meio Ambiente (COSEMA) nº 26/2010 e no Decreto Estadual nº 56.613/2010 que cria o MONA Estadual da Pedra do Baú. As Coordenadas UTM foram transformadas em coordenadas geográficas e utilizou-se o *Google Earth*, para delimitação e mapeamento da área do MONA Estadual da Pedra do Baú. Foram inseridas as coordenadas geográficas para formar o polígono referente à área e em seguida adicionados caminhos para a formação da rede fluvial de drenagem, formando a figura contendo as demarcações do município, do MONA Estadual da Pedra do Baú e dos cursos d'água com ligação à UC. Em seguida o arquivo em formato KML foi transferido para o *software* QGis para aplicação de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) onde foram geradas figuras da área de estudo.

Visando levantar a cobertura vegetal presente na área utilizou-se a busca pelas informações constantes na Portaria Normativa nº 258/2014 que aprova o Plano Emergencial de Uso Público do MONA Estadual da Pedra do Baú (Fundação Florestal, 2014). Buscas no Inventário Florestal presente no Sistema de Informações Florestais do Estado de São Paulo (SIFESP), disposto no website da Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística do

Estado de São Paulo e no Plano de bacias da UGH-1 Mantiqueira.

Para identificar o uso e cobertura do solo na área do MONA Estadual da Pedra do Baú verificou-se as descrições existentes no Plano de Manejo da APA Serra da Mantiqueira, Plano Diretor municipal e no Plano de bacias da UGRH-1 Mantiqueira, buscando por informações de como o mesmo vem sendo realizado.

Após a delimitação da área de estudo no *Google Earth*, os arquivos salvos em formato KML foram lançados no QGis para a produção dos mapas de uso e cobertura do solo. Para confirmação de diferentes informações a partir do mapa de uso e cobertura do solo, utilizou-se das imagens do *Google Earth*. A utilização do *Google Earth* em conjunto com tais análises se deu pelo fato que esta ferramenta é capaz de apresentar imagens de alta resolução permitindo a obtenção de informações precisas e se necessário, avaliações temporais (Miyazaki; Oliveira 2020; Santos, Junior, De Souza 2020). Segundo Santos, Junior e De Souza (2020) essa ferramenta é capaz de oferecer imagens com alta resolução sendo possível a identificação precisa e clara do uso do solo. A atenção dessas observações foi voltada à rede de drenagem fluvial com foco às APPs e áreas de recarga a montante das nascentes e mananciais identificados.

Para a classificação da cobertura vegetal, utilizou-se como referência o Código Florestal Brasileiro (Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012), que estabelece que nascentes e olhos d'água perenes e intermitentes, independentemente da situação topográfica, devem possuir um raio mínimo de 50 metros de vegetação ao redor como área de preservação permanente (APP). Com base nesses critérios, as nascentes foram classificadas em três categorias distintas, de acordo com o grau de conservação de sua cobertura vegetal:

- i) Preservadas: nascentes com 100% de cobertura vegetal identificada nas imagens de satélite;
- ii) Baixo grau de degradação: nascentes com cobertura vegetal entre 50% e 99%;
- iii) Alto grau de degradação: nascentes com menos de 50% de cobertura vegetal (Gomes *et al*, 2005).

A delimitação das áreas de preservação permanente ao longo dos cursos d'água também seguiu as diretrizes do Código Florestal, que determina a manutenção de faixas marginais de vegetação nativa de no mínimo 30 metros em cursos d'água com largura de até 10 metros. Para a avaliação dos cursos d'água, considerou-se o percurso desde a APP da nascente até a saída dos limites da unidade de conservação (UC) ou até o ponto de confluência com outro curso d'água.

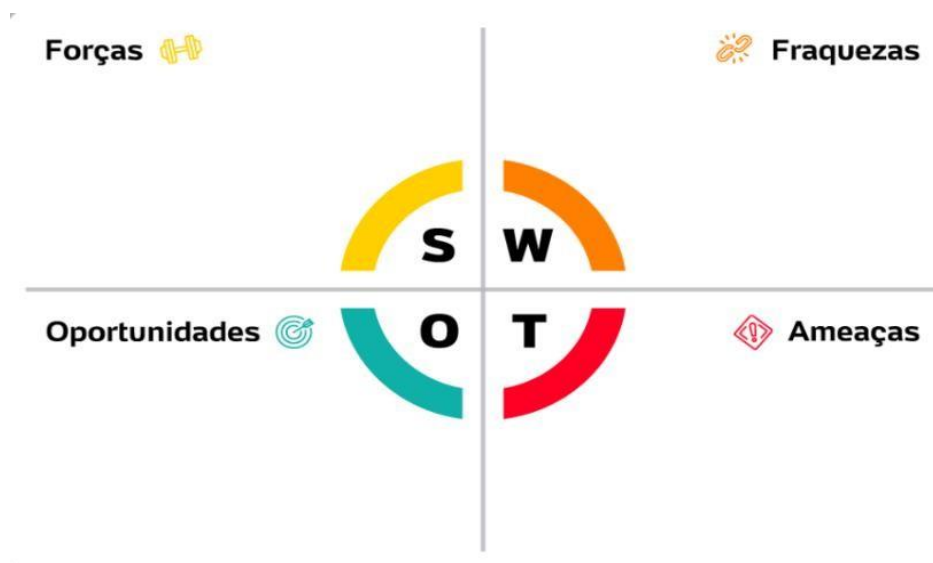
A classificação da cobertura vegetal das APPs dos cursos d'água seguiu os mesmos critérios aplicados às nascentes, ou seja, foram categorizadas como preservadas, de baixo grau de degradação ou de alto grau de degradação, de acordo com o percentual de cobertura vegetal

identificado. Essa metodologia garantiu uma avaliação padronizada e consistente da conservação ambiental tanto das nascentes quanto das APPs associadas aos cursos d'água.

Foram realizadas visitas a campo para reunião com o Secretário de Meio Ambiente (dia 14/04/2023) e para observações *in situ* (de 14 a 17/04/2023) buscando a identificação da vegetação e do uso do solo; confirmação dos cursos d'água identificados na rede de drenagem e visita à nascente exemplo de preservação que é conhecida como “nascente modelo”.

Após efetuadas as coletas de dados, a análise para verificar a contribuição do MONA Estadual da Pedra do Baú na preservação dos recursos hídricos da Bacia hidrográfica do Rio Sapucaí e da Estância Climática de São Bento do Sapucaí/SP, se deu através da adaptação da Matriz SWOT, (Strengths (Forças); Weaknesses (Fraquezas); Opportunities (Oportunidades) e Threats (Ameaças)), também denominada Matriz FOFA, devido as iniciais das palavras de sua tradução ao português (Figura 2). A Matriz SWOT realizada foi intencionalmente adaptada a este trabalho.

Figura 2: Adaptação da Matriz SWOT.



Fonte: Trindade Filho *et al.* (2022).

Pela adaptação da Matriz SWOT, com foco na contribuição da área estudada para a preservação dos recursos hídricos, será possível alinhar oportunidades e ameaças externas aos pontos fortes e fracos internos identificados que considerarão os seguintes itens: (i) Conselho Gestor; (ii) Turismo local; (iii) Imagens do uso do solo; (iv) Normas jurídicas; (v) Cobertura vegetal e (vi) Rede de Drenagem, formando 4 diferentes cenários. Segundo Trindade Filho, *et al* (2022), no Brasil há diversos estudos que evidenciam a difusão da Matriz SWOT com aplicações em estudos ambientais, entre estes, estudos de diagnósticos ambientais voltados aos recursos

hídricos, comumente usados em áreas urbanas.

As forças e as fraquezas visam a compreensão do cenário atual da relação do MONA com a preservação dos recursos hídricos. As oportunidades e ameaças relacionam-se com um cenário futuro que possam interferir na proteção hídrica no MONA Estadual da Pedra do Baú.

4.2. Levantamento documental e de informações do processo de criação do Monumento Natural (MONA) Estadual da Pedra do Baú

Para a realização do Levantamento Documental do processo de criação da UC, realizou-se: (i) Pesquisa Bibliográfica em artigos científicos de revistas indexadas; (ii) pesquisa documental de dados primários em leis e documentos relacionados ao MONA Estadual da Pedra do Baú; (iii) comunicação informal com moradores da Estância Climática de São Bento do Sapucaí/SP, que trouxe pequenos detalhes que envolveram o histórico da Pedra do Baú e da criação do MONA; (iv) comunicação pessoal com a antiga gestão da área através de mensagens recebidas por aplicativo de redes sociais e (v) mensagem pessoal com a Secretaria Municipal de Meio Ambiente do Município através de e-mail, as quais foram determinantes para conclusão deste estudo.

4.3. Produção do mapa de uso e cobertura do solo

Após a produção dos arquivos em KML no Google Earth, a fim de determinar as características de uso e cobertura do solo da área de estudo e das microbacias dos cursos d'água onde foram medidas vazões, executou-se a técnica denominada "classificação orientada a objeto" utilizando o software livre QGIS 3.16.4, empregando ferramentas do complemento *Orfeo Tool Box* (OTB) 7.4.0. O processo incluiu as seguintes etapas: segmentação; caracterização das classes; amostragem e extração de atributos; treinamento; classificação; avaliação da classificação e pós-classificação.

A segmentação visa dividir a imagem em grupos de *pixels* (objetos) que possuam semelhança espectral e apresentem características similares, como cor, textura ou forma. Isso resulta em alvos com significado claro para o analista, como vias urbanas, telhados de residências, corpos d'água, topo de árvores, entre outros (Dezsö *et al.*, 2012; Zanotta *et al.*, 2019). O processo de segmentação foi realizado através da ferramenta *Segmentation* do OTB,

empregando-se o algoritmo *Mean Shift* (MS), que requer a definição de três parâmetros principais (Chehata *et al.*, 2014; Ming *et al.*, 2012; Zollini *et al.*, 2020):

1. **Raio espacial** (h_s): expresso em unidade de pixel, este parâmetro afeta a conectividade dos elementos e a suavidade dos segmentos gerados. Ele controla a distância (número de pixels) que é considerada ao agrupar pixels em um único segmento;
2. **Raio de alcance** (h_r): expresso em unidade radiométrica, influencia o número de segmentos a serem gerados. Está relacionado ao grau de variabilidade espectral (distância nas n-dimensões do espaço espectral) permitido em um segmento de imagem;
3. **Tamanho mínimo da região** (M): expresso em unidade de pixel, afeta o ruído; quanto menor for o valor de M , maior será a quantidade de pequenos objetos.

O algoritmo MS segmenta a imagem agrupando todos os pixels que estão mais próximos do que o h_s no domínio espacial e do que o h_r no domínio espectral e, em seguida, conecta os pontos de convergência correspondentes (MING *et al.*, 2012), gerando um arquivo vetorial com todos os segmentos. Para a segmentação da imagem de satélite que cobre a área de estudo, os parâmetros utilizados foram: $h_s = 10$; $h_r = 20$; $M = 150$. Esses parâmetros proporcionaram os resultados mais adequados para a área de estudo, considerando o tempo de processamento e o nível de detalhamento necessário dos objetos, conforme o objetivo do trabalho.

Neste caso, estas estatísticas foram calculadas para os valores de reflectância das bandas espectrais do vermelho (R); verde (G); e azul (B) e infravermelho próximo (NIR) de uma composição colorida gerada para o satélite CBERS-04A. Após a segmentação, foi realizada a extração dos atributos espectrais dos segmentos gerados, através da ferramenta de estatísticas zonais *Zonal Statistics* do OTB, que calcula para cada zona (segmento): média, mínimo, máximo e desvio padrão.

Em seguida, procedeu-se a interpretação visual da imagem para definir quais classes temáticas seriam importantes na caracterização do território, tendo como enfoque o papel do tipo de uso e cobertura na suscetibilidade a inundações. Dessa forma, foi criada uma camada vetorial (pontos) de amostragem envolvendo as seguintes classes: área impermeabilizada (área edificada e rodovias); solo exposto; vegetação; pastagem e afloramento rochoso. Essa camada vetorial de pontos com classes de uso e cobertura do solo definidos foi utilizada para, através de ferramenta de intersecção de camadas vetoriais, extrair os atributos espectrais dos segmentos.

No entanto, segundo Zanotta *et al.* (2019), a exatidão de uma classificação medida no conjunto de amostras de treinamento não é um bom indicador da exatidão que será obtida quando

o classificador for aplicado a novos dados. Dessa forma, dos polígonos (segmentos) selecionados, 70% foram destinados ao treinamento do classificador e 30% para a sua validação, conforme os trabalhos de Abdi (2020) e Diniz *et al.* (2020). Essa divisão foi realizada através da ferramenta “Seleção aleatória dentro de subconjuntos” do QGIS, que seleciona aleatoriamente, feições de uma camada com base em uma porcentagem e uma categoria (campo) definidos pelo usuário (QGIS, 2020).

O modelo para a classificação foi gerado através da ferramenta *Train Vector Classifier* do OTB, adotando-se o classificador *Support Vector Machine* (SVM). Os algoritmos de aprendizagem de máquina SVM têm como objetivo a determinação de limites de decisão que produzam uma separação ótima entre classes por meio da minimização dos erros (Kumar *et al.*, 2015; Zhang *et al.*, 2016). Os atributos utilizados para o treinamento foram os valores médios (*mean*) e de desvio padrão (*stdev*) das reflectâncias de cada banda espectral.

A ferramenta utilizada no treinamento gera um modelo que foi utilizado, por fim, na classificação dos segmentos gerados anteriormente, resultando num arquivo vetorial da caracterização do uso e cobertura do solo da UC estudada. A ferramenta de treinamento fornece, ainda, a matriz de confusão, produzida com base nas amostras indicadas para validação.

As matrizes de confusão apresentam o desempenho do classificador por classe, através dos valores reais obtidos das amostras, em função dos valores preditos. Essa análise pode fornecer comparação mais eficientes do que apenas considerar o índice de exatidão global (JENSEN, 1986). Tal matriz pode ser utilizada na obtenção do índice *Kappa*, que descreve e testa o grau de concordância e precisão na classificação e pode ser classificado quanto à qualidade da classificação em: ruim (valores entre 0 e 0,2); razoável (0,2 a 0,4); boa (0,4 a 0,6); muito boa (0,6 a 0,8); e excelente (0,8 a 1,0) (Landis; Koch, 1977).

Por fim, na etapa de pós-classificação, algumas confusões resultantes da classificação, como áreas de solo exposto classificadas como pastagem e vice-versa, foram corrigidas através da edição da tabela de atributos do arquivo vetorial resultante.

4.3.1. Cálculos das áreas de uso e cobertura do solo nas microbacias dos cursos estudados que foram medidas a vazão

Para determinar os resultados das medições de vazão, foi necessário estabelecer o uso e cobertura do solo das microbacias dos cursos d'água medidos. Para tal foi utilizado o mapa de uso e cobertura do solo referente ao ano de 2022, disponibilizado pelo projeto MapBiomass. Este mapa possui uma resolução espacial de 10 metros, sendo produzido a partir de imagens do satélite

Sentinel-2 que abrangendo todo o território nacional.

Inicialmente, foi realizado o recorte da área de estudo a partir do mapa original e em seguida, os dados foram convertidos para o sistema de coordenadas planas SIRGAS 2000, UTM 23S, para garantir maior precisão nos cálculos.

A delimitação das áreas correspondentes a cada categoria de uso e cobertura do solo foi conduzida por meio da ferramenta “r.report” no *software* QGIS, permitindo a extração quantitativa dos valores necessários para a análise.

4.4 Coleta e Análise de Amostras d’água

4.4.1. Análises físico-químicas

Para o objetivo específico (e), determinou-se a coleta de amostras nos 9 cursos d'água que possuem ligação com a UC, onde analisou-se pH, condutividade elétrica e turbidez. A análise de fósforo e microbiológicas foram realizadas somente em três cursos, sendo a segunda somente em dois pontos do curso d’água analisado. As coordenadas geográficas de cada ponto de coleta e o tipo de análise realizada encontram-se na tabela 2. Foram coletadas trélicas de amostras em três diferentes pontos no mesmo curso d’água: (i) o primeiro ponto no interior do MONA, (ii) o segundo fora dos limites da UC e (iii) o terceiro ponto próximo ao desague dos cursos d’água em outros cursos ou próximo aos limites do município. Formando assim, três réplicas nos pontos de coleta de cada curso d’água, totalizando 27 pontos de coleta e 81 amostras coletadas.

Foram seguidas as normas de coletas, manipulação, identificação, preservação e todas as condições exigíveis para coleta de amostras utilizando as normas da NBR 9.898 - Preservação e Técnicas de Amostragem de Efluentes Líquidos e Corpos Receptores e as normas da NBR 15.469 – Ecotoxicologia Aquática, Preservação e Preparo de Amostras. Utilizou-se frascos de 50ml para coleta de 30ml de cada amostra, sendo coletadas 3 réplicas em 3 diferentes pontos de cada curso d’água, somando 81 amostras de 30ml para a análise de parâmetros físico-químicos totalizando 2.430ml de água coletada.

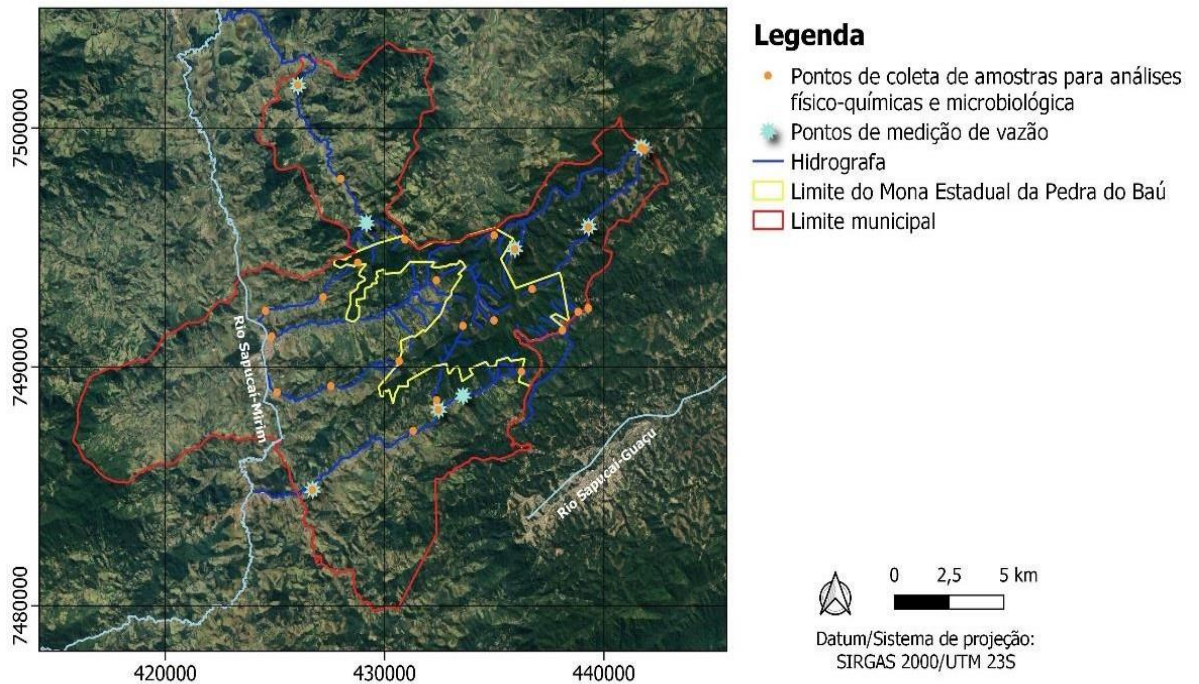
Tabela 2: Pontos de coleta de amostras para análises Físico-químicas e Microbiológicas.

Cursos d'água	Ponto de Coleta 01	Ponto de Coleta 02	Ponto de Coleta 03
Ribeirão da Bocaina (Análise de Fósforo)	22°38'52.50"S 45°40'18.38"O (Análise Microbiológica)	22°37'28,11"S 45°42'2,11"O	22°35'20.53"S 45°43'10.40"O (Análise Microbiológica)
Córrego do Quilombo	22°39'22.39"S 45°41'35.64"O	22°40'9.37"S 45°42'31.24"O	22°40'27,63"S 45°44'3,28"O
Ribeirão do Paiol Grande	22°40'42.11"S 45°37'58.30"O	22°39'47,18"S 45°39'30,05"O	22°41'2.62"S 45°43'53.75"O
Córrego do Monjolinho	22°41'37,00"S 45°40'30,14"O (Análise Microbiológica)	22°42'10.51"S 45°42'19.40"O	22°42'18.60"S 45°43'45.45"O (Análise Microbiológica)
Córrego da Pedra do Baú	22°40'49.30"S 45°38'48.08"O	22°42'30.32"S 45°39'30.38"O	22°42'43.51"S 45°39'27.88"O
Ribeirão do Baú (Análise de Fósforo)	22°41'52,25"S 45°37'14,77"O	22°43'12.08"S 45°40'6.96"O	22°44'31.68"S 45°42'49.68"O
Ribeirão dos Marmelos	22°40'56,16"S 45°36'9,02"O	22°40'30,95"S 45°35'43,86"O	22°40'25.79"S 45°35'27.77"O
Ribeirão do Campos Serra (Análise de Fósforo)	22°39'59,58"S 45°36'57.16"O (Análise Microbiológica)	22°38'35,97"S 45°35'26,83"O	22°36'50,71"S 45°33'56,46"O (Análise Microbiológica)
Córrego do Cerco ou Circo	22°39'11,45"S 45°38'8,72"O	22°39'5,27"S 45°37'24,81"O	22°36'47,89"S 45°34'2,47"O

Fonte: Autores, 2024.

A Figura 3 demonstra os pontos de coleta para análises físico-químicas, microbiológicas e os pontos onde foram realizados as medições de vazão.

Figura 3: Pontos de coleta para análises físico-químicas, microbiológicas e pontos de medição de vazão.

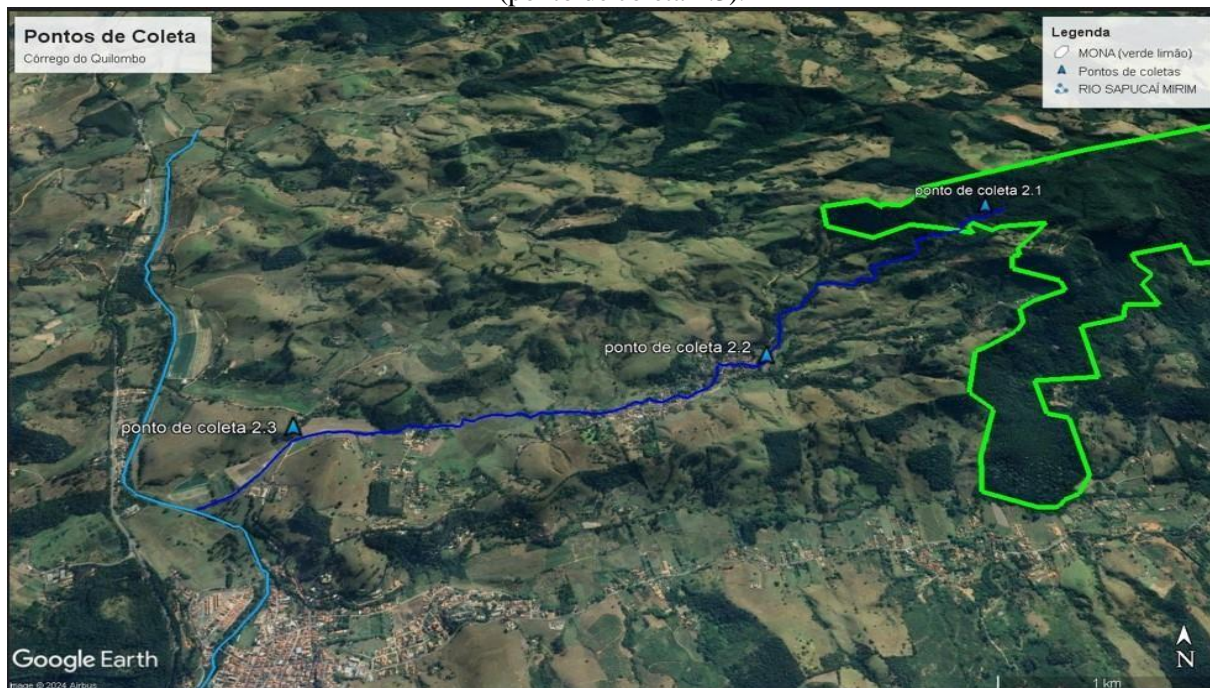


Fonte: Autores, 2024.

Cada frasco foi previamente ambientalizado, adicionando uma pequena quantidade de água do local e realizando movimentos circulares antes de descartá-la. Esse procedimento foi repetido para cada ponto de coleta e para todos os frascos. Após a ambientalização, a coleta foi realizada no meio do curso d'água, logo abaixo da superfície, evitando amostras do fundo e da camada superficial.

Após a coleta os frascos foram etiquetados com as informações devidas para sua identificação, sendo armazenados em bolsa térmica com gelo e levados para refrigeração até a realização da análise. A Figura 4 demonstra o padrão utilizado para distribuição dos pontos de coletas atingindo as áreas dentro e fora da UC, utilizando o curso 2, Córrego do Quilombo como exemplo.

Figura 4: Pontos de coletas no curso 02, Córrego do Quilombo. Dentro da UC (ponto de coleta 2.1), fora dos limites do MONA (ponto de coleta 2.2) e próximo ao deságue no Rio Sapucaí Mirim (ponto de coleta 2.3).



Fonte: Google Earth (2024).

Após a coleta, as amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Resíduos Sólidos, Hidrogeologia e Qualidade da Água (LABRES), na UNIFEI, onde analisou-se os parâmetros físico-químicos de pH, condutividade elétrica, turbidez e fósforo. A tabela 3 representa os aparelhos usados para estas análises.

Tabela 3: Aparelhos utilizados para análise de amostras.

PARÂMETRO	APARELHO	MARCA	MODELO
PH	Phmetro	Digimed	DM-20
TURBIDEZ	Turbidímetro	Orbeco-Hellige	Model 966
CONDUTIVIDADE ELÉTRICA	Conduvívmetro	Alfa More	MCA 150
FÓSFORO	Espectrofotômetro UV/VIS	Perkins Elmer	Lambda 25

Fonte: Autores, 2024.

Para a análise do pH, o eletrodo do aparelho deve ser lavado em água deionizada antes e depois de cada amostra a ser analisada para que não haja interferências entre as leituras. Para a

realização de cada leitura, o eletrodo do pHmetro deve ser ambientalizado na amostra inserindo-o por três vezes antes da leitura, então inserido novamente na amostra e colocando em um suporte suspenso acima, então aperta-se o botão de ligar e após a leitura do aparelho aperta novamente o botão de ligar, repetindo o procedimento para cada amostra a ser analisada.

Quanto a análise de turbidez foi necessária a calibração do Turbidímetro utilizando frascos de 0 a 40 NTUS (unidades de turbidez), após, girar o botão do aparelho para leitura de 0 a 40 NTUS. A amostra é colocada em um frasco que deve ser limpo com água deionizada e enxuto com papel toalha para evitar a refração que pode ocasionar erros na leitura (a água na parte de fora do frasco interfere nos feixes de luz emitidos pelo aparelho). O frasco com a amostra é inserido no aparelho e tampado, sendo então, observado a dispersão do feixe de luz ao atravessar a amostra a ser analisada. O processo é repetido em cada amostra.

Para a análise da condutividade elétrica, o eletrodo do aparelho deve ser lavado em um recipiente com água deionizada antes da análise de cada amostra. Então, o eletrodo é inserido no recipiente das amostras por três vezes para ambientalização e em seguida, inserida novamente, deixando o aparelho realizar a leitura. Após cada leitura, o eletrodo é levado ao recipiente com a água deionizada para lavagem antes de analisar a próxima amostra, repetindo todo o processo para cada análise.

Na análise de fósforo foram utilizados como material e reagentes: i) o padrão de fosfato de 2.500mg/l (hidrogenofosfato de potássio, KH_2PO_4): dissolvido 219,5mg e diluído para 1000 ml, obtendo 1 ml = 2,50 mg P. ii) Tartarato de potássio antimonal $\text{K}(\text{SbO})\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$: dissolvido 1,3715g em 400ml no balão de 500 ml e depois completando o volume. iii) Molibdato de Amônio ($\text{NH}_4\text{Mo}_7\text{O}_{24}$): dissolvido 20 g em 500 ml de água destilada. iv) Ácido ascórbico 0,1 mol/L: dissolvido 1,76 g em 100 ml de água destilada. v) Reagente combinado (segundo a ordem): 50mL de 5 N H_2SO_4 , mais 5 ml tartarato de potássio antimonal, mais 15 ml de molibdato de amônio e mais 30 mL de ácido ascórbico. A seguir foi realizado o seguinte procedimento: a) transferência de 50 mL de amostra para béqueres identificados com o número das trélicas e adicionado 8 mL do reagente combinado homogeneizando as soluções. b) depois de no mínimo 10 minutos e não superior a 30 minutos a absorbância de cada amostra é medida em 880 nm usando branco de reagente como solução de referência. c) Branco: transferido 50 mL de água destilada e adicionado 8 mL do reagente combinado, homogeneizando a amostra. Após as soluções são levadas ao espectrofotômetro UV-VIS (ultravioleta visível) para medir a absorbância (medida a partir da cor, quanto maior a absorbância maior é o teor de fósforo na amostra). Com o resultado usa a equação: $Y = 0,0006.X + 0,0014$ para calcular o resultado em microgramas por litro (mcg/L) onde Y representa o valor da absorbância, encontrando o valor de

X. Para a transformação em miligramas por litro (mg/L) divide-se o valor em mcg/L por mil.

4.4.1.1. Análises Estatísticas

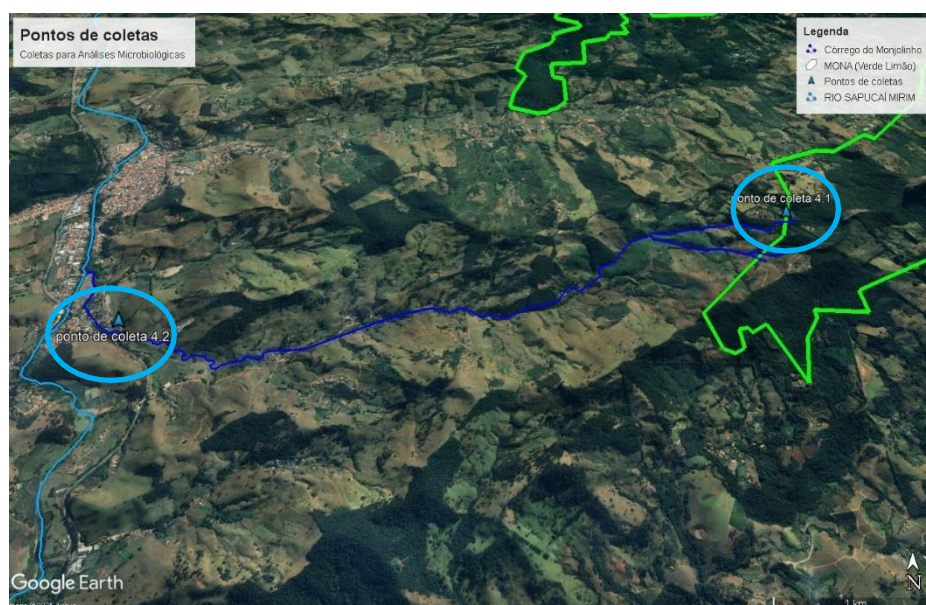
Após as análises físico-químicas aplicou-se a análise estatística entre os resultados obtidos sendo analisados para averiguação da existência de diferenças estatísticas significativas entre as estações de coletas utilizando-se o *software* PAST version 2.6®, no qual os parâmetros físico-químicos analisados, PH, Turbidez, Condutividade elétrica e Fósforo, foram comparados utilizando o teste de Análise de Variância (ANOVA).

As variáveis físico-químicas foram analisadas através da Análises de Componentes Principais (ACP) para identificação dos componentes mais importantes que formam os padrões espaciais e sazonais na área de estudo. Esta análise é indicada para conjuntos de medidas correlacionadas linearmente, podendo ser reduzidas a poucas variáveis sintéticas (componentes principais) (Silva, 2013). Portanto, a ACP foi aplicada para determinar quantos componentes principais são relevantes para este estudo e verificar se existe correlações estatísticas entre os parâmetros analisados através dos resultados obtidos das amostras de água coletadas, sendo utilizado o pacote estatístico PAST version 2.6®.

4.4.2. Análises Microbiológicas

As análises microbiológicas foram realizadas em dois pontos de três dos nove cursos d'água que abrangem as vertentes da UC, sendo na vertente para Minas Gerais o ribeirão da Bocaina, na vertente para o Município da Estância Climática de São Bento do Sapucaí o córrego do Monjolinho e na vertente para Campos do Jordão o ribeirão do Campos Serrano. O primeiro ponto de coleta está dentro dos limites da UC estudada e o segundo ponto está localizado próximo à foz dos cursos d'água conforme demonstrado na Figura 5 no córrego do Monjolinho como exemplo. Para as análises microbiológicas utilizou-se frascos estéreis de 100ml para coleta, somando 6 amostras de 100ml totalizando 600ml de água coletada e procedendo de acordo com as normas da NBR 9.898 - Preservação e Técnicas de Amostragem de Efluentes Líquidos e Corpos Receptores e as normas da NBR 15.469 – Ecotoxicologia Aquática, Preservação e Preparo de Amostras. Os pontos de coleta para análises microbiológicas coincidem com os pontos de coletas para análises físico-químicas.

Figura 5: Pontos de coletas para análises microbiológicas no córrego do Monjolinho (circulados em azul).



Fonte: Google Earth, (2023).

Para obtenção dos melhores resultados na análise e seguindo os protocolos de coleta, cada amostra foi acondicionada em bolsa térmica refrigerada, desde o momento da coleta até a entrega no Laboratório de Microbiologia Aplicada da UNIFEI, com tempo inferior a 24h do início da primeira coleta. Foram realizadas análises qualitativas de *Coliformes totais* e *Escherichia coli* (*E. coli*) nas amostras coletadas, sendo realizadas pelo método do substrato cromogênico e fluorogênico, COLILERT® (IDEXX). Este método é baseado na identificação dos microrganismos pela análise de suas enzimas constituintes (Ramoutar, 2020, França *et al.*, 2021). As amostras foram dispostas em câmara de fluxo laminar higienizada com etanol a 70% e após a incidência de luz ultravioleta (UV) por 15 minutos, sendo adicionado a cada 100ml de amostra d'água, o reagente de COLILERT®, seguido de homogeneização e distribuição em cartelas quanti try de 96 cavidades que foram seladas pela seladora Quanti try Selad modelo 2x. As amostras então, foram mantidas na estufa por 24 horas a 37°C, após, foi realizada a leitura de coloração pela observação macroscópica de alteração da coloração do meio (sendo o amarelo positivo para *Coliformes totais*) e a leitura de fluorescência com auxílio da lâmpada UV a 365nm (sendo fluorescente positivo para *E. coli*) (França *et al.*, 2021).

No método cromogênico está presente o substrato orto-nitrofenil-B-D-galactopiranosídeo (ONPG) que é cromogênico (capaz de produzir pigmentos ou matéria corante). O substrato cromogênico ONPG detecta enzimas típicas do grupo *Coliformes totais*,

a β -galactosidase que hidrolisa a ONPG a orto-nitrofenol resultando na alteração da cor de incolor para amarelo. A alteração de cor para o amarelo indica a presença de *Coliformes totais* (França *et al.*, 2021).

No método fluorogênico está presente o substrato 4-metilumbelifenil-B-D-glucoronídeo (MUG) que é fluorogênico (composto capaz de mudar de cor na presença de enzimas específicas de determinados organismos) que indica a presença de bactérias do grupo *E. coli* em amostras d'água. A *E. coli* utiliza a enzima glucuronidase para metabolizar o MUG que é degradado na presença da enzima β -glicuronidase produzida pela *E. Coli* resultando em 4-metilumbeliferona que possui fluorescência observada sob luz UV a 365nm. Ao apresentar a fluorescência indica a presença da *E. coli* (França *et al.*, 2021).

4.5. Medição de vazão

Para realização da medida de vazão, os cursos d'água também foram escolhidos de acordo com as vertentes da UC estudada, sendo pra Minas Gerais o ribeirão da Bocaina, para São bento do Sapucaí o Córrego do Baú e o Ribeirão do Baú e para a vertente de Campos do Jordão o Ribeirão do Campos Serrano e o córrego do Cerco ou Circo. Utilizaram-se 2 pontos, sendo o primeiro próximo a cabeceira do curso e o segundo ao final do curso, alguns dos pontos de vazão coincidem com os pontos de coletas para análises físico-químicas e microbiológicas pela facilidade ao acesso do local e o córrego da pedra do baú teve somente uma medição de vazão em um ponto próximo ao seu deságue no Ribeirão do Baú.

A escolha do local para medição de vazão, levou em consideração no leito do curso d'água, se há a presença de obstáculos que possam interferir no fluxo d'água, devendo estes serem evitados. Pedras e troncos, por exemplo, quando presentes no leito, podem dividir o fluxo e interferir nos resultados, portanto, esta escolha deve ser em um local onde o fluxo é mais constante, sem interferências no volume e velocidade da água.

Uma corda deve foi atravessada de uma margem a outra sendo presa firmemente para apoio à fita métrica que também deve atravessar o curso, sendo esta, utilizada para fazer a divisão dos espaços entre as verticais onde serão realizadas as medições. Na largura do curso foram realizadas entre 4 e 7 medições, de acordo com cada curso, formando diferentes verticais onde foram coletadas as medidas de profundidade e a distância entre cada vertical.

Para medição de vazão nas verticais, foi utilizado o molinete hidrométrico, aparelho que consiste em um bastão de 1,5m com divisões que permitem medir diferentes alturas a partir de

5cm. Nesta barra é acoplado uma base com uma hélice que transmite o número de voltas para um contador digital durante 40 segundos, ao encerrar o tempo programado, o aparelho também encerra a contagem de voltas no visor. Ao final foram coletados em cada ponto a medida da largura do curso, distância entre as verticais, a profundidade em cada vertical e o número de voltas a cada 40 segundos em cada vertical. De posse destes dados foram realizados os seguintes cálculos:

1) Cálculo de Área entre as verticais: para este cálculo é utilizado a fórmula seguinte utilizando a distância entre as verticais (Dist.) e a profundidade em cada vertical (Prof.), sendo o resultado expresso em m²:

$$A1 = \text{Dist.0-1} \times \text{Prof. 1}/2 = \text{m}^2$$

$$A2 = (\text{Prof. 1} + \text{Prof. 2})/2 \times \text{Dist.1-2} = \text{m}^2$$

$$A3 = (\text{Prof. 2} + \text{Prof. 3})/2 \times \text{Dist.2-3} = \text{m}^2$$

(1)

$$A4 = (\text{Prof. 3} + \text{Prof. 4})/2 \times \text{Dist.3-4} = \text{m}^2$$

$$A5 = (\text{Prof. 4} + \text{Prof. 5})/2 \times \text{Dist.4-5} = \text{m}^2$$

$$A6 = \text{Prof. 5} \times \text{Dist.5-6}/2 = \text{m}^2$$

2) Cálculo da Velocidade média entre as verticais: este cálculo se divide em diferentes etapas:

Etapa A – transformar o número de voltas coletados em cada vertical em rps (rotações por segundo), dividindo o mesmo por 40, que é o número de segundos utilizados no molinete hidrométrico.

Etapa B – utilizar a fórmula fornecida pelo aparelho, $V(\text{m/s}) = 0,46753 \times N(\text{rps}) + 0,00253$, para cálculo da velocidade de cada vertical em m/s.

Etapa C – os resultados obtidos em cada vertical de cada ponto de coleta, a partir da margem (contagem zero), é somado ao resultado da vertical seguinte e dividido por 2 obtendo o resultado em m/s.

3) Cálculo de vazão de cada polígono: este cálculo a velocidade média entre as verticais (m/s) é multiplicado pela área entre as verticais (m²) obtendo o resultado em m³/s.

4) Cálculo de vazão específica: para este cálculo foi realizado a utilização do software Google Earth para obter as medidas do comprimento do curso d'água (desde a nascente até o ponto de medida de vazão) e as medidas de declividade (entre o início do curso e o ponto de medida de vazão); por último, pelo software QGis, foram calculadas as áreas das microbacias dos cursos medidos, em km². De posse destes dados procedeu-se ao cálculo que se divide em duas etapas:

Etapa A – Declividade. No *software* Google Earth são coletados as altitudes iniciais e finais do percurso até o ponto a ser medido, subtraindo a altitude final da inicial, divide-se pela área da bacia, obtendo o resultado em m/km.

Etapa B – Vazão específica. O resultado do cálculo de vazão de cada polígono (m³/s) é dividido pela área da bacia (km²) e multiplicado por 1.000 obtendo o resultado em l/s/km².

Ao final, tem-se como resultado Vazão total (Q) m³/s, Vazão específica (q) l/s/km² e através do Google Earth as medidas de Declividade em m/km e pelo *software* QGis o cálculo da área de vegetação, da bacia e de pastagens em km² e em porcentagem no uso e ocupação do solo da microbacia. De posse dos resultados foi gerado no *Excel* uma planilha dos dados das medições de vazão sete gráficos relacionando os elementos calculados a vazão dos cursos medidos.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1. Levantamento documental do processo de criação do Monumento Natural (MONA) Estadual da Pedra do Baú

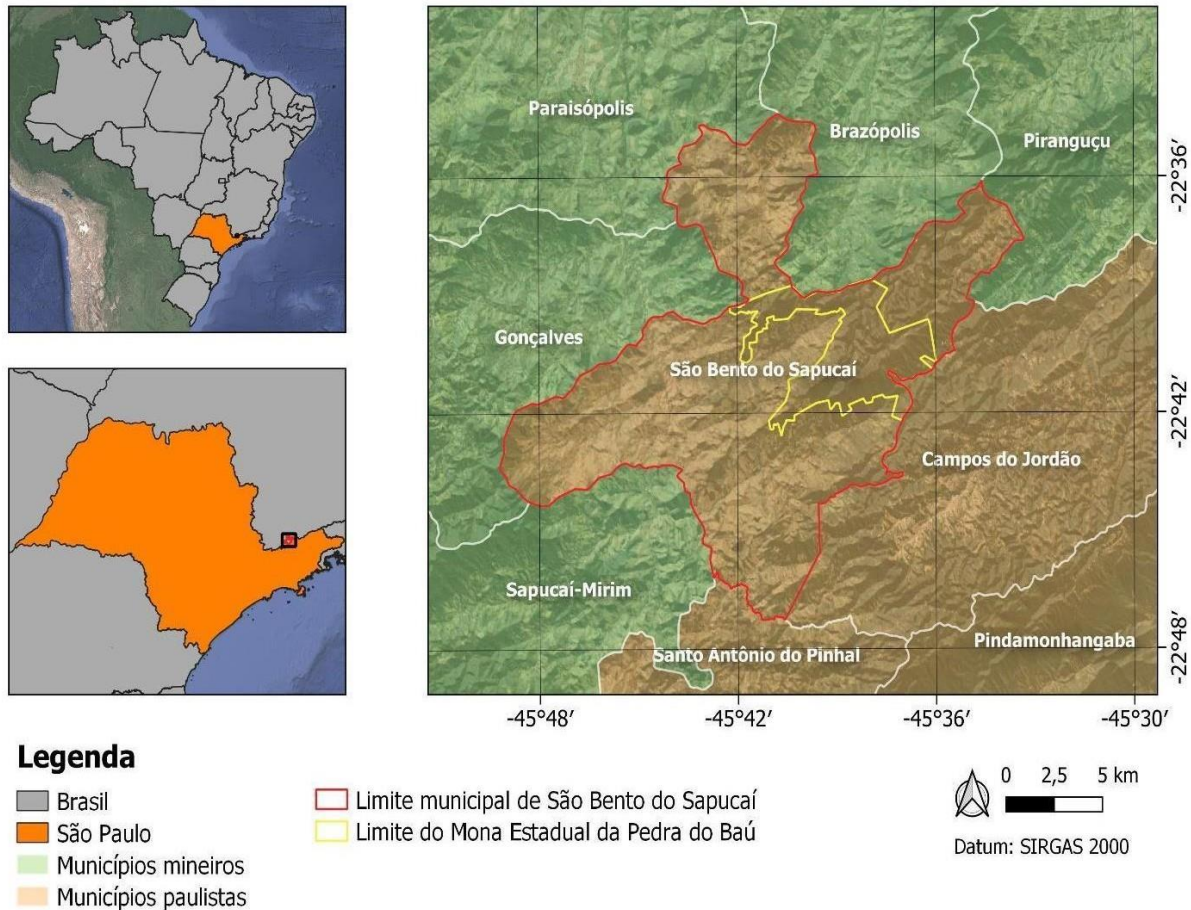
Na divisão geomorfológica do estado de São Paulo, o Monumento Natural (MONA) Estadual da Pedra do Baú se localiza na província¹ do Planalto Atlântico, zona do Alto Rio Grande, subzona de Serrania do Alto Sapucaí. Está a leste do estado de São Paulo, na Serra do Baú, na Estância Climática de São Bento do Sapucaí (Figura 6), município marcado por diversas formações geológicas e belezas naturais de notável potencial paisagístico como o complexo da Pedra do Baú (Andrade *et al.*, 1992).

O nome Pedra do Baú, que é dado ao MONA, é usado para denominar uma das rochas da tríplice formação rochosa composta pela Pedra do Baú, Bauzinho e Ana Chata, sendo esta avistada por várias cidades do Vale do Paraíba. Esta formação é descrita como uma feição geomorfológica e está localizada na Serra da Mantiqueira, no Planalto de Campos do Jordão (Hiruma; Teixeira, 2013).

O MONA Estadual da Pedra do Baú está situado em meio a formações vegetais da Mata Atlântica, como os Campos de Altitude e as Matas de Araucárias ou Floresta Ombrófila Mista entre outros (ICMBIO, 2018). O clima predominante é subtropical de altitude, com as temperaturas mais quentes inferiores a 22°, precipitações comuns das regiões com clima úmido e geadas são comuns no meio do ano (De Andrade *et al.*, 1992; Hiruma; Teixeira, 2013).

¹ Província geológica ou geomórfica é uma entidade espacial com atributos geológicos ou geomórficos comuns. Uma província pode incluir um único elemento estrutural dominante, como uma bacia ou uma zona de dobra, ou uma série de elementos relacionados contíguos.

Figura 6: Mapa de localização do MONA Estadual da Pedra do Baú.



Fonte: Autores (2023).

A principal rede de drenagem do MONA da Pedra do Baú, segundo Andrade *et al.* (1992), compreende o ribeirão do Paiol Grande, córrego do Monjolinho, ribeirão do Baú e o córrego da Pedra do Baú, que desaguam no rio Sapucaí Mirim.

Com 3.154 ha, o MONA Estadual da Pedra do Baú está inserido em duas Áreas de Proteção Ambiental, APA Sapucaí Mirim e APA Serra da Mantiqueira. Estas APAs estão inseridas no Mosaico Mantiqueira que forma o corredor ecológico na Serra do Mar (Hiruma, Teixeira, 2013), ganhando assim normas de proteção nas três esferas de governo quanto a preservação e conservação da biodiversidade, recursos hídricos e outros, sendo, capaz de manter o equilíbrio no ambiente natural.

Na criação de novas UCs, a Fundação para a Conservação e Produção Florestal do

Estado de São Paulo (Fundação Florestal) é o órgão responsável por elaborar e revisar os planos de manejo de UCs estaduais, utilizando o “Roteiro Metodológico para Plano de Manejo das Unidades de Conservação do Estado de São Paulo”. Este roteiro auxilia na identificação de áreas com aptidão para a conservação considerando os principais canais de drenagem, os limites das principais bacias hidrográficas, tendo, a bacia hidrográfica como a unidade de análise e gestão para criação das UCs (Pinezi, 2023).

Para que as UC se estabeleçam com êxito são indispensáveis as iniciativas que fortalecem o manejo destas áreas e a aliança entre gestores culminando na conservação dos recursos naturais (Rylands, Brandon, 2005; Marques *et al*, 2023). A gestão do MONA da Pedra do Baú é compartilhada pela Fundação Florestal com a Estância Climática de São Bento do Sapucaí e desenvolve atividades junto a outras áreas de preservação de Campos do Jordão (ICMBIO, 2018). A UC não possui o Plano de Manejo, contudo, uma Portaria Normativa da Fundação Florestal estabeleceu o Plano Emergencial de Uso Público do Mona da Pedra do Baú com a finalidade de reger o acesso ao local de forma ordenada sem prejuízos ao meio ambiente.

As UCs podem ser gerenciadas ou não de forma integrada à UCs próximas ou justapostas como prevê o SNUC (Brasil, 2000; Brasil; Carvalho, 2021). A integração deve visar a conexão da gestão e do planejamento territorial, gerar maior eficiência na conservação, manutenção dos ecossistemas, melhorar o ordenamento territorial e garantir a subsistência dos serviços ecossistêmicos (Brasil; Carvalho, 2021).

O MONA Estadual da Pedra do Baú possui gestão integrada com a APA Campos do Jordão e não possui o Plano de Manejo. Em 2014 a Fundação Florestal, acordado com a Prefeitura Municipal da Estância Climática de São Bento do Sapucaí/SP e o Comitê da Bacia Hidrográfica da Mantiqueira (CBHSM), instituiu o Plano Emergencial de Uso Público do MONA Estadual Pedra do Baú para gerir e reger a utilização do acesso e visita ao complexo de rochas da Pedra do Baú e da área pertencente à UC. Toda visitação pública deve sempre estar sujeita a regulamentos e normas estabelecidas pelo órgão responsável pela administração e contidos no Plano de Manejo (Brasil, 2000; Couto; Figueiredo, 2019). Portanto, pela falta deste, o documento da Federação de Montanhismo foi adotado como base para a prática de esportes radicais na região estudada para estabelecimento de regras aos esportes praticados. (Fundação Florestal, 2022).

Além do potencial turístico, a região apresenta algumas particularidades, como o primeiro registro da espécie vegetal *Simingia gigantifolia* Chauteins da família *Gesneriaceae* no estado de São Paulo em 24 de janeiro de 2004. Esta família possuía 22 espécies até o momento do novo achado, sendo esta nova espécie registrada no herbário Dom Bento Pickel sob o número 32.976.

Descrita como espécie rupícola que vive no interior de florestas montanas com altitudes de 800 a 2.400m e em frestas de rochas com umidade. Na década de 1980 esta espécie se limitava à Serra dos Órgãos e Serra de Itatiaia, sendo então, encontrada na base da Pedra Bauzinho, local sombreado e úmido sobre a rocha no interior da floresta, revelando a sua distribuição geográfica (Arzolla, 2007).

5.1.1. Tríplice Formação Rochosa e seu valor Turístico/Cultural

Situado na borda sudoeste do Planalto de Campos do Jordão na Serra da Mantiqueira, na Estância Climática de São Bento do Sapucaí/SP, o conjunto de três formações ou cristas rochosas, constituem a paisagem de grande beleza cênica do Sudeste do nosso país. Sendo nomeadas de Nordeste para Sudeste como:

1- Pedra do Bauzinho a 1.835 metros de altitude, com acesso de veículo até sua base e seguindo numa caminhada até o topo. Em situações especiais, acordados com a gestão, veículos podem subir próximo ao topo.

2- A mais popular e que também dá nome ao MONA, a Pedra do Baú, se opõe à paisagem chegando a 1.950 metros de altitude, com acesso por uma trilha até sua base e subida até o cume através de degraus feitos a partir de estruturas de metal chumbadas na rocha na face norte (com 320 degraus) e na face Sul.

3- A 0,5 km de distância da Pedra do Baú encontra-se a Pedra Ana Chata, com 1.738 metros de altitude com trilhas até sua base e subida ao topo somente por escaladas (Hiruma; Teixeira, 2013).

A Pedra do Baú, inspiração para o nome do MONA (ou Bauzão como é também conhecida na região), é a mais popular de todas, sendo um cenário de várias histórias. Um nome, antigamente, a denominava de “Embahú”, significando em tupi-guarani “ponto de vigia”. Outra denominação que a pedra recebeu foi “Canastra”, nome que representa um baú grande para guardar pertences, nome usado na antiguidade (Fundação Florestal, 2010; São Bento do Sapucaí, 2020). Recebeu também o nome de “Itacolomi”, nome indígena que quer dizer “mãe com o filho” ou “menino de pedra” (De Andrade *et al.*, 1992).

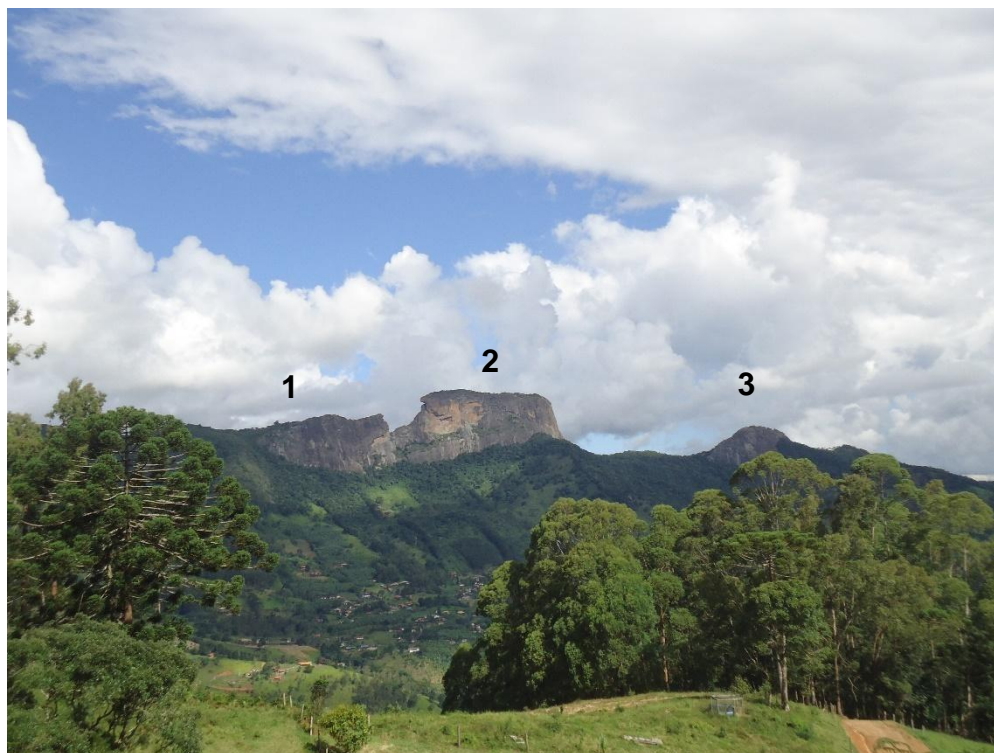
A primeira escalada até o cume da Pedra do Baú é descrita na história como realizada em 12 de agosto de 1940, pelos irmãos “Cortez”, assim conhecidos pelo sobrenome da avó, João Teixeira de Souza e Antonio Teixeira de Souza. Dois anos depois da primeira subida o empresário e sobrinho de Alberto Santos Dumont, Luís Dumont Villares, depois de comprar as

terras próximas à pedra, patrocinou as escadarias de ferro que dão acesso ao cume (Andrade *et al.*, 1992; São Bento do Sapucaí, 2020).

Luiz Dumont Villares, pelo fascínio pela Pedra do Baú, ainda patrocinou uma construção no alto da mesma. A base do cume fora dinamitada para construção do primeiro abrigo brasileiro de montanhas, com 14m de comprimento por 4m de altura e inaugurado em 12 de janeiro de 1947 (Andrade *et al.*, 1992). Lá em cima também havia sido instalado um sino, no qual os escaladores ao atingirem o topo poderiam avisar as pessoas que estavam embaixo quando chegassem ao destino previsto. O abrigo sofreu atos de vandalismo restando somente sua fundação. O livro de assinaturas de visitantes que continha o abrigo, amarrado a uma corrente de aço inoxidável, se perdera no tempo (São Bento do Sapucaí, 2020).

Conta moradores da Estância Climática de São Bento do Sapucaí/SP, que durante as construções do abrigo na Pedra do Baú, que mulheres grávidas, em estágios diferentes da gravidez, subiam e desciam a escadaria na rocha para levar alimentos e água aos maridos, filhos e parentes que trabalhavam no cume durante a construção do abrigo. A Figura 7 mostra a tríplice formação rochosa vista à distância da face Norte.

Figura 7: A tríplice formação rochosa: 1- Bauzinho, 2- Pedra do Baú e 3- Ana Chata.



Fonte: Autores (2024).

A Tríplice formação rochosa ainda possui uma lenda chamada “Lenda dos Três Irmãos”,

que conta a história de “Monte Barão”, o irmão mais velho que sacrificava sua mocidade em louvor a Deus e suas irmãs “Ana” e “Silvané” que o seguiam na sua fé. Silvané era possuidora de uma exuberante beleza enquanto Ana era feia, baixa e rústica, sendo apelidada de Ana Chata. Em uma tarde Monte Barão ao encontrar Silvané tão meiga e linda se perturbou intimamente a ponto de se apaixonar pela irmã. Na manhã seguinte, Monte Barão e a irmã Ana Chata tiveram uma visão: se ele tocasse Silvané como um homem toca uma mulher, se transformariam em pedra. Monte Barão ignorou a visão e convidou a bela irmã para um passeio e Ana os seguia vigiando para ver o que aconteceria. No Caminho Monte Barão se declara a Silvané e acaba beijando-a. Neste momento a natureza ofendida em sua pureza, tornou o dia noite, o céu se fechou e um grande estrondo foi ouvido. Monte Barão viu Silvané se transformar em pedra e Ana que os espreitava é também atingida, em seguida o próprio se transformou em uma grande pedra, alta e que parecia beijar o infinito. No dia seguinte a paisagem havia mudado e Ana Chata se transformara num rochedo rústico, tal qual suas características; Silvané (Bauzinho) se manteve em formas provocantes e traiçoeiras, enquanto Monte Barão tornara-se em uma pedra forte e imponente (Baú) preservando o amor pela irmã unindo-se a ela por um abraço eterno (Câmara Municipal de São Bento do Sapucaí, 2024).

5.1.2 Criação do Monumento Natural (MONA) Estadual da Pedra do Baú

Na criação de uma UC é essencial um planejamento alinhado ao potencial dos recursos ofertados pela área, para que, assim, seja definida uma classificação adequada para a categoria de manejo, resultando em uma proposta executável. O complexo rochoso da Pedra do Baú sempre despertou o interesse junto à natureza pelos seus aspectos turísticos e preservação dos mananciais. Na área já vinham sendo implantadas diferentes medidas de proteção que não surtiram muito efeitos, mas a proposta de criação de uma UC, há muito já vinha sendo discutida e organizada pelas partes interessadas (Andrade *et al.*, 1992). A primeira lei de proteção foi criada em 1987 e definiu a área da tríplice formação rochosa como APA da Pedra do Baú, demarcando o início das leis de preservação na região (São Bento do Sapucaí, 1987).

Estudos preliminares foram realizados a partir de levantamentos biofísicos e socioeconômicos em uma área de 1.100 ha, tendo como ponto central o complexo da Pedra do Baú. Este estudo foi a proposta de criação da UC, manejo como Monumento Natural, em uma extensão de área bem menor que a delimitação atual de 3.154 ha. O propósito foi criar condições apropriadas para o desenvolvimento da área, sendo definido o manejo visando a conservação do complexo rochoso, dos mananciais, da paisagem, das encostas e do patrimônio histórico/cultural.

A partir de então foi estabelecida a categoria de Proteção Integral à UC, buscando alcançar uma efetiva conservação dos recursos naturais presentes na área (Andrade *et al.*, 1992).

Para que a UC fosse implantada foram realizadas diferentes ações de estudo conforme Andrade *et al.* (1992):

- a) Coleta de informações: Caracterizando a realidade regional referente a infraestrutura e economia, recursos naturais e culturais, entre outros;
- b) Inventário: Conferindo informações básicas coletadas durante os processos de demarcação das formações naturais, identificação de ações existentes e coleta de dados da flora, fauna, geologia, solo e hidrografia local.
- c) Análise das limitações: Foram analisadas as limitações de ordem social, econômica, política, ecológica e institucional.
- d) Definição das delimitações: Atentou-se para as informações obtidas que permitissem a delimitação da área capaz de atender aos objetivos de conservação, abrangendo o maior número de bacias hidrográficas e com linhas de divisa de fácil patrulhamento e proteção.
- e) Zoneamento: Realizada a divisão da UC em porções homogêneas, considerando termos ecológicos-fisiográficos e o destino de uso. Para o zoneamento foi utilizado o planejamento dos parques nacionais, não sendo adotada a chamada “Zona Intangível” (definida como intacta e de uso proibido) por a área não apresentar tais características.
- f) Programas: Foram definidas e previstas quais atividades a serem realizadas na área, sempre em conjunto aos objetivos de cada zona e estabelecendo as normas e diretrizes para o correto desenvolvimento da UC.

A partir das informações adquiridas das ações anteriormente descritas, definiu-se o zoneamento, programas de manejo e de desenvolvimento integrado. A área do MONA Estadual da Pedra do Baú foi então dividida em seis zonas de uso, ainda conforme Andrade *et al.* (1992):

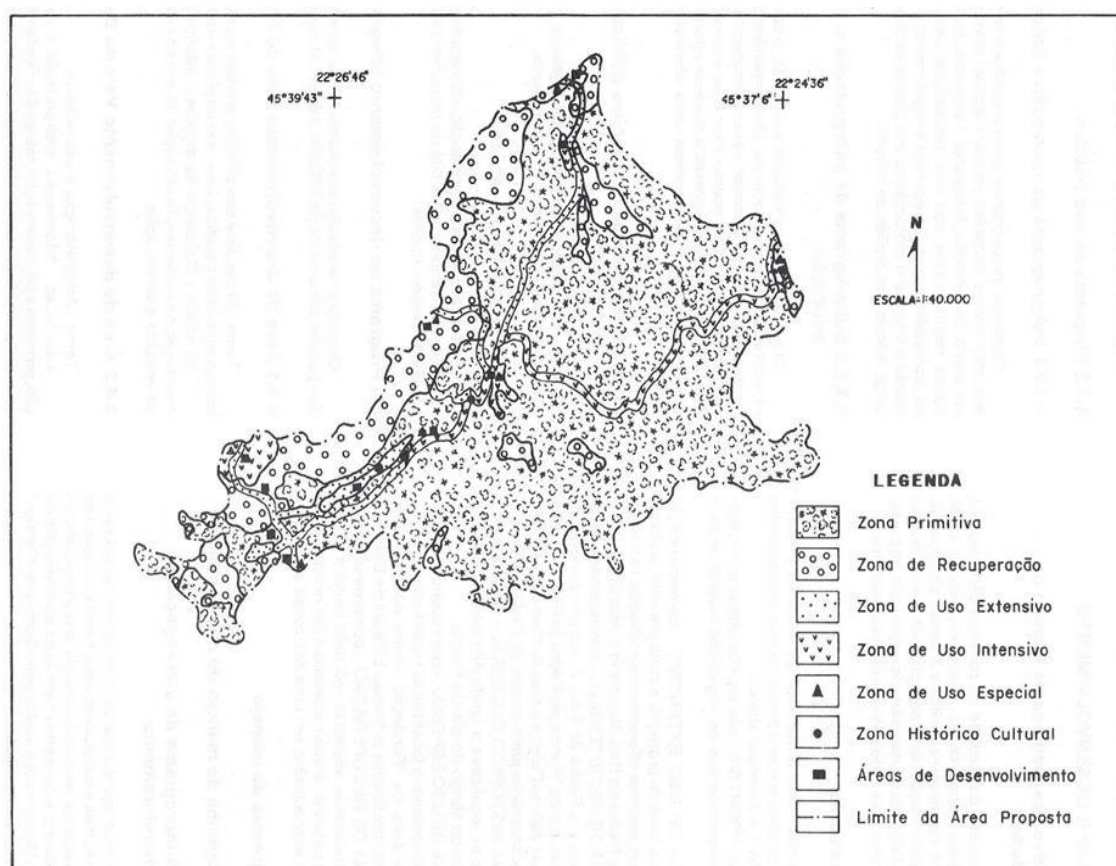
- 1 – ZONA PRIMITIVA que engloba os remanescentes da vegetação natural.
- 2 – ZONA DE USO EXTENSIVO referente às trilhas, faixa de proteção à zona primitiva ao longo das trilhas e afloramentos rochosos.
2. – ZONA DE USO INTENSIVO correspondente à estrada de acesso à Pedra do Baú, à entrada principal do MONA, à área “Fundação Pedra do Baú”, à estrada secundária (Vale do Paiol), à área da Cachoeira do Toldi e do estacionamento junto ao alto da Pedra do Baú.
3. – ZONA HISTÓRICO CULTURAL referente à área onde se localizava a Igreja Alto do Caramuru e à área do antigo abrigo do alto da Pedra.
- 5 – ZONA DE USO ESPECIAL são as áreas de uso administrativo localizadas na entrada do

MONA na área da “Fundação Pedra do Baú” e as residências localizadas próximas à Pedra do Baú.

6 – ZONA DE RECUPERAÇÃO estão integradas às áreas consideravelmente alteradas pelo homem ou por acidentes naturais, que necessitam ser recuperadas, até serem enquadradas em uma das zonas anteriores

A Figura 8 demonstra o mapa do zoneamento produzido referente a área de 1.100ha tendo como ponto central o complexo rochoso da Pedra do Baú:

Figura 8: Zoneamento aplicado à área de 1.100 ha proposta para criação do MONA da Pedra do Baú.



Fonte:

Andrade *et al.* (1992).

Foram então, definidos os Programas de Manejo e suas subdivisões:

1) Programa de Manejo do Meio Ambiente que se divide em: Subprograma de Investigação e monitoramento que objetiva o intenso conhecimento sobre os recursos naturais e culturais, características dos visitantes e avaliação do “status” dos recursos da área; Subprograma

de manejo de recursos visando a recuperação da área da UC.

2) Programa de Uso Público subdividido em: Subprograma de recreação e turismo para proporcionar oportunidades e facilidades aos visitantes para realizarem as atividades oferecidas pela área, sendo compatíveis com os objetivos de proteção local, integrando-a aos órgãos de turismo; Subprograma de interpretação e educação que visa oferecer aos visitantes da área o entendimento e apreciação dos recursos ali existentes e oferecimento aos estudantes e professores a oportunidade de observação e estudos práticos; Subprograma de Relações Públicas e Extensão para divulgação dos objetivos, recursos e benefícios ofertados pelo MONA.

3) Programa de Operações relacionado a proteção, manutenção e administração da área (Andrade *et al.*, 1992).

O Programa de Desenvolvimento Integrado divide-se em:

I) Área de desenvolvimento Vale do Paiol: O tema é a proteção e o uso público com orientação e fiscalização do visitante. As atividades são a cobrança de ingressos, informação a visitantes, fiscalização da entrada e saída de veículos e observações.

II) Área de desenvolvimento Vale do Baú: O tema é a administração e o uso público, as atividades são a informação, interpretação e recreação, passeios a pé, observação, fotografia, montanhismo, asa-delta, atividades administrativas e a rádio/telecomunicação.

III) Área de desenvolvimento Alto da Pedra: O tema e as atividades são idênticos a área descrita no item II.

IV) Área de desenvolvimento Fundação: O tema é uso público e administração e as atividades são o campismo, a pesca, piquenique, observação, passeios a pé, ciclismo e natação.

V) Área de desenvolvimento Taquaral: o tema é Proteção e uso público e a atividades são a cobrança de ingressos, informação e orientação de visitantes e fiscalização de entrada e saída de veículos.

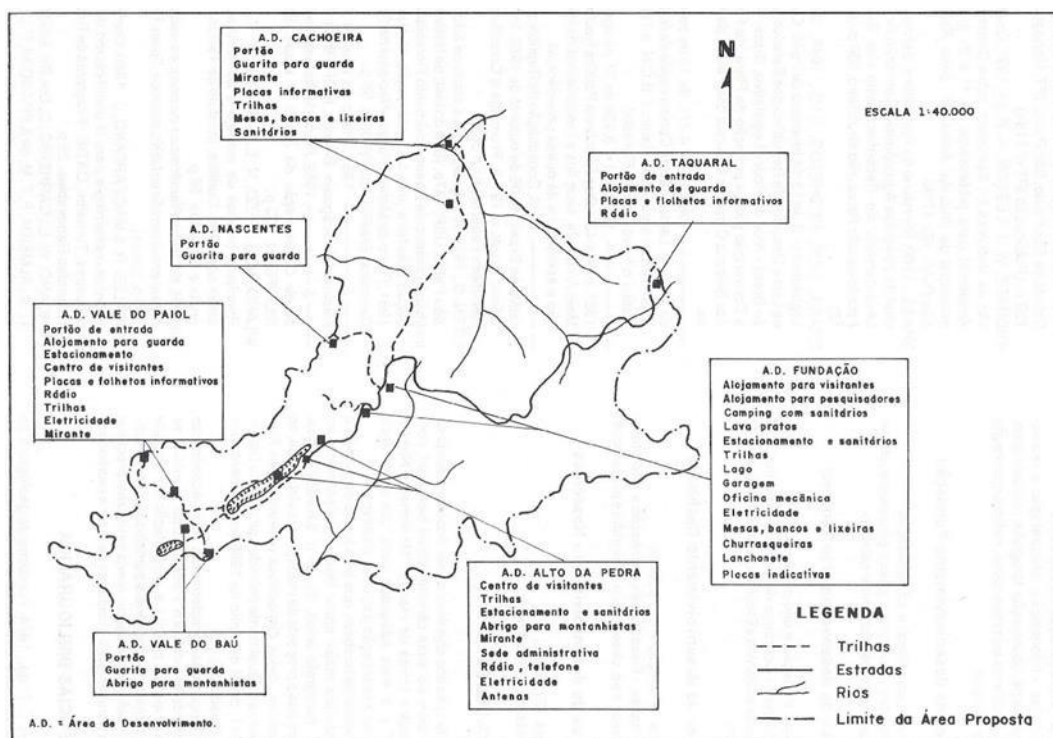
VI) Área de desenvolvimento Cachoeira: O tema a proteção e o uso público, sendo as atividades fiscalização, recreação e interpretação, passeios a pé, observação, fotografia e piquenique.

VII) Área de desenvolvimento Nascentes: Tema é a proteção e as atividades de fiscalização (Andrade *et al.*, 1992).

A Figura 9 mostra o mapa de desenvolvimento da área de 1.100ha na proposta para a

criação do MONA Estadual da Pedra do Baú.

Figura 9: Mapa de desenvolvimento da área de 1.100 ha na proposta para a criação do MONA da Pedra do Baú.



Fonte: Andrade *et al.* (1992).

A conclusão pela escolha da forma de manejo “Monumento Natural” encontra-se apoiada, portanto, no artigo 17, parágrafo único, da Lei Estadual 6.884/62 que define a proposta de manejo sejam construídas, sempre que couber, pelos mecanismos referentes aos Parques, que estão definidos e regulamentados pelo Decreto Estadual nº 25.341 de 04 de junho de 1986. A participação da comunidade local e usuários foi definida como crucial para a efetiva implantação desta UC em função de suas características socioeconômicas (Andrade *et al.*, 1992).

Segundo Serrano (2023):

Estes estudos fizeram parte de uma Dissertação de Mestrado de um antigo técnico do Instituto Florestal Paulista (IF) como uma proposta para criação do MONA. Em 2010, na criação do MONA Estadual da Pedra do Baú, houve a transformação da delimitação da área, principalmente quanto ao parcelamento irregular do solo próximo às encostas, sendo este fator levado em conta para a criação. A área foi alvo de diferentes discussões, pensou-se em conectar a Pedra do Baú ao Parque de Campos do Jordão por um corredor ecológico, como exemplo destas discussões. Por fim definiu-se a área atual por uma avaliação em termos ambientais e políticos optando pela configuração de 3.164ha abrangendo as áreas mais elevadas da região.

Dentre as medidas protetivas trabalhadas na área, a Prefeitura da Estância Climática de

São Bento do Sapucaí/SP, pela Lei Municipal nº 548 de 27 de outubro de 1987, decreta Área de Proteção Ambiental (APA) Pedra do Baú, com a delimitação de 4 km a partir da base da tríplice formação Rochosa (especificamente a Pedra do Baú ou Bauzão como é também chamada na região) fazendo um círculo ao seu redor. Sendo apresentadas medidas que impeçam atividades que possam afetar os mananciais d'água e capazes de provocar erosões e ou assoreamento das coleções hídricas (São Bento do Sapucaí, 1987).

Com a Lei Federal nº 9.097 de 19 de setembro de 1995 a cidade do MONA da Pedra do Baú, passa a integrar a APA Serra da Mantiqueira (APASM). O Plano de Manejo da APASM apresenta a importância da preservação dos recursos hídricos, contendo nos diversos artigos do seu Decreto de Criação, os objetivos de conservação, dentre outros, da água, da cobertura vegetal e do solo (Brasil, 1995).

As cidades de São Bento do Sapucaí e Santo Antônio do Pinhal no estado de São Paulo foram declaradas, suas zonas urbanas e rurais, pelo Decreto Estadual nº 43.285 de 03 de julho de 1998, APA Sapucaí Mirim, tendo sua gestão ambiental integrada com a APA Campos do Jordão (São Paulo, 1998). Esta APA objetiva a proteção da Serra da Mantiqueira e a vegetação nativa; os recursos hídricos, em especial, as nascentes do Rio Sapucaí Mirim, responsável por abastecer uma grande região no Estado de Minas Gerais (Hiruma; Teixeira, 2013).

A Portaria nº 351 de 11 de dezembro de 2006, do Ministério do Meio Ambiente, reconhece como mosaico as UCs da região da Serra do Mar. O Mosaico Mantiqueira engloba a APASM, APA Sapucaí Mirim e, conseqüentemente, o MONA Estadual da Pedra do Baú, entre outras UCs. O reconhecimento de um Mosaico é aferido na existência de um conjunto de UCs próximas, justapostas ou sobrepostas, podendo ser de diferentes esferas de governos ou de uma mesma (Brasil, 2006).

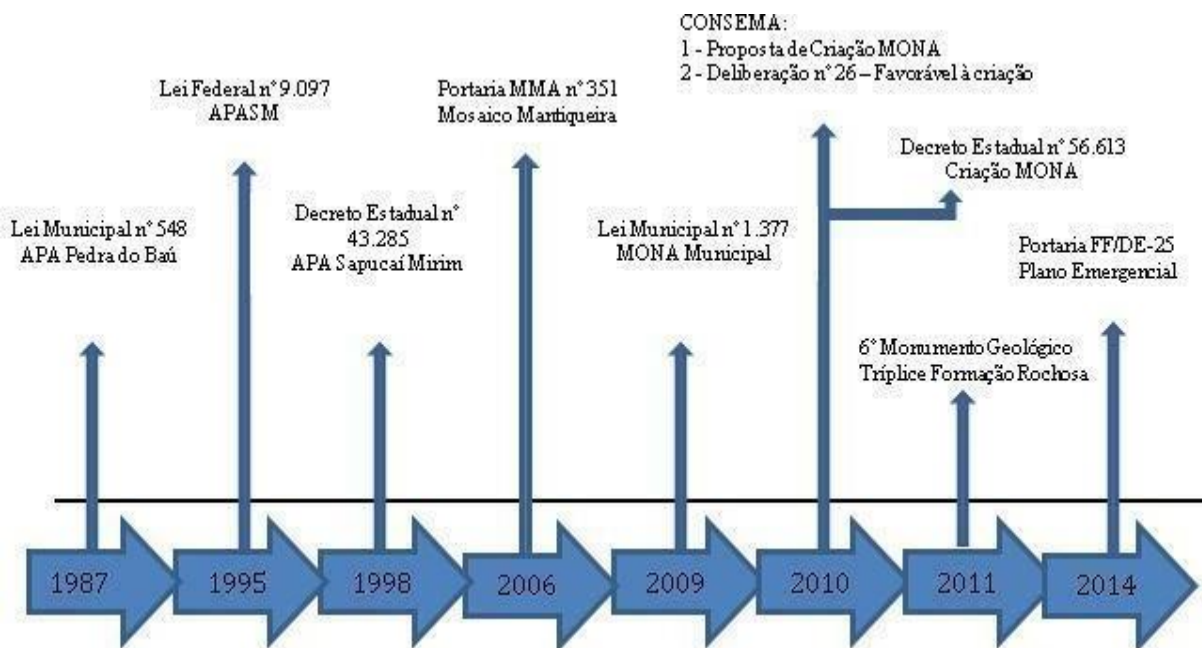
Em 01 de Julho de 2009, foi criado pela Lei Municipal nº 1.377, o MONA Municipal da Pedra do Baú, então instituído como UC de Proteção Integral, com objetivo de preservar sítios naturais raros, singulares ou de grande beleza cênica (São Bento do Sapucaí, 2009). Esta Lei não apresentou a delimitação e nem o total da área da UC.

O ano de 2010 foi significativo para o MONA Estadual da Pedra do Baú, pois o Conselho Estadual do Meio Ambiente (CONSEMA) aprovou a Proposta de sua criação com objetivos de proteção e conservação de recursos hídricos entre outros (Fundação Florestal, 2010). A Deliberação do CONSEMA nº 26 de 26 de setembro de 2010, favorável à criação do MONA Estadual da Pedra do Baú, apresentou em coordenadas UTM a delimitação dos 3.154 ha da UC (São Paulo, 2010). Ainda no mesmo ano, o Decreto Estadual nº 56.613 de 28 de dezembro, criou o MONA Estadual da Pedra do Baú, também objetivando a proteção da biodiversidade, da

paisagem local, dos recursos hídricos, entre outros (São Paulo, 2010).

A Figura 10 demonstra a linha do tempo da legislação do MONA Estadual da Pedra do Baú na qual representa as diferentes leis propostas para proteção da área, a transformação de UC Municipal para UC Estadual e sua inserção no Mosaico de UCs ao longo do tempo.

Figura 10: Linha do tempo da legislação do MONA Estadual da Pedra do Baú.



Fonte: Autores (2023).

A partir da criação da Área de Proteção Ambiental (APA) Pedra do Baú em 1987 pelo Município, a região da tríplíce formação rochosa na Estância Climática de São Bento do Sapucaí no Estado de São Paulo, vem ganhando espaços na preservação, tanto como unidade de conservação quanto detentora de atributos geológicos.

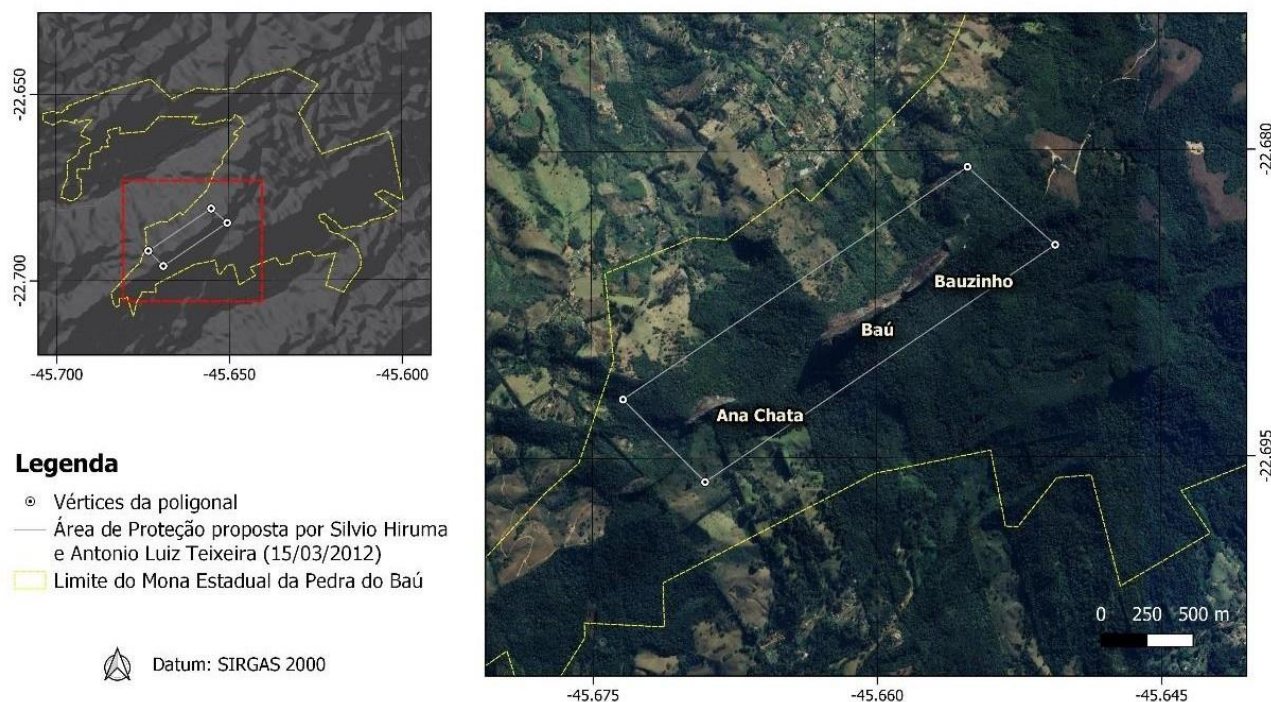
O Monumento Natural Estadual da Pedra do Baú, foi criado oficialmente em 2010, com a configuração definitiva, totalmente diferente do primeiro estudo para Proposta de Criação com área de 1.100ha, sendo sua área atual correspondente a 3.154ha. Está inserido em um Mosaico de Unidades de Conservação da Natureza, sendo parte integrante da APA Estadual Sapucaí Mirim, da APA Federal da Serra da Mantiqueira (APASM) e do Mosaico da Mantiqueira. Com isso o MONA tem somado forças para proteção e conservação ambiental a partir de sua inserção em unidades de conservação, Estadual, Federal e contando ainda com o apoio integral do Município através da Secretaria Municipal de Meio Ambiente.

5.1.3. Monumento Geológico da Pedra do Baú

A região da tríplice formação rochosa, pela sua relevância geológica e beleza cênica, foi reconhecida como Monumento Geológico do Estado de São Paulo, destacando a importância da Geoconservação para esta UC. A proposta de criação do Monumento Geológico da Pedra do Baú foi aprovada por unanimidade na 7ª reunião do Conselho Estadual de Monumentos Geológicos (CoMGeo-SP) em 23 de outubro de 2011. Assim a tríplice formação rochosa se tornou a sexta unidade desta categoria no estado, sendo demonstrado na Figura 11 a área tida como Monumento Geológico da Pedra do Baú (Hiruma; Teixeira, 2013).

Figura 11: Monumento Geológico da Pedra do Baú.

Proposta de Área de Proteção (Hiruma e Teixeira, 2013)



Fonte: Hiruma e Teixeira (2013).

Os Monumentos Naturais estão basicamente constituídos por marcas notáveis de geodiversidade, como o caso do MONA Estadual da Pedra do Baú e devem seguir orientações de práticas de manejo referentes à visitação para a conservação efetiva destas geodiversidades

(Couto; Figueiredo, 2019).

Os Monumentos Geológicos representam locais com características geológicas únicas de uma determinada região e representam partes essenciais para o conhecimento da evolução geológica do nosso planeta (Hiruma; Teixeira, 2013). Por possuir tais características únicas, o MONA da Pedra do Baú foi eleito o 6º Monumento Geológico do Estado de São Paulo.

Áreas com atrativos naturais despertam grande interesse ao público com atividades de lazer ecológico e ao mesmo tempo, provocam intensas pressões antrópicas ao meio, que devem ser reduzidas (Santos; Faxina, 2019; Santos *et al.*, 2020).

O ecoturismo e a recreação são Serviços Ecosistêmicos Culturais (SECs) que contribuem para a saúde física e mental dos seres humanos, sendo importantes para a manutenção e melhoria da qualidade de vida (Pulido; Forero, 2021).

A presença de turistas em áreas protegidas precisa ser administrada para que o meio ambiente não sofra impactos negativos da visitação. A confirmação desses impactos está nitidamente representada pela pandemia causada pelo Covid-19, que com a restrição de acesso aos locais de turismo em torno de 4,5 milhões de pessoas, o meio ambiente sofreu menos impactos do turismo. Os impactos causados por turistas estão marcados por atropelamentos de animais, lixo sólido descartado irregularmente, utilização inapropriada da água, ruídos por veículos automotores, perturbação de animais, maior manutenção das áreas entre outros, que foram diminuídos durante a pandemia (Smith *et al.*, 2021). Segundo Rennó (2019), são transformações do meio devido ao turismo, mesmo que ordenado: trilhas de caminhadas que levam ao pisoteio, a produção de dejetos, lixos na circulação de pessoas entre outros, aliadas comumente à incapacidade de administração sustentável.

5.2. Normas relacionadas à Conservação e Preservação do MONA Estadual da Pedra do Baú

Na Tabela 4 está representada a pesquisa documental (fontes primárias) realizada para o levantamento das normas que estão diretamente ligadas à preservação da UC estudada.

Tabela 4: Normas relacionadas à preservação do MONA Estadual da Pedra do Baú.

Documento Fonte	Esfera de Governo	Acesso/Websites
Plano Diretor 2015 (SÃO BENTO DO SAPUCAÍ, 2015)	Municipal	Prefeitura Municipal da Estância Climática de São Bento do Sapucaí/SP
Plano Diretor Turismo 2017-2020 (SÃO BENTO DO SAPUCAÍ, 2017)	Municipal	Prefeitura Municipal da Estância Climática de São Bento do Sapucaí/SP
Lei nº 548/1987 (SÃO BENTO DO SAPUCAÍ, 1987)	Municipal	Correio Eletrônico (e-mail)
Lei nº 1.377/2009 (SÃO BENTO DO SAPUCAÍ, 2009)	Municipal	Secretaria do Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística do Estado de São Paulo
Portaria FF/DE-258/2014 (FUNDAÇÃO FLORESTAL, 2014)	Estadual	Secretaria do Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística do Estado de São Paulo
Deliberação CONSEMA nº 26/2010 (SÃO PAULO, 2010)	Estadual	Secretaria do Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística do Estado de São Paulo
Decreto nº 43.285/1998 (SÃO PAULO, 1998)	Estadual	Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo
Proposta de Criação do MONA da Pedra do Baú (SÃO PAULO, 2010)	Estadual	Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo
Decreto nº 56.613/2010 (SÃO PAULO, 2010)	Estadual	Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo
Lei nº 9.097/1995 (BRASIL, 1995)	Federal	ICMBIO
Portaria nº 351/2006 (BRASIL, 2006)	Federal	Ministério do Meio Ambiente

Fonte: Autores (2024).

5.2.1. Normas da Esfera Municipal

Esses levantamentos visam construir um panorama de quais caminhos a cidade de São Bento do Sapucaí percorreu até o momento e quais medidas para a preservação dos recursos hídricos foram propostas.

5.2.1.1. Plano Diretor Municipal de 2015

O Plano Diretor Municipal de 2015 traz em seus objetivos preservar, proteger e recuperar o meio ambiente, o patrimônio cultural, histórico, paisagístico, artístico e arquitetônico do Município com foco na política para o desenvolvimento sustentável voltado ao turismo na região. Apresenta ainda, como uma das diretrizes da política de cultura e Preservação do Patrimônio a proteção dos monumentos, paisagens e recantos naturais.

O zoneamento e a ordenação territorial quanto ao uso do solo do município se dividem em Macrozona Rururbana e Macrozona Urbana, porções territoriais com características semelhantes quanto ao uso do solo, dinâmica socioeconômica e aspectos físicos e ambientais. Se dividem em zonas com critérios urbanísticos de acordo com a Unidade de Planejamento Municipal no qual se insere.

A Macrozona Rururbana é caracterizada pela convivência de usos urbanos com usos rurais e baixa densidade populacional, devendo garantir entre outros a preservação dos recursos naturais, em especial dos recursos hídricos e a recuperação das áreas degradadas. A Macrozona Rururbana é composta por Núcleo de Apoio, Corredores e Zonas. Entre as zonas atenta-se para a Zona de Preservação hídrica (ZPH), Zona de Proteção da Biodiversidade (ZCBio) e Zona de Preservação (ZP).

Há duas Zonas de Conservação Hídrica (ZCH), sendo uma delas na região do Paiol Grande, nos Limites com o MONA fazendo parte da área que integra a Zona de Amortecimento do MONA, a qual visa principalmente, a proteção dos recursos hídricos para garantir o abastecimento municipal. São permitidas nesta zona ações que objetivem a preservação da água, como o reflorestamento ciliar e são proibidas atividades causadoras de impactos nos recursos hídricos (supressão de vegetação nativa e poluição da água). Deve-se priorizar a implantação do Pagamentos por Serviços Ambientais (PSA) como incentivos para restauração e reflorestamento de matas ciliares visto a importância deste recurso para a recuperação de áreas degradadas (Anjos *et al.*, 2022).

Há sete Zonas de Conservação da Biodiversidade, sendo as ZCBio nos bairros Cantagalo/Bocaina, Baú e Campos Serrano nos limites do MONA, também compondo a Zona de Amortecimento. É vedada qualquer atividade que possa prejudicar a preservação dos recursos hídricos, sendo áreas onde predominam florestas e ou fragmentos de florestas, ou áreas próximas à zona rural.

As Zonas de Preservação (ZP) são áreas com maior declividade, maior cobertura vegetal e com a diretriz principal voltada à preservação da fauna e flora. O parcelamento do solo para fins urbanos é vedado, os imóveis deverão adotar o manejo florestal sustentável e não exercerem

atividades agrossilvipastoris com uso de agrotóxicos. Caso não cumpram essa diretriz os imóveis poderão sofrer interferências e modificações no uso do solo pelo Plano de Manejo da APA Sapucaí Mirim, da APA Serra da Mantiqueira ou do MONA Estadual da Pedra do Baú. As infraestruturas físicas para o desenvolvimento das atividades devem seguir o modelo de boas práticas agronômicas, sendo vedada a conversão de áreas novas para o uso alternativo do solo, salvo utilidade pública e interesse social.

A cidade apresenta três perímetros distintos para a Zona de Preservação: I, II e III. A “Zona de Preservação III – Pedra do Baú”, representa a área delimitada do MONA Estadual da Pedra do Baú (Anexo 06 – Macrozona Urbana e Rururbana. Folha 1/11). Suas diretrizes de proteção e incompatibilidades das ZPs para o uso do solo estão representadas na tabela 5:

Tabela 5: Zona de Preservação III – MONA Estadual da Pedra do Baú.

ZP	Diretrizes de proteção	Incompatibilidades do uso do solo
Zona de Preservação III	<ul style="list-style-type: none"> i) A tríplice formação rochosa como maior patrimônio natural do Município; ii) Proíbe o parcelamento do solo em seu interior e entorno (Plano de Manejo), respeitando as orientações para a zona de amortecimento; iii) Desmembramento somente para melhorias na infraestrutura turística; iv) Proibição da supressão de indivíduos arbóreos exceto para garantir a segurança de transeuntes; v) Controle de tráfego de veículos motores (Conselho do MONA/PM gestão e visa a qualidade de preservação); vi) A produção agrícola orientadas sem o uso de agrotóxicos; vii) Orientação, conforme o PM, para que os imóveis presentes na área adequem: à adoção do manejo florestal; garantir a sustentabilidade, aumentar a segurança alimentar, melhorar a fertilidade do solo e reduzir custos de produção. viii) PM é soberano na ZP III. ix) Promover o incremento de vegetação permitindo interligar corredores ecológicos do bioma Mata Atlântica. x) O Poder Público Municipal através de possíveis parcerias, deverá entre outras atividades voltadas ao lazer e turismo: ..., ii) Criação de guarita de controle nos acessos às UCs, iii) Criação do Plano de Manejo para regulamentar as restrições da utilização de UCs. 	<ul style="list-style-type: none"> i) Vedar as atividades incompatíveis com a área e capazes de provocar erosão e assoreamento; ii) Modificação da paisagem, admitindo apenas estruturas para o turismo; iii) Supressão da vegetação nativa; iv) Supressão de araucárias plantadas; v) Degradação da vegetação nativa; vi) Poluição das águas por efluentes sanitários; vii) Poluição das águas e solo pela disposição de resíduos sólidos viii) Reflorestamento, aceitando o já existente; ix) O Turismo convencional só é permitido por meio de pequenas estruturas de apoio. x) Ecoturismo e turismo de aventura são permitidos quando não causem impermeabilização do solo.

Fonte: São Bento do Sapucaí (2015).

Tabela 6: Políticas Municipais que apontam caminhos à preservação hídrica.

Políticas	Itens que favorecem a preservação dos recursos hídricos
Política Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> - P.M. (APA Sapucaí Mirim e APASM) considera as problemáticas locais articulado com a Administração e Gestores da UC. - Consolidar a regulação e fiscalização do Patrimônio natural pelo Código Ambiental Municipal. - Ampliar a Educação Ambiental no município. - Coibições de ações danosas ao Meio Ambiente. - Respeito às APPs. - Manejo nas Propriedades Rurais preservando solo e água. - Preservação de remanescentes da mata nativa desestimulando o corte de espécies nativas. - Uso sustentável dos Recursos Naturais. - Preservar as linhas de escarpas inferiores a 1.700m, Campos de altitude e os maciços de Araucária.
Política de Saneamento	<ul style="list-style-type: none"> - Futuro acesso ao Saneamento básico coletivo (rural/urbano). - Melhorar a qualidade da água. - Reduzir o volume de esgoto lançado em corpos d'água. - Destinação adequada aos resíduos sólidos. - Redução de efeitos Climáticos. - Redução assoreamento em corpos d'água. - Redução de erosão no município. - Implantação de sistemas alternativos de abastecimento de água no meio rural. - Adoção de reuso de água no município. - Separação correta do lixo. - Obrigatória fossa séptica quando ausente a rede de sistema de tratamento de esgoto sanitário.
Política de Recursos Hídricos	<ul style="list-style-type: none"> - Acordado com o Plano de bacias para a UGRHI-01 Mantiqueira e com as diretrizes estabelecidas pelo Comitê de bacias hidrográficas da Serra da Mantiqueira (CBH-SM). - As metas para os recursos hídricos do Plano Diretor Municipal são as metas do Plano de bacias para a UGRHI-01 destacando: a busca de recursos para preservação e recuperação das APPs, Unidades de Conservação e áreas análogas da UGRHI-1. - Promoção e incentivo à educação ambiental com ênfase aos recursos hídricos.
Política de Desenvolvimento Sustentável	<ul style="list-style-type: none"> - Destaca a regulamentação turística das rotas de passeios na área da tríplice formação rochosa presente no MONA Estadual da Pedra do Baú. - Estimular atividades produtivas não poluentes (agricultura orgânica e agroflorestal). - Desenvolver propriedades que promovam a proteção ambiental. - Utilização racional dos recursos naturais e recuperação dos já degradados. - Capacitação produtor rural nos aspectos ambientais.

Fonte: São Bento do Sapucaí, 2015.

Ainda, o Plano Diretor Municipal institui diretrizes para políticas públicas complementares ao desenvolvimento territorial, destacando-se a Política Ambiental representada

pelos Conselhos do Meio Ambiente e Conselho do MONA Estadual da Pedra do Baú, a Política de Saneamento Ambiental e Recursos hídricos e a Política de Desenvolvimento sustentável que apontam caminhos capazes de contribuir para a preservação dos Recursos Hídricos conforme mostra a tabela 6.

5.2.1.2. Plano Diretor de Turismo 2017-2020

Neste Plano Diretor de Turismo (PDT) a principal ideia é regulamentar o turismo na região, tornando-o profissional e sustentável. As atividades turísticas estando bem regulamentadas fazem com que o MONA Estadual da Pedra do Baú ganhe novos ares de preservação, contribuindo principalmente na redução de sedimentação do solo que acaba sendo deslocado para os cursos hídricos.

A manutenção da atmosfera rural e o estímulo da construção do ambiente natural são bases para regulamentação do turismo na região sendo suas principais diretrizes:

- i) Preocupação com a urbanização do meio rural;
- ii) Turismo com base no ambiente natural, sendo possível associado às paisagens da região; e
- iii) Conservação sendo considerada como uma diretriz para a sustentabilidade. Este Plano ainda visa a gestão eficiente do turismo na região a fim de oferecer qualidade aos visitantes nas atividades turísticas, bem como um perfil do turista consciente quanto à preservação do ambiente natural.

Como o MONA Estadual da Pedra do Baú não possui Plano de Manejo o PDT estimula a elaboração deste importante documento de gestão para a UC estudada (São Bento do Sapucaí, 2017).

Comparando o Plano Diretor Municipal e o Plano Diretor de Turismo verificou-se que ambos estimulam a criação do Plano de Manejo e a regulamentação do turismo. O turismo por sua vez, pode vir a promover impactos negativos ao MONA Estadual da Pedra do Baú e à rede hídrica se não gerido corretamente.

O PDT não inova com relação ao PDM nos quesitos regulamentações de preservação da UC. A tabela 7 demonstra as deliberações que os dois Planos trazem em comum e que podem favorecer a preservação do MONA Estadual da Pedra do Baú.

Tabela 7: Temas comuns sobre preservação nos Planos Diretores Municipal e de Turismo.

Tema	Plano Diretor Municipal 2015	Plano Diretor de Turismo 2017/2020
Plano de Manejo	Art. 303. O Poder Executivo Municipal em parceria com o setor empresarial e entidades competentes e interessadas, públicas ou privadas, deverá implantar atividades indutoras ao lazer e turismo: V. Criação de Plano de Manejo com regulamentação específica de restrições de usos para a utilização das Unidades de Conservação;	5. Ações Estratégicas 5.1- Normatizar a atividade turística municipal; 5.1.4 – Estimular a elaboração e aprovação do Plano de Manejo do MONA;
Turismo	Art. 7º. O Plano Diretor prevê estratégias de ação para consolidação de suas prioridades, a saber: I. Fomentar e controlar a já nascente tendência ao desenvolvimento do turismo, dando o suporte territorial necessário e fornecendo as bases para a elaboração de programas estratégicos ligados à formação de mão de obra e consolidação desse setor como atividade econômica.	4. OBJETIVOS: Com base no diagnóstico e prognóstico da oferta turística e tendo como referência as diretrizes, identificam-se quatro grandes objetivos a serem alcançados no decorrer da execução do Plano Diretor de Turismo: 4.1 Gestão eficiente da atividade turística 4.2 Recursos financeiros para o turismo 4.3 Oferta turística profissional 4.4 Fluxo turístico adequado
Meio Ambiente	Art. 5º. São objetivos do Plano Diretor: VI. Preservar, proteger e recuperar o meio ambiente e o patrimônio cultural, histórico, paisagístico, artístico e arquitetônico do Município.	3. DIRETRIZES 3.2 Conservação do meio ambiente Manutenção da atmosfera rural e estímulo a reconstrução do ambiente natural.

Fonte: São Bento do Sapucaí (2015/2017).

5.2.1.3. Lei Municipal nº 548/1987

Esta lei instituiu a região da tríplice formação rochosa como APA da Pedra do Baú. Apresenta medidas a serem aplicadas e possíveis convênios a serem celebrados a fim de evitar e ou impedir atividades que venham causar degradação da qualidade ambiental. Tais medidas visam impedir: a poluição dos mananciais, solo e ar; terraplanagem e abertura de estradas que venham alterar as condições ecológicas, principalmente na zona de vida silvestre; atividades que acelerem a erosão das terras e assoreamento dos corpos hídricos.

Com relação a proteção hídrica, mesmo a APA da Pedra do Baú sendo uma área pequena quando comparada ao MONA (4km a partir da base da Pedra do Baú formando um círculo), esta norma já era assegurada a proteção dos recursos hídricos.

5.2.1.4. Lei Municipal nº 1.377/2009

Esta lei instituiu a UC de Proteção Integral Monumento Natural Municipal da Pedra do Baú. Esta lei trata de importantes questões como as áreas particulares e o uso do solo e dos recursos naturais; implantação da UC; importância para o turismo local e desapropriações. Entretanto não se refere diretamente à preservação dos recursos hídricos. Ao ser criado o Monumento Municipal da Pedra do Baú, esta Lei não estabelece a delimitação para a UC, sendo, portanto, após a criação do Monumento Natural Estadual da Pedra do Baú em 2010, considerada como a mesma área estabelecida pelo Estado. A tabela 8 representa a Matriz Swot preparada a partir da Legislação Municipal.

Tabela 8: Matriz SWOT da Legislação Municipal.

FORÇAS	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none">-PDM: Caminhos para preservação ambiental e dos recursos hídricos através das políticas municipais.-PDT: Manutenção da atmosfera rural e o estímulo da construção do ambiente natural.-Lei 548/1987: Criação APA Pedra do Baú; Coíbe a degradação do meio ambiente; Preservação de mananciais.-Lei 1.377/2009: Implantação da UC de proteção integral	<ul style="list-style-type: none">-PDM: Turismo regado; Participação dos Conselhos de Meio Ambiente e Consultivo do MONA; Incentivo a criação do PM.-PDT: Turismo regado no MONA considerando a preservação; incentivo a criação do PM.-Lei 548/1987: Favorece medidas de preservação dos Recursos hídricos-Lei 1.377/2009: Trata questões de uso e ocupação do solo.
FRAQUESAS	AMEAÇAS
<ul style="list-style-type: none">-PDM: Falta maior ênfase na preservação de área de recarga e APP na ZP III.-PDT: Já fazem 3 anos do vencimento do primeiro plano.-Lei 548/1987: Poderia explorar mais a dimensão da área preservada.-Lei 1.377/2009: Não delimita a área da UC.	<ul style="list-style-type: none">-PDM: Não há menção à Zona de Amortecimento do MONA (ZP III);-PDT: O MONA é visto mais como atrativo para o turismo do que como UC; sem menção à Zona de Amortecimento.-Lei 548/1987: Acesso à lei, não se encontra online.-Lei 1.377/2009: Não menciona a preservação dos recursos hídricos.

Fonte: Autores (2023).

5.2.2. Normas da Esfera Estadual

Os levantamentos dos documentos na esfera estadual visam a identificação de quais atributos à preservação das águas estão sendo propostos para o MONA da Pedra do Baú.

5.2.2.1. Decreto nº 43.285/1998

Este Decreto institui a APA Sapucaí Mirim que engloba as cidades de São Bento do Sapucaí/SP e Santo Antônio do Pinhal/SP, objetiva a proteção da Serra da Mantiqueira, remanescentes de vegetação nativa e os recursos hídricos dos afluentes do rio Sapucaí.

O Decreto traz como obrigatoriedade a preservação e ou recuperação dos remanescentes da biota local e a proteção e ou recuperação dos rios e cursos d'água presentes na área da APA. Em sua implantação atenta às medidas previstas em legislação para evitar a degradação ambiental. Ainda propõe disciplinar diferentes atividades que possam causar poluição das águas, do solo e do ar; que ameacem extinguir espécies da fauna e flora; que sejam capazes de alterar as condições ecológicas do local.

Este documento apresenta como vedado o lançamento de efluentes líquidos sanitários ou industriais, sem o devido tratamento nos cursos d'água e os resíduos sólidos de qualquer natureza devem ser tratados e dispostos adequadamente, conforme legislação vigente. Tais ações também devem ser aplicadas em casos de regularização e novos parcelamentos de solo, evitando com isso a poluição de corpos hídricos.

Traz como obrigatoriedade a recomposição de APPs na zona rural e o manejo e utilização do solo agrícola devem ser compatíveis com a capacidade de uso do solo evitando erosões e contaminações dos cursos d'água pelo uso de agrotóxicos. O uso de irrigação deve seguir acordado com a legislação em vigor, devendo toda intervenção e ou utilização dos recursos hídricos ser consultados os órgãos competentes, informado ao Comitê de bacias hidrográficas e ao Conselho Gestor da UC.

5.2.2.2. Portaria Normativa FF/DE-258/2014

Esta portaria aprova o Plano Emergencial de Uso Público do MONA da Pedra do Baú e foi elaborada pela equipe da Fundação Florestal, Diretoria Litoral Norte, Gerência de Unidades de Conservação do Vale do Paraíba e Mantiqueira (GEVAP), apoiado pela equipe da Prefeitura da Estância Climática de São Bento do Sapucaí e pelo Conselho Gestor do MONA da Pedra do Baú. O documento possui a validade de 2 anos podendo prorrogar até o Plano de Manejo estar pronto, servindo como base para sua elaboração.

Sua principal finalidade é reger o acesso de turistas na UC, que vem aumentando de acordo com o tempo. Define para o turismo na área a adoção do documento da Federação de Montanhismo profissionalizando as atividades na região. A tríplice formação rochosa possui mais de trinta vias de escala de diferentes graus de dificuldade e está profissionalização visa trazer mais segurança aos usuários e a diminuição de possíveis impactos negativos na área.

O Plano Emergencial define os desafios conceituais do uso do solo dentro do MONA que precisam estar associados a sustentabilidade e promover a conservação ambiental do MONA Pedra do Baú: i) Quais usos tradicionais aplicados; Como a área é trabalhada o uso do solo; ii) Quais usos do solo são permitidos; Como unidade de proteção integral é permitido o uso indireto dos recursos naturais; iii) Como conciliar regras e uso atual e de que maneira o uso atual do solo pode ser agregado ao que rege a legislação mantendo a qualidade de vida e sustentabilidade alinhadas; iv) Qual caminho de transição uso atual e pretendido e de que forma transformar o atual uso do solo de acordo com a sustentabilidade e a conservação da área; v) Situações de desapropriação, caso a desapropriação venha a acontecer há de se atentar para a necessidade de um preparo para executar tal ação.

Entretanto, não é mencionado, diretamente, neste Plano Emergencial, a preservação dos Recursos Hídricos, visto ainda que, tais regulamentações propostas colaboram para a mesma.

5.2.2.3. Deliberação CONSEMA nº 26/2010

Na Deliberação nº 26/2010 do Conselho Estadual de Meio Ambiente (CONSEMA), favorável à criação da referida UC, encontra-se no artigo terceiro, a preservação dos recursos hídricos, como um dos objetivos do MONA Estadual da Pedra do Baú. A visão apresentada pelo referido documento é a garantia da segurança do ambiente natural e dos usuários no local.

5.2.2.4. Proposta de Criação do MONA Estadual da Pedra do Baú

Elaborada em 2010 pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente, Fundação Florestal e Prefeitura Municipal da Estância Climática de São Bento do Sapucaí, traz como formação da rede drenagem na área, os cursos d'água iniciais do Ribeirão do Paiol Grande, do Córrego do Monjolinho e do Ribeirão do Baú, ambos contribuintes do rio Sapucaí Mirim. Apresenta a área proposta que abrange as partes mais elevadas da serra do Baú e da serra do Coimbra, onde abriga diversas nascentes da bacia superior do rio Sapucaí Mirim.

Quanto ao uso e ocupação do solo, ao entorno podem variar bastante, no interior da delimitação proposta há ampla distribuição da cobertura vegetal natural, baixo índice de urbanização e de grandes propriedades. Ainda no entorno, onde as encostas começam a perder a declividade é ofertado maiores condições para atividades agropecuárias e urbanização.

Esta proposta apresenta em seus objetivos específicos a proteção dos recursos hídricos importantes para o abastecimento municipal.

5.2.2.5. Decreto nº 56.613/2010

Este Decreto cria o Monumento Natural Estadual da Pedra do Baú e apresenta como objetivos a proteção da biodiversidade, dos recursos hídricos e da paisagem local.

A análise das Leis Estaduais direcionadas ao MONA gerou a Matriz SWOT representada na tabela 9 a seguir.

Tabela 9: Matriz SWOT da Legislação Estadual.

FORÇAS	OPORTUNIDADES
<p>-Decreto 43.285/1998: Proteção da Serra da Mantiqueira, remanescentes de vegetação nativa e os recursos hídricos dos afluentes do rio Sapucaí.</p> <p>-Portaria Normativa FF/DE-258/2014: Profissionaliza as atividades turísticas; Base para elaboração do Plano de Manejo.</p> <p>-Deliberação CONSEMA nº 26/2010: Favorável à criação do MONA visando a segurança do ambiente natural e dos usuários; define a Gestão do MONA.</p> <p>-Proposta de Criação do MONA da Pedra do Baú: Criação da UC com objetivo de proteger recursos hídricos importantes para o abastecimento municipal;</p> <p>- Decreto nº 56.613/2010: Criação da UC de Proteção Integral; delega funções à gestão.</p>	<p>-Decreto 43.285/1998: propõe disciplinar diferentes atividades que possam causar poluição das águas, do solo e do ar;</p> <p>-Portaria Normativa FF/DE-258/2014: Define os desafios conceituais do uso e ocupação do solo dentro do MONA</p> <p>-Deliberação CONSEMA nº 26/2010: Proteção dos recursos hídricos nos objetivos.</p> <p>-Proposta de Criação do MONA da Pedra do Baú: A presença de nascentes, córregos, formação de bacias de drenagem como critério para delimitação do MONA.</p> <p>- Decreto nº 56.613/2010: Preservação do Recursos Hídricos como objetivo.</p>
FRAQUEZAS	AMEAÇAS
<p>-Decreto 43.285/1998: Não menciona o MONA como UC integrada à APA Sapucaí Mirim.</p> <p>-Portaria Normativa FF/DE-258/2014: Sem menção a preservação dos recursos hídricos.</p> <p>-Deliberação CONSEMA nº 26/2010: Texto muito simplificado à preservação.</p> <p>-Proposta de Criação do MONA da Pedra do Baú: Não menciona os cursos d'água no MONA; Preservação voltada ao abastecimento hídrico municipal</p> <p>-Decreto nº 56.613/2010: Não especifica sobre o uso e ocupação do solo voltados a preservação.</p>	<p>-Decreto 43.285/1998: A utilização do plano de Manejo da APA Sapucaí Mirim no MONA desestimula a criação do documento para a área.</p> <p>-Portaria Normativa FF/DE-258/2014: Documento elaborado para 2 anos ou até o PM do MONA estar pronto.</p> <p>-Deliberação CONSEMA nº 26/2010: Menção incompleta dos cursos d'água.</p> <p>-Proposta de Criação do MONA da Pedra do Baú: Não menciona a Zona de Amortecimento;</p> <p>-Decreto nº 56.613/2010: Menção incompleta dos cursos d'água; não menciona a Zona de Amortecimento.</p>

Fonte: Autores (2023).

5.2.3. Normas da Esfera Federal

Nestes documentos foram realizadas buscas por referências à preservação hídrica na área estudada e quais instrumentos federais podem ser aplicados para a efetiva preservação do MONA da Pedra do Baú, visto ainda, que há também a sobreposição de UCs federais.

5.2.3.1. Lei nº 9.097/1995

Inclui São Bento do Sapucaí na Área de Proteção Ambiental Serra da Mantiqueira (APASM) fazendo valer as regras de preservação contidas no Plano de Manejo que visam, em especial, propor a manutenção e recuperação ambiental dos recursos hídricos.

5.2.3.2 Portaria nº 351/2006

Institui o Mosaico Mantiqueira que forma o corredor ecológico na Serra do Mar que visa o estímulo da gestão integrada entre UCs para contribuição da preservação e conservação dos recursos naturais e o desenvolvimento sustentável. Após análises da legislação federal, foi gerada a matriz da tabela 10.

Tabela 10: Matriz SWOT da Legislação Federal

FORÇAS	OPORTUNIDADES
-Lei nº 9.097/1995: Inclusão na proteção da Serra da Mantiqueira	-Lei nº 9.097/1995: Propõe a manutenção e recuperação ambiental e dos recursos hídricos.
-Portaria nº 351/2006: Inclusão na proteção da Serra da Mantiqueira e da Serra do Mar	-Portaria nº 351/2006: Preservação dos recursos naturais e desenvolvimento sustentável.

FRAQUEZAS	AMEAÇAS
-Lei nº 9.097/1995: Sujeito ao PM da APASM para problemática local.	-Lei nº 9.097/1995: Não estimula a criação do plano de manejo do Mona
-Portaria nº 351/2006: Não menciona o MONA da Pedra do Baú no Mosaico	-Portaria nº 351/2006: Não atualização das UCs que compõem o Mosaico.

Fonte: Autores (2023).

5.3. Identificação do uso e cobertura do solo no interior do MONA Estadual da Pedra do Baú

É preciso atentar que a disponibilidade de água de uma bacia hidrográfica está diretamente relacionada às mudanças no uso e cobertura do solo (Garcia, Romeiro, 2019). Em especial, a falta do planejamento urbano em uma bacia hidrográfica pode prejudicar seriamente os recursos hídricos e o funcionamento dos ecossistemas (Jovino *et al.*, 2024). Segundo Da Fonseca *et al.*, 2024, o processo de deterioração da qualidade da água está ligado a vários fatores antrópicos, além da urbanização, como o aumento do escoamento superficial, presença de matéria orgânica, diminuição da vegetação, atividades agrícolas, atividades extrativistas, entre outros ligados ao uso e cobertura do solo.

De acordo com o Plano Emergencial, a cidade do MONA Estadual da Pedra do Baú apresenta os seguintes segmentos de uso do solo (Fundação Florestal, 2014):

- I. Vegetação nativa, a Floresta Ombrófila Densa (FOD), Floresta Ombrófila Mista (FOM) e Campos de Altitude;
- II. Vegetação de floresta plantada estão Pinus, Araucária e Eucalipto;
- III. A agricultura são culturas de milho, feijão, banana e outros;
- IV. Chácaras e Sítios de 2ª residência devido ao turismo crescente na área. Propriedades que às vezes possuem a Reserva Legal implementada em sua maioria por ações do Ministério Público;
- V. Áreas rurais em processo de urbanização e a presença de imóveis abaixo da fração mínima de parcelamento.

O uso e ocupação do solo na área do MONA é o resultado de um desenvolvimento originado do segmento privado, sem uma marcante interferência pública no traçado de diretrizes para um caminho sustentável. No sentido de gerar reflexões sobre o uso e cobertura do solo na área da UC, a Prefeitura e o Conselho Gestor do MONA, têm trabalho em conjunto a fim de mudar o cenário apresentado na área (Fundação Florestal, 2014).

O Plano Diretor Municipal ainda define os parâmetros para o uso e ocupação do solo na Zona de Preservação III (ZP III), como categorias de uso permitido, taxa de ocupação, áreas máximas construídas e de pavimentos, dimensão dos lotes, taxa de permeabilidade e recuos mínimos (São Bento do Sapucaí, 2015).

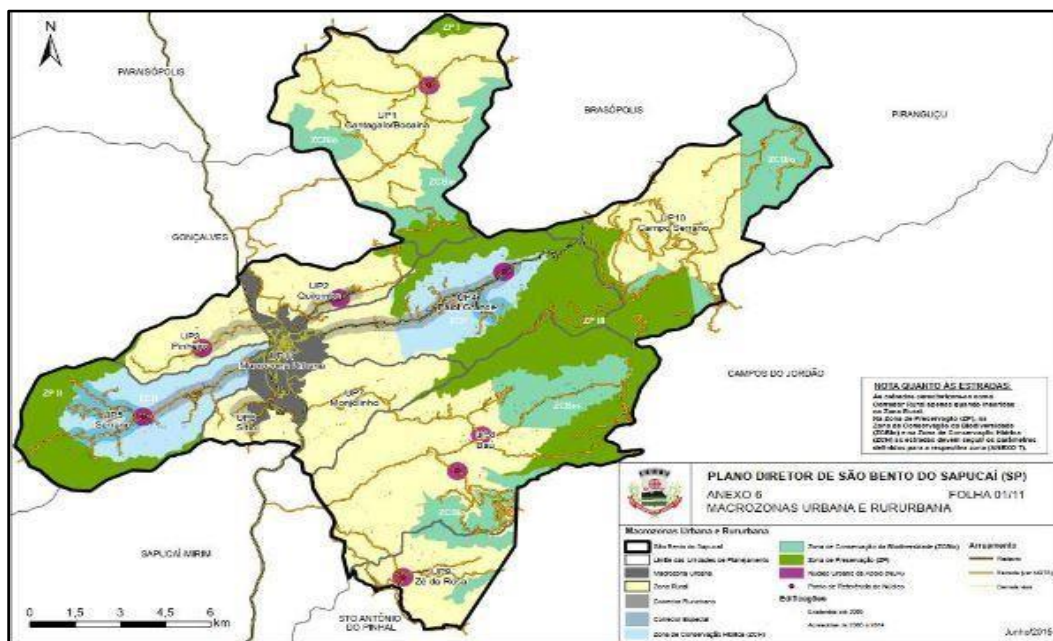
A ZP III são áreas de maior declive e com maior cobertura vegetal visando a preservação da fauna e flora, sendo vedado o parcelamento do solo para urbanização e a retirada da cobertura vegetal. Os imóveis existentes devem adotar o manejo florestal sustentável, os proprietários têm 2 anos para adaptar as regras da área e infraestruturas físicas podem ser mantidas desde que executem as boas práticas agronômicas. Ainda é vedado conversão de novas áreas para usos alternativos, salvo de utilidade pública e interesse social (São Bento do Sapucaí, 2015).

A diretrizes da ZP III são (São Bento do Sapucaí, 2015):

- I. A Pedra do Baú e seu entorno são o maior bem natural do município, devendo sua vista ser preservada, sem interferência de construções e outros alheios a paisagem natural;
- II. Na ZP III e seu entorno é proibido parcelamento do solo;
- III. É permitido o desmembramento de terras somente em casos de melhorias da infraestrutura do turismo.
- IV. É vedado o corte de árvores, salvo em casos de segurança;
- V. A circulação de veículos deve ser controlada;
- VI. Atividades agrícolas e agropecuárias preferencialmente sem uso de agrotóxicos;
- VII. A produção agrícola deve utilizar o sistema agroflorestal.

A Figura 12 representa o anexo 6, retirado do Plano Diretor Municipal 2015, descrevendo as Macrozonas Urbanas e Suburbanas contendo, entre outras, a ZP III que corresponde a área do MONA Estadual da Pedra do Baú.

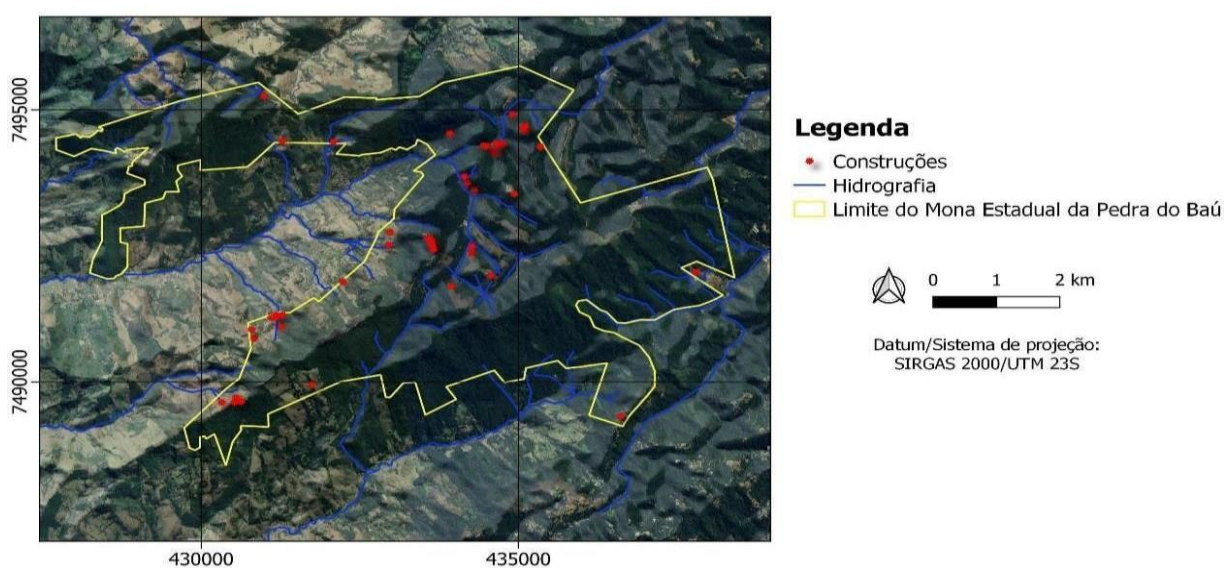
Figura 12: ZP III, área correspondente ao MONA Estadual da Pedra do Baú.



Fonte: São Bento do Sapucaí (2015).

Com a delimitação da área no *Google Earth*, foi possível verificar como parte do uso e ocupação do solo no seu interior, a presença de construções. Foram inseridos pontos para marcação, em 58 (cinquenta e oito) diferentes construções, sendo possível identificar pousadas, residências, residências de segunda instância, restaurantes, barracões e chalés. A partir de então, foi gerada no software QGis a Figura 13 com as construções encontradas no seu interior.

Figura 13: Mapa de construções encontradas no MONA Estadual da Pedra do Baú.



Fonte: Autores (2023).

As construções encontradas dentro da área do MONA Estadual da Pedra do Baú

apresentam características peculiares, como áreas circundadas por pastagens (algumas identificadas na visita de campo como apenas gramados e sem a presença de animais) sem a presença de vegetação, clareiras com baixa vegetação ou vegetação ausente, áreas circundadas por lavouras agrícolas como a banana e construções dentro de APPs de cursos d'água e de nascentes.

É possível observar a proximidade destas construções aos cursos d'água e nascentes, fator que pode acarretar o lançamento de efluentes na rede hídrica. Ainda, é observado que muitas das construções demarcadas, não possuem cobertura vegetal ao redor, tornando nítido os sinais de antropização, em especial, na vertente para o município onde estão localizados o ribeirão do Paiol Grande e o córrego do Monjolinho.

A classificação orientada a objeto da imagem do satélite *CBERS 4A* datada de 29 de maio de 2024, associado ao complemento OTB do QGIS resultou nas métricas apresentadas na matriz de confusão representada na tabela 11.

Tabela 11: Matriz de Confusão.

Índice <i>Kappa</i> = 0,8571		Verdade Terrestre				
		(1)	(2)	(3)	(4)	
Classificação	(1) Vegetação	19	0	0	0	19
	(2) Afloramento rochoso	0	5	1	0	6
	(3) Solo exposto	0	0	10	5	15
	(4) Pastagem	1	0	1	14	16
Total		20	5	12	19	56

Fonte: Autores (2024).

No total, foram destinadas 56 amostras para a validação do classificador, enquanto outras 129 amostras foram utilizadas no treinamento do modelo, que utilizou o algoritmo SVM. Colunas da matriz referem-se à verdade terrestre, enquanto as linhas representam a interpretação de imagens. Valores em negrito da diagonal principal da matriz correspondem ao número de pixels que foram corretamente classificados. O índice Kappa obtido foi de 0,8571, enquadrando a classificação como excelente, de acordo com a qualidade da classificação proposta por Landis e Koch (1977).

De acordo com os dados obtidos da classe de uso e cobertura do solo (tabela nº 12), a

Cobertura vegetal do MONA Estadual da Pedra do Baú se apresenta em 89,09% da área total. Os resultados obtidos ainda apontam as porcentagens dos segmentos de classe de uso e cobertura do solo como o afloramento rochoso, solo exposto e pastagens.

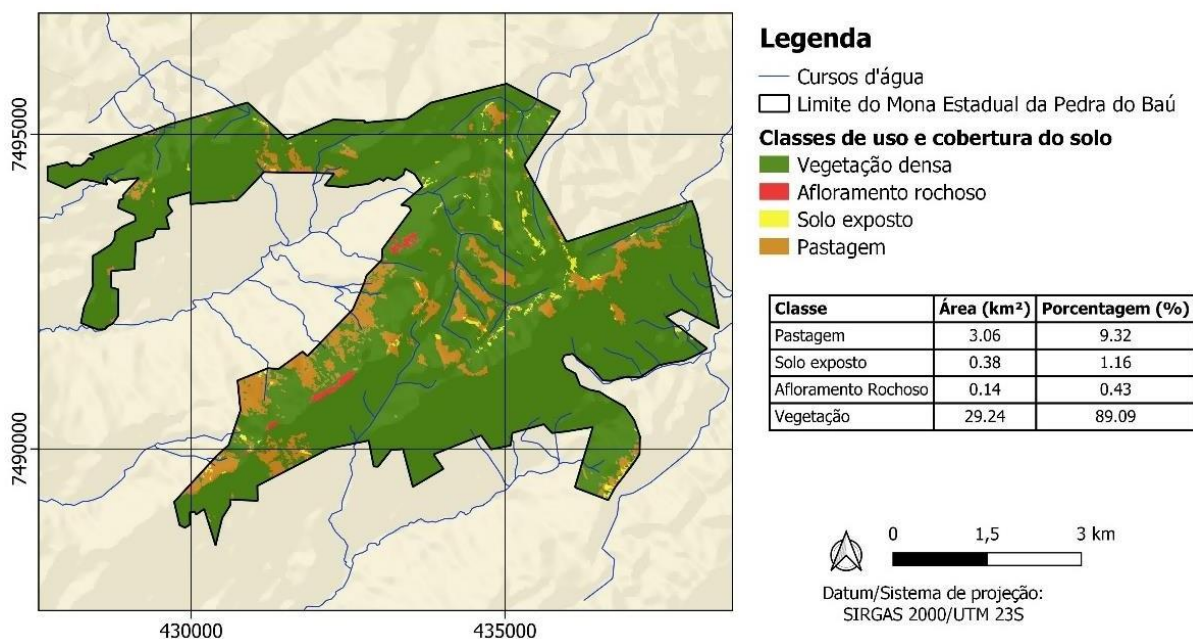
Tabela 12: Classe de uso e cobertura do solo no interior do MONA Estadual da Pedra do Baú.

Classe de uso e cobertura do solo	Área (km ²)	Porcentagem (%)
Vegetação	29,24	89,09
Afloramento Rochoso	0,14	0,43
Solo exposto	0,38	1,16
Pastagem	3,06	9,32

Fonte: Autores (2024).

Foi gerado, portanto, o mapa de uso e cobertura do solo (Figura14) demonstrando a Cobertura vegetal, pastagens, solo exposto e formações rochosas presentes no interior da UC.

Figura 14: Mapa de Uso e Cobertura do solo do Mona Estadual Pedra do Baú



Fonte: Autores (2024).

5.3.1. Turismo em Unidades de Conservação da Natureza

A fundação Florestal, em parceria com a Prefeitura Municipal e o Conselho Gestor do MONA, têm se empenhado na prática da conservação e preservação da área mediante a crescente visitação local e à demanda turística. Diferentes documentos e ações para ordenar e regulamentar o turismo no MONA Estadual da Pedra do Baú, têm sido criados ao longo do tempo e estão representados na Figura nº 15.

Figura 15: Ações e Documentos regulatórios do turismo no MONA Estadual da Pedra do Baú.



Fonte:

Autores (2024).

Como parte das ações está o seminário realizado em 2009 pela federação de Montanhismo do Estado de São Paulo intitulado “Montanhismo de Mínimo Impacto - Complexo do Baú”, que teve importante resultados como recomendações ao estilo de conquistas da paisagem local por praticantes de esportes radicais; evitar abertura de novas vias para não degradar a vegetação; manutenção da característica e comprometimento das vias de escaladas; evitar novas vias em locais saturados e a criação de um código de conduta compatibilizando a ética do esporte com as necessidades de conservação da biodiversidade nas paredes rochosas. Neste seminário foi criado a “Carta de São Bento do Sapucaí” dividida em três partes:

- i) Envolve as questões de acessibilidade e uso público no complexo rochoso.
- ii) Auto-regulamentação para escaladas no complexo rochoso.
- iii) Embasamento ético e técnico acordado com a União Internacional de Associações de Alpinismo (UIAA).

Com este seminário foi reforçado o comprometimento da comunidade de Montanhismo do estado de São Paulo com a conservação de locais de esporte de aventura, auto regulação das

atividades no complexo rochoso da Pedra do Baú, divulgação da atividade no país e aplicação de éticas e práticas de mínimo impacto, estando aliados a sustentabilidade (São Bento do Sapucaí, 2009).

A Portaria Normativa FF/DE-258, de 23 de setembro de 2014, aprovou o Plano Emergencial de Uso Público do Monumento Natural Estadual da Pedra do Baú, documento base para a elaboração do Plano de Manejo e que tem como finalidade estabelecer regras para utilização do complexo rochoso da Pedra do Baú quanto ao turismo e visitação. Para regulamentação da prática de esportes radicais esta Portaria adota o documento da Federação de Montanhismo do Estado de São Paulo como base para atividades a serem realizadas no complexo rochoso da Pedra do Baú (Fundação Florestal, 2014).

O Plano Diretor Municipal criado em 2015 apresenta como prioridade fomentar e controlar o turismo na região consolidando o setor como atividade econômica, sendo a política ambiental municipal articulada com agentes empreendedores do turismo. Desta forma o município passa a movimentar a economia, a auto regulação do turismo no complexo rochoso da Pedra do Baú e preservação ambiental (São Bento do Sapucaí, 2015).

O Plano Diretor de Turismo 2017/2020 propõe como objetivos a gestão eficiente da atividade turística; recursos financeiros para o turismo; oferta turística profissional e fluxo de turismo adequado no local. Este Plano tem a finalidade de reger o turismo na região tornando-o sustentável em união com a Prefeitura Municipal, sociedade civil e outros, para o planejamento, implementação e gestão do turismo local. Além de incentivar a criação do Plano de Manejo (São Bento do Sapucaí, 2017).

A fundação Florestal realizou um Estudo de Capacidade de Carga (ECC) no complexo rochoso da Pedra do Baú visando mapear as trilhas existentes e os atrativos turísticos apresentados pela área, com o intuito de avaliar a capacidade de carga do turismo e promover um memorial descritivo das trilhas e as intervenções locais necessárias. O ECC abrange três níveis de estudo, CCF - Capacidade de Carga Física (limite máximo de visitas em determinado tempo), CCR - Capacidade de Carga Real (limite máximo de visitas aplicado alguns fatores de correção) e CCE - Capacidade de Carga Efetiva (considera a capacidade de manejo e gestão). Este estudo trouxe como resultados a deficiência do controle à visitação, deficiência na segurança local, Capacidade de carga reduzida pela falta de manutenção e necessidade de melhorias no planejamento do turismo (Fundação Florestal, 2018).

A Portaria Normativa FF nº 301 de 12 de abril de 2019 que dispõe sobre a atividade de ascensão nas escadas Norte e Sul da Pedra do Baú, define o uso obrigatório de equipamentos de segurança e regulamenta a ascensão ao complexo rochoso pelos praticantes de escaladas no local

(Fundação Florestal, 2019).

O MONA Estadual da Pedra do Baú tem a sua visitação pública sujeita às regras e restrições contidas nas “Normas de Uso Público - Monumento Natural Estadual Pedra do Baú”, documento que define horários de funcionamento, regras para utilização, número máximo de pessoas, tempo de percurso dos destinos, equipamentos obrigatórios de segurança e outras informações para visitantes do complexo rochoso (Fundação Florestal, 2022).

5.4. Descrição da Cobertura Vegetal

De acordo com o inventário florestal do estado de São Paulo, a cidade do Monumento Natural Estadual da Pedra do Baú, a Estância Climática de São Bento do Sapucaí, possui de cobertura vegetal nativa 10.156ha, representando 40% de sua superfície total. A vegetação presente no município em estágio médio e avançado, corresponde a Floresta Ombrófila Mista (FOM), Floresta Ombrófila Densa (FOD) e a Floresta Estadual Semidecidual (FES) (Instituto Florestal, 2020).

A área do MONA Estadual da Pedra do Baú, de acordo com o Plano Emergencial, possui como vegetação nativa a Floresta Ombrófila Densa (FOD), Floresta Ombrófila Mista (FOM), Campos de Altitude e vegetação de floresta plantada de Pinus, Araucária e Eucalipto (Fundação Florestal, 2014). A Figura 16 mostra os Campos de altitude presentes na região da Bocaina e a Figura 17 demonstra as florestas plantas de Araucária e Pinus próximo a Cachoeira dos Toldi, ambas as vegetações dentro dos limites da UC.

Figura 16: Campos de altitude.



Fonte: Autores (2024).

Figura 17: Floresta plantada de araucária (à frente) e pinus (ao fundo).



Fonte: Autores (2024).

Segundo o Plano de Bacias da UGRH-1 Mantiqueira (2016), a área estudada possui remanescentes de vegetação natural do bioma Mata atlântica, a Floresta Ombrófila Mista (coníferas e araucárias), a Floresta Ombrófila Densa e a Floresta Estacional Semidecidual (ocorre entre zonas húmidas e um ambiente semiárido). A FOM representa o maior percentual na área do MONA Estadual da Pedra do Baú, em torno de 80%.

5.5. Identificação e classificação da cobertura vegetal no MONA Estadual da Pedra do Baú

5.5.1. Área de Preservação Permanente (APP) de nascentes: análise da cobertura vegetal no interior do MONA Estadual da Pedra do Baú

5.5.1.1. Nascentes preservadas

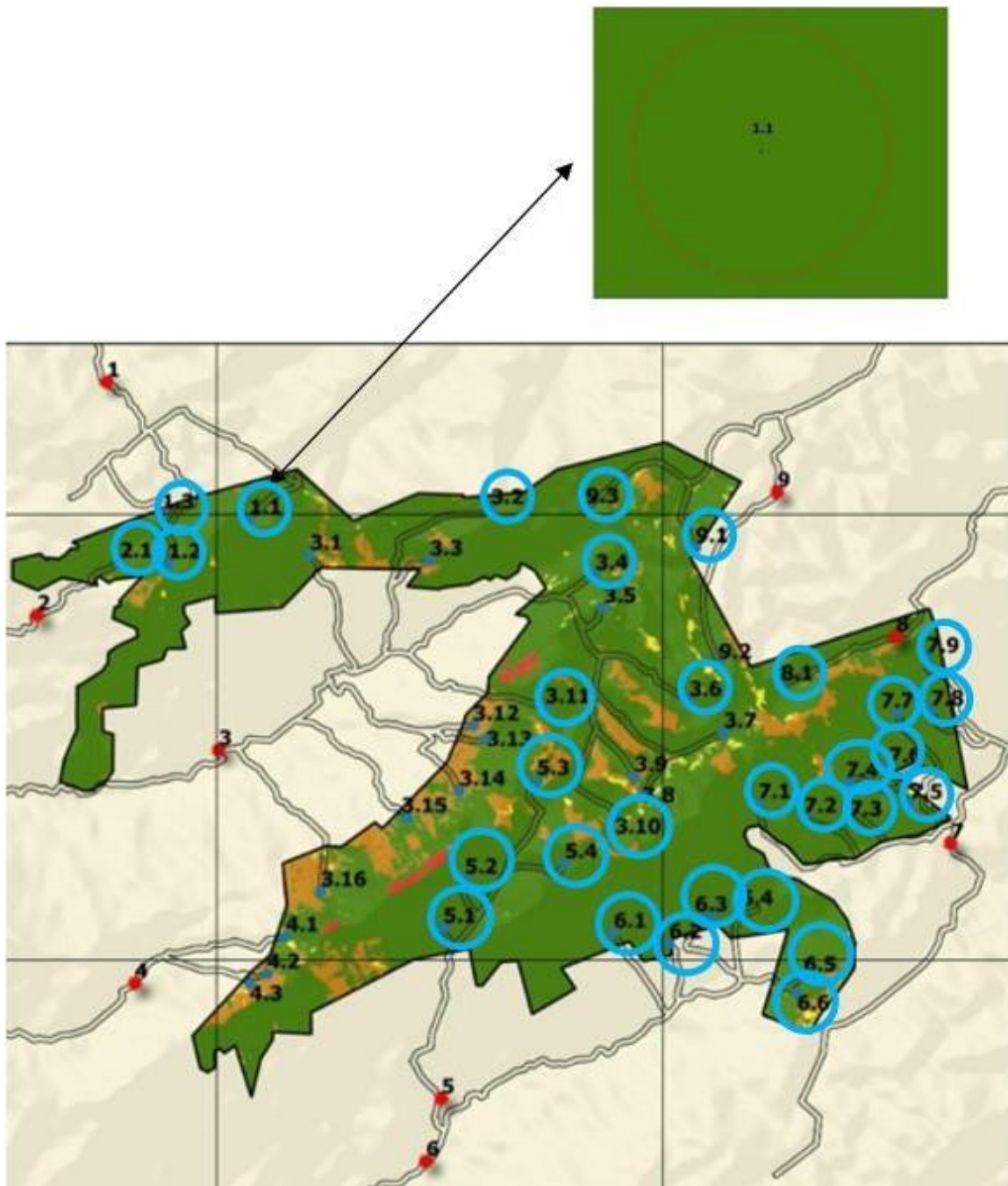
Para garantir e manter a qualidade e quantidade dos recursos hídricos é essencial a conservação da vegetação em torno das nascentes. Além de estabilizar o solo evitando assoreamentos dos cursos d'água, são capazes de assegurar a biodiversidade, o ecossistema local e a infiltração da água no solo (Silva *et al.*,2024).

A partir das definições acima, foi realizada a análise da cobertura vegetal nas APPs das nascentes presentes na área do MONA Estadual da Pedra do Baú, levando em consideração a cobertura vegetal existente, considerando “nascentes preservadas”, as que apresentam 100% de cobertura vegetal.

Dentro das limitações do MONA Estadual da Pedra do Baú, identificou-se 46 nascentes que foram analisadas pelas imagens do mapa de uso e ocupação do solo elaborado no software QGis. Após as delimitações das APPs no raio de 50m (círculo em vermelho na Figura) conforme o considerado pelo Código Florestal Brasileiro (Brasil, 2012), foi realizada a identificação da cobertura vegetal presente.

A Figura 18 representa um recorte do Mapa de APPs de cursos d'água com ligação ao MONA Estadual da Pedra do Baú indicando as nascentes consideradas preservadas, onde estão demarcadas as nascentes classificadas nesta ordem (em azul). A cor verde dentro do círculo em vermelho no mapa é a representação da presença de 100% de cobertura vegetal.

Figura 18: Recorte do Mapa de APPs de cursos d'água com ligação ao MONA Estadual da Pedra do Baú indicando as nascentes consideradas preservadas.



Fonte: Autores, 2024.

O quadro 1 representa as nascentes encontradas com 100% da cobertura vegetal e consideradas preservadas.

Quadro 1: Nascentes consideradas preservadas (100% de cobertura vegetal em APP).

CURSOS D'ÁGUA	NASCENTES PRESERVADAS
RIBEIRÃO DA BOCAINA	1.1, 1.2 e 1.3
CÓRREGO DO QUILOMBO	2.1
RIBEIRÃO DO PAIOL GRANDE	3.2, 3.4, 3.6, 3.7, 3.10 e 3.11
CÓRREGO DA PEDRA DO BAÚ	5.1, 5.2, 5.3 e 5.4
RIBEIRÃO DO BAÚ	6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 6.5 e 6.6
RIBEIRÃO DOS MARMELOS	7.1, 7.2, 7.3, 7.4, 7.5, 7.6, 7.7, 7.8 e 7.9
RIBEIRÃO DO CAMPO SERRANO	8.1
CÓRREGO DO CERCO OU CIRCO	9.1 e 9.3

Fonte: Autores (2024).

5.5.1.2. Nascentes consideradas com baixo grau de degradação

Considerando as definições de Silva *et al.*, 2024, sobre a importância da cobertura vegetal presente nas APPs das nascentes, para serem classificadas como “baixo grau de degradação”, levou-se em consideração a presença da cobertura vegetal de 50 a 99%.

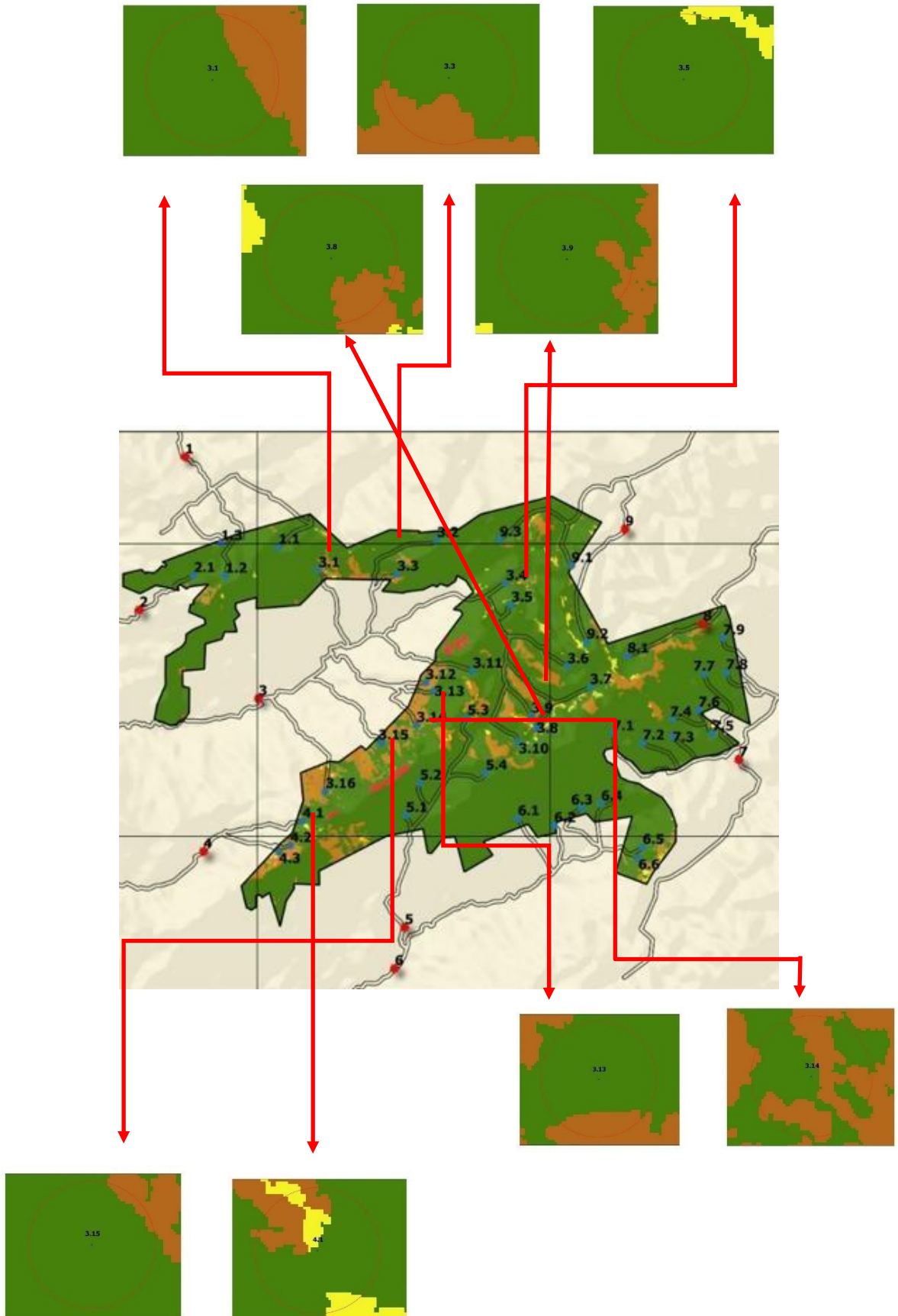
O quadro 2 representa as nascentes com cobertura vegetal entre 50 e 99% no raio de 50m considerados pelo Código Florestal Brasileiro como APP (Brasil, 2012). De acordo com a legenda do Mapa de APPs de cursos d'água com ligação ao MONA Estadual da Pedra do Baú (Figura 19), ao analisar o raio das nascentes (círculos em vermelho) foi encontrado como uso e cobertura do solo, pastagens (em marrom) e solo exposto (em amarelo) onde suas metragens e porcentagens estão representadas no quadro 2.

Quadro 2: Nascentes consideradas baixo grau de degradação (entre 50 e 90% de cobertura vegetal em APP).

CURSOS D'ÁGUA	NASCENTES BAIXO GRAU DE DEGRADAÇÃO
RIBEIRÃO DO PAIOL GRANDE	3.2, 3.4, 3.6, 3.7, 3.10 e 3.11
CÓRREGO DO MONJOLINHO	4.1

Fonte: Autores (2024).

Figura 19: Recorte do Mapa de APPs de cursos d'água com ligação ao MONA Estadual da Pedra do Baú indicando as nascentes consideradas baixo grau de degradação.



Fonte: Autores (2024).

5.5.1.3. Nascentes com alto grau de degradação

Ainda considerando as definições sobre a importância da cobertura vegetal descrita por Silva *et al.*, 2024, as nascentes com cobertura vegetal menor que 50%, foram classificadas como “alto grau de degradação” considerando o raio de APP de 50m definido pelo Código Florestal Brasileiro torna das nascentes (Brasil, 2012).

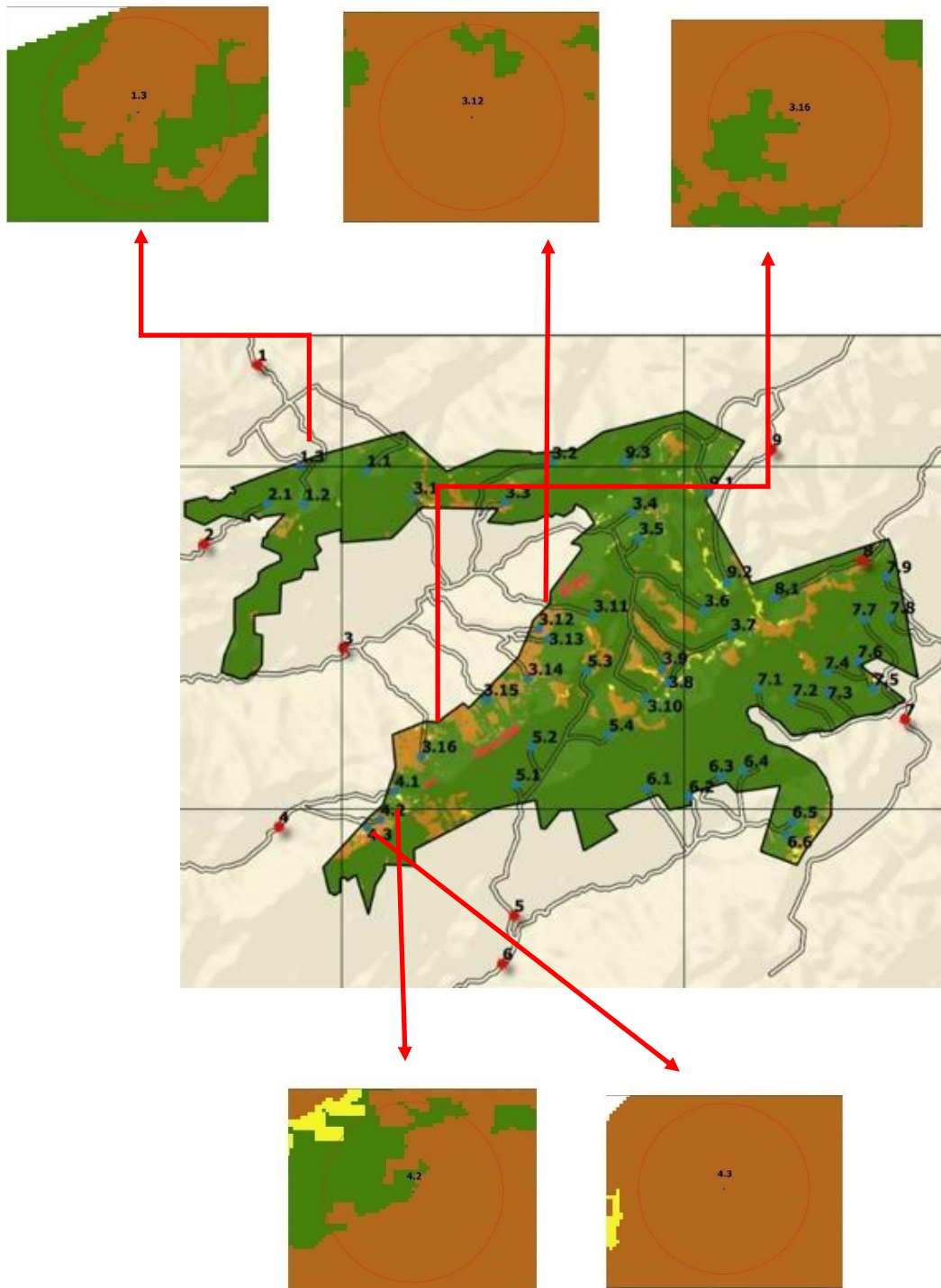
O quadro 3 representa as nascentes com cobertura vegetal entre 0 e 50% nas APPs de nascentes. E a Figura 20 representa um recorte do Mapa de APPs de cursos d’água com ligação ao MONA Estadual da Pedra do Baú indicando a localização das nascentes consideradas alto grau de degradação.

Quadro 3: Nascentes consideradas alto grau de degradação (entre 0 e 50% de cobertura vegetal em APP).

RIBEIRÃO DA BOCAINA	1.3
RIBEIRÃO DO PAIOL GRANDE	3.12 e 3.16
CÓRREGO DO MONJOLINHO	4.2 e 4.3

Fonte: Autores (2024).

Figura 20: Recorte do Mapa de APPs de cursos d’água com ligação ao MONA Estadual da Pedra do Baú indicando as nascentes consideradas alto grau de degradação.



Fonte: Autores, 2024.

De acordo com o mapa produzido da área, o quadro 4 apresenta o uso e cobertura do solo em torno das nascentes analisadas representado os dados em m² e porcentagem.

Quadro 4: Uso e cobertura do solo nas APPs das nascentes avaliadas.

NASCENTE	VEGETAÇÃO (m²)	SOLO EXPOSTO (m²)	PASTAGEM EM (m²)	VEGETAÇÃO (%)	SOLO EXPOSTO (%)	PASTAGEM (%)
nasc 1.1	7788,48	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
nasc 1.2	7778,03	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
nasc 1.3	3496,74	0,00	4281,95	44,95	0,00	55,05
nasc 2.1	7779,93	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
nasc 3.1	6240,67	0,00	1539,69	80,21	0,00	19,79
nasc 3.2	7790,69	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
nasc 3.3	6001,51	0,00	1769,36	77,23	0,00	22,77
nasc 3.4	7776,67	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
nasc 3.5	7713,28	77,62	0,00	99,00	1,00	0,00
nasc 3.6	7771,78	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
nasc 3.7	7800,39	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
nasc 3.8	6579,46	0,00	1220,48	84,35	0,00	15,65
nasc 3.9	7293,77	0,00	514,36	93,41	0,00	6,59
nasc 3.10	7789,06	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
nasc 3.11	7782,01	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
nasc 3.12	443,14	0,00	7337,59	5,70	0,00	94,30
nasc 3.13	6686,34	0,00	1118,87	85,67	0,00	14,33
nasc 3.14	4370,87	0,00	3418,26	56,11	0,00	43,89
nasc 3.15	7522,24	0,00	278,39	96,43	0,00	3,57
nasc 3.16	1451,23	0,00	6326,16	18,66	0,00	81,34
nasc 4.1	5487,45	866,44	1424,01	70,55	11,14	18,31
nasc 4.2	2203,17	3,13	5569,19	28,33	0,04	71,62
nasc 4.3	0,00	0,00	7774,87	0,00	0,00	100,00
nasc 5.1	7780,39	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
nasc 5.2	7777,62	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
nasc 5.3	7781,80	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
nasc 5.4	7794,87	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
nasc 6.1	7804,16	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
nasc 6.2	7780,39	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
nasc 6.3	7797,56	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
nasc 6.4	7775,40	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
nasc 6.5	7778,35	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
nasc 6.6	7756,59	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
nasc 7.1	7772,47	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
nasc 7.2	7777,95	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
nasc 7.3	7775,25	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
nasc 7.4	7779,82	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
nasc 7.5	7781,71	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
nasc 7.6	7790,61	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
nasc 7.7	7778,37	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
nasc 7.8	7803,92	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
nasc 7.9	7782,44	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00

nasc 8.1	7770,05	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
nasc 9.1	7780,41	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
nasc 9.2	7779,70	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
nasc 9.3	7770,11	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00

Fonte: Autores, 2024.

De acordo com o uso e ocupação do solo, a tabela 13 apresenta os resultados em APPs das nascentes inseridas no MONA Estadual da Pedra do Baú. Foram 46 nascentes localizadas no interior da UC e a análise levou em consideração o raio de 50m conforme o considerado pelo Código Florestal Brasileiro (Brasil 2012).

Tabela 13: Uso e cobertura do solo das APPs de nascentes presentes no Mona Estadual da Pedra do Baú.

Classe de uso e cobertura do solo	Área (m ²)	Porcentagem (%)
Vegetação	316.431,59	88,29
Solo exposto	910,40	0,25
Pastagem	41.045,35	11,45

Fonte: Autores (2024).

Após o termino das análises, utilizou-se a tabela 14 para demonstrar a situação geral da cobertura vegetal em área de APP nas nascentes presentes no MONA e a classificação que cada nascente recebeu considerando a porcentagem de cobertura vegetal, considerando as definições de Silva *et al.*, 2024 e Gomes *et al.*, 2005.

Tabela 14: Situação geral das nascentes dentro da UC em relação a cobertura vegetal das APPs.

Curso d'água	Nº nascentes	Alto grau de degradação	Baixo grau de degradação	Preservadas
Ribeirão da Bocaina	03	Não possui	Não possui	03
Córrego do Quilombo	01	Não possui	Não possui	01
Ribeirão do Paiol Grande	16	04	03	06
Córrego do Monjolinho	03	01	02	Não possui
Córrego da Pedra do Baú	04	Não possui	Não possui	04
Ribeirão do Baú	06	Não possui	Não possui	06
Ribeirão dos Marmelos	09	Não possui	Não possui	09
Ribeirão do Campo Serrano	01	Não possui	01	Não possui
Córrego do Cerco ou Circo	03	01	Não possui	02
TOTAL	46	07	06	33

Fonte: Autores (2024).

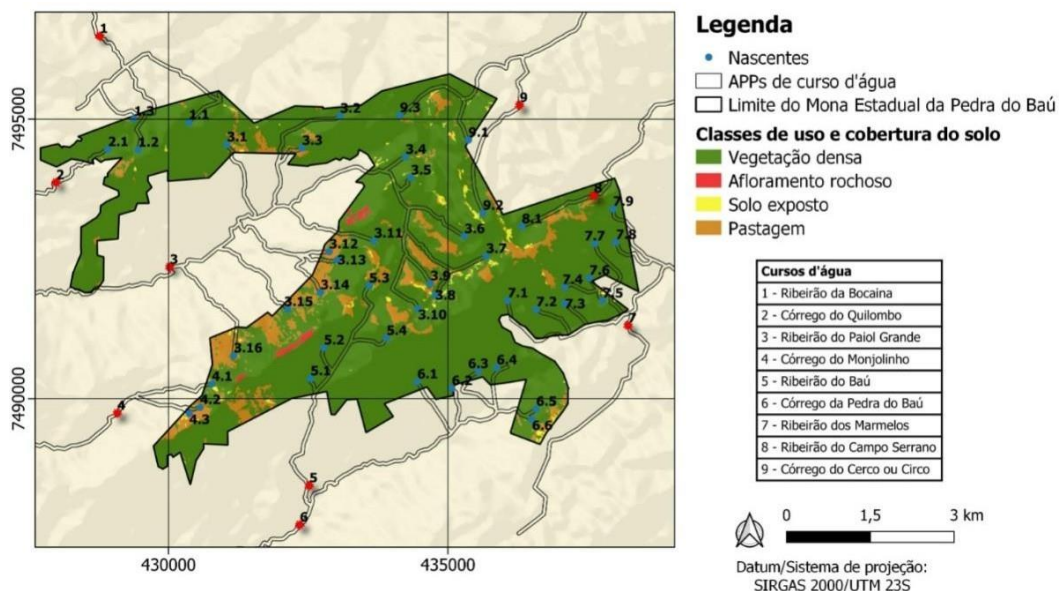
5.5.2 Área de Preservação Permanente (APP) de cursos d'água: análise da cobertura vegetal no interior do MONA Estadual da Pedra do Baú

Segundo Pastore, Ebling e Restello (2024), as zonas ripárias, onde ocorrem as matas ciliares (presentes nas APPs), são responsáveis pela integridade das bacias hidrográficas, sendo sua preservação indispensável para manter as funções de qualidade e quantidade da rede hidrológica.

A partir das nascentes, delimitou-se os 30m de APP em ambos os lados de todos os cursos d'água originados a partir das nascentes, conforme o recomendado pelo Código Florestal Brasileiro (Brasil, 2012), sendo o final desta delimitação nos limites da Estância Climática de São Bento do Sapucaí/SP ou no desague em outro curso dentro do município.

A Figura 21 representa a demarcação das APPs dos cursos d'água, considerando o mapa de uso e ocupação do solo.

Figura 21: Mapa e classificação do uso e cobertura do solo dentro dos limites do MONA Estadual da Pedra do Baú com a demarcação das APPs dos cursos d'água.



Fonte: Autores (2024).

A partir da análise das APPs dos cursos d'água no Mapa acima, é possível verificar o uso e ocupação do solo nestas áreas em cada curso d'água nos trechos localizados dentro do MONA

Estadual da Pedra do Baú, destacando os cursos que apresentam uso e ocupação do solo considerando a presença da cobertura vegetal:

- i. Ribeirão da Bocaina: O curso que segue da nascente 1.3 apresenta como uso e ocupação do solo, pastagens em APP na divisa da UC estudada.
- ii. Córrego do Quilombo: Dentro da UC a cobertura vegetal se encontra 100% presente como uso e cobertura do solo a partir da única nascente deste curso que está presente dentro dos limites do MONA Estadual da Pedra do Baú.
- iii. Ribeirão do Paiol Grande: Este curso d'água possui o maior número de nascentes localizadas dentro do MONA Estadual da Pedra do Baú e é o curso de captação para abastecimento urbano no município. O uso e cobertura do solo indicam solo exposto e pastagens compondo parte das APPs, sendo a vertente do município com as APPs mais atingidas, possuindo menor cobertura vegetal.
- iv. Córrego do Monjolinho: também na vertente do município, possuem três nascentes dentro dos limites do Mona e a APP está também acometida pelo solo exposto e pastagens presentes.
- v. Córrego da Pedra do Baú: Este curso apresenta APPs ótimas, com 100% de cobertura vegetal.
- vi. Ribeirão do Baú: os cursos d'água que saem das seis nascentes deste ribeirão e que se encontram dentro dos limites do MONA Estadual da Pedra do Baú, apresentam 100% de cobertura vegetal nas APPs.
- vii. Ribeirão dos Marmelos: Este ribeirão nasce fora da área da UC e, à medida que se aproxima da delimitação do município e do MONA Estadual da Pedra do Baú, nove nascentes fluem de dentro da área estudada para o curso principal. Parte da APP destas nove nascentes, dentro das limitações da UC apresenta-se com solo exposto e

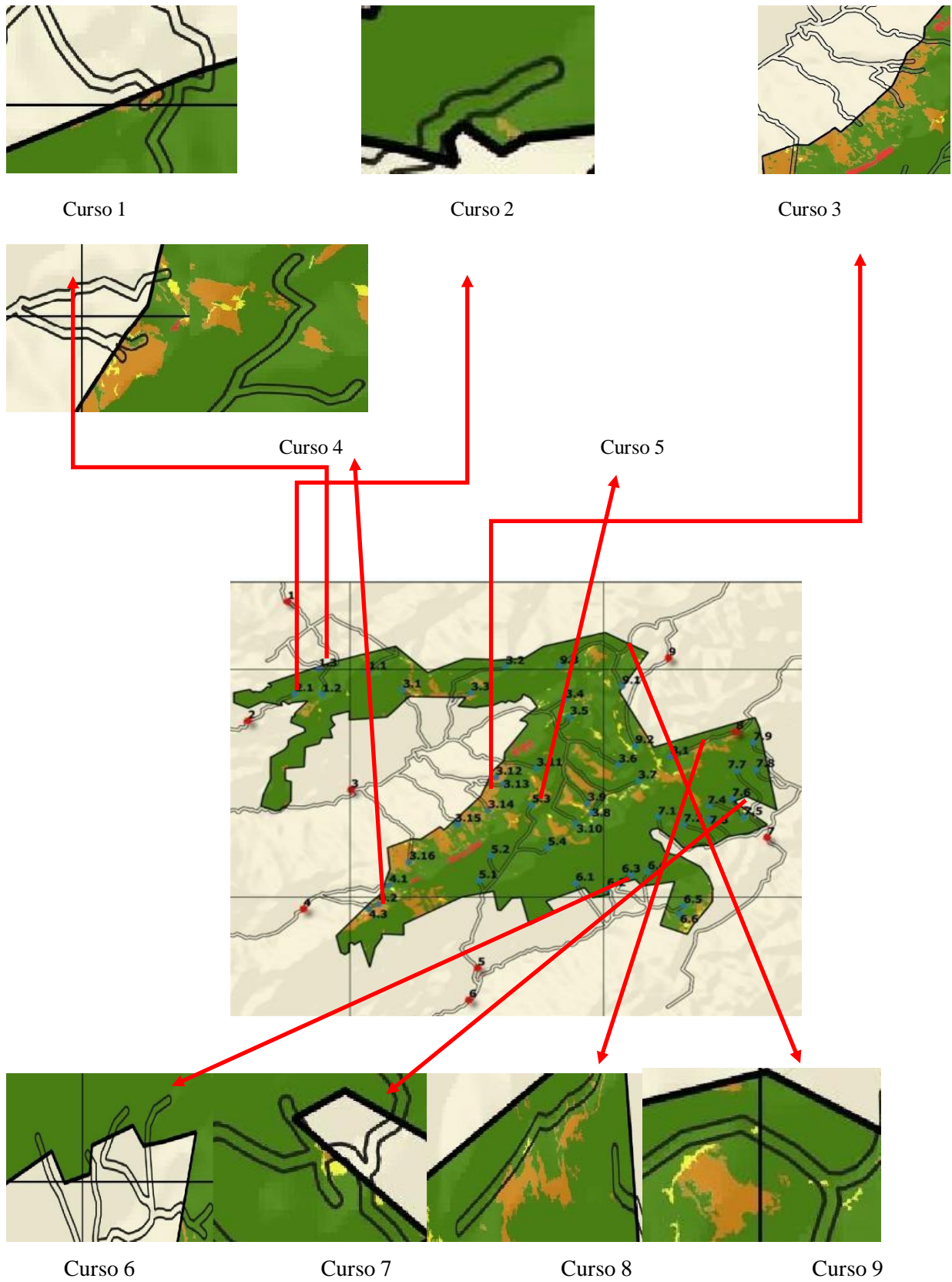
pastagem onde deveria ocorrer a cobertura vegetal presente.

- viii. Ribeirão do Campo Serrano: Com única nascente dentro da área de estudo, também possui em APP do curso d'água, pastagens e solo exposto como uso e ocupação do solo. De acordo com a visita em campo, esta pastagem identificada é na verdade, parte do gramado de uma pousada/restaurante, não sendo utilizada para pastagens de animais.
- ix. Córrego do Cerco ou Circo: Com três nascentes dentro das limitações do MONA Estadual da Pedra do Baú, a APP do curso a partir da nascente 9.3 apresenta uma pequena fração de solo exposto como uso e ocupação do solo.

A Figura 22 representa o recorte do Mapa de APPs de cursos d'água com ligação ao MONA Estadual da Pedra do Baú indicando o uso e cobertura do solo presentes nestas zonas de acordo com a análise de cada curso descrita acima.

Foram 46 nascentes identificadas na área de estudo e conseqüentemente apresentam partes dos cursos d'água, localizadas no interior da UC. A análise da cobertura vegetal em APPs destes cursos, levou em consideração, o raio de 30m de ambos os lados conforme o considerado pelo Código Florestal Brasileiro (Brasil 2012).

Figura 22: Recorte do Mapa de APPs de cursos d'água com ligação ao MONA Estadual da Pedra do Baú indicando o uso e cobertura do solo.



Fonte: Autores, 2024.

De acordo com o mapa de uso e ocupação do solo, a tabela 15 apresenta os resultados em APPs dos cursos d'água inseridos no MONA Estadual da Pedra do Baú.

Tabela 15: Uso e cobertura do solo nas APPs dos cursos d'água presentes na UC.

Classe de uso e cobertura do solo	Área (m²)	Porcentagem (%)
Vegetação	1.760.970,32	93,56
Solo exposto	11.354,35	0,60
Pastagem	109.877,45	5,84

Fonte: Autores (2024).

As análises de APPs de nascentes e cursos d'água levam em consideração o Código de Defesa Florestal, entretanto, vale ressaltar que, no estado de São Paulo a lei 15.684/2011 define outras metragens para preservação de área de APP em caso de PRA (Programa de Regularização Ambiental) de imóveis rurais, levando em consideração o módulo fiscal. De acordo com o tamanho do módulo é definido a metragem de mata ciliar a ser recomposta (São Paulo, 2011). Neste caso há uma maior restrição para recomposição de APP em metragens que diferem do exigido pelo Código Florestal 2012.

5.6. Descrição da rede hídrica

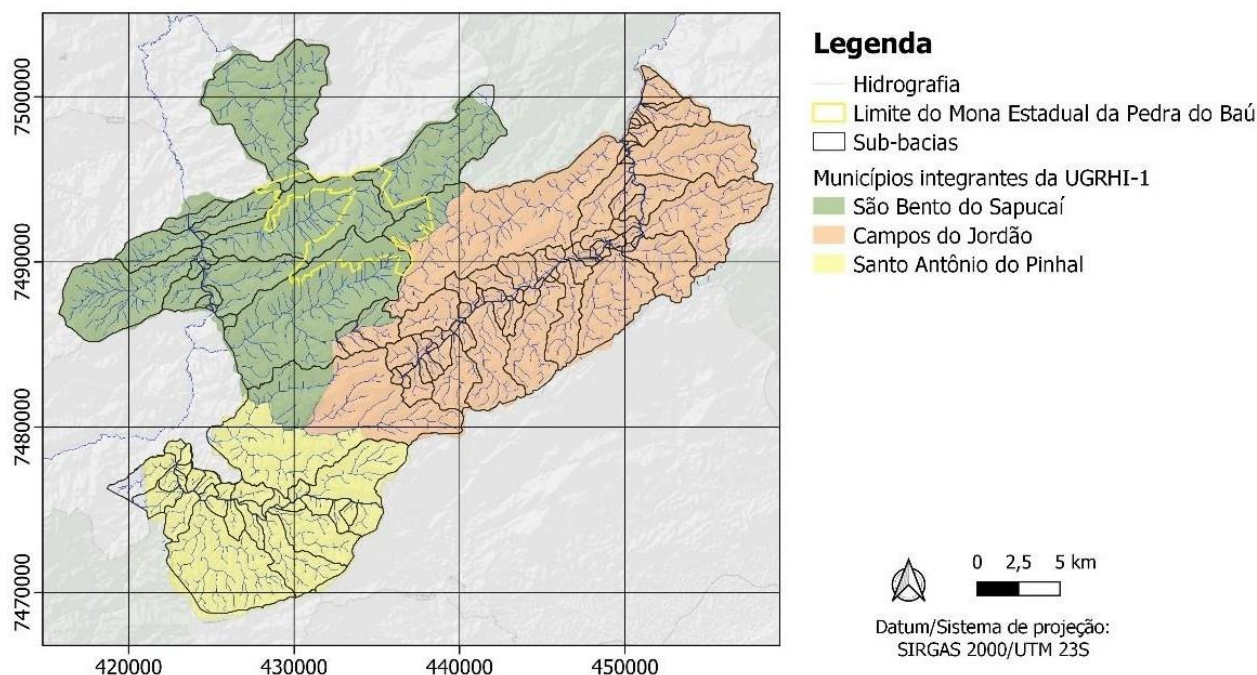
No Estado de São Paulo, pela Lei nº 9.034/1994, depois revogada pela Lei nº 16.337/2014, passou a ser instituídas 22 (vinte e duas) Unidades Hidrográficas de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI), na qual a Bacia Hidrográfica da Serra da Mantiqueira representa a unidade 01 (UGRHI-1 Mantiqueira) (São Paulo, 1994; São Paulo, 2014; Starszinsk, Simões, 2015). Segundo Rodrigues (2016), a gestão dos recursos hídricos da região estudada deve acordar com o Plano de bacias para a UGRHI-1 Mantiqueira e deve considerar as diretrizes prescritas pelo Comitê das bacias hidrográficas da Serra da Mantiqueira (CBH-SM).

A UGRHI-1 Mantiqueira é composta pelos municípios de São Bento do Sapucaí, Santo Antonio do Pinhal e Campos do Jordão. A cidade do MONA Estadual da Pedra do baú, possui dez divisões de sub-bacias, sendo, a sub-bacia do Campos Serrano e a sub-bacia Campista e Marmelos, dissecadas para Campos do Jordão como afluentes do rio Sapucaí Guaçu. A sub-bacia da Bocaina é dissecada no sentido de Minas Gerais sendo afluente do rio Sapucaí Mirim. As sub-

bacias Paiol Grande, Baú e Barrados, Paiol Velho e Melos, Monjolinho, Quilombo, Serrano e Esgoto vertem para o Município, também como afluentes do rio Sapucaí Mirim. Sete destas dez sub-bacias estão ligadas diretamente ao MONA Estadual da Pedra do Baú: Campos Serrano; Bocaina, Quilombo, Paiol Grande, Monjolinho, Baú e Barrados, Campista e Marmelos (UGRHI-1 Mantiqueira, 2022).

Nestas sete sub-bacias estão presentes nove diferentes cursos d'água que possuem suas nascentes ligadas ao MONA. São classificados, de acordo com a Resolução CONAMA nº 351 como Classe 1 devido ao despejo de águas residuais de origem residencial e ou animal. Das sub-bacias de São Bento do Sapucaí destaca-se a importância da sub-bacia Baú e Barrados, tida como fator essencial de drenagem para a dissecação do Planalto de Campos do Jordão, onde o ribeirão do Baú é tido como um dos principais afluentes do rio Sapucaí Mirim (Aranha, 2011; Aranha; Ferreira, 2020). Na Figura 23 é demonstrada a UGRH-1 Mantiqueira composta pelas três cidades circunvizinhas.

Figura 23: Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos Mantiqueira (UGRH-1 Mantiqueira).



Fonte: UGRHI-1 Mantiqueira (2022)

O MONA da Pedra do Baú está presente na escarpa erosiva do planalto de Campos do Jordão, portanto, torna-se um divisor de águas na região. A primeira vertente, no setor do Alto Sapucaí com afluentes para o rio Sapucaí-Guaçu, possui a paisagem típica dos altos campos e está presente em apenas 10% do município de São Bento do Sapucaí. A segunda vertente, voltada

ao rio Sapucaí-Mirim, com o relevo mais dissecado, composto por vales e declividades de maiores elevações, está presente em 90% na cidade do Município (Aranha, 2011, Aranha; Ferreira 2020; UGRH-1 Mantiqueira, 2022).

A UGRH-1 Mantiqueira está dividida em 2 sub-bacias, a do rio Sapucaí-Mirim com 386,85 km² correspondendo a 57,21% da área e a sub-bacia do rio Sapucaí-Guaçu com 289,27 km² representando 42,79% do total (UGRH-1 Mantiqueira, 2022).

A projeção do balanço hídrico, no quesito, demanda versus disponibilidade para a UGRH-1 Mantiqueira, nos anos de 2016 a 2019 é tido como confortável, podendo ocorrer a necessidade de gerenciamento de problemas, de natureza local ou de abastecimento. Nos anos de 2023 a 2027, a projeção muda e se torna preocupante, sendo indispensável o gerenciamento com exigências de investimentos médios na região (UGRH-1 Mantiqueira, 2022).

Dentro da UGRH-1 Mantiqueira, a Estância Climática de São Bento do Sapucaí possui 61,1% da população total atendida pelo abastecimento público e sendo necessário a utilização de fontes alternativas. A UGRH-1 Mantiqueira possui 61,7 do total da população atendida pelo abastecimento público e, toda a UGRH-1 Mantiqueira, não somente São Bento do Sapucaí, necessita destas mesmas fontes alternativas. A UGRH-1 Mantiqueira possui 190 cadastros de fontes alternativas que captam a água em minas, poços, poços tubulares, com lançamento de efluentes em cursos d'água, fossas, ETE ou coleta pela empresa de saneamento do estado. As fontes alternativas correspondem aos usos rural, condomínio, urbano, soluções alternativas, irrigação, uso comunitário e loteador. Ainda, o cadastro de outorgas do Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE) possui 20 usuários como soluções alternativas com uma vazão total de 77,89m³ (UGRH-1 Mantiqueira, 2016).

Com relação à atualização do Plano de bacias do ano de 2021 as outorgas por finalidades de uso na UGRH-1 Mantiqueira são para o abastecimento público, uso rural, soluções alternativas e Indústria, sendo este último ausente em São Bento do Sapucaí/SP (UGRH-1 Mantiqueira, 2021).

O balanço hídrico é importante para determinar a disponibilidade de água na UGRH-1 Mantiqueira e para a Estância Climática de São Bento de Sapucaí, a situação é tida como confortável, sendo necessário preservar os mananciais. O município ainda apresenta o menor índice de perda em relação a captação e distribuição de água (UGRH-1 Mantiqueira, 2021)

Por fim, o Plano de bacias ainda traz como meta a criação da Política Municipal de Recursos Hídricos com o intuito de incentivar os Municípios que compõem a Unidade de Gerenciamento, a apresentarem diretrizes para a preservação e recuperação dos recursos hídricos (UGRH-1 Mantiqueira).

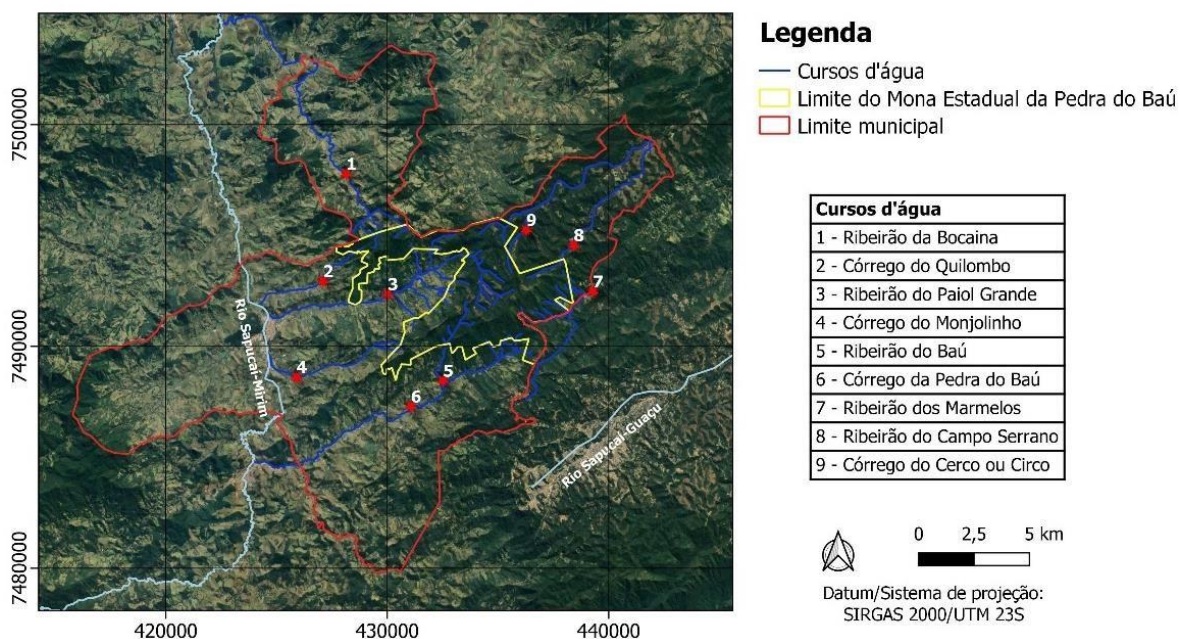
5.7. Identificação dos cursos d'água e da rede fluvial com ligação ao MONA Estadual da Pedra do Baú

Dos doze cursos d'água presentes no município, foram identificados oito deles que possuem relação direta com o MONA Estadual da Pedra do Baú. O ribeirão dos Marmelos nasce fora da área da UC, mas, ao se aproximar dos limites do município, sete nascentes estão presentes na área estuda e contribuem para sua vazão. Estes cursos com ligação ao ONA Estadual da Pedra do Baú estão representados na Figura 24. Como divisor de águas, a UC remete a rede fluvial em três direções distintas:

- i) O ribeirão da Bocaina (1) verte no sentido de Minas Gerais e é afluente do rio Sapucaí Mirim.
- ii) Os cursos d'água córrego do Quilombo (2), ribeirão do Paiol Grande (3), córrego do Monjolinho (4), córrego da Pedra do Baú (5) e ribeirão do Baú (6), vertem para a Estância Climática de São Bento do Sapucaí sendo também afluentes do rio Sapucaí Mirim.
- iii) Os Cursos d'água ribeirão dos Marmelos (7), ribeirão do Campo Serrano (8) e córrego do Cerco ou Circo (9), vertem no sentido à cidade de Campos do Jordão, sendo afluentes do rio Sapucaí Guaçu.

De acordo com a Deliberação 357 de 17 de março 2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), as águas destinadas à preservação dos ambientes aquáticos em UCs de proteção integral são classificadas como classe especial. No MONA Pedra do Baú, de acordo com o artigo 32, sua classificação cai de especial para classe 1 devido à presença do lançamento de efluentes domésticos, agropecuários e outros pela ação antrópica da área (Brasil, 2005).

Figura 24: Mapa da rede de drenagem com ligação ao MONA Estadual da Pedra do Baú.



Fonte: Autores (2024).

5.7.1. Documentos analisados para identificação dos cursos d'água presentes no MONA Estadual da Pedra do Baú

5.7.1.1. Deliberação CONSEMA nº 26/2010 e Decreto nº 56.613/2010

Nestes são listados os cursos d'água que são referências para a delimitação da área da UC, citando somente 06 nomes de 09 cursos que possuem ligação direta com o MONA da Pedra do Baú. São eles: Ribeirão dos Marmelos, Ribeirão do Baú, Ribeirão do Paiol Grande, Córrego do Cerco ou do Circo, Córrego do Monjolinho e Córrego do Quilombo.

5.7.1.2. Mapas do Instituto de Cartografia e Geografia de São Paulo (IGC/SP)

No mapa disponível foi possível o levantamento da rede fluvial, englobando ainda, o rio Sapucaí Guaçu em Campos do Jordão, para o qual fluem três dos nove cursos d'água presentes na área. Este mapa apresenta também a rede fluvial da região sem a nomeação dos cursos d'água e não apresenta a delimitação da UC estudada, mas possibilita a conferência da rede fluvial presente na região do MONA Estadual da Pedra do Baú.

5.7.1.3. Mapas da UGRHI -1 Mantiqueira

Foram analisados dois dos mapas contidos nos anexos do Plano de Gerenciamento de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica da Serra da Mantiqueira, projeto proposto pelo Comitê das bacias hidrográficas da Serra da Mantiqueira (CBH-SM) contidos em seu website. O mapa do anexo nº 01 apresenta a rede fluvial de drenagem da Bacia e o mapa do anexo nº 11 além da rede fluvial, apresenta também a delimitação do MONA Estadual da Pedra do Baú, sendo, portanto, possível a identificação dos cursos d'água com ligação direta à UC. Estes mapas também trazem a denominação dos mesmos cursos do Memorial Descritivo, exceto o Córrego do Monjolinho e é acrescido do Ribeirão do Campos Serrano.

5.7.1.4. Figura 05 - Hiruma; Teixeira, 2013

Na revisão de literatura, no Artigo “Pedra do Baú, São Bento do Sapucaí/SP-Imponente Paisagem e Registro de Eventos Tectônicos e Denudacionais Pós-ruptura Continental” de Hiruma, Teixeira (2013), na página 06, Figura nº 05: “Contextos Geológicos da Região da Pedra do Baú”, foi possível a identificação completa da nomenclatura dos cursos d'água identificados com ligação direta à área estudada. A Figura também não apresenta a delimitação da UC, mas possibilitou identificar os nomes dos cursos que ainda não haviam sido encontrados, o Córrego da Pedra do Baú e o Ribeirão da Bocaina.

5.7.1.5. Catálogo de Metadados da ANA

Para finalizar, foi analisado o mapa da rede fluvial disponibilizado no Catálogo de Metadados da Agência Nacional das Águas (ANA), presentes no seu website. Após comparação, verificou-se que este arquivo foi o mesmo utilizado pelo CBH-Mantiqueira no “Plano de Bacia da UGRHI-1 – Serra da Mantiqueira”. Rel. 812/15 – Dezembro/2015, portanto, o mapa contido no anexo deste plano, nº 11-Unidades de Conservação, foi estabelecido como proposta final para a identificação da rede hídrica devido apresentar a delimitação do MONA estadual da Pedra do Baú, tornando possível a definição dos cursos d'água com ligação à área de estudo.

A tabela 16 a seguir apresenta as sub-bacias do Município com os cursos d'água identificados no estudo, levando em consideração a Proposta de Criação, os mapas da UGRHI-1 Mantiqueira e o artigo de Hiruma e Teixeira (2013).

Tabela 16: Cursos d'água presentes nas sub-bacias e com ligação ao MONA Estadual da Pedra do Baú.

Sub-bacias	Cursos d'água	Ligação c/ MONA
Bocaina	Ribeirão da Bocaina	Sim
Campos Serrano	Córrego do cerco ou circo	Sim
	Ribeirão do Campo Serrano	Sim
Campista e Marmelos	Ribeirão dos Marmelos	Sim
Paiol Grande	Ribeirão do Paiol Grande	Sim
Baú e Barrados	Ribeirão dos Barrados	Não
	Ribeirão do Baú	Sim
	Córrego da Pedra do Baú	Sim
Paiol Velho e Melos	Ribeirão do Paiol Velho	Não
	Ribeirão dos Melos	Não
Monjolinho	Córrego do Monjolinho	Sim
Quilombo	Córrego do Quilombo	Sim
Serrano	Ribeirão dos Serranos	Não
Esgoto	Não possui Cursos d'água	Não se aplica

Fonte: Autores (2023).

5.8. Resultados e discussões das análises da água

5.8.1. Análises microbiológicas

Os *Coliformes totais* podem sobreviver em ambientes aeróbicos e anaeróbicos e podem ser encontrados na microbiota intestinal de humanos e de animais, sendo a *Escherichia coli*, a principal indicadora de contaminação fecal humana (França *et al.*, 2021). Os resultados encontrados das análises microbiológicas estão na tabela 17:

Tabela 17: Resultados das análises microbiológicas.

Ponto	<i>Coliformes totais</i> x 10 (NMP/100 ml)	<i>E. coli</i> x 10 (NMP/100 ml)
1.1	488,4	69,7
1.2	> 2.419,2	816,4
4.1	47,1	2,0
4.2	195,6	13,5
8.1	13,4	0
8.2	195,6	59,1

Fonte: Autores (2024).

A Figura 25 demonstra os resultados positivos para *Coliforme totais* através da leitura macroscópica da coloração, sendo definida pela presença da cor amarela.

Figura 25: Resultado da análise microbiológica para *Coliformes totais*.



Fonte: Autores (2024).

A Figura 26 demonstra os resultados positivos para *E. coli* através da leitura macroscópica da fluorescência com ajuda de uma luz ultravioleta, sendo definida pela fluorescência apresentada nas cartelas de amostras.

Figura 26: Resultado da análise microbiológica para *E. coli*.



Fonte: Autores (2024).

Segundo a Portaria nº 888, de 4 de maio de 2021 do Ministério da Saúde, regulamentadoras das características físico-químicas e microbiológicas, a água para o consumo humano deve ter a ausência de *E. coli* e *Coliformes totais* em 100 ml (Brasil, 2021).

Para a balneabilidade (recreação) das águas, segundo a Resolução do CONAMA nº 274 de 29 de novembro de 2000, para que as águas sejam consideradas próprias à balneabilidade a tabela 18 mostra a subdivisão nas diferentes categorias. Um dos critérios para que as águas sejam consideradas impróprias para a recreação no Brasil, seria o valor obtido na amostragem microbiológica superior a 2.500 Coliformes fecais ou 2.000 *Escherichia coli* em 100 ml (Brasil, 2000) (Tabela 18).

Tabela 18: Classificação de balneabilidade.

Classificação	<i>Coliformes totais</i>/100ml	<i>E. coli</i>/100ml
Excelente	250	200
Muito boa	500	400
Satisfatória	1.000	800
Imprópria	>2.000 (fecais)	2.000

Fonte: Autores (2024).

RIBEIRÃO DA BOCAINA (Pontos 1.1 e 1.2): No ponto 1.1 o valor de *Coliformes totais* é alto, $488,4 \times 10$ (NMP/100ml) considerado impróprio à balneabilidade ultrapassando os limites exigidos pela legislação. Lembrando que este ponto está localizado dentro dos limites da UC estudada. Mesmo o valor de *E. coli*, $69,7 \times 10$ (NMP/100ml), corresponder a categoria satisfatória para balneabilidade, o ponto é reprovado pelo valor de *Coliformes totais* apresentado. No ponto 1.2 o valor de *Coliformes totais* é altamente visível a inviabilidade para recreação devido ao valor acima de $2.419,20 \times 10$ (NMP/100ml) o que extrapola o valor exigido pela legislação. O valor do *E. coli* de $816,4 \times 10$ (NMP/100ml) indica também que a água é imprópria para recreação. O ponto 1.2 agrega ao longo do percurso do curso d'água, o uso do solo voltado a áreas antropizadas como pequenas áreas urbanizadas, agricultura, criação de animais que no final somam a favor deste resultado, o que é um tanto quanto comum ser encontrado, à medida que um curso d'água se afasta de sua nascente.

CÓRREGO DO MONJOLINHO (Pontos 4.1 e 4.2): No ponto 4.1 o valor de *Coliformes totais* $47,1 \times 10$ (NMP/100ml) é aceitável para recreação, sendo considerado satisfatório e o valor de $2,0 \times 10$ (NMP/100ml) para *E. coli* é considerado como muito boa para tais atividades. No ponto 4.2 os resultados de *Coliformes totais* $195,6 \times 10$ (NMP/100ml) apontam para água imprópria para recreação, os resultados para *E. coli* se apresentaram baixo, em $13,5 \times 10$ (NMP/100ml).

RIBEIRÃO DO CAMPOS SERRANO (Pontos 8.1 e 8.2): Nos resultados do ponto 8.1, a classificação é excelente para recreação com a análise de *Coliformes totais* em $13,4 \times 10$ (NMP/100ml) e *E. coli* com resultado 0×10 (NMP/100ml). No ponto de coleta 8.2 os resultados apontam para classificação como imprópria para balneabilidade com *Coliformes totais* $195,6 \times 10$ (NMP/100ml), mesmo apresentado valor baixo de $59,1 \times 10$ (NMP/100ml) para *E. coli*.

A tabela 19 representa os resultados encontrados para *Coliformes totais*, seguida dos valores de classificação de balneabilidade de acordo com a Resolução CONAMA nº 274/2000.

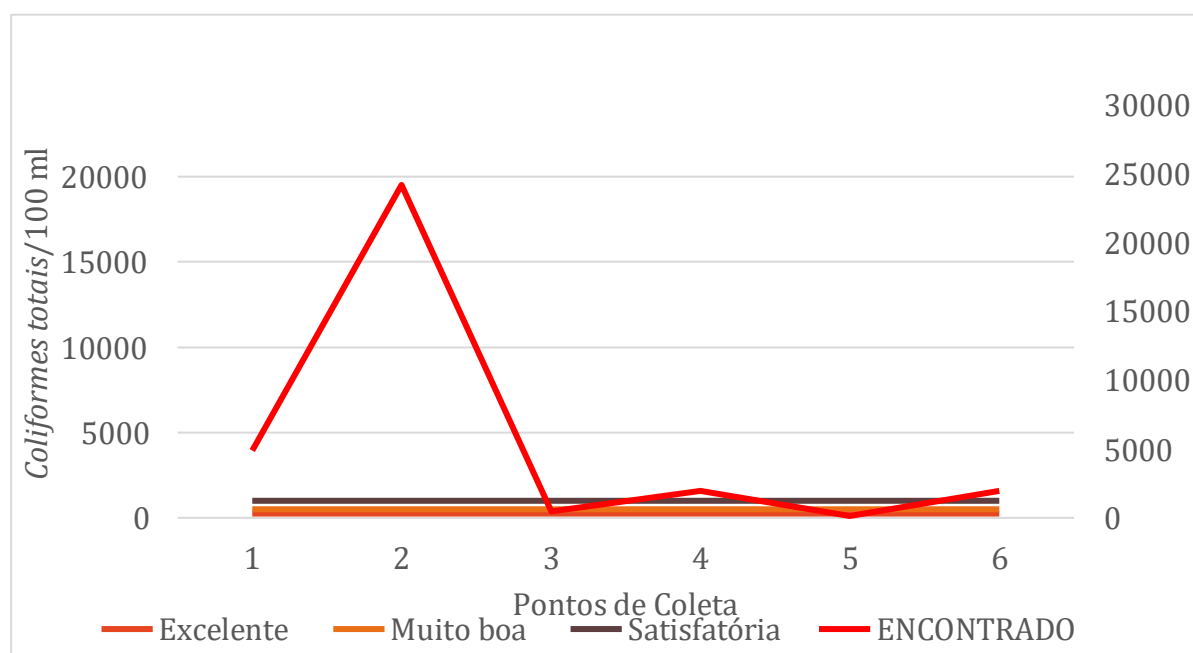
Tabela 19: *Coliformes totais* encontrados e classificação de Balneabilidade.

Pontos de coleta	Nº	Encontrado 100ml	Excelente 100ml	Muito boa 100ml	Satisfatória 100ml
1.1	1	4.884	250	500	1.000
1.2	2	24.192	250	500	1.000
4.1	3	471	250	500	1.000
4.2	4	1.956	250	500	1.000
8.1	5	134	250	500	1.000
8,2	6	1.956	250	500	1.000

Fonte: Autores (2024).

A tabela 19 acima, foi utilizada para a construção do gráfico em planilha do Excel (Figura 27), representando os resultados obtidos das análises microbiológicas para *Coliformes totais* a partir da Resolução CONAMA nº 274/2000.

Figura 27: *Coliformes totais* e classificação de balneabilidade.



Fonte: Autores (2024).

A tabela 20 apresenta os resultados do *E. coli* e a classificação de balneabilidade de acordo com a Resolução CONAMA nº 274/2000.

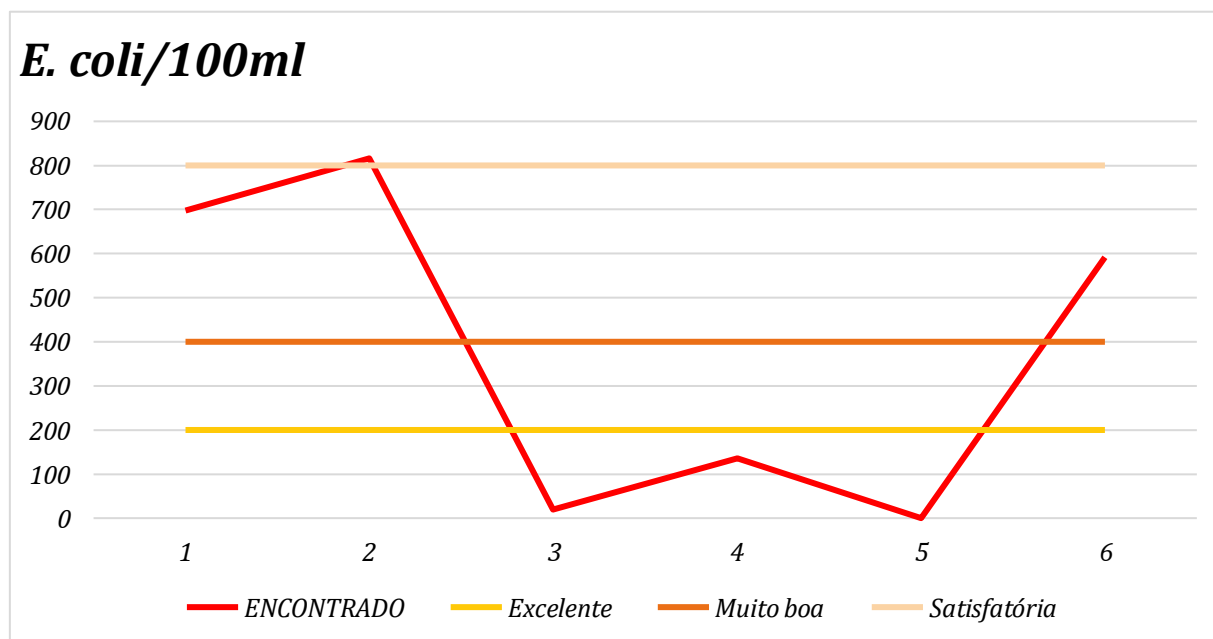
Tabela 20: *E. coli* encontrados e classificação de Balneabilidade (CONAMA 274/2000).

Pontos de coleta	Nº	Encontrado 100ml	Excelente 100ml	Muito boa 100ml	Satisfatória 100ml
1.1	1	697	200	400	800
1.2	2	816	200	400	800
4.1	3	20	200	400	800
4.2	4	135	200	400	800
8.1	5	0	200	400	800
8,2	6	591	200	400	800

Fonte: Autores (2024).

A tabela 20 foi utilizada para a construção do gráfico em planilha do Excel (Figura 28), representando os resultados obtidos das análises microbiológicas para *E. coli* a partir da Resolução CONAMA nº 274/2000 para a qualidade da água para balneabilidade.

Figura 28: Gráfico dos resultados de *E. Coli* e classificação de balneabilidade.



Fonte: Autores (2024).

A partir da análise do gráfico plotado a partir dos resultados obtidos para ambas as análises (*Coliformes totais* e *E. coli*), a tabela 21 demonstra a classificação dos resultados para balneabilidade em cada ponto de acordo com a legislação já prescrita.

Tabela 21: Classificação de cada ponto de acordo com a balneabilidade (CONAMA 274/2000).

PONTO	<i>Coliformes totais</i>	<i>E. coli</i>
1.1	Impróprio	Satisfatório
1.2	Impróprio	Impróprio
4.1	Satisfatório	Muito boa
4.2	Impróprio	Muito boa
8.1	Excelente	Excelente
8.2	Impróprio	Satisfatório

Fonte: Autores, 2024.

O ponto 1.1 se torna impróprio para balneabilidade pelos valores indicados principalmente pelo resultado dos *Coliformes totais* muito alto. Mesmo o ponto estando dentro

de uma UC, o resultado pode estar ligado diretamente a proximidade de construções, a Figura 29 mostra a proximidade do ponto 1.1 à construção 04.

Figura 29: Proximidade do ponto de coleta nº 1.1 à construção nº 04 circulado em azul.



Fonte: Autores (2024).

Para o ponto 4.1, o resultado também pode estar associado a construção próxima ao curso d'água, tornando um potencial lançador de efluentes, merecendo melhores estudos para tal confirmação. O segundo ponto (4.2), considerando a extensão do curso d'água, os resultados demonstram uma carga poluidora voltada aos *Coliformes totais*, podendo ser de diferentes origens, pois, podem comumente ser encontrados no meio ambiente como no solo, nos dejetos humanos ou de animais e outros (França *et al.*, 2021).

Quanto ao ponto 8.1, observa-se para uma área mais preservada do que os pontos anteriormente analisados, estando livre de *E. coli* e com número considerável baixo de *Coliformes totais*. A presença da UC neste ponto demonstra a viabilidade de áreas preservadas para a manutenção da qualidade dos recursos hídricos. A presença de construções humanas próximas pode também justificar a presença de *Coliformes totais* nos resultados, necessitando de maiores estudos. Quanto ao ponto 8.2 se torna impróprio a recreação, possivelmente justificado pela distância percorrida do curso d'água e o acúmulo de dejetos e outros.

Finalizando, dentro dos limites do MONA Estadual da Pedra do Baú, o Ribeirão da

Bocaina, reprovado, inclusive, para a recreação, pode se justificar pela presença de Construções humanas e outras formas de antropização próximos ao curso d'água e o volume baixo do curso d'água analisado que poderia causar a concentração maior de poluentes quando lançados.

Pelas imagens analisadas e comparadas no Google Earth, o ponto 8.1 é o que apresenta maior envoltório de cobertura vegetal comparado aos outros pontos de coletas, reafirmando assim, que a cobertura vegetal oferece maior proteção aos recursos hídricos.

5.8.2. Resultado e discussão das análises físico-químicas

A importância do pH é representada por diferentes fatores que podem interferir, desde a solubilidade de sais metálicos, na inibição de processos metabólicos em organismos importantes para os processos anaeróbicos, no processo de eutrofização, crescimento de algas, entre outros, podendo ser considerado como um indicador na qualidade da água (Parreira *et al.*, 2024). A condutividade elétrica pode estar relacionada com a concentração de sólidos dissolvidos na água, é sensível ao lançamento de efluentes e sendo uma medida direta, permite avaliar a qualidade do corpo hídrico segundo Silva-Junior (2023). E a Turbidez pode influenciar no desenvolvimento de plantas aquáticas, tratamento de água para consumo humano, entre outros (Vieira, 2019). O fósforo em altas concentrações em sedimentos pode estar ligado diretamente a presença de esgoto doméstico e está relacionado mais ao aumento de matéria orgânica do que à decomposição, diminuindo a qualidade da água (Castro *et al.*, 2022).

Através dos resultados das análises foi possível identificar se há diferença na qualidade da água dentro e fora do MONA Estadual da Pedra do Baú, com foco voltado ao uso e cobertura do solo na região considerando a legislação vigente. O comparativo entre as réplicas de cada amostra de um único curso d'água pode apresentar diferentes resultados nas amostras. Buscando, portanto, averiguar a repetitividade das leituras de pH, Condutividade Elétrica, Turbidez e Fósforo nas réplicas das amostragens. As avaliações dos resultados seguem a Resolução CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005 que classifica os cursos d'água de Classe 1 e 2 junto ao lançamento de efluentes demonstrado na tabela 22. O pH ideal segundo a resolução citada é de 6 a 9 e, segundo Silva-Junior (2023), a Condutividade Elétrica não possui valor pré definido, sendo recomendado o limite máximo de 100 μScm^{-1} (Unidade Microsiemens por centímetro), na Resolução CONAMA nº 357/2005, a classe 2 é também referenciada em 100 μScm^{-1} . A turbidez, segundo a Resolução CONAMA 357, o ideal é até 40 UTN (unidades de turbidez) e o tolerável para o Fósforo total em ambiente lótico (sistema aquático presente em rios, riachos e córregos) e

tributários de ambientes intermediários, é 0,1 mg/L (miligrama por litro) (Brasil, 2005).

Estes parâmetros físico-químicos podem sugerir a potabilidade e aptidão da água para consumo, mas sozinhos não podem ser decisivos para o aceite como própria para o consumo, sendo necessário análises microbiológicas (Da Silva Junior; Junior, 2023; Souza *et al.*, 2023).

A tabela 22 demonstra os resultados obtidos a partir das análises físico-químicas e aplicados à ANOVA (análise de variância).

Tabela 22: resultados das análises físico-químicas.

CURSOS D'ÁGUA	PONTO 1			PONTO 2			PONTO 3		
RIBEIRÃO DA BOCAINA	1.1.1	1.1.2	1.1.3	2.1.1	2.1.2	2.1.3	3.1.1	3.1.2	3.1.3
PH	6,2	6,16	6,19	6,47	6,46	6,53	6,61	6,72	6,73
TURBIDEZ	1,2	1,22	1,9	3,79	3,68	3,86	5,65	5,61	5,63
C. ELÉTRICA	11,67	12,06	12,57	18,65	20,7	20,5	20,6	19,38	21,2
FÓSFORO	0,016	0,016	0,018	0,018	0,018	0,019	0,018	0,024	0,023
CÓRREGO DO QUILOMBO	2.1.1	2.1.2	2.1.3	2.2.1	2.2.2	2.2.3	2.3.1	2.3.2	2.3.3
PH	6,51	6,53	6,53	6,98	6,94	7,03	6,99	7,17	7,07
TURBIDEZ	1,73	1,66	1,75	2,3	2,1	1,89	44,9	75,1	45,6
C. ELÉTRICA	13,22	14,25	13,45	16,5	16,27	20,3	18,78	17,3	21,4
RIBEIRÃO DO PAIOL GRANDE	3.1.1	3.1.2	3.1.3	3.2.1	3.2.2	3.2.3	3.3.1	3.3.2	3.3.3
PH	6,54	6,27	6,57	6,43	6,38	6,48	6,9	6,91	6,89
TURBIDEZ	1,07	0,98	1,05	1,55	1,36	1,33	4,4	4,47	4,59
C. ELÉTRICA	8,61	8,6	14,19	13,38	11,8	11,57	20,01	21,09	19,07
CÓRREGO DO MONJOLINHO	4.1.1	4.1.2	4.1.3	4.2.1	4.2.2	4.2.3	4.3.1	4.3.2	4.3.3
PH	6,32	6,33	6,28	6,7	6,73	6,75	6,95	6,96	6,99
TURBIDEZ	2,15	1,09	1,25	1,6	1,45	1,85	5,25	5,78	5,55
C. ELÉTRICA	14,09	14,6	13,74	14,58	14,09	13,74	21,2	21,2	20,3
CÓRREGO DA PEDRA DO BAÚ	5.1.1	5.1.2	5.1.3	5.2.1	5.2.2	5.2.3	5.3.1	5.3.2	5.3.3
PH	6,55	6,57	6,49	6,82	6,81	6,91	6,88	6,93	6,88
TURBIDEZ	3,17	3,04	2,86	0,99	1,21	0,95	1,45	1,62	1,82
C. ELÉTRICA	11,09	11,02	10,74	14,05	15,05	14,7	16,24	16,61	15,87
RIBEIRÃO DO BAÚ	6.1.1	6.1.2	6.1.3	6.2.1	6.2.2	6.2.3	6.3.1	6.3.2	6.3.3

PH	6,89	6,9	6,85	7,01	6,96	7,09	6,84	7,11	7,3
TURBIDEZ	0,98	0,85	0,8	2,11	2,15	2,2	3,4	2,79	2,65
C. ELÉTRICA	14,9	14,59	14,85	20,7	19,88	20,7	12,28	18,26	17,1
FÓSFORO	0,011	0,013	0,013	0,008	0,011	0,011	0,004	0,011	0,008
RIBEIRÃO DOS MARMELOS									
	7.1.1	7.1.2	7.1.3	7.2.1	7.2.2	7.2.3	7.3.1	7.3.2	7.3.3
PH	6,86	6,83	6,8	6,9	6,94	6,91	6,95	7	7,1
TURBIDEZ	1,51	1,75	1,73	1,73	1,82	1,85	2,35	2,78	2,32
C. ELÉTRICA	14,1	14,4	14,18	20,5	20,1	20,2	21,3	20,6	21,3
RIBEIRÃO DO CAMPO SERRANO									
	8.1.1	8.1.2	8.1.3	8.2.1	8.2.2	8.2.3	8.3.1	8.3.2	8.3.3
PH	6,49	6,59	6,57	6,76	6,58	6,52	6,41	6,43	6,46
TURBIDEZ	1,65	2,09	1,86	3,05	3,17	2,97	2,83	3,1	2,91
C. ELÉTRICA	10,08	9,73	9,67	13,45	13,54	13,51	10,98	10,49	11,54
FÓSFORO	0,006	0,013	0,006	0,011	0,008	0,008	0,006	0,006	0,008
CÓRREGO DO CERCO OU CIRCO									
	9.1.1	9.1.2	9.1.3	9.2.1	9.2.2	9.2.3	9.3.1	9.3.2	9.3.3
PH	6,36	6,4	6,43	6,55	6,5	6,57	6,66	6,61	6,7
TURBIDEZ	1,9	1,82	2,09	0,55	0,52	0,78	2,32	2,23	2,65
C. ELÉTRICA	9,1	9,02	9,65	7,81	7,57	7,57	11,02	11,13	11,95

Fonte: Autores (2024).

5.8.2.1. Análise de componentes principais (ACP)

A seguir estão representados os resultados da análise de Componentes relativos aos Parâmetros físico-químicos avaliados nos nove cursos d'água que possuem ligação com o MONA Estadual da Pedra do Baú.

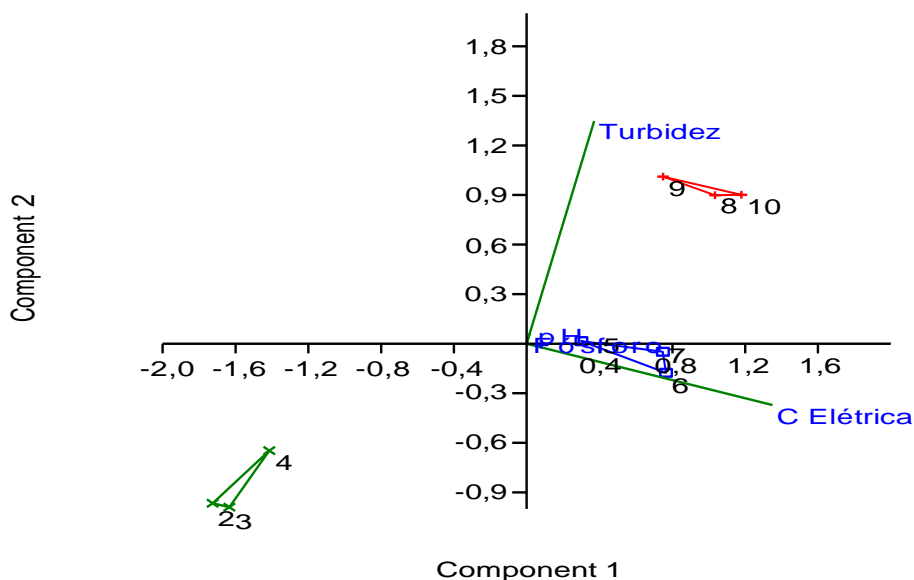
Dos resultados gerados pela ANOVA, através da PCA e comparados ao exigido pela legislação vigente, conclui-se o seguinte para cada curso d'água analisado, levando em consideração a localização de cada ponto de coleta, que apresentam diferentes formas de uso e cobertura do solo, definindo que o primeiro ponto é representado pela cor verde (dentro da UC), Azul (fora da UC) e vermelho (Próximo ao final do curso ou dos limites do município) para todos os nove cursos consecutivos:

(i) ACP do Ribeirão da Bocaina

Na Figura30, baseado numa matriz de correlações, o eixo 1 explicou 69,68% do arranjo

da variância em conjunto com o eixo 2, 96,406% e o eixo 3, 99,9911% completando 100% em conjunto com o eixo 4.

Figura 30: Ordenação com base na Análise dos Componentes Principais (ACP) de correlação de parâmetros físico-químicos do Ribeirão da Bocaina.



Fonte: Autores (2024).

A tabela 23 apresenta os autovalores (a. v.) gerados na ACP, relativos aos parâmetros físico-químicos analisados conjuntamente, formando eixos que se agrupam. Em cada eixo há parâmetros que são classificados conforme influenciam individualmente a formação do arranjo. Os conjuntos de eixos são extraídos de uma matriz de semelhança entre as variáveis, sendo numericamente iguais ao número de variáveis. O comprimento dos autovetores corresponde a sua importância para a explicação da variância total dos dados.

Tabela 23: Contribuição de cada eixo na explicação do arranjo formado na Análise de Componentes Principais (ACP) com base numa matriz de correlações, de variáveis físico-químicas do Ribeirão da Bocaina.

	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3	Eixo 4
pH	0,0255	0,06098	0,4676	-0,002192
Turbidez	0,5484	1,236	-0,02359	-0,0002223
C Elétrica	1,999	0,3399	0,0004975	0,00008481
Fósforo	0,0003528	0,01873	0,04368	0,02334

Fonte: Autores (2024).

A tabela24 expressa numericamente os valores dos autovetores e os agrupa em seus respectivos arranjos.

Tabela 24: Correlação das variáveis analisadas com os eixos 1, 2, 3 e 4 de uma ACP com base numa matriz de correlações.

	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3	Eixo 4
Autovalores	4,29801	1,64816	0,221125	0,0005498
Porcentagem	69,684	26,722	3,5851	0,0089144
Porcentagem\acumulada	69,684	96,406	99,9911	100

Fonte: Autores (2024).

A turbidez e a condutividade elétrica são as variáveis que mais se destacam na variância dos dados analisados enquanto o fósforo e o pH quase não são influenciáveis nos resultados. Com a análise do gráfico (Figura 30) gerado, conclui-se o seguinte nos três pontos de coleta:

- I. Ponto 1.1 – Área Verde: no gráfico a junção dos pontos vêm representando baixa variabilidade em relação aos parâmetros analisados. O agrupamento representa a estabilidade das variáveis que, pode propor, características de maior preservação ambiental, pois, segundo Meireles *et al.*, 2024, as análises físico-químicas são grandes indicadoras da qualidade dos recursos hídricos quando seus valores se adequam ao exigido pela legislação vigente. Essa estabilidade dos valores dos parâmetros físico-químicos apresentados, condiz aos resultados obtidos das análises em laboratórios e podem associar-se a preservação da vegetação e uso correto do solo na área que pode reduzir o aporte de sedimentos e poluentes (Meireles *et al.*, 2024) neste ponto do ribeirão da Bocaina. Ao compararmos os resultados da ACP com os números obtidos nos resultados na tabela 22 e a legislação vigente, verificamos que a baixa turbidez, pH ótimo, condutividade elétrica estável e baixos níveis de fósforo, moldam um reflexo de ambientes com baixo impacto ambiental e boa qualidade do recurso hídrico presente. Este meio aquático se apresenta saudável, sem baixos ou nenhum sinal de antropização.
- II. Ponto 1.2 – Área Azul: Neste ponto é demonstrado no gráfico uma variância moderada dos parâmetros analisados, incluindo o fósforo e a condutividade

elétrica. Essa ligeira dispersão dos resultados das amostras em relação aos eixos, sugere que neste ponto possa haver interferências que impactam na variabilidade dos parâmetros físico-químicos, como interferências externas com as que ocorrem em áreas menos preservadas (Parreira *et al.* 2024).

O leve aumento da condutividade elétrica pode estar ocorrendo devido ao impacto de atividades humanas moderadas, como uso de fertilizantes ou outros insumos que aumentam a condutividade da água (Vieira, 2019). O pequeno aumento na concentração de fósforo neste ponto, remete às atividades antrópicas mais moderadas como diminutas áreas agrícolas e áreas pequenas urbanizadas mais próximas de cursos d'água (Castro *et al.*, 2022), sendo um indício do impacto humano presente em menor escala, formando uma área de transição da preservação ambiental com a área do ponto anterior.

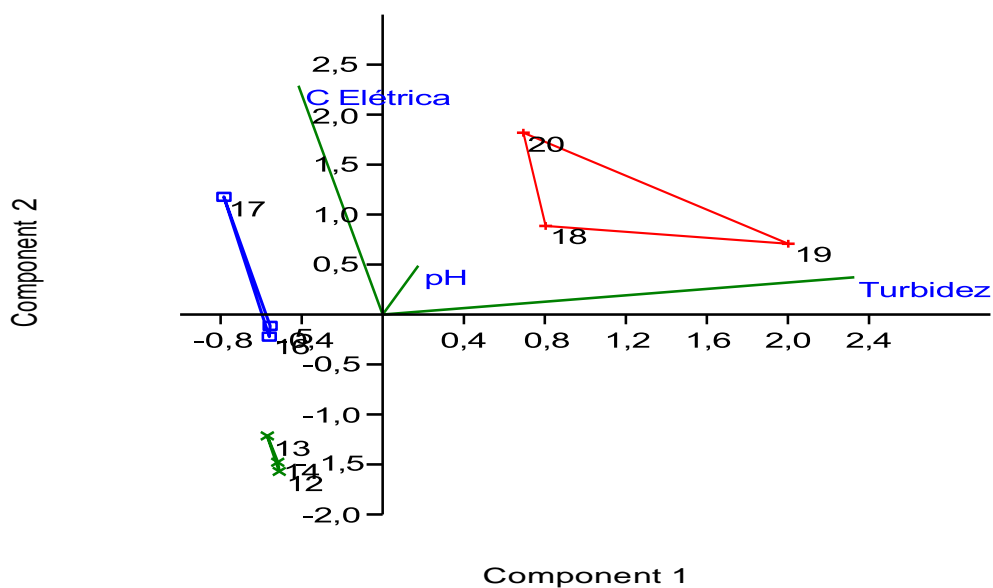
- III. Ponto 1.3 – Área Vermelha: neste ponto os parâmetros estão mais dispersos em relação aos outros pontos analisados, principalmente os pontos associados a turbidez. Essa dispersão do parâmetro se correlaciona ao aumento da turbidez neste ponto.

É indicado neste ponto um possível impacto ambiental maior, considerado este, como um ponto onde é acarretado ao longo do curso, atividades que influenciam na qualidade do meio aquático, como a agricultura que em partes deste trajeto se torna mais intensiva e os acúmulos do escoamento de pequenas áreas urbanizadas (Vieira, 2019). O pequeno aumento da concentração de fósforo e o aumento da turbidez podem ser resultados de uma carga maior de nutrientes e de poluentes, podendo trazer riscos de eutrofização, comprometendo, tanto a qualidade do recurso hídrico como a biodiversidade local (Castro *et al.*, 2022).

(ii) ACP do Córrego do Quilombo

Na Figura 31 (Ordenação com base na Análise dos Componentes Principais (ACP) de correlação de parâmetros físico-químicos), baseado numa matriz de correlações, o eixo 1 explicou 92,98% do arranjo da variância em conjunto com o eixo 2, 99,9612% completando 100% em conjunto com o eixo 3.

Figura 31: Ordenação com base na Análise dos Componentes Principais (ACP) de correlação de parâmetros físico-químicos do Córrego do Quilombo.



Fonte: Autores (2024).

A tabela 25 apresenta os autovalores (a. v.) gerados na ACP, relativos aos parâmetros físico-químicos analisados conjuntamente, formando eixos que se agrupam. Em cada eixo há parâmetros que são classificados conforme influenciam individualmente a formação do arranjo. Os conjuntos de eixos são extraídos de uma matriz de semelhança entre as variáveis, sendo numericamente iguais ao número de variáveis. O comprimento dos autovetores corresponde a sua importância para a explicação da variância total dos dados.

Tabela 25: Contribuição de cada eixo na explicação do arranjo formado na Análise de Componentes Principais (ACP) com base numa matriz de correlações, de variáveis físico-químicas do Córrego do Quilombo.

	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3
Autovalores	29,0047	2,17777	0,0122189
Porcentagem	92,98	6,9812	0,03917
Porcentagem acumulada	92,98	99,9612	100,00037

Fonte: Autores (2024).

A tabela 26 expressa numericamente os valores dos autovetores e os agrupa em seus

respectivos arranjos.

Tabela 26: Correlação das variáveis analisadas com os eixos 1, 2 e 3 de uma ACP com base numa matriz de correlações.

	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3
pH	0,397	0,3038	0,1079
Turbidez	5,287	0,2321	-0,01186
C Elétrica	-0,9454	1,425	-0,02106

Fonte: Autores (2024).

A turbidez é a variável que oferece maior relevância e impacta direto na variância dos dados, o pH e a condutividade elétrica possuem menor influência, desempenhando um papel menos considerável para a variação dos dados. Com a análise da Figura 31, conclui-se o seguinte nos três pontos de coleta:

- I. Ponto 2.1 – Área Verde: De acordo com o gráfico há uma menor variação neste ponto entre os parâmetros analisados, pois as amostras estão agrupadas e próximas à origem dos eixos, definindo baixa variabilidade dos parâmetros físico-químicos analisados. Essa baixa dispersão e a proximidade dos eixos de origem sugerem a ausência de fatores poluidores negativos e pode ser um indício de que o recurso hídrico se apresenta relativamente estável e preservado. Esse resultado é o esperado em um ambiente protegido e com controle de atividades antrópicas, propondo um comportamento que evidencia a importância da Unidade de Conservação em manter a qualidade da água e outras formas de preservação ambiental (Starzynski; Simões, 2015). Os parâmetros apresentam-se estabilizados e estão de acordo com o permitido na legislação vigente conforme os resultados apresentados, indicando uma boa preservação ambiental na área.
- II. Ponto 2.2 – Área Azul: é representado uma variação moderada na condutividade elétrica e pH, mesmo estes valores não se distanciando muito do agrupamento observado pelos resultados neste ponto. Essa pequena dispersão dos dados apresentados pode indicar a possível presença de influências externas que podem

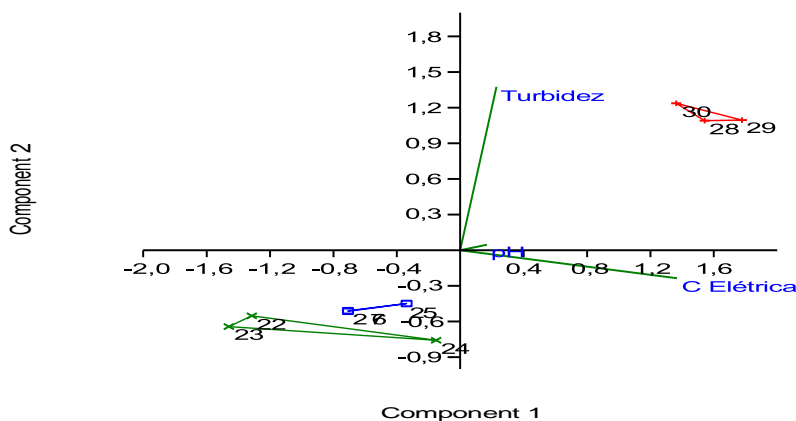
refletir indícios de impactos, que segundo Pereira Filho *et al.*, 2024, podem ser definidos como as atividades da agricultura ou do urbanismo próximos ao curso d'água, sendo indícios de alteração no meio ambiente que possam vir a interferir na qualidade do recurso hídrico.

- III. Ponto 2.3 – Área Vermelha: Neste ponto a maior variação dos parâmetros representada está na Turbidez que apresenta um autovetor elevado no gráfico, indicando um aumento acentuado deste parâmetro nas amostras deste ponto. Este aumento da turbidez segundo Pereira Filho *et al.*, 2024, pode estar relacionado ao acúmulo e transporte de sedimentos ao longo deste córrego, o que sugere maior degradação da qualidade da água, provavelmente pelo escoamento superficial capaz de transportar partículas e resíduos para a rede hídrica, principalmente em áreas onde a vegetação das APPs podem estar comprometidas pelo intensivo do solo. Isto pode demonstrar que o curso sofre maior impacto neste ponto, decorrente do acúmulo de poluentes ou da interferência humana, comum de áreas habitadas e transformadas em espaços habitáveis que ocorrem ao longo de cursos d'água (Pereira Filho *et al.*, 2024).

iii) ACP do Ribeirão do Paiol Grande

Na Figura 32, baseado numa matriz de correlações, o eixo 1 explicou 73,958% do arranjo da variância em conjunto com o eixo 2, 97,393% completando 100% em conjunto com o eixo 3.

Figura 32 – Ordenação com base na Análise dos Componentes Principais (ACP) de correlação de parâmetros físico-químicos do Ribeirão do Paiol Grande.



Fonte: Autores (2024).

A tabela 27 apresenta os autovalores (a. v.) gerados na ACP, relativos aos parâmetros físico-químicos analisados conjuntamente, formando eixos que se agrupam. Em cada eixo há parâmetros que são classificados conforme influenciam individualmente a formação do arranjo. Os conjuntos de eixos são extraídos de uma matriz de semelhança entre as variáveis, sendo numericamente iguais ao número de variáveis. O comprimento dos autovetores corresponde a sua importância para a explicação da variância total dos dados.

Tabela 27: Contribuição de cada eixo na explicação do arranjo formado na Análise de Componentes Principais (ACP) com base numa matriz de correlações, de variáveis físico-químicas do Ribeirão do Paiol Grande.

	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3
Autovalores	4,91121	1,55619	0,173126
Porcentagem	73,958	23,435	2,6071
Porcentagem acumulada	73,958	97,393	100,0001

Fonte: Autores (2024).

A tabela 28 expressa numericamente os valores dos autovetores e os agrupa em seus respectivos arranjos.

Tabela 28: Correlação das variáveis analisadas com os eixos 1, 2, 3 e 4 de uma ACP com base numa matriz de correlações.

	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3
pH	0,0255	0,06098	0,4676
Turbidez	0,5484	1,236	-0,02359
C Elétrica	1,999	0,3399	0,0004975
Fósforo	0,0003528	0,01873	0,04368

Fonte: Autores (2024).

A turbidez e a condutividade elétrica são mais relevantes e impactam significativamente nos resultados neste curso d'água, enquanto o pH apresenta mínima influência no arranjo destes resultados.

- I. Ponto 3.1 – Área Verde: Nesta área o gráfico demonstra uma proximidade entre os pontos, com menor variação dos parâmetros analisados. Essa baixa dispersão e a proximidade da origem sugere pouca variabilidade nos parâmetros físico-químicos de pH, turbidez e condutividade elétrica. Esse agrupamento, quando comparados ao resultado das análises e à legislação vigente, pode sugerir que há a ausência de fatores poluidores significativos, que segundo Viana *et al.*, 2023, essa ausência pode indicar que a água está em um estado relativamente estável e preservado. O que é esperado em um ambiente protegido e com controle de atividades antrópicas. Esse comportamento evidencia a importância da unidade de conservação em manter a qualidade da água, o que pode refletir maior atuação de preservação da qualidade do recurso hídrico no curso d'água dentro da UC (Starzynski; Simões, 2015).

- II. Ponto 3.2 – Área Azul: neste ponto é representado variações na condutividade elétrica demonstrando que este parâmetro está relacionado a maior variância dos dados. Observando os resultados obtidos da análise e comparando aos resultados da ACP, este ponto apresenta sinais de impacto moderado, com variações leves em condutividade elétrica, que sugerem uma influência crescente de fontes externas de poluição (Vieira, 2019). Portanto, este aumento dos parâmetros citados, pode ser tomado como consequência das influências externas e ou decorrentes das atividades humanas (Vieira, 2019).

- III. Ponto 3.3 – Área Vermelha: neste ponto ocorre uma dispersão maior entre os parâmetros analisados do que nos pontos anteriores, sendo que o parâmetro de maior dispersão neste ponto, está associado a turbidez aumentada neste curso d'água.

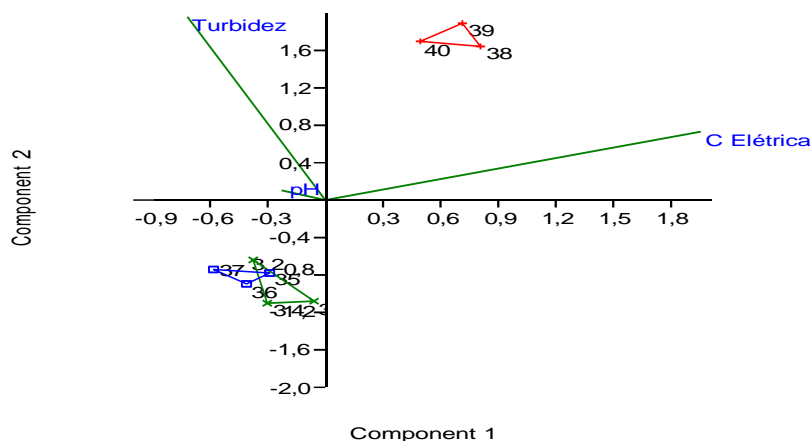
O aumento da turbidez pode sugerir atividades poluidoras presentes, aumento dos recebimentos de partículas suspensas ao longo do percurso do curso d'água e até mesmo a ocorrência de acúmulo de sedimentos neste ponto, decorrentes provavelmente das ações antrópicas segundo Parreira *et al.*, 2019.

iv) ACP do Córrego do Monjolinho

Na Figura33, baseado numa matriz de correlações, o eixo 1 explicou 64,089% do arranjo

da variância em conjunto com o eixo 2, 95,714% completando 100% em conjunto com o eixo 3.

Figura 33 – Ordenação com base na Análise dos Componentes Principais (ACP) de correlação de parâmetros físico-químicos do Córrego do Monjolinho.



Fonte: Autores (2024).

A tabela 29 apresenta os autovalores (a. v.) gerados na ACP, relativos aos parâmetros físico-químicos analisados conjuntamente, formando eixos que se agrupam. Em cada eixo há parâmetros que são classificados conforme influenciam individualmente a formação do arranjo. Os conjuntos de eixos são extraídos de uma matriz de semelhança entre as variáveis, sendo numericamente iguais ao número de variáveis. O comprimento dos autovetores corresponde a sua importância para a explicação da variância total dos dados.

Tabela 29: Contribuição de cada eixo na explicação do arranjo formado na Análise de Componentes Principais (ACP) com base numa matriz de correlações, de variáveis físico-químicas do Córrego do Monjolinho.

	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3
Autovalores	3,65374	1,80297	0,244371
Porcentagem	64,089	31,625	4,2864
Porcentagem acumulada	64,089	95,714	100,0004

Fonte: Autores (2024).

A tabela 30 expressa numericamente os valores dos autovetores e os agrupa em seus respectivos arranjos.

Tabela 30: Correlação das variáveis analisadas com os eixos 1, 2 e 3 de uma ACP com base numa matriz de correlações.

	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3
pH	-0,2077	0,06707	0,4908
Turbidez	-0,655	1,256	-0,04181
C Elétrica	1,784	0,4692	0,0418

Fonte: Autores (2024).

Neste curso a turbidez e a condutividade elétrica são mais relevantes e impactam significativamente nos resultados e o PH demonstra mínima influência no arranjo das análises.

Ponto 4.1 – Área Verde: o agrupamento no gráfico demonstra que há menor variação dos parâmetros de condutividade elétrica e turbidez, enquanto o pH segue estável, sugerindo que neste ponto, a UC é capaz de manter em melhores condições de preservação do curso d'água.

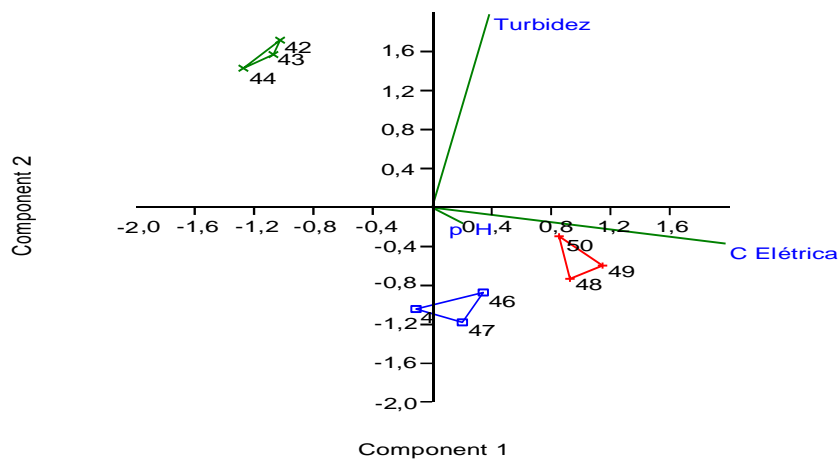
Ponto 4.2 – Área Azul: com a dispersão no gráfico, o arranjo dos parâmetros, indica que a área começa a sofrer impactos, quando observado principalmente os valores de turbidez e condutividade elétrica. À medida que o curso se afasta do ponto verde apresenta possível crescimento dos impactos nos recursos hídricos.

Ponto 4.3 – Área Vermelha: no gráfico, o arranjo dos parâmetros indica elevação da turbidez e aumento mais significativo na condutividade elétrica, o que compromete a qualidade do curso d'água demonstrando sinais de degradação. Isto leva à queda na qualidade do recurso hídrico pelo aumento de partículas suspensas e acúmulo de poluentes e/ou sedimentos.

v) ACP do Córrego da Pedra do Baú

Na Figura 31, baseado numa matriz de correlações, o eixo 1 explicou 71,50% do arranjo da variância em conjunto com o eixo 2, 95,797% completando 100% em conjunto com o eixo 3.

Figura 34: Ordenação com base na Análise dos Componentes Principais (ACP) de correlação de parâmetros físico-químicos do córrego da Pedra do Baú.



Fonte: Autores (2024).

A tabela 31 apresenta os autovalores (a. v.) gerados na ACP, relativos aos parâmetros físico-químicos analisados conjuntamente, formando eixos que se agrupam. Em cada eixo há parâmetros que são classificados conforme influenciam individualmente a formação do arranjo. Os conjuntos de eixos são extraídos de uma matriz de semelhança entre as variáveis, sendo numericamente iguais ao número de variáveis. O comprimento dos autovetores corresponde a sua importância para a explicação da variância total dos dados.

Tabela 31: Contribuição de cada eixo na explicação do arranjo formado na Análise de Componentes Principais (ACP) com base numa matriz de correlações, de variáveis físico-químicas do Córrego da Pedra do Baú.

	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3
Autovalores	2,4527	0,833332	0,144191
Porcentagem	71,503	24,294	4,2035
Porcentagem acumulada	71,503	95,797	100,0005

Fonte: Autores (2024).

A tabela 32 expressa numericamente os valores dos autovetores e os agrupa em seus respectivos arranjos.

Tabela 32: Correlação das variáveis analisadas com os eixos 1, 2 e 3 de uma ACP com base numa matriz de correlações.

	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3
pH	0,1609	-0,07319	0,3765
Turbidez	0,2977	0,8946	0,02261
C Elétrica	1,529	-0,1664	-0,04402

Fonte: Autores (2024).

Neste curso a turbidez e a condutividade elétrica são mais relevantes e impactam significativamente nos resultados, o pH demonstra mínima influência.

Ponto 5.1 – Área Verde: A variação dos parâmetros analisados neste ponto não é representativa à variância dos parâmetros analisados neste curso. Isto sugere que a preservação neste ponto pode ser considerada eficiente, fazendo jus ao objetivo de uma UC.

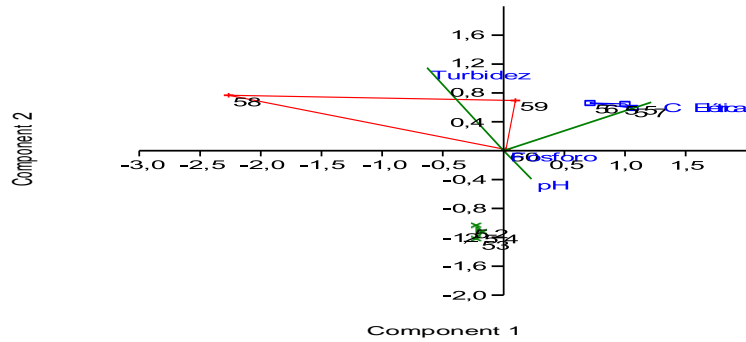
Ponto 5.2 – Área Azul: no gráfico analisado, a indicação dos parâmetros, estão voltados a um impacto leve na qualidade da água, podendo ser causados por mudanças no uso do solo, como a agricultura e a ocupação urbana, que podem alterar os parâmetros, como neste caso, a condutividade elétrica e o pH.

Ponto 5.3 – Área Vermelha: neste ponto a turbidez é a variável mais significativa, sendo um indicativo de maior degradação neste ponto do curso. Neste ponto as áreas a montante podem representar fator responsável por uma maior degradação devido a urbanização e uso e cobertura do solo voltado a área agrícola, ocasionando o aumento de carga de sedimentos acabando por afetar o parâmetro de turbidez.

vi) ACP do Ribeirão do Baú

Na Figura 32, baseado numa matriz de correlações, o eixo 1 explicou 95,136% do arranjo da variância em conjunto com o eixo 2, 99,1518% e o eixo 3, 99,97549% completando 99,999966% em conjunto com o eixo 4.

Figura 35: Ordenação com base na Análise dos Componentes Principais (ACP) de correlação de parâmetros físico-químicos do Ribeirão do Baú.



Fonte: Autores (2024).

A tabela 33 apresenta os autovalores (a. v.) gerados na ACP, relativos aos parâmetros físico-químicos analisados conjuntamente, formando eixos que se agrupam. Em cada eixo há parâmetros que são classificados conforme influenciam individualmente a formação do arranjo. Os conjuntos de eixos são extraídos de uma matriz de semelhança entre as variáveis, sendo numericamente iguais ao número de variáveis. O comprimento dos autovetores corresponde a sua importância para a explicação da variância total dos dados.

Tabela 33: Contribuição de cada eixo na explicação do arranjo formado na Análise de Componentes Principais (ACP) com base numa matriz de correlações, de variáveis físico-químicas do Ribeirão do Baú.

	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3	Eixo 4
Autovalores	3,92958	0,165871	0,0340224	0,001011
Porcentagem	95,136	4,0158	0,82369	0,024476
Porcentagem acumulada	95,136	99,1518	99,97549	99,999966

Fonte: Autores (2024).

A tabela 34 expressa numericamente os valores dos valores dos autovetores e os agrupa em seus respectivos arranjos.

Tabela 36: Correlação das variáveis analisadas com os eixos 1, 2, 3 e 4 de uma ACP com base numa matriz de correlações.

	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3	Eixo 4
pH	0,3274	-0,1152	0,174	0,001726
Turbidez	-0,9	0,3375	0,0603	0,0005546
C Elétrica	1,735	0,1967	-0,001301	-0,000798
Fósforo	0,04154	0,005308	-0,01055	0,03173

Fonte: Autores (2024).

Neste curso a turbidez e a condutividade elétrica são mais relevantes e impactam significativamente nos resultados, quanto ao pH e fósforo, demonstram mínima influência para a formação dos arranjos.

Ponto 6.1 – Área Verde: os pontos no gráfico estão mais concentrados e refletem uma maior estabilidade nos parâmetros de qualidade da água neste curso, sem maiores perturbações que influenciam em resultados negativos da qualidade da água. Representam, assim, sinais de uma preservação eficiente do recurso hídrico.

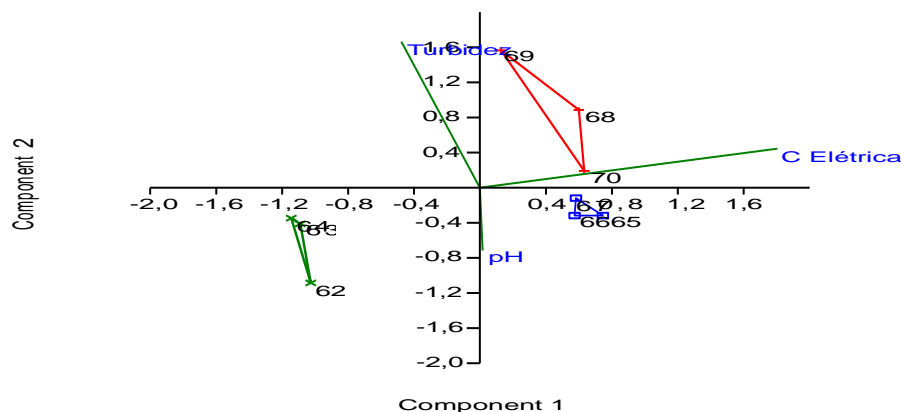
Ponto 6.2 – Área Azul: A dispersão dos pontos no gráfico podem indicar maior influência de agentes externos, que acabam por afetar a condutividade elétrica e o pH, parâmetros com variação mais destacada neste ponto. Sugerindo a transição do modelo de preservação ambiental apresentado no ponto anterior.

Ponto 6.3 – Área Vermelha: Neste ponto, o gráfico demonstra maior variável do parâmetro de turbidez, que pode estar relacionada ao acumulo e sedimentos, maior interferência humana ou natural (como erosões) ao longo do curso d'água, tornando a degradação mais acentuada.

vii) ACP do Ribeirão dos Marmelos

Na Figura 33, baseado numa matriz de correlações, o eixo 1 explicou 92,352% do arranjo da variância em conjunto com o eixo 2, 98,1494% completando 100% em conjunto com o eixo 3.

Figura 36: Ordenação com base na Análise dos Componentes Principais (ACP) de correlação de parâmetros físico-químicos do Ribeirão dos Marmelos.



Fonte: Autores (2024).

A tabela 35 apresenta os autovalores (a. v.) gerados na ACP, relativos aos parâmetros analisados conjuntamente, formando eixos que se agrupam. Em cada eixo há parâmetros que são classificados conforme influenciam individualmente a formação do arranjo. Os conjuntos de eixos são extraídos de uma matriz de semelhança entre as variáveis, sendo numericamente iguais ao número de variáveis. O comprimento dos autovetores corresponde a sua importância para a explicação da variância total dos dados.

Tabela 35: Contribuição de cada eixo na explicação do arranjo formado na Análise de Componentes Principais (ACP) com base numa matriz de correlações, de variáveis físico-químicas do Ribeirão dos Marmelos.

	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3
Autovalores	3,46051	0,217236	0,0693468
Porcentagem	92,352	5,7974	1,8507
Porcentagem Acumulada	92,352	98,1494	100

Fonte: Autores (2024).

A tabela 36 expressa numericamente dos valores dos autovetores e os agrupa em seus respectivos arranjos.

Tabela 36: Correlação das variáveis analisadas com os eixos 1, 2 e 3 de uma ACP com base numa matriz de correlações.

	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3
pH	0,01503	-0,1787	0,2432
Turbidez	-0,4752	0,4158	0,09811
C elétrica	1,798	0,1114	0,02389

Fonte: Autores (2024).

Os resultados obtidos do pH demonstram baixa influência na variância de dados, a turbidez apresenta influências significativas desempenhando um papel importante na explicação da variância dos dados, enquanto a condutividade elétrica acompanha a variância apresentada.

Ponto 7.1 – Área Verde: O gráfico sugere leves variações nos parâmetros analisados, podendo ser influência natural ou do meio externo. Os parâmetros de condutividade elétrica, pH e turbidez apresentam-se em estabilidade, representando menor impacto, ou seja, a preservação está sendo efetiva neste ponto.

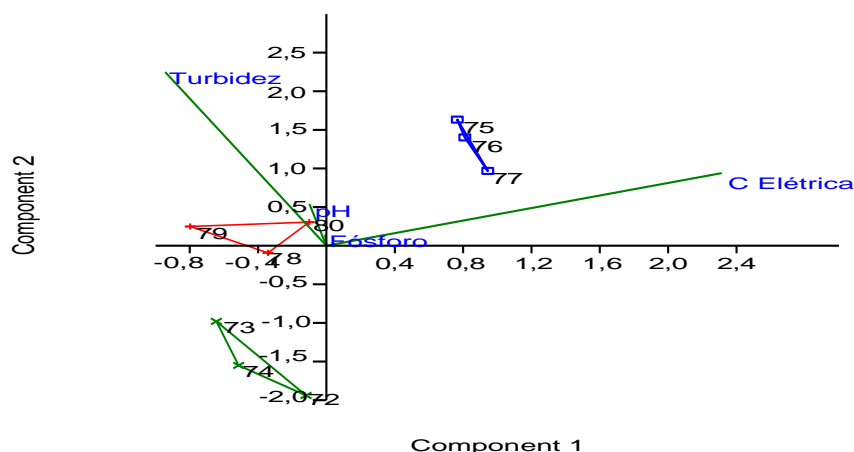
Ponto 7.2 – Área Azul: A condutividade elétrica sofre variações que indicam leve impacto provavelmente causados por agentes externos. Começando o curso d'água, neste ponto, apresentar variâncias, mesmo que pequenas, deixando rastros de influências na qualidade do recurso hídrico.

Ponto 7.3 – Área Vermelha: no último ponto analisado neste curso, a turbidez é o parâmetro de maior influência na variância dos dados. Com a dispersão dos pontos no gráfico é possível referenciar este ponto tê-lo como o de maior impacto na qualidade do recurso hídrico, visto que, o aumento da turbidez sugere maior degradação devido a fatores como o aumento de sedimentos, acúmulo de poluição, partículas suspensas e outros fatores que interferem na qualidade da água.

viii) ACP do Córrego do Campos Serrano

Na Figura 34, baseado numa matriz de correlações, o eixo 1 explicou 79,319% do arranjo da variância em conjunto com o eixo 2, 96,118% e o eixo 3, 99,963% completando 100% em conjunto com o eixo 4.

Figura 37: Ordenação com base na Análise dos Componentes Principais (ACP) de correlação de parâmetros físico-químicos do Ribeirão do Campos Serrano.



Fonte: Autores (2024).

A tabela 37 apresenta os autovalores (a. v.) gerados na ACP, relativos aos parâmetros físico-químicos analisados conjuntamente, formando eixos que se agrupam. Em cada eixo há parâmetros que são classificados conforme influenciam individualmente a formação do arranjo. Os conjuntos de eixos são extraídos de uma matriz de semelhança entre as variáveis, sendo numericamente iguais ao número de variáveis. O comprimento dos autovetores corresponde a sua importância para a explicação da variância total dos dados.

Tabela 37: Contribuição de cada eixo na explicação do arranjo formado na Análise de Componentes Principais (ACP) com base numa matriz de correlações, de variáveis físico-químicas do Ribeirão do Campos Serrano.

	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3
Autovalores	1,86164	0,394272	0,0902434
Porcentagem	79,319	16,799	3,845
Porcentagem acumulada	79,319	96,118	99,963

Fonte: Autores (2024).

A tabela 38 expressa numericamente os valores dos valores dos autovetores e os agrupa em seus respectivos arranjos.

Tabela 38: Correlação das variáveis analisadas com os eixos 1, 2, 3 e 4 de uma ACP com base numa matriz de correlações.

	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3
pH	-0,05427	0,1358	0,2924
Turbidez	-0,515	0,5645	-0,06549
C Elétrica	1,262	0,2363	-0,0141
Fósforo	-0,004292	0,03683	0,01586

Fonte: Autores (2024).

Neste curso, o pH apresenta pouca influência nas variáveis analisadas, a turbidez e a condutividade elétrica representam importante papel nas variâncias de dados. Neste curso foi analisado fósforo, mas assim como o pH, não demonstra influência significativa na variância de dados

Ponto 8.1 – Área Verde: no gráfico, a distribuição entre os parâmetros, sugere uma boa preservação, demonstrando baixos níveis de fósforo e condutividade elétrica, pH neutro e baixa influência na turbidez. Sinais de um ambiente aquático saudável capaz de manter as condições naturais e sem interferências de ações externas e/ou antrópicas.

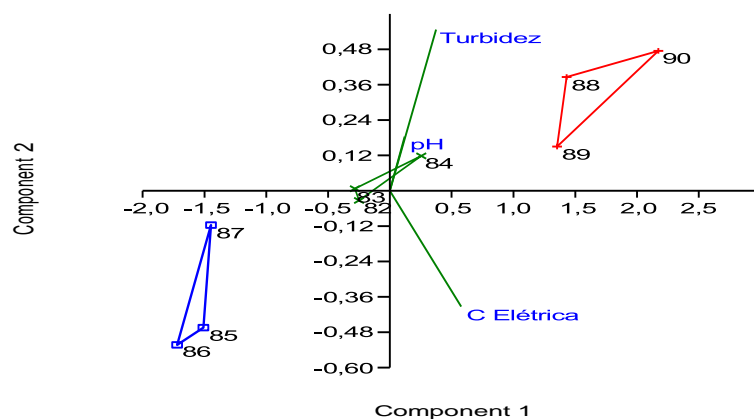
Ponto 8.2 – Área Azul: Ao sair dos limites da UC ocorre um aumento da condutividade elétrica de acordo com o gráfico, sugerindo aí a interferência de agentes externos. A variabilidade nos parâmetros analisados pode ser atribuída a área de maior utilização e sem a representatividade de uma UC, podendo assim apresentar níveis diferentes dos parâmetros analisados, que se apresentam alterados quando comparados ao ponto anterior.

Ponto 8.3 – Área Vermelha: no gráfico os parâmetros de fosforo e turbidez demonstram uma concentração maior. Podendo também estarem relacionados ao acúmulo de carga de nutrientes e de sedimentos decorrentes das ações antrópicas, vindo a comprometer a qualidade d'água neste curso. O aumento destes indica, portanto, maior impacto que podem levar a problemas de eutrofização e interferir na qualidade da água.

ix) ACP do Córrego do Cerco ou Circo

Na Figura 35, baseado numa matriz de correlações, o eixo 1 explicou 88,833% do arranjo da variância em conjunto com o eixo 2, 98,593% completando 99,9995% em conjunto com o eixo 3.

Figura 38: Ordenação com base na Análise dos Componentes Principais (ACP) de correlação de parâmetros físico-químicos do Córrego do Cerco ou Circo.



Fonte: Autores (2024).

A tabela 39 apresenta os autovalores (a. v.) gerados na ACP, relativos aos parâmetros analisados conjuntamente, formando eixos que se agrupam. Em cada eixo há parâmetros que são classificados conforme influenciam individualmente a formação do arranjo. Os conjuntos de eixos são extraídos de uma matriz de semelhança entre as variáveis, sendo numericamente iguais ao número de variáveis. O comprimento dos autovetores corresponde a sua importância para a explicação da variância total dos dados.

Tabela 39: Contribuição de cada eixo na explicação do arranjo formado na Análise de Componentes Principais (ACP) com base numa matriz de correlações, de variáveis físico-químicas do Córrego do Cerco ou Circo.

	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3
Autovalores	2,28954	0,251548	0,036251
Porcentagem	88,833	9,76	1,4065
Porcentagem acumulada	88,833	98,593	99,9995

Fonte: Autores (2024).

A tabela 40 expressa numericamente os valores dos autovetores e os agrupa em seus

respectivos arranjos.

Tabela 40: Correlação das variáveis analisadas com os eixos 1, 2, 3 e 4 de uma ACP com base numa matriz de correlações.

	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3
pH	0,26	0,1322	0,1807
Turbidez	0,8105	0,393	-0,0599
C Elétrica	1,251	-0,2821	0,001247

Fonte: Autores (2024).

De acordo com as análises, as variáveis mais relevantes a este curso d'água são a turbidez e a condutividade elétrica, pois, impactam consideravelmente a variância dos dados.

Ponto 9.1 – Área Verde: Nesta análise, observa-se que o pH é muito próximo do neutro, a turbidez e a condutividade elétrica, ambos, se encontram bem abaixo do recomendado pela legislação e não representam fator negativo à qualidade apresentada pelo corpo hídrico neste ponto. Sendo estes resultados de uma boa preservação ambiental da área neste ponto.

Ponto 9.2 – Área Azul: Já fora da UC, a Condutividade elétrica, o pH e turbidez não sofreram grandes mudanças nos resultados do primeiro ponto, podendo este fator ser justificado pela curta distância entre os dois pontos e a cobertura vegetal presente bastante considerável.

Ponto 9.3 – Área Vermelha: o pH não sofre mudanças que podem impactar na qualidade do curso d'água, já a condutividade elétrica e turbidez passam a alterações mais significativas, isto reflete a possibilidade de impactos, ou mesmo de mudanças naturais que se acumulam durante o percurso e que interferem na qualidade da água. Este ponto relata a influência de acúmulos ao longo do curso que plotam um resultado mais significativo nos fatores físico químicos, salvo pH que não sofre alterações.

Dos nove cursos analisados, o primeiro ponto (verde) que reflete os limites da UC, indicam uma maior preservação, devido à baixa variância dos dados dos parâmetros analisados e os resultados obtidos da análise e comparados a legislação vigente. O resultado demonstra que estes pontos não oferecem distúrbios na qualidade da água, reforçando o papel das UCs em manter o ambiente intacto e protegido de interferências externas como a antropização.

O segundo ponto (azul) é capaz de apontar mudanças, mesmo que em baixos níveis, nos parâmetros analisados, decorrentes da ação do homem no uso e ocupação do solo, demonstrando

a diferença nas variáveis a partir da transição de uma área preservada para uma área sem a proteção de uma UC.

O terceiro ponto (vermelho) reflete o acúmulo de diferentes fatores que podem interferir na qualidade do recurso hídrico à medida que se afasta dos limites da UC, afirmando os danos que a antropização no uso e ocupação do solo, de diferentes formas, pode acarretar ao longo de um curso d'água.

5.9. RESULTADOS E DISCUSSÕES DAS MEDIÇÕES DE VAZÃO

A tabela 41 apresenta os dados e resultados obtidos das duas medições de vazão em cinco cursos d'água com ligação ao Mona Estadual da Pedra do Baú. As vazões foram medidas em período de estiagem, período em que ocorre somente o escoamento subterrâneo correspondente a parte das precipitações que infiltra e se armazena no solo.

Tabela 41: Dados das duas medições de vazão.

Ponto	CARACTERÍSTICAS DAS BACIAS:					MEDIÇÃO 1		MEDIÇÃO 2	
	Área km ²	Área de floresta km ²	Área de floresta (%)	Declivida de M/km	Pastagem km ²	Vazão (Q) m ³ /s	Vazão (q) l/s/km ²	Vazão (Q) M ³ /s	Vazão (q) l/s/km ²
1.1	3,6	2,2	61,1	59,72	0,58	0,123	34,19	0,071	19,69
1.2	35,9	15,99	44,5	15,24	15,98	0,316	8,81	0,142	3,96
5.1	3,55	2,61	73,5	196,34	0,1	0,109	30,64	0,047	13,352
6.1	10,6	7,13	67,3	121,89	0,67	0,26	24,54	0,111	10,51
6.2	48,8	18,94	38,8	4,61	13,27	0,559	11,45	0,282	5,78
8.1	6,72	4,33	64,4	21,73	0,23	0,18	26,83	0,088	13,12
8.2	5,69	2,87	50,4	7,38	0,92	0,158	27,84	0,072	12,64
9.1	2,97	2,3	77,4	39,39	0,02	0,015	5,22	0,009	12,89
9.2	12,4	8,72	70,3	10,48	0,34	0,265	21,34	0,079	6,35

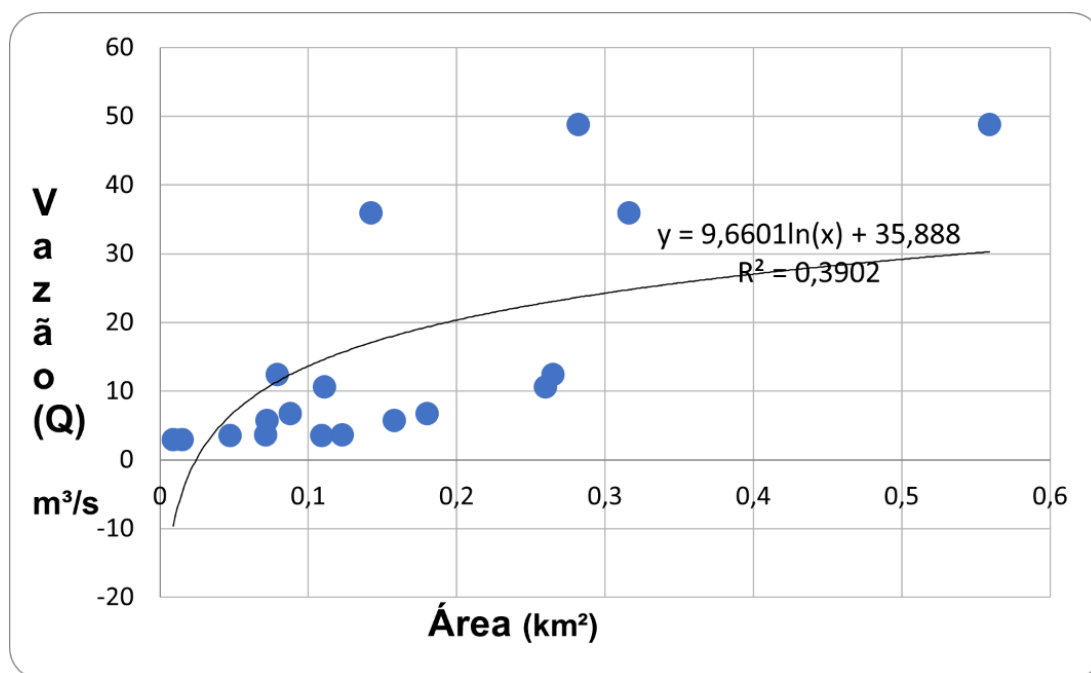
Fonte: Autores (2024).

A partir da tabela acima 6 gráficos foram gerados para compreender a vazão dos cursos d'água, suas relações com a microbacia onde se inserem e a relação com a cobertura vegetal

presente na microbacias dos cursos onde foram medidos a vazão.

A Figura 39 representa a Correlação entre a vazão total e a área da microbacia gerado e apresenta uma relação onde a vazão tende a aumentar com a extensão da área da bacia, ou seja, áreas maiores captam quantidade maior de água da precipitação acarretando o aumento da vazão. Entretanto a dispersão dos pontos em torno do eixo demonstra que a área não é o único fator determinante para a vazão, podendo estar ligado a outros fatores como o uso e cobertura do solo, intensidade da precipitação, tipo do solo, entre outros Silva, 2024).

Figura 39: Correlação entre a vazão total e a área da microbacia.

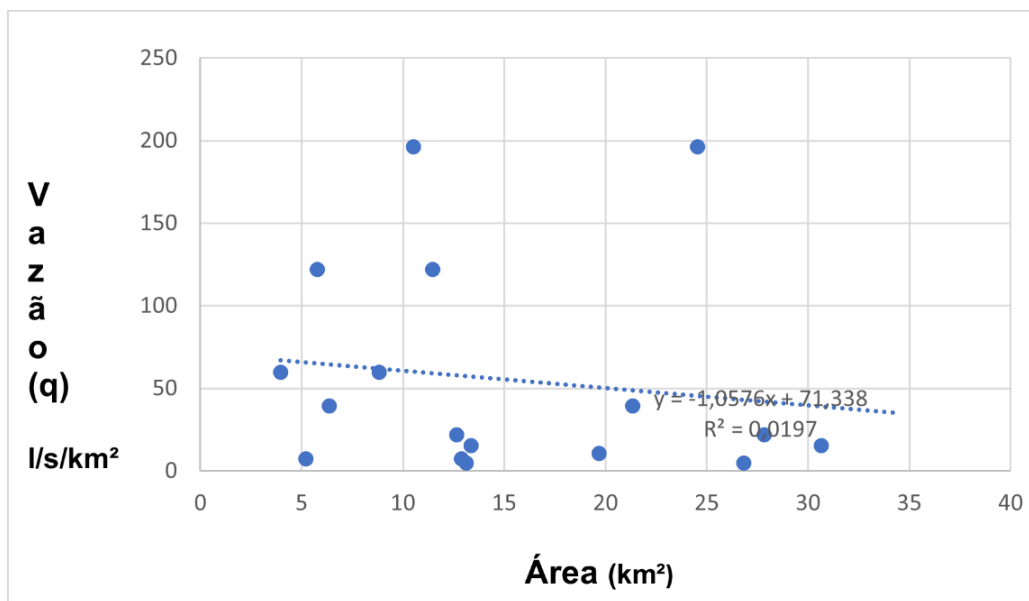


Fonte:

Autores, 2024.

A avaliação da Figura 40 (Correlação entre a vazão total e a declividade) aponta que não há uma relação clara entre a vazão específica e a declividade, indicando que estes dois fatores não estão relacionados.

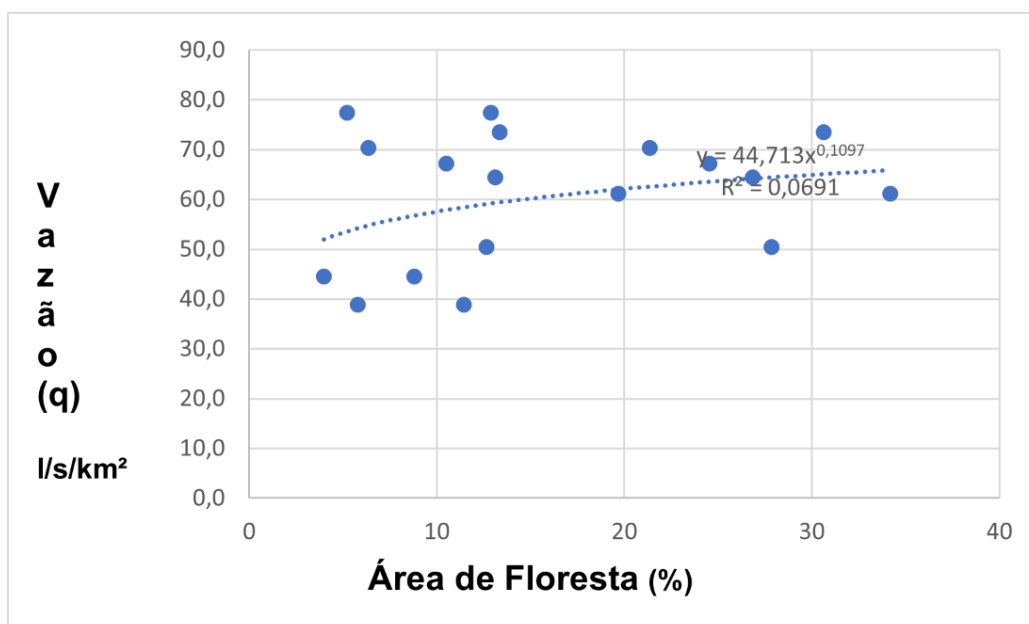
Figura 40: Correlação entre a vazão específica e a declividade.



Fonte: Autores (2024).

A Figura 41 (Correlação entre a vazão total e a área de floresta (%)) aponta que, quanto maior a área de floresta maior será a vazão específica, o que podemos interpretar como a representação da importância da cobertura vegetal para a preservação e manutenção dos recursos hídricos. Pois, segundo Silva *et al.* 2024, a infiltração da água das chuvas e a recarga dos aquíferos promovidos pela vegetação, é capaz de melhorar, conseqüentemente, a vazão dos cursos de água.

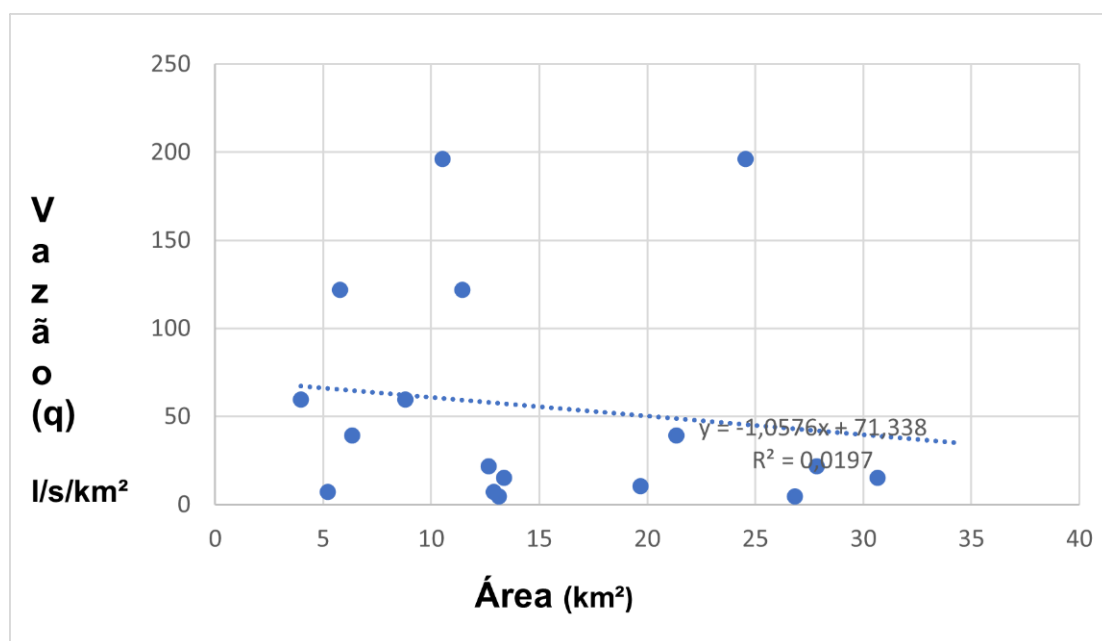
Figura 41: Correlação entre a vazão específica e área de floresta (%).



Fonte: Autores (2024).

A Figura 42 demonstra uma relação inversa, decrescente entre a vazão total e a área de floresta onde a vazão diminui levemente à medida que a área de floresta aumenta. Segundo Balbinot, 2008; Silva *et al.*, 2024, a redução da vazão total em bacias hidrográficas com a presença de florestas ocorre devido ao aumento da perda d'água devido a evapotranspiração, podendo se intensificar em períodos mais secos.

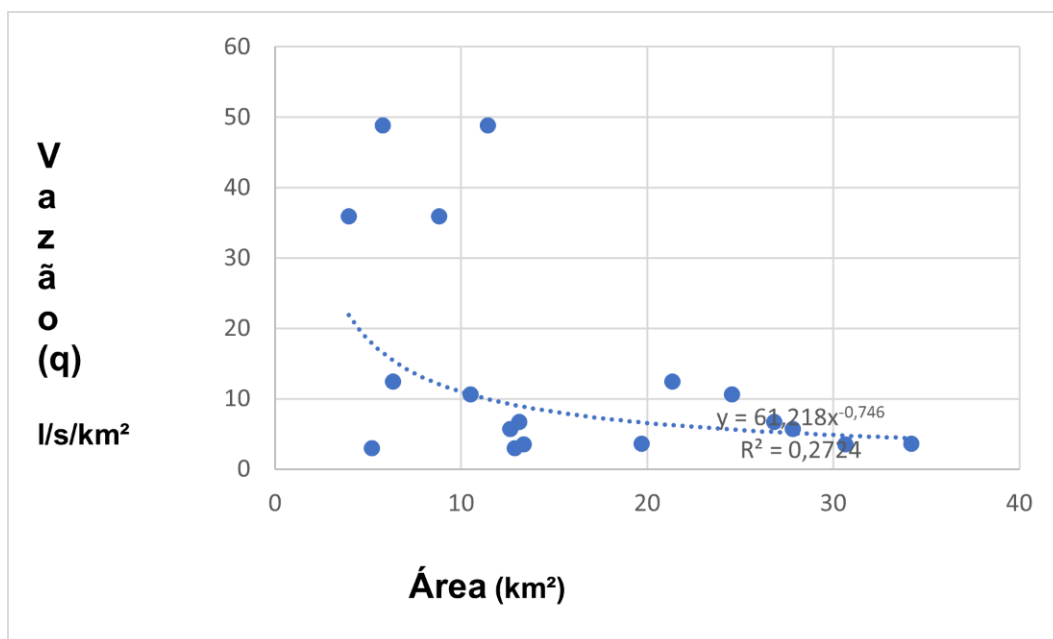
Figura 42: Correlação entre a vazão total e a área de floresta (%).



Fonte: Autores (2024).

A Figura 43 representa a correlação entre a vazão (q) e a área da micro bacia. Esta relação também se apresenta inversa, onde há uma tendência de diminuição da vazão específica com o aumento da área. Isso deve-se ao fato de que em bacias de extensões menores, próximas de nascentes, possuem maior cobertura vegetal onde ocorrem maiores infiltrações ocasionando o aumento da vazão específica, inverso a bacias maiores (Silva *et al.*, 2024). Áreas de maiores altitudes tendem a chover um pouco mais.

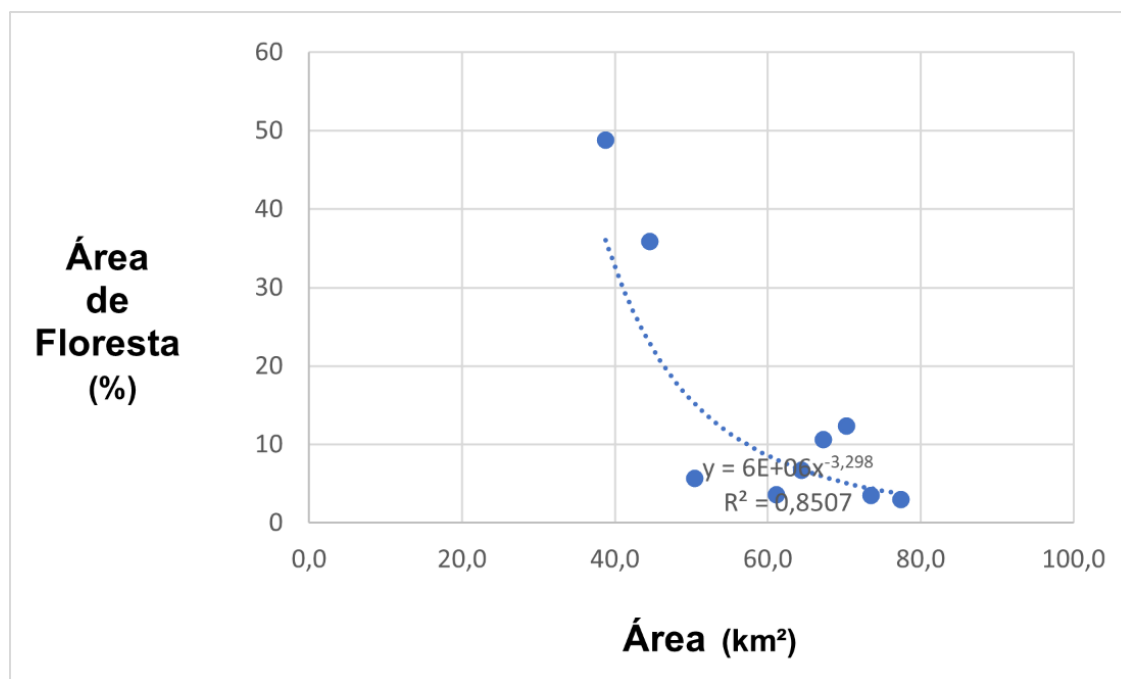
Figura 43: Correlação entre a vazão específica e a área da microbacia.



Fonte: Autores (2024).

A Figura 44 (Correlação entre a área de floresta (%) e a área da microbacia) representa que áreas menores tendem a um aumento da vegetação, portanto, à medida que a área se estende, a porcentagem de floresta diminui.

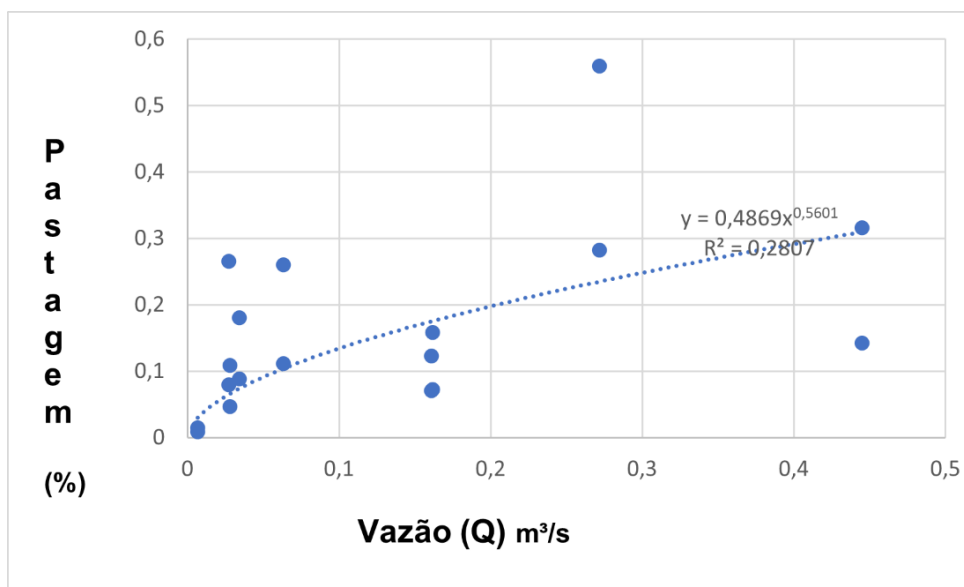
Figura 44: Correlação entre a área de floresta (%) e a área da microbacia.



Fonte: Autores (2024).

A Figura 45 demonstra que à medida que a pastagem aumenta o mesmo ocorre com a vazão total, isto ocorre, segundo Ballbinot, (2008) e Silva *et al.*, (2024), a presença de pastagens permite um maior escoamento superficial, o que contribui para o aumento da vazão total.

Figura 45: Correlação entre a área de pastagem e a vazão total.



Fonte: Autores (2024).

Nas Figuras dos gráficos gerados no *Excel* a partir das medidas de vazão, pode concluir-se que os resultados estão de acordo com o esperado para o comportamento de bacias hidrográficas e demonstra a importância da vegetação presente no uso e cobertura do solo para a contribuição da preservação e manutenção dos recursos hídricos.

6. ANÁLISE DA CONTRIBUIÇÃO DO MONA ESTADUAL DA PEDRA DO BAÚ PARA A PRESERVAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

Para esta análise considerou-se forças e fraquezas a compreensão do cenário atual da relação do MONA com a preservação dos recursos hídricos e, as oportunidades e ameaças com um cenário futuro que possam interferir na proteção hídrica. A Figura 46 traz um panorama dessa análise.

Figura 46: Matriz FOFA do panorama da análise do MONA Estadual da Pedra do Baú.

FORÇAS	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none"> -Conselho Gestor atuante. -Diferentes leis municipais que objetivam a preservação dos recursos hídricos. -Leis Estaduais que regem o Turismo, objetivam a preservação da água, apoiam a criação do Plano de Manejo e inserem o MONA no Mosaico de UCs. -Leis Federais inserem no Mosaico de UCs que protegem os mananciais. -Inserção no mosaico de UCs das 3 esferas de governo que apontam diretrizes para preservação hídrica. -Turismo regrado na área da UC que pode ser associado a preservação dos recursos hídricos. - Presença de 46 nascentes no interior da UC 	<ul style="list-style-type: none"> -Leis municipais como incentivadores da preservação dos mananciais e incentivo a criação do Plano de Manejo. - Leis Estaduais que definem o uso e cobertura do solo, criação da UC e proteção dos recursos hídricos. -Leis Federais visam a recuperação e preservação ambiental e dos recursos hídricos. -As análises físico-químicas como fator para a preservação das APPs ao longo do curso, como um modelo de restauração e preservação de zonas ripárias. -Secretaria Municipal do Meio Ambiente, a cidade possui selos como o Verde e Azul, que podem estender a educação ambiental, na manutenção destes selos gera oportunidades de preservação aos recursos hídricos com a educação ambiental. - Programas de PSA
FRAQUESAS	AMEAÇAS
<ul style="list-style-type: none"> -Leis municipais falta dar maior ênfase na área como UC e da preservação da água em algumas leis (2009). -Leis Estaduais a preservação da água está enfatizada no abastecimento municipal e não especifica o uso e cobertura do solo como meios de preservação (Proposta de Criação). -Leis Federais não estimulam criação do Plano de Manejo (Lei 	<ul style="list-style-type: none"> -Leis municipais não demarcam da zona de amortecimento da UC e o MONA visto mais como atrativo turístico do que uma UC. -Leis Estaduais não mencionam zona de amortecimento, não especifica a rede hídrica completa e alguns não estimulam o Plano de Manejo (Proposta de Criação). -Leis Federais desestimulam o Plano de Manejo em tomadas de decisões e não menção do MONA no Mosaico (Lei

9097/95; Portaria 351/06).

- Uso e cobertura do solo em algumas áreas dentro do MONA que substituem a cobertura vegetal.
- Residências e construções dentro do MONA Estadual da Pedra do Baú considerando a questão de ser uma UC de proteção integral. Há peculiaridades de coisas que possa ter em um MONA e precisa estar de acordo com os objetivos de uma UC de proteção integral.
- A degradação ambiental devido à presença de áreas de alta suscetibilidade a erosão de solos superficiais com a presença de rochas cristalinas.

9097/95; Portaria 351/06).

- Troca constante de gestor, que segundo apresentado em reunião do Conselho Gestor, em 12 anos foram 10 trocas de gestores. Isto pode impedir ou travar o avanço de ações de preservação dos recursos hídricos.
- Falta de cobertura vegetal em APPs tanto de nascentes como dos cursos d'água e a presença de sinais antrópicos como a presença de construções nestas áreas.
- O parcelamento do solo irregular dentro dos limites da UC, isto pode levar a antropização da área.
- Falta do Plano de Manejo para gerir a área.
- Análises microbiológicas como um possível fator de resultado da antropização, merecendo novos estudos.
- Poluição dos corpos d'água pelo turismo na área.
- Diminuição da capacidade hídrica, conforme a projeção da UGRHI Mantiqueira, que se torna preocupante em 2023/2027.

Fonte: autores 2024.

6.1 Forças e fraquezas: compreensão do cenário atual da relação do mona com a preservação dos recursos hídricos

Com relação às forças, as normas relacionadas ao MONA Estadual da Pedra do Baú apresentam diferentes meios de indução à preservação e conservação dos recursos hídricos. Os diferentes documentos analisados, alguns deles se referem à preservação da água em seus objetivos, cabe a gestão da UC, considerando cada caso específico para a utilização destes documentos. O Monumento Natural Estadual da Pedra do Baú, se ampara em diferentes legislações, incorporando as três esferas de governo, suficientemente capazes de apontar a preservação dos recursos hídricos.

O MONA Estadual da Pedra do Baú é privilegiado por estar presente em um mosaico imenso de Unidades de Conservação da Natureza e isto traz grande apoio na preservação dos recursos hídricos, visto que, alguns dos documentos referentes a estas UCs apresentam a preservação da água como parte de seus objetivos e podem ser utilizadas em diferentes casos

para a gestão do local.

A grande quantidade de nascentes que estão presentes na área protegida é uma força, pois, moldam um cenário de grande importância para a Bacia do Rio Sapucaí, onde suas vertentes escoam para cursos d'água no interior desta bacia. Destas vertentes, a de Campos do Jordão, três cursos d'água com nascentes na área deságuam no rio Sapucaí Guaçu, afluente do rio Sapucaí; a vertente para MG e para o município desaguam no rio Sapucaí Mirim também afluente do rio Sapucaí, ou seja, todos os cursos que possuem nascentes na área de estudo contribuem para a vazão do rio Sapucaí. Quanto a contribuição para a Estância Climática de São Bento do Sapucaí/SP, a UC abriga 16 nascentes do Ribeirão do Paiol Grande que abastece a cidade e a zona rural que beneficia dos cursos d'água que por ali nascem. Dos 13 cursos presentes no município, 8 possuem nascentes no interior da UC estudada. A UC ainda contribui de forma ativa para o Ribeirão dos Marmelos que nasce fora do município da área estudada, mas foi também analisado, pela forte contribuição para o abastecimento deste curso d'água de 9 nascentes.

Ainda como forças do MONA Estadual da Pedra do Baú vê-se a atuação do Conselho Gestor, que tem um papel essencial na articulação das ações para a gestão e preservação da unidade. Além disso, o município possui legislações diversas para a proteção dos recursos hídricos, dando uma base legal muito forte para a implementação das políticas ambientais. O turismo na região também tem sido regulamentado, o que permite que ele seja associado à preservação de recursos hídricos, cooperando com a manutenção do meio ambiente, pois a visitação não tem intimidade com as ações ambientais.

As fraquezas apresentadas demonstram que as leis municipais não enfatizam a área como Unidade de Conservação da Natureza de Proteção Integral e em algumas leis pode ser notado a falta de incentivo a proteção da rede hídrica. Na esfera estadual a água produzida na UC é vista como fator importante ao abastecimento público municipal e não está atento ao uso e cobertura do solo, que se trabalhado de maneira equivocada pode causar danos irreversíveis aos cursos d'água e nascentes. Na esfera federal não há menção a criação do Plano de Manejo, documento de vasta importância para a devida gestão em uma UC e ainda, não menciona o MONA Estadual da Pedra do Baú como parte integrada do Mosaico da Mantiqueira.

Também a substituição do uso e cobertura do solo em áreas de APP podem acarretar danos a rede hídrica das diferentes formas já mencionadas, principalmente quando há a presença de construções em APP tornando claro os sinais de antropização.

6.2 OPORTUNIDADES E AMEAÇAS: COMPREENSÃO DO CENÁRIO

FUTURO DA RELAÇÃO DO MONA COM A PRESERVAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

Quanto às oportunidades, as leis seguem com o incentivo à preservação da água, fator essencial à área; a criação da UC e do Plano de Manejo como pontos importantes para atingir o objetivo de preservação dos recursos hídricos.

Contudo, o MONA Estadual da Pedra do Baú apresenta desafios significativos, porém também oportunidades importantes para avançar na preservação ambiental, particularmente no que tange à gestão dos recursos hídricos. O aprimoramento da governança local e o envolvimento da comunidade podem ser fatores determinantes para garantir a efetividade das políticas públicas e a proteção deste importante patrimônio natural.

A poluição dos corpos d'água com o aumento do turismo e da urbanização irregular da zona rural, vem sendo bastante combatido pelas diferentes diretrizes que regem o turismo no MONA Estadual da Pedra do Baú e que visam regram as visitas. Com isso busca-se diminuir possíveis impactos ao meio ambiente, uma vez que a categoria Monumento Natural tem orientações, normas, regulamentos e regras à visitação pública, hoje, regulamentados por diferentes documentos e pela Gestão da área, sendo oportunidade para gestão do turismo na área.

O uso e cobertura do solo identificado na área apresenta uma porcentagem bastante elevada de cobertura vegetal, seguido de pastagens, solo exposto e afloramento rochoso. Nas análises realizadas identificou-se sinais evidentes de pastagem próximo ao curso d'água da nascente nº 5.3 (pagina 89) área correspondente à portaria do MONA Estadual da Pedra do Baú, esta pastagem apontada no mapa de uso e ocupação do solo, está na verdade, relacionada às áreas de estacionamento da portaria e não à pastagem para criação de animais. A gestão da área mantém a entrada e o estacionamento em excelente estado de preservação e conservação e ainda, a nascente 5.3 é considerada nascente modelo pela excelente qualidade de preservação da cobertura vegetal, mantendo a APP dentro dos parâmetros apontados pelo Código Florestal Brasileiro. Sendo este modelo de preservação uma oportunidade para replicação.

A Secretaria Municipal do Meio Ambiente tem potencial para desenvolver suas atividades de educação ambiental, especialmente com os programas e selos como o Selo Verde e Azul, que buscam não só a certificação ambiental, mas também a conscientização da população do entorno em relação à relevância da preservação do meio ambiente e recursos hídricos.

A medições de vazão apresentaram resultados esperados do comportamento em bacias

hidrográficas reforçando a importância do uso e cobertura do solo para manutenção das vazões específicas de cursos d'água sendo uma oportunidade, pois, a cobertura vegetal influencia na vazão específica pela sua capacidade de infiltração de água no solo contribuindo para o volume nos cursos d'água. A presença das florestas nas cabeceiras de nascentes auxiliam na recarga dos aquíferos e na manutenção da quantidade de água, evitando escoamentos superficiais e contribuindo para o fluxo constante nos leitos e nascentes. As análises das medidas de vazão, ainda demonstra que, os diferentes tipos no uso e cobertura do solo, vão reagir de diferentes maneiras para contribuir com as vazões, seja de maneira positiva ou negativa, estando diretamente interligados.

Quanto à classificação de balneabilidade, em acordo com a legislação vigente, o ponto 4.1 se apresenta satisfatório e o ponto 8.1, excelente, sendo, este segundo resultado, associado à presença da excelente conservação da cobertura vegetal próximo a este ponto e distante de sinais antrópicos na área. Os demais pontos apresentaram valores que os desclassificam para a recreação e balneabilidade. As análises físico-químicas, após aplicado seus resultados na ANOVA, apresentou diferentes resultados para cada ponto analisado, considerando a sua localização dentro ou fora dos limites da UC. Os pontos verdes correspondentes ao interior do MONA Estadual da Pedra do Baú apresentaram menores variações nas análises dos resultados dos parâmetros, isto indica que as áreas preservadas tendem a manter o maior controle da qualidade da água e os valores obtidos não dispersão do considerado pela legislação vigente. Os pontos em azul, já fora da UC, tiveram uma variação dos parâmetros indicando que possa estar havendo interferências externas na qualidade do recurso hídrico. Essa leve variação ocorrida nos parâmetros analisados nos pontos em azul arremetem a pequenas mudanças, ou seja, por estar mais próximo a UC os parâmetros tendem a uma transição de um modelo mais preservado para um modelo de início de impactos externos. O ponto vermelho, já no final do curso estudado, teve uma variação dos parâmetros mais acentuada, o que era realmente esperado pelos fatores antrópicos que acompanham o curso d'água. À medida que o curso se estende a probabilidade de interferências externas aumenta interferindo na qualidade do recurso hídrico. As análises físico-químicas demonstram um padrão pequeno na variância dos parâmetros dentro da área preservada pela UC, o que pode ser interpretado como a representação do quanto uma área preservada pode interferir na qualidade da água sendo uma oportunidade para a preservação efetiva da área.

Dentre as ameaças que as leis das três esferas analisadas apresentam, estão a não demarcação da zona de amortecimento, o que pode ser uma ameaça devido a antropização e o

loteamento irregular que pode ocorrer nesta área que circundam o MONA Estadual da Pedra do Baú.

A cobertura vegetal no interior da UC apresenta algumas lacunas em zonas ripárias (onde ocorrem as APPs), tanto das nascentes como dos cursos formados a partir delas, possuindo falhas no preenchimento da vegetação das áreas de APP que se utilizam de pastagens e solo exposto identificados como uso e cobertura do solo. A redução das áreas de mata devido à antropização causada pela presença de construções no interior da UC, áreas de pastagens e solo exposto presentes em APPs que podem ser prejudicadas por este fator, que é bastante evidente na vertente para o município no Ribeirão do Paiol Grande e Córrego do Monjolinho. É preciso avaliar a presença destas áreas de urbanização dentro da UC, devendo considerar que área é uma Unidade de Conservação da Natureza de proteção integral e restringe a presença de moradores no interior da mesma, podendo as propriedades particulares criarem animais domésticos e cultivo de plantas, estando em conformidades com os objetivos da área e do Plano de Manejo. A falta de incentivo por algumas leis à criação do Plano de Manejo para reger a área, sabendo o quão importante e necessário é firmar esta ação definitivamente com a criação deste documento.

A não inserção do MONA Estadual da Pedra do Baú no Mosaico da Mantiqueira pode ser uma ameaça representativa uma vez que pode ficar confuso se a área estudada pode ou não fazer parte desta junção de UCs, seria importante consolidar este fato. A troca de gestor sempre será uma ameaça, principalmente pelo curto espaço de tempo entre uma gestão e outra, podendo várias ações destinadas a preservação dos recursos hídricos não serem completadas, não aplicadas ou mesmo interrompidas.

As análises microbiológicas não apresentaram um resultado positivo para o consumo humano nos três cursos analisados de acordo com a Resolução nº 888/2021. Estes resultados apontam possivelmente para a antropização, visto que dois pontos dentro da UC analisados estão próximos a construções, podendo haver possíveis lançamentos de efluentes e interferir na qualidade dos resultados, sendo o ponto 4.1 no córrego do Monjolinho e o ponto 1.1 no ribeirão da Bocaina. Os valores de reprova obtidos, podem ser justificados, ainda, pela presença da alta concentração de matéria orgânica no leito dos cursos d'água, sendo necessário estudos aprofundados sobre o tema para definir qual o fator responsável. O ponto 8.1 do Ribeirão do Campo Serrano apresentou resultados com valores mais baixos dentre os pontos inseridos na UC, sendo zero para *E. coli*, entretanto, a presença de *Coliformes totais* a desclassifica para o consumo humano. O resultado zero para *E. coli* pode ser justificado pela presença de vasta cobertura vegetal e ausência de sinais de antropização ao redor do ponto analisado, o que nos remete a

importância da presença da cobertura vegetal para a qualidade dos recursos hídricos. Os resultados dos pontos 8.2, 4.2 e 1.2 não ocorreram fora do esperado, devido a presença de sinais antrópicos à medida que os cursos se afastam das nascentes comum em áreas antropizadas pela urbanização, agricultura, pecuária e outros fatores de características em zonas rurais.

Também se destaca o aumento do turismo e parcelamento do solo irregular dentro dos limites da UC que podem levar a antropização da área com a urbanização da zona rural e interferir no uso e ocupação solo, nos objetivos de uma UC de proteção integral e levar à poluição dos corpos d'água.

Finalizando, a diminuição da capacidade hídrica, conforme a projeção da UGRHI Mantiqueira, que se torna preocupante em 2023/2027 sendo uma ameaça para a qualidade e quantidade dos recursos hídricos na área de estudo.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Visto a necessidade da preservação dos recursos hídricos para a sobrevivência das diferentes formas de vida no planeta, a importância da gestão correta e sustentável deste recurso natural é um tema de bastante discussões. Inúmeros fatores, como o crescimento populacional, escassez de água, agricultura, indústria e outras demandas, precisam ser planejadas para efetivação da sustentabilidade garantido a qualidade e a quantidade, prevenindo os impactos nos ecossistemas naturais. Estes ecossistemas são responsáveis diretamente pela qualidade e quantidade de recursos hídricos disponíveis, uma vez impactados, estes recursos são comprometidos à geração futura. A política nacional, recentemente, segundo Pinezi (2023), tem se atentado ao planejamento da prevenção e recuperação do meio ambiente aliados à sustentabilidade e disponibilidade futura deste recurso. As UCs representam um importante papel na preservação e manutenção dos recursos naturais, em especial nos recursos hídricos, pois pode apresentar diferentes benefícios à água do planeta.

A área de estudo corresponde ao MONA Estadual da Pedra do Baú, uma relevante Unidade de Conservação da Natureza no estado de São Paulo, que tem como um de seus objetivos de criação a proteção de recursos naturais, particularmente dos recursos hídricos. A análise adaptada da Matriz SWOT (Forças, Fraquezas, Oportunidades e Ameaças) apresentou pontos positivos e negativos que podem interferir na preservação dos recursos hídricos na região estudada. Os estudos apontaram para efetiva proteção dos recursos hídricos no MONA Estadual da Pedra do Baú, com alguns pontos a serem melhorados, visto que, uma UC de Proteção Integral, precisa estar atenta aos seus objetivos e ainda, mitigar possíveis danos ocasionados pela antropização, como a retirada da cobertura vegetal em APPs, possíveis lançamentos de efluentes nos cursos d'água, entre outras ações. Portanto a hipótese deste trabalho, se após 35 anos da criação do MONA Estadual Pedra do Baú, o objetivo de preservação vem sendo cumprido, não atingindo 100% do objetivo proposto, entretanto, algumas medidas serão necessárias para melhor adequação da área, principalmente para a vertente do município.

De acordo com os objetivos específicos concluímos para o objetivo nº I que, a documentação e normas destinadas à preservação da área apresenta algumas lacunas que devem ser preenchidas no intuito de efetivar uma preservação efetiva, que incentive a criação do Plano de Manejo da unidade com urgência, delimite a zona de amortecimento e passe a gerir a área

adequadamente, atentando sempre à integração da preservação da área, dos recursos hídricos e do uso e ocupação do solo, de forma a não apresentar riscos aos cursos d'água. O turismo vem sendo regrado através de importantes documentos apresentados e tem como objetivo a preocupação com a interação humana entre o meio ambiente, sendo sempre questionado e debatido pelo Conselho Gestor para implementação de melhorias.

O objetivo específico II sobre o levantamento do uso e cobertura do solo, apresenta-se falhas quanto à ocupação em APPs, onde estão localizados imóveis e construções que podem levar à antropização da área, como o lançamento de efluentes e falta de cobertura vegetal. Este fato é visível na vertente para a Estância Climática de São Bento do Sapucaí no ribeirão do Paiol Grande e córrego do Monjolinho, que afetam dentro dos limites da UC e a zona de amortecimento.

O objetivo específico III, a cobertura vegetal dentro da UC se apresenta com uma porcentagem bastante consolidada e preservada (89.09%). A atenção a ser dada a cobertura vegetal é com a falha da vegetação principalmente em APPs de nascentes e cursos d'água, onde foram identificadas pastagens e construções que culminam na substituição da vegetação em áreas onde deveriam estar com cobertura vegetal.

O objetivo específico IV, a rede hídrica presente no MONA Estadual da Pedra do Baú apresenta oito cursos d'água que nascem nos limites da UC, o município possui 13 cursos d'água no total. Estão presentes os Ribeirões da Bocaina, do Paiol Grande, do Baú e do Campo Serrano; os córregos do Quilombo, do Monjolinho, da Pedra do Baú e do Cerco ou Circo. Na área estudada é importante firmar que é onde nasce o curso d'água que abastece o município, o ribeirão do Paiol Grande e nascem diversas nascentes que alimentam o ribeirão dos Marmelos que nasce em Campos do Jordão, margeia os limites da UC e que integrou parte destes estudos.

O objetivo V sobre as análises da água realizadas apontam que o MONA Estadual da Pedra do Baú representa uma efetiva preservação e capacidade de manutenção da qualidade da rede hídrica. As análises físico-químicas demonstram resultados que remetem à área de maior vegetação como mantenedora da qualidade do recurso hídrico devido as baixas variâncias apresentadas dos parâmetros físico-químicos analisados. Estas variâncias demonstram que a área preservada sofre menos interferências de meios externos do que as áreas fora dos limites da UC. Já as análises microbiológicas apontam que pontos como o 8.1 (ribeirão do Campo do Serrano), com cobertura vegetal em acordo com a legislação vigente, a ausência de construções e de sinais antrópicos, são capazes de apresentar resultados mais satisfatórios ao exigido pela legislação. Uma vez que sem interferências externas e uso e cobertura do solo usados de maneira correta, apresentam a melhoria da qualidade d'água, visto ainda, que os pontos próximos a áreas

antropizadas (pontos 1.1 e 4.1) não apresentaram resultados satisfatórios, merecendo novos estudos nestes pontos a fim de definir quais os fatores que realmente interferem de verdade na qualidade da água nestes pontos.

As medidas de vazão deixam claro a importância da preservação da vegetação que interferem na vazão específica dos cursos d'água, uma vez que promovem a infiltração e abastecimentos dos lençóis freáticos. A presença da vegetação da Unidade de Conservação possibilita um escoamento superficial menos intenso e sem danos à jusante das nascentes e corroboram para a manutenção das áreas de recarga, nascentes e cursos d'água.

Com este estudo podemos enxergar com mais clareza os diferentes pontos entre a relação de uma Unidade de Conservação da Natureza e a preservação dos recursos hídricos. Os estudos apontam que as áreas mais preservadas e que estão dentro da limitação do MONA Estadual da Pedra do Baú, são capazes de manter a qualidade e quantidade dos recursos hídricos na região estudada. Os resultados das análises microbiológicas apontam para um resultado onde a área da UC, sem sinais de antropização reflete o valor da cobertura vegetal para a preservação deste importante recurso natural. Entretanto, a presença de construções de diferentes destinações de uso podem ser potenciais lançadores de efluentes, práticas insustentáveis de agricultura e do uso e ocupação do solo. A retirada da cobertura vegetal pode acarretar certos danos irreversíveis aos recursos hídricos. É preciso que haja uma transição do uso e ocupação do solo para um modelo sustentável, podendo esta transição ser realizada através de diferentes modelos de projetos de PSA existentes no país. O modelo de projeto como o Conservador da Mantiqueira e seu projeto piloto, Conservador do Mogi, são exemplos que possuem o PSA como forma de transição para um uso correto, atingindo diferentes pontos como o saneamento rural, cobertura vegetal de APPs e ações de sustentabilidade da propriedade (Anjos, *et al.*, 2022), que são ações que vão de encontro aos objetivos de uma UC de Proteção Integral. Ainda, algumas destas áreas estão em desacordo com leis como Código Florestal Brasileiro por exemplo, estes projetos regulariam este tipo de situação quando efetuados. O MONA Estadual da Pedra do Baú não possui o Plano de Manejo construído e acaba por ser, na sua maioria regido por regras, ora de uma UC do Mosaico no qual se insere, ora pela legislação de criação ou por normas e orientações criadas desde sua criação. A importância da criação do Plano de Manejo é indiscutível a necessidade à uma UC, independentemente de sua categoria, pois neste documento, estarão contidas todas as regras que regem a área e constroem os seus objetivos de preservação.

Este trabalho apresenta a necessidade da preservação da cobertura vegetal para a manutenção da qualidade e quantidade dos recursos hídricos, uma vez que a ausência da mesma e a presença de sinais antrópicos podem interferir diretamente nestas questões relacionadas a

manutenção e preservação da qualidade e quantidade de água. As normas e Legislações vigentes possuem diferentes caminhos que levam a efetiva preservação dos recursos naturais e variados modelos de projetos podem ser agregados à gestão da área para traçar o caminho sustentável que toda Unidade de Conservação da Natureza deve traçar para alcançar seus objetivos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDI, A. M. Land cover and land use classification performance of machine learning algorithms in a boreal landscape using Sentinel-2 data. **GIScience & Remote Sensing**, v. 57, n. 1, p. 1-20, 2020.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS**. Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2022: Informe. Agência Nacional de Águas. Brasília: ANA, 2022. 106p
- ALVES, L.; Parques Nacionais: **Análises as ações de Educomunicação Aplicadas na Temática Incêndio**, 2021. 57 p. Trabalho final de Graduação (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Itajubá, Itajubá/MG, 2021.
- ALVES, K. Y. A. *et al.*; Use of photography in qualitative research in the health area: scoping review. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 26, p. 521-529, 2021.
- AMARAL, P. S.; MARIOSIA, D. F. Contribuição dos processos comunicacionais para o manejo sustentável de recursos hídricos. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 13, n. 1, p. 337-357, 2022.
- AMORIM, R. R. O Projeto Produtor de Água na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Pipiripau sob a ótica da teoria da regulação responsiva. **Journal of Law and Regulation**, v. 8, n. 1, p. 21-40, 2022.
- ANDRADE, W. J. *et. al.* "Proposta de Criação e Manejo do Monumento Natural Estadual da Pedra do Baú". **Revista do Instituto Florestal**, v. 4, n. 3, p. 947-955, 1992.
- ANJOS, M. P.; FRANÇA, L. C.J.; BARROS, V.C. C.; Pagamentos por Serviços Ambientais (PSA) como Instrumento Indutor de Governança Ambiental Local: O Plano Conservador da Mantiqueira, Minas Gerais. **Revista Caminhos de Geografia**, v. 23, n. 87, p. 103-123, 2022.
- ARANHA, R. D.; **Estudos Morfológicos da Bacia do Ribeirão do Baú – São Bento do Sapucaí/SP**, 2011. 151 p. Dissertação (Pós-graduação em Geografia Física) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.
- ARANHA, R. D.; FERREIRA, R. P. D.; Morfologia do Relevo e formações superficiais do Ribeirão do Baú, São Bento do Sapucaí, SP. **Revista do Instituto Geológico**, v. 41, n. 01. P. 87-115, 2020.
- ARZOLLA, F. A. R. D. P.; PAULA, G. C. R.; CHAUTEMS, A. P.; SHEPERD, G. J.; O primeiro registro de *Sinningia gigantifolia* Chautems (Gesneriaceae) no estado de São Paulo. **Biota Neotropica**, v. 07, n. 03, p. 373-377, 2007.

ASSEMBLY, General. Resolution adopted by the General Assembly on 27 July 2012. **United Nations: Norfolk, VA, USA, 2012.**

BALBINOT, R. *et al.* O Papel da Floresta no Ciclo Hidrológico em Bacias Hidrográficas-The Forest Role in the Hydrological Cycle at Hydrological Basins. **Ambiência**, v. 4, n. 1, p. 131-149, 2008.

BARROS, V. F. A.; MENEZES, J. E. Análise da relação entre a produção e o consumo de água na grande Goiânia utilizando o método estatístico de previsão de Holt-Winters. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, p. 1272-1282, 2012.

BENJAMIN, A. H.; O regime brasileiro de unidades de conservação. **Revista de Direito Ambiental**, v. 21, p. 01-46, 2001.

BRASIL, S. B. M.; DE CARVALHO, R. G.. Desafios para a sustentabilidade das unidades de conservação no Brasil: novo caminho trilhado para os planos de manejo (Edição 525). **Papers do NAEA**, v. 30, n. 1, 2021.

BRASIL, Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Disponível em:http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm. Acesso em 28 de abr. 2022.

BRASIL, CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005. **Dispõe sobre a classificação dos corpos d'água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes e dá outras providências.** Brasília, 2005. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2005/res_conama_357_2005_classificacao_corpos_agua_rtfcd_altrd_res_393_2007_397_2008_410_2009_430_2011.pdf. Acesso em 05 de nov. de 2022.

BRASIL, Lei nº 14.119 de 13 de janeiro de 2021 – **Institui a Política Nacional de Pagamentos por Serviços Ambientais.** Brasil, 2021. Disponível em: Acesso em 12 de out. 2022.

BRASIL, Lei nº 9.093 de 08 de jan. de 1997 - **Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.** Brasil, 1997. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm. Acesso em 15 de ago. de 2022.

BRASIL, Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000 -**Institui o SNUC – Sistema Nacional de Unidade de Conservação da Natureza.** Brasil, 2000. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9985.htm Acesso em 03 de outubro de 2020.

BRASIL, Lei nº 9.097 de 19 de setembro de 1995. **Inclui o Município de São Bento do Sapucaí/SP, na Área de Proteção Ambiental da Serra da Mantiqueira.** Disponível em:

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9097.htm. Acesso em 27 de mar. de 2022.

BRASIL, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Portaria MMA nº 351 de 11 de dezembro de 2006. **Reconhece como mosaico de unidades de conservação da região da Serra da Mantiqueira**. Brasília, 2006.

BRASÍLIA. Decreto Federal nº 4.340 de 22 de agosto de 2002. **Regulamenta artigos da Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000 que dispõe sobre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza - SNUC, e dá outras providências**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/d4340.htm>. Acesso em: 15 ago. 2022.

CÂMARA MUNICIPAL DE SÃO BENTO DO SAPUCAÍ. Lenda dos 3 irmãos. Disponível em: <https://www.camarasbs.sp.gov.br/folclore#:~:text=Lenda%20dos%20irm%C3%A3os&text=Monte%20Bar%C3%A3o%20apaixonou%20Dse%20por,ele%20unida%20desde%20aqu ele%20abra%C3%A7o>. Acesso em: 24 nov. 2024.

CANTELE, T. D.; LIMA, E. C.; BORGES, L. A. C. Panorama dos recursos hídricos no mundo e no Brasil. **Revista em agronegócio e meio ambiente**, v. 11, n. 4, p. 1259-1282, 2018.

CARDOZO, M. L.; DINIZ, M. B.; SZLAFSZTEIN, C. F.; Os serviços ecossistêmicos dos recursos hídricos da Bacia Amazônica como Bens Públicos Globais. **Água y Territorio/Waterand Landscape**, n. 21, 2023.

CARVALHO, R. G.; AS Bacias Hidrográficas enquanto Unidades de Planejamento e Zoneamento Ambiental no Brasil. **Caderno Prudentino de Geografia**, v. especial, n. 36, p. 26-43. 2014.

CASTRO, L. R. *et al.* Formas de fósforo nas águas de cultivo de viveiro escavado de *Litopenaeusvannamei* (BOONE, 1931). 2022.

CARVALHO FELICORI, T. *et al.* IV-013–Mapeamento e Diagnóstico Ambiental das Nascentes do Monumento Natural Estadual Pico da Ibituruna. **ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental**, 2018.

CHEHATA, N.; ORNY, C.; BOUKIR, S.; GUYON, D.; WIGNERON, J. P. Object-based change detection in wind storm-damaged forest using high-resolution multispectral images. *International Journal of Remote Sensing*, v. 35, n.13, p. 4758-4777, 2014.

CINTRA, L. S. *et al.* Monitoramento de parâmetros de qualidade da água do rio Paraíba do Sul em Campos dos Goytacazes–RJ. **Holos**, v. 5, p. 1-16, 2020.

CONTI, D. M. Editorial nº 04/2021 Water: An Urgent Matter for Brazil. **Ambiente & Sociedade**, v. 24, 2021.

- COSTA, I. *et al.* Análise geoquímica de sedimentos de uma microbacia urbana na região Amazônica. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 17, n. 1, p. 547-563, 2024.
- COUTO, M.; FIGUEIREDO, C. A. Geoconservação em Monumentos Naturais no Brasil. **Revista Ibero-Afro-Americana de Geografia Física e Ambiente**, v. 01, nº 02, p. 231-248, 2019.
- CUNHA, L. V.; Perspectivas da Gestão da Água para o Século XXI: Desafios e oportunidades. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 07, n. 04, p. 65-73. 2002.
- DEZSÖ, B.; FEKETE, I.; GERA, D.; GIACHETTA, R.; LÀSZLÓ, I. Object-Based Image Analysis in Remote Sensing Applications Using Various Segmentation Techniques. *Annales Univ. Sci. Budapest., Sec. Comp.*, v. 37, p. 103-120, 2012.
- DINIZ, J. M. F. S.; MACIEL, D. A.; GAMA, F. F.; ADAMI, M. Avaliação do SENTINEL-2, NDVI e MLME para mapeamento do uso e cobertura da terra. *Anuário do Instituto de Geociências*, v. 43, n. 2, p. 381-391, 2020.
- DOS SANTOS FERREIRA, A.; DA COSTA, M. I. E.; CASIMIRO FILHO, F. Contribuições dos serviços ecossistêmicos para a qualidade de vida no contexto do desenvolvimento sustentável. **Contribuciones a las Ciencias Sociales**, v. 16, n. 7, p. 7649-7668, 2023.
- FANALLI, A. C. C. *et al.* Fragilidade ambiental do Parque Estadual do Pau Furado e os impactos das atividades humanas em sua zona de amortecimento. **Nativa**, v. 12, n. 2, p. 267-273, 2024.
- FERRAZ, R. P. D.; PRADO, R. B.; PARRON L. M.; CAMPANHA, M. M. (Ed.). Marco referencial em serviços ecossistêmicos. Brasília, DF: Embrapa, 2019. 121 p. il. color.
- FERREIRA, M. I. P.; SILVA, J. A. F.; PINHEIRO, M. R. C.; Recursos hídricos: água no mundo, no Brasil e no Estado do Rio de Janeiro. **Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego**, v. 2, n. 2, p. 29-36, 2008.
- FERREIRA, T. G. C.; **Parques Nacionais no Bioma Mata Atlântica - Região Sudeste do Brasil: Análises de trabalhos de Educação Ambiental e sua Relação com os Serviços Ecossistêmicos**, 2021. Trabalho final de Graduação (Graduação em Licenciatura Ciências Biológicas) – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, Minas Gerais, 2021.
- FONSECA, M.; LAMAS, I.; KASECKER, T. O papel das unidades de conservação. **Scientific American Brasil**, v. 39, p. 18-23, 2010.
- FRANÇA, A. C. *et al.* Análise microbiológica da água fornecida a uma Unidade de Saúde no Município de Itajubá, Minas Gerais. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 6, p. e33910615220-e33910615220, 2021.

FUNDAÇÃO PARA CONSERVAÇÃO E PRODUÇÃO FLORESTAL. São Paulo. Portaria Normativa FF/DE 258 de 23 de setembro de 2014. **Aprova o Plano Emergencial de Uso Público do Monumento Natural (MONA) Pedra do Baú.** Disponível em: <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/fundacaoflorestal/category/portarias-normativas/>. Acesso em 20 de mai. de 2022.

FUNDAÇÃO PARA CONSERVAÇÃO E PRODUÇÃO FLORESTAL. São Paulo. Portaria Normativa FF 351 de 12 de abril de 2019. **Dispõe sobre a atividade de ascensão nas escadas Norte e Sul do Monumento Natural Estadual da Pedra do Baú.** Disponível em: https://smastr16.blob.core.windows.net/fundacaoflorestal/2019/04/301-portaria-normativa-301_2019.pdf. Acesso em 20 de mai. de 2022.

FUNDAÇÃO PARA CONSERVAÇÃO E PRODUÇÃO FLORESTAL. 2010. **Proposta para criação do Monumento Natural da Pedra do Baú.** São Paulo, Secretaria do Meio Ambiente, 64 p.

FUNDAÇÃO PARA CONSERVAÇÃO E PRODUÇÃO FLORESTAL. 2022. **Normas de Uso Público – Monumento Natural Estadual Pedra do Baú.** São Paulo, mar. 2022. Disponível em: [NORMAS-DE-USO-PÚBLICO-MONA-PEDRA-DO-BAÚ.pdf](https://saobentodosapucaí.sp.gov.br/normas-de-uso-publico-mona-pedra-do-bau.pdf) (saobentodosapucaí.sp.gov.br) Acesso 20 mar. 2022.

GARCIA, J.; ROMEIRO, A. R.; Modelagem econômico-ecológica como apoio para a avaliação dos serviços ecossistêmicos em bacias hidrográficas. **REVIBEC-Revista Iberoamericana de Economia Ecológica**, p. 33-52, 2019.

GILIOLI, L. A. **Educação Ambiental: análise de percepções e possíveis parcerias entre escolas e Unidades de Conservação.** 2019. Dissertação (Mestrado). Curso de Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2019.

GOMES, J. L.; BARBIERI, J. C. Gerenciamento de recursos hídricos no Brasil e no Estado de São Paulo: um novo modelo de política pública. **Cadernos EBAPE. BR**, v. 2, p. 01-21, 2004.

GOMES, P.M., MELO, C., VALE, V.S., 2005. Avaliação dos impactos ambientais em nascentes na cidade de Uberlândia-MG: análise macroscópica. *Sociedade & Natureza* 17(32), 103–120. <https://doi.org/10.14393/SN-v17-2005-9169>.

HASSLER, M. L. The importance of the units of conservation in Brazil. **Sociedade e Natureza**, v. 17, n. 33, p. 79-89, 2005.

HIRUMA, S.T; TEIXEIRA, A. L. Pedra do Baú, São Bento do Sapucaí/SP, Imponente paisagem e registro de eventos tectônicos e denudacionais pós-ruptura continental. **Revista Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil**, v. 03, nº 055, p. 332, 2013.

ICMBIO. 2018. **Plano de Manejo da Área de Proteção Ambiental Serra da Mantiqueira**. Brasília. 2018. 371p.

INCONFIDENTES. Decreto Municipal nº 1.557, de 03 de janeiro de 2018. **Regulamenta a Lei nº 1.297/2017, que cria o Projeto Conservador do Mogi e autoriza o executivo a prestar apoio financeiro aos proprietários rurais e dá outras providências**. (2018). Disponível em: https://www.inconfidentes.mg.gov.br/images/diario-oficial/decretos_2018/decreto_1557_2018.pdf Acesso em: 20 de junho de 2022.

INCONFIDENTES. Lei Municipal nº 1.297, de 29 de dezembro de 2017. **Cria o Projeto Conservador do Mogi, autoriza o Poder Executivo a prestar apoio técnico, de fomento e financeiro aos proprietários rurais e dá outras providências**. Disponível em: https://www.inconfidentes.mg.gov.br/images/leis_municipais/2017/lei_1297_2017.pdf. Acesso em: 11 de abril de 2022.

INSTUTO FLORESTAL. SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE. **Inventário Florestal do Estado de São Paulo. Mapeamento da Cobertura Vegetal Nativa**. Disponível em: <http://201.55.44.220/geoportal/catalog/search/resource/details.page?uuid=%7B9A45FE3D-C444-4E8D-AE3B-8037D38EF4B3%7D>. Acesso em 27 de Março de 2024.

JACOBI, P. R.; EMPINOTTI, V. L.; SCHMIDT, L.; Water Scarcity and Human Rights. **Revista Ambiente e Sociedade**, v. 19, n. 01.2016.

JENSEN, J. R. *Introductory digital image processing*. New Jersey: Prentice Hall, 1986.

JOVINO, E. S. *et al.* Dinâmica Multitemporal das Mudanças de Uso e Cobertura do Solo na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba. **Revista Brasileira de Sensoriamento Remoto**, v. 5, n. 1, 2024.

JUNG, Martin *et al.* Areas of global importance for conserving terrestrial biodiversity, carbon and water. **Nature Ecology & Evolution**, v. 5, n. 11, p. 1499-1509, 2021. Disponível em: www.nature.com/natecolevol. Acesso em 01/09/2022.

KUCHENBECKER, F. H.; LIMONT, M. Ecoturismo enquanto viabilidade financeira na Reserva Particular do Patrimônio Natural Mata do Uru (PR). **Revista Brasileira de Ecoturismo (RBEcotur)**, v. 15, n. 5, 2022.

KUMAR, P.; GUPTA, D. K.; MISHRA, V. N.; PRASAD, R. Comparison of support vector machine, artificial neural network, and spectral angle mapper algorithms for crop classification using LISS IV data. *International Journal of Remote Sensing*, v. 36, p. 1604-1617, 2015.

LANDIS, J. R.; KOCH, G. G. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, v. 33, n. 1, p. 159-174, 1977.

MA, S.; QIAO, Y. P.; WANG, L. J.; ZHANG, J. Z.; Terrain gradient variations in ecosystem services of different vegetation types in mountainous regions: Vegetation resource conservation and sustainable development. **Revista Forest Ecology and Management**, V. 482, n. 118856, 2021.

MAGALHÃES, R. J. F.; JUNIOR, A. R. B.; The value of the watershed protection service. **Revista Engenharia Sanitária Ambiental**, v. 24, n. 05, p. 1049-1060, 2019.

MAIER, D. C.; MARQUES, G. F.; FORMIGA-JOHNSON, R. M. Dimensionamento da estrutura de apoio técnico-executivo a comitês de bacias: estudo de caso da Região do Guaíba-RS. **Revista de Gestão de Água da América Latina**, v. 20, n. 2023, 2023.

MARQUES, G. F.; Os serviços de gestão de recursos hídricos. **Rega: revista de gestión del agua de America Latina. Porto Alegre**. Vol. 19, Artigo1, 18 p., 2022.

MARQUES, J. D. *et al.* Concepção ambiental de educadores ambientais em Unidade de Conservação. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, v. 18, n. 3, p. 09-31, 2023.

MARTINS, M. J. C. *et al.* Elementos da infraestrutura verde e a promoção de serviços ecossistêmicos na cidade de João Pessoa/PB. 2021.

MATTOS, J. B.; SANTOS, D. A.; FILHO, C. A. T. F.; SANTOS, T. J.; SANTOS, M. G.; PAULA, S. C. F.; Produção de água em uma floresta tropical montanhosa brasileira: Implicações para a gestão de recursos hídricos. **Ciência e Política Ambiental**. n. 84, p. 52-59, 2018.

MEIRELES, R. R. *et al.* Avaliação da Qualidade da Água da Baía do Portel e do Rio Camarapi, Município de Portel–Marajó, Amazônia Oriental. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 17, n. 2, p. 1251-1267, 2024.

MING, D. Semivariogram-based spatial bandwidth selection for remote sensing image segmentation with mean-shift algorithm. **IEEE Geosci. Remote Sens. Lett.**, v. 9, n.5, p. 813–817, 2012.

MITCHELL, et.al.; Identifying key ecosystem service providing areas to inform national-scale conservation planning. **Revista Environmental Research**, v. 16, n. 014038, 2021.

MIYAZAKI, L. C. P.; OLIVEIRA, A. A. G.; Anáglifo, fotointerpretação e imagens do Google Earth como alternativa para elaboração do mapeamento geomorfológico da Serra do Corpo Seco-Ituiutaba-MG (Brasil). **Revista Ibero-Afro-Americana de Geografia Física e Ambiente**, v. 02, n. 02, p. 43-65, 2020.

MORA, G. D. L.; Sociopolitical approach for the analysis of conservation policies in urban contexts: Between environmental services and protected natural areas. **Perfiles latino**

americanos, v. 27, n. 53, 2019

MOREIRA, L. A. **Unidades de Conservação: Análise dos Conflitos e das Potencialidades Socioambientais**. 2018. 126p. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2018.

MOYLE, B. D. *et al.* Are water-centric themes in sustainable tourism research congruent with the UN Sustainable Development Goals? **Journal of Sustainable Tourism**, v. 30, n. 8, p. 1821-1836, 2022.

NASCIMENTO, J. F. *et al.* Avaliação do Potencial de Reúso de Água no Abastecimento da Região Metropolitana de São Paulo. **Scientific Journal ANAP**, v. 1, n. 1, 2023.

NUNES, V. S. *et al.* **Conservação de nascentes e serviços ecossistêmicos nas serras da Jacobina: Alertas ambientais para a porção setentrional da Chapada Diamantina**. 2023. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Vladimir-Nunes/publication/369484571>. Acesso em 05 de abr. de 2023.

ODA, P. S. S. **Plano diretor municipal e plano de manejo de unidades de conservação: colaborações nos objetivos da política nacional de proteção e defesa civil**, 2022. Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação (Mestrado) em Meio Ambiente e Recursos Hídricos – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, Minas Gerais, 2022.

PARREIRA, A. G.; ORLANDO, F. M.; MOURÃO, C. C. Avaliação da qualidade microbiológica e georreferenciamento de fontes hídricas utilizadas por moradores do município de Divinópolis (MG). **Natural Resources**, v.9, n.1, p.11-19, 2019. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2237-9290.2019.001.0002>

PASTORE, B. L.; EBLING, L. A. RESTELLO, R. M. Os usos e cobertura da terra influenciam a comunidade de macroinvertebrados bentônicos em riachos? **Vivências**, v. 20, n. 40, p. 461-483, 2024.

PEREIRA, A. I. A.; SILVA, F. J. L.; OLIVEIRA, J. E. L. Utilização de indicadores de sustentabilidade do turismo em Unidades de Conservação nas últimas décadas: impactos e importância. **Revista Brasileira de Ecoturismo (RBEcotur)**, v. 16, n. 1, 2023.

PEREIRA-SILVA, E. F. L. *et al.* Avaliação da qualidade da água em microbacias hidrográficas de uma Unidade de Conservação do Nordeste do estado de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 9, n. 3, 2011.

PETSCH, C. *et al.* Controlling factors and mapping of linear erosive features in Santa Maria river watershed–RS. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 23, n. 4, p. 1876-1892, 2022.

PINEZI, A. C.; **Oportunidades para a integração entre planejamento de recursos hídricos e de unidades de conservação: propostas e estudo na região metropolitana do vale do paraíba e litoral norte (SP)**, 2023. Dissertação submetida ao programa de Pós-graduação (Mestrado) em Engenharia Civil e Ambiental, Área de Concentração Saneamento - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” UNESP, Bauru, São Paulo, 2023.

PORTO, M. F. A; PORTO, R. L. L.; Gestão de bacias hidrográfica. **Revista Estudos Avançados**, v. 22, n. 63, p. 43-60. 2008.

POVÃO, M.*et al.* Mapeamento do uso e ocupação da terra da unidade de gerenciamento de recursos hídricos da Mantiqueira, São Paulo. **Revista do Instituto Florestal**, v. 22, n. 2, p. 243-257, 2010.

PRADO, D. S. *et al.* Participação Social nos Conselhos Gestores de Unidades de Conservação: Avanços normativos e a visão de agentes do ICMBio. **Ambiente & Sociedade**, v. 23, 2020.

PRADO, R. B. Serviços ecossistêmicos: estado atual e desafios para a pesquisa na Amazônia. **Revista Terceira Margem Amazônia**. v. 6, n. especial 16, p. 11-22, 2021.

PULIDO, C. M.; FORERO, V. F.; Serviços ecossistêmicos culturais e desserviços num parque urbano em Bogotá, Colômbia. **Revista Ambiente e Sociedade**, v. 24, 2021.

QGIS. QGIS 3.16 User Guide: vector selection. 2020. Disponível em:https://docs.qgis.org/3.16/en/docs/user_manual/processing_algs/qgis/vectorselection.html#qgisrandomselectionwithinsubsets. Acesso em: 15out. 2024.

RAMOUTAR, S.; The use of Colilert-18, Colilert and Enterolert for the detection of faecal coliform, *Escherichia coli* and Enterococci in tropical marine waters, Trinidad and Tobago. **Regional studies in marine science**, v. 40, p. 101490, 2020.

RENNÓ, R. C.; **Alagamentos e inundações em áreas urbanas: estudo de caso na cidade de São Bento do Sapucaí-SP**, 2019. Trabalho final de Graduação (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária) – Universidade de Taubaté, Taubaté, São Paulo, 2019.

RIONDET-COSTA, D. R. T. *et al.*; Zonas de Amortecimento em Unidades de Conservação: levantamento legal e comparativo das normas nos Estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo. **Desenvolvimento e Meio ambientes**, v. 27, 2013.

RODRIGUES, M. E.; **Caracterização das Fragilidades do Meio Físico do Município de São Bento do Sapucaí – SP**. 2016. Dissertação (Pós-graduação em Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, Minas Gerais, 2016.

RODRIGUES, T. R. I.; ROCHA, A. M.; PEREZ FILHO, A. Mapeamento de uso e ocupação das terras na Bacia do Baixo Curso do Rio São José do Dourados-SP por sistemas de informações geográficas e

imagem de satélite. **Anais do 13º Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto [CD ROM]**, p. 6091-7, 2007.

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

SANCHES, L. L.. **Ecoidrologia terrestre do Cerrado: síntese de evidências e investigação do papel de unidades de conservação na regulação hídrica**. 2022. Dissertação (Pós-graduação em Ecologia) - Instituto de Ciências Biológicas da Universidade de Brasília, Brasília, Distrito Federal, 2021).

SANTANA, V. V.; SANTOS, P. R.; BARBOSA, M. V. Contribuições do plano de manejo e do conselho gestor em Unidades de Conservação. **Meio Ambiente (Brasil)**, v. 2, n. 2, 2020.

SANTOS, A. A. B.; **Conselhos Gestores de Unidades de Conservação**. 2008. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade de Brasília, Brasília, Distrito Federal, 2008.

SANTOS, A. F. L.; FAXINA, F.; Estado de São Paulo (Brasil): Caracterização da Gestão Pública Setorial de Turismo na Atualidade. **Revista ponta de lança**, v. 13, n. 24, p. 91-110. 2019.

SANTOS, B. R.; NASCIMENTO, A. F.; GONÇALVES, J. Q. P.; FONTANA, R. F. Unidade de Conservação, Turismo e Comunidades tradicionais: aspectos sobre o caso da comunidade de Pinheiro-Diamantina/MG. **Ateliê do Turismo**, v. 7, n. 1, p. 24-47, 2023.

SANTOS, C.M.; FREITAS, C. L.; FREITAS, I. C.; SILVA, I. A.; PONS, N. A.D.; COSTA, D. R. Análise da Expansão Antrópica na Região Oeste do Município de Resende-RJ, em Relação ao Parque Nacional do Itatiaia. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.13, n.03, p. 928-940, 2020.

SANTOS, M. F.; JÚNIOR, A. C. R. A.; DE SOUZA, V. Cartografia e geografia: google earth como metodologia de ensino. **Boletim de Geografia**, v. 38, n. 1, p. 1-18, 2020.

SÃO BENTO DO SAPUCAÍ, SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE. **Lei nº 548 de 27 de outubro de 1987** (mensagem pessoal). Mensagem recebida por <meioambiente@saobentodosapucaí.sp.gov.br> recebido em 11 abr. 2022.

SÃO BENTO DO SAPUCAÍ. Prefeitura Municipal de São Bento do Sapucaí, São Paulo. Lei nº 1.377 de 01 de julho de 2009. **Institui o Monumento Natural Pedra do Baú e seu entorno**. São Bento do Sapucaí: Câmara Municipal, 2009. Disponível em: <https://www.saobentodosapucaí.sp.gov.br/site/wp-content/uploads/2017/10/ANEXO-V-Termo-de-Permiss%E2%88%86o-de-uso.pdf>. Acesso em 12 de abr. de 2022.

SÃO BENTO DO SAPUCAÍ. Prefeitura Municipal de São Bento do Sapucaí, São Paulo. **Plano Diretor de Turismo: Destino Turístico Inteligente**. Secretaria de Turismo e Desenvolvimento

Econômico. São Bento do Sapucaí, São Paulo – 2017.

SÃO BENTO DO SAPUCAÍ. Prefeitura Municipal de São Bento do Sapucaí, São Paulo. **Proposta de Minuta de Lei:** Plano Diretor da Estância Climática de São Bento do Sapucaí. São Bento do Sapucaí, São Paulo – 2015.

SÃO PAULO (Estado). CONSELHO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE (CONSEMA). São Paulo. Deliberação nº 26 de 26 de outubro de 2010. **Manifesta favorável a criação do Monumento Natural Pedra do Baú.** Disponível em: <https://smastr16.blob.core.windows.net/consema/deliberacoes/2010/DEL26.pdf>. Acesso em 12 de Abr. de 2022.

SÃO PAULO (Estado). Decreto nº 43.285, de 03 de julho de 1998. **Declara Área de Proteção Ambiental Sapucaí Mirim e Gestão Integrada a Área de Proteção Ambiental de Campos do Jordão**, São Paulo, v. 108, p. 126, 1998. **Oficial-Executivo**, São Paulo, p.8, 2010.

SÃO PAULO (Estado). Decreto Estadual nº 56.613 de 28 de dezembro de 2010. **Cria o Monumento Natural Estadual da Pedra do Baú, localizado no Município de São Bento do Sapucaí, e dá providências correlatas.** Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/d4340.htm. Acesso em: 10 mai. 2022.

SÃO PAULO (Estado). Decreto Estadual nº 60.302 de 27 de março de 2014. **Institui o Sistema de Informação e Gestão de Áreas Protegidas e de Interesse Ambiental do Estado de São Paulo (SIGAP), e dá providências correlatas.** Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/2014/decreto-60302-27.03.2014.html>. Acesso em 11 de nov. de 2022.

SÃO PAULO (Estado). Lei nº 9.034 de 27 de dezembro de 1.994. **Dispõe Sobre o Plano Estadual de Recursos Hídricos – PERH, a Ser Implementado no Período 1994 e 1995, em Conformidade com a Lei nº 7.663, de 30/12/1991, que Instituiu Normas de Orientação à Política Estadual de Recursos Hídricos.** Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2016/lei-16337-14.12.2016.html>. Acesso em 10 de ago. de 2022.

SÃO PAULO (Estado). Lei nº 16.337 de 14 de dezembro de 2014. **Dispõe sobre o Plano Estadual de Recursos Hídricos – PERH e dá providências correlatas.** Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2016/lei-16337-14.12.2016.html>. Acesso em 10 de ago. de 2022.

SERRANO, C.; Estudos preliminares e a criação do MONA Estadual da Pedra do Baú (comunicação pessoal). Mensagem recebida por Selmo Carlos Gonçalves em 17 nov. 2023.

SILVA-JUNIOR, I. E.; LACERDA- JUNIOR, O. S. ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DE CHAFARIZ ELETRÔNICO DE ÁGUA PARA CONSUMO

HUMANO NO MUNICÍPIO DE MOSSORÓ-RN. **Revista OWL (OWL Journal)-REVISTA INTERDISCIPLINAR DE ENSINO E EDUCAÇÃO**, v. 1, n. 2, p. 112-123, 2023

SILVA, D. C. V R. **Toxicidade da água e sedimento dos reservatórios Guarapiranga, Billings e Paiva Castro, na região metropolitana de São Paulo-SP**. 2013. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

SILVA, I. X.; **Gestão de Área de Proteção Ambiental – APA - No estado de São Paulo: Estudo e Avaliação**, 2006. Dissertação (Pós-graduação em Geografia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

SILVA, J. B.; GUERRA, L. D.; IORIS A. A. R.; FERNANDES M.; A Crise Hídrica Global e as Propostas do Banco Mundial e da ONU para Seu Enfrentamento. **Revista Cronos**, v. 11, n. 2, 2010.

SILVA, M. A. P. *et al.* Diagnóstico e estratégias para a conservação ou restauração de nascentes em ambientes com ações antrópicas. **Ciência Florestal**, v. 34, n. 3, p. e71553, 2024.

SILVA-MELO, M. R.; GUEDES, N. M. R.; MELO, G. A. P. Sustainability Index of the Gruta do Lago Azul Natural Monument, Bonito Mato Grosso do Sul, Brazil. **Sociedade&Natureza**, v. 33, 2021.

SILVA, W. N. *et al.* POTENCIAL DE PRODUÇÃO DE ÁGUA DE NASCENTES NO MUNICÍPIO DE CERES (GO). 2024.

SMITH, M. K. S.; SMIT, I. P. J.; SWEMMER, L. K.; MOKHATLA, M. M.; FREITAG, S.; ROUX, D. J.; DZIBA, LUTHANDO, D.; Sustainability of protected areas: Vulnerabilities and opportunities as revealed by COVID-19 in a national park management agency. **Biological Conservation**, v. 255, p. 108985, 2021.

SOUZA, D. W. C. *et al.* ANÁLISE DO PH, CONDUTIVIDADE ELÉTRICA E TURBIDEZ DE DIFERENTES AMOSTRAS DE ÁGUA. **Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro**, v. 1, p. 01, 2023.

STARZYNSKI, R.; SIMÕES, S. J.; Avaliação Quantitativa do Uso do Recursos Hídricos em Unidades de Conservação: Estudo de Caso do Parque Estadual Serra do Mar. **Revista Sociedade e Natureza**, v. 27, n. 02, p. 327-340. 2015.

TRINDADE FILHO, W. J.; BORGES, T. M D; DE OLIVEIRA, L. A. B. Proposta de um planejamento estratégico ambiental utilizando as matrizes SWOT E BSC: estudo de caso em um município de pequeno porte. **Revista Produção Online**, v. 22, n. 4, p. 3412-3440, 2022.

VALENTIM, V. M. **Alternativas em microdrenagem para solucionar a interrupção de um**

ramal coletor de água pluvial. 2021. Trabalho de conclusão de Curso (Engenharia Civil) Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2019.

VIANA, C. M.*et al.* Avaliação da qualidade da água através da análise de parâmetros físico-químicos e microbiológicos e do índice de violação: estudo de caso do rio Arroio Grande e da Praia do Pontal-RS. **Revista Ambientale**, v. 15, n. 1, p. 30-39, 2023.

VIEIRA, M. R. Os principais parâmetros monitorados pelas sondas multiparâmetros são: pH, condutividade, temperatura, turbidez, clorofila ou cianobactérias e oxigênio dissolvido. **Agencia Nacional das Águas-ANA-2015**, 2019.

ZAFALON, R.; DA SILVA, S. K.; A criação de unidades de conservação como instrumento de proteção aos recursos hídricos: Estudo de Caso do Parque Nascentes do Belém-Curitiba PR. **Revista Geografar**, v. 7, n. 2, 2012.

ZANATA, J. M.; PIROLI, E. L.; A DELATORRE, C. C. M.; GIMENES, G. R. Análise do uso e ocupação do solo nas áreas de preservação permanente da microbacia Ribeirão Bonito, apoiada em técnicas de geoprocessamento. *Geonorte*, v. 3, n. 5, p. 1262 - 1272, 2012.

ZHANG, Y.; LU, S.; ZHOU, X.; YANG, M.; WU, L.; LIU, B.; WANG, S. Comparison of machine learning methods for stationary wavelet entropy-based multiple sclerosis detection: decision tree, k-nearest neighbors, and support vector machine. *Simulation*, v. 92, n. 9, p. 861-871, 2016.

ZOLLINI, S.; ALICANDRO, M.; DOMINICI, D.; QUARESIMA, R.; GIALONARDO, M. UAV Photogrammetry for Concrete Bridge Inspection Using Object-Based Image Analysis (OBIA). *Remote Sensing*, v. 12, n. 19, 3180, 2020.