

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE CAMPINAS**

**MEIRY HELEN SOUSA BORDIM**

**AVALIAÇÃO AMBIENTAL DAS BORDAS DE UM  
FRAGMENTO DE FLORESTA ESTACIONAL  
SEMIDECIDUAL POR MEIO DO MODELO PRESSÃO-  
ESTADO-IMPACTO-RESPOSTA**

**CAMPINAS**

**2023**

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE CAMPINAS  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS, AMBIENTAIS E DE  
TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTU SENSU* EM  
SISTEMAS DE INFRAESTRUTURA URBANA**

**MEIRY HELEN SOUSA BORDIM**

**AVALIAÇÃO AMBIENTAL DAS BORDAS DE UM  
FRAGMENTO DE FLORESTA ESTACIONAL  
SEMIDECIDUAL POR MEIO DO MODELO PRESSÃO-  
ESTADO-IMPACTO-RESPOSTA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Strictu Sensu* em Sistemas de Infraestrutura Urbana do Centro de Ciências Exatas, Ambientais e de Tecnologia da Pontifícia Universidade Católica de Campinas como exigência para obtenção do título de Mestre em Sistemas de Infraestrutura Urbana.

Orientadora: Profa. Dra. Regina Márcia Longo.

Coorientadora: Profa. Dra. Cláudia Cotrim Pezzuto.

**CAMPINAS**

**2023**

Ficha catalográfica elaborada por Vanessa da Silveira CRB 8/8423  
Sistema de Bibliotecas e Informação - SBI - PUC-Campinas

333.714 Bordim, Meiry Helen Sousa  
B729a

Avaliação ambiental das bordas de um fragmento de floresta estacional semidecidual por meio do modelo pressão-estado-impacto-resposta / Meiry Helen Sousa Bordim. - Campinas: PUC-Campinas, 2023.

139 f.: il.

Orientador: Regina Márcia Longo; Coorientador: Cláudia Cotrim Pezzuto.

Dissertação (Mestrado em Sistemas de Infraestrutura Urbana) - Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Infraestrutura Urbana, Centro de Ciências Exatas, Ambientais e de Tecnologia, Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas, 2023.

Inclui bibliografia.

1. Impacto ambiental. 2. Florestas - Conservação. 3. Proteção ambiental - Campinas (SP). I. Longo, Regina Márcia. II. Pezzuto, Cláudia Cotrim III. Pontifícia Universidade Católica de Campinas. Centro de Ciências Exatas, Ambientais e de Tecnologia. Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Infraestrutura Urbana. IV. Título.

22. ed. CDD 333.714

**MEIRY HELEN SOUSA BORDIM**

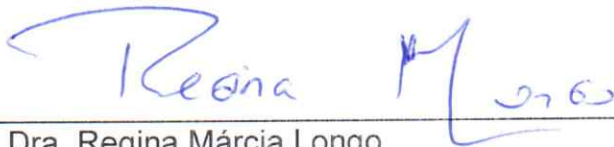
**AVALIAÇÃO AMBIENTAL DAS BORDAS DE UM  
FRAGMENTO DE FLORESTA ESTACIONAL  
SEMIDECIDUAL POR MEIO DO MODELO  
PRESSÃO-ESTADO-IMPACTO-RESPOSTA**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Sistemas de Infraestrutura Urbana do Centro de Ciências Exatas, Ambientais e de Tecnologias da Pontifícia Universidade Católica de Campinas, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Sistemas de Infraestrutura Urbana.  
Área de Concentração: Sistemas de Infraestrutura Urbana.

Orientador (a): Prof. (a). Dr. (a). Regina Márcia Longo.

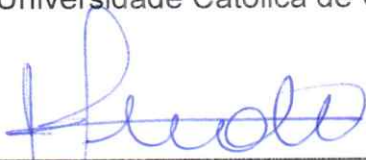
Co-orientador (a): Prof. (a). Dr. (a). Cláudia Cotrim Pezzuto.

Dissertação defendida e aprovada em 10 de fevereiro de 2023 pela Comissão Examinadora constituída dos seguintes professores:




---

Profa. Dra. Regina Márcia Longo  
Orientadora da Dissertação e Presidente da Comissão Examinadora  
Pontifícia Universidade Católica de Campinas



---

Profa. Dra. Renata Kelly Mendes Valente  
Pontifícia Universidade Católica de Campinas



---

Dr. Guilherme Theodoro Nascimento Pereira de Lima  
Prefeitura de Jundiaí

## AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

A Deus, meu guia, sem o qual nada disso seria possível.

À Profa. Dra. Regina Márcia Longo,  
Pela paciência, sempre muito solícita, grande incentivadora e exemplo na minha caminhada estudantil e profissional. Gratidão pelo apoio, dedicação e amizade.

À Profa. Dra. Cláudia Cotrim Pezzuto,  
Por todo incentivo, disposição e contribuição na coorientação deste trabalho.

Ao meu esposo Bruno,  
Que esteve comigo do início ao fim deste trabalho, me auxiliando na coleta dos dados, na revisão, aconselhamentos, por seu amor e companheirismo.

Aos meus pais Neide e Amarildo,  
Por sempre acreditarem em mim, pelo apoio incondicional na minha caminhada estudantil, simbolizando o pilar central da minha educação.

À minha irmã Izabel,  
Por todo amor e palavras de acalento nos momentos baixos desse mestrado.

À Ângela Podolsky,  
Pela disponibilidade em sanar minhas dúvidas e por toda sua dedicação, entusiasmo e comprometimento em manter a Mata Ribeirão Cachoeira de pé, fragmento foco deste estudo.

À Banca examinadora de defesa,  
Pelos conselhos, dicas, pela disponibilidade em estarem presentes, dispondo do seu tempo e conhecimento para avaliar este trabalho.

À Pontifícia Universidade Católica de Campinas,  
Por disponibilizar a infraestrutura utilizada para realização do projeto e aos funcionários que direta ou indiretamente contribuíram neste processo.

Ao Condomínio Colinas do Atibaia,  
Pelo auxílio prestado no decorrer da pesquisa.

“O futuro dependerá  
daquilo que fazemos no presente.”

Mahatma Gandhi  
(1869-1948)

# RESUMO

BORDIM, Meiry Helen Sousa. **Avaliação ambiental das bordas de um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual por meio do modelo Pressão-Estado-Impacto-Resposta**. 2023. 139f. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Infraestrutura Urbana) – Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Infraestrutura Urbana, Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas, 2023.

Nas últimas décadas, os fragmentos florestais vêm sofrendo diversas pressões antrópicas que colocam em risco sua existência. Levando em consideração a relevância das infraestruturas verdes, para as presentes e futuras gerações, torna-se de suma importância preservá-los. No município de Campinas - SP existem diversos fragmentos florestais relevantes, entre eles a Mata Ribeirão Cachoeira, localizada dentro da Unidade de Conservação Área de Preservação Ambiental (APA) de Campinas, área rica em biodiversidade e que assim como as demais, necessita de estudos que visem sua preservação e conservação. Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi identificar influências antrópicas e como estas interagem na área de borda do fragmento florestal Mata Ribeirão Cachoeira, utilizando o modelo Pressão-Estado-Impacto-Resposta (PEIR). Para isso foram selecionados e coletados parâmetros que viabilizaram a avaliação dos quatro itens da metodologia (PEIR). O elemento *pressão* (P) foi avaliado por meio do mapeamento do uso e ocupação, população e do sistema viário no entorno da Mata. O elemento *estado* (E) foi analisado por meio da coleta *in loco* de parâmetros referentes ao solo, água, microclima e vegetação. Já os *impactos* (I) foram listados e ponderados utilizando-se de uma matriz de interação, chegando-se em uma classificação final de cada um dos impactos. Para avaliar as *respostas* (R), realizou-se um levantamento bibliográfico de instrumentos que representam de alguma forma um posicionamento frente às demandas da área e da população. Entre os resultados obtidos, ressaltou-se: (a) as pressões derivadas da ocupação antrópica e das áreas de pasto, assim como das vias paralelas ao fragmento; (b) o estado da água do Ribeirão Cachoeira ficou enquadrado pelo IQA na categoria boa, apesar da presença de *Escherichia coli* e do baixo volume de água; sobre o estado do solo nas bordas da Mata, os resultados dos macronutrientes e da granulometria mostraram-se satisfatórios; os dados de microclima e do índice de área foliar nas áreas de borda evidenciaram a influência positiva da vegetação, apesar do efeito de borda; (c) entre os impactos negativos cabe destacar a ausência de Área de Preservação Permanente (APP) em algumas nascentes e seu represamento, o baixo volume de água no Ribeirão, a especulação imobiliária, a circulação de pessoas e veículos; (d) das respostas levantadas, a maioria ainda se resumem à ações paliativas, visto a morosidade dos processos envolvidos, sendo necessário incrementar as ações para assegurar a preservação do fragmento. Por fim, conclui-se que o fragmento florestal em estudo encontra-se pressionado por diversas influências antrópicas ao seu redor e que estas por sua vez interferiram nas condições da água, do solo, da vegetação e do microclima. Os impactos ambientais benéficos e adversos listados, são resultados justamente dessas ações humanas no meio ambiente, atingindo tanto o solo, a água, a fauna, a flora como também o meio sócio-cultural. As respostas demonstraram serem em geral insuficientes frente à vulnerabilidade da Mata, sendo fundamental a criação da Unidade de Conservação de Proteção Integral Refúgio da Vida Silvestre Mata Ribeirão Cachoeira, pois isto daria mais instrumentos legais para sua preservação.

**Palavras-chave:** APA de Campinas. Mata Ribeirão Cachoeira. Parâmetros ambientais. Infraestruturas verdes. PEIR.

# ABSTRACT

BORDIM, Meiry Helen Sousa. **Environmental assessment of the edges of a semideciduous forest fragment using the Pressure-State-Impact-Response Model.** 2023. 139p. Qualification document (Master in Urban Infrastructure Systems) – Postgraduate Program in Urban Infrastructure Systems, Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas, 2023.

In recent decades, forest fragments have been suffering from various anthropic pressures that put their existence at risk. Taking into account the relevance of green infrastructure, for present and future generations, it is essential to preserve them. In the city of Campinas - SP there are several relevant forest fragments, among them there is Mata Ribeirão Cachoeira, located within the Área de Preservação Ambiental (APA) de Campinas Conservation Unit, an area rich in biodiversity and which, like the other fragments, needs studies focused on its preservation and conservation. In this sense, the objective of this work was to identify anthropic influences and how they interact in the edge area of the Mata Ribeirão Cachoeira forest fragment, using the Pressure-State-Impact-Response (PSIR) model. For this, parameters were selected and collected that enabled the evaluation of the four items of the methodology (PSIR). The pressure element (P) was evaluated by mapping the use and occupation, population and road system around the forest fragment. The state element (S) was analyzed through on-site collections of parameters related to soil, water, microclimate and vegetation. The impacts (I) were listed and weighted using an interaction matrix, arriving at a final classification of each of the impacts. To evaluate the responses (R), a bibliographical survey of legal instruments was carried out that somehow represent a position regarding to the demands of the area and population. Among the obtained results: (a) the pressures originated from the anthropic occupation and the pastures, as well as from the paths parallel to the fragment; (b) in terms of water quality in Ribeirão Cachoeira, the same was classified by the water quality index (WQI) at Good category, despite the presence of *Escherichia coli* and the low volume of water; on the state of the soil on the edges of the forest, the results of macronutrients and soil granulometry were all satisfactory; microclimate and leaf area index data in edge areas showed the positive influence of vegetation despite the edge effect; (c) among the negative impacts, it is worth highlighting the absence of a permanent preservation areas in some springs and their damming, the low volume of water in the Ribeirão, real estate speculation, the movement of people and vehicles; (d) Of the responses surveyed, the majority boils down to palliative actions, given the slowness of the processes involved, making it necessary to increase actions that ensure the preservation of green infrastructure. Finally, it is concluded that the forest fragment under study is pressured by various anthropic influences around it and that, in turn, were responsible for the interference in the conditions of water, soil, vegetation and microclimate. The positive and negative environmental impacts listed are the result of such human actions on the environment, affecting soil, water, fauna, flora, as well as the socio-cultural state. The responses proved to be generally insufficient, emphasizing that given the vulnerability of the forest preservation, it would be essential to create the Integral Protection Conservation Unit Refúgio da Vida Silvestre Mata Ribeirão Cachoeira, as this would provide more legal instruments for its preservation.

**Keywords:** APA de Campinas. Mata Ribeirão Cachoeira. Environmental parameters. Green infrastructures. PSIR.



# LISTA DE FIGURAS

|   |                                      |
|---|--------------------------------------|
| <b>Figura 1.</b> Ciclo da água no solo. ....  | 23                                   |
| <b>Figura 2.</b> Relações causais do método PEIR. ....  | 33                                   |
| <b>Figura 3.</b> Localização do município de Campinas no bioma da Mata Atlântica em São Paulo – SP.....     | 37                                   |
| <b>Figura 4.</b> Localização da Mata Ribeirão Cachoeira no município de Campinas - SP. ....                 | <b>Erro! Indicador não definido.</b> |
| <b>Figura 5.</b> Fluxograma da metodologia PEIR.....  | 42                                   |
| <b>Figura 6.</b> Pontos de monitoramento do microclima e coleta de água.....                                | 47                                   |
| <b>Figura 7.</b> Pontos de coleta de solo e registro das fotografias hemisféricas.....                      | 48                                   |
| <b>Figura 8.</b> Porcentagens das áreas totais permeáveis e impermeáveis da área. ....                      | 61                                   |
| <b>Figura 9.</b> Uso e ocupação com diferentes <i>buffers</i> indicando áreas de influencias. ..            | 62                                   |
| <b>Figura 10.</b> Distribuição dos lotes ocupados e vazios do Condomínio. ....                              | 64                                   |
| <b>Figura 11.</b> Disposição dos caminhos dentro do Condomínio Colinas do Atibaia.....                      | 65                                   |
| <b>Figura 12.</b> Disposição dos <i>buffers</i> de influencia no caminho 1 (trecho 1) em direção a MRC..... | 66                                   |
| <b>Figura 13.</b> Disposição dos <i>buffers</i> de influencia no caminho 1 (trecho 2) em direção a MRC..... | 66                                   |
| <b>Figura 14.</b> Disposição dos <i>buffers</i> de influencia no caminho 1 (trecho 3) em direção a MRC..... | 67                                   |
| <b>Figura 15.</b> Disposição dos <i>buffers</i> de influencia no caminho 2 em direção a MRC..               | 67                                   |
| <b>Figura 16.</b> Disposição dos <i>buffers</i> de influencia no caminho 3 em direção a MRC..               | 68                                   |
| <b>Figura 17.</b> Disposição dos <i>buffers</i> de influencia no caminho 4 em direção a MRC..               | 68                                   |
| <b>Figura 18.</b> Disposição dos <i>buffers</i> de influencia no caminho 5 em direção a MRC..               | 69                                   |
| <b>Figura 19.</b> Disposição dos <i>buffers</i> de influencia no caminho 6 em direção a MRC..               | 69                                   |
| <b>Figura 20.</b> Disposição dos <i>buffers</i> de influencia no caminho 7 em direção a MRC..               | 70                                   |
| <b>Figura 21.</b> Disposição dos <i>buffers</i> de influencia no caminho 8 em direção a MRC..               | 71                                   |
| <b>Figura 22.</b> Disposição dos <i>buffers</i> de influencia no caminho 9 em direção a MRC..               | 71                                   |
| <b>Figura 23.</b> Disposição dos <i>buffers</i> de influencia no caminho 10 em direção a MRC. ....          | 72                                   |
| <b>Figura 24.</b> Disposição dos <i>buffers</i> nas vias com áreas de influencia em direção à MRC.....      | 73                                   |

|  |     |
|--|-----|
| <b>Figura 25.</b> Perfil do IQA ao longo do Rio Atibaia em 2021 e nos últimos cinco anos.<br>.....   | 78  |
| <b>Figura 26.</b> Teores de magnésio (Mg) no solo nos pontos de coleta na borda da MRC.....  | 79  |
| <b>Figura 27.</b> Teores de cálcio (Ca) do solo nos pontos de coleta na borda da MRC. .  | 80  |
| <b>Figura 28.</b> Teores de potássio (K) no solo nos pontos de coleta na borda da MRC.   | 80  |
| <b>Figura 29.</b> Teores de fósforo (P) do solo nos pontos de coleta na borda da MRC. ...  | 81  |
| <b>Figura 30.</b> Acidez do solo segundo o potencial hidrogeniônico (pH) do solo nos pontos de coleta na borda da MRC.....                             | 82  |
| <b>Figura 31.</b> Saturação por bases (V%) do solo nos pontos de coleta na borda da MRC.....   | 83  |
| <b>Figura 32.</b> Teores de matéria orgânica (MO) do solo nos pontos de coleta na borda da MRC.....  | 84  |
| <b>Figura 33.</b> Capacidade de troca catiônica (CTC) do solo nos pontos de coleta. ....   | 84  |
| <b>Figura 34.</b> Análise granulométrica do solo nos pontos de coleta na borda da MRC.   | 86  |
| <b>Figura 35.</b> Média geral da temperatura média do ar, máxima e mínima de três dias em cada estação e por ponto de coleta.....                      | 89  |
| <b>Figura 36.</b> Média geral da umidade média do ar, máxima e mínima de três dias em cada estação e por ponto de coleta. ....                         | 90  |
| <b>Figura 37.</b> Amplitude térmica média em todas as estações do ano e pontos de coleta. ....   | 91  |
| <b>Figura 38.</b> Análise do comportamento do fator de visão do céu e do índice de área foliar em cada ponto de coleta do microclima (Primavera). .... | 91  |
| <b>Figura 39.</b> Dia médio da temperatura e da umidade do ar no Inverno. ....   | 94  |
| <b>Figura 40.</b> Dia médio da temperatura e da umidade do ar no Verão. ....   | 95  |
| <b>Figura 41.</b> Índice de área foliar (IAF) nos pontos de coleta.....  | 96  |
| <b>Figura 42.</b> Ilustração de alguns dos impactos negativos listados na matriz de interação. ....  | 102 |
| <b>Figura 43.</b> Ilustração de alguns dos impactos positivos listados na matriz de interação. ....  | 103 |
| <b>Figura 44.</b> Fluxograma de interação entre os itens avaliados em cada elemento do método PEIR.....  | 113 |

## LISTA DE TABELAS

|  |     |
|--|-----|
| <b>Tabela 1.</b> Classificação do IQA.....   | 54  |
| <b>Tabela 2.</b> Atributos e suas respectivas escalas para avaliação dos impactos.....                       | 57  |
| <b>Tabela 3.</b> Escala da classificação final de impactos.....  | 58  |
| <b>Tabela 4.</b> Classes de uso e ocupação do solo e suas respectivas áreas.....                             | 60  |
| <b>Tabela 5.</b> Dados dos relatórios de análise da água classificados em período seco e período úmido. .... | 74  |
| <b>Tabela 6.</b> Valores limites descritos na Resolução CONAMA 357 de 2005 Art.15. ...                       | 74  |
| <b>Tabela 7.</b> Média e desvio padrão dos resultados das análises dos parâmetros de água.....               | 75  |
| <b>Tabela 8.</b> Resultados das etapas para determinação do IQA no período seco. ....                        | 75  |
| <b>Tabela 9.</b> Resultados das etapas para determinação do IQA no período úmido.....                        | 76  |
| <b>Tabela 10.</b> Classificação textural do solo nos dez pontos de coleta na borda da MRC.....               | 86  |
| <b>Tabela 11.</b> Matriz de Impactos no meio abiótico. ....  | 98  |
| <b>Tabela 12.</b> Matriz de Impactos no meio biótico. ....   | 99  |
| <b>Tabela 13.</b> Matriz de impactos no meio antrópico. ....   | 101 |

## LISTA DE QUADROS

|   |     |
|---|-----|
| <b>Quadro 1.</b> Unidades de Conservação existentes em Campinas – SP. ....                                | 27  |
| <b>Quadro 2.</b> Descrição dos elementos do método PEIR.....  | 32  |
| <b>Quadro 3.</b> Parâmetros utilizados em avaliações ambientais.....                                      | 35  |
| <b>Quadro 4.</b> Variáveis do Modelo Pressão-Estado-Impacto-Resposta (PEIR).....                          | 43  |
| <b>Quadro 5.</b> Caracterização do entorno de cada ponto de coleta dos parâmetros de Estado (E).....      | 48  |
| <b>Quadro 6.</b> Parâmetros de água e datas utilizadas para média do período seco e úmido. ....           | 53  |
| <b>Quadro 7.</b> Parâmetros de análise do solo assumidos e métodos. ....                                  | 54  |
| <b>Quadro 8.</b> Datas das coletas da temperatura e umidade do ar nas estações do ano. ....               | 55  |
| <b>Quadro 9.</b> Listagem de impactos no meio abiótico. ....  | 56  |
| <b>Quadro 10.</b> Listagem de impactos no meio biótico. ....  | 56  |
| <b>Quadro 11.</b> Listagem de impactos no meio antrópico.....   | 57  |
| <b>Quadro 12.</b> Classificação dos parâmetros do solo nos pontos de coleta na borda da MRC.....          | 85  |
| <b>Quadro 13.</b> Respostas em nível Nacional, Estadual e Municipal frente às demandas da MRC.....        | 104 |
| <b>Quadro 14.</b> Avaliação do cenário atual e futuro da MRC segundo síntese dos resultados da PEIR. .... | 111 |

# SUMÁRIO

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. INTRODUÇÃO .....</b>  | <b>15</b> |
| <b>2. OBJETIVOS E HIPÓTESE BÁSICA .....</b>                               | <b>18</b> |
| 2.1. Hipótese básica .....  | 18        |
| 2.2. Objetivo geral.....  | 18        |
| 2.3. Objetivos específicos.....   | 18        |
| <b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>                                     | <b>19</b> |
| 3.1. Importância das infraestruturas verdes no contexto das cidades.....  | 19        |
| 3.1.1. Unidades de Conservação.....                                       | 24        |
| 3.1.2. Unidades de Conservação em Campinas.....                           | 27        |
| 3.2. Impacto das pressões antrópicas sobre as infraestruturas verdes..... | 28        |
| 3.3. Métodos de avaliação ambiental de infraestruturas verdes.....        | 30        |
| 3.3.1. Modelo Pressão-Estado- Impacto-Resposta (PEIR).....                | 31        |
| 3.3.2. Parâmetros de avaliação ambiental.....                             | 33        |
| <b>4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA.....</b>                                     | <b>37</b> |
| 4.1. O município de Campinas – SP.....                                    | 37        |
| 4.2. A área de estudo.....  | 39        |
| <b>5. METODOLOGIA.....</b>  | <b>42</b> |
| 5.1. Etapas metodológicas.....  | 42        |
| 5.2. Modelo PEIR – Estruturação das variáveis.....                        | 42        |
| 5.3. Coleta de dados.....   | 43        |
| 5.3.1. Elemento pressão.....  | 44        |
| 5.3.1.1. Uso e ocupação do solo.....                                      | 44        |
| 5.3.1.2. População.....   | 45        |
| 5.3.1.3. Sistema Viário.....  | 46        |
| 5.3.2. Elemento estado.....   | 46        |
| 5.3.3. Elemento impacto.....  | 56        |
| 5.3.4. Elemento resposta.....   | 59        |
| 5.4. Análise ambiental do fragmento e prognósticos.....                   | 59        |
| <b>6. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>                                    | <b>60</b> |
| 6.1. Análise do elemento pressão.....                                     | 60        |
| 6.1.1. Uso e ocupação do solo.....  | 60        |
| 6.1.2. População.....   | 62        |

|  |            |
|--|------------|
| 6.1.3. Sistema viário .....  | 64         |
| 6.2. Análise do elemento estado.....   | 73         |
| 6.2.1. Água.....   | 73         |
| 6.2.2. Solo.....   | 78         |
| 6.2.3. Microclima.....   | 87         |
| 6.2.4. Vegetação.....  | 96         |
| 6.3. Análise do elemento impacto.....  | 97         |
| 6.4. Análise do elemento resposta.....   | 103        |
| 6.4.1. Em nível nacional.....  | 105        |
| 6.4.2. Em nível estadual.....  | 106        |
| 6.4.3. Em nível municipal.....   | 106        |
| 6.5. Avaliação ambiental do fragmento e prognósticos.....  | 109        |
| <b>7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>  | <b>115</b> |
| <b>8. REFERÊNCIAS .....</b>  | <b>118</b> |
| <b>APÊNDICE A - Imagens da área do Condomínio Colinas do Atibaia.....</b>  | <b>138</b> |
| <b>APÊNDICE B - Estatísticas descritivas dos dados da temperatura do ar (°C)<br/>nas diferentes estações do ano e pontos de coleta .....</b> | <b>139</b> |

## 1. INTRODUÇÃO

Os temas relacionados ao meio ambiente e a sustentabilidade ambiental tem sido cada vez mais discutido junto à sociedade devido sua relevância e ao seu vínculo existencial com o futuro da humanidade. É de conhecimento geral que a degradação do meio ambiente vêm crescendo, sendo o desmatamento um tema recorrente, que apesar de todos os esforços em detê-lo; nos últimos anos houve o aumento da retirada da cobertura vegetal em todos os biomas brasileiros (JOLY *et al.*, 2019).

Entre estes biomas destaca-se a Mata Atlântica, que vem sendo afetado pelo desmatamento desde os primórdios da colonização brasileira e ainda continuado nas últimas décadas, já tendo perdido mais de 80% da sua cobertura vegetal natural (IBGE, 2020). As principais razões da massiva retirada e fragmentação da paisagem natural do bioma são: a expansão agrícola e pecuária sobre as terras ao longo da história; o estabelecimento e o crescimento das áreas urbanas e a exploração madeireira com fins econômicos (JOLY *et al.*, 2019; SOS MATA ATLÂNTICA, 2021).

Nesse contexto, as áreas verdes ocupam um papel de destaque dentro dos municípios. Tendo como resultado dos altos índices de desmatamento, sejam históricos ou atuais, o estabelecimento dos chamados fragmentos florestais urbanos (FFUs), denominados por Melo *et al.* (2011) como sobras da vegetação nativa que sobreviveram ao desmatamento, ao processo de urbanização e ao estabelecimento do homem nas cidades, encontrando-se na maioria das vezes rodeados pela infraestrutura urbana, podendo ser apenas fragmentos florestais isolados ou representados por exemplo nas áreas urbanizadas por bosques, praças e parques de acesso livre a população.

Apesar das áreas verdes em geral tratarem-se de ambientes com diferentes características e finalidades, descritas de diversas formas na literatura, existe entre todas, um denominador comum: o seu valor existencial, expressado pelos diversos benefícios ambientais, sociais e econômicos; em especial nos centros urbanos, onde normalmente existe carência de áreas verdes (DAVIES *et al.*, 2017; DACANAL; LABAKI; SILVA, 2010). Benefícios estes como sombra, menor incidência solar e conseqüentemente menor dispersão de altas temperaturas, redução das concentrações de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e de outros gases poluentes que atenuam as ilhas de calor e outros benefícios como favorecimento da sensação de

ar puro e fresco, redução da poluição sonora, melhoria do estresse dos habitantes, embelezamento urbano, ambientes favoráveis ao lazer e práticas de esportes, melhoria da umidade relativa do ar em microescala entre outros (DAVIES *et al.*, 2017; YAO *et al.*, 2022; FUTADA, 2007).

No caso brasileiro, visando proteger estes ecossistemas com relevantes funções como os fragmentos restantes na Mata Atlântica, diversos espaços verdes foram estabelecidos como áreas protegidas, mais conhecidas como unidades de conservação. As Unidades de Conservação (UCs) são áreas em geral com relevante valor existencial por abrigar recursos naturais diversos; criadas e respaldadas pela lei, visando salvaguardá-las (ARAUJO, OLIVEIRA, ALVES; 2015).

No município de Campinas/SP, onde ocorre este estudo, existem atualmente nove áreas classificadas como Unidades de Conservação, sendo a maior delas a Área de Proteção Ambiental (APA) de Campinas, que ocupa cerca de um terço do território do município e detém importantes fragmentos florestais, com função essencial na proteção e qualidade dos recursos hídricos da cidade (CAMPINAS, 2021).

Entre estes remanescentes da APA de Campinas, encontra-se a área deste estudo, a Mata Ribeirão Cachoeira (MRC), considerada o segundo maior fragmento florestal do município, abriga significativa biodiversidade regional, o que a torna uma área relevante para a região (CAMPINAS, 2012).

Diante dos benefícios que os remanescentes florestais promovem aos municípios e levando-se em consideração temas amplamente discutidos atualmente como: o desmatamento crescente, as mudanças climáticas, o aquecimento global, a necessidade de ampla conscientização ambiental e de iniciativas em prol do meio ambiente por parte dos órgãos públicos e outras organizações da sociedade; conclui-se quão relevantes e necessários são debates voltados sobre as condições ambientais destes fragmentos, que em geral encontram-se impactados por ações antrópicas e que tanto contribuem para a sustentabilidade ambiental das cidades (DAVIES *et al.*, 2017; YAO *et al.*, 2022). Cabendo destacar que estudos de avaliação ambiental favorecem a percepção dos envolvidos e dos leitores do material, além de representar ainda uma segura fonte de informações para os órgãos competentes nas atividades de recuperação dos remanescentes.

Em contrapartida, se houver lacuna nessa temática de trabalhos científicos, que visam contribuir com a ampla compreensão desses importantes ecossistemas,



poderá vir a refletir em uma estagnação ou até mesmo esquecimento dos esforços já feitos até aqui em prol da proteção dos remanescentes, podendo levar a extinção de diversas espécies da fauna e da flora, colocando em risco o futuro das próximas gerações e do planeta (ARAÚJO, 2021; LÓPEZ, 2018; WWF, 2023).

A abordagem de temas voltados à avaliação ambiental e a necessidade de proteger os fragmentos florestais restantes, mostram-se também como discussões relevantes para o Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Infraestrutura Urbana cujo, dois dos seus principais objetivos são o aprofundamento em estudos voltados às problemáticas na urbanização e produção de conteúdo que possam vir a agregar no conhecimento científico (PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE CAMPINAS, 2021).

## 2. OBJETIVOS E HIPÓTESE BÁSICA

### 2.1. Hipótese básica

O presente trabalho parte da hipótese básica que o modelo Pressão-Estado-Impacto-Resposta (PEIR) pode ser uma alternativa de análise ambiental da infraestrutura verde dos municípios de modo a apoiar o prognóstico de ações futuras que visem à preservação destes ambientes.

### 2.2. Objetivo geral

O presente trabalho tem por objetivo principal identificar as possíveis influências antrópicas existentes e como as mesmas interagem na área de borda de um fragmento de floresta estacional semidecidual no município de Campinas, utilizando para isto o modelo Pressão-Estado-Impacto-Resposta (PEIR).

### 2.3. Objetivos específicos

Visando atingir o objetivo geral, tem-se por objetivos específicos:

- Levantar as principais fontes de **pressão** no entorno do fragmento por meio de técnicas de geoprocessamento;
- Analisar o **estado** atual da água, do solo, da vegetação e do microclima nas bordas do remanescente;
- Avaliar **impactos** positivos e negativos sobre a infraestrutura verde e seu entorno;
- Inventariar ações e **respostas** do poder público e das organizações frente às demandas da população aos problemas ambientais levantados.
- Auxiliar estudos já em andamento que visem à preservação da Mata em estudo.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1. Importância das infraestruturas verdes no contexto das cidades

O estabelecimento do processo de urbanização nas cidades do Brasil intensificou-se rapidamente nos últimos cinquenta anos do século XX, sendo este fortalecido pela industrialização (DEAK; SCHIFFER, 1999). Ambos os processos tomaram espaços antes predominantemente verdes, com formações de vegetação nativa que foram extinguindo-se, restando apenas remanescentes ou os chamados fragmentos florestais (DEAK; SCHIFFER, 1999).

Os fragmentos florestais embora pressionados, tendo em geral sua estrutura danificada, apresentam diversos benefícios ambientais, econômicos, sociais e culturais (PEREIRA; KUDO; SILVA, 2018).

Os benefícios via de regra encontram-se atrelados, pois um interfere nos demais de forma intrínseca e vice-versa. Tendo isso em mente, entende-se que apesar de haver o agrupamento destes benefícios é importante sempre levar-se em consideração que um benefício ambiental pode também ser social, assim como um econômico-ambiental e assim por diante (DAVIES *et al.*, 2017).

No âmbito social os fragmentos florestais são capazes de amenizar as temperaturas, propiciando áreas de sombreamento que trazem uma sensação de ar puro e frescor para a população que de alguma forma entram em contato com essas áreas (FEIBER, 2004; MEUNIER; 2009).

Dessa forma, os fragmentos florestais, em especial em regiões mais urbanizadas, apresentam-se como uma forma de aliviar o estresse (LEE *et al.*, 2017), as pressões climáticas dos dias quentes e de problemas de saúde relacionados à qualidade do ar e às ilhas de calor (comuns em áreas urbanizadas) (LIVESLEY; MCPHERSON; CALFAPIETRA, 2016).

Levando-se tais benefícios em consideração as infraestruturas verdes apresentam-se como uma forma de propiciar não só melhorias físicas, mas também restauro mental para a comunidade local e regional, principalmente no período de isolamento social devido a COVID-19 (AERTS; HONNAY; VAN NIEUWENHUYSE, 2018; YAO *et al.*, 2022), mostrando-se como ambientes de fuga em meio às selvas de pedra, abafadas, com tráfego lento, atmosfera poluída, ruídos e rotinas

estressantes que costumam ser as áreas urbanas (ESCOBEDO; KROEGER; WAGNER, 2011; WANG *et al.*, 2021).

Ainda sobre os benefícios de cunho social, as infraestruturas verdes são ambientes frequentemente procurados pelas pessoas para prática de exercícios, esportes e outras formas de lazer (LACHOWYCZ; JONES, 2011), por serem ambientes sensorialmente agradáveis, com microclima propício para atividades físicas e sociabilização (RIBEIRO, 2009; MEUNIER, 2009).

Dentro do cenário urbano, os fragmentos são ainda agentes minimizadores de ruídos, pois as estruturas verdes formadas por árvores, trepadeiras e arbustos com diferentes formas e tamanhos, formam um tipo de paredão capaz de frustrar a passagem de parte dos barulhos (PEREIRA; KUDO; SILVA, 2018).

Ainda sobre as funções sociais que as infraestruturas verdes desempenham nas áreas urbanas, pode-se citar também seu papel mitigador em enchentes (MARIJNISSEN *et al.*, 2020; PEREIRA, 2018), por meio da estrutura da vegetação (folhas, copas, troncos etc.) que retém parte da água e também das raízes que proporcionam eficiente infiltração da água da chuva no solo, minimizando dessa forma seu escoamento superficial (PHILLIPS *et al.*, 2019; DU *et al.*, 2019).

Nas áreas urbanas com superfícies densamente impermeabilizadas, com rios canalizados e com deficiência de áreas verdes (ou ao menos permeáveis) sofrem anualmente nos períodos chuvosos com as inundações e transtornos decorrentes da precipitação que escoam superficialmente e se acumulam (FEIBER, 2004; PRIMACK; RODRIGUES, 2001; PEREIRA, 2018).

As áreas verdes melhoram também a qualidade do ar, pois a vegetação absorve o gás carbônico por meio do processo da fotossíntese (que dispensa ainda oxigênio limpo ao ar), as áreas verdes capturam parte dos poluentes atmosféricos e atuam ainda como superfícies de depósito de poeiras antes suspensas no ar, atenuando sua concentração nas áreas urbanas (VIEIRA *et al.*, 2018). Tal poluição é responsável por agravar doenças respiratórias e elevar o número de mortes devido à má qualidade do ar (AERTS; HONNAY; VAN NIEUWENHUYSE, 2018).

O grau de absorção e depósito de poluentes depende de diversas variáveis, como, por exemplo, a estação do ano, a espécie da planta e a densidade de galhos e folhas (FERNANDES, 2007), sendo que conseqüentemente áreas com maior cobertura e variedade de vegetação tendem a cumprir essa função de forma mais eficiente (LIVESLEY; MCPHERSON; CALFAPIETRA, 2016; VIEIRA *et al.*, 2018).

Outra melhoria importante de âmbito social e também ambiental trata-se do papel das infraestruturas verdes na conscientização ambiental da sociedade, servindo como instrumento de educação ambiental de seus frequentadores, pois estas áreas tendem a aguçar um olhar mais crítico com sua presença e estrutura muitas vezes imponente e satisfatória (MELO; MELO; MELO, 2020; DACANAL; LABAKI; SILVA, 2010; FUTADA, 2007).

E por fim pode-se citar também as áreas verdes como foco de estudos e análises científicas, que agregam na busca pela preservação da diversidade biológica e somam-se às pesquisas já estabelecidas na área (PRIMACK; RODRIGUES, 2001).

Sobre os benefícios ambientais, as infraestruturas verdes presentes no meio urbano alavancam o conforto térmico em microescala por meio do sombreamento das árvores, bloqueio parcial da circulação de ventos quentes (PRIMACK; RODRIGUES, 2001), suaves brisas de ar fresco (LLARDENT, 1982), redução dos níveis de dióxido de carbono no ar com o processo da fotossíntese (RENNÓ, 2004), aumento da umidade do ar por meio do sistema de evapotranspiração, no qual as plantas liberam água para atmosfera em forma de vapor e da pouca incidência solar (conforme Figura 1), devido à sombra das copas das árvores, inferem em temperaturas mais amenas (BOWLER *et al.*, 2010) todos estes mecanismos funcionam de modo a diminuir a intensidade das ilhas de calor por impedir maior aquecimento das superfícies e do ar (LIVESLEY; MCPHERSON; CALFAPIETRA, 2016).

Em microescala pode-se ainda citar o conforto térmico do ponto de vista da percepção ambiental da área, que em geral quando no interior das áreas verdes são descritas como ambientes frescos, com sensação de baixa temperatura e boa umidade quando comparada ao exterior (DACANAL; LABAKI; SILVA, 2010; FEIBER, 2004).

Ainda sobre a sombra das árvores como um fator redutor do estresse térmico das pessoas, Toudert (2005) em seus estudos diz que a vegetação mesmo que esparsa tem papel importante nesse conforto, sendo que o grau de sombreamento e conforto térmico pode variar de acordo com a espécie da árvore e outros fatores. Sendo assim, além das áreas verdes isoladas e/ou concentradas, é importante que haja árvores espalhadas pela paisagem, seja ela urbana ou rural, visto que possuem efeito significativo no microclima (CRC WSC, 2014).

Outro fator que influencia no microclima é o tipo de cobertura, pois regiões com maior índice de áreas permeáveis e verdes, como, por exemplo, áreas rurais tendem a ter absorção da radiação muito maior que em áreas urbanas e suburbanas (DEL CARPIO *et al.*, 2016). Desta forma, pode-se concluir que é necessário considerar o tipo de cobertura do solo imediato à vegetação quando se fala dos benefícios da vegetação na temperatura e umidade do ar.

As infraestruturas verdes, em especial os fragmentos florestais, também desempenham relevante papel na conservação da diversidade biológica, já que são responsáveis por abrigar fauna e flora endêmica (CAMPOS; TEIXEIRA; EFE, 2018).

Os fragmentos florestais funcionam ainda como uma espécie de corredor ecológico, possibilitando a circulação da fauna e do fluxo gênico entre áreas (TROPMAIR, 2008).

Segundo Dwyer *et al.* (1992) e Feiber (2004) as infraestruturas verdes servem também como fonte de alimentos para a fauna, por dispor de diversos tipos de árvores e plantas frutíferas, viabilizando a sobrevivência de muitas espécies da fauna nativa.

Ainda sobre os benefícios ambientais das áreas verdes Livesley, McPherson e Calfapietra (2016) citam os voltados ao sistema hídrico, como o reabastecimento dos aquíferos e proteção por parte das conhecidas áreas de preservação permanente (APPs).

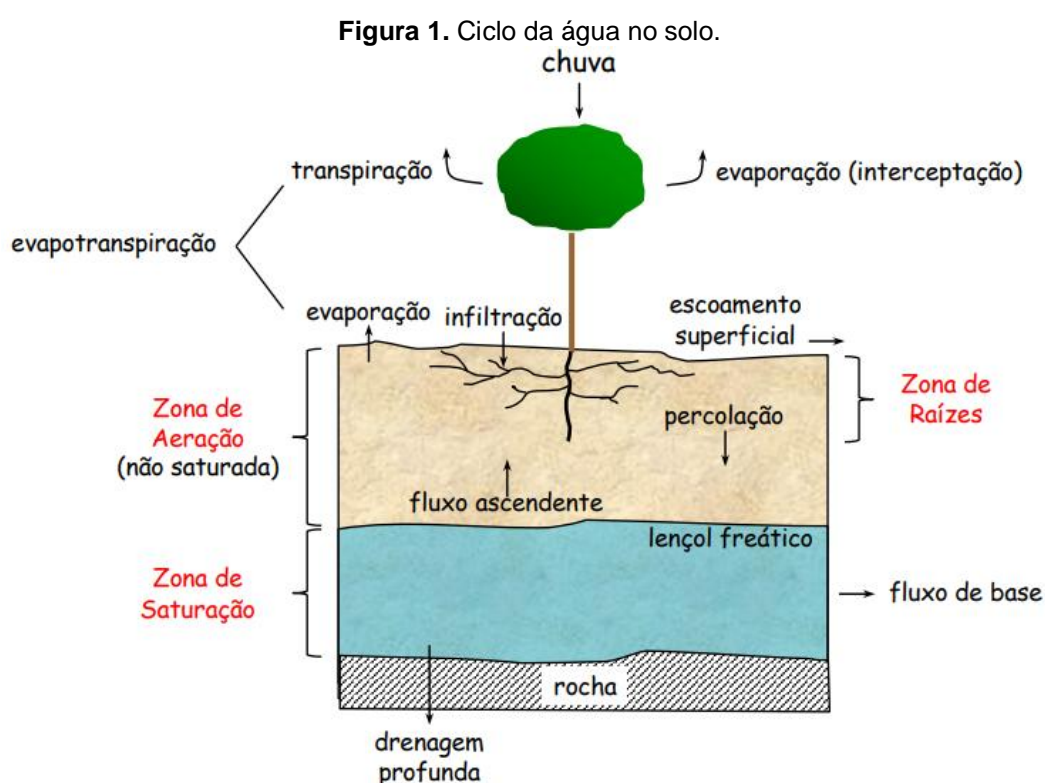
Na realidade, a relação da vegetação com o processo de ciclagem da água é muito mais complexa. As infraestruturas verdes influenciam no ciclo da água de diversas formas, como: na temperatura do ar e do solo; na sombra/barreira que a mata ciliar faz sobre a água; mitigando o assoreamento dos corpos e cursos d'água; filtrando poluentes por meio de fitorremediação; por meio de processos que envolvem diretamente as plantas que são a evapotranspiração, maior infiltração e percolação das águas pluviais devido à ação do sistema radicular (DACANAL; LABAKI; SILVA, 2010; FEIBER, 2004; PEREIRA, 2018; PRIMACK; RODRIGUES, 2001).

Sobre a participação das áreas verdes em melhorias no solo Martínez-Hernández *et al.* (2020) mencionam a inibição dos processos de erosão e degradação do solo, pois solos com vegetação tendem a sofrer menos com a oxidação, deflúvio superficial e impactos diretos da água sobre o solo.

Há ainda melhorias na fertilidade, decorrente da serrapilheira sobre o solo, que auxilia na restituição da ciclagem dos nutrientes em razão do processo de decomposição da matéria orgânica (SIQUEIRA *et al.*, 2022).

A serrapilheira ainda mantém a umidade do solo por mais tempo, pois os restos de vegetação tornam-se uma barreira de proteção (PAIVA, GONÇALVES, 2002; PRIMACK; RODRIGUES, 2001).

As relações benéficas envolvendo plantas, solo e água podem ser observadas na Figura 1.



Fonte: Retirada de Borma e Rennó (2017).

Já sobre os benefícios no âmbito econômico, é possível identificar alguns apontados na literatura (DACANAL; LABAKI; SILVA, 2010; FEIBER, 2004; PRIMACK; RODRIGUES, 2001), como:

- Comércio em parques e bosques;
- Os voltados ao ecoturismo;
- Encarecimento do metro quadrado de lotes e condomínios dentro e/ou próximos às infraestruturas verdes;
- Utilização dos fragmentos em pesquisas na área farmacêutica e biomédica, contribuindo para avanços na indústria;

- Áreas verdes como campo de estudo de ecologistas, biólogos, engenheiros, zoológicos entre outros profissionais;
- Agente de contenção biológica, por serem áreas que abrigam plantas e animais considerados competidores naturais de outras espécies;
- Infraestruturas verdes como geradores de emprego, nos casos em que o poder público é o responsável pela gestão e manutenção destas.

Analisando os benefícios sociais, ambientais e culturais é possível também atribuir a eles valores econômicos envolvidos de forma intrínseca, direta ou indiretamente (PRIMACK; RODRIGUES, 2001).

Sobre as infraestruturas verdes como fator agregante no cenário arquitetônico das cidades, é possível mencionar sua função no embelezamento e amenização no visual densamente construído dos meios urbanizados (LLARDENT, 1982).

As áreas verdes são parte da arquitetura e paisagem estabelecida nas cidades, tidas como pontos de referência da história local para a população e que possuem ainda valor cultural e artístico (BADIRU; PIRES; RODRIGUEZ, 2005; DWYER *et al.*, 1992).

Com as mudanças climáticas, extremos no clima e as catástrofes ambientais em ascensão, atualmente se tem falado cada vez mais sobre a importância do estabelecimento de mais infraestruturas verdes nas cidades como uma forma de mitigar tais eventos e/ou amenizar suas consequências (EUROPEAN COMMISSION, 2015; ENGSTRÖM *et al.*, 2018; PANNO *et al.*, 2017; KABISCH *et al.*, 2016).

### **3.1.1. Unidades de Conservação**

As Unidades de Conservação (UCs) tratam-se de áreas com finalidade de preservar a natureza brasileira, em geral costumam apresentar recursos naturais significativos que necessitam de garantias legais para sua proteção, estabelecidas através do Sistema Nacional de Unidades de Conservação(SNUC) (ARAUJO, OLIVEIRA, ALVES; 2015).

É por meio do SNUC que as UCs são instituídas e geridas. O SNUC foi determinado pela Lei nº 9.985 de 18 de Julho 2000 que disponibiliza meios legais para que tanto as esferas federais, estaduais, municipais possam criar e gerenciar



as UCs, como também as iniciativas privadas, inclusive de maneira integrada entre essas esferas (BRASIL, 2000).

A primeira UC nacional foi o Parque Nacional do Itatiaia, criada em 1937 na região sudeste do Brasil, pelo presidente da época Getúlio Vargas, trata-se de uma área extensa com vasta biodiversidade, que resiste até os dias de hoje (PORTAL BRASILEIRO DE DADOS ABERTOS, 2020).

Nos anos seguintes outras Unidades foram estabelecidas no país, sendo que em 2020 já contabilizavam cerca de 2.468 UCs distribuídas no território brasileiro, em diferentes biomas e fitofisionomias, segundo aponta os dados apresentados pelo Ministério do Meio Ambiente (PORTAL BRASILEIRO DE DADOS ABERTOS, 2020).

Levando-se em consideração o cenário em que se encontram a grande maioria das infraestruturas verdes, sendo de amplo conhecimento as fragilidades que estas enfrentam, altamente pressionadas pela matriz urbana e pelo desmatamento, o amparo legal que uma UC representa pode ser de fundamental relevância para que essas infraestruturas verdes resistam às pressões (SANTANA *et al.*, 2016; OLIVEIRA; SILVA; MOURA, 2019). Ainda segundo os mesmos autores, as UCs são uma forma de garantir que as presentes e futuras gerações possam dispor de um meio ambiente ecologicamente equilibrado.

A criação das Unidades de Conservação auxilia na conservação da biodiversidade, influenciando positivamente no estado do solo, da água, da fauna, da flora e no clima, aumentando a umidade relativa do ar e sua qualidade (HASSLER, 2005).

As UCs são ainda fonte de estudos científicos; de preservação da cultura e da história como testemunhas do processo de formação das cidades, além ainda de serem responsáveis pelo embelezamento que costuma atrair observadores e turismo ecológico, conseqüentemente movimentando a economia local (HASSLER, 2005).

Segundo o SNUC, as UCs podem ser classificadas tanto como de proteção integral, como de uso sustentável, sendo que as de proteção integral possuem usos mais restritivos enquanto que as de uso sustentável são mais flexíveis quanto sua ocupação (BRASIL, 2000).

Nas áreas de proteção integral quase todos os tipos de interferências antrópicas são vetadas, com exceção de usos indiretos que não venham comprometer os recursos naturais da UC (BRASIL, 2000).

Já nas áreas de uso sustentável é lícito seu usufruto de forma direta e indireta, contanto que sigam uma série de restrições que pode variar um pouco de área para área, mas que em geral seguem linhas sustentáveis, de modo que a UC possa coexistir com a ocupação antrópica, com uso consciente de seus recursos, sem que esta comprometa sua existência, ou que comprometa o menos possível (BRASIL, 2000).

Existem cinco tipos de áreas de proteção integral e sete de uso sustentável, sendo que no grupo das UCs de uso sustentável estão as áreas de proteção ambiental (APAs) (BRASIL, 2000).

Em seu texto o SNUC cita que as APAs têm por objetivo fundamental regular e normatizar o uso e ocupação sustentável dos recursos de modo a salvaguardar a biodiversidade nestas áreas (BRASIL, 2000).

Outra característica das APAs é que estas costumam ocupar extensas regiões, podendo as terras ser de domínio público ou particular, apresentando diversidade natural, relevância cultural e também social (BRASIL, 2000).

No caso de propriedades de domínio público a gestão e autorização de atividades relacionadas ao turismo e pesquisas na APA ficam a cargo do órgão gestor da unidade e em áreas particulares a incumbência fica sobre responsabilidade do proprietário, porém em ambos os casos a legislação deve ser observada (BRASIL, 2000).

Um outro tipo de Unidade de Conservação, de abordagem relevante para o presente trabalho é o Refúgio de Vida Silvestre (RVS), uma unidade pertencente ao grupo de proteção integral, de uso mais restrito. O objetivo principal do RVS é resguardar meios naturais responsáveis por abrigar espécies importantes da fauna e da flora de uma região e também espécies migratórias (BRASIL, 2000).

As RVS assim como as APAs podem ocupar tanto áreas particulares como públicas, desde que possíveis atividades na área não comprometam o atendimento dos objetivos da UC; do contrário a área necessitará ser expropriada, conforme o disposto na Lei n. 9.985 de 2000.

Nos RVS há necessidade de autorização para visitação, havendo também restrições, em geral elencadas no Plano de Manejo da UC, e/ou pelo órgão gestor responsável pela unidade e também observando o disposto no regulamento. Fica também a cargo destes dois últimos (regulamento e órgão gestor) dar, ou não, o

consentimento para realização de pesquisas científicas nas UC RVS (BRASIL, 2000).

### 3.1.2. Unidades de Conservação em Campinas

No cenário das Unidades de Conservação no município de Campinas constam atualmente nove áreas, sendo uma de domínio federal, duas estaduais e as demais municipais, sendo que destas somente as UCs municipais são de responsabilidade da Secretaria do Verde, Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SVDS) de Campinas, as outras (federal e estadual) possuem órgãos gestores diversos, conforme pode ser observado no Quadro 1 (CAMPINAS, 2021).

No total a cidade conta com cerca de 28.551 hectares de ambientes ocupados por Unidades de Conservação, dentre as quais constam Áreas de Preservação Ambiental (APAs), Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE), Floresta Estadual, Parque Natural Municipal (PNM) e um Refúgio de Vida Silvestre (RVS), conforme descrito no Quadro 1.

**Quadro 1.** Unidades de Conservação existentes em Campinas – SP.

| Unidade de Conservação                 | Domínio   | Categoria do SNUC | Órgão Gestor                    |
|--|-----------|-------------------|---------------------------------|
| ARIE Mata de Santa Genebra             | Federal   | Uso Sustentável   | Fundação José Pedro de Oliveira |
| Floresta Serra d'água                  | Estadual  | Uso Sustentável   | Instituto Florestal             |
| APA Piracicaba/Juqueri-Mirim – Área II | Estadual  | Uso Sustentável   | Fundação Florestal              |
| APA de Campinas                        | Municipal | Uso Sustentável   | SVDS                            |
| APA do Campo Grande                    | Municipal | Uso Sustentável   | SVDS                            |
| PNM Jatobás                            | Municipal | Proteção Integral | SVDS                            |
| PNM Campo Grande                       | Municipal | Proteção Integral | SVDS                            |
| PNM da Mata                            | Municipal | Proteção Integral | SVDS                            |
| RVS Quilombo                           | Municipal | Proteção Integral | SVDS                            |

Fonte: Adaptado de CAMPINAS (2021).

Cada uma das Unidades de Conservação presentes em Campinas possui suas peculiaridades, relativas à região do município na qual localizam-se. A APA de Campinas encontra-se na região leste de Campinas, de grande densidade hídrica e alto índice de remanescentes florestais, possui uma área de cerca de 22.300ha e foi criada pela Lei Municipal 10.850/01, é uma UC de responsabilidade conjunta entre a SVDS e o CONGEAPA (Conselho Gestor da Área de Proteção Ambiental de Campinas), um conselho de cunho deliberativo e consultivo, responsável por

promover a participação da comunidade nas decisões e conseguinte acompanhamento das mesmas (CADASTRO NACIONAL DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO, 2021; CAMPINAS, 2021).

A APA de Campinas é uma Unidade de Conservação de uso sustentável, dentro da qual está localizada a Mata Ribeirão Cachoeira, foco deste estudo. A MRC é tombada como patrimônio histórico e cultural pelo Conselho de Defesa do Patrimônio Cultural de Campinas (CONDEPACC), sendo um dos maiores fragmentos de floresta nativa da Mata Atlântica presentes no município, ficando atrás apenas da UC Área de Relevante Interesse Ecológico Mata de Santa Genebra, abrigo de diversas espécies da fauna e da flora nativos da região (CAMPINAS, 2012).

Diante da relevância do fragmento para o município, existe grande interesse de que seja criada a Unidade de Conservação de Proteção Integral Refúgio de Vida Silvestre (RVS) Mata Ribeirão Cachoeira, visando preservação mais efetiva deste fragmento, mediante legislação específica para isto. O caderno de subsídios onde a criação da UC é solicitada foi elaborado e encontra-se em domínio da prefeitura desde 2012 (ONG APAVIVA, 2022a).

### **3.2. Impacto das pressões antrópicas sobre as infraestruturas verdes**

Já é de consciência geral que a ação do homem interfere de diversas formas nos ambientes naturais, em geral de forma negativa, sendo que as pressões antrópicas evidenciam-se, particularmente nas áreas urbanas, onde a vegetação tornou-se cada vez mais escassa e rodeada pelas “selvas de pedra” (SILVA, 2020; FENGLER *et al.*, 2015). As infraestruturas verdes presentes em regiões urbanizadas são consideradas sobreviventes desse processo de estabelecimento da urbanização (DACANAL, LABAKI, SILVA, 2010).

O funcionamento dos ecossistemas naturais é complexo e as perturbações podem atingir as infraestruturas verdes de diferentes formas, fontes e intensidade, não sendo possível, na maioria das vezes, quantificar e identificar com precisão a degradação ambiental nestas áreas (SANTOS, 2004). Apesar disso, diversos estudos apontam fontes de perturbação, algumas delas mais comuns em fragmentos florestais rodeados pela matriz urbana (GARCIA *et al.*, 2018; FEIBER, 2004; FENGLER *et al.*, 2015; SILVA *et al.*, 2019), como degradação e compactação do

solo, circulação em trilhas, atividades de agricultura e pecuária, descarte irregular de resíduos, ateuo de fogo, caça, especulação imobiliária, desmatamento, extração de flora e fauna nativa etc. (PRIMACK; RODRIGUES, 2001; GARCIA, 2021; ROCHA *et al.*, 2020; SANTIN, 1999).

Tais degradações inviabilizam a preservação dos fragmentos florestais, pois influencia direta e indiretamente no processo de recuperação desses *habitats* (SANTIN, 1999).

As bordas dos fragmentos por se tratar de áreas de mudança abrupta de paisagem, são ambientes sensíveis, estando estes mais suscetíveis à degradação e alterações no meio biótico e abiótico (FERRAZ, 2011). Tais alterações, também chamadas de efeitos de borda, são sentidas principalmente nos primeiros 35-50m de borda adentro do fragmento, provocadas em geral pela entrada de ventos, ar quente, maior iluminação, diminuição da umidade relativa do ar e aumento nas temperaturas do ar e do solo (OLIVEIRA *et al.*, 2015; RODRIGUES, 1998 *apud* PRIMACK; RODRIGUES, 2001; KAPOS, 1989).

Essas alterações no microclima fazem com que determinadas espécies tanto da fauna como da flora migrem para área interna do fragmento, pois não se adaptam ao clima de borda (OLIVEIRA *et al.*, 2015; FERRAZ, 2011).

Esse microclima típico de área de borda leva também à outros efeitos adversos como a diminuição do tamanho do fragmento e da biodiversidade podendo levar a extinção de espécies, aparecimento de clareiras e o declínio da flora nativa por supressão e/ou morte de árvores e invasão de espécies exóticas (KAPOS, 1989; OLIVEIRA *et al.*, 2015; GARCIA *et al.*, 2018; FERRAZ, 2011), sendo que a morte da vegetação nas bordas favorece ainda cenários mais graves em caso de queimadas (SANTIN, 1999; COCHRANE; SCHULZE, 1999).

As bordas são também áreas mais suscetíveis a invasões por espécies de animais que não deveriam estar ali, como roedores, predadores onívoros, animais domésticos etc. (PRIMACK; RODRIGUES, 2001; CAMPINAS, 2012).

As áreas de borda costumam apresentar também alterações químicas e físicas negativas para o solo, devido ao aumento da temperatura, ventos, diminuição de serrapilheira (em alguns casos), maior evaporação da água e conseqüentemente ambientes mais secos (SMITH *et al.* 2021; KAPOS, 1989; PRIMACK; RODRIGUES, 2001; GARCIA *et al.*, 2018).

Entende-se assim que os tipos de uso e ocupação na circunvizinhança dos *habitats* naturais e a crescente fragmentação das infraestruturas verdes são prejudiciais a estes ambientes, pois além das questões já citadas, causam ainda a diminuição do tamanho dos *habitats*, aumento das áreas de bordas e falta de conectividade entre os fragmentos, fatores influentes na sobrevivência dessas áreas (SMITH *et al.*, 2021; PRIMACK; RODRIGUES, 2001; SILVA *et al.*, 2019).

### **3.3. Métodos de avaliação ambiental de infraestruturas verdes**

Em função da importância que os fragmentos florestais apresentam no contexto das cidades, estudos vêm sendo feitos em diferentes ambientes, como os de Braga *et al.* (2018), Silva e Longo (2020) e Silva *et al.* (2019) que analisaram características importantes da qualidade ambiental de fragmentos florestais utilizando técnicas de geoprocessamento e de sensoriamento remoto.

Os trabalhos avaliaram métricas de paisagem que demonstraram um alto índice de fragmentação da cobertura verde, apontando para fragmentos circundados por uma matriz altamente urbanizada, sendo a maioria de tamanho médio ou pequeno, com área nuclear pequena, efeito de borda significativo, em geral classificados como grau médio de qualidade ambiental, apontando, porém para viabilidade de recuperação devido à proximidade entre fragmentos.

Já em Fengler *et al.* (2015) nas avaliações ambientais realizadas, também por meio de técnicas de geoprocessamento, apontaram para resultados que os evidenciaram declínio das condições ambientais no decorrer do tempo, atribuídas ao destrutivo avanço da ocupação antrópica na região e consequente desmatamento.

Goes, Souza e Ribaski (2018) destacaram a importância dos gestores e da sociedade tomarem conhecimento de novas ferramentas e estudos que auxiliem na conservação e manejo de fragmentos florestais. Neste estudo foi utilizado também métricas de paisagem e manipulação de mapas em ambiente SIG, por meio dos quais foi possível destacar que, a maior parte dos fragmentos encontra-se com alto grau de comprometimento.

Já Takikawa, Silva e Lourenço (2018) em seus estudos sobre o índice de fragilidade dos remanescentes florestais de uma bacia, observaram que os tipos de uso do solo nas áreas no entorno dos fragmentos são o principal fator de degradação, sendo possível classificar a maioria dos fragmentos como em situação

de média ou alta fragilidade. A maior parte destes trabalhos buscou ainda pontuar a importância de se preservar os remanescentes florestais, podendo tais estudos ser uma ferramenta de auxílio no plano de manejo destas.

Em estudos observados no levantamento bibliográfico (BRAGA *et al.*, 2018; SILVA *et al.*, 2019; SILVA; LONGO, 2020; FENGLER *et al.*, 2015; TAKIKAWA; SILVA; LOURENÇO, 2018) verificou-se que em geral a metodologia baseia-se no uso de técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto, realizando análises de métricas de paisagem para avaliação ambiental de fragmentos florestais em regiões extensas, diferente do estudo em questão no qual a avaliação é focada em um fragmento e a metodologia apoia-se em grande parte em avaliações e coletas *in loco*.

Outro hiato pode ser observado nos usos da metodologia PEIR, pois a mesma é mais comumente utilizada em outros temas, como: gestão de resíduos sólidos (SOARES; BARROS; BEZERRA, 2017; FONSECA *et al.*, 2018; SILVA *et al.*, 2012), recursos hídricos (FORTES *et al.*, 2015; VAZ; SILVEIRA, 2014; SOARES, 2019), qualidade de vida (BRAGA; FREITAS, 2016; LIMA; COSTA; RIBEIRO, 2017; NUNES; WILLON; OURIQUE, 2020), impactos ambientais de origem antrópica (BESSA *et al.*, 2020), gestão e saúde (SANTOS; OTENIO; LOPES-ASSAD, 2014), entre outros.

Sendo sua aplicação na avaliação ambiental de um fragmento por meio dos parâmetros propostos no presente trabalho não observada em estudos anteriores.

### **3.3.1. Modelo Pressão-Estado- Impacto-Resposta (PEIR)**

Visando avaliar problemas ambientais associados ao desenvolvimento econômico, a *Organization for Economic Co-operation and Development* (OECD) desenvolveu o modelo Pressão, Estado e Resposta (PER) em 1993, objetivando o suporte a relatórios ambientais e políticas, de modo a integrar as relações homem e meio ambiente e suas consequências (OECD, 1993). O modelo foi posteriormente adaptado pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), vindo a incluir o elemento Impacto em 2007 (VASCONCELOS *et al.*, 2014). Uma breve descrição dos elementos do método pode ser observada no Quadro 2.

**Quadro 2.** Descrição dos elementos do método PEIR.

| Elemento | Descrição  |
|----------|--|
| Pressão  | As pressões são indicadores de perturbações e estresse ambiental, provenientes das ações antrópicas.   |
| Estado   | O estado é um indicador ambiental do meio, representando as condições ambientais.  |
| Impacto  | Os impactos ocorrem em virtude das condições ambientais, sendo indicadores das interferências do meio antrópico e natural.                                       |
| Resposta | São ações de tomada de decisão do poder público, das organizações e da população, em resposta aos problemas advindos das pressões, do estado e impactos do meio. |

Fonte: Adaptado de Kristensen (2004); OECD (2013).

Segundo Vaz e Silveira (2014) o método PEIR procura estabelecer uma conexão entre seus numerosos parâmetros, de maneira a conduzir a verificação das condições de um ecossistema natural, por exemplo. A definição de cada uma das etapas da metodologia, adaptada para o estudo em questão, podem ser descritas como:

**ETAPA 1: Pressão** - São os indicadores de perturbações e estresse ambiental provenientes das ações antrópicas no remanescente florestal em estudo. No projeto em questão, os indicadores de pressão apresentam-se por meio dos parâmetros antrópicos do entorno como o tipo de uso do solo, a densidade viária, a densidade demográfica e observações acerca do uso dos recursos naturais, como os padrões de desmatamento, geração de resíduos e poluição (OECD, 2013).

**ETAPA 2: Estado** - Trata-se dos indicadores resultantes das pressões, neste estudo refere-se à condição ambiental em que se encontram as áreas de borda do remanescente florestal, o microclima local, os recursos hídricos, o solo, a biodiversidade e os níveis da poluição ambiental (KRISTENSEN, 2004).

**ETAPA 3: Impacto** - Provenientes das condições ambientais, são indicadores que representam as interferências no meio, em especial alterações no meio ambiente que conseqüentemente impactam na qualidade de vida e na saúde da população. A discussão deste indicador no presente estudo se dará por meio da análise dos impactos sobre os aspectos ambientais e socioculturais, avaliados a partir das condições dos parâmetros de estado (KRISTENSEN, 2004).

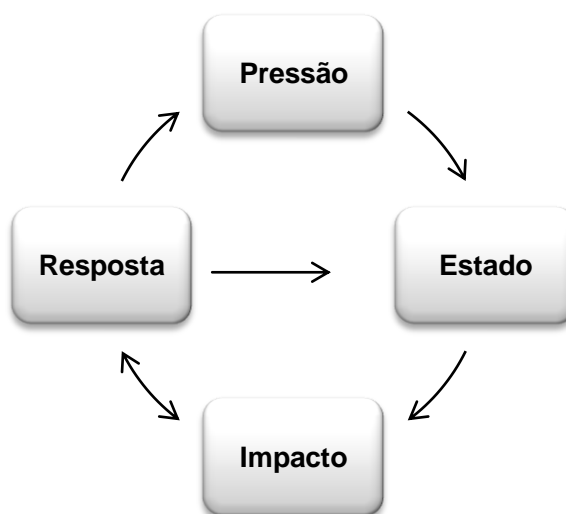
**ETAPA 4: Resposta** - São os indicadores de tomada de decisão do poder público, das organizações e da população, em busca de ações e respostas aos problemas envolvendo as questões ambientais, voltadas por exemplo, a preservação e conservação do remanescente florestal, às atividades individuais e/ou coletivas para atenuar, adequar e prevenir pressões e impactos negativos de origem antrópica (KRISTENSEN, 2004; OECD, 2013).



As pressões podem vir a interferir nas condições ambientais (estado), estas por sua vez promovem os impactos, e estes impactos por fim ocasionam respostas da sociedade direcionadas não somente aos impactos, mas também as pressões e estado (OECD, 2013; VAZ; SILVEIRA, 2014).

Na Figura 2 adaptada de Kristensen (2004) é possível observar o inter-relacionamento entre os indicadores PEIR.

**Figura 2.** Relações causais do método PEIR.



Fonte: Adaptado de Kristensen (2004).

O modelo PEIR é muito utilizado em estudos de diferentes vertentes, devido sua possibilidade de adaptação a variados cenários. Um dos usos da metodologia é voltado a estudos ambientais, objetivando analisar de forma conjunta suas condições e a relação com o meio, possibilitando reflexões sobre medidas de melhorias (VAZ; SILVEIRA, 2014). A partir da análise dos indicadores busca-se realizar uma avaliação ambiental de forma ampla e integrada dos ambientes.

### **3.3.2. Parâmetros de avaliação ambiental**

Parâmetros ambientais são dados significativos da área, como formas de viabilizar a avaliação do meio ambiente, podendo se dar empiricamente ou através de métodos, sendo representado quantitativamente e/ou qualitativamente (RAMOS, 1997; MITCHELL, 1996; MATTAR NETO, KRÜGER, DZIEDZIC, 2009). Ainda segundo a OECD (1993) é importante que os indicadores além de serem

representativos, sejam simples, comparáveis, acessíveis a todos, com baixo custo de coleta e baseado na literatura científica.

Os parâmetros ambientais quando avaliados em grupo ampliam e reiteram avaliações das condições da área de estudo (MATTAR NETO, KRÜGER, DZIEDZIC, 2009).

É através dos indicadores ambientais que se chega a um diagnóstico do local e elaboração de medidas de recuperação e prevenção adequadas para cada situação (GARCIA, 2021; SILVA *et al.*, 2019; DEPONTI; ECKERT; AZAMBUJA, 2002; RUFINO, 2002).

Entre os estudos que já utilizaram parâmetros referentes à análise da água para avaliar suas condições é possível citar Gomes (2017) que utilizou pH, temperatura, turbidez, DBO, OD, nitrogênio, fósforo e sólidos totais, tais parâmetros mostraram-se eficientes na avaliação da influencia antrópica sobre o corpo hídrico e apontaram para a necessidade de mais análises para maior acompanhamento das condições da água.

Em Garcia (2021) além dos parâmetros de água citados anteriormente, foram também avaliados a condutividade e coliformes totais que também se mostraram eficientes na avaliação da qualidade da água. Neste mesmo estudo foram também avaliados parâmetros referentes ao estado do solo e da cobertura vegetal demonstrando ao final do estudo haver diferentes níveis de correlação entre os grupos de parâmetros.

Ainda na área da análise da cobertura vegetal o índice de área foliar foi utilizado no trabalho de Garcia *et al.* (2018) para avaliação das condições ambientais de um fragmento, este por sua vez possibilitou que áreas com maior necessidade de ações de recuperação fossem mapeadas.

Em Silva *et al.* (2017) por meio de análises de granulometria e parâmetros químicos do solo, foi possível observar benefícios em ambientes com cobertura vegetal, sendo os parâmetros úteis para a finalidade proposta.

Em uma avaliação de cenários climáticos urbanos, Monteiro e Pezzuto (2017) levantaram o perfil de uso e ocupação de uma determinada região, juntamente com avaliação do fator de visão do céu, estes por sua vez foram eficazes no levantamento de maiores informações sobre o perfil da área em estudo.

Já Soeira (2018) em seu trabalho que relacionou o fator de visão do céu à temperatura do ar em análises de zonas climáticas, ambos os parâmetros cumpriram seu papel no estudo, sendo a combinação recomendada.

Parâmetros como temperatura do ar e umidade relativa do ar são também amplamente utilizados juntos, em análises do comportamento térmico em diferentes cenários, exemplos deste tipo de estudo são os realizados por Pezzuto *et al.* (2015) e Dacanal, Labaki e Silva (2010) que em seus trabalhos coletaram ambos parâmetros em avaliações do clima.

Entre os parâmetros utilizados no trabalho de Vaz e Silveira (2014) nota-se o uso dos indicadores voltados à densidade populacional, perfil de uso e ocupação do solo e sistema viário, em uma bem-sucedida avaliação ambiental.

Tais estudos demonstram a eficiência do uso de parâmetros ambientais em estudos científicos, seu papel na avaliação de diferentes cenários passando ainda confiabilidade em seu uso.

O Quadro 3 apresenta alguns parâmetros e suas respectivas influencias no meio ambiente, sendo estes analisados remotamente ou *in loco* em estudos na área do meio ambiente. Os parâmetros foram apresentados de modo a serem passíveis de aplicação no método PEIR.

**Quadro 3.** Parâmetros utilizados em avaliações ambientais.

(continua)

| Parâmetros                         | Definição/ Função   | Principais impactos  |
|------------------------------------|---|--|
| Tipo de uso e ocupação do solo     | "O solo é uma espécie de membrana em volta do planeta e fornece serviços essenciais para a vida no nosso planeta, acima dessa cobertura natural (o solo) desenvolvem-se atividades e ocupações de diferentes tipos, como vegetação, construções, plantações, áreas de lazer etc. (BRADY; WEIL, 1989). | O solo vem sofrendo diversas pressões antrópicas como a deposição de resíduos, efluentes urbanos e industriais (TU, 2013). Especialmente em áreas urbanas o solo é demasiadamente impermeabilizado o que impede a infiltração da água e gera vários problemas (AMORIM; CORDEIRO, 2004).                |
| População                          | Trata-se do número de habitantes que vivem em uma determinada região. A qualidade de vida em uma região está profundamente ligada à densidade populacional nela presente (GONFIANTINI; LONGO, 2016).  | Áreas com alta densidade populacional tendem a sofrer mais com problemas ambientais e pressões de diferentes fontes, visto que cada indivíduo demanda diferentes recursos e geram resíduos (CHUDNOBSKY; MENDES; LONGO, 2015; FENGLER <i>et al.</i> , 2015).  |
| Sistema viário                     | O sistema viário possibilita a trafegabilidade de produtos, pessoas e serviços, sendo parte importante do contexto organizacional nas cidades (BRASIL, 2005).   | O sistema viário exerce diversas pressões no decorrer de sua extensão e em seu entorno. Estas pressões dependem de diversas variáveis, porém é possível citar os ruídos, poluição atmosférica, contaminação do solo, impermeabilização, compactação, atropelamentos entre outros (VASCONCELLOS, 2006). |
| Macronutrientes (Fertilidade) Solo | Engloba a análise de elementos como: pH; P - Fósforo; K - Potássio; Ca - Cálcio; Mg - Magnésio; M.O. - Matéria orgânica; CTC- Capacidade de troca de cátions; V% - Saturação por bases entre outros (IAC, 2021).  | Estão diretamente relacionados à nutrição das plantas, visto que são elementos essenciais para o crescimento e desenvolvimento destas e quando em níveis inadequados influenciam também no estado do solo (MENDES, 2007).  |
| Granulometria do Solo              | Trata-se da análise da distribuição e classificação dos grânulos do solo em grupos de tamanhos, podendo estes serem de origens orgânicas ou inorgânicas (KIEHL, 1979).  | Solos mais arenosos influenciam negativamente no teor de matéria orgânica, retenção de água e na estrutura do solo, prejudicando a fertilidade e crescimento radicular (STÜRMEER <i>et al.</i> , 2009).  |

**Quadro 3.** Parâmetros utilizados em avaliações ambientais.

(conclusão)

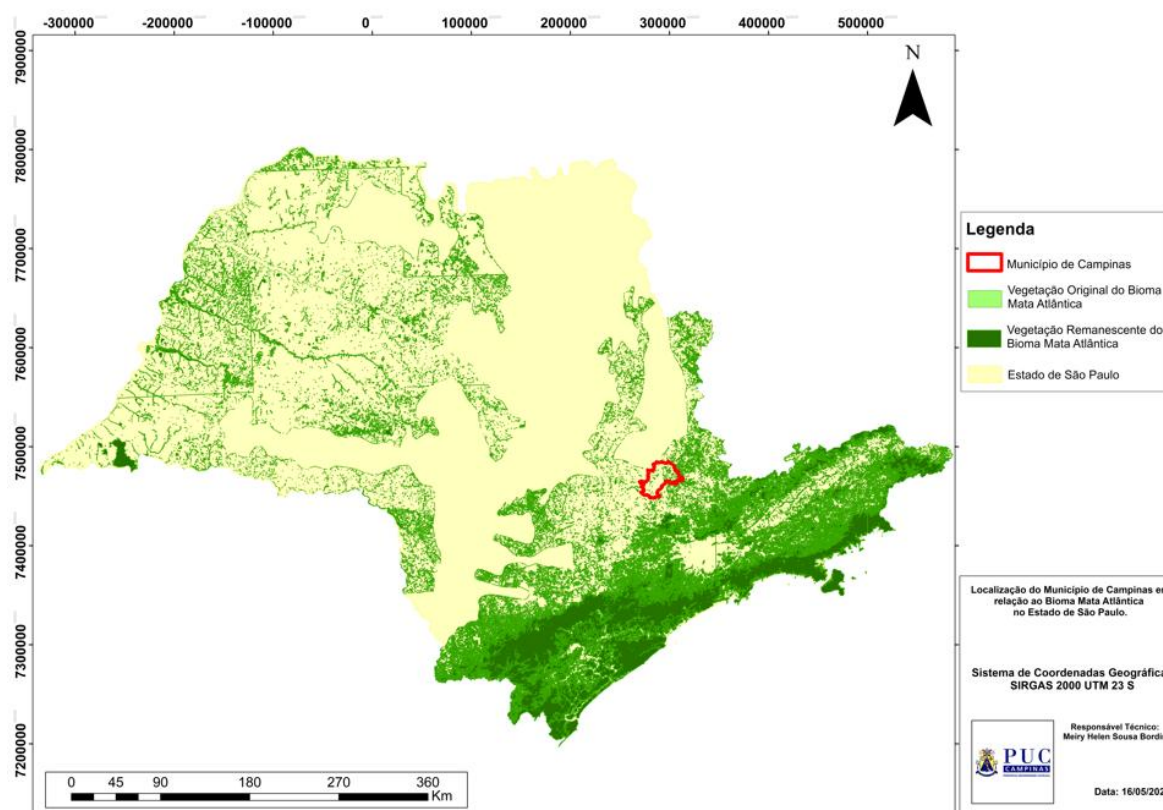
| Parâmetros   | Definição/ Função   | Principais impactos   |
|--|---|---|
| Parâmetros de água (IQA)                           | O Índice de Qualidade das Águas (IQA) visa determinar a qualidade de águas brutas e é avaliado a partir de nove parâmetros de água, sendo eles: Coliformes fecais, pH, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Temperatura, Turbidez, Sólidos totais, Oxigênio dissolvido, Fósforo e Nitrogênio total (CETESB, 2021). | Corpos hídricos com qualidade comprometida podem indicar a existência de fontes causadoras e desequilíbrio ecológico no entorno. Os problemas em decorrência da baixa qualidade da água são vários, entre eles: doenças, extinção de espécies locais, perturbação da fauna e da flora (CETESB, 2022). |
| Temperatura do ar (°C)/ Umidade relativa do ar (%) | São componentes da meteorologia e auxiliam na análise do microclima, são aspectos do clima essencialmente ligados à qualidade de vida e às condições ambientais em áreas urbanas (COPQUE <i>et al.</i> , 2011).   | Em termos de microclima, a vegetação exerce significativa influência, promovendo a redução da temperatura do ar pelo aumento da umidade, por meio do processo de evapotranspiração das folhas (PASTRO <i>et al.</i> , 2012).  |
| IAF (Índice de Área Foliar)                        | “O IAF consiste na medida de área da superfície foliar por unidade de área do solo, expresso em m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> , sendo utilizado para descrever a superfície fotossintética da copa das plantas” (GARCIA <i>et al.</i> , 2018).   | O IAF pode variar de um ecossistema para outro, dependendo das condições de cada local, e do comportamento fisiológico de cada espécie frente às condições do solo e do clima, sendo assim o IAF auxilia na avaliação do estado da vegetação (VILANI, 2009).  |
| FVC (Fator de Visão do Céu)                        | Trata-se da quantidade de céu visível na circunvizinhança de um determinado ponto, no contexto do dossel urbano (OKE, 1981).  | Por possibilitar observação da área livre e/ou obstruída, este parâmetro é uma boa forma de avaliar tanto a vegetação quanto auxiliar na análise do microclima e a influência da vegetação sobre este (KETTERER; MATZARAKIS, 2015).   |
| Aspectos naturais e antrópicos da área             | Os aspectos naturais avaliados são o solo, a água, o microclima, fauna e flora, enquanto que os antrópicos são os fatores socioculturais (RIBEIRO <i>et al.</i> , 2012).  | Estes aspectos têm impactos diretos na qualidade de vida da população, sendo o levantamento dos impactos ambientais por meio da avaliação destes (SÁNCHEZ, 2008).   |
| Legislação, Projetos e Programas                   | Trata-se de instrumentos, ações e ferramentas muitas das vezes legais e são necessários para o manejo e manutenção do meio (SANTOS, 2004).  | Estes instrumentos auxiliam na avaliação das condições reais e almejadas do meio, mediante leis e projetos em tramitação e já em vigor e/ou sua aplicação (SANTOS, 2004).   |

## 4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

### 4.1. O município de Campinas – SP

O fragmento florestal, foco do estudo em questão, encontra-se no centro de um loteamento particular localizado na cidade de Campinas – SP (GOOGLE MAPS, 2021). Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2004) a maior parte de Campinas ocupa a área onde antes originalmente localizava-se a extensão do bioma da Mata Atlântica, conforme observado na Figura 3.

**Figura 3.** Localização do município de Campinas no bioma da Mata Atlântica em São Paulo – SP.



Fonte: Adaptado de IBGE (2021).

O município pertence à Região Metropolitana de Campinas (RMC), sendo o maior entre eles, com área total de 796,4 km<sup>2</sup> e possuindo também o maior índice de urbanização da RMC (CAMPINAS, 2021). Possui aproximadamente 1.213.792 habitantes o que a torna a 14<sup>o</sup> cidade mais populosa do Brasil (IBGE, 2021), encontra-se ainda sobre as coordenadas UTM, Zona 23K, N 74672760 m, E 286859 m, com altitude de 640 metros acima do mar (CAMPINAS, 2021).

Em relação à cobertura vegetal original, o Município está inserido em sua maior parte no bioma Mata Atlântica, sendo este, atualmente considerado um *hotspot* mundial, por conter uma vasta e única biodiversidade, por sofrer com diversas pressões e correr alto risco de extinção (MITTERMEIER *et al.*, 2011), estas características tornam o senso de urgência em preservar este bioma ainda maior.

O bioma da Mata Atlântica possui diversas classes de fitofisionomias, estando em evidência no Estado de São Paulo as classes de Floresta Estacional Semidecidual (FES), Floresta Ombrófila Densa e as áreas de tensão ecológica (IBGE, 2012). O município de Campinas possui diversos fragmentos florestais, sendo a maior parte classificado como Floresta Estacional Semidecidual, os dois maiores fragmentos são a ARIE Mata Santa Genebra e Mata Ribeirão Cachoeira (CAMPINAS, 2021).

Sobre o clima do município, este se encontra classificado como Cwa – clima subtropical, com inverno seco e frio, verão quente e chuvoso, segundo o sistema de Köppen (SANTIN, 1999), no qual o período frio e seco normalmente vai de Abril a Setembro, com temperaturas médias flutuando entre 18,2 e 22,5°C e o período quente e chuvoso de Outubro a Março, com temperaturas médias variando de 23,9 a 25,3°C - médias do período de 1990 a 2021 (CEPAGRI, 2022).

A média anual de precipitação no município é de 1.380 mm, enquanto que a média anual de umidade relativa do ar é de 72,1% e ventos, em geral calmos, direção Sudeste ficando por volta dos 2 m/s (CAMPINAS, 2006). A média anual calculada entre o período de 1990 a 2021 da temperatura atmosférica é de aproximadamente 22,4°C, sendo possível observar que suas temperaturas máximas são atingidas em Fevereiro e as mínimas em Julho (CEPAGRI, 2022).

As classes da geomorfologia municipal são relevos de Depressão Periférica Paulista e Serra da Mantiqueira segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 2006. Sendo possível encontrar ainda uma outra nomenclatura no Plano Diretor do município, classificada como área de transição entre a Depressão Periférica e o Planalto Atlântico (CAMPINAS, 2006).

Conforme consta em levantamentos do IBGE (2001) as principais tipologias de solo na região de Campinas são os Argissolos Vermelho-Amarelos e Latossolos Vermelho-Amarelos.

Sobre a textura dos Latossolos Vermelho-Amarelos pode ser média ou altamente argilosa, sendo que os solos de textura média são mais vulneráveis à

erosão. Já os Argissolos Vermelho-Amarelos costumam apresentar níveis com visível distinção dos horizontes devida sua cor, estrutura e textura; onde normalmente há dominância de textura média na superfície e mais argilosa na subsuperfície com ou sem cascalhos, mas que em geral são solos que também podem apresentar alta inclinação à erosão, especialmente os de gradiente textural mais avolumado (EMBRAPA, 2021).

Ainda segundo o mesmo portal, os Latossolos em geral são solos que passaram por fortes ações do intemperismo e por isso mais profundos e ácidos, solo por natureza de pouca fertilidade podendo apresentar altos níveis de alumínio, os Argissolos podem ainda apresentar tanto particularidades dos Latossolos como também características contrárias, de solos pobremente intemperizados e pouco profundos, com fertilidade de média a alta.

#### **4.2. A área de estudo**

O fragmento de estudo trata-se da Mata Ribeirão Cachoeira (MRC) localizada na Macrozona 1 (MZ1) do município de Campinas, dentro do condomínio de chácaras rurais Colinas do Atibaia no Distrito de Sousas (CAMPINAS, 2021; GOOGLE MAPS, 2021).

A área localiza-se sobre as coordenadas UTM, Zona 23K, N 7474096 m, E 302240 m, com elevação variando de 625 a 750m aproximadamente (GOOGLE EARTH PRO, 2021). A representação da localização do fragmento de estudo encontra-se disposta na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**

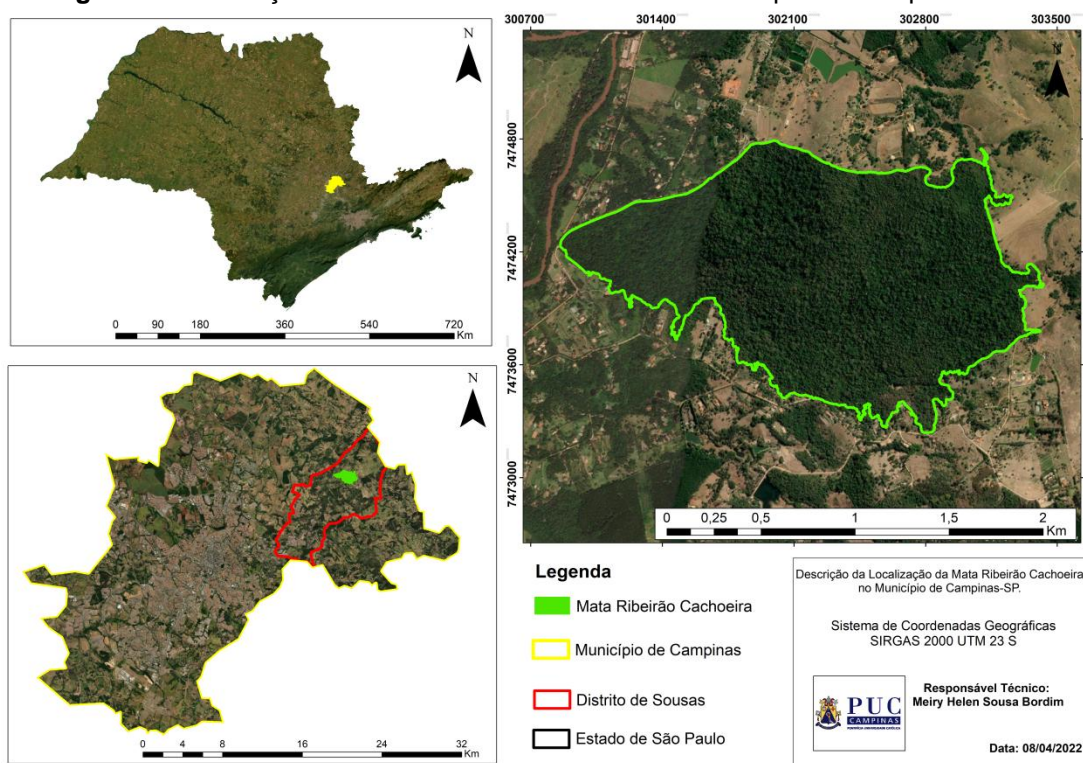
O acesso ao condomínio Colinas do Atibaia onde a Mata se encontra, se dá pela Estrada Sousas - Pedreira aproximadamente KM 7, por tratar-se de área particular o acesso é controlado por portarias (GOOGLE MAPS, 2021).

Segundo a Lei Complementar nº 295 de 03 de Dezembro de 2020, que dispõe sobre o Zoneamento ambiental da Área de Proteção Ambiental (APA) de Campinas, a MRC encontra-se dentro da Zona de Conservação de Biodiversidade (ZCB) Oeste (SVDS, 2022).

A Mata possui um perímetro de aproximadamente 6,7 KM, área de 2,14 km<sup>2</sup> (214 hectares) conforme verificado no Google Maps (2021) e encontra-se ainda às margens do rio Atibaia, no qual o Ribeirão Cachoeira (que dá nome à Mata) deságua (CAMPINAS, 2012).

A área de estudo é classificada como Floresta Estacional Semidecidual (FES), fitofisionomia característica da Mata Atlântica (CAMPINAS, 2015), contendo solo do tipo “PVe4 - argissolos vermelho - amarelo eutrófico e distrófico típico e abrupto” (COELHO; VALLADARES; CHIBA, 2008).

**Figura 4.** Localização da Mata Ribeirão Cachoeira no município de Campinas - SP.



Fonte: Adaptado de IBGE, SMA (Secretaria do Estado de São Paulo) e SVDS (2022).

A MRC é ainda tombada pelo Conselho de Defesa do Patrimônio Cultural de Campinas CONDEPACC, Resolução nº 38 de 14 de Março de 2002, como patrimônio cultural e bem de interesse ambiental, devido sua rica biodiversidade, no texto consta ainda que a área envoltória de 300 metros da MRC fica regulamentada, devendo seguir restrições em seu uso e ocupação (CAMPINAS, 2002), entre elas estão as que dizem respeito:

- Ao tipo de pavimentação das vias, que deve ficar sem cobertura ou em caso de cobrir, usar materiais que permitam alta permeabilidade;

- À existência de valas laterais com pontos de bacias de contenção para dissipar a força da água no decorrer do seu percurso, reduzindo dessa forma problemas de erosão;

- À estatura máxima das construções (8 metros), distância mínima (de 100m) da MRC e limite de área construída por terreno (Máx. 20% do total);



- *Ao descarte de esgoto por fossa séptica (preferencialmente);*
- *À reciclagem dos resíduos sólidos e recomendação de compostagem dos orgânicos;*
- *À proibição de queimadas, uso de agrotóxicos, pesticidas, uso de cercas elétricas, arame farpado, caça e extração de flora;*
- *À necessidade de animais domésticos, como cães, ficarem presos;*
- *Ao plantio exclusivo de espécies nativas;*
- *Às restrições sobre o uso da água e proteção das APPs segundo Leis (CAMPINAS, 2021).*

Sobre o contexto do distrito de Sousas, trata-se de uma região que vem recorrentemente sofrendo com a especulação imobiliária ao longo dos anos, em especial os espaços nas proximidades da área de estudo, que enfrentam no momento embargo de loteamentos e condomínios de alto padrão dentro da APA de Campinas (ONG APAVIVA, 2022a).

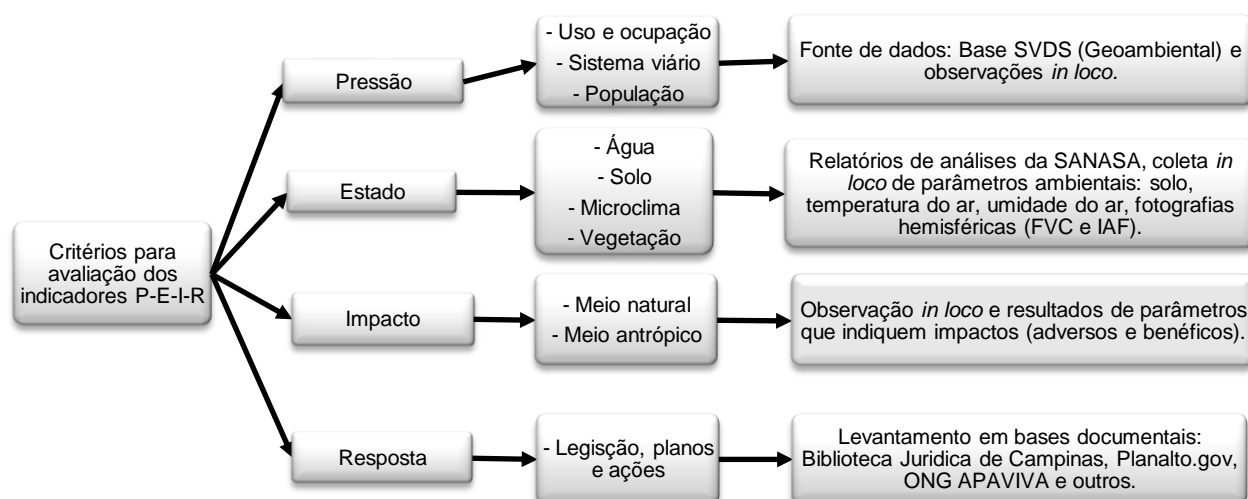
A região da APA de Campinas é tida segundo Plano Municipal de Recursos Hídricos (CAMPINAS, 2016) como área de produção de água, por abrigar um trecho importante da bacia do Rio Atibaia, responsável por 95% do abastecimento do município de Campinas (SANASA, 2022).

## 5. METODOLOGIA

### 5.1. Etapas metodológicas

A Figura 5 apresenta de maneira sucinta as etapas de aplicação do método PEIR que foram seguidas na execução do presente estudo. Essas foram divididas em critérios de avaliação, sendo eles: o perfil do uso e ocupação na área, sistema viário e população para avaliar *pressões*; a análise da água, do solo, do microclima e vegetação para avaliar o *estado*, os *impactos* sobre o meio natural e antrópico e por fim uso de legislações, programas e projetos para analisar o item *resposta* do PEIR, conforme disposto no fluxograma.

**Figura 5.** Fluxograma da metodologia PEIR.



### 5.2. Modelo PEIR – Estruturação das variáveis

A avaliação de cada um dos elementos da metodologia PEIR se deu por meio da adaptação da metodologia de Vaz e Silveira (2014) e a distribuição das variáveis pode ser observada no Quadro 4, no qual os elementos da metodologia PEIR foram agrupados em classes de estudo, analisadas por meio dos parâmetros apontados.

A análise qualitativa e quantitativa de cada classe de estudo pautou-se em metodologias e padrões já existentes na literatura, na legislação e também na percepção de especialistas (VAZ; SILVEIRA, 2014).

**Quadro 4. Variáveis do Modelo Pressão-Estado-Impacto-Resposta (PEIR).**

| Elementos           | Classes de Estudo           | Parâmetros   | Coleta de dados   |
|---------------------|-----------------------------|--|---|
| <b>Pressão (P)</b>  | Uso e ocupação do solo      | Tipos de uso e ocupação  | Em base de dados e coletas <i>in locona</i> área em geral |
|                     | População                   | Densidade e proximidade  |   |
|                     | Sistemas Viários            | Proximidade das vias   |   |
| <b>Estado (E)</b>   | Água                        | Índice de qualidade da água (IQA):                                     | Coleta de dados <i>in loco</i> : 1 ponto de medição       |
|                     |                             | - <i>Escherichia coli</i>  |   |
|                     |                             | - pH a 25°C  |   |
|                     |                             | - DBO <sub>5,20</sub>  |   |
|                     |                             | - Nitrogênio total   |   |
| Solo                | Macronutrientes             | Coleta de dados <i>in loco</i> : 10 pontos de medições                 |   |
|                     | Análise granulométrica      |  |   |
| Microclima          | Umidade relativa do ar      | Coleta de dados <i>in loco</i> : 5 pontos de medições                  |   |
|                     | Temperatura do ar           |  |   |
|                     | Fator de Visão do Céu (FVC) |  |   |
| Vegetação           | Índice de Área Foliar (IAF) | Coleta de dados <i>in loco</i> : 15 pontos de medições                 |   |
| <b>Impacto (I)</b>  | Meio natural e social       | Aspectos naturais e antrópicos da área                                 | Observação <i>in loco</i> + dados de pressão e estado     |
| <b>Resposta (R)</b> | Legislação, Planos e ações  | Plano de Manejo da APA de Campinas, Lei de tombamento da MRC e outros. | Consulta às bases documentais.                            |

Fonte: Adaptado de Vaz e Silveira (2014).

Para a realização do presente trabalho foram selecionados parâmetros que pudessem auxiliar de forma efetiva na discussão do atual cenário ambiental nas áreas de borda do remanescente florestal Mata Ribeirão Cachoeira, bem como dos efeitos das ações antrópicas do entorno sobre o fragmento.

Tanto as classes de estudo quanto os parâmetros foram selecionados visando estudar como as pressões oriundas das ações antrópicas, podem estar provocando mudanças nas condições físico-químicas dos solos, da água, da flora e conseqüentemente no microclima.

### 5.3. Coleta de dados

A natureza empregada nas coletas e análise dos dados foi de caráter empírico-analítico, com informações quantitativas e qualitativas, fundamentada em levantamento bibliográfico e informações coletadas em campo (SANTOS, 2004).

Para a avaliação das pressões, a coleta foi majoritariamente realizada por meio do processo de elaboração de mapas e avaliação na área, enquanto que os parâmetros de análise do estado da área exigiram observação e coleta *in loco* para posterior análise comparativa com a literatura.

Os impactos foram avaliados por meio de uma matriz de impactos, na qual foram utilizados os parâmetros de pressão, estado e avaliação *in loco*.

Já o elemento resposta foi avaliado através do levantamento e análise da legislação, planos e ações existentes no Município e também iniciativas de Organização Não Governamental (ONG) que visam à preservação e conservação do remanescente florestal. Estando os indicadores a serem analisados detalhados a seguir.

### **5.3.1. Elemento pressão**

A avaliação da pressão se deu por meio de levantamento de dados e processamento em software SIG, com abordagem em escala local devido à necessidade de maior nível de detalhamento e por se tratar de indicadores relativamente simples (SANTOS, 2004).

As fontes de levantamento de dados se deram a partir de avaliação *in loco*, junto à administração do condomínio, plataforma da SVDS (2022) e da literatura.

#### **5.3.1.1. Uso e ocupação do solo**

O mapa de uso e ocupação foi elaborado em três etapas:

- Na primeira foram baixados dados geoespaciais da plataforma Geoambiental (banco de dados de Campinas) (SVDS, 2022);
- Na segunda etapa, a identificação dos tipos de uso do solo da imagem de satélite foi feita por classificação de semelhança de *pixels*, levando-se também em consideração características observadas nas visitas ao condomínio.
- Por fim, foram incluídos *buffers* no entorno da Mata e os quadrantes.

Os quadrantes foram adicionados com a exclusiva finalidade de auxiliar nos apontamentos das áreas de pressão quando em resultados e discussão.

Na literatura os raios de influencia direta em estudos ambientais costumam ficar entre 250 a 500 metros já os raios de influencia indireta variam bastante, podendo ultrapassar os 1.000 metros de distância (STEWART; OKE, 2012; ROSSET, 2005; OLIVEIRA, 2002).

O grau de influencia da área envoltória muda conforme a distância em relação à área de estudo (ROSSET, 2005). Tendo isso em vista, foram então estabelecidas áreas envoltórias à Mata de 250m, 500m e 750m, buscando cobrir ampla área do condomínio e do entorno e realizar então a avaliação do grau de pressão que o uso e ocupação em cada uma das faixas exercem ou podem vir a exercer sobre o fragmento florestal.

A classificação dos tipos de uso e ocupação do solo se deu de forma a simplificar as classes, sendo estas agrupadas em:

- ✓ Vegetação consolidada (de médio e grande porte),
- ✓ Vegetação rasteira (de baixo porte e pastos),
- ✓ Área permeável (cultivos, quadras de futebol e lagoas) e
- ✓ Área impermeável (edificações, piscinas e quadras poliesportivas com revestimento).

### **5.3.1.2. População**

O mapa de uso e ocupação possui dados referentes às edificações, das quais foi possível contabilizar o número de casas. Para se chegar ao número de habitantes na área estimou-se, aproximadamente, quatro pessoas por casa, sendo que foi considerado o número de lotes ocupados dentro do condomínio e também o número de casas fora do condomínio, porém no entorno da Mata (dentro do *buffer* de 750m).

A avaliação se deu através do cálculo da densidade demográfica e da proximidade da população em relação ao fragmento florestal.

Como existem lotes vazios e trata-se de área com perspectiva de crescimento populacional, foi também elaborado mapa de lotes ocupados e vazios, visando uma estimativa de crescimento no entorno da MRC.

Para elaboração deste mapa o arquivo *raster* foi vetorizado, georreferenciado a partir de coordenadas geográficas reais do local, sendo que as informações referentes aos lotes que estavam ocupados ou não foram disponibilizadas pela administração do condomínio.

### 5.3.1.3. Sistema Viário

Para a elaboração dos mapas do sistema viário do condomínio foram utilizados dados da plataforma Geoambiental (SVDS, 2022) e incluídos áreas circundantes as vias em direção a MRC, por meio de *buffers*, que variaram de 0 a 300 metros, divididos de 50 em 50 metros (VASCONCELLOS, 2006).

Dos quais se entende que áreas do fragmento muito próximas da via (com sobreposição do *buffer* de 0-50 metros, por exemplo) sofrem mais pressão que em áreas mais distantes, entre 250 e 300 metros, por exemplo. Ou seja, partiu-se do critério de proximidade da via em relação à Mata, quanto mais próxima a via está da Mata, maior sua pressão (BRASIL, 2005; VASCONCELLOS, 2006).

A escolha do raio de 300 metros foi uma adaptação da área de influencia comumente utilizada na literatura em análises ambientais, levando também em consideração as características da área, a escala local e o potencial de desenvolvimento da área (CETESB, 2014; SANTOS, 2004; OLIVEIRA, 2002).

Devido ao espaço ocupado pelos *buffers* foi necessária a avaliação individual das vias, sendo então elaborado um mapa por via e um mapa final com a sobreposição de todas, para observação das bordas da Mata que são pressionadas por mais de uma via.

### 5.3.2. Elemento estado

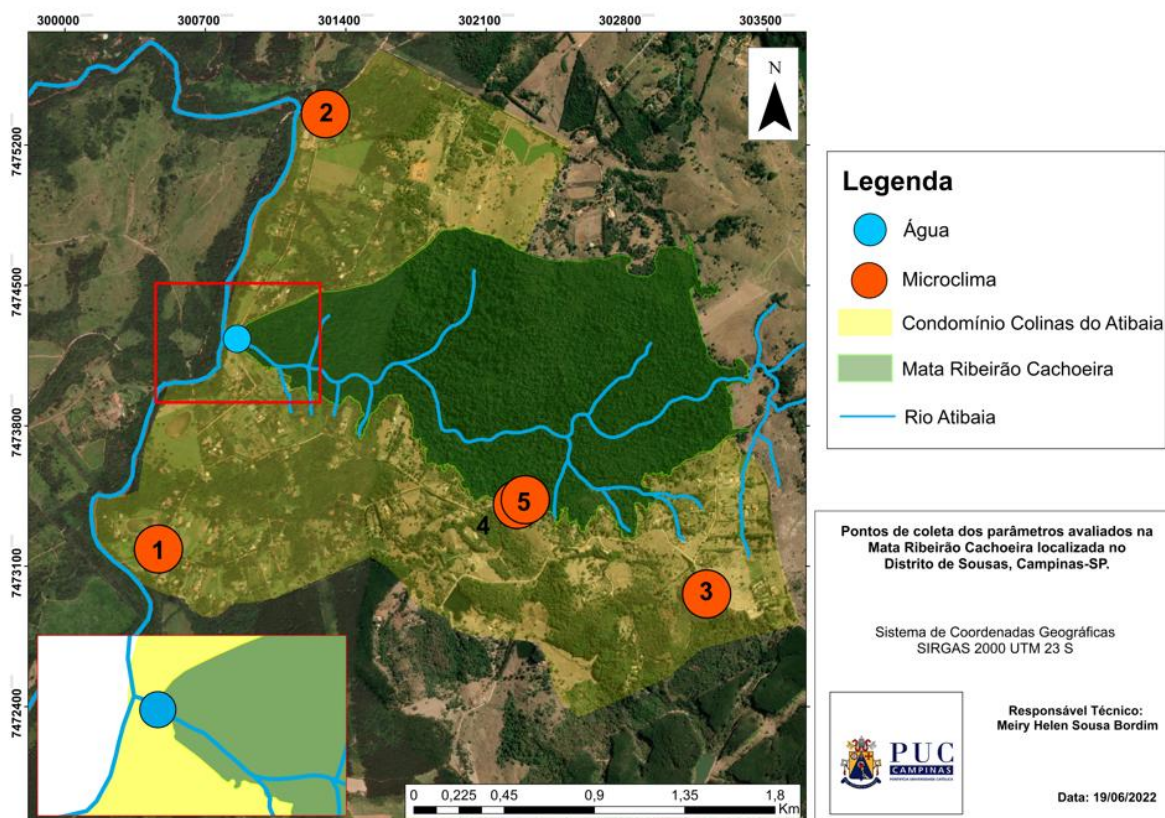
As coletas dos parâmetros referentes ao estado ocorreram dentro da área do condomínio de chácaras Colinas do Atibaia, que abriga a maior parte da Mata.

Após avaliação da área em visitas a campo foram estabelecidos os pontos para coleta dos parâmetros e registradas então suas coordenadas geográficas com o auxílio de um GPS *Garmin etrex*.

Sobre a escolha dos pontos deve-se destacar que os pontos dentro da Mata foram distribuídos conforme acessibilidade e equidistância, à aproximadamente 20 metros de distância do limite da borda (com exceção do ponto 11, distante menos de 1 metro do limite), os pontos fora da Mata foram distribuídos no condomínio, todos escolhidos para fins de comparação.

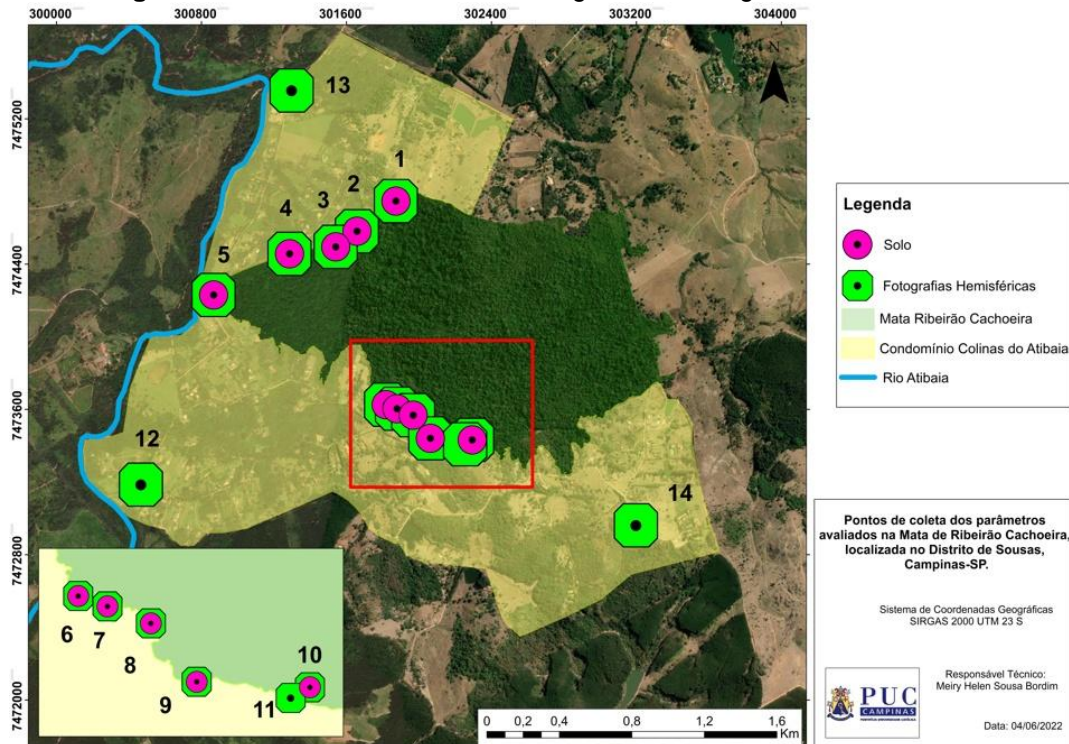
A disposição dos pontos de coleta dos dados do microclima e água podem ser observadas na Figura 6.

**Figura 6.** Pontos de monitoramento do microclima e coleta de água.



Já a distribuição e localização dos pontos onde foram tiradas as fotografias hemisféricas e coletadas as amostras compostas de solo, pode ser observada na Figura 7.

**Figura 7.** Pontos de coleta de solo e registro das fotografias hemisféricas.




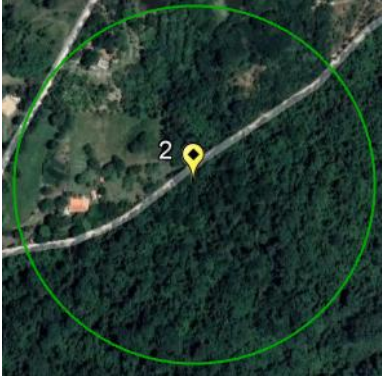

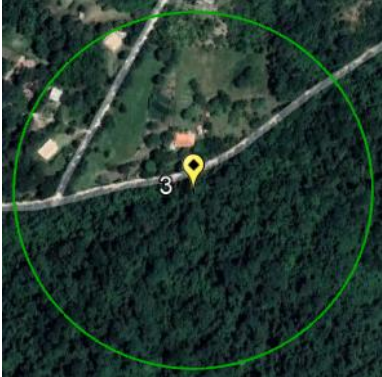

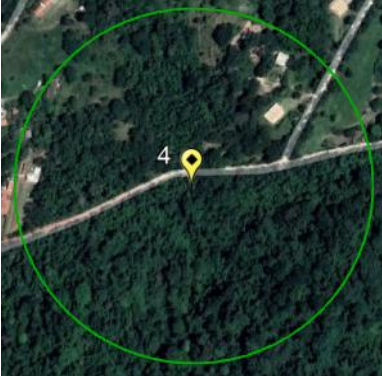
O Quadro 5 traz uma breve caracterização de cada ponto e suas coordenadas, possibilitando uma visão geral das condições do entorno em cada ponto de amostragem na área da Mata e do condomínio residencial, tais características auxiliaram nas discussões dos resultados de parâmetros de solo, vegetação e microclima.

**Quadro 5.** Caracterização do entorno de cada ponto de coleta dos parâmetros de Estado (E).  
(continua)


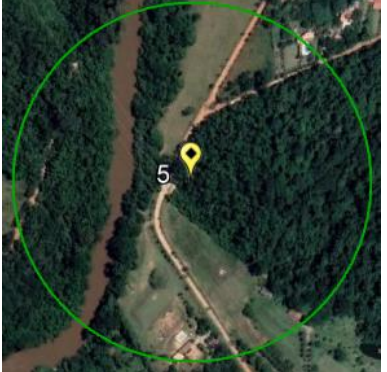

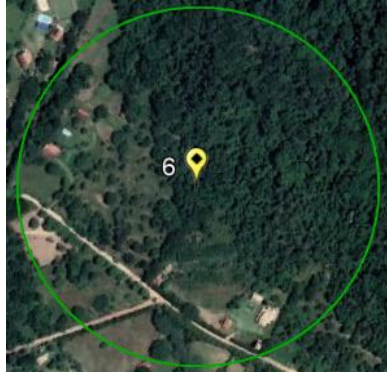

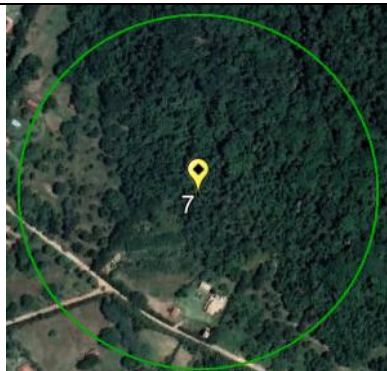
| FOTOGRAFIA HEMISFÉRICA  | RECORTE DE FOTO AÉREA EM ESCALA 1:7500 E RAIO DE 200M (GOOGLE EARTH PRO, 2021) |
|---|--|
| <b>PONTO 1 – ÁREA DA BORDA DA MATA RIBEIRÃO CACHOEIRA</b>   |  |
|   |  |
| Ponto dentro da Mata, a aproximadamente 20m de distância da borda, próximo ao caminho 8 do condomínio. Coord. UTM, Zona 23K (N 7474747 m, E 301873 m), Altitude: 706m |  |




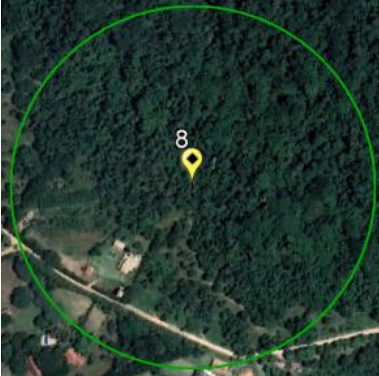




**Quadro 5.** Caracterização do entorno de cada ponto de coleta dos parâmetros de Estado (E).  
(continuação)

| FOTOGRAFIA HEMISFÉRICA   |  | RECORTE DE FOTO AÉREA EM ESCALA 1:7500 E RAIOS DE 200M (GOOGLE EARTH PRO, 2021)      |  |
|--|--|--|--|
| <b>PONTO 2 – ÁREA DA BORDA DA MATA RIBEIRÃO CACHOEIRA</b>  |  |  |  |
|   |  |    |  |
| <p>Ponto dentro da Mata, a aproximadamente 20m de distância da borda, próximo ao caminho 8 do condomínio. Coord. UTM, Zona 23K (N 7474581 m, E 301658 m), Altitude: 717m</p> |  |  |  |
| <b>PONTO 3 – ÁREA DA BORDA DA MATA RIBEIRÃO CACHOEIRA</b>  |  |  |  |
|    |  |   |  |
| <p>Ponto dentro da Mata, a aproximadamente 20m de distância da borda, próximo ao caminho 8 do condomínio. Coord. UTM, Zona 23K (N 7474495 m, E 301541 m), Altitude: 723m</p> |  |  |  |
| <b>PONTO 4 – ÁREA DA BORDA DA MATA RIBEIRÃO CACHOEIRA</b>  |  |  |  |
|   |  |  |  |
| <p>Ponto dentro da Mata, a aproximadamente 20m de distância da borda, próximo ao caminho 8 do condomínio. Coord. UTM, Zona 23K (N 7474457 m, E 301286 m), Altitude: 690m</p> |  |  |  |


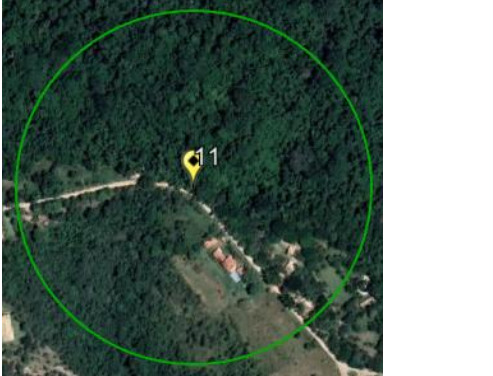

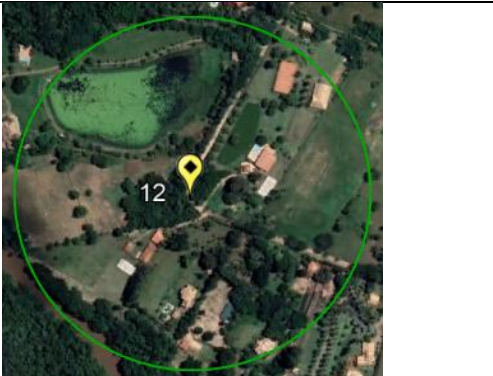


**Quadro 5.** Caracterização do entorno de cada ponto de coleta dos parâmetros de Estado (E).  
(continuação)

| FOTOGRAFIA HEMISFÉRICA   | RECORTE DE FOTO AÉREA EM ESCALA 1:7500 E RAIOS DE 200M (GOOGLE EARTH PRO, 2021) |  |
|--|---|--|
| <b>PONTO 5 – ÁREA DA BORDA DA MATA RIBEIRÃO CACHOEIRA</b>  |   |  |
|   |   |    |
| <p>Ponto dentro da Mata, a aproximadamente 20m de distância da borda, ao lado do ponto onde foi coletada a água no Ribeirão Cachoeira e próximo ao caminho 7 e 8 do condomínio. Coord. UTM, Zona 23K (N 7474230 m, E 300867 m), Altitude: 632m</p> |   |  |
| <b>PONTO 6 – ÁREA DA BORDA DA MATA RIBEIRÃO CACHOEIRA</b>  |   |  |
|    |   |   |
| <p>Ponto dentro da Mata, aproximadamente 20m de distância da borda e próximo a um aceiro, tendo como referência de localização o caminho 1 do condomínio. Coord. UTM, Zona 23K (N 7473626 m, E 301819 m), Altitude: 670m</p>                       |   |  |
| <b>PONTO 7 - ÁREA DA BORDA DA MATA RIBEIRÃO CACHOEIRA</b>  |   |  |
|   |   |  |
| <p>Ponto dentro da Mata, aproximadamente 20m de distância da borda e próximo a um aceiro, tendo como referência de localização o caminho 1 do condomínio. Coord. UTM, Zona 23K (N 7473604 m, E 301879 m), Altitude: 672m</p>                       |   |  |

**Quadro 5.** Caracterização do entorno de cada ponto de coleta dos parâmetros de Estado (E).  
(continuação)

| FOTOGRAFIA HEMISFÉRICA   | RECORTE DE FOTO AÉREA EM ESCALA 1:7500 E RAIOS DE 200M (GOOGLE EARTH PRO, 2021)      |
|--|--|
| <b>PONTO 8 – ÁREA DA BORDA DA MATA RIBEIRÃO CACHOEIRA</b>  |  |
|   |    |
| <p>Ponto dentro da Mata, aproximadamente 20m de distância da borda e próximo a um aceiro, tendo como referência de localização o caminho 1 do condomínio. Coord. UTM, Zona 23K (N 7473568 m, E 301968 m) Altitude: 675m</p>  |  |
| <b>PONTO 9 -ÁREA DA BORDA DA MATA RIBEIRÃO CACHOEIRA</b>   |  |
|    |   |
| <p>Ponto dentro da Mata, aproximadamente 20m de distância da borda e próximo a um aceiro, tendo como referência de localização o caminho 1 do condomínio. Coord. UTM, Zona 23K (N 7473441 m, E 302063 m), Altitude: 700m</p> |  |
| <b>PONTO 10 OU PONTO 5 DO MICROCLIMA – ÁREA DA BORDA DA MATA RIBEIRÃO CACHOEIRA</b>  |  |
|   |  |
| <p>Ponto dentro da Mata, aproximadamente 20m de distância da borda e próximo ao caminho 1 do condomínio. Coord. UTM, Zona 23K (N 7473432 m, E 302294 m), Altitude: 707m</p>  |  |

**Quadro 5.** Caracterização do entorno de cada ponto de coleta dos parâmetros de Estado (E).  
(continuação)

| FOTOGRAFIA HEMISFÉRICA  | RECORTE DE FOTO AÉREA EM ESCALA 1:7500 E RAIOS DE 200M (GOOGLE EARTH PRO, 2021) |  |
|---|---|--|
| PONTO 11 OU PONTO 4 DO MICROCLIMA – PONTO IMEDIATO A BORDA  |   |  |
|    |   |    |
| <p>Ponto amenos de 1m de distância da borda da Mata ao lado do caminho 1 do condomínio. Coord. UTM, Zona 23K (N 7473408 m, E 302255 m), Altitude: 708m</p>  |   |  |
| PONTO 12 OU PONTO 1 DO MICROCLIMA – ÁREA DO CONDOMÍNIO  |   |  |
|   |   |   |
| <p>Ponto em área baixa no terreno do condomínio, numa esquina do caminho 2, estando ainda próximo a duas lagoas, ponto com solo exposto e com presença de árvores no entorno. Coord. UTM, Zona 23K (N 7473186 m, E 300466 m), Altitude: 634m</p>                            |   |  |
| PONTO 13 OU PONTO 2 DO MICROCLIMA – ÁREA DO CONDOMÍNIO  |   |  |
|    |   |  |
| <p>Ponto ao lado da portaria 2 e do caminho 7 do condomínio, também em área baixa no terreno do condomínio, ponto próximo ao Rio Atibaia, em local de solo exposto e com presença de árvores no entorno. Coord. UTM, Zona 23K (N 7475356 m, E 301298 m), Altitude: 631m</p> |   |  |

**Quadro 5.** Caracterização do entorno de cada ponto de coleta dos parâmetros de Estado (E).  
(conclusão)

| FOTOGRAFIA HEMISFÉRICA   | RECORTE DE FOTO AÉREA EM ESCALA 1:7500 E RAIOS DE 200M (GOOGLE EARTH PRO, 2021)    |
|--|--|
| PONTO 14 OU PONTO 3 DO MICROCLIMA – ÁREA DO CONDOMÍNIO   |  |
|   |  |
| <p>Ponto na área mais alta do terreno do condomínio, entre o cruzamento do caminho 1 e caminho 5, com presença predominante de vegetação arbustiva e rasteira. Coord. UTM, Zona 23K (N 7472962 m, E 303198 m), Altitude: 795 m</p> |  |

Sobre a frequência das amostragens, a coleta de solo e as fotografias ocorreram no final de 2021, enquanto as coletas de água da Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento (SANASA) foram realizadas entre Novembro/2020 e Maio/2022 e as do microclima realizadas uma por estação (Primavera/2021, Verão/2022, Outono/2022 e Inverno/2022), buscando verificar possíveis interferências decorrentes das estações do ano.

A análise da qualidade da água foi feita por meio de nove parâmetros (*Escherichia coli*, pH, DBO, Nitrogênio, Fósforo, Temperatura, Turbidez, Sólidos totais e OD) necessários para o cálculo do Índice de Qualidade das Águas (IQA) utilizado pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) e apresentados na primeira coluna do Quadro 6.

**Quadro 6.** Parâmetros de água e datas utilizadas para média do período seco e úmido.

| Parâmetros   | Datas de amostragem | Período |
|--|---------------------|---------|
|  | 17/03/2021          | Úmido   |
|  | 19/05/2021          | Seco    |
| <i>Escherichia coli</i> , pH, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO <sub>5,20</sub> ), Nitrogênio total, Fósforo total, Temperatura, Turbidez, Sólidos totais e Oxigênio dissolvido (OD) | 20/07/2021          | Seco    |
|  | 22/09/2021          | Seco    |
|  | 24/11/2021          | Úmido   |
|  | 18/01/2022          | Úmido   |
|  | 24/03/2022          | Úmido   |
|  | 25/05/2022          | Seco    |

Obs: As coletas e as análises são de responsabilidade da SANASA e foram obtidas junto à Prefeitura de Campinas.

A coleta ocorreu no Ribeirão Cachoeira por responsabilidade da SANASA em um ponto ao final da Mata, antes do Ribeirão desaguar no Rio Atibaia, sendo que alguns parâmetros foram medidos diretamente no local pelo responsável da coleta e outros foram para análise em laboratório. Os relatórios das análises foram

solicitados junto à prefeitura e destes foram utilizadas as análises realizadas nas datas dispostas no Quadro 6, as quais foram divididas em período seco (Abril a Setembro) e período úmido (Outubro a Março) para então calcular a média de cada um dos parâmetros (CEPAGRI, 2022).

A análise de qualidade da água se deu então por meio do cálculo do IQA (equação a seguir) do período seco e úmido e os resultados de foram enquadrados segundo a Tabela 1, que varia numa escala de 0 a 100 (CETESB, 2021).

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i}$$

**Tabela 1.** Classificação do IQA.

| Categoria | Ponderação     |
|-----------|----------------|
| ÓTIMA     | 79 < IQA ≤ 100 |
| BOA       | 51 < IQA ≤ 79  |
| REGULAR   | 36 < IQA ≤ 51  |
| RUIM      | 19 < IQA ≤ 36  |
| PESSIMA   | IQA ≤ 19       |

Fonte: CETESB (2021).

Já a coleta do solo se deu no dia 09 de Outubro de 2021 e ocorreu nos dez pontos dentro da Mata a 20 metros de distância da borda (Figura 7), sendo os critérios de distribuição dos pontos a acessibilidade e tentativa de equidistância entre os pontos. Os procedimentos adotados na extração das amostras do solo em campo foram as recomendadas no Manual de Métodos de Análises de Solo (EMBRAPA, 1997).

A análise do estado do solo ocorreu por meio dos parâmetros apresentados no Quadro 7, sendo que a metodologia utilizada pelo laboratório nas análises dos parâmetros foi a do Manual do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) (RAIJ *et al.*, 2001).

**Quadro 7.** Parâmetros de análise do solo assumidos e métodos.

| Parâmetro  | Método de análise |
|--|-------------------|
| Matéria Orgânica (M.O) - g/dm <sup>3</sup>                     | Oxidação          |
| Fósforo (P) - mg/dm <sup>3</sup>                               | Resina            |
| Potássio (K) - mmolc/dm <sup>3</sup>                           | Resina            |
| Capacidade de Troca Catiônica (C.T.C.) - mmolc/dm <sup>3</sup> | Cálculo           |
| Cálcio (Ca) - mmolc/dm <sup>3</sup>                            | Resina            |
| Magnésio (Mg) - mmolc/dm <sup>3</sup>                          | Resina            |
| V%   | Cálculo           |
| pH   | CaCl <sub>2</sub> |
| Granulometria (areia, silte e argila) em %                     | HMFS + NaOH       |

A avaliação dos resultados do solo se deu por meio de comparação com os valores estabelecidos no Manual de Análise do Solo (PEDROSO NETO; COSTA, 2012) e do Boletim Técnico 100 do IAC (RAIJ *et al.*, 1997).

Já o microclima foi avaliado por meio da coleta e análise da temperatura e umidade relativa do ar, ambas realizadas por meio de cinco *Dataloggers*, Modelo Testo 174H, alocados dentro de protetores contra intempéries e efeitos do sol, instalados a uma altura de aproximadamente 2,90 metros para monitoramento fixo. Os aparelhos foram programados para realizar medições a cada 20 minutos durante as quatro estações do ano.

Para as análises foram selecionados três dias estáveis e consecutivos (com clima estável antes, durante e depois da coleta), dispostas no Quadro 8. Os pontos foram localizados em distintos locais, conforme Figura 6. Visando assegurar a confiabilidade dos dados e verificação dos dias de chuva, foram também obtidos dados junto ao departamento técnico do Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura (CEPAGRI), da estação meteorológica deles, distante aproximadamente 12 km da área de estudo.

**Quadro 8.** Datas das coletas da temperatura e umidade do ar nas estações do ano.

| Estação do ano     | Datas                          |
|--------------------|--------------------------------|
| Dados da Primavera | 21, 22 e 23 de Outubro de 2021 |
| Dados do Verão     | 06, 07 e 08 de Março de 2022   |
| Dados do Outono    | 22, 23 e 24 de Maio de 2022    |
| Dados do Inverno   | 02, 03 e 04 de Agosto de 2022  |

A análise da cobertura vegetal foi realizada por meio de fotografias hemisféricas, tiradas no dia 02 de Dezembro de 2021 (na primavera) com o auxílio de câmera Canon Modelo EOS 60D, equipada com lente olho de peixe Sigma EX DC F2.8, acoplada sobre tripé de 1,30 m de altura, este contendo em sua estrutura bússola para orientação das fotos ao Norte e bolha de nível para nivelamento e padronização.

As fotografias foram utilizadas na obtenção dos valores de Índice de Área Foliar (IAF) utilizando o software HemiView (GARCIA, 2021; OLIVEIRA *et al.*, 2011) e do Fator de visão do céu (FVC) passando as fotos pelo RayMan 1.1 (MATZARAKIS; RUTZ; MAYER, 2007), que são duas formas de avaliação do dossel urbano e vegetal. Os resultados do IAF foram analisados utilizando a escala proposta por Oliveira *et al.* (2011), enquanto que os resultados do FVC foram utilizados como apoio na discussão dos dados de microclima junto com o IAF.

### 5.3.3. Elemento impacto

Para a avaliação dos impactos presentes na área de estudo foi utilizada uma matriz de interação, adaptada da proposta por Leopold *et al.* (1971). Trata-se de uma listagem de controle bidimensional onde em um eixo encontra-se a lista de impactos e no outro os atributos avaliados (SANTOS, 2004).

Ainda segundo o mesmo autor, os impactos listados na matriz podem ser resultado de observação *in loco*, análise da literatura, coletas em campo e/ou de mapeamento por geoprocessamento.

As origens dos impactos avaliados na discussão estão dispostas nos Quadros de 9 a 11 e encontram-se divididos entre impactos sobre o meio abiótico, biótico e antrópico.

**Quadro 9.** Listagem de impactos no meio abiótico.

| Classes de estudo | Impactos                                     | Forma de avaliação                       |
|-------------------|--|--|
| Solo              | Compactação                                  | Observação em campo                      |
|                   | Solo exposto                                 |  |
|                   | Permeabilidade                               |  |
|                   | Erosão                                       | Mapeamento                               |
|                   | Descarte irregular de resíduos sólidos       |  |
|                   | Tipos de uso e ocupação do solo              |  |
| Água              | C.T.C a pH7 (mmol/dm <sup>3</sup> )          | Análise em laboratório                   |
|                   | M.O. (g/dm <sup>3</sup> )                    | Análise em laboratório                   |
|                   | <i>Escherichia coli</i> (NMP/100mL)          |  |
|                   | DBO (mg/L)                                   | Observação em campo e por imagens aéreas |
|                   | OD (mg/L)                                    |  |
|                   | Represamento e captação ilícita de nascentes | Observação em campo                      |
|                   | Volume de água                               |  |
| IQA               | Cálculo                                      |  |
| Microclima        | Poços artesianos                             | Levantamento na literatura e em campo    |
|                   | Temperatura (°C) e umidade do ar (%)         | Medições com aparelho                    |
|                   | Mudanças climáticas                          | Levantamento na literatura               |

Fonte: Adaptado de Garcia (2018) e Santos (2004).

**Quadro 10.** Listagem de impactos no meio biótico.

| Classes de estudo | Impactos                                   | Forma de avaliação                       |
|-------------------|--|--|
| Fauna e Flora     | Queimadas                                  | Levantamento na literatura               |
|                   | Proibição de caça                          |  |
|                   | Conectividade entre fragmentos             |  |
|                   | Proibição de extração de espécies da flora | Observação em campo e por imagens aéreas |
|                   | Ausência de mata ciliar/ APP               |  |
|                   | Densidade da vegetação (IAF e FVC)         | Análise em software                      |
|                   | Efeito de borda                            | Observação em campo e na literatura      |
|                   | Serrapilheira                              |  |
|                   | Biodiversidade                             | Observação em campo                      |
|                   | Afugentamento da fauna                     |  |
|                   | Árvores mortas                             |  |
|                   | Ictiofauna                                 |  |
|                   | Lianas e cipós nas bordas                  |  |
| Animais exóticos  |  |  |
| Flora exótica     |  |  |

Fonte: Adaptado de Garcia (2018) e Santos (2004).



**Quadro 11.** Listagem de impactos no meio antrópico.

| Classes de estudo                                       | Impactos   | Forma de avaliação                       |                     |
|---|--|--|---------------------|
| <b>Fatores sócio-culturais</b>                          | Agricultura familiar                                   | Observação em campo e por imagens aéreas |                     |
|   | Aceiros  |  |                     |
|   | Densidade populacional                                 | Mapeamento e cálculo                     |                     |
|   | Linha de transmissão de energia elétrica               | Levantamento na literatura e em campo    |                     |
|   | Controle do gabarito das construções no entorno da MRC |  |                     |
|   | Reciclagem de resíduos sólidos                         |  |                     |
|   | Fossa séptica  |  |                     |
|   | Reflorestamento  |  |                     |
|   | Visitação na Mata                                      |  |                     |
|   | ONG APAVIVA/ Conscientização e educação ambiental      |  |                     |
|   | Caixas de contenção laterais                           |  |                     |
|   | Poluição atmosférica                                   |  | Observação em campo |
|   | Movimentação de máquinas e materiais                   |  |                     |
|   | Geração de Poeira                                      |  |                     |
|   | Placas de conscientização                              |  |                     |
|   | Presença de cercas e arames                            |  |                     |
|   | Coleta de lixo municipal                               |  |                     |
|   | Poluição sonora  |  |                     |
|   | Circulação de pessoas e veículos                       |  |                     |
|   | Poluição luminosa                                      |  |                     |
| Entulho   |  |  |                     |
| Velocidade máxima de 30 km/h nas vias                   | Levantamento na literatura                             |  |                     |
| Tombamento da Mata como patrimônio cultural de Campinas |  |  |                     |
| Especulação imobiliária                                 |  |  |                     |
| Propensão a enchentes                                   |  |  |                     |

Fonte: Adaptado de Garcia (2018) e Santos (2004).

Sánchez (2008) cita a importância de que os critérios adotados na avaliação dos impactos sejam adaptados para cada cenário, tendo em vista a complexidade das interações ambientais, especialmente nos ecossistemas.

Neste sentido, a partir desta listagem aplicou-se aos impactos um conjunto de critérios de avaliação, adaptado para as necessidades da área e do método PEIR, utilizando como base os trabalhos de Ribeiro *et al.* (2012); Contreras (2008) e Sánchez (2008). Os critérios e a ponderação podem ser observados na Tabela 2.

**Tabela 2.** Atributos e suas respectivas escalas para avaliação dos impactos.*(continua)*

| Critérios                             | Ponderação  |
|---------------------------------------|---|
| <b>Caráter (C)</b>                    | (-1) Negativo/ Adverso.<br>(+1) Positivo/ Benéfico.   |
| <b>Magnitude (M)</b>                  | (1) Fraca, com alterações ambientais inexpressivas na área.<br>(3) Média, com alterações moderadas na área.<br>(5) Forte, com alterações expressivas na área.                                       |
| <b>Importância/ Significância (S)</b> | (1) Baixo grau de importância/intensidade.<br>(3) Médio grau de importância/intensidade.<br>(5) Alto grau de importância/intensidade.   |
| <b>Probabilidade (P)</b>              | (1) Pouco provável que ocorra.<br>(3) Provável que ocorra.<br>(5) Muito provável que ocorra.  |
| <b>Duração (D)</b>                    | (1) Curto prazo, com consequências que duram até um ano.<br>(3) Médio prazo, com consequências que duram de um a três anos.<br>(5) Longo prazo, com consequências que superam três anos de duração. |

**Tabela 2.** Atributos e suas respectivas escalas para avaliação dos impactos.

(conclusão)

| <b>Crítérios</b>           | <b>Ponderação</b>   |
|----------------------------|---|
| <b>Reversibilidade (R)</b> | (1) Reversível, quando houver possibilidade de mitigação.<br>(5) Irreversível, quando não houver possibilidade de mitigação ou que o impacto necessite de longo tempo de reversibilidade.   |
| <b>Abrangência (A)</b>     | (1) Pontual, quando de pequena extensão e em área de influencia direta do impacto.<br>(3) Local, quando de moderada extensão, afetando também o entorno da área de influencia direta.<br>(5) Regional, quando abranger grandes extensões chegando a áreas de influencia indireta do estudo. |

Fonte: Adaptado de Ribeiro *et al.* (2012), Contreras (2008) e Sánchez (2008).

Após ponderar os critérios calculou-se também o valor final de cada um dos impactos da lista, utilizando para isso a equação a seguir e classificando-os por cores conforme Tabela 3.

$$CFI = C \times (M + S + P + D + R + A)$$

Onde:

CFI = Classificação final do impacto

C = Caráter

M = Magnitude

S = Severidade

P = Ponderação

D = Durabilidade

R = Reversibilidade

A = Abrangência

**Tabela 3.** Escala da classificação final de impactos.

| <b>PONTUAÇÃO</b>              | <b>CLASSIFICAÇÃO</b>   |
|-------------------------------|--|
| <b>Positivo/ Benéfico (+)</b> |  |
| ≤ 12                          | Impacto positivo baixo.  |
| Entre 13 e 22                 | Impacto positivo médio.  |
| ≥ 23                          | Impacto positivo alto.   |
| <b>Negativo/ Adverso (-)</b>  |  |
| ≤ -12                         | Impacto negativo de baixa importância, sem necessidade de medidas mitigadoras, com possibilidade de recuperação natural.   |
| Entre -13 e -22               | Impacto negativo de média importância, com necessidade de medidas de mitigação e/ou monitoramento em médio ou longo prazo. |
| ≥ -23                         | Impacto negativo de alta importância, com necessidade de ações imediatas ou em curto prazo para a recomposição da área.    |

Fonte: Adaptado de Contreras (2008) e Ribeiro *et al.* (2012).

Após sistema de classificação e análise das notas, os impactos em maior evidência foram analisados, sendo discutidas as condições ambientais observadas e as razões para a atribuição das notas, visto que se trata de um sistema de juízo de valor, portanto empírico como todo julgamento de valoração (SÁNCHEZ, 2008).

#### **5.3.4. Elemento resposta**

Para avaliação do elemento resposta, foram pesquisadas ações do poder público referente às demandas de preservação e conservação do fragmento florestal em estudo. Para tanto foram realizadas pesquisas utilizando palavras chaves como: Fragmentos florestais, Mata Ribeirão Cachoeira, APA de Campinas, Área de Preservação Permanente, Unidades de Conservação, SNUC, Plano diretor, Plano de manejo entre outras.

As principais ferramentas jurídicas, que surgiram então como respostas, foram organizadas em ordem cronológica e em políticas públicas de nível Nacional, Estadual e Municipal.

A metodologia empregada trata-se da hipotética - dedutiva, de levantamento documental e bibliográfico com coleta de dados secundários de caráter qualitativo, com organização final em uma tabela (SANTOS, 2004).

#### **5.4. Análise ambiental do fragmento e prognósticos**

Visando uma avaliação ambiental geral da área de borda da MRC e do seu entorno, analisou-se qualitativamente por meio da opinião de especialistas e baseada na literatura, os resultados obtidos nas classes de estudo de cada elemento da metodologia PEIR, de modo que a avaliação final foi classificada como:

- Desfavorável: Cenário geral final ruim/negativo que deveria melhorar, ou;
- Razoável: Cenário geral regular, que necessita de mais estudos e/ou que poderia melhorar, ou;
- Favorável: Cenário bom e positivo, que deveria se tomar ações para manter as condições.

Como material de apoio foi também elaborado um fluxograma síntese com o objetivo de explicitar a interação entre os principais resultados do elemento Pressão, Estado, Impacto e do elemento Resposta apresentados neste estudo.

## 6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 6.1. Análise do elemento pressão

#### 6.1.1. Uso e ocupação do solo

Por meio das observações em campo e do mapa de uso e ocupação foi possível determinar as áreas totais e as respectivas porcentagens dos usos e ocupação do solo nas áreas do entorno da MRC (Tabela 4), representadas abaixo como áreas permeáveis e impermeáveis, tendo em vista a baixa diversidade de classes observadas.

A presença do condomínio residencial/chácaras e da área de pastagem são os principais elementos de pressão observados na área.

As edificações no entorno da Mata possuem em geral um ou dois pavimentos com no máximo 8 metros de altura, distantes entre si, sendo preservada permeável a maior parte do solo, conforme especificações do CONDEPACC, Resolução nº 038/2002, que faz diversas ressalvas sobre o uso e ocupação no entorno da Mata.

**Tabela 4.** Classes de uso e ocupação do solo e suas respectivas áreas.

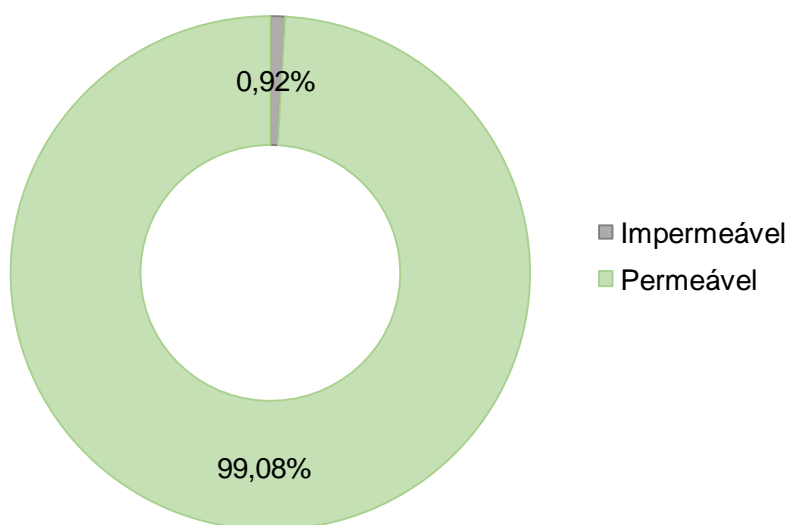
| Classes do uso          | Área (m <sup>2</sup> ) | Área (ha) | Área (%) |
|-------------------------|------------------------|-----------|----------|
| Permeável sem vegetação | 151.291,42             | 15,13     | 1,55     |
| Área total em estudo*   | 9.750.702,32           | 975,07    | 100      |
| Impermeável total       | 90.189,78              | 9,02      | 0,92     |
| Permeável total         | 9.660.512,54           | 966,05    | 99,08    |

\* Área Total em estudo equivale à área (sem sobreposição) do Condomínio + Mata Ribeirão Cachoeira + *Buffers* (Conforme Figura 10).

Apesar de haver edificações próximas à Mata e estas influenciarem direta e indiretamente no ecossistema do fragmento, a porcentagem de área impermeável (0,92%) é consideravelmente menor que as áreas permeáveis (99,08%), como pode ser observada na Figura 8, sendo em geral arborizado, apesar de existirem áreas de pasto com gado.

Outras classes de usos e ocupação observadas na área por meio do Google Earth Pro (2021) como: agricultura familiar, piscinas, quadras, calçadas, vegetação arbustiva, jardins, árvores esparsas, fragmentos florestais, galpão, portarias e solo exposto.

**Figura 8.** Porcentagens das áreas totais permeáveis e impermeáveis da área.



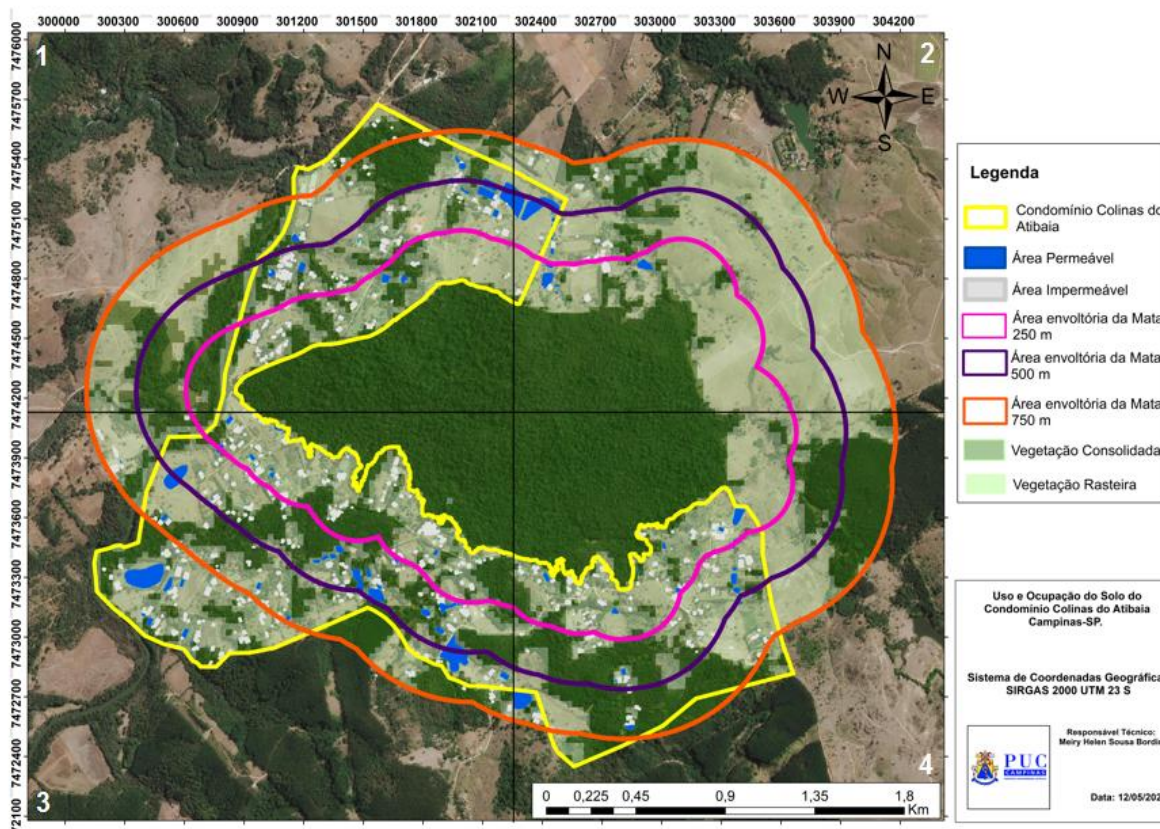
Conforme pode ser observado na Figura 9, a área do terceiro quadrante é a mais ocupada por edificações e o menos impermeabilizado é o segundo quadrante, porém é neste que se encontra a maior área de pastagem e consequente pisoteio de gado, sendo esta uma atividade que tende a afetar as condições do entorno e do fragmento florestal de diversas formas, como a compactação do solo e perda de qualidade, aumento do risco de incêndios florestais, diminuição do banco de sementes, herbivoria e pisoteio da vegetação pioneira da sucessão ecológica, etc. (CITADINI-ZANETTE *et al.*, 2011; LIEBSCH *et al.*, 2016; SAMPAIO; GUARINO, 2007; PRIMACK; RODRIGUES, 2001).

Outra observação feita a partir da Figura 9 diz respeito ao entorno da Mata dentro da área envoltória de 250 metros, onde é possível observar maior incidência de áreas edificadas, ou seja, onde se encontra maior pressão do uso e ocupação.

Segundo Primack e Rodrigues (2001) são vários os efeitos negativos gerados por habitações próximas aos fragmentos florestais, como o afugentamento da fauna por ruídos, iluminação, movimentação, poluição, caça, limitação da circulação da fauna devido aos muros e/ou cercamento, alteração do microclima, compactação do solo, desmatamento e presença de animais domésticos, sendo estas influências diretas e indiretas sobre a fauna e flora.

A MRC por estar em área rural e dentro da APA de Campinas apresenta baixo nível de antropização e densidade de construções, porém trata-se de uma área em expansão, sendo a APA um dos focos de especulação imobiliária no município.

**Figura 9.** Uso e ocupação com diferentes *buffers* indicando áreas de influências.



Dados: Secretária do Verde, Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, SVDS (2022).

### 6.1.2. População

O número de habitantes foi obtido de forma estimada a partir do número de residências existentes no condomínio multiplicado por uma estimativa de quatro pessoas por casa, chegando a aproximadamente 600 habitantes.

Para a estimativa da densidade populacional considerou-se este número de habitantes dividido pela área total apresentada na Tabela 4 transformada em quilômetros quadrados, o que resultou em uma densidade populacional de 61 hab./km<sup>2</sup> ou ainda 0,62 hab./ha.

Essa densidade populacional pode ser considerada bem baixa quando comparada a densidade populacional de cidades como Curitiba (54 hab./ha), Bangkok (58 hab./ha), Londres (62 hab./ha) e Budapeste (63 hab./ha) classificadas como de densidade média-baixa (BERTAUD, 2012, *apud* JATOBÁ, 2017).

Regiões com alto adensamento populacional costumam ser sinônimo de problemas ambientais, visto que este volume populacional demanda alto número de recursos e infraestrutura afetando diretamente as condições ambientais (VAZ;

SILVEIRA, 2014; RAGAZZO; LIMA, 2015). Jatobá (2017) cita que altas densidades costumam estar intrinsecamente relacionadas ao trânsito caótico, ruídos, alta geração de resíduos, estresse da infraestrutura urbana e conseqüentemente baixa qualidade de vida e ambiental.

Em estudos como de Ragazzo e Lima (2015) e Jatobá (2017) percebe-se ainda a importância de haver o levantamento de outras informações juntamente com o estudo das pressões advindas da densidade populacional, como por exemplo, renda *per capita*, tipos de moradias, vias, transporte, coleta de lixo, esgotamento sanitário, etc.

Visto que a alta densidade populacional pode estar tanto situada em centros urbanos com arranha-céus, compactos, de alta renda, com infraestrutura funcional, rede elétrica, coleta de lixo e rede de esgoto, como também em áreas de conglomerados periféricos de baixa renda, com infraestrutura inadequada, costumando apresentar serviços de coleta de lixo e esgotamento precários, mais suscetíveis à criminalidade e desastres naturais, entende-se que em ambos cenários existem pressões peculiares a estes, advindas da alta densidade populacional (VAZ; SILVEIRA, 2014; RAGAZZO; LIMA, 2015, JATOBÁ, 2017).

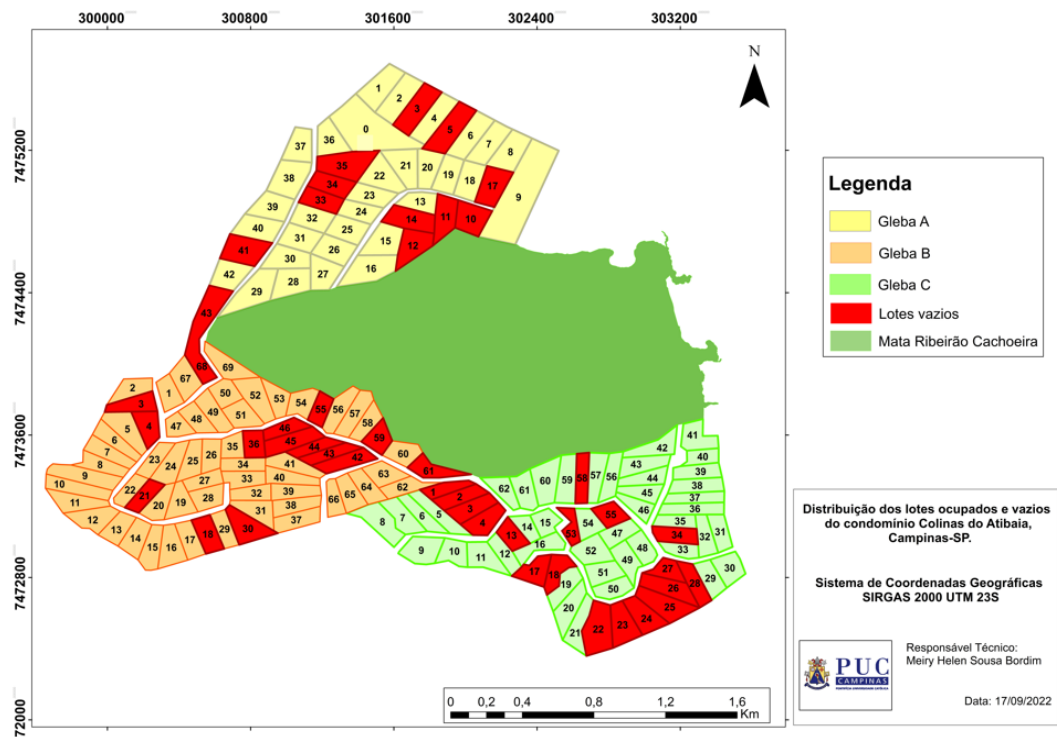
Sendo que a Organização das Nações Unidas - ONU (2022) chegou a citar em um de seus últimos relatórios que *“rendas mais altas contribuem mais para a degradação ambiental do que o crescimento populacional”* devido sua maior demanda por produção e consumismo.

Levando-se em consideração o cenário da área de estudo, que se trata de uma região historicamente de classe média alta, com coleta de lixo municipal, vias bem definidas e não pavimentadas, esgoto via fossa séptica, havendo ainda diversas restrições no que diz respeito ao entorno da Mata via Resolução nº 38 de 2002, a densidade populacional existente pode ser considerada exercendo baixa pressão sobre o fragmento florestal, apesar da sua proximidade com as bordas do fragmento (CAMPINAS, 2021).

Mesmo a densidade populacional tendo se apresentado baixa na área de estudo, é importante levar em consideração que a APA de Campinas vem sofrendo forte especulação imobiliária (ONG APAVIVA, 2022a) e Sousa trata-se ainda de um distrito que fica dentro de uma metrópole, com alta urbanização, havendo possibilidade de dentro de poucas décadas ocorrer o aumento da densidade populacional. Por essa razão levantou-se dentro das limitações do Condomínio

quais e quantos lotes estariam ainda vazios, passíveis de ocupação nos próximos anos, destes dados gerou-se a Figura 10, pela qual é possível estimar um aumento de aproximadamente 180 habitantes no entorno da Mata o que elevaria a densidade populacional na área de 61,53 hab./km<sup>2</sup> para 80 hab./km<sup>2</sup> (o equivalente a 0,8 hab./ha), ou seja, ainda uma densidade baixa, com exceção da área à direita da MRC, que pode ainda ter outras destinações e possível aumento populacional.

**Figura 10.** Distribuição dos lotes ocupados e vazios do Condomínio.



### 6.1.3. Sistema viário

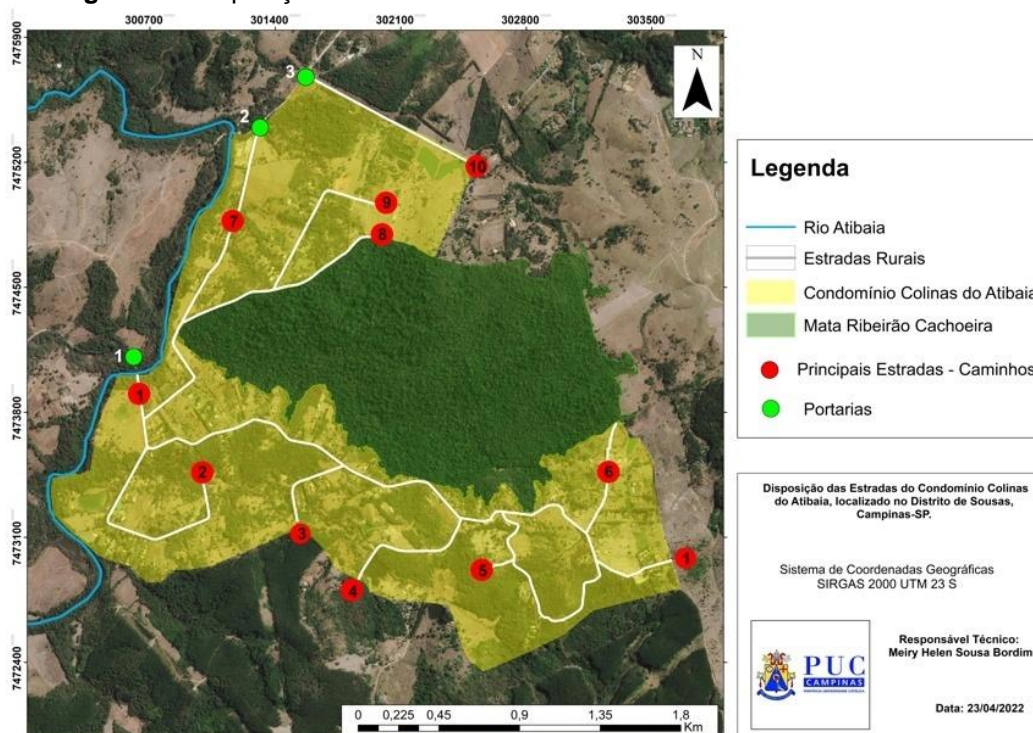
Para as discussões das pressões advindas do sistema viário faz-se necessária visualização da distribuição das vias, sendo que dentro do condomínio Colinas do Atibaia as vias são chamadas de Caminhos, estando estas organizadas por números de 1 a 10, conforme pode ser observado na Figura 11.

Tendo em vista as condições estabelecidas pelo CONDEPACC (Conselho de Defesa do Patrimônio Cultural de Campinas), que visam ordenar as formas de uso e ocupação em torno da MRC, observou-se que, referente à pavimentação, as vias são cobertas por pedriscos em épocas de chuva, cumprindo com a Resolução n° 38 de 14 de Março de 2002, que diz que “as vias devem ficar sem cobertura ou em caso de cobrir, usar materiais que possibilitem alta permeabilidade” (CAMPINAS,



2021). Ainda sobre a mesma resolução esta cita “a necessidade de haver valas com pontos de bacias de contenção nas laterais das vias”; sendo possível observar diversos desvios de água no decorrer de todos dos “caminhos” dentro do condomínio, este por sua vez cumpre com o estabelecido.

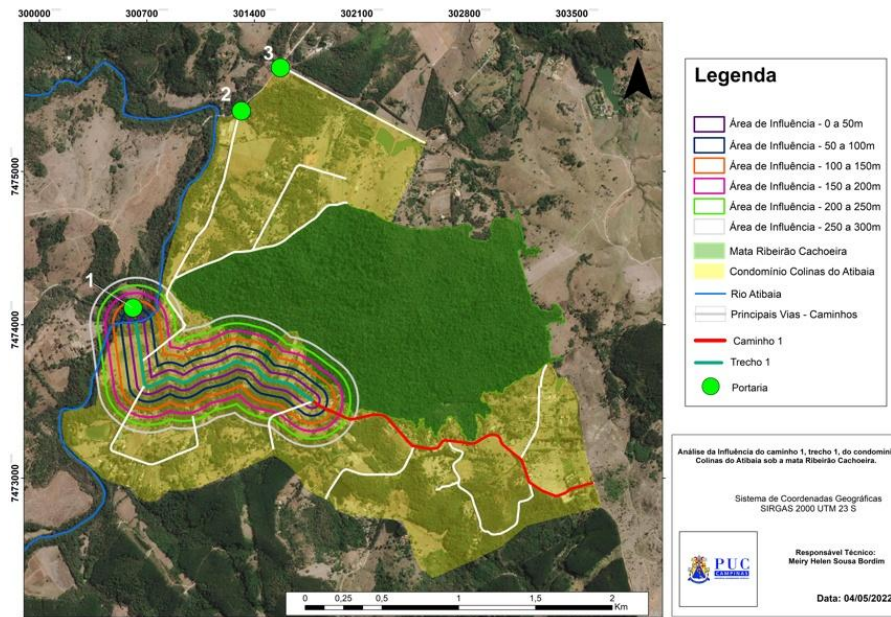
**Figura 11.** Disposição dos caminhos dentro do Condomínio Colinas do Atibaia.



Como o caminho 1 é uma das vias principais do condomínio, apresenta extensão consideravelmente maior que os demais, estando este próximo à MRC e com maior fluxo de veículos, optou-se por sua fragmentação em três trechos, facilitando desta forma sua discussão.

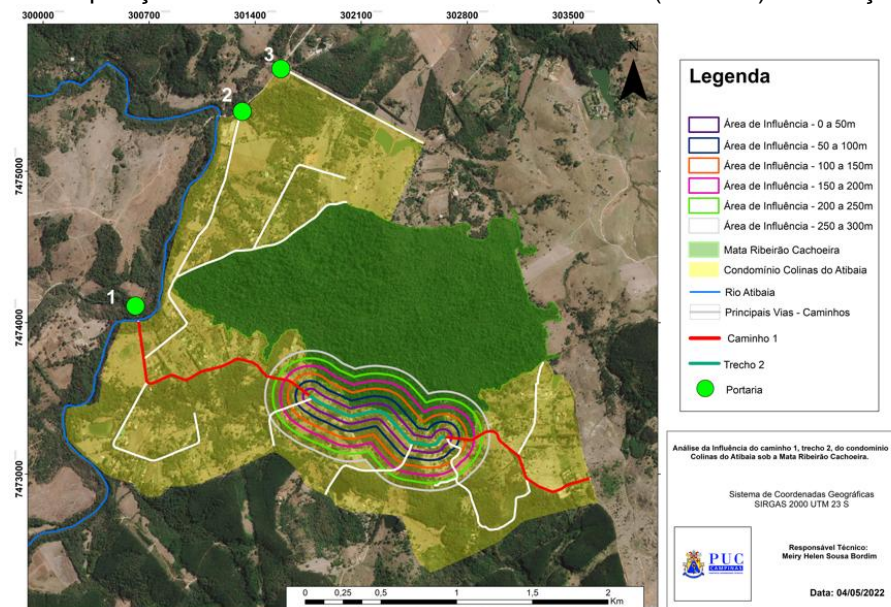
No trecho 1 do caminho 1 (Figura 12) percebe-se influencia parcial da via sobre as bordas da MRC, estando as linhas de influencia entre 150m e 300m de distância do caminho mais sobrepostas a área da Mata isso pode, por exemplo, demonstrar que as pressões oriundas das vias chegam à Mata com uma menor intensidade em alguns trechos e mais intensas na parte final do trecho 1 do caminho 1 que se aproxima mais da Mata. Algumas das pressões que podem estar afetando as condições ambientais (em especial das bordas) do fragmento dizem respeito à geração de ruídos, vibrações, poeiras, iluminação artificial, risco de atropelamento da fauna, poluição do solo, ar e água, entre outros (VASCONCELLOS, 2006).

**Figura 12.** Disposição dos *buffers* de influencia no caminho 1 (trecho 1) em direção a MRC.



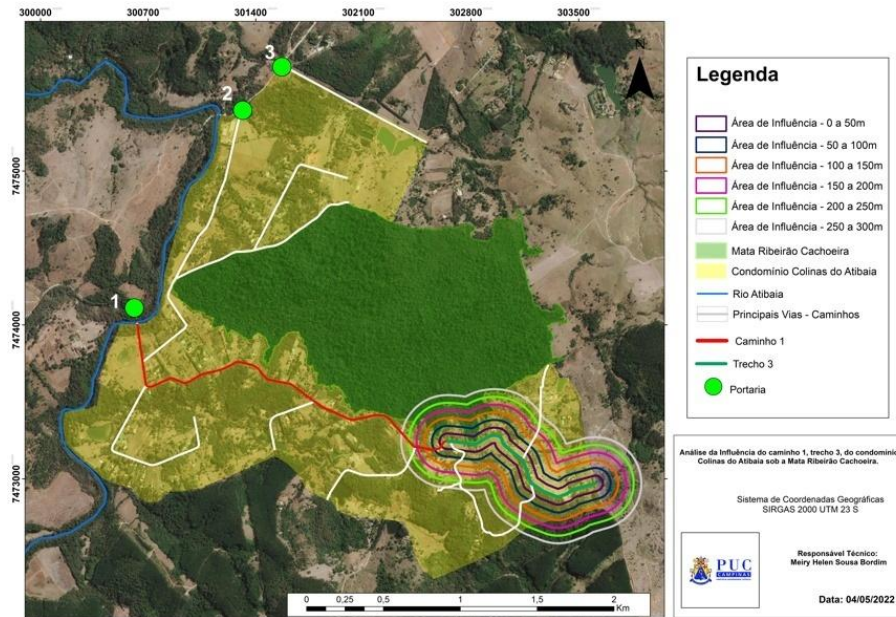
O trecho 2 do caminho 1 disposto na Figura 13 é o que mais pressiona a MRC, visto que encontra-se próximo das bordas da Mata e trata-se de uma das vias mais movimentadas do condomínio, é possível observar que a área de pressão em direção a Mata e sobre esta é mais abrangente que o trecho 1 e 3 desta via.

**Figura 13.** Disposição dos *buffers* de influencia no caminho 1 (trecho 2) em direção a MRC.



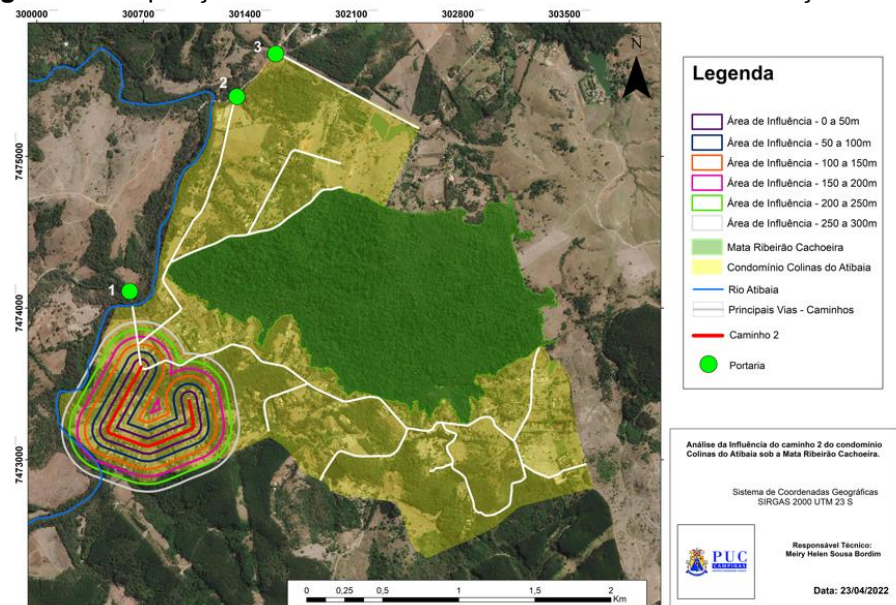
Na Figura 14 é possível observar o trecho 3 do caminho 1 na qual vê-se que apenas um trecho da borda da Mata é alcançado por pressões diretas de maneira mais influente.

**Figura 14.** Disposição dos *buffers* de influencia no caminho 1 (trecho 3) em direção a MRC.



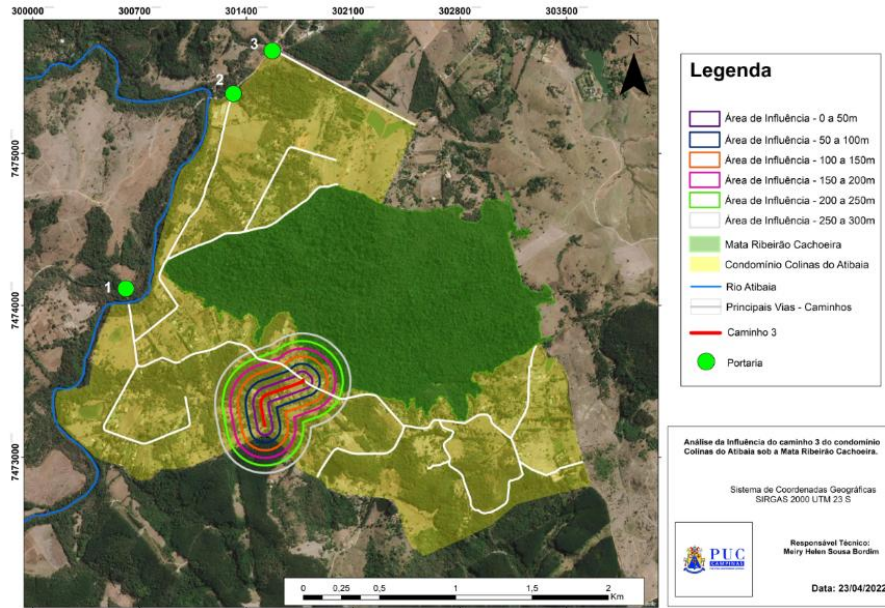
O caminho 2 representado na Figura 15, não apresentou pressões diretas sobre a MRC, visto que encontra-se mais distante da mesma. Em vias distantes é possível que existam pressões indiretas e/ou mais amenas como, por exemplo, emissões de gases poluentes e ruídos altos, que impactam de maneira mais macro o meio ambiente.

**Figura 15.** Disposição dos *buffers* de influencia no caminho 2 em direção a MRC.



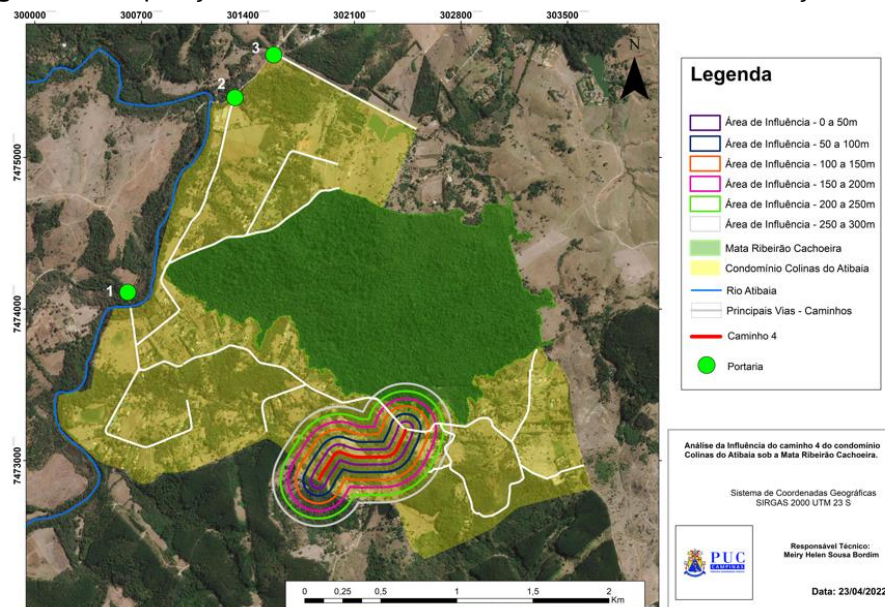
O caminho 3 (Figura 16) trata-se de um percurso curto, uma forma de braço do caminho 1, em sua análise individual, pode-se apontar interferência direta em área pequena da borda da Mata, pressões diretas de baixa magnitude.

**Figura 16.** Disposição dos *buffers* de influencia no caminho 3 em direção a MRC.



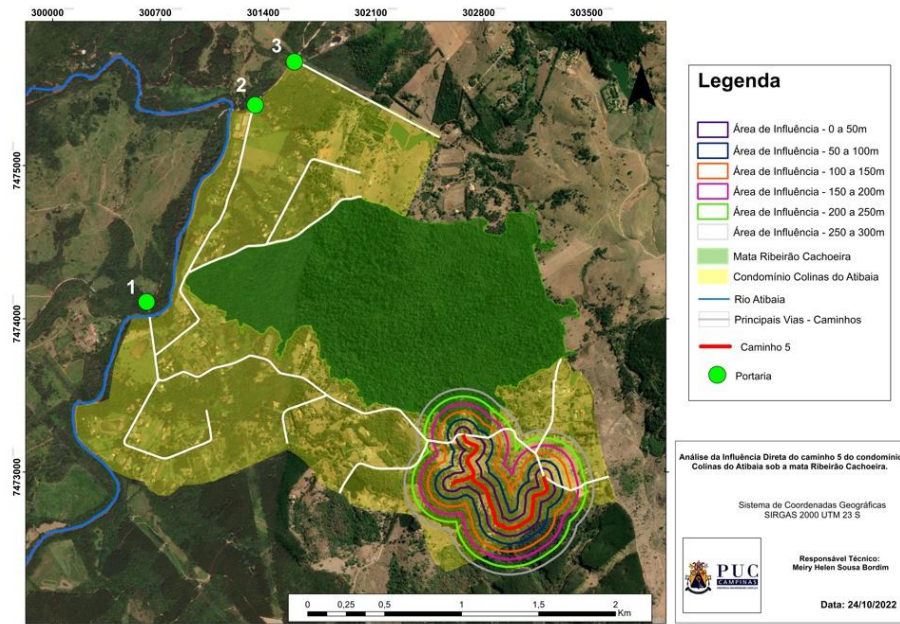
O caminho 4 observado na Figura 17 também apresenta uma área pequena de interferência direta sobre a borda da Mata, com pressões concentradas em um trecho pequeno de Mata.

**Figura 17.** Disposição dos *buffers* de influencia no caminho 4 em direção a MRC.



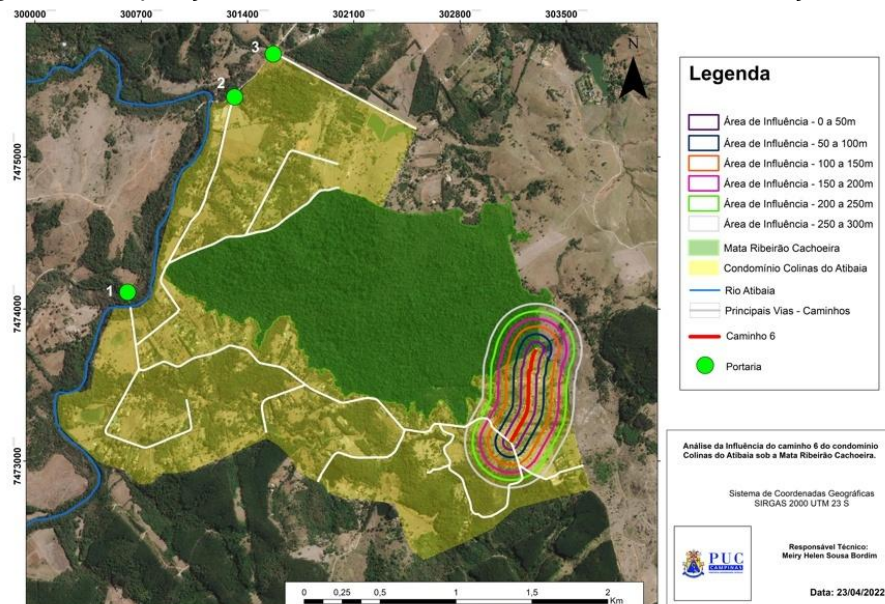
A área de influencia de pressões diretas sobre a Mata oriundas do caminho 5 disposto na Figura 18 abrange uma área de pressão semelhante a do trecho 3 do caminho 1, alcançando pequena área de borda próxima a via, pressionada de maneira mais enfática devido a esta proximidade.

**Figura 18.** Disposição dos *buffers* de influencia no caminho 5 em direção a MRC.



A parte final do caminho 6 (Figura 19) por estar mais próximo à Mata, mostrou possuir maior área de sobreposição das linhas dos *buffers* sobre a borda, sendo um trecho mais suscetível às pressões advindas dessa via.

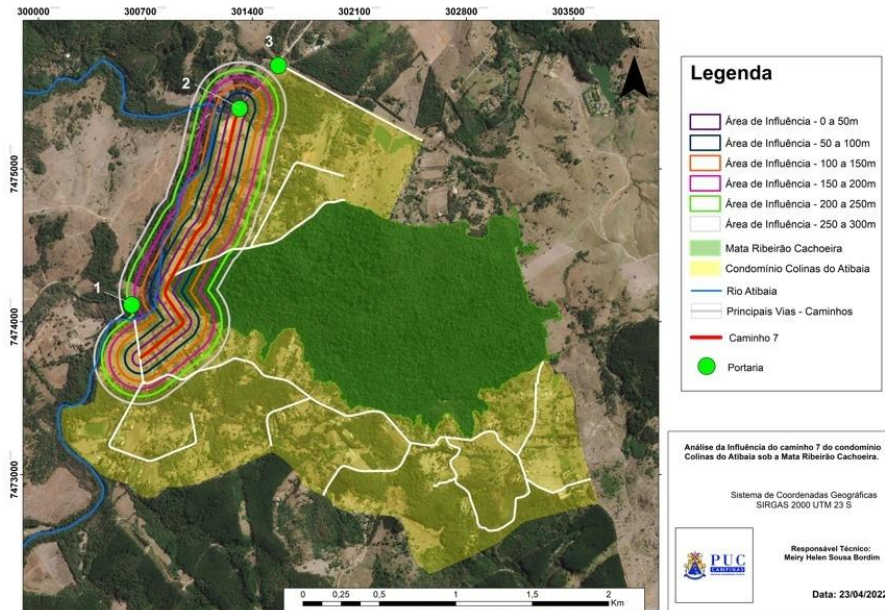
**Figura 19.** Disposição dos *buffers* de influencia no caminho 6 em direção a MRC.



O caminho 7 trata-se de uma das vias mais utilizadas, por dar acesso além das residências, também as portarias, galpão, maquinário, administração etc. Conforme pode ser observado na Figura 20, há um trecho em específico da via que

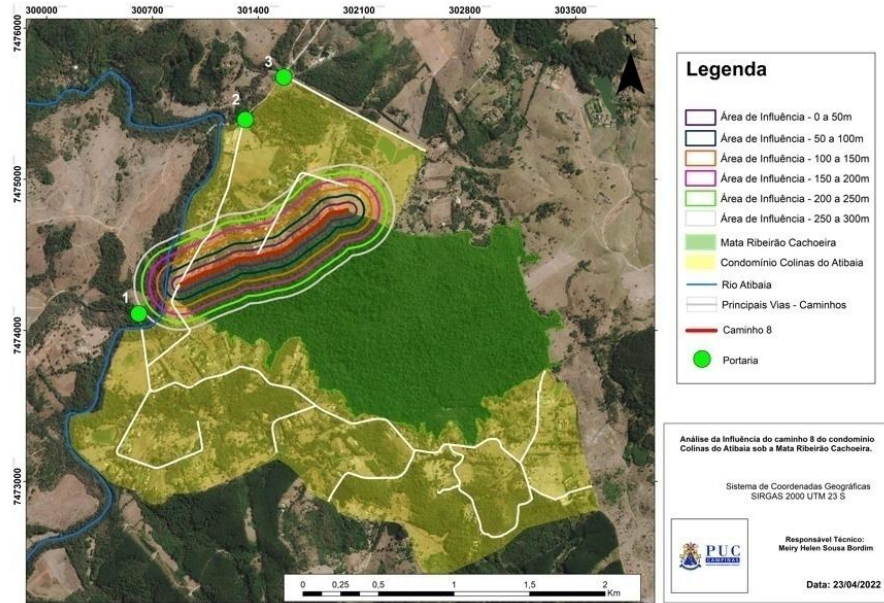
incide pressões diretas em diferentes níveis sobre a borda da Mata, por estar mais próximo a esta. Este intervalo da via trata-se de uma área relevante no estudo, pois é a única via que cruza o trecho final do Ribeirão Cachoeira, havendo ali um cenário de passivo ambiental, não somente sobre a Mata, mas também sobre os recursos hídricos, incluindo o Rio Atibaia cujo as linhas do *buffer* também alcançam.

**Figura 20.** Disposição dos *buffers* de influencia no caminho 7 em direção a MRC.



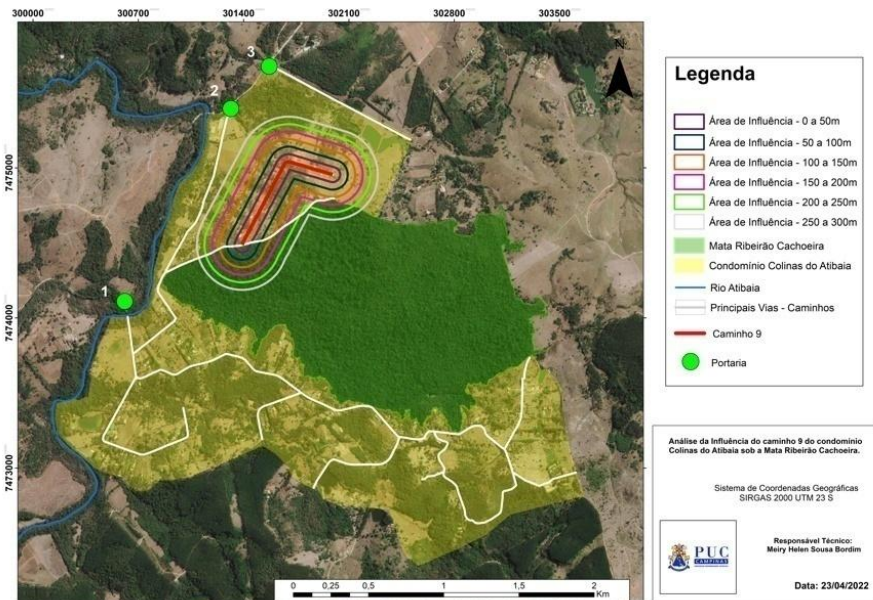
Sobre a Figura 21 na qual se observa o alcance das pressões do caminho 8 sobre a Mata, é importante apontar que o trecho final dessa via é pouco utilizado, visto que possui lotes vazios. Apesar disso trata-se de uma via de contato direto com a Mata do início ao fim de seu percurso, representando uma fonte de diversas pressões com diversas magnitudes, em uma extensa área de borda. É também uma via que soma pressões com a via 7 no quesito recursos hídricos conforme pode ser observado na Figura 21, tratando-se dessa forma uma das vias que exerce maior pressão sobre o fragmento florestal.

**Figura 21.** Disposição dos *buffers* de influencia no caminho 8 em direção a MRC.



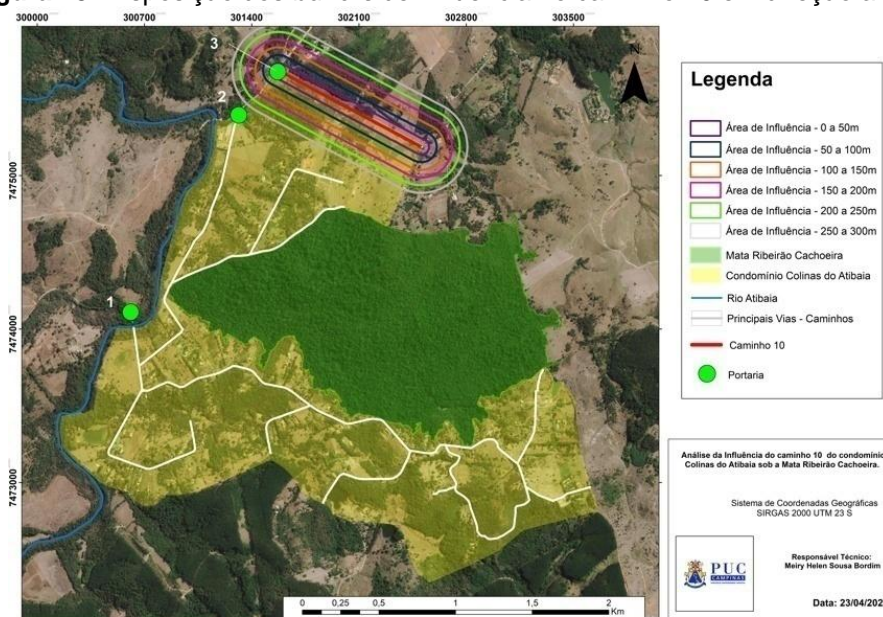
O caminho 9 (Figura 22) deriva-se do caminho 8, portanto mantém proximidade com as bordas do fragmento, na qual vê-se que exerce pressões em diferentes graus de proximidade porém em área menor que da via anterior.

**Figura 22.** Disposição dos *buffers* de influencia no caminho 9 em direção a MRC.



A Figura 23 mostra a disposição das áreas de influencia em direção à Mata oriundas do caminho 10, na qual se observa que os *buffers* de influencia não alcançam a Mata, sendo este caso, assim como no caminho 2, considerados somente pressões de caráter indireto como a poluição atmosférica, por exemplo.

**Figura 23.** Disposição dos *buffers* de influencia no caminho 10 em direção a MRC.



Ao final das análises das pressões exercidas em cada caminho é possível observar na Figura 24 a sobreposição dos *buffers* de influencia de todas as vias, sendo possível avaliar as regiões da MRC que sofrem pressões diretas com maior magnitude e que estão mais suscetíveis por estarem mais próximas dos caminhos, sofrendo então um acúmulo de níveis de pressão.

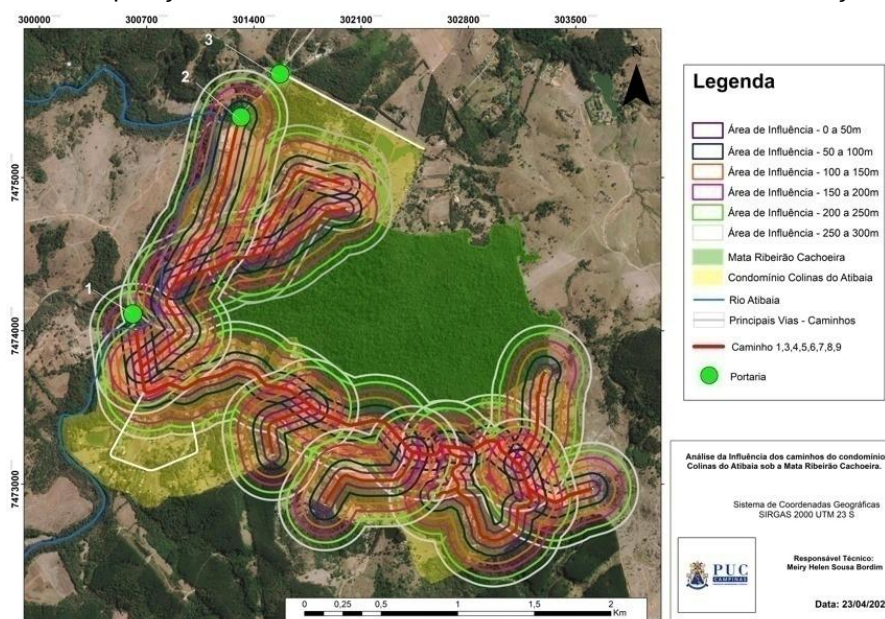
Vasconcellos (2006) descreve que as pressões variam em razão dos tipos de vias, pavimentação, tráfego, tamanho dos veículos, tipos de veículos, fonte de energia, tempo de circulação, horário, entre outros.

Ainda segundo o mesmo autor algumas das pressões diretas e indiretas advindas destas vias no meio ambiente natural são: poluição do ar, da água, geração de ruídos e vibrações (afugentamento e estresse da fauna), contaminação (passivo ambiental) e perda do solo, atropelamentos da fauna nativa, geração de lixo, destruição da paisagem para seu estabelecimento.

Conforme pode ser observado na Figura 24, as regiões da MRC mais pressionadas pelas vias são as bordas, principalmente as paralelas ao caminho 1 (do meio para final) com suas derivações e pressões ao longo do caminho 8.



**Figura 24.** Disposição dos *buffers* nas vias com áreas de influencia em direção à MRC.



## 6.2. Análise do elemento estado

A análise do elemento estado tornou-se possível por meio de parâmetros obtidos referentes às classes de estudo: água, solo, microclima e vegetação. Tais classes foram discutidas individualmente com diferentes metodologias a fim de se vislumbrar as condições ambientais nas bordas da MRC.

### 6.2.1. Água

Os dados dos oito dias selecionados entre os relatórios analíticos da SANASA, agrupados em período seco e período úmido encontram-se dispostos na Tabela 5. Partindo do princípio que os parâmetros estão sendo discutidos por meio do Índice de Qualidade das Águas (IQA) em estado bruto cuja principal finalidade seria água para abastecimento público (após tratamento convencional), observa-se que entre os dados (Tabela 5), o OD e a *Escherichia coli*, que possuem maior peso no cálculo da qualidade, poderiam estar melhores, apesar de encontrarem dentro dos limites do CONAMA 357.

Segundo CONAMA 357 de 2005 Art.15 a taxa de OD na água não deve ser inferior a 5 mg/L e a *Escherichia coli* segundo decisão de diretoria da CETESB nº112/2013/E de 09/04/2013 não ultrapassar 600 NMP/100mL em águas de Classe

2 (SANTOS, 2013). Apesar de em geral os valores de Oxigênio dissolvido terem se apresentado superiores a 5 mg/L, estes ficaram bem próximos a este valor limite e no caso de *Escherichia coli*, quanto menor melhor visto que o cenário ideal seria sua inexistência na água.

**Tabela 5.** Dados dos relatórios de análise da água classificados em período seco e período úmido.

| PARÂMETROS                            | PERÍODO SECO |            |            |            | PERÍODO ÚMIDO |            |            |            |
|---------------------------------------|--------------|------------|------------|------------|---------------|------------|------------|------------|
|                                       | 19/05/2021   | 20/07/2021 | 22/09/2021 | 25/05/2022 | 17/03/2021    | 24/11/2021 | 18/01/2022 | 24/03/2022 |
| <i>Escherichia coli</i> (NMP/ 100 mL) | 130          | 308        | 138        | 135        | 490           | 194        | 150        | 231        |
| pH a 25°C                             | 7,59         | 6,68       | 6,56       | 7,98       | 7,15          | 7,10       | 6,80       | 7,18       |
| DBO (mg/L)                            | 2,0          | 3,0        | 2,4        | 2,2        | 2,0           | 2,3        | 2,1        | 2,2        |
| Nitrogênio total (mg/L)               | 2,70         | 0,40       | 1,01       | 0,40       | 3,40          | 0,53       | 0,85       | 0,47       |
| Fósforo total (mg/L)                  | 0,005        | 0,020      | 0,040      | 0,050      | 0,031         | 0,020      | 0,020      | 0,020      |
| Temperatura (°C)                      | 17,0         | 9,0        | 18,6       | 25,9       | 21,1          | 22,0       | 25,0       | 22,1       |
| Turbidez (UNT)                        | 6,70         | 2,23       | 3,62       | 2,99       | 5,20          | 5,39       | 13,70      | 9,45       |
| Sólidos totais (mg/L)                 | 34           | 50         | 84         | 43         | 40            | 58         | 92         | 47         |
| OD (mg/L)                             | 4,9          | 9,0        | 5,3        | 6,2        | 6,6           | 6,5        | 5,9        | 5,7        |
| Chuva nas últimas 24h                 | Não          | Não        | Sim        | Não        | Não           | Não        | Sim        | Não        |

DBO = Demanda Bioquímica de Oxigênio; OD = Oxigênio dissolvido.

Ainda sobre a Tabela 5 observa-se que com exceção do valor de OD do dia 19/05/2021 os outros parâmetros encontram-se dentro de valores adequados para um corpo hídrico cuja finalidade seria abastecimento público após tratamento convencional – Classe 2 (Art.15) do CONAMA 357 de 2005 cujos valores limites encontram-se dispostos na Tabela 6.

**Tabela 6.** Valores limites descritos na Resolução CONAMA 357 de 2005 Art.15.

| PARÂMETROS                            | Limites CONAMA 357/05 - Art.15 |
|---------------------------------------|--------------------------------|
| <i>Escherichia coli</i> (NMP/ 100 mL) | <600*                          |
| pH a 25°C                             | Entre 6,0 e 9,0                |
| DBO <sub>5,20</sub> (mg/L)            | ≤ 5,0                          |
| Nitrogênio total (mg/L)               | -                              |
| Fósforo total (mg/L)                  | ≤ 0,1 (ambiente lótico)        |
| Temperatura (°C)                      | -                              |
| Turbidez (UNT)                        | ≤ 100                          |
| Sólidos dissolvidos totais (mg/L)     | ≤ 500                          |
| OD (mg/L)                             | > 5,0                          |

\* Dado retirado do anexo único da decisão de diretoria da CETESB nº112/2013/E de 09/04/2013 (SANTOS, 2013).

Com os dados da Tabela 5 calculou-se a média e com a média, o desvio padrão do período seco e do período úmido de cada parâmetro de água conforme pode ser observado na Tabela 7.

Os valores do desvio padrão são importantes para determinar o grau de dispersão dos dados em torno da média. Por meio dos valores de desvio padrão verifica-se que em geral os dados estão pouco dispersos, visto que não houve

valores de desvio muito distantes da média. Portanto entende-se que estes valores de média são confiáveis para representarem os parâmetros no período seco e no período úmido no cálculo do IQA deste corpo hídrico.

**Tabela 7.** Média e desvio padrão dos resultados das análises dos parâmetros de água.

| Parâmetros                            | Período | Média | DesvPad |
|---------------------------------------|---------|-------|---------|
| <i>Escherichia coli</i> (NMP/ 100 mL) | Seco    | 178   | 87      |
|                                       | Úmido   | 266   | 153     |
| pH a 25°C                             | Seco    | 7,20  | 0,69    |
|                                       | Úmido   | 7,06  | 0,17    |
| DBO (mg/L)                            | Seco    | 2,4   | 0,4     |
|                                       | Úmido   | 2,2   | 0,1     |
| Nitrogênio total (mg/L)               | Seco    | 1,13  | 1,09    |
|                                       | Úmido   | 1,31  | 1,40    |
| Fósforo total (mg/L)                  | Seco    | 0,029 | 0,020   |
|                                       | Úmido   | 0,023 | 0,006   |
| Temperatura (°C)                      | Seco    | 17,6  | 6,9     |
|                                       | Úmido   | 22,6  | 1,7     |
| Turbidez (UNT)                        | Seco    | 3,89  | 1,96    |
|                                       | Úmido   | 8,44  | 4,02    |
| Sólidos totais (mg/L)                 | Seco    | 53    | 22      |
|                                       | Úmido   | 59    | 23      |
| OD (mg/L)                             | Seco    | 6,4   | 1,8     |
|                                       | Úmido   | 6,2   | 0,4     |

DBO = Demanda Bioquímica de Oxigênio; OD = Oxigênio dissolvido; DesvPad = Desvio Padrão.

As médias do OD passaram por cálculos para se chegar aos valores da porcentagem de saturação do oxigênio dissolvido e a variação de temperatura foi considerada igual à zero, visto que em geral no Brasil não há grandes variações na temperatura de equilíbrio da água (PEREIRA *et al.*, 2013).

Os valores dos parâmetros foram então plotados nos gráficos das curvas médias de variação de qualidade das águas (CETESB, 2021), por meio das quais chegou-se nos valores de  $q_i$ . Os resultados das etapas do cálculo do IQA estão dispostos na Tabela 8 e na Tabela 9, sendo que para se chegar no IQA os valores de  $q_i \wedge w_i$  de cada período foram multiplicados.

**Tabela 8.** Resultados das etapas para determinação do IQA no período seco.

| Parâmetros                     | Unidades    | Resultados | Peso ( $w_i$ ) | $q_i$ | $q_i \wedge w_i$ |
|--------------------------------|-------------|------------|----------------|-------|------------------|
| <i>Escherichia coli</i> x1.25* | NMP/100mL   | 178/ 222,5 | 0,15           | 34    | 1,70             |
| pH a 25°C                      | -           | 7,20       | 0,12           | 92    | 1,72             |
| DBO                            | mg/L        | 2,4        | 0,10           | 80    | 1,55             |
| Nitrogênio total               | mg/L        | 1,13       | 0,10           | 97    | 1,58             |
| Fósforo total                  | mg/L        | 0,029      | 0,10           | 99    | 1,58             |
| $\Delta$ Temperatura           | °C          | 0,0        | 0,10           | 93    | 1,57             |
| Turbidez                       | UNT         | 3,89       | 0,08           | 86    | 1,43             |
| Sólidos totais                 | mg/L        | 53         | 0,08           | 87    | 1,43             |
| OD                             | % saturação | 71,8       | 0,17           | 78    | 2,10             |
|                                |             |            |                | IQA = | 76,27            |

DBO = Demanda Bioquímica de Oxigênio; OD = Oxigênio dissolvido;  $w_i$  (peso correspondente ao  $i$ -ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade, disponibilizados no site da CETESB);  $q_i$  (qualidade do  $i$ -ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido da respectiva curva média de variação de qualidade, em função de sua concentração ou medida). \*A multiplicação trata-se de uma indicação do Apêndice E – Índices de Qualidade das Águas (CETESB, 2021).

A partir dos valores de IQA do período seco (76,27) e período úmido (75,09) é possível verificar que não houve grandes variações na qualidade dos parâmetros no decorrer das estações, o que mostra que de fato a água encontra-se em boas condições, sinal de que o Ribeirão passa por ambiente preservado e entorno equilibrado, ficando este corpo hídrico enquadrado na categoria BOA ( $51 < IQA \leq 79$ ) da CETESB.

**Tabela 9.** Resultados das etapas para determinação do IQA no período úmido.

| Parâmetros                     | Unidades    | Resultados | Peso (wi) | qi    | qi ^ wi |
|--------------------------------|-------------|------------|-----------|-------|---------|
| <i>Escherichia coli</i> x1.25* | NMP/100mL   | 266/ 332,5 | 0,15      | 30    | 1,67    |
| pH a 25°C                      |             | 7,06       | 0,12      | 92    | 1,72    |
| DBO                            | mg/L        | 2,2        | 0,10      | 82    | 1,55    |
| Nitrogênio total               | mg/L        | 1,31       | 0,10      | 97    | 1,58    |
| Fósforo total                  | mg/L        | 0,023      | 0,10      | 99    | 1,58    |
| ΔTemperatura                   | °C          | 0,0        | 0,10      | 94    | 1,57    |
| Turbidez                       | UNT         | 8,44       | 0,08      | 78    | 1,42    |
| Sólidos totais                 | mg/L        | 59         | 0,08      | 87    | 1,43    |
| OD                             | % saturação | 76,9       | 0,17      | 82    | 2,12    |
|                                |             |            |           | IQA = | 75,09   |

DBO = Demanda Bioquímica de Oxigênio; OD = Oxigênio dissolvido; wi (peso correspondente ao i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade, disponibilizados no site da CETESB); qi (qualidade do i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido da respectiva curva média de variação de qualidade, em função de sua concentração ou medida). \*A multiplicação trata-se de uma indicação do Apêndice E – Índices de Qualidade das Águas (CETESB, 2021).

Avaliando o cenário das condições ambientais do ponto da coleta de água do Ribeirão Cachoeira, entende-se que, apesar de em geral os nove parâmetros estarem dentro da legislação; se as taxas de *Escherichia coli* fossem mais baixas e as de OD mais altas o IQA deste corpo hídrico poderia estar classificado como ótimo (entre 79 e 100), principalmente levando-se em consideração que estes dois parâmetros são os que possuem maior peso dentro do cálculo do IQA.

A presença de *Escherichia coli* no Ribeirão provavelmente possui pouca ou nenhuma influência antrópica, sendo mais provável que sua origem deva-se à circulação natural da fauna, que depende desta água, sendo inclusive registradas pegadas e fezes nas bordas no trecho analisado do Ribeirão.

Sobre o OD ter apresentado em geral valores próximos ao nível mínimo estabelecido para Classe 2 do CONAMA 357/05, isso provavelmente ocorre devido a água ser proveniente de nascentes, que compõem o Ribeirão Cachoeira. Níveis baixos de oxigênio dissolvido nas nascentes e/ou próximos as nascentes são considerados comuns e já esperados, visto que em estudos como o de Garcia (2021) e Vieira, Moura e Gil (2006), foram constatadas baixas concentrações de OD dissolvido em nascentes quando comparado a outros cenários aquáticos. O nível de oxigênio dissolvido apresenta-se ainda baixo ao sair das nascentes, ocorrendo o

aumento no decorrer do percurso com a presença de fauna e flora aquática e as reações bioquímicas que demandam o oxigênio (ANA, 2022; VIEIRA; MOURA; GIL, 2006). Há ainda a questão de que a altura da lâmina d'água neste ponto costuma ser pequena, o que também contribui para que o OD permaneça baixo (VON SPERLING, 2011).

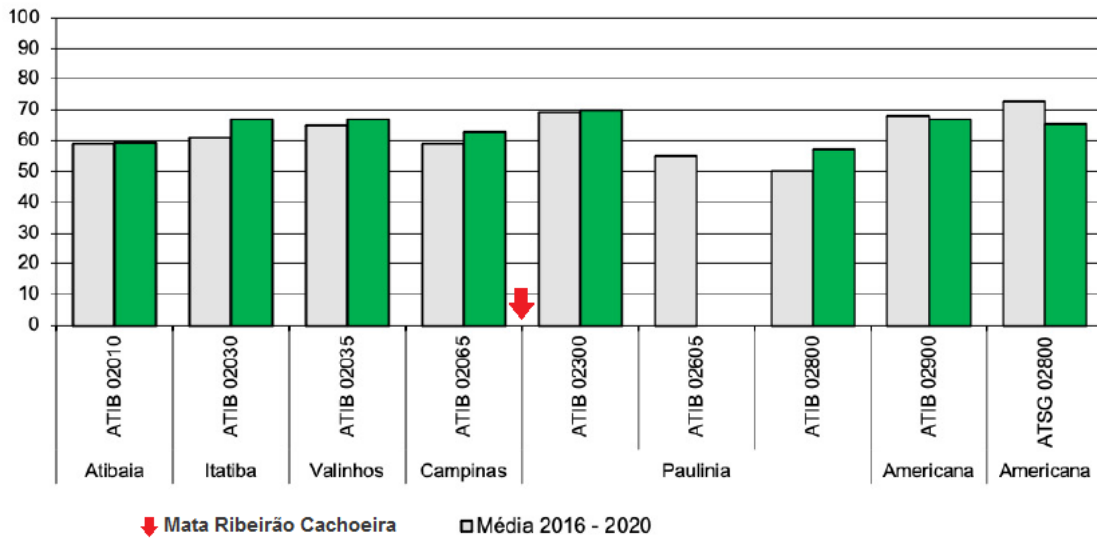
Estes resultados corroboram também com as características da água observadas no local, água de nascentes, favorecida pela presença da Mata, aparentemente límpida e não havendo ainda tempo da matéria orgânica iniciar o processo de degradação (VON SPERLING, 2011; ANA, 2022).

Sobre o volume da água, é importante pontuar que este poderia aumentar com o restabelecimento de algumas APPs em nascentes que contribuem com o Ribeirão Cachoeira e que no momento encontram-se desprotegidas pela ausência de mata ciliar, ocorrendo ainda em alguns casos o represamento da água que sai das nascentes. Este aumento do volume da água poderia inclusive auxiliar na melhoria da qualidade da água do Ribeirão.

Os resultados apresentaram comportamentos semelhantes às análises feitas em nascentes por Donadio, Galbiatti e De Paula (2005) que em seus estudos sobre a qualidade da água em diferentes cenários em São Paulo, também constataram ausência de oscilações entre o período seco e úmido.

Braga *et al.* (2005) citam que nem sempre a contaminação da água por micro-organismos patogênicos (como é o caso da *Escherichia coli*, prejudicial à saúde) significa que o corpo hídrico encontra-se em desequilíbrio ecológico, visto que as condições naturais do entorno devem ser consideradas, assim como a origem da contaminação, percurso e a destinação desta água.

No último relatório lançado pela CETESB (2022) de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo - 2021, em um ponto à jusante ao analisado neste estudo, localizado em Paulínia e denominado como ATIB02300, o IQA apresentou tanto a média de 2021(em verde) como a média histórica (entre 2016 - 2020) próxima a 70, ficando classificadas na categoria BOA, conforme observado na Figura 25.

**Figura 25.** Perfil do IQA ao longo do Rio Atibaia em 2021 e nos últimos cinco anos.

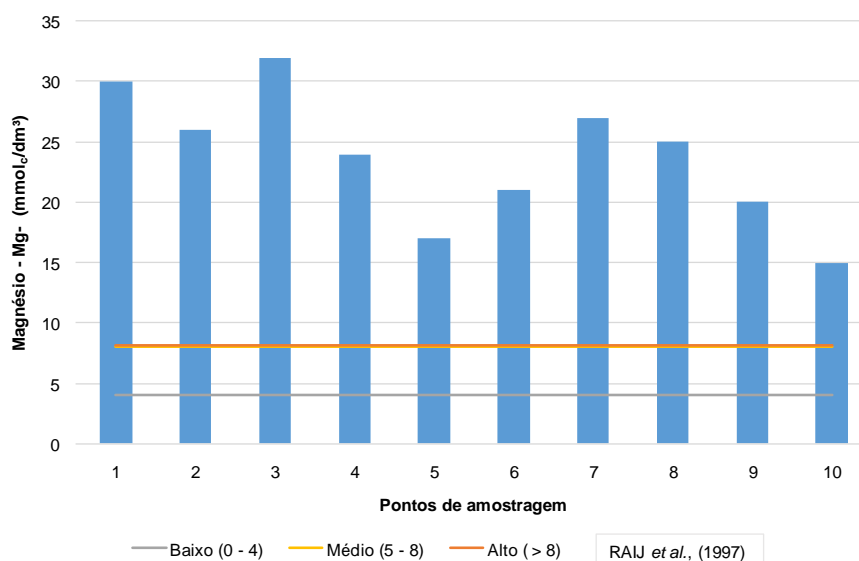
Fonte: CETESB (2022).

Neste sentido, observando o IQA do Rio Atibaia no ponto ATIB02300, após o deságue do Ribeirão Cachoeira, entende-se que este último possivelmente teve influencia positiva neste IQA, mesmo que pouco, devido seu volume de água ser pequeno, mas já demonstrando a influencia e a efetividade da presença do fragmento florestal Mata Ribeirão Cachoeira para qualidade da água.

### 6.2.2. Solo

Os resultados das análises de solo são referentes aos pontos localizados na área de borda 20m para dentro da Mata. Na Figura 26 observou-se que em todos os pontos as taxas de magnésio apresentaram-se acima do valor considerado por Raij *et al.* (1997) como alto. O comportamento dos pontos 5 e 10 chamam a atenção na Figura 26 por estarem mais baixos que os demais, isso provavelmente deve-se ao fato do ponto 5 estar localizado na borda do Ribeirão Cachoeira, na parte mais baixa do terreno, onde foram observados sinais de influencia antrópica e o ponto 10 encontrar-se próximo a uma trilha estabelecida, atualmente muito pouco utilizada, mas que já foi muito frequentada. A presença da trilha, onde já houve pisoteio, clareiras, maior ação do intemperismo, ao longo dos anos interferem na composição física, química e biológica do solo (BRAGA *et al.*, 2005).

**Figura 26.** Teores de magnésio (Mg) no solo nos pontos de coleta na borda da MRC.



O cálcio (Figura 27) assim como o magnésio, apesar da variação de uma amostra para outra, apresentou níveis altos em todos os pontos segundo a classificação de Raij *et al.* (1997).

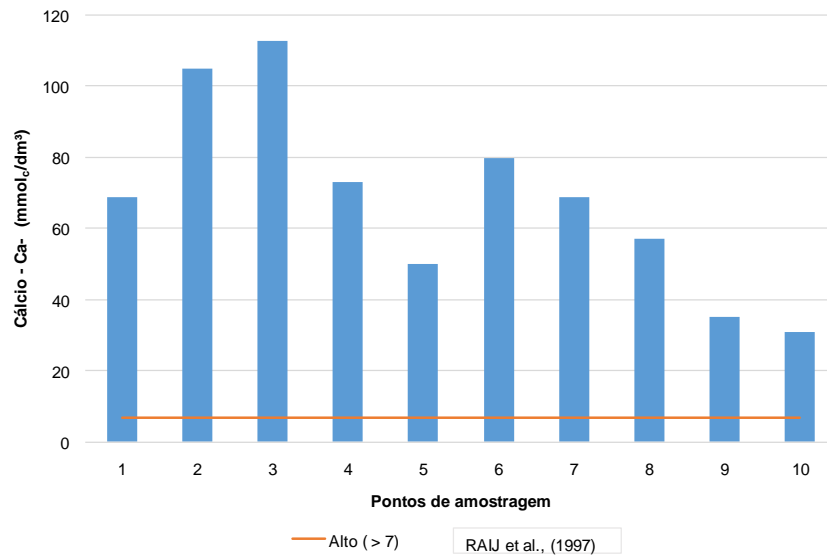
Ambos os elementos se relacionam quimicamente e são importantes para o crescimento e processos das plantas (BRAGA *et al.*, 2005).

Há estudos como o de Veloso *et al.* (2001) que indicam a importância do equilíbrio entre os elementos para que ocorra máximo aproveitamento de ambos os nutrientes pelas plantas, de modo que não haja deficiência de nenhum dos dois elementos, ao mesmo tempo que suas porcentagens não indiquem interferências de um nutriente sobre o outro.

Áreas com maior influência do intemperismo tendem a apresentar valores mais baixos de cálcio, magnésio, potássio e sódio (SOBRAL *et al.*, 2015), afirmação esta que auxilia na compreensão dos dados de magnésio e cálcio nos pontos 5, 9 e 10 como pode ser visto na Figura 26 e Figura 27, haja visto as características atuais e passadas do entorno destes pontos.

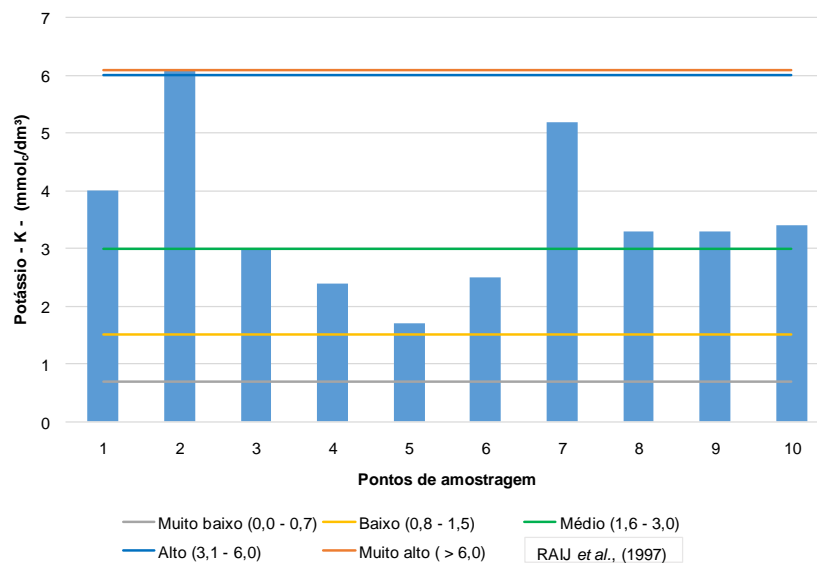
O ponto 9 é entre todos os pontos o que esteve no decorrer dos últimos anos mais exposto a influências antrópicas, por ter estado no limite da borda, ao lado de uma área de aceiro aberta pelo condomínio onde é possível tráfego de pessoas e veículos, local ainda onde foram encontrados entulho e lixo.

**Figura 27.** Teores de cálcio (Ca) do solo nos pontos de coleta na borda da MRC.



Analisando a Figura 28 na qual constam os valores de potássio (K), percebe-se que em geral as taxas nos pontos de coleta ficaram entre médio e alto na classificação Raij *et al.* (1997).

**Figura 28.** Teores de potássio (K) no solo nos pontos de coleta na borda da MRC.



Se solos mais intemperizados tendem a apresentar teores mais baixos de potássio, observa-se então que existem pontos mais expostos à ação do clima do que outros, mas que em geral os níveis encontram-se adequados para um solo considerado fértil (SOBRAL *et al.*, 2015), visto que trata-se de um dos nutrientes essenciais para o desenvolvimento das plantas (BRAGA *et al.*, 2005).



Solos ácidos tendem também a apresentar menores taxas de potássio, o que condiz com as análises, tendo em vista o enquadramento do potássio (SOBRAL *et al.*, 2015).

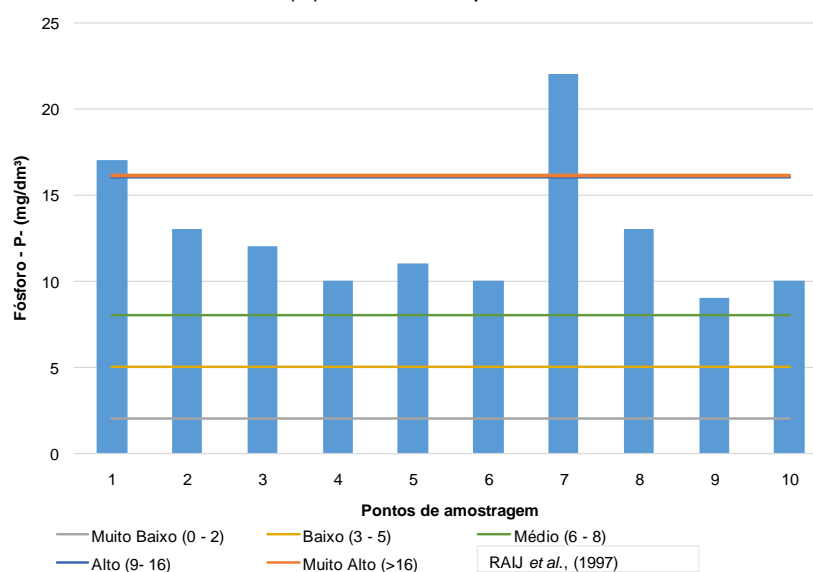
Levando em consideração que os solos do estado de São Paulo em sua maioria costumam apresentar-se ácidos (BRAGA *et al.*, 2005), ou seja, tendem a apresentar deficiência de potássio, as taxas aqui apresentadas podem ser consideradas adequadas para o desenvolvimento sadio da Mata.

Conforme pode ser observado na Figura 29, os níveis de fósforo das amostras de solo encontram-se em sua maioria dentro do padrão considerado alto em Raij *et al.* (1997), com exceção dos pontos 1 e 7 nos quais as taxas de fósforo ficaram classificadas como muito alto em culturas florestais.

O fósforo, assim como o potássio, trata-se de um elemento importante para o crescimento das plantas, mesmo havendo menor demanda deste nutriente pelas plantas, quando comparado a outros elementos (RAIJ *et al.*, 1997; BRAGA *et al.*, 2005).

Há também a questão de apresentar-se em geral pouco disponível em solos do estado de São Paulo, devido ao intemperismo (SOBRAL *et al.*, 2015; BRAGA *et al.*, 2005), levando-se isso em consideração, somado ao fato de não ter havido suplementação artificial deste nutriente, é possível afirmar que a disponibilidade do fósforo nos solos da Mata encontram-se favoráveis às condições ambientais deste.

**Figura 29.** Teores de fósforo (P) do solo nos pontos de coleta na borda da MRC.



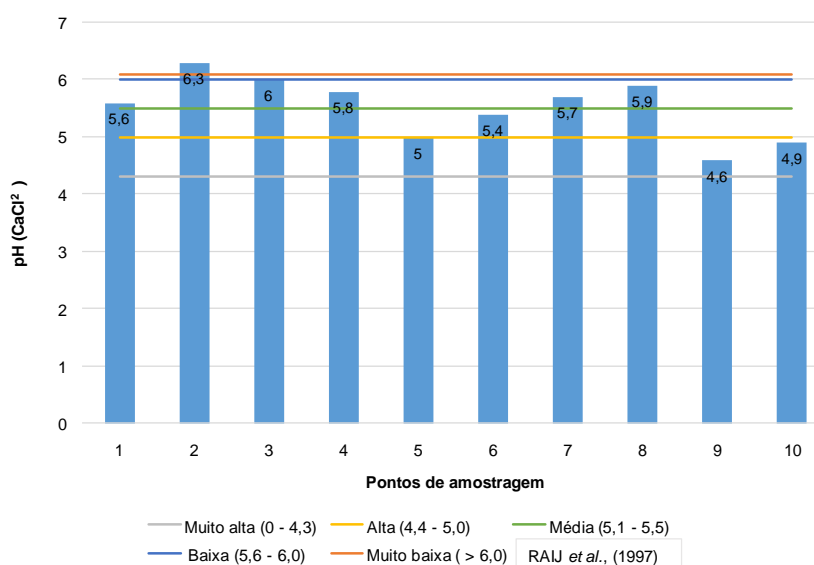
Os resultados referentes ao pH do solo encontram-se dispostos na Figura 30, de onde é possível constatar que o potencial hidrogeniônico variou bastante segundo a classificação de Raij *et al.* (1997).

Somente o ponto 6 apresentou solo com acidez muito baixa, nos pontos 1, 3, 4, 7 e 8 a acidez estava baixa, no ponto 6 a acidez foi média e nos pontos 5, 9 e 10 a acidez constou como alta na escala de acidez do solo de Raij *et al.* (1997). Ainda segundo os autores o pH está relacionado a diversos outros parâmetros, porém um que encontra-se intrinsecamente relacionado ao pH é a saturação por bases (V%), que segue o mesmo padrão de comportamento, o que de fato pode ser observado na Figura 30 e Figura 31.

As taxas de pH ideal varia muito de espécie para espécie da flora, sendo que também são vários os fatores de interferência no pH do solo, porém em espécies florestais da Mata Atlântica a faixa de pH em  $\text{CaCl}_2$  ideal estaria entre 5,5 e 6,0 para seu melhor desenvolvimento (RAIJ *et al.*, 1997).

Neste sentido os pontos 5, 9 e 10 (onde a acidez foi classificada como alta) estariam mais distantes dessa faixa ideal, coincidindo estes pontos com áreas onde a influencia antrópica apresentou-se maior nas últimas décadas.

**Figura 30.** Acidez do solo segundo o potencial hidrogeniônico (pH) do solo nos pontos de coleta na borda da MRC.



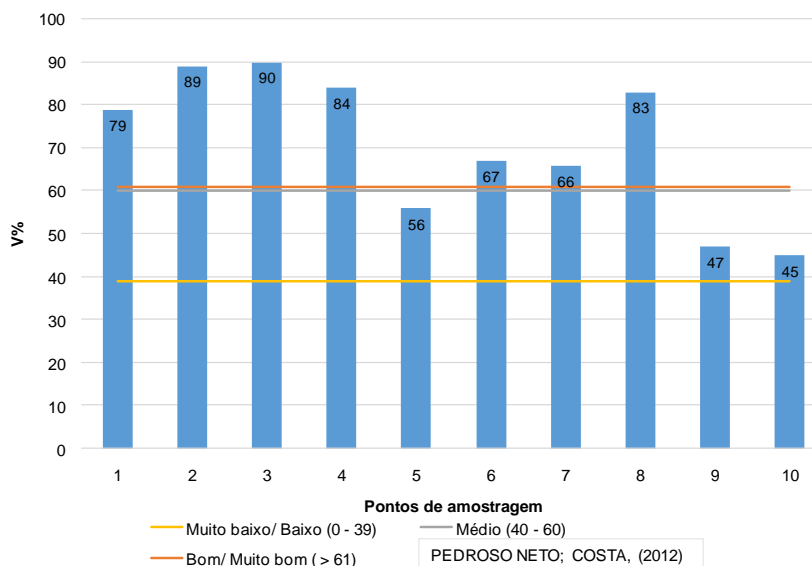
A saturação por bases (V%) trata-se da porcentagem da CTC que se encontra ocupada por bases. Os resultados da saturação por bases (V%) verificadas em cada ponto amostral são observadas na Figura 31. Tais porcentagens ficaram

classificadas como média nos pontos 5, 9 e 10 e boa/muito boa nos demais pontos, utilizando para isso os limites estabelecidos por Pedroso Neto e Costa (2012).

Não à toa as porcentagens foram menores nos pontos 5, 9 e 10, visto que são também os pontos com menores taxas de cálcio e magnésio, componentes que quando em baixos teores podem demonstrar que esteja havendo maior adsorção de H e Al pelas cargas negativas e menor de bases trocáveis (como K, Ca, Mg e Na) (SOBRAL *et al.*, 2015). Em outras palavras significa que nos pontos 5, 8 e 10 houve uma porcentagem menor de cargas negativas ocupadas por bases trocáveis no solo.

Na Figura 32 encontram-se os resultados da análise da matéria orgânica (MO) presente nos pontos de amostragem, seguindo a classificação do Boletim técnico nº100 de Raij *et al.* (1997) para a MO, na qual observa-se que os teores ficaram todos classificados como altos, dentro de valores favoráveis a qualidade do solo e desenvolvimento da vegetação, demonstrando também a presença de serrapilheira, a vegetação em decomposição influencia positivamente os teores de matéria orgânica e fertilidade do solo.

**Figura 31.** Saturação por bases (V%) do solo nos pontos de coleta na borda da MRC.

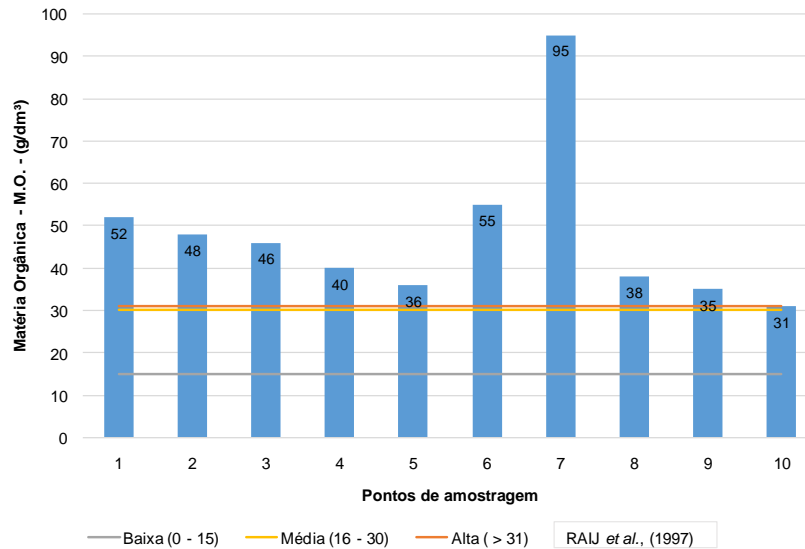


O ponto 10, onde se observa o menor teor de MO (de 31 g/dm<sup>3</sup>) no solo é também o único ponto onde a classificação textural foi de um solo predominantemente arenoso.

Os valores de matéria orgânica apresentaram-se em geral acima das taxas normalmente encontradas em estudos que analisaram a MO de solos em situações diversas no estado de São Paulo, como o de Garcia (2021) que apresentou valores

de MO entre 8 e 23 g/dm<sup>3</sup>, de Freitas *et al.* (2017) (entre 13,5 e 20 g/dm<sup>3</sup>) e o de Garcia e Longo (2020) com taxas de MO entre 8 e 30 g/dm<sup>3</sup>.

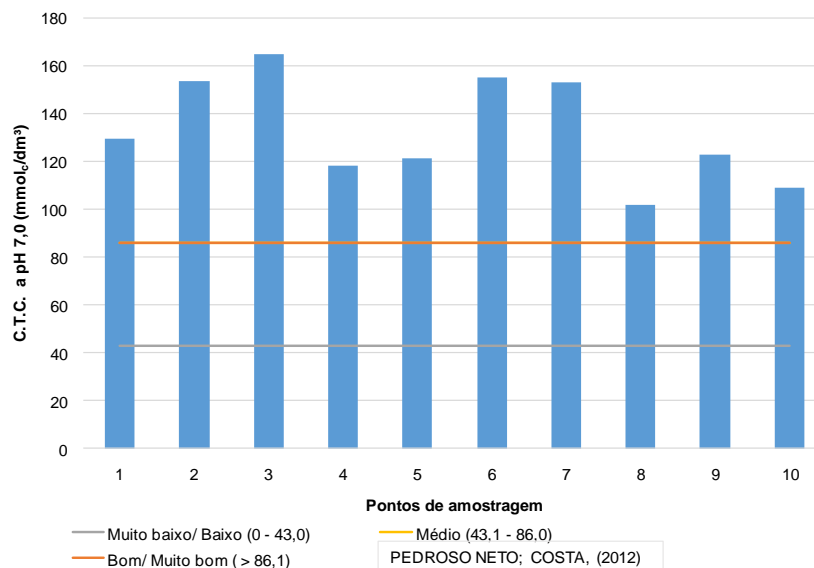
**Figura 32.** Teores de matéria orgânica (MO) do solo nos pontos de coleta na borda da MRC.



Pela análise da Figura 33, pode-se analisar os resultados da CTC a pH 7, os quais encontram-se todos acima de 86,1 mmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>, classificados como Bom/ Muito bom por Pedroso Neto e Costa (2012).

Sobral *et al.* (2015) dizem que grande parte da CTC origina-se da MO, pois a matéria orgânica é a fonte principal de cargas negativas superficiais (BRAGA *et al.*, 2005). Considerando as altas taxas de MO que o solo apresentou em todos os pontos (Figura 32), entende-se que tais níveis possuem influencia nos bons resultados encontrados da CTC.

**Figura 33.** Capacidade de troca catiônica (CTC) do solo nos pontos de coleta.



Os resultados de CTC altos mostram-se favoráveis as condições ambientais da Mata, visto que os níveis de CTC mais altos significam que há a retenção de nutrientes importantes no processo de desenvolvimento das plantas, retenção de água e sua estruturação (BRAGA *et al.*, 2005; SOBRAL *et al.*, 2015), retenção essa característica de solos com maior taxas de MO e conseqüentemente mais argilosos, explicando assim porque solos mais arenosos tendem a apresentar baixa CTC e MO menores.

A síntese dos resultados do solo pode ser observada no Quadro 10.

**Quadro 12.** Classificação dos parâmetros do solo nos pontos de coleta na borda da MRC.

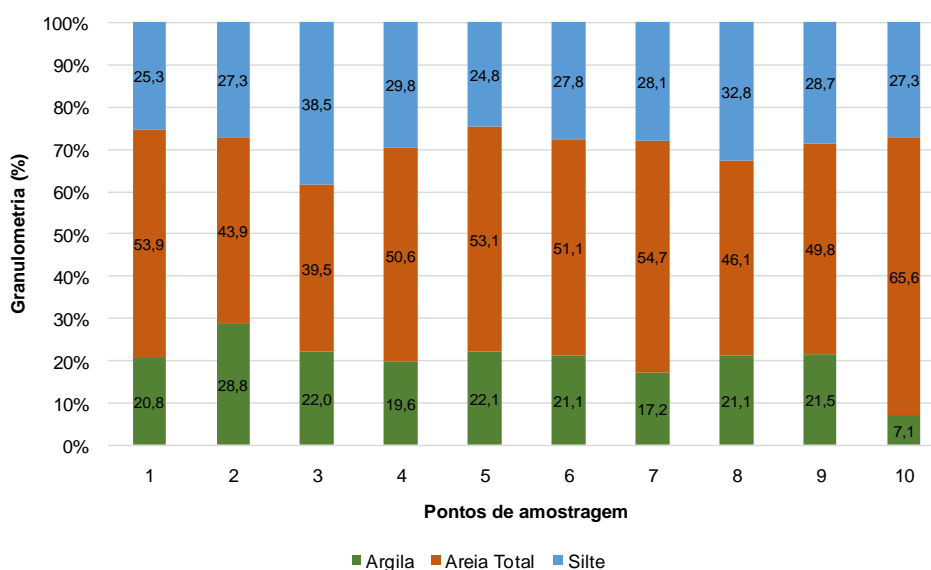
| Pontos→                                      | 1              | 2              | 3              | 4              | 5              | 6              | 7              | 8              | 9              | 10             |
|--|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| <b>Parâmetros↓</b>                           |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |
| Mg (mmol <sub>e</sub> /dm <sup>3</sup> )     | Alto           | Alto           | Alto           | Alto           | Alto           | Alto           | Alto           | Alto           | Alto           | Alto           |
| Ca (mmol <sub>e</sub> /dm <sup>3</sup> )     | Alto           | Alto           | Alto           | Alto           | Alto           | Alto           | Alto           | Alto           | Alto           | Alto           |
| K (mmol <sub>e</sub> /dm <sup>3</sup> )      | Alto           | Muito alto     | Médio          | Médio          | Médio          | Médio          | Alto           | Alto           | Alto           | Alto           |
| P (mg/dm <sup>3</sup> )                      | Muito alto     | Alto           | Alto           | Alto           | Alto           | Alto           | Muito alto     | Alto           | Alto           | Alto           |
| pH   | Acidez baixa   | Muito baixa    | Acidez baixa   | Acidez baixa   | Acidez alta    | Acidez média   | Acidez baixa   | Acidez baixa   | Acidez alta    | Acidez alta    |
| V%   | Bom/ Muito bom | Bom/ Muito bom | Bom/ Muito bom | Bom/ Muito bom | Médio          | Muito bom      | Muito bom      | Muito bom      | Médio          | Médio          |
| M.O. (g/dm <sup>3</sup> )                    | Alta           | Alta           | Alta           | Alta           | Alta           | Alta           | Alta           | Alta           | Alta           | Alta           |
| C.T.C. (mmol <sub>e</sub> /dm <sup>3</sup> ) | Bom/ Muito bom | Bom/ Muito bom | Bom/ Muito bom | Bom/ Muito bom | Bom/ Muito bom | Bom/ Muito bom | Bom/ Muito bom | Bom/ Muito bom | Bom/ Muito bom | Bom/ Muito bom |

Mg = Mágnesio; Ca = Cálcio; K = Potássio; P= Fósforo; pH = Potencial hidrogeniônico; V% = Saturação por bases; M.O. Matéria Orgânica; CTC = Capacidade de troca catiônica.

Fonte: Pedroso Neto; Costa (2012); Rajj *et al.* (1997).

Por meio da Figura 34 foi possível fazer uma análise geral das porcentagens granulométricas de argila, silte e areia, na qual observa-se que: com exceção dos pontos 3 e 10, os demais possuem um comportamento granulométrico semelhante, sendo o ponto 3 o que apresentou maior porcentagem de silte e a menor de areia, enquanto que o ponto 10 foi o que apresentou maior porcentagem de areia e o menor de argila na sua composição.

Braga *et al.*, (2005) citam que todas as três frações (silte, areia e argila) possuem funções importantes na estrutura, na composição e fertilidade do solo, dizendo ainda que a presença dos três em quantidades adequadas (nem tão altas e nem tão baixas) são fundamentais para um solo de boa qualidade e longevidade.

**Figura 34.** Análise granulométrica do solo nos pontos de coleta na borda da MRC.

Na análise textural simplificada de Pedroso Neto e Costa (2012) os pontos de 1 a 9 estariam classificados como tendo solo de classe Franco (médio) e o ponto 10 da classe arenoso (Tabela 10), interpretação essa que considera somente o teor de argila do solo.

Já utilizando a classificação detalhada dos mesmos autores, onde considera-se as três porcentagens (de argila, silte e areia); chegou-se que o solo no ponto 1, 5 e 6 ficou como sendo franco-argilo-arenoso, no ponto 2, 3, 4, 8 e 9 como solo franco e no ponto 10 como franco-arenoso, conforme disposto na Tabela 10.

**Tabela 10.** Classificação textural do solo nos dez pontos de coleta na borda da MRC.

|                               | 1                         | 2              | 3              | 4              | 5                         | 6                         | 7                | 8              | 9              | 10               |
|-------------------------------|---------------------------|----------------|----------------|----------------|---------------------------|---------------------------|------------------|----------------|----------------|------------------|
| Argila (%)                    | 20,8                      | 28,8           | 22,0           | 19,6           | 22,1                      | 21,1                      | 17,2             | 21,1           | 21,5           | 7,1              |
| Silte (%)                     | 25,3                      | 27,3           | 38,5           | 29,8           | 24,8                      | 27,8                      | 28,1             | 32,8           | 28,7           | 27,3             |
| Areia total (%)               | 53,9                      | 43,9           | 39,5           | 50,6           | 53,1                      | 51,1                      | 54,7             | 46,1           | 49,8           | 65,6             |
| Classe textural simplificada* | Franco (médio)            | Franco (médio) | Franco (médio) | Franco (médio) | Franco (médio)            | Franco (médio)            | Franco (médio)   | Franco (médio) | Franco (médio) | Arenoso          |
| Classe textural detalhada*    | Franco - argilo - arenosa | Franca         | Franca         | Franca         | Franco - argilo - arenosa | Franco - argilo - arenosa | Franco - arenosa | Franca         | Franca         | Franco - arenosa |

\*Fonte: Pedroso Neto e Costa (2012).

Solos de textura média podem ainda ser classificados como barrentos na literatura de Braga *et al.* (2005), sendo solos com composição granulométrica mais equilibrada segundo os autores.

### 6.2.3. Microclima

A discussão do microclima neste estudo se deu por meio da temperatura e umidade do ar, analisando dados de três dias de coleta por estação, totalizando doze dias amostrais de ambos os parâmetros.

Para viabilizar a análise de tal volume de dados, optou-se por trabalhar em um primeiro momento, com a temperatura máxima, mínima e média de cada um dos dias e por fim realizar a média entre estes três dias, chegando-se a uma média geral. Cabendo ressaltar que o ponto MET refere-se à estação meteorológica de referência do CEPAGRI (Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura).

Os resultados das médias gerais da temperatura e umidade do ar encontram-se ilustradas na Figura 35 e Figura 36 respectivamente.

Por meio da Figura 35 observou-se que as temperaturas no ponto 4 e 5 (borda da Mata) em geral foram amenas e estiveram semelhantes, apresentando variações leves, nas quais as temperaturas no ponto 4 aparecem suavemente mais altas que no ponto 5, devendo-se isso ao fato do ponto 5 estar à 20 metros para dentro da Mata, enquanto o ponto 4 encontra-se a menos de 1 metro da borda imediata, onde tende a sofrer maiores influências climáticas.

A umidade do ar (Figura 36) nestes dois pontos apresentou-se em geral alta, dentro do esperado, sendo os valores no ponto 4 menores que no ponto 5, comportamento observado em todas as estações.

Rodrigues (1998) *apud* Primack e Rodrigues (2001) descreveram que os efeitos de borda são mais intensos no limite zero da borda do que a 15-20 metros, e que tais efeitos de borda interferem diretamente no microclima nas faixas de borda de fragmentos florestais.

Ainda observando a Figura 35 e Figura 36 verificou-se que o ponto que apresentou as maiores temperaturas e menores médias de umidade em quase todos cenários foi o ponto 3 (que fica na parte mais alta do no terreno do condomínio e não tem árvores) havendo algumas exceções nas médias máximas.

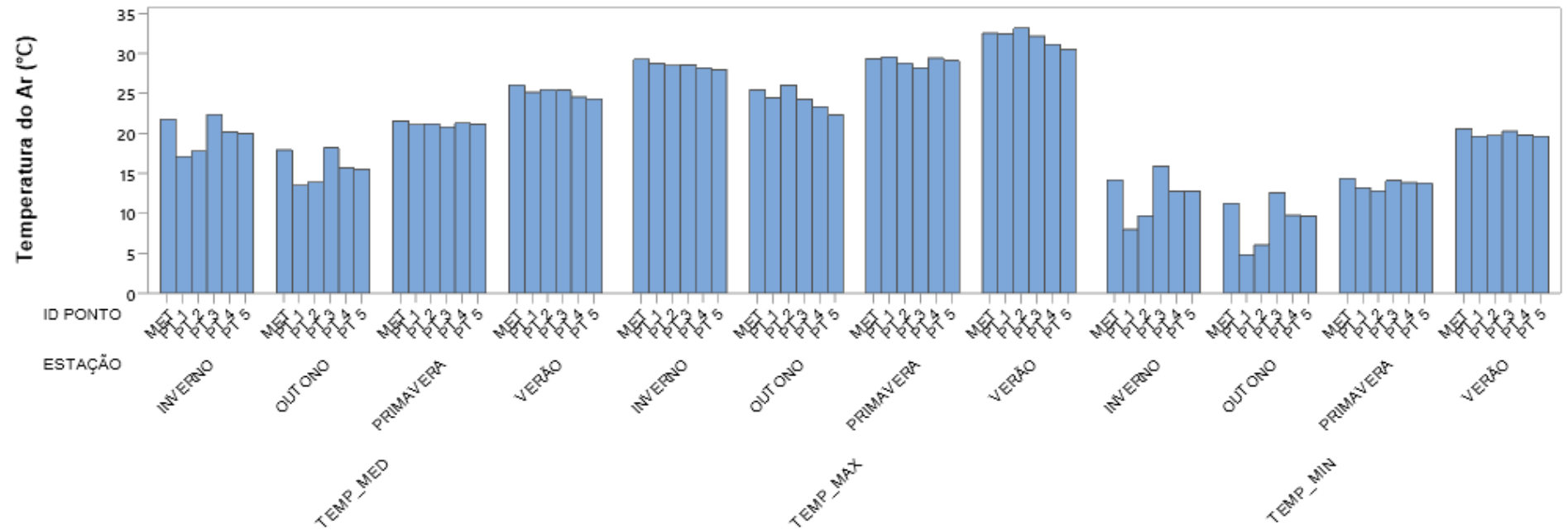
O comportamento térmico no ponto 1 que fica à aproximadamente 60 metros de distância de duas lagoas e o ponto 2 próximo mais ou menos 130 metros do Rio Atibaia, foi influenciado pela presença da água, sendo o comportamento de ambos

semelhante e neles identificados em geral as maiores amplitudes térmicas e as maiores porcentagens de umidade do ar, devido a evaporação da água.

Segundo Dacanal (2011) a umidade do ar encontra-se intimamente ligada à evaporação da água, sendo a evaporação maior em locais com incidência de radiação solar de forma direta. Jardim (2011) reafirma esta relação, ao dizer que a presença de rios tende a aumentar a umidade do ar por meio do processo de evaporação da água (JARDIM, 2011).

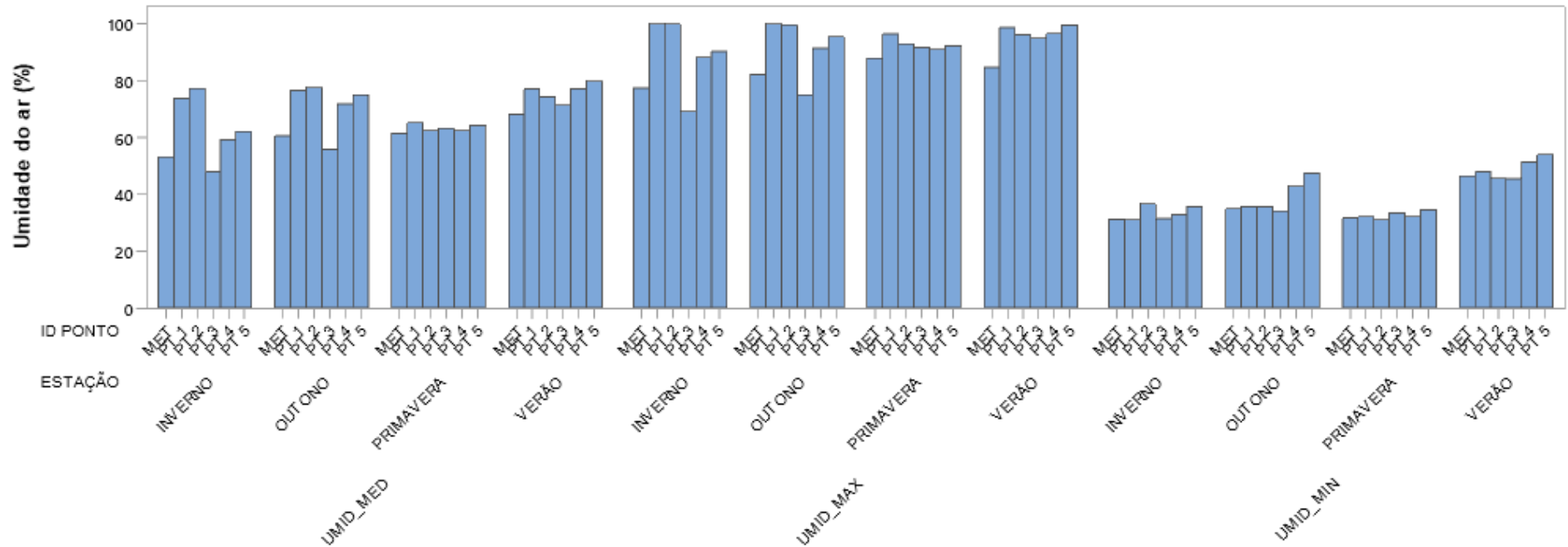


**Figura 35.** Média geral da temperatura média do ar, máxima e mínima de três dias em cada estação e por ponto de coleta.



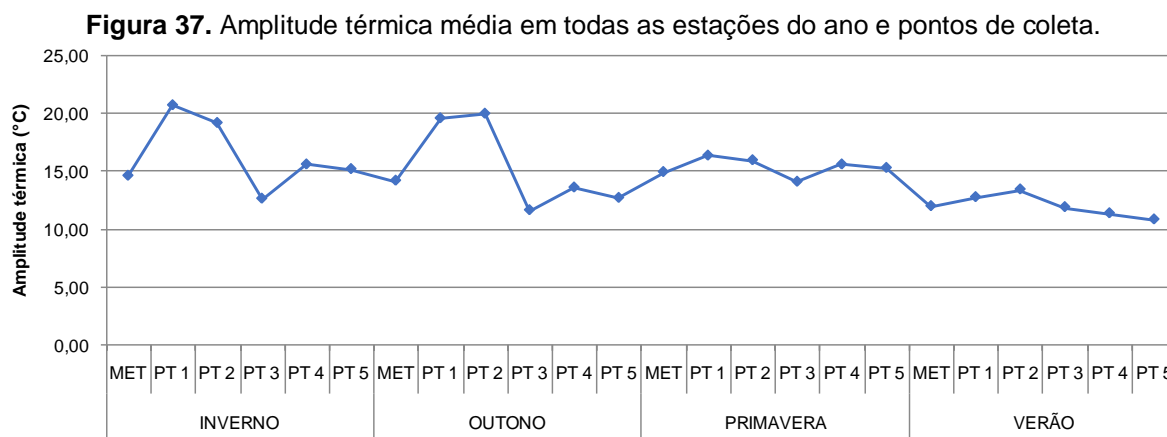
ID PONTO = Identificação do ponto de coleta; MET = Estação meteorológica (CEPAGRI); PT 1 = Ponto 1; PT 2 = Ponto 2; PT 3 = Ponto 3; PT 4 = Ponto 4; PT 5 = Ponto 5; TEMP\_MED = Temperatura média do ar em cada dia de coleta; TEMP\_MAX = Temperatura máxima do ar em cada dia de coleta; TEMP\_MIN = Temperatura mínima do ar em cada dia de coleta.

**Figura 36.** Média geral da umidade média do ar, máxima e mínima de três dias em cada estação e por ponto de coleta.



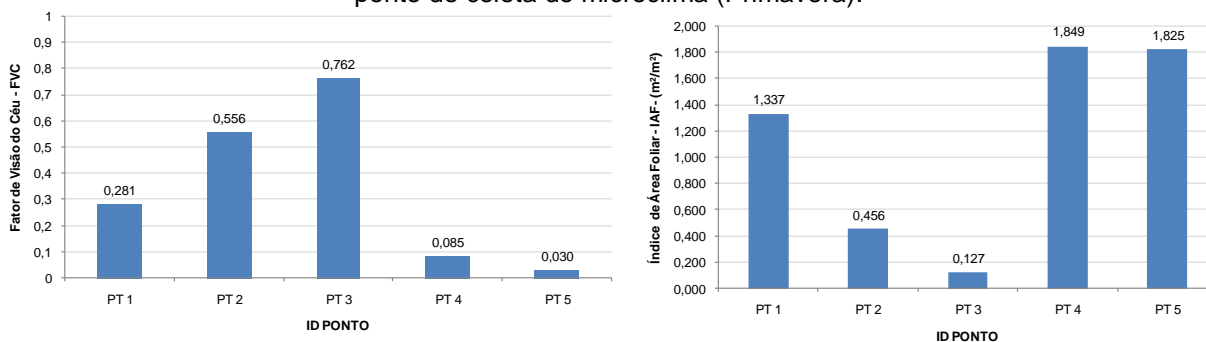
ID PONTO = Identificação do ponto de coleta; MET = Estação meteorológica (CEPAGRI); PT 1 = Ponto 1; PT 2 = Ponto 2; PT 3 = Ponto 3; PT 4 = Ponto 4; PT 5 = Ponto 5; UMID\_MED = Umidade média do ar em cada dia de coleta; UMID\_MAX = Umidade máxima do ar em cada dia de coleta; UMID\_MIN = Umidade mínima do ar em cada dia de coleta.

Na Figura 37 observa-se que as maiores amplitudes foram no ponto 1 e 2 no inverno e no outono, que são os períodos mais secos do ano e com as menores temperaturas em Campinas e conseqüentemente maior evaporação da água, o que fez com que a umidade média do ar (Figura 36) fosse mais alta (nesses dois pontos) no inverno e no outono do que na primavera e no verão, quando costuma chover mais e a média geral da umidade tenderia ser a mais alta (CEPAGRI, 2022).



As menores amplitudes térmicas (Figura 37) e as menores médias de umidade do ar (Figura 36) foram em geral no ponto 3, que encontra-se em área de céu mais aberto que as demais, com pouca influencia direta da vegetação, conforme pode ser observado através da representação do fator de visão do céu e do índice de área foliar na Figura 38.

**Figura 38.** Análise do comportamento do fator de visão do céu e do índice de área foliar em cada ponto de coleta do microclima (Primavera).



Obs: As fotografias hemisféricas utilizadas na avaliação do IAF e FVC foram tiradas na primavera (02/12/2021).

O fator de visão do céu representa a área desobstruída do céu, enquanto que o índice de área foliar expressa a área ocupada pela comunidade vegetal; apesar de possuírem escalas diferentes, neste estudo um parâmetro serve de reafirmação para

o outro e ambos auxiliam na discussão da influencia da vegetação no microclima por estarem diretamente ligados à quantidade de radiação dispersa.

Observando o índice de área foliar e o fator de visão do céu (Figura 38), entende-se por que as médias da umidade (Figura 36) foram altas e estáveis dentro da Mata (nos pontos 4 e 5), assim como as temperaturas (Figura 35) foram baixas e com baixas amplitudes (Figura 37).

A temperatura do ar em uma área sem vegetação ou com pouca, tende a ter maiores variações do que em uma área com vegetação, onde a ação de ventos e chuvas rápidas tendem a impactá-la com maior intensidade, enquanto que em áreas vegetadas o dossel acaba por interceptar parte da chuva (JARDIM, 2011).

Jardim (2011) ainda cita que as áreas vegetadas funcionam como uma espécie de estufa, onde as mudanças na temperatura tendem a ter menores amplitudes térmicas do que em ambientes abertos, pois a umidade relativa do ar é intensificada pelo processo de evapotranspiração das plantas, que atuam também na menor dissipação dessa umidade, e esta por sua vez influencia positivamente na temperatura.

Neste sentido, as altas taxas do IAF e os valores pequenos de FVC (Figura 38) nos pontos 4 e 5 justificam a baixa amplitude térmica nesses pontos, as temperaturas amenas e a umidade do ar alta.

Em geral são diversos os fatores que podem influenciar na temperatura e na umidade do ar como, entre eles o efeito de borda (em fragmentos florestais), presença e tipo de vegetação, massas de ar, proximidade a corpos d'água, tipo de clima, grau de impermeabilização da superfície, incidência solar direta, urbanização etc. (DACANAL, 2011; ROSALEM *et al.*, 2016; PRIMACK; RODRIGUES, 2001).

Outro fator que pode influenciar na temperatura do ar é a altitude, Fritzsons, Mantovani e Aguiar (2008) citam em seus estudos em regiões tropicais que a altitude possui influencia na temperatura do ar, pois a pressão atmosférica em ambientes mais altos tende a diminuir a temperatura do ar, sendo constatadas variações mais significativas a cada 100 metros ou mais, devendo-se ainda considerar a exposição a ventos, sua direção e outras condições climáticas.

Avaliando a diferença de altitude na presente discussão, entende-se que ocorreu justamente ao contrário do observado no estudo de Fritzsons, Mantovani e Aguiar (2008), pois especialmente no inverno e no outono o ponto 3 localizado na maior altitude (795m) apresentou as maiores médias de temperatura e as menores

foram no ponto 1 (alt = 634m) e no ponto 2 (alt = 631m), isso ocorreu devido a outros fatores de influencia, que neste estudo mostraram-se mais significativos que a altitude, como por exemplo o fato do ponto 2 ser o ponto mais desprovido de vegetação, ficando exposto a incidência solar direta e ventos, enquanto que o ponto 1 e 2 foram influenciados pelo vapor da água (do Rio Atibaia e lagoas), que fez com houvesse nesses pontos as maiores médias de umidade relativa do ar (no inverno e no outono) e conseqüentemente as menores temperaturas.

Sendo a discussão da condição climática nas bordas do fragmento um dos pilares da avaliação do estado (E) na metodologia PEIR, buscou-se sintetizar as discussões do microclima feitas até aqui, utilizando para isso o dia médio de ambos os parâmetros nas estações extremas (verão e inverno), conforme pode ser observado na Figura 39 e Figura 40.

Comparando os pontos na Figura 39 e Figura 40 observa-se que as temperaturas durante o dia no ponto 4 estiveram suavemente mais altas do que no ponto 5 assim como os valores de umidade no ponto 4 estiveram suavemente mais baixos do que no ponto 5 no decorrer do dia.

A umidade e a temperatura no ponto 4 e 5 apesar de estarem na borda apresentaram altas umidades e temperaturas amenas, sobressaindo-se pela qualidade, principalmente no verão.

No inverno as umidades foram as mais altas e as temperaturas foram as mais amenas nos pontos 1 e 2, devido a presença da água. Ainda no inverno as temperaturas mais altas e as menores umidades durante o dia foram em geral no ponto 3.

Os valores de umidade e temperatura de fato variaram mais no inverno do que no verão. Também foi possível observar que durante o dia as temperaturas sobem e a noite ocorre arrefecimento.

Por fim pode-se afirmar que o comportamento em área de Mata foi um, enquanto o de pontos próximos água e com árvores foi outro e o comportamento em um ponto distante da água e sem vegetação foi outro.

Com a análise do microclima observou-se também a correlação entre umidade relativa e a temperatura do ar, apresentando comportamentos sincronizados (um sobe e o outro desce).

Figura 39. Dia médio da temperatura e da umidade do ar no Inverno.

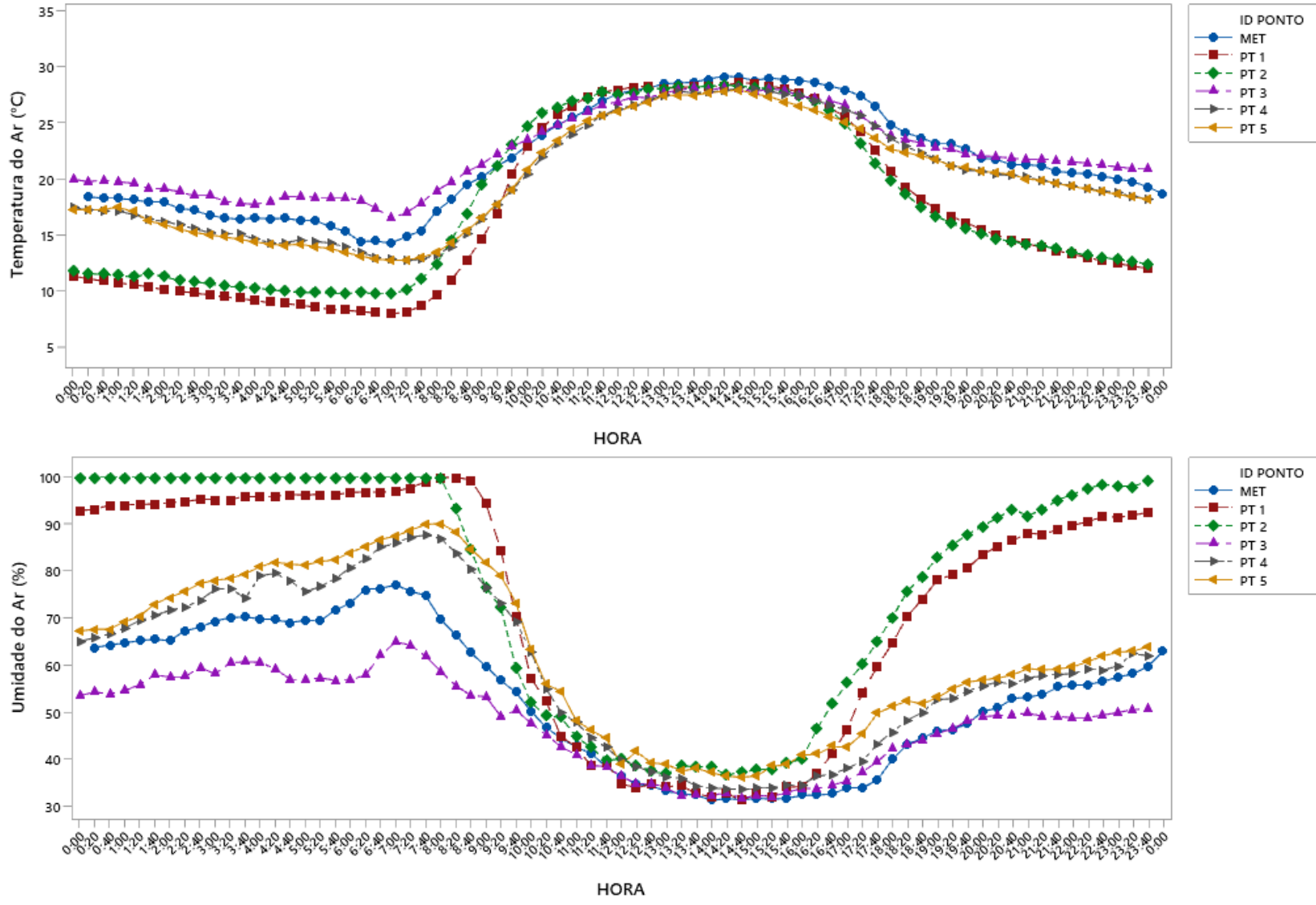
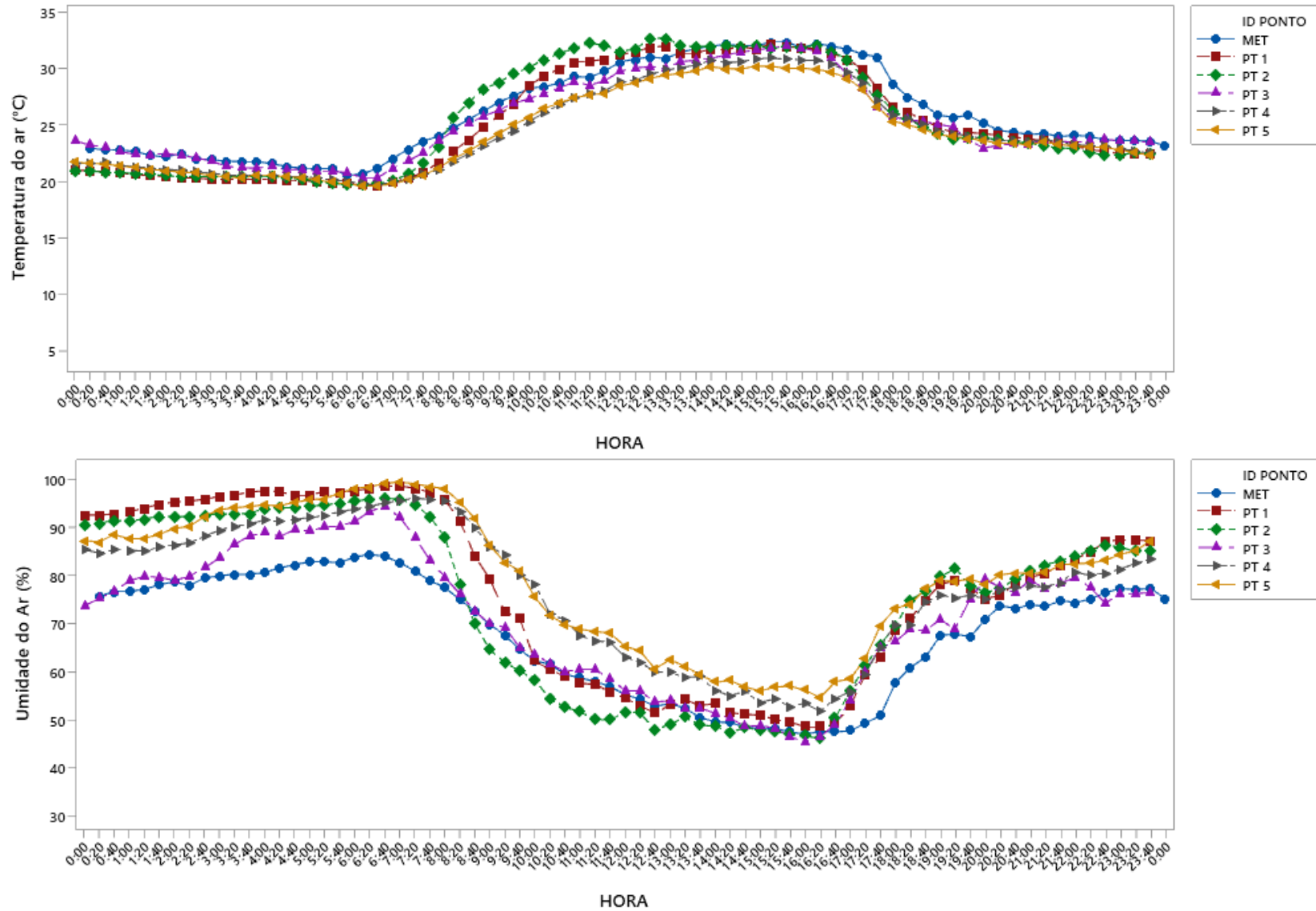


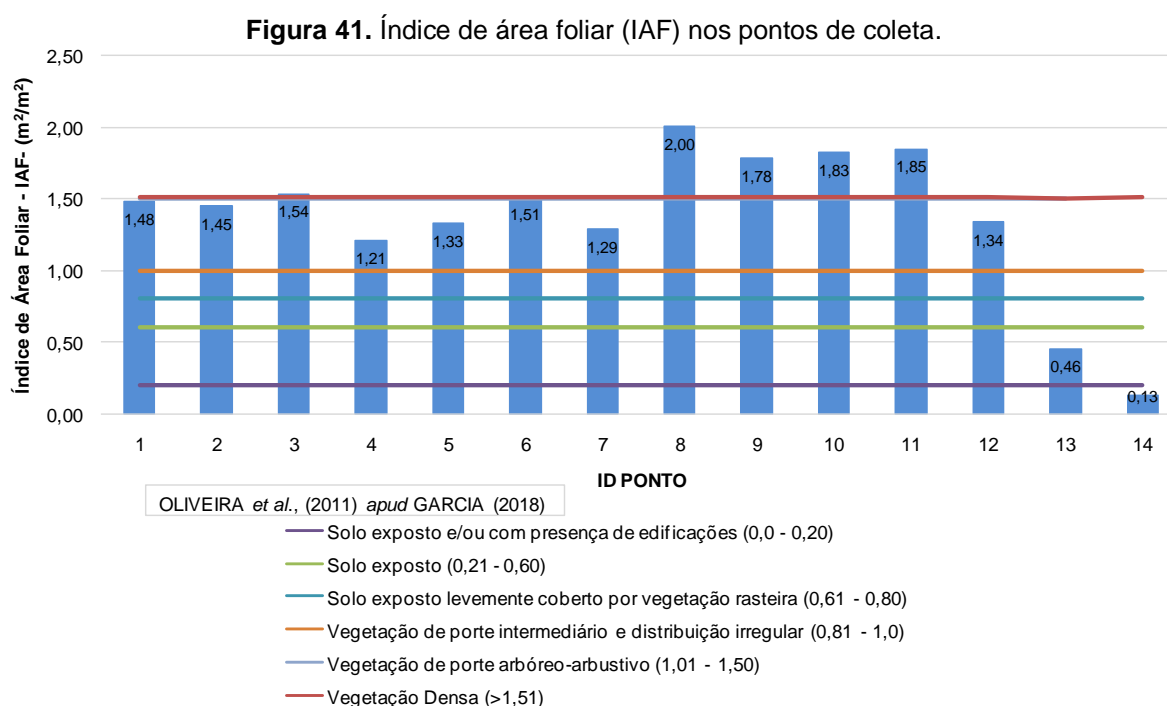
Figura 40. Dia médio da temperatura e da umidade do ar no Verão.



Sendo possível, após as análises, afirmar ainda que a densidade da vegetação na borda da MRC influenciou positivamente no conforto térmico e nas condições da umidade e temperatura, porém para se afirmar que as condições do microclima na borda estão favoráveis seria necessário que houvesse a comparação destes dados com dados de temperatura e umidade de um cenário referencial (vegetação preservada no interior da Mata, ou seja, longe da área de borda).

#### 6.2.4. Vegetação

Para avaliar a cobertura vegetal utilizou-se o IAF, obtido por meio das fotografias hemisféricas, sendo que os resultados do IAF encontram-se dispostos na Figura 41 juntamente com a escala adaptada de Oliveira *et al.* (2011) *apud* Garcia (2018). É importante lembrar que as fotografias foram tiradas na primavera, quando a vegetação em geral tende a estar em pleno vigor com novas folhas e florada (PRIMACK; RODRIGUES, 2001).



O IAF em parte dos pontos amostrados ficou classificado como área com vegetação de porte arbóreo-arbustivo (1,01 – 1,50 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>), já nos pontos 3, 6, 8, 9, 10 e 11 o IAF foi  $\geq 1,51$  m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>, estando estes pontos classificados como em área de vegetação densa, o que demonstra pontos com maior densidade da comunidade vegetal.



É importante se levar em consideração as variações na dinâmica nos ambientes limítrofes da Mata, tendo em vista que existem espécies que não se desenvolvem bem em áreas de borda e que por esta razão são reduzidas e/ou até extintas, isso, somado a outras questões dos efeitos de borda, podem aqui explicar tais variações nos valores do IAF na borda do fragmento (PRIMACK, RODRIGUES, 2001).

O ponto 12 encontra-se fora da Mata e seu alto IAF justifica-se pela presença de diversas árvores no entorno do ponto. O ponto 13 apresentou IAF igual a 0,46 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> e ficou enquadrado como em área de solo exposto, o que condiz com a realidade, sendo área de solo exposto e baixa presença de árvores no entorno imediato. Já o 14 foi o ponto que apresentou o menor IAF, ficou classificado na escala como área com solo exposto e/ou presença de construções, pois este é o ponto com maior carência de vegetação arbórea no entorno e também o mais próximo de casas.

No estudo de Garcia *et al.* (2018) realizado em um fragmento em Campinas-SP, foi observado que valores de IAF no interior do fragmento tendem a ser mais altos que nas bordas, havendo ocasionalmente pontos na borda com altos valores de IAF, justificados pelo bom estado da vegetação nestes pontos onde ocorreu manejo em prol da preservação do fragmento. No estudo de Garcia *et al.* (2018) a média do IAF nas bordas foi de 1,67 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>, valor próximo da média (nas bordas) encontrada neste estudo, que foi de 1,57 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>.

Entende-se que para melhor avaliação das condições da vegetação na borda da Mata, haveria necessidade de avaliar o IAF em diferentes pontos e estratos florestais indo em direção ao núcleo da MRC, possibilitando assim a comparação entre as diferentes condições de conservação da flora e a real influencia dos efeitos de borda.

### **6.3. Análise do elemento impacto**

Com a listagem dos principais impactos sobre a área da Mata e entorno, já com suas respectivas valorações dos atributos em cada impacto, realizou-se então a classificação destes como baixo, médio ou alto, conforme pode ser observado nas Tabelas 11 a 13.

Na Tabela 11 se observa que entre os impactos adversos mais significativos sobre o solo destacaram-se o uso e ocupação, compactação e solo exposto, sendo impactos que necessitariam de alguma atenção e/ou ação visando amenizá-los. Dos impactos positivos sobre o solo a extensa área permeável classificou-se como de alta significância assim como os bons níveis de CTC e M.O. que são elementos fundamentais na fertilidade e bom estado do solo.

**Tabela 11.** Matriz de Impactos no meio abiótico.

| MATA RIBEIRÃO CACHOEIRA |  |                        |           |               |               |              |                 |             |                                      |
|-------------------------|--|------------------------|-----------|---------------|---------------|--------------|-----------------|-------------|--------------------------------------|
| CLASSE DE ESTUDO        | IMPACTOS   | CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO |           |               |               |              |                 |             | CLASSIFICAÇÃO FINAL DO IMPACTO (CFI) |
|                         |  | CARÁTER                | MAGNITUDE | SIGNIFICANCIA | PROBABILIDADE | DURABILIDADE | REVERSIBILIDADE | ABRANGÊNCIA |                                      |
| SOLO                    | Compactação  | -1                     | 3         | 3             | 5             | 5            | 1               | 3           | -20                                  |
|                         | Solo exposto   | -1                     | 3         | 1             | 5             | 5            | 1               | 3           | -18                                  |
|                         | Permeabilidade                                       | +1                     | 5         | 5             | 5             | 5            | 1               | 5           | 26                                   |
|                         | Tipos de uso e ocupação do solo                      | -1                     | 3         | 3             | 5             | 5            | 5               | 3           | -24                                  |
|                         | CTC a pH7 (mmol <sub>e</sub> /dm <sup>3</sup> )      | +1                     | 5         | 5             | 5             | 5            | 1               | 3           | 24                                   |
|                         | M.O. (g/dm <sup>3</sup> )                            | +1                     | 5         | 5             | 5             | 5            | 1               | 3           | 24                                   |
|                         | Erosão   | -1                     | 1         | 1             | 3             | 5            | 1               | 1           | -12                                  |
|                         | Descarte irregular de resíduos sólidos               | -1                     | 1         | 1             | 3             | 5            | 1               | 1           | -12                                  |
| ÁGUA                    | Presença de <i>Escherichia coli</i> (NMP/100mL)      | -1                     | 3         | 3             | 5             | 1            | 1               | 5           | -18                                  |
|                         | Represamento de nascentes e captação ilícita da água | -1                     | 5         | 5             | 5             | 5            | 1               | 5           | -26                                  |
|                         | DBO (mg/L)   | +1                     | 3         | 3             | 5             | 1            | 1               | 5           | 18                                   |
|                         | OD (mg/L)  | -1                     | 1         | 3             | 5             | 1            | 1               | 5           | -16                                  |
|                         | Volume de água                                       | -1                     | 5         | 5             | 5             | 5            | 1               | 5           | -26                                  |
|                         | IQA  | +1                     | 3         | 5             | 5             | 1            | 1               | 5           | 20                                   |
|                         | Poços artesianos                                     | -1                     | 1         | 3             | 5             | 5            | 5               | 5           | -24                                  |
| MICROCLIMA              | Temperatura(°C) e umidade do ar (%)                  | +1                     | 3         | 5             | 5             | 1            | 1               | 3           | 18                                   |
|                         | Mudanças climáticas                                  | -1                     | 3         | 5             | 5             | 5            | 1               | 5           | -24                                  |

■ Impacto positivo médio   
 ■ Impacto positivo alto   
 ■ Impacto negativo de baixa importância  
■ Impacto negativo de média importância   
 ■ Impacto negativo de alta importância

Fonte: Adaptado de Garcia (2018).

Ainda sobre a Tabela 11 observando os impactos sobre a água, sobressaiu-se entre os impactos negativos, classificados como de alta importância, a questão do represamento das nascentes pontuado como -26, que interfere por sua vez no baixo volume de água, este último também enquadrado entre os impactos negativos de

maior peso (-26) assim como a presença dos poços artesianos (de peso final -24) que tendem a contribuir para diminuição das reservas subterrâneas de água. Ainda observando os impactos da água, nota-se que entre os impactos positivos, os que obtiveram melhor classificação foram a DBO por seu valor baixo e o IQA que foi alto, pontuados com nota 18 e 20 respectivamente, configurando o bom enquadramento do Ribeirão Cachoeira.

No microclima a temperatura e a umidade do ar ficaram enquadrados como impactos positivos médios, pelos valores terem se mostrado satisfatórios na borda da Mata. Já as mudanças climáticas, têm influenciado em extremos climáticos e conseqüentemente no meio ambiente como um todo, tratando-se então de um impacto adverso e ficando aqui classificado como de alta importância.

Na Tabela 12 de avaliação dos impactos sobre meio biótico, o que pior ficou ranqueado, classificado como impacto negativo de alta importância, foi a ausência de APP em algumas nascentes que encontram-se fora da MRC e que contribuem no Ribeirão Cachoeira.

**Tabela 12.** Matriz de Impactos no meio biótico.

| MATA RIBEIRÃO CACHOEIRA |  |                        |           |               |               |              |                 |                                      |             |
|-------------------------|--|------------------------|-----------|---------------|---------------|--------------|-----------------|--------------------------------------|-------------|
| CLASSES DE ESTUDO       | IMPACTOS                                   | CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO |           |               |               |              |                 | CLASSIFICAÇÃO FINAL DO IMPACTO (CFI) |             |
|                         |  | CARÁTER                | MAGNITUDE | SIGNIFICANCIA | PROBABILIDADE | DURABILIDADE | REVERSIBILIDADE |                                      | ABRANGÊNCIA |
| FAUNA E FLORA           | Queimadas                                  | -1                     | 5         | 5             | 3             | 5            | 1               | 3                                    | -22         |
|                         | Ausência de mata ciliar/ APP               | -1                     | 5         | 5             | 5             | 5            | 1               | 5                                    | -26         |
|                         | Densidade da vegetação (IAF e FVC)         | +1                     | 3         | 5             | 3             | 3            | 1               | 3                                    | 18          |
|                         | Serrapilheira                              | +1                     | 1         | 3             | 5             | 5            | 1               | 3                                    | 18          |
|                         | Biodiversidade local                       | +1                     | 3         | 5             | 5             | 5            | 1               | 3                                    | 22          |
|                         | Proibição de caça                          | +1                     | 3         | 3             | 5             | 5            | 1               | 3                                    | 20          |
|                         | Afugentamento da fauna                     | -1                     | 3         | 3             | 5             | 3            | 1               | 5                                    | -20         |
|                         | Conectividade entre fragmentos             | +1                     | 1         | 5             | 3             | 5            | 1               | 5                                    | 20          |
|                         | Proibição de extração de espécies da flora | +1                     | 3         | 3             | 5             | 5            | 1               | 3                                    | 20          |
|                         | Árvores mortas                             | -1                     | 1         | 1             | 3             | 5            | 1               | 1                                    | -12         |
|                         | Efeito de borda                            | -1                     | 3         | 3             | 5             | 5            | 1               | 1                                    | -18         |
|                         | Ictiofauna                                 | +1                     | 3         | 3             | 5             | 1            | 1               | 5                                    | 18          |
|                         | Lianas e cipós nas bordas                  | -1                     | 3         | 3             | 5             | 5            | 5               | 3                                    | -20         |
|                         | Fauna exótica                              | -1                     | 3         | 3             | 5             | 5            | 1               | 3                                    | -20         |
|                         | Flora exótica                              | -1                     | 1         | 1             | 3             | 5            | 1               | 3                                    | -14         |

Impacto positivo médio      Impacto positivo alto      Impacto negativo de baixa importância

Impacto negativo de média importância      Impacto negativo de alta importância

Fonte: Adaptado de Garcia (2018).

Outro impacto significativo adverso observado na Tabela 12 foi a questão das queimadas; apesar de não ocorrer com frequência, o impacto de um incêndio florestal é catastrófico para os fragmentos florestais.

Entre os impactos positivos sobressaíram-se a proibição de caça e de extração de espécies da flora na área da MRC, o plano e ações realizadas em prol da conectividade entre fragmentos e também a biodiversidade bastante significativa existente neste fragmento, já tendo sido registrado na área presença de mais de 470 espécies de animais e 175 espécies de flora (CAMPINAS, 2012).

Já na Tabela 13 sobre os fatores sócio-culturais, um dos impactos positivos melhor pontuados foi o tombamento da Mata pelo CONDEPACC, o que gerou diversas restrições no entorno da MRC, favorecendo sua conservação.

A coleta de lixo também é um impacto positivo alto tendo em vista as centenas de quilos de resíduos sólidos gerados anualmente por cada brasileiro (ABRELPE, 2022), lixo este que se não coletado acarretaria diversas consequências ruins na área e para a população, como contaminação do solo e da água, mau odor, aparecimento de roedores, problemas de saúde pública entre outros.

Outro impacto positivo alto com nota final 26 foi a existência da ONG APAVIVA, cuja principal vertente é a preservação da MRC, estando esta à frente de ações de educação ambiental sobre o fragmento (ONG APAVIVA, 2022a).

As atividades de reflorestamento realizadas próximas das bordas da MRC também foi um dos impactos positivos classificado na matriz como alto, impacto este derivado das iniciativas da ONG APAVIVA e que beneficia não só a expansão e sobrevivência da Mata, como também APPs onde ocorreram plantio de mudas nativas e todo o ecossistema envolvido nas áreas.

Ainda sobre a Tabela 13, verificou-se que foram dois os impactos negativos de nota mais alta, um a questão da circulação de pessoas e veículos próximos a MRC que origina diversos problemas para esta, e o outro foi em relação à forte especulação imobiliária que existe na região da APA de Campinas, o que coloca em risco a existência de diversas áreas verdes; estando por fim ambos impactos classificados como negativos de alta importância, com necessidade de ações por parte dos órgãos públicos competentes para fiscalização e mitigação destes.

Tabela 13. Matriz de impactos no meio antrópico.

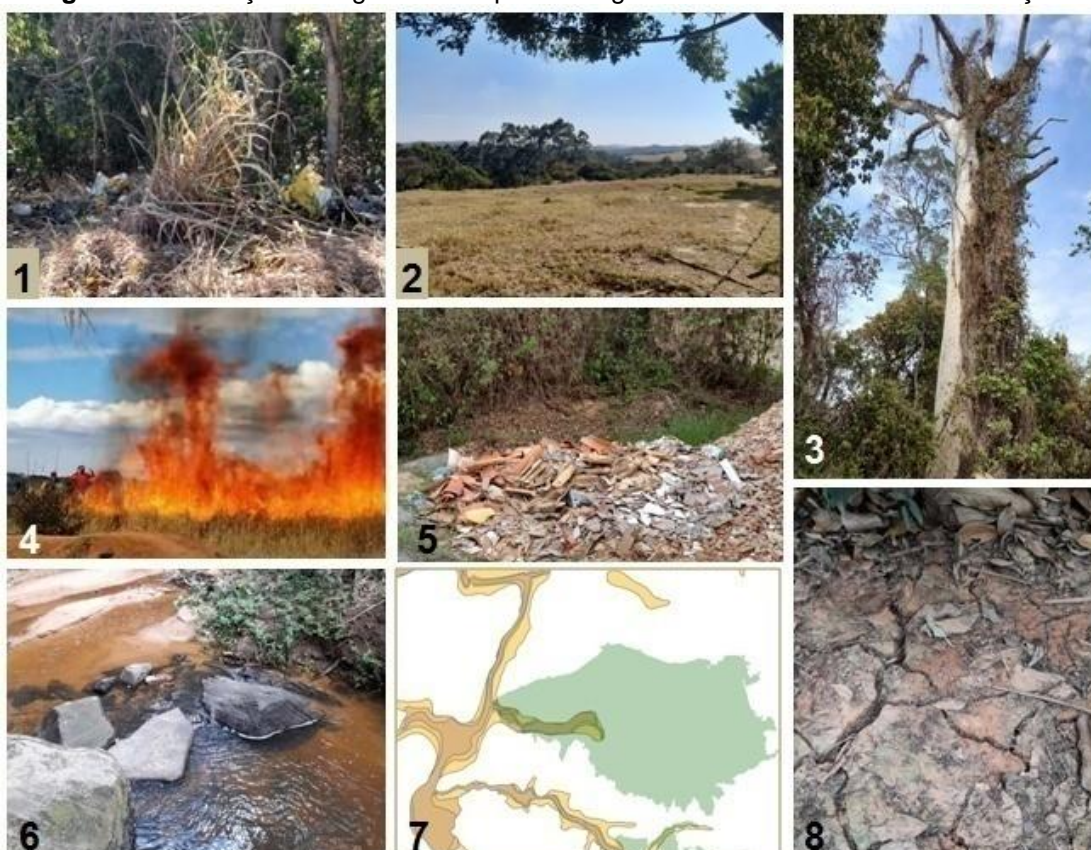
| MATA RIBEIRÃO CACHOEIRA |   |                        |           |               |               |              |                 |             |                                      |
|-------------------------|---|------------------------|-----------|---------------|---------------|--------------|-----------------|-------------|--------------------------------------|
| CLASSES DE ESTUDO       | IMPACTOS  | CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO |           |               |               |              |                 |             | CLASSIFICAÇÃO FINAL DO IMPACTO (CFI) |
|                         |   | CARÁTER                | MAGNITUDE | SIGNIFICANCIA | PROBABILIDADE | DURABILIDADE | REVERSIBILIDADE | ABRANGÊNCIA |                                      |
| FATORES SOCIO-CULTURAIS | Fossa séptica   | +1                     | 3         | 5             | 5             | 5            | 1               | 1           | 20                                   |
|                         | Agricultura familiar                                    | -1                     | 3         | 3             | 5             | 5            | 1               | 3           | -20                                  |
|                         | Controle do gabarito das construções no entorno da Mata | +1                     | 3         | 3             | 5             | 5            | 1               | 3           | 20                                   |
|                         | Aceiros   | +1                     | 3         | 5             | 5             | 1            | 1               | 3           | 18                                   |
|                         | Movimentação de máquinas, equipamentos e materiais      | -1                     | 1         | 3             | 5             | 5            | 1               | 3           | -18                                  |
|                         | Linha de transmissão de energia elétrica                | -1                     | 3         | 1             | 5             | 5            | 5               | 3           | -22                                  |
|                         | Tombamento da Mata como patrimônio cultural de Campinas | +1                     | 5         | 5             | 5             | 5            | 1               | 5           | 26                                   |
|                         | Coleta de lixo municipal                                | +1                     | 3         | 5             | 5             | 5            | 5               | 3           | 26                                   |
|                         | Reciclagem de resíduos sólidos                          | +1                     | 3         | 3             | 3             | 5            | 1               | 3           | 18                                   |
|                         | Velocidade máxima de 30 km/h nas vias                   | +1                     | 3         | 3             | 3             | 1            | 1               | 3           | 14                                   |
|                         | Densidade populacional                                  | +1                     | 3         | 3             | 5             | 5            | 1               | 3           | 20                                   |
|                         | Reflorestamento   | +1                     | 5         | 5             | 5             | 5            | 1               | 3           | 24                                   |
|                         | Visitação na Mata                                       | -1                     | 1         | 1             | 5             | 1            | 1               | 3           | -12                                  |
|                         | ONG APAVIVA/ Conscientização e educação ambiental       | +1                     | 5         | 5             | 5             | 5            | 1               | 5           | 26                                   |
|                         | Poluição atmosférica                                    | -1                     | 1         | 1             | 5             | 5            | 1               | 5           | -18                                  |
|                         | Geração de Poeira                                       | -1                     | 3         | 1             | 5             | 1            | 1               | 3           | -14                                  |
|                         | Placas de conscientização                               | +1                     | 1         | 3             | 5             | 1            | 1               | 3           | 14                                   |
|                         | Presença de cercas e arames                             | -1                     | 3         | 3             | 5             | 5            | 1               | 3           | -20                                  |
|                         | Caixas de contenção laterais                            | +1                     | 3         | 3             | 5             | 5            | 1               | 3           | 20                                   |
|                         | Poluição sonora   | -1                     | 3         | 3             | 5             | 5            | 1               | 3           | -20                                  |
|                         | Circulação de pessoas e veículos                        | -1                     | 5         | 5             | 5             | 5            | 1               | 5           | -26                                  |
|                         | Especulação imobiliária                                 | -1                     | 5         | 3             | 5             | 5            | 5               | 5           | -28                                  |
|                         | Poluição luminosa                                       | -1                     | 3         | 3             | 5             | 5            | 1               | 3           | -20                                  |
| Entulho                 | -1  | 1                      | 1         | 3             | 3             | 1            | 1               | -10         |                                      |
| Propensão a enchentes   | -1  | 1                      | 1         | 1             | 3             | 5            | 3               | -14         |                                      |

■ Impacto positivo médio   
 ■ Impacto positivo alto   
 ■ Impacto negativo de baixa importância  
■ Impacto negativo de média importância   
 ■ Impacto negativo de alta importância

Fonte: Adaptado de Garcia (2018).

Na Figura 42, encontram-se representados alguns dos impactos negativos observados na área e/ou na literatura, entre eles o incêndio florestal ocorrido em um dos lados da borda da Mata em Julho de 2021, que destruiu vários hectares de APPS que estavam em processo de restabelecimento.

**Figura 42.** Ilustração de alguns dos impactos negativos listados na matriz de interação.



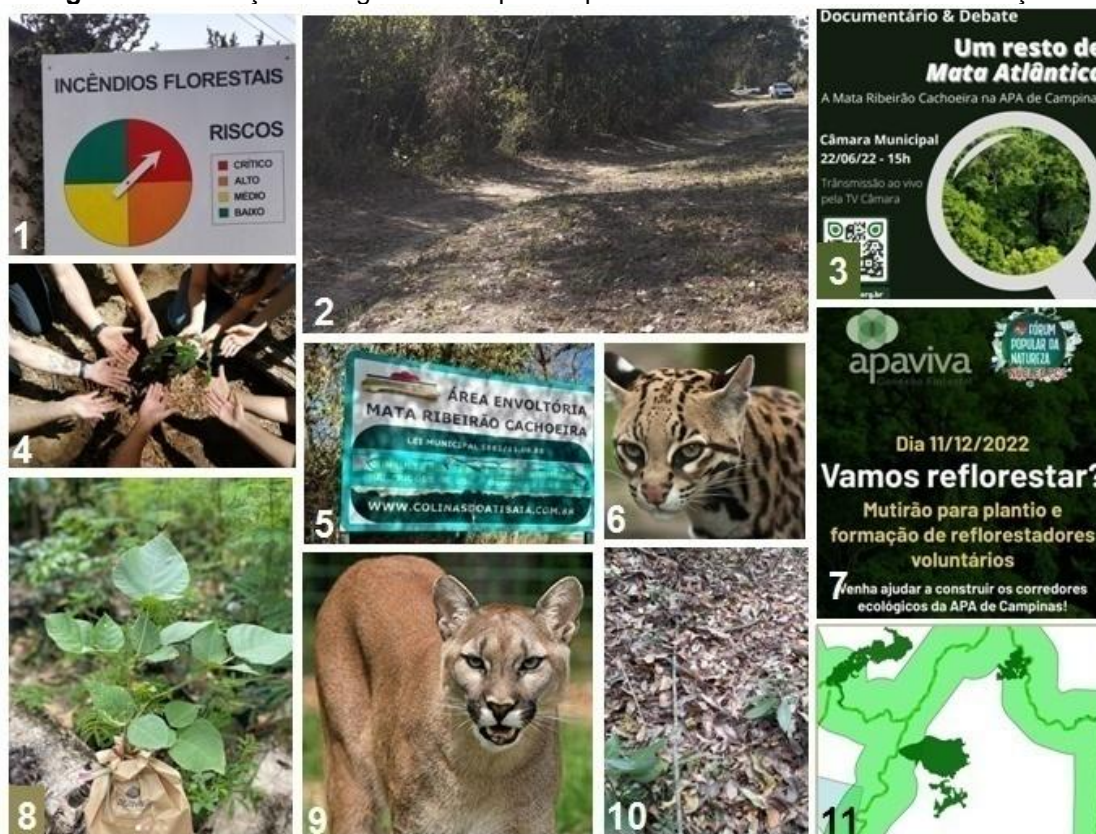
1. Presença de vegetação exótica e descarte irregular de lixo na borda da Mata; 2. Área de pasto/circulação de gado com compactação do solo; 3. Árvore morta na borda; 4. Incêndio florestal ocorrido em 2021 próximo à borda da MRC (ONG APAVIVA, 2022b); 5. Entulho na borda; 6. Baixo volume de água do Ribeirão Cachoeira; 7. Representação onde os tons terrosos demarcam as áreas suscetíveis à inundação (SVDS, 2022); 8. Solo degradado na borda da Mata.

Na Figura 43, pode-se observar alguns dos impactos benéficos listados na matriz, entre as figuras é possível ver, por exemplo, algumas das placas que existem dentro da área do condomínio e que buscam indicar questões relevantes à preservação da Mata, visualiza-se também o aceiro em um dos lados da Mata, divulgação de algumas das iniciativas da ONG APAVIVA, como o documentário sobre a importância da preservação da Mata Ribeirão e de fragmentos como ele, restos da Mata Atlântica e também ações de reflorestamento de APPs.

Também na Figura 43 é possível observar duas das espécies que podem ser encontradas na MRC, assim como plantio de mudas nativas para reflorestamento, serrapilheira presente no solo da Mata e no item 11 da figura observa-se possíveis

linhas de conectividade entre fragmentos mapeados pela SVDS (2022) juntamente com as áreas de influencia dessas linhas, que beneficiam o fluxo gênico e a circulação da fauna.

**Figura 43.** Ilustração de alguns dos impactos positivos listados na matriz de interação.



1. Placa alertando sobre o nível de risco de incêndio florestal segundo as condições climáticas; 2. Aceiro na borda do fragmento; 3. Divulgação de atividade referente ao documentário sobre a Mata Ribeirão Cachoeira organizado pela ONG APAVIVA (ONG APAVIVA, 2022b); 4. Plantio de mudas na borda da Mata organizada pela ONG APAVIVA (ONG APAVIVA, 2022b); 5. Placa indicando a área envoltória do fragmento regulamentada pela Resolução nº 38 de 2002; 6. Gato maracajá existente na Mata (ONG APAVIVA, 2022b); 7. Divulgação de atividade de reflorestamento organizada pela ONG APAVIVA (ONG APAVIVA, 2022b); 8. Atividade de plantio de mudas na borda da Mata organizada pela ONG APAVIVA (ONG APAVIVA, 2022b); 9. Onça parda existente na Mata (ONG APAVIVA, 2022b); 10. Serrapilheira dentro da Mata; 11. Representação das linhas e áreas de conectividade entre fragmentos (SVDS, 2022).

#### 6.4. Análise do elemento resposta

A análise das respostas deu-se por meio do levantamento de Leis, Decretos, ações e outros, empreendidos pelo poder público e organização não governamental visando atenuar os efeitos antrópicos em infraestruturas verdes como a Mata Ribeirão Cachoeira e/ou em Unidades de Conservação como a APA de Campinas, onde encontra-se inserida a Mata.

As respostas selecionadas possuem então algum grau de influência direta ou indireta frente às demandas da MRC e encontram-se no Quadro 11 classificadas em ordem cronológica de criação.

**Quadro 13.** Respostas em nível Nacional, Estadual e Municipal frente às demandas da MRC.

| Ano  | Resposta*           | Âmbito        | Ementa/ Objetivo  |
|------|---------------------|---------------|---|
| 1981 | L. 6.902/1981       | Nacional      | Dispõe sobre a criação de Estações Ecológicas, Áreas de Proteção Ambiental e dá outras providências.  |
| 2000 | L. 9.985/2000       | Nacional      | Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) e dá outras providências.   |
| 2001 | L. 10.841/2001      | Municipal     | Dispõe sobre a criação do Sistema de Administração da qualidade ambiental e de proteção dos recursos naturais e animais do Conselho Municipal de Meio Ambiente (COMDEMA) e dá outras providências.  |
| 2001 | L. 10.850/2001      | Municipal     | Cria a Área de Proteção Ambiental (APA) do Município de Campinas, regulamenta o uso e ocupação do solo e o exercício de atividades pelo setor público e privado, cria também o Conselho Gestor da APA (CONGEAPA).   |
| 2002 | R. 38/2002          | Municipal     | Tomba a Mata Ribeirão Cachoeira, localizada no Distrito de Sosas no município de Campinas como patrimônio cultural e bem de interesse ambiental.  |
| 2006 | L. 11.428/2006      | Nacional      | Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências.   |
| 2009 | L.13.798/2009       | Estadual (SP) | Institui a Política Estadual de Mudanças Climáticas - PEMC.   |
| 2010 | ONG APAVIVA         | Municipal     | Tem por objetivo preservar a MRC e atuar em frentes que visem à conservação ambiental por meio de ações e participação nos conselhos ambientais do município.   |
| 2012 | L. 14.485/2012      | Municipal     | Institui o programa adote uma nascente no âmbito do município de Campinas.  |
| 2012 | D. 17.683/2012      | Municipal     | Regulamenta a Lei nº 14.138, de 19 de Outubro de 2011, que institui no âmbito do município de Campinas o programa de prevenção a incêndios e de proteção das Áreas de Proteção Ambiental (APAS) e nos parques municipais, e dá outras providências.   |
| 2012 | L. 12.651/2012      | Nacional      | Estabelece normas gerais sobre a proteção da vegetação, áreas de Preservação Permanente e as áreas de Reserva Legal; a exploração florestal, o suprimento de matéria-prima florestal, o controle da origem dos produtos florestais e o controle e prevenção dos incêndios florestais, e prevê instrumentos econômicos e financeiros para o alcance de seus objetivos. |
| 2015 | R. 4/2015           | Municipal     | Dispõe sobre termo de compromisso de compensação ambiental - TCCA originário do projeto plano diretor de dutos – PDD Petrobrás, com recurso a ser aplicado na Unidade de Conservação municipal APA de Campinas.   |
| 2016 | D. 19.176/2016      | Municipal     | Dispõe sobre o regimento interno do Conselho Municipal do Meio Ambiente - COMDEMA - Campinas.   |
| 2017 | Portal Geoambiental | Municipal     | Trata-se de um WebGIS que possibilita o acesso às informações ambientais do município de Campinas.  |
| 2018 | LC. 189/2018        | Municipal     | Dispõe sobre o Plano Diretor Estratégico do município de Campinas.  |
| 2019 | P. 01/2019          | Municipal     | Dispõe sobre a aprovação do Plano de Manejo da APA de Campinas e dá outras providências.  |
| 2020 | LC. 296/2020        | Municipal     | Altera dispositivos da Lei nº 10.850, de 7 de Junho de 2001, que "cria a Área de Proteção Ambiental (APA) do município de Campinas, regulamenta o uso e ocupação do solo e o exercício de atividades pelo setor público e privado", e dá outras providências.   |
| 2022 | R. 157/2022         | Municipal     | Dispõe sobre o tombamento de bens ambientais dos processos 04/2001, 05/2001 e 04/2003.  |
| 2022 | PN 348/2022         | Estadual (SP) | Estabelece diretrizes, normas e procedimentos para implementação do Programa de Voluntariado, altera a Portaria Normativa FF/DE nº 35, de 29 de março de 2010 e dá outras providências.   |

\*L = Lei; LC = Lei Complementar; R = Resolução; D = Decreto; PN = Portaria Normativa FF/DE; P = Portaria. Fonte: Biblioteca Jurídica da Prefeitura de Campinas (2022), Portal da legislação (2022) e ONG APAVIVA(2022a).

Das iniciativas dispostas no Quadro 11 é importante salientar que em sua maioria, estas se resumem a apenas paliativos, visto a morosidade dos processos



envolvidos, com pouca ou nenhuma ação efetiva e sem monitoramento das ações já instauradas.

Neste sentido a discussão passou por todos os instrumentos/respostas dispostos no Quadro 11, porém cabe ressaltar que os dispositivos que de fato encontraram-se evidências de efetividade frente às demandas da Mata Ribeirão Cachoeira e da APA de Campinas foram: a ONG APAVIVA, o Conselho municipal de meio ambiente (COMDEMA), o Conselho Gestor da APA (CONGEAPA) e a Resolução de tombamento da MRC nº038 de 2002.

#### **6.4.1. Em nível nacional**

Como resposta às demandas ambientais, as políticas públicas são de fato essenciais para a implementação de instrumentos de combate, controle ou mitigação aos impactos ambientais que de algum modo prejudiquem o direito ao ambiente ecologicamente equilibrado, inclusive, sendo tanto o poder público como a coletividade, segundo Art. 225 Constituição Federal, responsáveis pela defesa e preservação para as presentes e futuras gerações.

No que diz respeito às políticas públicas, não só o governo como os demais atores da administração pública e da sociedade contribuem direta e indiretamente para o efetivo estabelecimento de respostas. O início desse processo passa pelo poder legislativo, que por meio da discussão de demandas resulta na publicação de Leis, em âmbito nacional.

É neste sentido que em 27 de Abril de 1981 entrou em vigor a Lei 6.902, que dispõe dentre outras coisas, da criação de Áreas de Proteção Ambiental (APAs), estabelecendo normas, limitações e proibições que repercutiram efeitos em todo território nacional. A partir de então uma série de atos legislativos contribuíram para a implementação dessas políticas.

Em atendimentos ao Art. 225, §1, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, a Lei 9.985/2000 institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), importante instrumento que estabelece critérios e normas para a criação, implantação e gestão das Unidades de Conservação.

Referente à Lei 11.428/2006 à esta pode-se atribuir papel crucial ao combate à degradação da Mata Atlântica, um dos biomas brasileiros com menor vegetação

natural conservada e altamente ameaçada pelas pressões antrópicas, sendo inclusive um *hotspot*.

Já no intuito de regular o uso sustentável de áreas de interesse ambiental, tem-se a Lei 12.651 que entrou em vigor em 25 de Maio de 2012 e estabelece normas gerais de proteção da vegetação nativa, dentre elas as áreas de Preservação Permanente (APPs), em âmbito nacional.

#### **6.4.2. Em nível estadual**

Não destoando das políticas públicas nacionais, é facultado aos Estados à implementação de políticas públicas próprias, haja vista o tamanho e a grande diversidade de biomas do território nacional brasileiro.

Tendo por base a localização da Mata em estudo, procurou-se por respostas que tivessem como órgãos de origem entes públicos em âmbito Estadual (especificamente do estado de São Paulo). Em âmbito federativo foi possível encontrar a Lei 11.428/2006, que por sua vez institui a Política Estadual de Mudanças Climáticas (PEMC). Já no âmbito da administração indireta Estadual, a recente Portaria Normativa nº 348/2022, veio estabelecer novas diretrizes, normas e procedimentos para implementação do Programa de Voluntariado da Fundação Florestal.

#### **6.4.3. Em nível municipal**

Já em âmbito municipal é onde se encontrou maior número de respostas de conservação ou preservação do remanescente florestal em questão, seja pela própria prefeitura e seus órgãos, ou seja, por intermédio da ONG APAVIVA.

Foi em consonância com as leis Nacionais que em 2001 a Prefeitura Municipal de Campinas criou, através da Lei 10.850, a Área de Proteção Ambiental (APA) do município de Campinas, regulamentando o uso e a ocupação do solo e o exercício de atividades pelo setor público e privado, como também foi responsável pela criação do Conselho Gestor da APA (CONGEAPA). Tal regulamentação é importante, pois é a partir desta que se atende a Lei 6.902/1981, garantindo poder de execução das políticas públicas anteriormente implementadas em âmbito

nacional na conservação das condições ecológicas locais, como também o bem estar da população local em geral.

O CONGEAPA participa ativamente da gestão da UC, tendo como função matriz garantir o cumprimento da Lei da APA, podendo esta acionar órgãos fiscalizadores, promover ações, colaborar na execução de programas que visam agregar na gestão da APA entre outros. Em geral as ações do CONGEAPA se pautam em propostas, processos em andamento, denúncias e demandas da APA, tendo tido papel fundamental na criação do plano de manejo da APA. Sendo também o CONGEAPA um importante aliado em algumas das demandas da MRC, que é o maior fragmento dentro da APA de Campinas.

Ainda em 2001 atribuiu-se a Lei 10.841 a criação do Sistema de Administração da qualidade ambiental e de proteção aos recursos naturais e o Conselho Municipal de Meio Ambiente (COMDEMA). Após sua criação o Decreto 19.176 de 2016 veio para dispor sobre o seu regimento interno.

O corpo conselheiro do COMDEMA é formado por pessoas de diferentes segmentos da sociedade e atuam em debates sobre a sustentabilidade municipal, responsáveis também por encaminhar propostas à prefeitura, auditar projetos e auxiliar no monitoramento da gestão ambiental do município. Exercendo também este conselho relevante papel em discussões e ações que beneficiaram a APA de Campinas. Um ano depois, em 2002, ocorreu o tombamento da Mata Ribeirão Cachoeira como bem de interesse ambiental por meio da Resolução nº 038 de âmbito municipal.

A ONG APAVIVA foi criada em 2010 com objetivo principal de preservar a MRC, sendo que foi por iniciativa da ONG que o caderno de subsídios para a criação da UC de proteção integral RVS na Mata Ribeirão Cachoeira foi elaborado em 2012 (ONG APAVIVA, 2022a).

A ONG também tem tomado frente, com o auxílio de reflorestadores voluntários, nas ações de recuperação e restabelecimento da vegetação de APPs no entorno da MRC, visando não só a melhoria da qualidade da água, mas também a conectividade entre fragmentos florestais por meio de corredores ecológicos que auxiliam na circulação da fauna e da flora e contribui para preservação da biodiversidade local (ONG APAVIVA, 2022a).

Além disso, trabalham com educação e conscientização ambiental da população, fiscalização e denúncia de crimes ambientais, promovem ações atuando

em frentes que visam à conservação ambiental, participam e propõem políticas públicas nas reuniões dos conselhos ambientais do município. A ONG possui uma sede dentro do condomínio onde existe um banco de mudas nativas, cultivadas para plantio nas atividades de reflorestamento (ONG APAVIVA, 2022a).

Em 2012 foi instituído o programa adote uma nascente através da Lei 14.485, que tem por objetivo recuperar as nascentes de áreas degradadas e preservar as que ainda não foram deterioradas, dispondo em seus artigos sobre ações a serem tomadas e algumas restrições referente ao uso da área.

No mesmo ano o então prefeito de Campinas da época instituiu o Programa de Prevenção a Incêndios e de Proteção das Áreas de Proteção Ambiental (APAs) em âmbito municipal através do Decreto 17.683/2012. Já em 2015 o Conselho Gestor da APA de Campinas (CONGEAPA), através de Resolução nº 4/2015 dispôs sobre o Termo de Compromisso de Compensação Ambiental – TCCA, originário do projeto Plano Diretor de Dutos – PDD Petrobrás, com recursos a serem aplicados na Unidade de Conservação municipal APA de Campinas.

No final de 2017 foi lançado o portal GeoAmbiental, um WebGIS de acesso aberto livre por meio do qual é possível tanto visualizar quanto baixar o banco de dados. O portal tem como finalidade facilitar o acesso ao público em geral às informações ambientais do município, como por exemplo, as linhas de conectividade dispostas no plano do verde, as unidades de conservação municipais, a vegetação natural restante, os fragmentos estruturadores da APA de Campinas entre outros (SVDS, 2022).

Por força legal o município publicou a Lei Complementar 189/2018 que fala sobre o Plano Diretor Estratégico do município de Campinas, tal regulamentação faz-se importante, pois é através desta que o município estabelece instrumentos básicos da política de desenvolvimento e da expansão urbana do município, integrando o processo de planejamento municipal e estabelecendo objetivos, diretrizes e instrumentos para a execução dos planos, programas, projetos e ações dos setores público e privado. Neste plano diretor consta inclusive uma lista de áreas que foram sugeridas a criação de novas unidades de conservação em Campinas, onde entre elas encontra-se a RVS MRC, justificada por ser área relevante e de prioridade alta de conservação (CAMPINAS, 2018).

Também no Plano de Manejo da APA de Campinas, a necessidade de estudar a criação da UC de proteção integral na área da MRC é novamente citada, Plano este publicado em 2018 e aprovado através da Portaria 01/2019.

O Plano de Manejo da APA de Campinas é um importante instrumento de proteção, pois estabelece por meio de programas, diretrizes e linhas de ação; restrições referentes ao uso do solo e ações de manejo dos recursos naturais na APA.

Já em 2020 a Lei Complementar nº 296 alterou alguns dispositivos da lei 10.850, sendo que em 2022, a Resolução 157 foi publicada, dispondo sobre o tombamento de alguns bens ambientais do município, sendo de interesse para este estudo especificamente um fragmento de mata próximo à Mata Ribeirão Cachoeira (Processo 04/2003).

De modo geral, verificou-se que os instrumentos legais até aqui levantados são insuficientes para atenuar pressões e impactos com os quais a MRC vem sofrendo, estando sua preservação comprometida e mesmo as ações de recuperação de força popular voluntária tem sido insuficientes, tendo em vista que encontram-se desassistidas, com falta de instrumentos, manutenção, monitoramento e verba entre outras demandas em prol da existência do fragmento em questão.

Diante do exposto seria fundamental o aceite da prefeitura de Campinas para a criação da Unidade de Conservação de proteção integral Refúgio da Vida Silvestre MRC, que já foi solicitada por meio do caderno de subsídios entregue em 2012, tendo em vista que o objetivo principal de uma UC é justamente sua intensa proteção legal, fazendo-se garantir por meio das ferramentas previstas.

## **6.5. Avaliação ambiental do fragmento e prognósticos**

A avaliação ambiental final da área da borda da MRC e do seu entorno, se deu por meio da análise qualitativa dos principais resultados dos elementos discutidos dentro da metodologia PEIR.

Na avaliação da **Pressão (P)** que pode ser observada no Quadro 12, a classe de estudo uso e ocupação do solo ficou classificada como desfavorável, pois em geral as pressões advindas do uso e ocupação na área do entorno da Mata, mostraram influenciar negativamente no estado dela, os tipos de uso e ocupação

são também fontes geradoras de diversos impactos adversos que colocam em risco a existência do fragmento.

Já a presença da população no entorno da MRC, ficou classificada como razoável (Quadro 12), pois mesmo que a densidade populacional seja baixa, ela encontra-se distribuída próxima à MRC, exercendo impreterivelmente pressão no meio em que se encontra, sendo importante salientar que parte da população do condomínio tem tido algumas iniciativas para preservar o fragmento.

Sobre a pressão do sistema viário entende-se que a presença e a proximidade dos caminhos com as bordas da Mata são desfavoráveis, apresentando em geral um cenário negativo para a existência do fragmento.

Já na avaliação das classes de estudo do elemento **Estado (E)**, observando os principais resultados dispostos no Quadro 12 chegou-se que o cenário da água foi razoável, tendo visto que o IQA foi bom, mas que poderia melhorar caso as APPs estivessem preservadas e as nascentes do entorno não estivessem represadas, o que causa a diminuição da qualidade e do volume de água que chega ao Ribeirão Cachoeira. Enquanto que o solo nas bordas da Mata apresentou em geral boas condições para a fertilidade do solo e por isso ficou classificado como favorável, devendo-se ter/manter ações que preservem tais características.

Sobre a análise qualitativa do microclima, ainda no Quadro 12, entende-se que a densidade da vegetação influenciou positivamente o comportamento da temperatura e da umidade do ar na área de borda, porém para afirmar que as condições microclimáticas na borda estão boas, haveria necessidade de comparar com dados em áreas mais próximas ao núcleo do fragmento, onde o ecossistema tende estar mais preservado. O microclima então ficou classificado com razoável, tendo em vista a necessidade de mais estudos e as mudanças climáticas.

Já a vegetação nas áreas de borda ficou classificada como em cenário geral razoável, pois apesar dos valores de IAF terem sido satisfatórios, para uma efetiva análise das condições da vegetação, as fotografias deveriam ser tiradas em diversos outros pontos, concentrados na borda e no núcleo do fragmento, visando uma comparação estatística entre os ambientes.

**Quadro 14.** Avaliação do cenário atual e futuro da MRC segundo síntese dos resultados da PEIR.

| ELEMENTOS           | CLASSES DE ESTUDO          | CENÁRIO ATUAL   | PERSPECTIVA DE CENÁRIO FUTURO   |
|---------------------|----------------------------|---|---|
| <b>Pressão (P)</b>  | Uso e ocupação do solo     | Presença de pasto e edificações que envolvem atividades antrópicas no entorno do fragmento, além da grande área permeável. Análise qualitativa final: Desfavorável  | Por se tratar de um condomínio de chácaras rurais já bem estabelecidos, é provável que a atual ocupação e tipos de uso permaneçam, havendo pouca ou nenhuma alteração.  |
|                     | População                  | Presença de população próxima da borda, porém baixa densidade populacional. Análise qualitativa final: Razoável   | Perspectiva de crescimento populacional no entorno imediato à borda é baixa, então o cenário futuro pouco se alterará.  |
|                     | Sistemas Viários           | Presença de diversas vias próximas às áreas de borda da Mata. Análise qualitativa final: Desfavorável   | Sendo a delimitação dos lotes do condomínio bem estabelecidos, é improvável que o sistema viário que dá acesso a estes lotes seja alterado.   |
| <b>Estado (E)</b>   | Água                       | Ribeirão Cachoeira com IQA na categoria BOA, presença de <i>Escherichia coli</i> , OD poderia ser mais alto, DBO abaixo do limite máximo permitido, baixo volume de água. Contribuição positiva para o Rio Atibaia onde ele deságua. Análise qualitativa final: Razoável  | Se as ações de reflorestamento das APPs se mantiverem no entorno da MRC a tendência é de que a água do Ribeirão melhore tanto em quantidade quanto em qualidade.  |
|                     | Solo                       | Os resultados do magnésio, cálcio, potássio, fósforo, pH, CTC, M.O, V% e da análise granulométrica foram característicos de um solo fértil e em geral em boas condições. Análise qualitativa final: Favorável   | Levando-se em consideração que as taxas de micronutrientes e granulometria do solo costumam levar anos para se alterarem, e que as ações no entorno não avancem em direção a esta, a tendência é de que as condições do solo continuem favoráveis, auxiliando no processo de recuperação das áreas de borda.  |
|                     | Microclima                 | Os dados de temperatura e umidade do ar na borda do fragmento mostraram-se positivamente influenciados pela vegetação, devendo-se considerar os efeitos de borda comuns nessas áreas. Análise qualitativa final: Razoável   | As áreas limítrofes de um fragmento tendem a sofrer com os efeitos de borda que alteram o microclima nesses ambientes. Se houver a manutenção correta dos aceiros, retirada de espécies exóticas, investimentos nas ações de educação ambiental e reflorestamento, criação da unidade de conservação e dos corredores ecológicos e monitoramento contínuo de tais atividades o efeito de borda pode ser minimizado. |
|                     | Vegetação                  | Os valores do índice de área foliar (IAF) na borda ficaram classificados como área com vegetação de porte arbóreo-arbustivo ou de vegetação densa, devendo-se considerar a ação dos efeitos de borda, comuns nessas áreas. Análise qualitativa final: Razoável  | Sendo o estado da vegetação nas áreas limítrofes da Mata também implicado pelos efeitos de borda (assim como o microclima), o cenário futuro das condições nesta região fica também dependendo da existência e da manutenção de diversas ações que minimizem os efeitos de borda.   |
| <b>Impacto (I)</b>  | Meio natural e social      | Presença de impactos importantes, tanto adversos como benéficos sobre a água, o solo, o microclima, fauna, flora e também sobre o meio sócio-cultural, como por exemplo, ruínas: suscetibilidade a incêndios na Mata, represamento de nascentes, baixo volume de água etc. e positivos: alta biodiversidade, proibição de caça, existência da ONG APAVIVA entre outros. Análise qualitativa final: Razoável   | Tendo em vista as fontes geradoras dos impactos tanto os benéficos, quanto os adversos, é provável que os mesmos se mantenham, salvo alguns casos onde pode haver intervenções de educação ambiental por parte da ONG APAVIVA, por meio da criação da UC RVS MRC e maior participação da sociedade junto às reuniões dos conselhos ambientais municipais.   |
| <b>Resposta (R)</b> | Legislação, Planos e ações | Existem diversos instrumentos/respostas frente às demandas da sociedade, porém a maioria não se apresenta efetiva, tendo em vista o pouco incentivo, morosidade dos processos envolvidos e a falta de monitoramento de ações já instauradas. Salientando-se a necessidade de aprovação (por parte da prefeitura do município) para a criação da Unidade de Conservação de proteção integral Refúgio da Vida Silvestre MRC proteção integral, que daria maior respaldo para a preservação deste. Análise qualitativa final: Desfavorável | Se a UC RVS MRC for criada o fragmento terá maior proteção e ferramentas legais. Sobre as respostas já instauradas e avaliadas neste estudo, estas podem dar suporte às ações de preservação do fragmento, apesar do histórico até o momento mostrar que tais respostas em geral, têm servido apenas como paliativos.   |

Obs: Análise feita por um grupo de pesquisadores e embasamento na literatura (PRIMACK; RODRIGUES, 2001; DACANAL; LABAKI; SILVA, 2010; BRASIL, 2000; GARCIA, 2021; OLIVEIRA *et al.*, 2015; GARCIA *et al.*, 2018; GARCIA, 2018; CAMPINAS, 2018; BRAGA *et al.*, 2005; SOBRAL *et al.*, 2015; RAIJ *et al.*, 1997; DACANAL, 2011; ROSALEM *et al.*, 2016; ONG APAVIVA, 2022a; ONG APAVIVA, 2022b; BIBLIOTECA JURÍDICA DA PREFEITURA DE CAMPINAS, 2022).

Passando para a avaliação dos resultados obtidos no elemento **Impacto (I)**, considerando todos os impactos listados, conclui-se que o cenário pode ser classificado como razoável, pois apesar de haver impactos adversos na área da Mata e encontra-se pressionada pela antropicidade do entorno que necessitam de maior atenção e ações de mitigação, há em contrapartida os impactos benéficos, que tem contribuído para a qualidade e preservação da Mata.

E por fim no Quadro 12, na avaliação dos principais resultados do item **Resposta (R)**, chegou-se a classificação final Desfavorável, pois a maioria dos instrumentos legais levantados não se mostraram eficientes na atenuação das pressões e impactos que a Mata e seu entorno sofrem, havendo grande morosidade nos processos e as ações que de fato surtem algum efeito são insuficientes para garantir a integridade em longo prazo da MRC, concluindo-se dessa maneira que o cenário geral encontra-se negativo no que diz respeito à efetividade das políticas públicas.

Na Figura 44 é possível observar como os componentes de cada elemento da metodologia PEIR, relacionam-se uns com os outros.

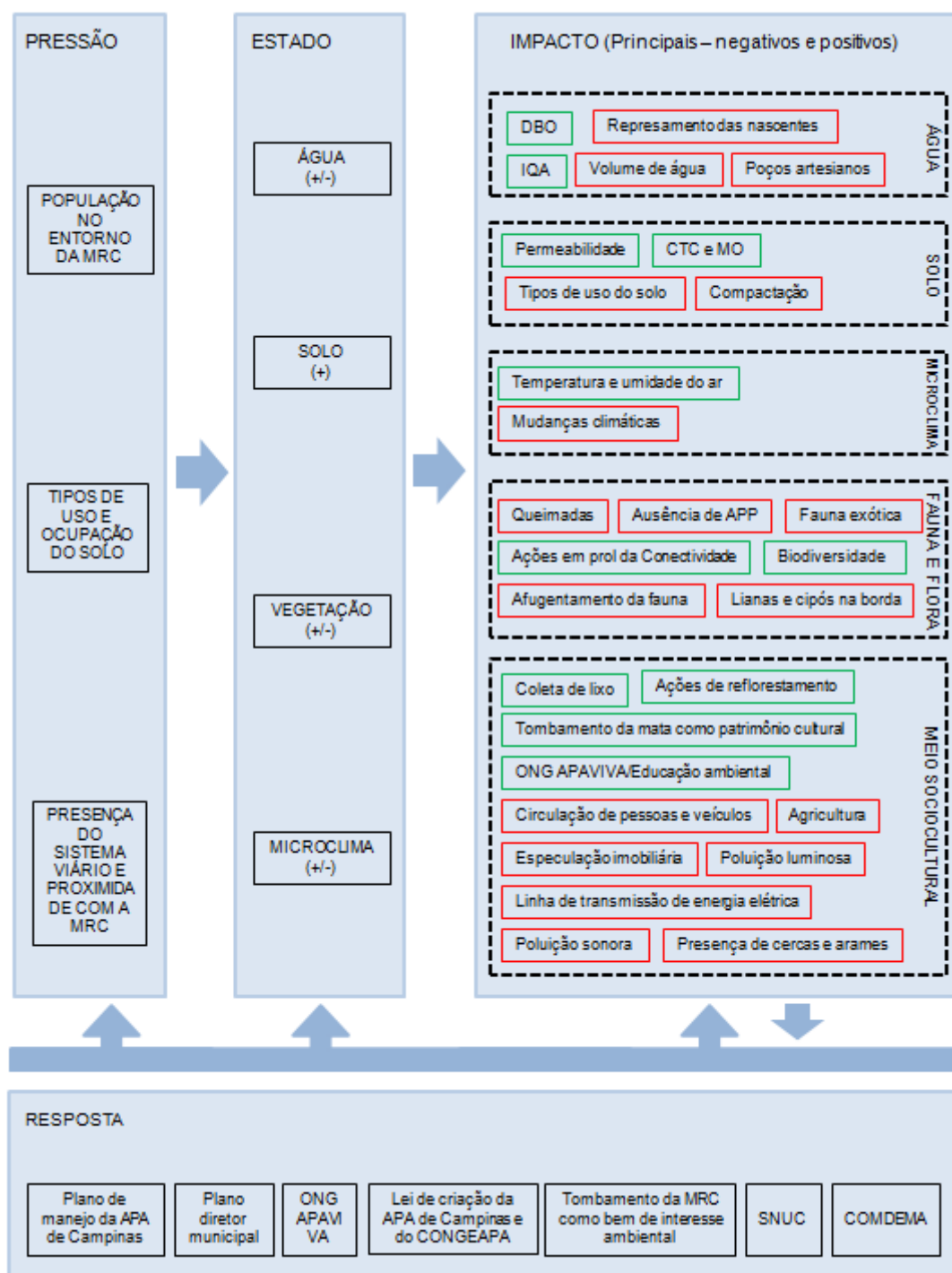
As pressões (uso e ocupação, população e sistema viário) demandam recursos e suas atividades interagem com o meio, podendo vir a interferir neste, ou seja, no estado, neste estudo avaliou-se o estado da água, do solo, do microclima e da vegetação, nos quais verificou-se que, nos pontos de coleta avaliados, somente o solo apresentou condições positivas em quase 100% das análises realizadas.

Do desequilíbrio que as pressões geram no meio, tem-se então os impactos sobre o meio natural e social. Em geral é devido aos impactos negativos que surgem as demandas da população, necessitando respostas por parte do poder público.

Também impactos positivos são gerados pela presença da população no entorno, mas em geral trata-se de ações para remediar os impactos adversos, o que no final torna o saldo negativo.



**Figura 44.** Fluxograma de interação entre os itens avaliados em cada elemento do método PEIR.



Verde = Impactos positivos; Vermelho = Impactos negativos; DBO= Demanda Bioquímica de Oxigênio; IQA = Índice de Qualidade das águas; CTC= Capacidade de Troca Catiônica; MO= Matéria Orgânica; CONGEAPA= Conselho Gestor da APA de Campinas; SNUC= Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza; COMDEMA = Conselho Municipal de Meio Ambiente de Campinas.

Os instrumentos levantados neste estudo tendem a ser resposta tanto para as pressões, como para as condições e os impactos, por meio de legislações que visam restringir, organizar e fiscalizar o uso e ocupação do solo e as relações deste com o meio. Sendo que o maior problema dos instrumentos legais é que tendem a ficar no papel e pouca coisa vai para prática.

Por fim após todo o levantamento de dados, do histórico, análises *in loco* e avaliação dos quatro âmbitos (PEIR) da área da MRC entende-se que apesar do fragmento não apresentar um diagnóstico ambiental ruim, principalmente quando comparado a outros fragmentos existentes no município de Campinas, o prognóstico desse fragmento baseado nas robustas evidências levantadas neste estudo não é favorável, estando este em situação vulnerável.

A Mata encontra-se suscetível às diversas fontes de pressão e impactos, problemas estes que tendem a se agravar, não só pela coexistência com o meio antrópico como também pelas alterações climáticas, com estiagens cada vez mais longas, extremos climáticos, sem fiscalização e manutenção adequada no entorno da Mata, pouco ou nenhum investimento e nas condições em que ela se encontra um incêndio florestal, por exemplo, pode facilmente atingi-la colocando sua existência em risco.

Uma área que sem as devidas ações efetivas necessárias para sua preservação, tende a ser consumida pelos problemas que a circundam.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os remanescentes florestais são áreas de vegetação nativa, pressionadas pela matriz antrópica e devem ser preservados, pois apresentam diversos benefícios ambientais, sociais e econômicos para a qualidade de vida das presentes e futuras gerações. Diante do exposto, pesquisas visando à preservação dessas áreas são fundamentais.

É neste contexto que o presente trabalho visa contribuir através da análise de parâmetros (alocados dentro da metodologia PEIR), na identificação das influências antrópicas existentes na área de estudo e as interações destas com a borda da Mata.

Pela análise dos resultados, em resposta à hipótese básica proposta no presente estudo, conclui-se que a metodologia PEIR mostrou-se como uma eficaz alternativa de diagnóstico ambiental de um fragmento florestal e que os parâmetros escolhidos para avaliar a Pressão, o Estado, os Impactos e as Respostas na área de borda do fragmento mostraram-se eficientes, salvo em alguns casos onde se constatou a necessidade de avaliação em mais pontos dentro do remanescente.

Conclui-se ainda que o fragmento florestal em estudo encontra-se pressionado pelas diversas influências antrópicas ao seu redor, sendo a origem de tais influências sempre alocada dentro do grupo do elemento **pressão**.

As principais **pressões** observadas encontram-se atreladas à presença das áreas de pasto, edificações, agricultura, sistema viário e população. As pressões e as atividades delas derivadas, foram responsáveis pela interferência nas condições (**estado**) da água, do solo, da vegetação e do microclima.

Das quais à água apresentou boa qualidade ambiental, com IQA do período seco igual 76,27 e no período úmido igual a 75,09. De condições negativas sobre a água pode-se citar a presença de *Escherichia coli* e o volume de água que poderia melhorar. Sobre o estado do solo conclui-se que o mesmo encontra-se em boas condições, tendo em vista os resultados favoráveis para a fertilidade do solo, observados nas análises dos macronutrientes e composição granulométrica. As condições da vegetação para área de borda estão boas, tendo em vista a densidade da vegetação apontada pelo IAF, havendo necessidade de mais estudos para fins de comparação entre diferentes áreas do interior da Mata. O estado do microclima

nas bordas da MRC mostrou-se favorecido pela presença da vegetação, informação reforçada pelo IAF e pelo FVC.

Os **impactos** ambientais listados são resultados justamente dessas ações humanas no meio ambiente. No quesito impactos sobre o solo os que se destacaram negativamente foram os tipos de uso e ocupação e a compactação, e positivamente foram a extensa área permeável, alta CTC e MO. A água por sua vez apresentou como principais impactos negativos o represamento das nascentes, o baixo volume de água e a presença dos poços artesianos e entre os principais benefícios ficaram a DBO baixa e o IQA classificado como categoria BOA. Já no microclima o impacto negativo levantado foi à questão das mudanças climáticas, com estiagens cada vez mais longas e eventos climáticos extremos. Já o comportamento da temperatura e da umidade do ar na borda da Mata mostraram-se satisfatórios, positivamente influenciados pela vegetação. Entre os principais impactos negativos sobre a fauna e a flora tem-se a ausência de APP em nascentes do entorno e a suscetibilidade a incêndios florestais e entre os impactos positivos melhor avaliados pode-se citar a alta biodiversidade local, a proibição de caça e extração de espécies vegetais, assim como planos e ações em prol da conectividade entre fragmentos no município. Por fim, na avaliação dos impactos relacionados aos fatores sócio-culturais destacaram-se como negativos a grande circulação de pessoas e veículos nas proximidades da MRC e a especulação imobiliária existente na área da APA de Campinas. Já entre os benéficos tem-se o tombamento da MRC como patrimônio cultural municipal, a coleta de lixo, os reflorestamentos de APPs e a presença/existência da ONG APAVIVA por suas ações em prol da conscientização ambiental.

As **respostas** e ações inventariadas das quais se encontrou maior evidência de efetividade frente às demandas da Mata Ribeirão Cachoeira e da APA de Campinas foram: a ONG APAVIVA, o Conselho Municipal de Meio Ambiente (COMDEMA), o Conselho Gestor da APA (CONGEAPA) e a Resolução de tombamento da MRC nº038 de 2002. Sendo importante salientar que na maioria das vezes tais respostas se resumem apenas a paliativos, visto a morosidade dos processos envolvidos, com pouca ou nenhuma ação efetiva e sem monitoramento das ações já instauradas. Salientando-se que frente à vulnerabilidade da preservação da MRC e de sua importância, seria fundamental o aceite da prefeitura de Campinas para a criação da Unidade de Conservação de Proteção Integral Refúgio da Vida Silvestre MRC (já solicitado), pois dessa forma daria mais

instrumentos legais para preservação da Mata, próprios de uma Unidade de Conservação de proteção integral.

Como propostas de estudos futuros e medidas de proteção do fragmento florestal, sugere-se:

- Maior incentivo e divulgação de atividades de educação ambiental que já existem para conscientizar a sociedade e promover novas atividades como excursões escolares e palestras sobre temáticas ambientais relevantes;

- O estabelecimento de parcerias com empresas e instituições em prol da preservação da MRC;

- Fomentar de maneira efetiva a implantação dos corredores/linhas de conectividade entre fragmentos, já propostos pela SVDS do município;

- Que haja a retirada e/ou contenção das espécies de flora invasora observadas nas bordas do fragmento;

- A restrição da circulação de animais exóticos e afastamento destes das bordas do fragmento;

- A criação de um grupo de especialistas que possam trabalhar junto aos proprietários de terrenos no entorno da MRC, visando sua conscientização sobre a importância de recuperar as nascentes e criar novos aceiros;

- A implantação de um programa de recuperação e monitoramento das APPs visando aumentar o volume e qualidade da água das nascentes que abastecem o Ribeirão Cachoeira;

- A manutenção dos aceiros já existentes com maior regularidade;

- A disponibilização de aporte financeiro por parte dos órgãos públicos competentes.

- A promoção de mais estudos científicos na área, pois estes servem de embasamento teórico para a sua preservação;

- E ainda a promoção de ações de reflorestamento nas áreas de bordas.

## 8. REFERÊNCIAS

AERTS, R.; HONNAY, O.; VAN NIEUWENHUYSE, A. Biodiversity and human health: mechanisms and evidence of the positive health effects of diversity in nature and green spaces. **Journal British Medical Bulletin**, v. 127, n. 1, p. 5-22, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1093/bmb/ldy021>. Disponível em: <https://academic.oup.com/bmb/article/127/1/5/5051732>. Acesso em: 25 jan. 2022.

AMORIM, L. M. de; CORDEIRO, J. S. **Impactos ambientais provocados pela ocupação antrópica de fundos de vale**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana), Universidade Federal de São Carlos, São Carlos – SP, 2004.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Portal da qualidade das águas. **Indicadores de Qualidade - Índice de Qualidade das Águas (IQA)**. Disponível em: <http://portalpnqa.ana.gov.br>. Acesso em: 01 jun. 2022.

ARAÚJO, A. Falta de cuidado com o meio ambiente preocupa o futuro da humanidade. **Espaço Ecológico**, 04 out. 2021. O meio ambiente mais perto de você. Disponível em: <https://espacoecologico.com.br/falta-de-cuidado-com-o-meio-ambiente-preocupa-o-futuro-da-humanidade/#:~:text=Os%20recursos%20naturais%20s%C3%A3o%20finitos,suas%20vidas%20dependem%20deste%20ato>. Acesso em: 15 fev. 2023.

ARAUJO, I. S. D.; OLIVEIRA, I. M. D.; ALVES, K. D. S. **Silvicultura - Conceitos, Regeneração da Mata Ciliar, Produção de Mudas Florestais e Unidades de Conservação Ambiental**. São Paulo: Editora Saraiva, 2015.

ABRELPE. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. Panorama dos resíduos sólidos no Brasil - 2022. 2022. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama/>. Acesso em: 09 dez. 2022.

BADIRU, A. I.; PIRES, M. A. F.; RODRIGUEZ, A. C. M. Método para a classificação tipológica da floresta urbana visando o planejamento e a gestão das cidades. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12, 2005, Goiânia. **Anais Eletrônicos** [...]. São José dos Campos: INPE, 2005. p. 1427-1433. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Ana-Cristina-2/publication/266037432\\_Metodo\\_para\\_a\\_Classificacao\\_Tipologica\\_da\\_Floresta\\_Urbana\\_visando\\_o\\_Planejamento\\_e\\_a\\_Gestao\\_das\\_Cidades/links/558ac80b08ae48b7b56d937f/Metodo-para-a-Classificacao-Tipologica-da-Floresta-Urbana-visando-o-Planejamento-e-a-Gestao-das-Cidades.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Ana-Cristina-2/publication/266037432_Metodo_para_a_Classificacao_Tipologica_da_Floresta_Urbana_visando_o_Planejamento_e_a_Gestao_das_Cidades/links/558ac80b08ae48b7b56d937f/Metodo-para-a-Classificacao-Tipologica-da-Floresta-Urbana-visando-o-Planejamento-e-a-Gestao-das-Cidades.pdf). Acesso em: 07 mar. 2022.

BESSA, L. K. B. *et al.* Identification of Environmental Impacts on Duplication and Restoration of BR-401/RR. **Global Journals of Research in Engineering**, v. 10, n. 1, p. 12-20, 2020. Disponível em: <https://engineeringresearch.org/index.php/GJRE/article/view/2008>. Acesso em: 23 mar. 2022.

BIBLIOTECA JURÍDICA DE CAMPINAS. Disponível em: <https://bibliotecajuridica.campinas.sp.gov.br/>. Acesso em: 14 out. 2022.

BORMA, L. de S.; RENNÓ, C. D. **Processos hidrológicos – Infiltração e movimento da água no solo.** 2017. Disponível em: [http://www.dpi.inpe.br/~camilo/prochidr/pdf/02infiltracao\\_aguanosolo\\_1.pdf](http://www.dpi.inpe.br/~camilo/prochidr/pdf/02infiltracao_aguanosolo_1.pdf). Acesso em: 02 dez. 2021.

BOWLER, D. E. *et al.* Urban greening to cool towns and cities: A systematic review of the empirical evidence. **Journal Landscape and Urban Planning**, v. 97, n. 3, p. 147-155, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2010.05.006>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169204610001234?via%3Dihub>. Acesso em: 06 mar. 2022.

BRADY, N. C. WEIL, R. R. **Elementos da natureza e propriedades dos solos.** 3 ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

BRAGA, B. *et al.* **Introdução à Engenharia Ambiental: o desafio do desenvolvimento sustentável**, 2 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

BRAGA, T. G. M. *et al.* Caracterização e análise dos fragmentos florestais e uso do solo no município de Colares, nordeste do Pará, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi - Ciências Naturais**, v. 13, n. 3, p. 383-407, 2018. DOI: <https://doi.org/10.46357/bcnaturais.v13i3.344>. Disponível em: <https://boletimcn.museu-goeldi.br/bcnaturais/article/view/344>. Acesso em: 15 abr. 2022.

BRAGA, T. M.; FREITAS, A. P. G. de. Índice de Sustentabilidade Local: uma avaliação da sustentabilidade dos municípios do entorno do Parque Estadual do Rio Doce (MG). *In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS POPULACIONAIS*, 13., 2016, p. 1-16, Ouro Preto: CEDEPLAR/UFMG. **Anais Eletrônicos** [...]. Ouro Preto: CEDEPLAR/UFMG, 2016. Disponível em: <http://www.abep.org.br/publicacoes/index.php/anais/article/viewFile/1168/1132>. Acesso em: 05 nov. 2021.

BRASIL. Ministério dos Transportes. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT. **Manual rodoviário de conservação, monitoramento e controle ambientais.** 2 ed. Rio de Janeiro, 2005. Disponível em: [https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-manuais/vigentes/711\\_manual\\_rod\\_conserv\\_monit\\_controle\\_ambientais.pdf](https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-manuais/vigentes/711_manual_rod_conserv_monit_controle_ambientais.pdf). Acesso em: 04 mar. 2022.

BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2000. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9985.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm). Acesso em: 03 mar. 2021.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. **Diário**

**Oficial da União**, Brasília, 2005. Disponível em: [http://pnqa.ana.gov.br/Publicacao/RESOLUCAO\\_CONAMA\\_n\\_357.pdf](http://pnqa.ana.gov.br/Publicacao/RESOLUCAO_CONAMA_n_357.pdf). Acesso em: 17 jul. 2021.

CAMPINAS. PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINAS. **Caderno de subsídios: Unidade de Conservação de Proteção Integral Refúgio de Vida Silvestre Mata Ribeirão Cachoeira**. 2012. Disponível em: <http://www.campinas.sp.gov.br/governo/meio-ambiente/caderno-rvs-ribeirao-cachoeira-2012.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2021.

CAMPINAS. PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINAS. **Campinas: Prefeitura Municipal de Campinas, 2021**. Disponível em: <http://www.campinas.sp.gov.br/>. Acesso em: 09 mai. 2021.

CAMPINAS. PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINAS. **Novo Plano Diretor Estratégico**. 2018. Disponível em: [http://suplementos.campinas.sp.gov.br/admin/download/suplemento\\_2018-01-09\\_cod473\\_1.pdf](http://suplementos.campinas.sp.gov.br/admin/download/suplemento_2018-01-09_cod473_1.pdf). Acesso em: 18 out. 2022.

CAMPINAS. PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINAS. **Plano Diretor**. 2006. Disponível em: [http://www.campinas.sp.gov.br/governo/seplama/plano-diretor-2006/doc/tr\\_ma.pdf](http://www.campinas.sp.gov.br/governo/seplama/plano-diretor-2006/doc/tr_ma.pdf). Acesso em: 15 abr. 2021.

CAMPINAS. PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINAS. **Plano Municipal do Verde: Diagnóstico**. 2015. Disponível em: [http://www.campinas.sp.gov.br/arquivos/meio-ambiente/diagnostico\\_final\\_atualizado\\_22\\_12.pdf](http://www.campinas.sp.gov.br/arquivos/meio-ambiente/diagnostico_final_atualizado_22_12.pdf). Acesso em: 05 mai. 2021.

CAMPINAS. PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINAS. **Plano Municipal de Recursos Hídricos: programas, ações e áreas estratégicas**. 2016. Disponível em: <http://campinas.sp.gov.br/arquivos/meio-ambiente/vol-3-programas.pdf>. Acesso em: 17 abr. 2022.

CAMPINAS. PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINAS. Secretaria Municipal de Cultura. CONDEPACC. **Resolução nº 38/2002**. Campinas, SP, 2002. Disponível em: <https://www.campinas.sp.gov.br/governo/cultura/patrimonio/bens-tombados/listaBens.php>. Acesso em: 09 out. 2021.

CAMPOS, L. F. A. S.; TEIXEIRA, B. P.; EFE, M. A. importância dos fragmentos isolados para a manutenção da avifauna local e funções ecossistêmicas: caso de estudo no Centro de Endemismo Pernambuco, Nordeste do Brasil. **Iheringia. Série Zoologia**, v. 108, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-4766e2018021>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/isz/a/ngW74J7M66HyMbCPxM5fNBm/abstract/?lang=pt&format=html>. Acesso em: 22 fev. 2022.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Manual para elaboração de estudos para o licenciamento com avaliação de impacto ambiental**. 2014. Disponível em: <https://licenciamento.cetesb.sp.gov.br/cetesb/documentos/Manual-DD-217-14.pdf>. Acesso em: 05 abr. 2022.



CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Índices de qualidade das águas, critérios de avaliação da qualidade dos sedimentos e indicador de controle de fontes - 2021**. Apêndice E. São Paulo: CETESB, 2021. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2022/11/Apendice-E-Indices-de-Qualidade-das-Aguas.pdf>. Acesso em: 06 jul. 2022.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Qualidade das águas Interiores do Estado de São Paulo - 2021**. São Paulo: CETESB, 2022. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2022/11/RAI-2021-Relatorio-Qualidade-das-Aguas-Interiores-no-Estado-de-Sao-Paulo.pdf>. Acesso em: 06 jul. 2022.

CEPAGRI. CENTRO DE PESQUISAS METEOROLÓGICAS E CLIMÁTICAS APLICADAS À AGRICULTURA. **Climatologia Campinas**. Disponível em: <https://www.cpa.unicamp.br>. Acesso em: 05 mai. 2022.

CHUDNOBSKY, J.; MENDES, D. R.; LONGO, R. M. Proposta de recuperação para as áreas de borda do remanescente florestal urbano ARIE Mata Santa Genebra – Campinas/SP. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 6., 2015, Porto Alegre, RS. **Anais Eletrônicos** [...]. Porto Alegre: IBEAS. Disponível em: <http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2015/VI-010.pdf>. Acesso em: 15 set. 2021.

CITADINI-ZANETTE, V. *et al.* Estrutura da sinúsia herbácea em Floresta Ombrófila Mista no Parque Nacional de Aparados da Serra, sul do Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 9, n. 1, 2011. Disponível em: <https://www.seer.ufrgs.br/rbrasbioci/article/view/115401>. Acesso em: 14 fev. 2023.

COCHRANE, M. A.; SCHULZE, M. D. Fire as a Recurrent Event in Tropical Forests of the Eastern Amazon: Effects on Forest Structure, Biomass, and Species Composition. **Revista Biotropica**, v. 31, N. 1, p. 1, 2-16, 1999. Disponível em: <https://doi.org/10.2307/2663955>. Acesso em: 02 mai. 2021.

COELHO, R. M.; VALADARES, G. S.; CHIBA, M. K. **Mapa pedológico semi detalhado do município de Campinas, SP**. IAC/EMBRAPA, 2008. Disponível em: <http://www.campinas.sp.gov.br/arquivos/meio-ambiente/plano-saneamento/mapa-08-pedologia.pdf>. Acesso em: 02 mai. 2021.

CONTRERAS, J. La identificación de impactos ambientales: módulo 7 – métodos de EIA. 2008. Disponível em: [www.idard.org.do/capacitacion/eambiental/JoseContreras.pdf](http://www.idard.org.do/capacitacion/eambiental/JoseContreras.pdf). Acesso em: 28 nov. 2022.

COPQUE, A. C. S. M. *et al.* Expansão urbana e redução de áreas verdes na localidade do Cabula VI Região do miolo da cidade do Salvador, Bahia. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO – SBSR, 15., 2011, Curitiba: INPE. **Anais Eletrônicos** [...]. Curitiba: INPE, 2011. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/sbsr2011/files/p0313.pdf>. Acesso em: 27 abr. 2021.

CRC WSC. COOPERATIVE RESEARCH CENTRE FOR WATER SENSITIVE CITIES AUSTRALIA. **The impacts of WSUD solutions on human thermal comfort - Green cities and micro-climate.**2014. Disponível em: <http://watersensitivecities.org.au/wpcontent/uploads/2015/01/GreenCitiesandMicroclimateno2.pdf>. Acesso em: 07 jun. 2022.

DACANAL, C. **Fragmentos Florestais Urbanos e Interações Climáticas em Diferentes Escalas: Estudos em Campinas, SP.** 2011. 221f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil e Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Estadual de Campinas, 2011. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/257758>. Acesso em: 22out. 2022.

DACANAL, C.; LABAKI, L. C.; SILVA, T. M. L da. Vamos passear na floresta! O conforto térmico em fragmentos florestais urbanos. **Revista Ambiente Construído**, v.10, n.2, p.115-132, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1678-86212010000200008>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ac/a/PHQZsQJ9J5N3b4gNy9GCGYH/?lang=pt>. Acesso em: 17 abr. 2021.

DAVIES, H. *et al.* Delivery of ecosystem services by urban forests. **Forestry Commission Research Project.** Edinburgh: Forestry Commission. 2017. Disponível em: [https://www.forestry.gov.uk/pdf/FCRP026.pdf/\\$FILE/FCRP026.pdf](https://www.forestry.gov.uk/pdf/FCRP026.pdf/$FILE/FCRP026.pdf). Acesso em: 18 mai. 2021.

DEAK, C.; SCHIFFER, S. T. R. **O processo de urbanização no Brasil.** p.169-243. São Paulo: Fupam/Edusp, 1999.

DEL CARPIO, J. A. V. *et al.* Urban pavements used in Brazil: Characterization of solar reflectance and temperature verification in the field. **Solar Energy**. v. 134, p. 72-81, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.solener.2016.04.044>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0038092X16300779?via%3Dihub>. Acesso em: 02 jun. 2022.

DEPONTI, C. M.; ECKERT, C.; AZAMBUJA, J. L. B. Estratégia para construção de indicadores para avaliação da sustentabilidade e monitoramento de sistemas. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, v. 3, n. 4, p. 44-52, 2002. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/consagro/files/2010/11/DEPONTI-Cidonea-Estrat%C3%A9gia-IS.pdf>. Acesso em: 24 jul. 2022.

DONADIO, N. M. M.; GALBIATTI, J. A.; DE PAULA, R. C. Qualidade da água de nascentes com diferentes usos do solo na bacia hidrográfica do córrego rico, São Paulo, Brasil. **Engenharia Agrícola**, v. 25, n. 1, p.115-125, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-69162005000100013>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/eagri/a/m9KzFQywkjqVLCZZdhT7JsF/?lang=pt#>. Acesso em: 07 set. 2022.

DU, S. *et al.* Mapping the capacity of concave green land in mitigating urban pluvial floods and its beneficiaries. **Sustainable Cities and Society**, v. 44, p. 774-782, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.11.003>. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2210670718310291?via%3Dihub>. Acesso em: 15 fev. 2022.

DWYER, J. F. *et al.* Assessing the benefits and costs of the urban forest. **Journal of Arboriculture**, v. 18, n. 5, p. 227-234, 1992. Disponível em: [https://www.fs.fed.us/psw/publications/mcpherson/psw\\_1992\\_mcpherson002.pdf](https://www.fs.fed.us/psw/publications/mcpherson/psw_1992_mcpherson002.pdf). Acesso em: 27 mai. 2022.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. **Agência Embrapa de Informação Tecnológica - AGEITEC**. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/arroz/arvore/CONT000fesi63xh02wx5eo0y53mhyx67oxh3.html>. Acesso em: 27 abr. 2021.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. Disponível em: [https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Manual+de+Metodos\\_000fzvhotqk02wx5ok0q43a0ram31wtr.pdf](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Manual+de+Metodos_000fzvhotqk02wx5ok0q43a0ram31wtr.pdf). Acesso em: 05 mai. 2021.

ENGSTRÖM, R., *et al.* Multifunctionality of naturebased and other urban sustainability solutions: New York City study. **Land Degradation & Development**, v. 29, n. 10, p. 3653-3662, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1002/ldr.3113>. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ldr.3113>. Acesso em: 07 nov. 2021.

ESCOBEDO, F. J.; KROEGER, T.; WAGNER, J. E. Urban forests and pollution mitigation: Analyzing ecosystem services and disservices. **Environmental Pollution**, v. 159, p. 2078-2087, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2011.01.010>. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749111000327>. Acesso em: 11 mai. 2021.

EUROPEAN COMMISSION. **Towards an EU research and innovation policy agenda for nature-based solutions & re-naturing cities**: final report of the Horizon 2020 expert group on 'Nature-based solutions and re-naturing cities, 2015. DOI: <https://data.europa.eu/doi/10.2777/479582>. Acesso em: 05 mar. 2021.

FEIBER, S. D. Áreas verdes urbanas imagem e uso - o caso do passeio público de Curitiba - PR. **RA'E GA - O Espaço Geográfico em Análise**, n. 8, p. 93-105, 2004. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/raega.v8i0.3385>. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/raega/article/view/3385/2714>. Acesso em: 25 mai. 2021.

FENGLER, F.H. *et al.* Environmental quality of forest fragments in Jundiaí-Mirim river basin between 1972 and 2013. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 4, p. 402-408, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n4p402-408>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/KCg3n5K8vrD4JVPrh4h6syQ/abstract/?lang=pt#>. Acesso em: 07 nov. 2021.

FERNANDES, A. L. F. **Os impactos dos espaços verdes na qualidade do ar**. 2007. 75 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente) - Departamento de

Ambiente e Ordenamento, Universidade de Aveiro, Portugal, 2007. Disponível em: <https://ria.ua.pt/bitstream/10773/631/1/2009001390.pdf>. Acesso em: 07 mar. 2022.

FERRAZ, A. C. P. Efeitos de borda em florestas tropicais sobre artrópodes, com ênfase nos dípteros ciclorrafos. **Oecologia Australis**, v. 15, n. 2, p. 189 – 198, 2011. DOI: 10.4257/oeco.2011.1502.01. Disponível em: <https://revistas.ufrj.br/index.php/oa/article/view/8123>. Acesso em: 20 set. 2022.

FONSECA, M. M. da. *et al.* Modelo pressão-estado-impacto-resposta na proposição de um índice de avaliação do gerenciamento de resíduos sólidos gerados em uma instituição de ensino superior. *In*: SIMPÓSIO DE GESTÃO AMBIENTAL E SUSTENTABILIDADE – SIGABI, 7., 2018, Rio de Janeiro: SIGABI. **Anais Eletrônicos** [...]. Três Rios: SIGABI, 2018. Disponível em: [https://itr.ufrj.br/sigabi/wp-content/uploads/7\\_sigabi/34FONSECA\\_MARIANA\\_126a129.pdf](https://itr.ufrj.br/sigabi/wp-content/uploads/7_sigabi/34FONSECA_MARIANA_126a129.pdf). Acesso em: 20 nov. 2021.

FORTES, F. C. A. *et al.* Impacto ambiental x ação antrópica: um estudo de caso no Igarapé Grande – Barreirinha em Boa Vista/RR. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 6., 2015, Porto Alegre, RS. **Anais Eletrônicos** [...]. Porto Alegre: IBEAS. Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2015/VI-019.pdf>. Acesso em: 09 fev. 2022.

FREITAS, L. *et al.* Indicadores da qualidade química e física do solo sob diferentes sistemas de manejo. **Unimar ciências**, v. 26, n. 1-2, p. 08-25, 2017. Disponível em: <http://ojs.unimar.br/index.php/ciencias/article/view/511>. Acesso em: 05 ago. 2022.

FRITZSONS, E.; MANTOVANI, L. E.; AGUIAR, A. V. de. Relação entre altitude e temperatura: Uma contribuição ao zoneamento climático no estado do Paraná. **Revista de Estudos Ambientais**, v. 10, n. 1, p. 49-64, 2008. DOI: <http://dx.doi.org/10.7867/1983-1501.2008v10n1p49-64>. Disponível em: <https://bu.furb.br/ojs/index.php/rea/article/view/902>. Acesso em: 22 nov. 2022.

FUTADA, S. M. **Fragmentos remanescentes da bacia do ribeirão das Anhumas, (Campinas-SP): evolução e contexto**. 2007. 249 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007. Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=vtls000411090>. Acesso em: 15 set. 2021.

GARCIA, J. M. *et al.* Uso de fotografias hemisféricas para avaliação da qualidade ambiental na Mata de Santa Genebra, Campinas-SP, Brasil. **Ciência Florestal**, v. 28, n. 1, p. 175-190, 2018. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509831651>. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/31651>. Acesso em: 16 mai. 2021.

GARCIA, J. M. **Avaliação ambiental em áreas de preservação permanente no Ribeirão Anhumas (Campinas-SP)**. 2018. 124 f. Dissertação (Trabalho de

conclusão de curso) - Faculdade de Engenharia Ambiental e Sanitária, Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas - SP, 2018.

GARCIA, J. M. **Qualidade hídrica de propriedade rural no âmbito do programa de pagamento por serviços ambientais (PSA - Água) Campinas/SP**. 2021. 134 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Infraestrutura Urbana), Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas - SP, 2021. Disponível em: <http://repositorio.sis.puc-campinas.edu.br/handle/123456789/15099>. Acesso em: 15 fev. 2022.

GARCIA, J. M.; LONGO, R. M. Análise de impactos ambientais em Área de Preservação Permanente (APP) como instrumento de gestão em rios urbanos. **Revista Cerrados**, v. 18, n. 1, p.107-128, 2020. DOI: <https://doi.org/10.22238/rc2448269220201801107128>. Disponível em: <https://www.periodicos.unimontes.br/index.php/cerrados/article/view/797>. Acesso em: 16 ago. 2022.

GOES, B. C. de; SOUZA, P. G. de; RIBASKI, N. G. Zoneamento de fragmentos florestais prioritários para conservação em parques de Curitiba – Barigui, General Iberê de Mattos, São Lourenço, Tanguá e Tingui. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 1, n. 1, p. 2-43, 2018. Disponível em: <https://brazilianjournals.com/ojs/index.php/BJAER/article/view/328>. Acesso em: 20 fev. 2022.

GOMES, R. C. **Interferências do uso e ocupação do solo na qualidade das águas do Ribeirão das Pedras – Campinas/SP**. 2017. 109 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Infraestrutura Urbana), Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas, 2017. Disponível em: <http://repositorio.sis.puc-campinas.edu.br/handle/123456789/15099>. Acesso em: 15 fev. 2022.

GONFIANTINI, R.; LONGO, R. M. Avaliação dos danos ambientais em áreas de borda da Mata de Santa Genebrinha e Chico Brinco no município de Campinas-SP. *In*: CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS, 8., 2016. **Anais Eletrônicos** [...].Poços de Caldas: GSC, 2016. Disponível em: <http://www.meioambientepocos.com.br/anais-2016/67.%20AVALIA%C3%87%C3%83O%20DOS%20DANOS%20AMBIENTAIS%20EM%20%C3%81REAS%20DE%20BORDA%20DA%20MATA%20DE%20SANTA%20GENEBRINHA%20E%20CHICO%20BRINCO%20NO%20MUNIC%C3%8DPIO%20DE%20CAMPINAS-SP.PDF>. Acesso em: 20 jun. 2022.

GOOGLE EARTH PRO. Versão 7.3.3. 2021. **Imagens do município de Campinas - SP**. Disponível em: <http://earth.google.com/web/>. Acesso em: 06 mai. 2021.

GOOGLE MAPS. **Imagens do município de Campinas - SP**. 2021. Disponível em: <https://www.google.com.br/maps/place/Campinas+-+SP/@-22.8948443,-47.1711218,11z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x94c8c8f6a2552649:0x7475001c58043536!8m2!3d-22.9329252!4d-47.073845>. Acesso em: 07 mai. 2021.

HASSLER, M. L. A importância das Unidades de Conservação no Brasil. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 17, n. 33, p. 79-89, 2005. Disponível em:

<http://www.seer.ufu.br/index.php/sociedadnatureza/article/view/9204>. Acesso em: 26 mar. 2021.

IAC. INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS. **Análises de Fertilidade do Solo**. Disponível em: <http://www.iac.sp.gov.br/produtoseservicos/análisedosolo/análisefertilidade.php>. Acesso em: 19 abr. 2021.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Campinas**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/sp/campinas.html>. Acesso em: 09 mar. 2021.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **IBGE retrata Cobertura Natural dos Biomas do País de 2000 a 2018**. 2020. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/>. Acesso em: 27 mar. 2021.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapa da Área de Aplicação da Lei nº 11.428 de 2006**. 2012. Disponível em: [http://geoftp.ibge.gov.br/informacoes\\_ambientais/estudos\\_ambientais/biomas/mapas/lei11428\\_mata\\_atlantica.pdf](http://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/estudos_ambientais/biomas/mapas/lei11428_mata_atlantica.pdf). Acesso em: 19 abr. 2021.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapa de Biomas do Brasil**. 2004. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/estudos-ambientais/15842-biomas.html?=&t=acesso-ao-produto>. Acesso em: 21 abr. 2021.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapa de Relevo do Brasil**. 2006. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/geomorfologia/15827-unidades-de-relevo.html?=&t=acesso-ao-produto>. Acesso em: 15 abr. 2021.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapa de Solos do Brasil**. 2001. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/pedologia/15829-solos.html?=&t=acesso-ao-produto>. Acesso em: 22 abr. 2021.

JARDIM C. H. Relações entre temperatura, umidade relativa do ar e pressão atmosférica em área urbana: comparação horária entre dois bairros no município de São Paulo-SP. **Revista Geografias**, Belo Horizonte, 128-142, 2011. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/geografias/article/view/13313/10545>. Acesso em: 28 out. 2022.

JATOBÁ, S. U. **Densidades urbanas nas regiões administrativas do distrito federal**. Brasília, DF: CODEPLAN, 2017. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Sergio-Jatoba/publication/327022771\\_Densidades\\_Urbanas\\_nas\\_Regioes\\_Administrativas\\_do\\_Distrito\\_Federal\\_-\\_Brasil/links/5b732919a6fdcc87df7a1a51/Densidades-Urbanas-nas-Regioes-Administrativas-do-Distrito-Federal-Brasil.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Sergio-Jatoba/publication/327022771_Densidades_Urbanas_nas_Regioes_Administrativas_do_Distrito_Federal_-_Brasil/links/5b732919a6fdcc87df7a1a51/Densidades-Urbanas-nas-Regioes-Administrativas-do-Distrito-Federal-Brasil.pdf). Acesso em: 15 set. 2022.

JOLY, C. A. *et al.* **1º Diagnóstico Brasileiro de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos**. São Carlos: Editora Cubo, 2019. p. 351. E-book. Disponível em: <https://doi.org/10.4322/978-85-60064-88-5>. Acesso em: 26 mar. 2021.

KABISCH, N., *et al.* Nature-based solutions to climate change mitigation and adaptation in urban areas: perspectives on indicators, knowledge gaps, barriers, and opportunities for action. **Ecology and Society**, v. 21, n. 2, 2016. DOI: <https://dx.doi.org/10.5751/ES-08373-210239>. Disponível em: <https://www.ecologyandsociety.org/vol21/iss2/art39/>. Acesso em: 12 mai. 2021.

KAPOS, V. Effects of isolation on the water status of Forest patches in the Brazilian Amazon. **Journal of Tropical Ecology**, v. 5, n. 2, p. 173-185, 1989. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0266467400003448>. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/journal-of-tropical-ecology/article/abs/effects-of-isolation-on-the-water-status-of-forest-patches-in-the-brazilian-amazon/C823177158512F09A4FE56FE3576700A>. Acesso em: 29 set. 2022.

KETTERER, C., MATZARAKIS, A. Comparison of different methods for the assessment of the urban heat island in Stuttgart, Germany. **International Journal of Biometeorology**, v. 59, p. 1299-1309, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00484-014-0940-3>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00484-014-0940-3>. Acesso em: 15 mar. 2022.

KIEHL, E. J. **Manual de edafologia: relações solo - planta**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1979.

KRISTENSEN, P. The DPSIR framework. *In: Workshop assessment of the vulnerability of water resources to environmental change in Africa, 2004, Nairobi. Proceedings Electronic [...]*. Nairobi: National Environmental Research Institute, 2004. Disponível em: <https://goo.gl/4KR9iw>. Acesso em: 12 mai. 2021.

LACHOWYCZ, K.; JONES, A. P. Greens pace and obesity: a systematic review of the evidence. **Obesity reviews**, v. 12, n. 5, p. 183-189, 2011. DOI: 10.1111/j.1467-789X.2010.00827.x. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21348919/>. Acesso em: 05 set. 2021.

LEE, I. *et al.* Effects of forest therapy on depressive symptoms among adults: A systematic review. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 14, n. 3, 2017. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph14030321>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1660-4601/14/3/321>. Acesso em: 19 abr. 2021.

LIEBSCH, D. *et al.* Influência de impactos antrópicos em fragmentos de Floresta Ombrófila Mista em Santa Catarina. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 36, n. 87, 2016. DOI: 10.4336/2016.pfb.36.87.1213. Disponível em: <https://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/view/1213>. Acesso em: 13 fev. 2023.

LIMA, V. M.; COSTA, S. M. F. da; RIBEIRO, H. Uma contribuição da metodologia Peir para o estudo de uma pequena cidade na Amazônia: Ponta de Pedras, Pará.

**Revista saúde e sociedade**, v. 26, n. 4, p. 1071-1086, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0104-12902017170861>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sausoc/a/5pzTknyTdMdVKTq3fwdbXJc/?lang=pt>. Acesso em: 10 nov. 2021.

LIVESLEY, S. J.; McPHERSON, E. G.; CALFAPIETRA, C., The urban forest and ecosystem services: Impacts on urban water, heat and pollution cycles at the tree, street and city scale. **Journal of Environmental Quality**. v.45, p.119-124, 2016. Disponível em: [https://www.fs.fed.us/psw/publications/mcpherson/psw\\_2016\\_mcpherson001\\_livesley.pdf](https://www.fs.fed.us/psw/publications/mcpherson/psw_2016_mcpherson001_livesley.pdf). Acesso em: 22 abr. 2021.

LÓPEZ, A. Dia da Terra: o futuro do planeta está em nossas mãos. **EL PAÍS**, 22 abr. 2018. Ciência. Disponível em: [https://brasil.elpais.com/brasil/2018/04/22/ciencia/1524408059\\_778849.html](https://brasil.elpais.com/brasil/2018/04/22/ciencia/1524408059_778849.html). Acesso em: 15 fev. 2023.

LLARDENT, L.; R. **Zonas verdes y espacios libres en La ciudad**. Madrid: Instituto de Estudios de Administración Local. 1982.

MARIJNISSEN, R. *et al.* How natural processes contribute to flood protection - A sustainable adaptation scheme for a wide green dike. **Journal Science of the Total Environment**, v. 739, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139698>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969720332186?via%3Dihub>. Acesso em: 02 mar. 2022.

MARTÍNEZ-HERNÁNDEZ, V. *et al.* Alterações sustentáveis do solo para melhorar as soluções baseadas na natureza para tratamento de águas residuais e recuperação de recursos. **Revista de gestão ambiental**, v. 261, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110255>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479720301900?via%3Dihub>. Acesso em: 02 mai. 2022.

MATTAR NETO, J.; KRÜGER, C. M.; DZIEDZIC, M. Análise de indicadores ambientais no reservatório do Passaúna. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, 2009, v. 14, n. 2, p. 205-213, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-41522009000200008>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/8t7rdMS6YS7MG4vpqBCmBZF/?lang=pt>. Acesso em: 17 ago. 2022.

MATZARAKIS, A.; RUTZ, F.; MAYER, H. Modelling radiation fluxes in simple and complex environments - application of the RayMan model. **International Journal of Biometeorology**, v.51, p. 323-334, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00484-006-0061-8>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00484-006-0061-8>. Acesso em: 12 dez. 2021.

MELO, A. G. C. de *et al.* Fragmentos Florestais Urbanos. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, v.17, n.1, p. 58-79, 2011. Disponível em:



[http://faef.revista.inf.br/imagens\\_arquivos/arquivos\\_destaque/Ozb1mN5pINQ3cZw\\_2013-4-29-11-34-29.pdf](http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/Ozb1mN5pINQ3cZw_2013-4-29-11-34-29.pdf). Acesso em: 02 mar. 2021.

MELO, R. H. R. Q.; MELO, R. H. R. Q.; MELO, E. F. R. Q. Área verde: melhor qualidade de vida em tempos de pandemia. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO ONLINE DE GESTÃO URBANA*, 4, 2020. **Anais eletrônicos** [...].Online: ANAP, 2020. Disponível em: <https://www.eventoanap.org.br/data/inscricoes/7720/form1979211772.pdf>. Acesso em: 05 jun. 2021.

MENDES, A. M. S. **Introdução à fertilidade do solo**. Nota de aula. 2007. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPATSA/35800/1/OPB1291.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2021.

MEUNIER, I. M. J. Percepções e expectativas de moradores do grande Recife-PE em relação aos parques urbanos. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 4, n. 2, p. 5-43, 2009. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/revsbau.v4i2.66401>. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revsbau/article/view/66401/38244>. Acesso em: 27 jun. 2021.

MITCHELL, G. Problems and Fundamentals of sustainable development indicators. **Journal Sustainable Development**, v. 4. n.1. p. 1-11, 1996. DOI: [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1719\(199603\)4:1<1::AID-SD24>3.0.CO;2-N](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1719(199603)4:1<1::AID-SD24>3.0.CO;2-N). Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/227651004\\_Problems\\_and\\_Fundamentals\\_of\\_Sustainable\\_Development\\_Indicators](https://www.researchgate.net/publication/227651004_Problems_and_Fundamentals_of_Sustainable_Development_Indicators). Acesso em: 17 jun. 2022.

MITTERMEIER, R. A. *et al.* Global Biodiversity Conservation: The Critical Role of Hotspots. In: Zachos, F., Habel, J. (eds). **Biodiversity Hotspots**. Springer, Berlin, Heidelberg, p. 3- 22, 2011. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-642-20992-5\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-642-20992-5_1). Disponível em: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-20992-5\\_1](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-20992-5_1). Acesso em: 02 jan. 2022.

MONTEIRO, V. S.; PEZZUTO, C. C. Classificação das zonas climáticas locais. Estudo de caso - Campinas/SP. *In: SIMPÓSIO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU EM SISTEMAS DE INFRAESTRUTURA URBANA (SPINFRA)*, 3., 2017, Campinas. **Anais** [...]. Campinas: PUC-CAMPINAS, 2017.

NUNES, L. A. A.; WILLON, A. C. P.; OURIQUE, V. L. D. Elaboração de um Centro Comunitário para Barra do Bugres – MT. **Zeiki – Revista Interdisciplinar da Unemat Barra do Bugres**, v. 1, n. 1, p. 47–61, 2020. DOI: <https://doi.org/10.30681/zeiki.v1i1.3636>. Disponível em: <https://periodicos2.unemat.br/index.php/zeiki/article/view/3636>. Acesso em: 25 jan. 2022.

OKE, T. R. Canyon geometry and the nocturnal urban heat island: Comparison of scale model and Field observations. **International Journal of Climatology**, v. 1, n. 3, p. 237-254, 1981.

OLIVEIRA, C. D. L.; SILVA, A. P. A.; MOURA, P. A. G. Distribuição e Importância das Unidades de Conservação no Domínio Caatinga. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 42, n. 1, p. 425-429, 2019. Disponível em: <http://www.ppegeo.igc.usp.br/index.php/anigeo/article/view/13147/12739>. Acesso em: 20 mar. 2021.

OLIVEIRA, D. dos S. **Zoneamento de risco de incêndios em povoamentos florestais no norte de Santa Catarina**. 2002. 113 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR, 2002.

OLIVEIRA, L. S. C. de. *et al.* Efeito de borda em remanescentes de floresta atlântica na bacia do Rio Tapacurá, Pernambuco. **Cerne**, v. 21, n. 2, p. 169-174, 2015. DOI: 10.1590/01047760201521021185. Disponível em: <http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br/handle/123456789/15827?show=full>. Acesso em: 15 mar. 2022.

OLIVEIRA, T. H. *et al.* Avaliação espaço-temporal do Índice de área foliar e impacto das atividades antrópicas na Reserva Ecológica Estadual Mata São João da Várzea, Recife – PE. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO - SBSR, 15., 2011, Curitiba. **Anais Eletrônicos** [...]. São José dos Campos: INPE, 2011. p. 2105 - 2112. Disponível em: <http://martem.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/marte/2011/07.06.17.53/doc/p0525.pdf>. Acesso em: 25 set. 2021.

ONG APAVIVA. Web site ONG APAVIVA. Disponível em: <https://apaviva.org.br/>. Acesso em: 02 jan. 2022a.

ONG APAVIVA (@apaviva). **Publicações diversas de 2021 e 2022**. Campinas (SP). 2022. *Instagram*: Oscip APAVIVA. Disponível em: <https://www.instagram.com/apaviva/>. Acesso em: 12 dez. 2022b.

ONU. ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Aumento de renda é mais prejudicial ao meio ambiente do que o crescimento populacional. 2022. <https://brasil.un.org/pt-br/173333-aumento-de-renda-e-mais-prejudicial-ao-meio-ambiente-do-que-o-crescimento-populacional>. Acesso em: 20 set. 2022.

OECD. ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. **Green Growth in Cities**. Paris: OECD Publishing. 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1787/9789264195325-en>. Acesso em: 02 mai. 2021.

OECD. ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. **OECD Core Set of Indicators for Environmental Performance Reviews: a synthesis report by the Group on the State of the Environment**. Environmental Monographs n°83. Paris: OECD. 1993.

PAIVA, H. N.; GONÇALVES, W. **Florestas urbanas: planejamento para melhoria da qualidade de vida**. 2. ed. Viçosa: Editora Aprenda Fácil, 2002.

PANNO, A. *et al.* Nature-based solutions to promote human resilience and wellbeing in cities during increasingly hot summers. **Environmental research**, v. 159, p. 249-256, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.08.016>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0013935117315876?via%3Dihub>. Acesso em: 16 set. 2021.

PASTRO, L. C. *et al.* Influência da vegetação no microclima de pátios escolares em clima quente. *In*: CONGRESSO LUSO BRASILEIRO PARA O PLANEJAMENTO URBANO, REGIONAL, INTEGRADO E SUSTENTÁVEL, 2012, Brasília. **Anais Eletrônicos** [...]. Brasília: UFM, 2012. Disponível em: <https://www1.ufmt.br/ufmt/unidade/userfiles/publicacoes/10eb9a04047c1ad26627e951846dd52e.pdf>. Acesso em: 12 mai. 2021.

PEDROSO NETO, J. C. P.; COSTA, J. O. **Análise do solo**: Determinações, cálculos e interpretação. Minas Gerais: EPAMIG, 2012.

PEREIRA, E. B. P. **A importância dos espaços livres públicos em estratégias de adaptação de áreas urbanas costeiras sujeitas à inundação no contexto da mudança climática**. Rio de Janeiro: Editora PUC-Rio, 2018. E-book. Disponível em: <http://www.editora.puc-rio.br/media/import%C3%A2ncia%20dos%20espa%C3%A7os%20livres%20p%C3%BAblicos%20em%20estrat%C3%A9gias%20de%20adapta%C3%A7%C3%A3o.pdf>. Acesso em: 17 nov. 2021.

PEREIRA, H. S.; KUDO, S. A.; SILVA, S. C. P. da. Datophilia and environmental valuation of urban forest fragments in an amazonian city. **Revista Ambiente & Sociedade**, v. 21, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/1809-4422asoc170159vu18L1AO>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asoc/a/Q9sx6GCpbM86JC9sCgwHdfq/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 25 mar. 2022.

PEREIRA, R. F. *et al.* Análise de Sensibilidade dos Parâmetros do Índice de Qualidade de água (IQA). *In*: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 20., 2013, Bento Gonçalves - RS. **Anais Eletrônicos** [...]. Bento Gonçalves: ABRH, 2013. Disponível em: [https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/8273/1/2013\\_eve\\_aivnunes\\_analise.pdf](https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/8273/1/2013_eve_aivnunes_analise.pdf). Acesso em: 05 nov. 2022.

PEZZUTO, C. C.; *et al.* Avaliação do comportamento térmico de áreas verdes em diferentes configurações de entorno imediato - estudo de caso em regiões metropolitanas do Brasil. **Cadernos da Faculdade de Arquitectura da Universidade Técnica de Lisboa**, v.8, p. 104 – 113, 2015.

PHILLIPS, T. H. *et al.* The capacity of urban forest patches to infiltrate storm water is influenced by soil physical properties and soil moisture. **Journal of Environmental Management**, v. 246, p. 11-18, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.05.127>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479719307558?via%3Dihub>. Acesso em: 20 mar. 2022.

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE CAMPINAS. Disponível em: <https://www.puc-campinas.edu.br/>. Acesso em: 15 abr. 2021.

PORTAL BRASILEIRO DE DADOS ABERTOS. **Unidades de Conservação**. Ministério do Meio Ambiente, 2020. Recuperado de <https://dados.gov.br/dataset/unidadesdeconservacao/resource/c0babb3e-ec4e-4db5-a2b6-b79477260b0f>. Acesso em: 15 mar. 2021.

PORTAL DA LEGISLAÇÃO. Disponível em: <http://www4.planalto.gov.br/legislacao/>. Acesso em: 14 nov. 2022.

PRIMACK, R. B.; RODRIGUES, E. **Biologia da Conservação**. Londrina: Planta, 2001.

RAGAZZO, C. E. J.; LIMA, J. M. da C. e S. Densidade urbana e qualidade de vida: O caso do projeto porto maravilha. **Revista da Faculdade de Direito**, v. 60, n. 3, p. 279-310, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/rfdufpr.v60i3.40168>. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/direito/article/view/40168>. Acesso em: 31 out. 2022.

RAIJ, B. V. *et al.* **Análise Química para Avaliação da Fertilidade de Solos Tropicais**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2001, p. 285. Disponível em: [http://www.iac.sp.gov.br/Publicacoes/arquivos/Raij\\_et\\_al\\_2001\\_Metod\\_Anal\\_IAC.pdf](http://www.iac.sp.gov.br/Publicacoes/arquivos/Raij_et_al_2001_Metod_Anal_IAC.pdf). Acesso em: 09 mai. 2021.

RAIJ, B. V. *et al.* Boletim Técnico 100. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas, Instituto Agrônomo & Fundação IAC, 1997.

RAMOS, T. B. Sistemas de indicadores e índices ambientais. *In*: CONGRESSO NACIONAL DOS ENGENHEIROS DO AMBIENTE, 4., 1997, Faro. **Anais Eletrônicos** [...]. Faro: APEA, 1997. Disponível em: [https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/31168947/Sistema\\_de\\_Indicadores\\_e\\_Indices\\_Ambientais\\_-\\_IV\\_CNEA.pdf?response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DSistemas\\_de\\_indicadores\\_e\\_indices\\_ambien.pdf&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A%2F20191102%2Fus-east-1%2Fs3%2Faws4\\_request&X-Amz-Date=20191102T232430Z&X-Amz-Expires=3600&X-Amz-SignedHeaders=host&X-Amz-Signature=4b1e7cff41ff4a1ca87a8a9a5d9103d71407edb93d4c199eaf1f99f8a80f94ee](https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/31168947/Sistema_de_Indicadores_e_Indices_Ambientais_-_IV_CNEA.pdf?response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DSistemas_de_indicadores_e_indices_ambien.pdf&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A%2F20191102%2Fus-east-1%2Fs3%2Faws4_request&X-Amz-Date=20191102T232430Z&X-Amz-Expires=3600&X-Amz-SignedHeaders=host&X-Amz-Signature=4b1e7cff41ff4a1ca87a8a9a5d9103d71407edb93d4c199eaf1f99f8a80f94ee). Acesso em: 21 jan. 2021.

RENNÓ, C. D. **Construção de um sistema de análise e simulação hidrológica: aplicação a bacias hidrográficas**. 2004. 146 f. Tese (Doutorado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2003. Disponível em: <http://mtc-m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/jeferson/2003/06.10.13.53/doc/publicacao.pdf>. Acesso em: 17 mar. 2022.

RIBEIRO, A. I. *et al.* Proposta de diagnóstico ambiental de uma área degradada no Parque Estadual do Juquery, Franco da Rocha – SP. *In*: Congresso Brasileiro de

Gestão Ambiental, 3., 2012, Goiânia. **Anais Eletrônicos** [...]. Goiânia: IBEAS, 2012. Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2012/VI-036.pdf>. Acesso em: 09 nov. 2022.

RIBEIRO, F. A. B. S. Arborização urbana em Uberlândia: Percepção da população. **Revista da Católica**, v. 1, n. 1, p. 224-237, 2009. Disponível em: [http://catolicaonline.com.br/revistadacatolica2/artigosv1n1/20\\_arborizacao\\_urbana.pdf](http://catolicaonline.com.br/revistadacatolica2/artigosv1n1/20_arborizacao_urbana.pdf). Acesso em: 15 jun. 2021.

ROCHA, G. M. *et al.* Physical attributes of the soil of urban forests as environmental indicators of environmental degradation. **Revista Ciência Florestal**, v. 30, n. 3, p. 767-778, 2020. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509834637>. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/34637>. Acesso em: 15 set. 2022.

ROSALEM, L. M. P. *et al.* A produção de serrapilheira no Cerrado e sua aplicação temporal com o balanço hídrico climatológico. *In*: Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 19., 2016, Campinas. **Anais Eletrônicos** [...] São Paulo: ABAS, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.14295/ras.v0i0.28733>. Acesso em 20 out. 2022.

ROSSET, F. **Procedimentos metodológicos para estimativa do índice de áreas verdes públicas**. Estudo de caso: Erechim, RS. 2005. 76 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais), Universidade Federal de São Carlos, São Carlos - SP, 2005. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/2113/DissFR.pdf?sequence=1>. Acesso em: 15 abr. 2022.

RUFINO, R. C. **Avaliação da qualidade ambiental do município de Tubarão (SC) através do uso de indicadores ambientais**. 123 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós - Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/82919/189517.pdf?sequence=1>. Acesso em: 02 ago. 2022.

SAMPAIO, M. B.; GUARINO, E. de S. G. Efeitos do pastoreio de bovinos na estrutura populacional de plantas em fragmentos de floresta ombrófila mista. **Revista Árvore**, v. 31, n. 6, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rarv/a/kfkKzFX6dSyK366PVTLYnqr/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 16 fev. 2023.

SANASA. SOCIEDADE DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E SANEAMENTO S/A. Disponível em: <https://www.sanasa.com.br>. Acesso em: 09 fev. 2022.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. São Paulo: Oficina de textos, 2008.

SANTANA, R. C. B. *et al.* A importância das unidades de conservação do arquipélago de Fernando de Noronha. **Revista Holos**, Natal, v. 32, n. 7, p. 15-31,

2016. Disponível em: <http://dx-doi.ez128.periodicos.capes.gov.br/10.15628/holos.2016.4217>. Acesso em: 20 mar. 2021.

SANTIN, D. A. **A vegetação remanescente do município de Campinas (SP): mapeamento, caracterização fisionômica e florística, visando a conservação.** 1999. 502 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1999. Disponível em: <https://repositorio.unicamp.br/acervo/detalhe/175690?guid=1658448009603&returnUrl=%2Fresultado%2Flistar%3Fguid%3D1658448009603%26quantidadePaginas%3D1%26codigoRegistro%3D175690%23175690&i=15>. Acesso em: 03 mar. 2022.

SANTOS, C. R. dos. DECISÃO DE DIRETORIA Nº 112/2013/E, DE 09 DE ABRIL DE 2013. CETESB. São Paulo, p. 42-44. 12 abr. 2013. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2018/01/DECIS%C3%83O-DE-DIRETORIA-N%C2%BA-1122013E-DE-09-DE-ABRIL-DE-2013.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2022.

SANTOS, G. M.; OTENIO, M. H.; LOPES-ASSAD, M. L. Sustentabilidade de práticas agropecuárias em sistemas bovinos leiteiros. **Geografia**, v. 39, n. 2, 2014. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/ageteo/article/view/9322/6753>. Acesso em: 10 dez. 2021.

SANTOS, R. F. dos. **Planejamento Ambiental: teoria e prática.** São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

SILVA, A. L. da *et al.* Classificação de fragmentos florestais urbanos com base em métricas da paisagem. **Revista Ciência Florestal**, v. 29, p. 1254-1269, 2019. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509830201>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cflo/a/6HYDJGRzdfQXqR69dhwvqMC/?lang=pt>. Acesso em: 22 fev. 2022.

SILVA, A. L. da; LONGO, R. M. Ecologia da paisagem e qualidade ambiental de remanescentes florestais na sub-bacia hidrográfica do Rio Atibaia dentro do município de Campinas-SP. **Revista Ciência Florestal**, v. 30, n. 4, p. 1176–1191, 2020. DOI: 10.5902/1980509842640. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/42640>. Acesso em: 14 out. 2022.

SILVA, A. M. da; *et al.* Soil quality attributes related to urbanization in Brazilian watershed. **Journal of Environmental Engineering and Landscape Management**, v. 25, n. 4, p. 317-328, 2017. DOI: <https://doi.org/10.3846/16486897.2017.1296451>. Disponível em: <https://journals.vilniustech.lt/index.php/JEELM/article/view/1711>. Acesso em: 07 set. 2022.

SILVA, O. V. da. Sistemas produtivos e degradação ambiental: Aspectos Históricos. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, v. 35, n. 1, p. 60-65, 2020. Disponível em:

[http://faef.revista.inf.br/imagens\\_arquivos/arquivos\\_destaque/cvwc470hHSKx00k\\_2021-8-18-17-9-56.pdf](http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/cvwc470hHSKx00k_2021-8-18-17-9-56.pdf). Acesso em: 02 jun. 2022.

SILVA, S. S. F. da; *et al.* Indicador de sustentabilidade pressão-estado-impacto-resposta no diagnóstico do cenários ócio ambiental resultante dos resíduos sólidos urbanos em Cuité/PB. **REUNIR Revista de Administração Contabilidade e Sustentabilidade**, v. 2, n. 2, p. 76-93, 2012. DOI: <https://doi.org/10.18696/reunir.v2i2.68>. Disponível em: <https://reunir.revistas.ufcg.edu.br/index.php/uacc/article/view/68>. Acesso em: 15 nov. 2021.

SIQUEIRA, D. P.; *et al.* Litter decomposition and nutrient release for two tropical N-fixing species in Rio de Janeiro, Brazil. **Journal of Forest Research**, v. 33, p. 487-496, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11676-021-01383-z>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11676-021-01383-z>. Acesso em: 27 mar. 2022.

SMA. SECRETARIA DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Banco de dados**. São Paulo: SMA/CPLA/DIA/CIGI. 2022. Disponível em: <https://datageo.ambiente.sp.gov.br/>. Acesso em: 02 fev. 2022.

SMITH, J.; *et al.* Finescale Soil Heterogeneity at an Urban Site: Implications for Forest Restoration. **Journal Restoration Ecology**, v. 29, n.7, 2021. Disponível em: <https://doi-org.ez128.periodicos.capes.gov.br/10.1111/rec.13409>. Acesso em: 15 jun. 2022.

SOARES, A. de O. Metodologia de pressão-estado-impacto-resposta aplicada no estudo de avaliação ambiental da bacia hidrográfica do alto de Sorocaba. 2019. 87 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Instituto de Ciências e Tecnologias, Universidade Estadual Paulista, Sorocaba, 2019.

SOARES, A. M.; BARROS, J. D. de S.; BEZERRA, D. de S. Aplicação do Sistema de Indicadores de Sustentabilidade Pressão-Estado-Impacto-Resposta (PEIR) no Município de Nazarezinho - PB: enfoque no estado dos resíduos sólidos. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 4, n. 8, p. 255-262, 2017. DOI: <https://dx.doi.org/10.21438/rbgas.040802>. Disponível em: <http://revista.ecogestaobrasil.net/v4n8/v04n08a02a.html>. Acesso em: 19 nov. 2021.

SOBRAL, L. F. *et al.* **Guia Prático para Interpretação de Resultados de Análises de Solo**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2015.

SOEIRA, M. R. C. **A relação entre o fator de visão do céu e a temperatura do ar em diferentes zonas climáticas locais**. 2018. 116 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Infraestrutura Urbana), Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas - SP, 2018. Disponível em: <http://repositorio.sis.puc-campinas.edu.br/handle/123456789/15099>. Acesso em: 15 fev. 2022.

SOS MATA ATLÂNTICA. **Conheça mais**. Disponível em: <https://www.sosma.org.br/conheca/mata-atlantica/>. Acesso em: 27 mar. 2021.

STEWART, I. D.; OKE, T. R. Local climate zones for urban temperature studies. **Bulletin of the American Meteorological Society**, v. 93, n. 12, p. 1879-1900, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-11-00019.1>. Disponível em: <https://journals.ametsoc.org/view/journals/bams/93/12/bams-d-11-00019.1.xml>. Acesso em: 04 fev. 2022.

STÜRMER, S. L. K. *et al.* Relação da granulometria do solo e morfologia do saprolito com a infiltração de água em Neossolos Regolíticos do rebordo do Planalto do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, v. 39, n. 7, 2009, p. 2057-2064. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782009005000141>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/jt9xp5fnCvhfqPSGQMZLHym/?lang=pt>. Acesso em: 16 ago. 2021.

SVDS. SECRETARIA MUNICIPAL DO VERDE, MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. **GEOAMBIENTAL**: Informações ambientais espacializadas. Disponível em: <https://geoambiental.campinas.sp.gov.br>. Acesso em: 27 mar. 2022.

TAKIKAWA, B. Y.; SILVA, D. C. C. e; LOURENÇO, R. W. Proposta metodológica para elaboração de um indicador de fragilidade ambiental para fragmentos florestais. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 41, p. 1-15, 2021. DOI: 10.11606/eISSN.2236-2878.rdg.2021.170587. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/170587>. Acesso em: 07 fev. 2022.

TOUDERT, F. A. Dependence of outdoor thermal comfort on street design in hot and dry climate. 2005. Dissertation (Fakultaetfuer Forst-und Umweltwissenschaften) – Meteorologisches Inst., Freiburg Univ., Germany, 2005. Disponível em: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.632.8699&rep=rep1&type=pdf>. Acesso em: 02 abr. 2022.

TROPMAIR, H. **Biogeografia e meio ambiente**. 8. ed. Rio Claro: Divisa, 2008.

TU, J. Spatial Variations in the Relationships between Land Use and Water Quality across an Urbanization Gradient in the Watersheds of Northern Georgia/ USA. **Environmental Management**, v. 51, p. 1-17, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00267-011-9738-9>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00267-011-9738-9>. Acesso em: 17 out. 2021.

VASCONCELLOS, E. A. de. **Transporte e meio ambiente: conceitos e informações para análise de impactos**. Editora Annablume, 2006.

VASCONCELOS, A. C. F. de. *et al.* Pressão Estado Impacto Resposta: Um estudo em curtumes artesanais na Paraíba. *In*: ENCONTRO INTERNACIONAL SOBRE GESTÃO AMBIENTAL E MEIO AMBIENTE (ENGEMA), 16., 2014, São Paulo. **Anais Eletrônicos** [...]. São Paulo: FEA USP, 2014. Disponível em: <http://www.engema.org.br/XVIENGEMA/412.pdf>. Acesso em: 04 mai. 2021.

VAZ, C. A. B.; SILVEIRA, G. L. O Modelo PEIR e Base SIG no Diagnóstico da Qualidade Ambiental em Sub-bacia Hidrográfica Urbana. **Revista Brasileira de**



**Recursos Hídricos**, v. 19, n. 2, p. 281-298, 2014. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/9f30/9c52289f49cdce51943bddffda3ec72fa2c2.pdf>. Acesso em: 05 mai. 2021.

VELOSO, C. A. C. *et al.* Relações cálcio, magnésio e potássio sobre a produção de matéria seca de milho. **Acta Amazonica**, v. 31, n. 2, p. 193-193, 2001. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aa/a/vy7QXJCwJ6ZkRw9VPXg6Xwp/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 01 jun. 2022.

VIEIRA, J. *et al.* Green spaces are not all the same for the provision of air purification and climate regulation services: The case of urban parks. **Journal Environmental Research**, v. 160, p. 306-313, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.10.006>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0013935117316535?via%3Dihub>. Acesso em: 15 fev. 2022.

VIEIRA, M. S.; MOURA, M. A. M.; GIL, F. G. Qualidade da água de lagos e nascentes do Parque Dr. Fernando Costa (Água Branca), São Paulo, SP. **Arq. Instituto Biológico**, v. 73, n. 4, p. 475-483, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aib/a/Dp3svKHTbnmyyxxgRb4cJPS/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 25 mar. 2022.

VILANI, M. T. *et al.* Estimativa do Índice de Área Foliar pelo método de Lambert - Beer e produto do sensor MODIS em uma floresta de transição Amazônia – Cerrado. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 16., 2009, Belo Horizonte. **Anais Eletrônicos** [...]. Belo Horizonte: S. B. AGRO, 2009. Disponível em: [http://www.sbagro.org.br/anais\\_congresso\\_2009/cba2009/044.pdf](http://www.sbagro.org.br/anais_congresso_2009/cba2009/044.pdf). Acesso em: 22 abr. 2021.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2011.







WANG, R. *et al.* Are green space quantity and quality associated with mental health through different mechanisms in Guangzhou, China: A comparison study using street view data. **Environmental Pollution**, v. 290, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.117976>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S026974912101558X?via%3Dihub>. Acesso em: 02 abr. 2022.

WWF. WORLD WILDLIFE FUND. Consequências da perda da biodiversidade. **WWF**. Disponível em: [https://www.wwf.org.br/natureza\\_brasileira/especiais/biodiversidade/consequencias\\_perda\\_biodiversidade/](https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/especiais/biodiversidade/consequencias_perda_biodiversidade/). Acesso em: 14 fev. 2023.

YAO Y. *et al.* Can parkland mitigate mental health burden imposed by the COVID-19? A national study in China. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 67, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2021.127451>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1618866721004787>. Acesso em: 05 mai. 2022.

## APÊNDICES

### APÊNDICE A – Imagens da área do Condomínio Colinas do Atibaia.

|   |  |
|---|--|
| <p>Início do Caminho 1 do Condomínio Colinas do Atibaia.</p>                        | <p>Uma das bacias de contenção da água da chuva no caminho 1.</p>                    |
|    |    |
| <p>Caminho 8 ao lado da Mata Ribeirão Cachoeira.</p>                                | <p>Uma das bacias de contenção da água da chuva no caminho 8.</p>                    |
|   |   |
| <p>Trecho do Caminho 1 mais próximo da borda da MRC.</p>                            | <p>Ponte em cima do Ribeirão Cachoeira – Período Seco.</p>                           |
|  |  |
| <p>Ponte em cima do Ribeirão Cachoeira – Período Úmido.</p>                         | <p>Uma das áreas de pasto próxima a borda da MRC.</p>                                |
|  |  |

APÊNDICE B – Estatísticas descritivas dos dados da temperatura do ar (°C) nas diferentes estações do ano e pontos de coleta.

|                  |      | <b>Média</b> | <b>Mínimo</b> | <b>Máximo</b> | <b>Amplitude</b> | <b>DesvPad</b> |
|------------------|------|--------------|---------------|---------------|------------------|----------------|
| <b>INVERNO</b>   | MET  | 21,80        | 14,65         | 29,27         | 14,62            | 0,21           |
|                  | PT 1 | 17,11        | 8,00          | 28,73         | 20,73            | 0,51           |
|                  | PT 2 | 17,75        | 9,30          | 28,50         | 19,20            | 0,61           |
|                  | PT 3 | 22,38        | 15,90         | 28,53         | 12,63            | 0,51           |
|                  | PT 4 | 20,18        | 12,60         | 28,20         | 15,60            | 0,27           |
|                  | PT 5 | 20,00        | 12,80         | 28,00         | 15,20            | 0,27           |
| <b>OUTONO</b>    | MET  | 17,93        | 11,25         | 25,44         | 14,19            | 1,11           |
|                  | PT 1 | 13,50        | 4,83          | 24,43         | 19,60            | 1,06           |
|                  | PT 2 | 13,89        | 6,03          | 26,03         | 20,00            | 1,10           |
|                  | PT 3 | 18,23        | 12,60         | 24,23         | 11,63            | 1,46           |
|                  | PT 4 | 15,65        | 9,73          | 23,33         | 13,60            | 1,38           |
|                  | PT 5 | 15,50        | 9,63          | 22,33         | 12,70            | 1,40           |
| <b>PRIMAVERA</b> | MET  | 21,55        | 14,37         | 29,32         | 14,94            | 2,94           |
|                  | PT 1 | 21,07        | 13,20         | 29,57         | 16,37            | 1,85           |
|                  | PT 2 | 21,23        | 12,83         | 28,80         | 15,97            | 2,06           |
|                  | PT 3 | 20,81        | 14,10         | 28,20         | 14,10            | 3,25           |
|                  | PT 4 | 21,26        | 13,83         | 29,43         | 15,60            | 2,84           |
|                  | PT 5 | 21,16        | 13,80         | 29,10         | 15,30            | 2,86           |
| <b>VERÃO</b>     | MET  | 26,09        | 20,55         | 32,53         | 11,99            | 0,44           |
|                  | PT 1 | 25,15        | 19,67         | 32,43         | 12,77            | 0,91           |
|                  | PT 2 | 25,50        | 19,73         | 33,17         | 13,43            | 0,70           |
|                  | PT 3 | 25,41        | 20,27         | 32,17         | 11,90            | 0,27           |
|                  | PT 4 | 24,55        | 19,80         | 31,17         | 11,37            | 0,60           |
|                  | PT 5 | 24,32        | 19,67         | 30,50         | 10,83            | 0,60           |