

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

EDUARDO HENRIQUE CORSO BORGIO

**ESTUDO DAS ÁREAS DE APP DO RIO ALEGRIA DENTRO DO PERÍMETRO
URBANO DO MUNICÍPIO DE MEDIANEIRA – PARANÁ**

MEDIANEIRA

2023

EDUARDO HENRIQUE CORSO BORGIO

ESTUDO DAS ÁREAS DE APP DO RIO ALEGRIA, DENTRO DO PERÍMETRO
URBANO DO MUNICÍPIO DE MEDIANEIRA – PARANÁ

Study of the PPA of alegria river within the urban perimeter of the municipality of
Medianeira – Paraná

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como requisito à obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Ambiental da
Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Cristhiane Rohde
Co-orientador: Prof. Dr. Vanderlei Leopold
Magalhães

MEDIANEIRA

2023



Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

EDUARDO HENRIQUE CORSO BORGIO

ESTUDO DAS ÁREAS DE APP DO RIO ALEGRIA DENTRO DO PERÍMETRO URBANO DO MUNICÍPIO DE MEDIANEIRA - PARANÁ

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 19/06/2023

Carla Daniela Câmara
Doutora em Engenharia Hidráulica e Saneamento
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Carla Cristina Bem
Doutora em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Cristhiane Rohde
Doutora em Agronomia (Entomologia)
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

**MEDIANEIRA
2023**

AGRADECIMENTOS

Agradeço imensamente a todos os meus professores pela valiosa experiência e conhecimento que me foi concedido, em especial à minha orientadora, Cristhiane Rohde e co-orientador, Vanderlei Leopold Magalhães, pela dedicação e paciência demonstradas em todas as correções e ensinamentos, os quais foram fundamentais para que este trabalho se concretizasse da melhor maneira possível.

Também gostaria de expressar minha sincera gratidão a todos que estiveram presentes em minha vida e compartilharam essa jornada comigo, durante o período de realização do curso e na confecção deste trabalho, me apoiando, encorajando e inspirando em cada etapa, seja de forma direta ou indireta.

RESUMO

As Áreas de Preservação Permanente (APP) são espaços territoriais delimitados pelo Código Florestal Brasileiro (CFB – Lei 12.651/2012) com objetivo de mitigar os impactos ambientais causados pela ocupação humana. Essas áreas atuam na proteção do solo, conservação dos recursos hídricos, conservação e reprodução da biodiversidade, abrigo de espécies de fauna e flora nativa, conservação da paisagem e, no geral, na manutenção do bem-estar humano. O presente estudo teve como objetivo medir e verificar se as áreas de APP do Rio Alegria dentro do perímetro urbano do município de Medianeira – PR, estão de regulares perante CFB e diagnosticar a qualidade ecológica destas áreas através da aplicação de um Protocolo de Avaliação Ecológica Rápida. A medição da mata ciliar foi realizada em 18 pontos ao longo do rio utilizando software de informação geográfica (SIG) através do processamento e fotointerpretação de imagens aéreas da alta resolução georreferenciadas e o Protocolo de Avaliação Ecológica Rápida foi aplicado seguindo a metodologia desenvolvida por Callisto et al. (2002) em 10 pontos, para diagnosticar a qualidade ecológica dessas áreas de APP. Os resultados do estudo demonstraram que 15 dos 18 pontos estão irregulares perante o CFB quanto à largura exigida de faixa de mata ciliar. Além disso, somente 30% dos pontos avaliados foram classificados como “Ambiente Natural”, sendo que 40% dos pontos foram classificados como “Ambiente Alterado” e 30% como “Ambiente Impactado”. Isso evidencia a importância de medidas de conservação e manejo adequado dessas áreas para mitigar os impactos ambientais resultantes da ocupação humana. Em suma, o uso de imagens aéreas processadas por SIG aliado à aplicação do Protocolo de Avaliação Ecológica Rápida demonstrou-se uma ferramenta eficaz no diagnóstico ambiental de áreas de APP.

Palavras-chave: mata ciliar; Código Florestal Brasileiro; Protocolo de Avaliação Ecológica Rápida; diagnóstico ambiental

ABSTRACT

Permanent Preservation Areas (PPAs) are territorial spaces delimited by the Brazilian Forest Code (CFB - Law 12.651/2012) with the objective of mitigating the environmental impacts caused by human occupation. These areas act in the protection of soil, conservation of water resources, conservation and reproduction of biodiversity, sheltering native fauna and flora species, conservation of the landscape, and overall maintenance of human well-being. The present study aimed to measure and verify whether the PPAs of the Alegria River within the urban perimeter of the municipality of Medianeira - PR are in compliance with the CFB and to diagnose the ecological quality of these areas through the application of a Rapid Ecological Assessment Protocol. The measurement of riparian vegetation was carried out at 18 points along the river using geographic information software (GIS) through the processing and interpretation of high-resolution georeferenced aerial images, and the Rapid Ecological Assessment Protocol was applied following the methodology developed by Callisto et al. (2002) at 10 points to diagnose the ecological quality of these PPAs. The study results demonstrated that 15 out of 18 points are non-compliant with the CFB regarding the width of the riparian vegetation strip. Furthermore, only 30% of the evaluated points were classified as "Natural Environment," while 40% of the points were classified as "Altered Environment," and 30% as "Impacted Environment." This highlights the importance of conservation measures and appropriate management of these areas to mitigate the environmental impacts resulting from human occupation. In summary, the use of aerial images processed by GIS, combined with the application of the Rapid Ecological Assessment Protocol, proved to be an effective tool in the environmental diagnosis of PPAs.

Keywords: riparian forest; Brazilian Forest Code; Rapid Ecological Assessment Protocol; environmental diagnosis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Faixas de Área de Preservação Permanente de acordo com a largura do rio, exigidas pelo Código Florestal Brasileiro.....	8
Figura 2 - Passagem do Rio Alegria no Perímetro Urbano do Município de Medianeira, Paraná.....	12
Figura 3 - Localização do município de Medianeira, Paraná.....	13
Figura 4 - Uso e Ocupação do Solo em Medianeira – PR.....	14
Figura 5 - Localização do Rio Alegria no limite do município de Medianeira, Paraná e sua passagem pelo perímetro urbano.....	15
Figura 6 - Distribuição dos pontos analisados por SIG.....	17
Figura 7 - Pontos onde foi aplicado o Protocolo de Callisto et al. (2002) e realizada a medição em campo da largura da mata ciliar.....	18
Figura 8 - Análise das áreas de APP do Rio Alegria.....	20
Figura 9 – Vista aérea do Ponto 1.....	27
Figura 10 - Paisagem do Ponto 1.....	28
Figura 11 - Canalização de águas pluviais presente no Ponto 1, anexo à ponte.....	28
Figura 12 - Substrato coletado no Ponto 1.....	28
Figura 13 – Vista aérea do Ponto 3.....	29
Figura 14 - Paisagem do Ponto 3.....	30
Figura 15 - Substrato coletado no Ponto 3.....	30
Figura 16 – Vista aérea do Ponto 5.....	31
Figura 17 - Paisagem do Ponto 5.....	32
Figura 18 - Substrato coletado do Ponto 5.....	32
Figura 19 – Vista aérea do Ponto 7.....	33
Figura 20 - Paisagem do Ponto 7.....	34
Figura 21 - Paisagem do Ponto 7.....	34
Figura 22 - Amostra de água e substrato do Ponto 7.....	34
Figura 23 – Vista aérea do Ponto 9.....	35
Figura 24 - Paisagem do Ponto 9.....	36
Figura 25 – Ocupação das margens do Ponto 9.....	36
Figura 26 – Vista aérea do Ponto 11.....	36
Figura 27 - Paisagem do Ponto 11.....	38
Figura 28 - Paisagem do Ponto 11 anterior ao processo de dragagem.....	38
Figura 29 – Vista aérea do Ponto 13.....	38
Figura 30 - Paisagem do Ponto 13.....	39
Figura 31 – Descarte irregular de resíduos no Ponto 13.....	39
Figura 32 – Vista aérea do Ponto 15.....	40
Figura 33 - Paisagem do Ponto 15.....	41
Figura 34 - Descarte irregular de resíduos no entorno do Ponto 15.....	41
Figura 35 – Canalizações presentes nas proximidades do ponto 15.....	41
Figura 36 – Vista aérea do Ponto 17.....	42
Figura 37 - Paisagem do ponto 17: local de lançamento do efluente tratado da indústria frigorífica.....	43
Figura 38 - Paisagem do Ponto 17.....	43
Figura 39 – Vista aérea do Ponto 18.....	44
Figura 40 - Paisagem do Ponto 18: Presença de espumas no leito do rio.....	45

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1 - Largura da mata ciliar nos 18 pontos ao longo do curso do Rio Alegria e atendimento ao Código Florestal Brasileiro.....	21
Quadro 2 - Classificação dos ambientes segundo o Protocolo de Avaliação Ecológica Rápida.....	26
Tabela 1 - Classificação dos Ambientes Segundo Protocolo de Avaliação Ecológica Rápida.....	18

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	3
2.1. OBJETIVO GERAL.....	3
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
3.1. CÓDIGO FLORESTAL BRASILEIRO.....	4
3.1.1. ÁREAS DE RESERVA LEGAL.....	4
3.1.2. ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE.....	6
3.2. RIOS URBANOS.....	8
3.3. GEOPROCESSAMENTO.....	10
3.3.1. GEOPROCESSAMENTO EM ESTUDOS AMBIENTAIS.....	10
4. METODOLOGIA	12
4.1. ÁREA DE ESTUDO E PONTOS DE COLETA.....	12
4.2. RIO ALEGRIA.....	13
4.3. ANÁLISE DA EXTENSÃO DA MATA CILIAR.....	16
4.4. PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO ECOLÓGICA RÁPIDA.....	17
4.5. ANÁLISE DA ADEQUAÇÃO DA ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE AO CÓDIGO FLORESTAL BRASILEIRO (2012).....	19
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	20
5.1. ANÁLISE DA MATA CILIAR.....	20
5.2. AVALIAÇÃO ECOLÓGICA RÁPIDA.....	26
6. CONCLUSÃO	46
7. REFERÊNCIAS	47
8. ANEXOS	50

1. INTRODUÇÃO

As Áreas de Preservação Permanente (APP) constituem espaços territoriais e bens de interesse nacional especialmente protegidos, cobertas com vegetação ou não. Essas áreas possuem grande importância ambiental pelo fato de fornecerem diversos serviços ecossistêmicos essenciais para o bem estar humano, atuando na melhoria da qualidade e disponibilidade da água, conservação da biodiversidade, oferta de habitat para espécies animais e vegetais, fluxo gênico de fauna e flora, polinização, controle da ocorrência de enchentes, estabilidade do solo, entre outros. (RIBEIRO, 2011).

A importância das APPs é reconhecida por lei federal desde 1965, com a criação e instituição do Código Florestal Brasileiro (CFB), que forneceu base legal para a proteção ambiental no país. Desde sua vigência, essa lei passou por várias alterações, até resultar no novo CFB (Lei 12.651/2012). Essa lei dispõe sobre a proteção da vegetação nativa e, dentre as muitas disposições gerais, estabelece normas específicas e detalhadas para a proteção e manejo adequado das APPs.

Apesar do respaldo legal na tentativa de controle da degradação dessas áreas, a acelerada expansão urbana aliada ao desenvolvimento industrial e agropecuário presenciado nos últimos anos têm levado à supressão muitas vezes de maneira irregular da vegetação presente nas áreas de APP, substituindo-a por infraestruturas urbanas, industriais e culturas agropecuárias. No Brasil, estudos demonstram que muitas áreas delimitadas como APP encontram-se em situação de irregularidade perante o Código Florestal Brasileiro, com faixas de vegetação insuficientes ou até mesmo ausentes, evidenciando a dificuldade de fiscalização por parte do Estado dessas áreas tão importantes para o meio ambiente. De acordo com Houghton, (1994), a conversão de áreas para as atividades agropecuárias é considerada a principal causa desse desmatamento, em nível mundial.

Estudos realizados por Ribeiro et al. (2005), associam a degradação das áreas de APP ao declínio da produtividade agrícola, que, aliada à falsa impressão de abundância de recursos naturais, força à conversão de cada vez mais áreas vegetadas para a produção agrícola, deixando nesse processo, um vasto rastro de áreas degradadas.

Esse grave problema ambiental pode ser atribuído ao processo histórico de colonização e consolidação do território brasileiro, que foi marcado pela exploração predatória de seus recursos naturais. Essa exploração tem afetado negativamente a disponibilidade e

qualidade dos recursos hídricos, principalmente os superficiais, que são os mais impactados com a supressão das Áreas de Preservação Permanente. (RIBEIRO ET AL, 2005).

De acordo com Borges et al. (2011), em áreas urbanizadas, os territórios que por lei deveriam ser destinados às APP são muitas vezes ocupados por infraestrutura urbana e assentamentos humanos informais. Em São Paulo, por exemplo, é estimado que cerca de um milhão de pessoas habitam áreas que, segundo o CFB, deveriam ter pouco ou nenhuma ocupação por força de legislação. A supressão de áreas de APP nos centros urbanos está associada ao agravamento de problemas como ocorrência de enchentes e inundações, instabilidade de encostas, escassez de água, perda de biodiversidade, contaminação do solo e da água, dentre outros.

Com o objetivo de garantir a proteção e conservação das Áreas de Preservação Permanente (APPs), torna-se imprescindível a adoção de métodos ágeis, eficazes e economicamente viáveis para avaliar seu estado de conservação, além da implementação de instrumentos que facilitem a fiscalização dessas áreas. Um diagnóstico rápido e preciso desempenha um papel fundamental, pois permite identificar prontamente a necessidade de ações de recuperação e evitar a continuidade da degradação ambiental.

Na cidade de Medianeira, no oeste do estado do Paraná, o principal rio que atravessa a área urbana, é o Alegria. Este rio tem uma extensão de 5 km dentro do perímetro urbano, e suas águas são utilizadas para abastecimento público. Diante disso, avaliar, mensurar e mapear a APP desse rio tornam-se relevantes nesta pesquisa que tem como objetivo realizar a aplicação de duas metodologias que podem ser úteis no que se refere à quantificação e qualificação das Áreas de Preservação Permanente do Rio Alegria, em Medianeira - PR.

A primeira delas se faz através da utilização de imagens aéreas de alta resolução, processadas por Sistemas de Informação Geográfica, para determinação das faixas de vegetação marginais do manancial, e, a segunda, a visita em campo e aplicação de um Protocolo de Avaliação Ecológica Rápida, proposto por Callisto et al. (2002), a alguns pontos dessa APP para a determinação real da largura da faixa de mata e da qualidade ambiental desses pontos e dos recursos hídricos inerentes.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Medir e diagnosticar as áreas de APP do Rio Alegria dentro do perímetro urbano do município de Medianeira, PR.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar se as áreas de APPs do Rio Alegria atendem ao Código Florestal Brasileiro (2012) em relação à sua largura;
- Fazer uma Avaliação Ecológica Rápida das APPs em diferentes pontos do Rio Alegria;
- Comparar a extensão das Áreas de Preservação Permanente (APP) em diferentes pontos ao longo do rio com seu estado de conservação.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. CÓDIGO FLORESTAL BRASILEIRO

O atual Código Florestal Brasileiro foi alterado em 25 de maio de 2012 e dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, sendo este resultado da atualização e adequação de antigas leis florestais que não mais atendiam às necessidades e desafios contemporâneos. Essa lei estabelece normas e orientações a respeito da proteção da vegetação, das Áreas de Preservação Permanente, áreas de Reserva Legal, da exploração florestal, do suprimento de matéria-prima florestal, do controle da origem dos produtos florestais, o controle e prevenção dos incêndios florestais e prevê instrumentos econômicos e financeiros para o alcance de seus objetivos (BRASIL, 2012).

O não cumprimento das diretrizes estabelecidas pela lei pode resultar na caracterização do território como uso irregular de propriedade, sendo passível de aplicação de procedimento sumaríssimo, de até 40 salários-mínimos e sanções administrativas, civis e penais (BRASIL, 2012).

As subdivisões de áreas de vegetação presentes no CFB (2012), podem apresentar diferentes tipos de manejo de acordo com a classe e o contexto em que estão inseridas. Em algumas situações, é possível a implementação de um manejo sustentável ou até mesmo a supressão da vegetação (BRASIL, 2012).

Os territórios considerados como áreas verdes protegidas podem ser divididos em duas categorias, sendo elas: Áreas de Reserva Legal e Áreas de Preservação Permanente (BRASIL, 2012).

3.1.1. ÁREAS DE RESERVA LEGAL

De acordo com Chiavari e Lopes (2016), Áreas de Reserva Legal são porções de vegetação localizadas no interior de uma propriedade rural, onde não é permitido manter atividade econômica tradicional

Essas áreas têm como função assegurar o uso econômico e não econômico, de modo sustentável, dos recursos naturais do imóvel rural, auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade. As formas de

aproveitamento econômico permitidos nessas áreas dependem de autorização ambiental e incluem coleta de produtos florestais não madeireiros, como frutos, cipós, folhas e sementes, dentre outras formas de exploração que não descaracterizem a cobertura vegetal da área ou prejudiquem a qualidade do ecossistema. O manejo sustentável para exploração florestal dessas áreas sem propósito comercial, para consumo no próprio imóvel, independe de autorização (BRASIL, 2012).

O Código Florestal Brasileiro impõe que todo imóvel rural deve manter uma área com cobertura de vegetação nativa, a título de Reserva Legal. Essas áreas variam de acordo com o bioma em que o imóvel está instaurado. Segundo as definições estabelecidas, essas áreas compreendem a 80% da área do imóvel situado em área de florestas na Amazônia Legal, 35% da área do imóvel situado em área de cerrado e 20% da área do imóvel situado em área de campos gerais. Nas demais regiões do País é exigido pelo menos 20% da área do imóvel como Reserva Legal (BRASIL, 2012).

A localização dessas áreas deve levar em conta: o plano de bacia hidrográfica, o Zoneamento Ecológico-Econômico, a formação de corredores ecológicos com outra Reserva Legal, com Área de Preservação Permanente, com Unidade de Conservação ou com outra área legalmente protegida, as áreas de maior importância para a conservação da biodiversidade e as áreas de maior fragilidade ambiental. (BRASIL, 2012).

No manejo sustentável da vegetação florestal da Reserva Legal, podem ser adotadas práticas de exploração seletiva nas modalidades de manejo sustentável sem ou com propósito comercial, sendo que no último caso, deve ser elaborado um plano de exploração sustentável (BRASIL, 2012).

Nessas áreas, é permitido a coleta de produtos florestais não madeireiros, tais como frutos, cipós, folhas e sementes, devendo-se observar: os períodos de coleta e volumes fixados em regulamentos específicos, quando houver; a época de maturação dos frutos e sementes; a utilização de técnicas que não coloquem em risco a sobrevivência de indivíduos e da espécie coletada no caso de coleta de flores, folhas, cascas, óleos, resinas, cipós, bulbos, bambus e raízes (BRASIL, 2012).

As diretrizes propostas para o manejo florestal sustentável com propósito comercial são constatadas no Art. 22 da Lei:

“Art. 22. O manejo florestal sustentável da vegetação da Reserva Legal com propósito comercial depende de autorização do órgão competente e deverá atender as seguintes diretrizes e orientações:

I - Não descaracterizar a cobertura vegetal e não prejudicar a conservação da vegetação nativa da área;

II - Assegurar a manutenção da diversidade das espécies;

III - Conduzir o manejo de espécies exóticas com a adoção de medidas que favoreçam a regeneração de espécies nativas. (BRASIL, 2012, seção II, Art. 22º).”

3.1.2. ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (APP)

De acordo com Ribeiro (2011), as APPs são áreas de grande importância ambiental que compreendem espaços territoriais de interesse nacional que necessitam ser especialmente manejados e protegidos. Esses espaços territoriais têm como função a preservação dos recursos hídricos, solo, estabilidade geológica, biodiversidade, fluxo gênico de fauna e flora, além de assegurar o bem-estar da população humana.

Essas áreas compreendem:

- “Faixas marginais de quaisquer cursos d’água natural, perene ou intermitente desde a borda da calha do leito regular, bem como áreas no entorno de reservatórios d’água artificiais;
- Áreas no entorno de nascentes ou olhos d’água;
- As encostas ou partes destas com declividade superior a 45°, equivalente a 100% (cem por cento) na linha de maior declive;
- As restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues;
- Os manguezais, em toda a sua extensão;
- As bordas dos tabuleiros ou chapadas, até a linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 (cem) metros em projeções horizontais;
- No topo de morros, montes, montanhas e serras, com altura mínima de 100 (cem) metros e inclinação média maior que 25°, as áreas delimitadas a partir da curva de nível correspondente a 2/3 (dois terços) da altura mínima da elevação sempre em relação à base, sendo esta definida pelo plano horizontal determinado por planície ou espelho d’água adjacente ou, nos relevos ondulados, pela cota do ponto de sela mais próximo da elevação;
- As áreas em altitude superior a 1.800 (mil e oitocentos) metros, qualquer que seja a vegetação e;
- Em veredas, a faixa marginal, em projeção horizontal, com largura mínima de 50 (cinquenta) metros, a partir do espaço permanentemente brejoso e encharcado.” (BRASIL, 2012, seção I, art. 4º)

De acordo com Borges, et al. (2011), a preservação dessas áreas é de fundamental importância na gestão das bacias hidrográficas pelo fato de contribuírem para a estabilidade dos ciclos hidrológicos e biogeoquímicos, visando dar sustentabilidade à agricultura. A degradação e intervenção dessas áreas poderá comprometer futuramente a reposição de água nos aquíferos, a qualidade da água superficial e subterrânea e perda de solo, ameaçando a saúde humana e a degradação dos mananciais, além de comprometer a produção de alimentos

No que diz respeito às faixas marginais dos cursos d’água, as Áreas de Preservação Permanente nesses locais correspondem às matas ciliares.

Para Castro et al. (2013), as matas ciliares podem ser definidas como formações vegetais que ocorrem ao longo dos cursos d’água, bem como em lugares que estão sujeitos a

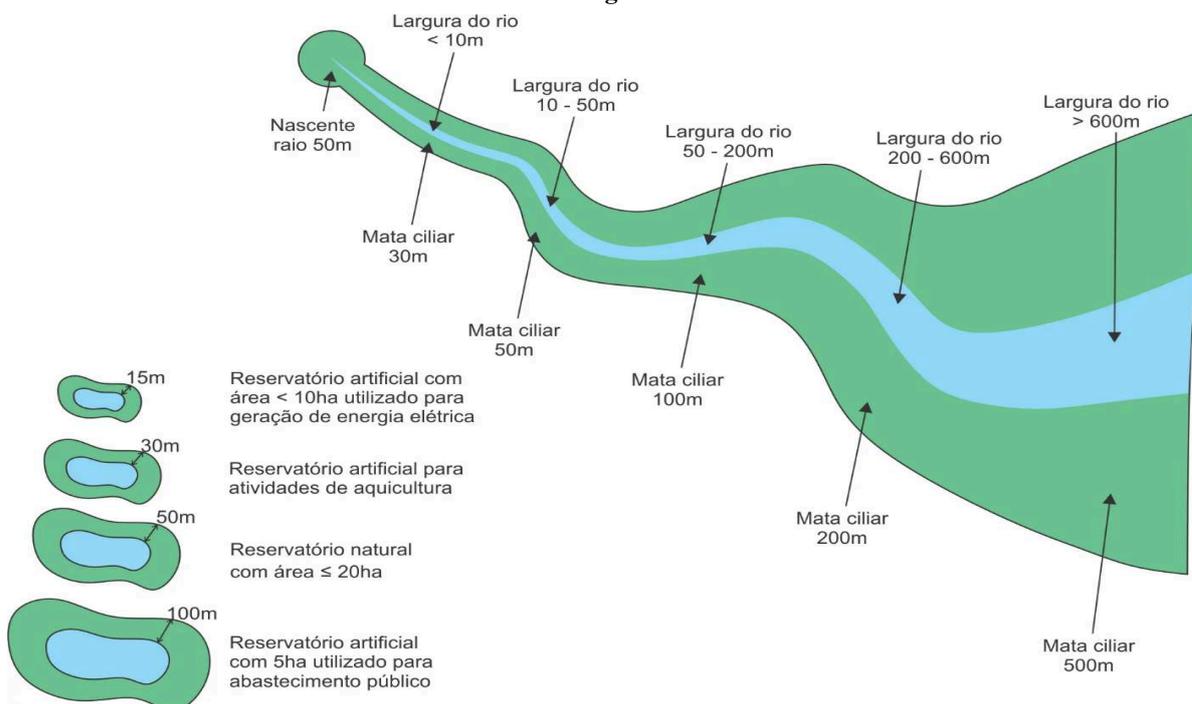
inundações temporárias. Essas formações vegetais são de suma importância ambiental, especialmente porque constituem um recurso fundamental para a conservação dos recursos hídricos, servindo como uma barreira contra a deposição direta de nutrientes e sedimentos no leito dos rios e como um fixador do solo, evitando o assoreamento e a erosão das margens.

Além disso, a mata ciliar desempenha uma importante função na conservação e reprodução da biodiversidade, servindo como habitat para uma variedade de fauna terrestre e aquática, garantindo alimento e abrigo para essas espécies que ali habitam. Essas áreas, portanto, são essenciais para garantir a saúde dos ecossistemas (CASTRO et al., 2017).

Nas áreas onde se localizam as nascentes, essa vegetação atua no amortecimento das águas da chuva, para que estas não incidam diretamente sobre o solo, prevenindo o impacto das águas pluviais de ocasionar a compactação do solo e consequente obstrução da nascente. A copa das árvores junto às raízes, propiciam um ambiente para que o solo permaneça sempre poroso, permitindo a absorção da água das chuvas e a alimentação dos lençóis freáticos, que, por consequência, evita que o escoamento superficial excessivo carregue partículas de solo e resíduos tóxicos provenientes das atividades agrícolas e urbanas para o leito dos cursos d'água, poluindo-os, contaminando-os e assoreando-os; (SKORUPA, 2003).

Devido à importância dessas áreas para a conservação dos recursos hídricos, o Art. 4º da Lei 12.651 (Código Florestal Brasileiro), exige que os imóveis que possuam passagem de um ou mais cursos d'água em seu território, mantenham uma faixa de vegetação como área de APP estabelecida em cada margem do rio, que pode variar de acordo com a largura do curso d'água (Figura 1).

Figura 1 - Faixas de APP exigidas pelo Código Florestal Brasileiro de acordo com a largura do curso d'água



Fonte: Hendges, 2014

Para um rio do porte do Alegria, com largura de leito inferior ou igual a 10 metros, o Código Florestal Brasileiro estabelece que deve haver uma faixa de mata ciliar mínima de 30 (trinta) metros em cada margem do rio, independente do percurso do rio estar inserido em área urbana ou rural. Pequenos proprietários rurais em imóveis com área de até 4 módulos fiscais que possuíam área rural consolidada no território de APP até julho de 2008 seguem regras diferentes. (BRASIL, 2012).

Também, há situações específicas em que a lei permite a supressão da vegetação nativa da APP, porém, a supressão da vegetação só poderá ser executada mediante anuência do órgão ambiental competente, tais como: situações de utilidade pública, interesse social ou de baixo impacto ambiental. Algumas dessas situações incluem a construção de estação de tratamento de água ou esgoto, construção de pontes, abertura de trilhas de baixo impacto ambiental, obras de infraestrutura urbana essenciais, dentre outras.

3.2. RIOS URBANOS

Baseado em um estudo de Garcias (2013), mais de 86% da população brasileira atualmente reside nas cidades. A alta concentração de pessoas nos centros urbanos tem se

tornado um grave problema, principalmente no aspecto ambiental, visto que a ocupação humana se sucedeu de forma muito rápida e desorganizada. A grande parte das cidades brasileiras não estavam preparadas e nem sequer foram planejadas para receber a alta demanda de população, resultando em uma série de problemas catastróficos, que têm expressão principalmente nas periferias das grandes cidades. O estado degradado dos rios urbanos é o retrato desta situação, com águas poluídas e contaminadas, sendo suas águas fontes de muitas doenças. Duas das principais causas dessa situação podem ser o crescimento demográfico sem sustentabilidade e a exploração imobiliária desordenada.

Por outro lado, a presença de rios nas cidades, desde que devidamente manejados ambientalmente, pode proporcionar uma situação privilegiada aos seus habitantes, tanto diretamente, através da utilização de seus recursos hídricos, como indiretamente, através da utilização de suas margens, que servem como interface entre água, terra, sol e ar, sendo o principal habitat de espécies aquáticas, pássaros e outros pequenos animais, possibilitando o desenvolvimento de atividades como pesca, ecoturismo, educação ambiental e pesquisa, além de oferecerem diversos outros benefícios para a população local, como lazer, atividades ao ar livre, relaxamento e bem-estar, etc. (MELLO, 2005).

De acordo com Melo (2005), as primeiras intervenções de caráter técnico criadas nas paisagens dos rios, surgiram na primeira metade do século XX, com objetivo de enfrentar a situação crítica gerada pelos altos níveis de contaminação dos mananciais, pela escassez de água no abastecimento das cidades e pelas cheias periódicas, que representavam uma ameaça à saúde e à segurança dos habitantes das cidades. Essas intervenções foram e ainda continuam sendo realizadas com base na ideia da construção de uma natureza “racionalizada e artificializada”.

Essas intervenções pautadas em obras de engenharia alteram de forma significativa as paisagens visíveis e também a forma de vida de comunidades e indivíduos diretamente afetados, suscitando conflitos e debates. Esses conflitos instigam pesquisadores a encontrar caminhos que permitam resolver tanto as questões ambientais quanto satisfazer os interesses dos diferentes grupos culturais envolvidos (MELLO, 2005).

De acordo com um estudo realizado por Silva-Sánchez (2012), uma tentativa de sanar estes problemas vem sendo realizada mundialmente, inclusive na cidade de São Paulo. As políticas públicas de restauração de mananciais urbanos migraram para, além da recuperação da qualidade da água, buscar a reinserção dos rios e córregos nas paisagens urbanas, recuperando a memória desses corpos hídricos, conectando espaços públicos e valorizando os

serviços ambientais prestados à cidade pelos rios, sem desconsiderar a participação pública na tomada das decisões. Isso já é uma realidade em muitos países, como Coréia do Sul, Grã-Bretanha, Austrália, Japão, Estados Unidos, Espanha, México. A inclusão de políticas públicas para integrar a natural com a paisagem urbana é uma medida essencial para a melhoria da qualidade de vida nos centros urbanos.

3.3. GEOPROCESSAMENTO

O conceito de Geoprocessamento advém da união de uma ciência relativamente antiga com um campo de conhecimento recente: A Geografia e o Processamento Eletrônico de Dados. Dessa forma, os Sistemas de Informação Geográfica constituem uma interface entre a Geografia, o Processamento Eletrônico de Dados e a Comunicação. (SILVA, 2001).

Foi a partir da década de 1950 que meteorologistas, geofísicos e geólogos começaram a incorporar os mapas gerados por computadores em suas atividades rotineiras. O processo de cálculos matemáticos através dos computadores possibilitou a pesquisa na manipulação de grandes quantidades de dados, principalmente os dados espaciais (SILVA, 2003).

Diante desse cenário, a partir da década de 1970, começaram a surgir os primeiros Sistemas de Informação Geográfica e, já ao final da década de 1980, as funções dos SIGS já estavam muito bem estabelecidas, o que propiciou o aumento crescente da integração do usuário com as ferramentas de Geoprocessamento, facilitando ao uso dos aplicativos. (CÂMARA e DAVIS, 2003).

3.3.1. GEOPROCESSAMENTO EM ESTUDOS AMBIENTAIS

A realização de Estudos Ambientais através da análise conjunta de dados físicos, bióticos e socioeconômicos é registrada desde a década de 1930, propulsionada fortemente pela introdução das faculdades de Geografia no país, mais precisamente, nas principais universidades do País à época: Universidade de São Paulo e Universidade do Brasil, atual UFRJ, seguido da criação do IBGE, em 1937, que unificava estudos nas áreas de Geografia, Estatística e Cartologia, fruto da primitiva Sociedade Brasileira de Geografia (SBG), focada em explorações geográficas. (ZAIDAN, 2017).

Dados relativos à utilização de Sistemas de Informação Geográfica para estudos ambientais no país começaram a surgir somente na década de 1980, fruto do esforço de divulgação e formação de pessoal feito pelo prof. Jorge Xavier da Silva (UFRJ), o qual trouxe ao Brasil, em 1982, o Dr. Roger Tomlinson, responsável pela criação do primeiro SIG (o Canadian Geographical Information System). (ID, 2017).

Diante da necessidade de adoção de medidas de sustentabilidade, consagrado previamente pela Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (Rio-92), toda ação que visa a gestão do território deve passar por uma avaliação detalhada de seu ambiente, que deve ser levado em consideração seu meio físico, biótico e antrópico.

Frente a isso, as tecnologias de Sistema de Informação Geográfica (SIG) tem sido uma ferramenta de grande utilidade no diagnóstico de possíveis impactos ambientais e caracterização desses territórios, servindo como base para futuros estudos dessas áreas ou ações de planejamento.

Através das análises de dados de SIG, podem-se obter informações relevantes como, por exemplo, geomorfologia, hipsometria e uso e ocupação do solo e cobertura vegetal. (CÂMARA, 1996).

O uso de drones é uma tecnologia recente que se demonstrou extremamente eficaz como ferramenta de obtenção de dados geográficos para processamento em SIGs, pois permite o mapeamento de uma área com elevada precisão e resolução. Um estudo realizado por Tagliarini (2020), mostra que as imagens de alta resolução obtidas pelos modernos sensores presente nos drones atuais podem ser especialmente úteis para a delimitação do uso e ocupação do solo e estudo das Áreas de Preservação Permanente, através da aerofotogrametria e fotointerpretação das imagens.

De acordo com Silva (2016), o Geoprocessamento possui grande importância como ferramenta auxiliar na tomada de decisões em pesquisas ambientais ou no planejamento e gestão de ambientes quando corretamente associado a conhecimentos que promovam a inclusão das informações obtidas, como, por exemplo, o Protocolo de Avaliação Rápida de Callisto et al. (2002), utilizado para avaliação da qualidade de APPs hídricas e outras metodologias utilizadas no diagnóstico ambiental de ambientes, como análises microbiológicas, físico-químicas e geológicas.

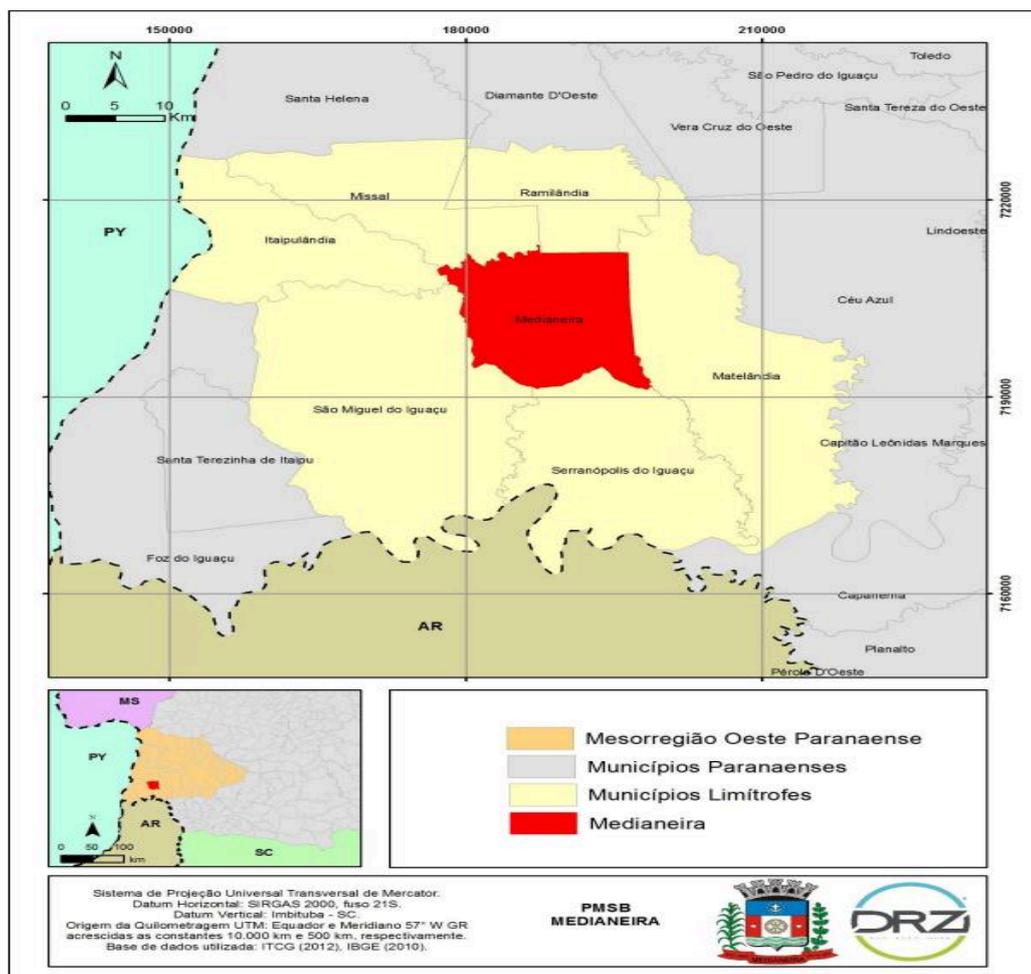
4. METODOLOGIA

4.1. ÁREA DE ESTUDO E PONTOS DE COLETA

O presente estudo foi realizado no município de Medianeira, localizado na região Oeste do Estado do Paraná, Brasil (Latitude: 25° 17' 19" Sul, Longitude: 54° 7' 39" Oeste) (Figura 2). Segundo Koppen, o clima da região é caracterizado como Cfa – subtropical úmido, com verão quente.

As temperaturas médias nos meses mais quentes, de dezembro a março, são superiores a 24°C e, no inverno, nos meses mais frios, junho e julho, são inferiores a 17°C. As geadas não são frequentes, mas podem ocorrer nos períodos de inverno mais rigorosos (MEDIANEIRA, 2018).

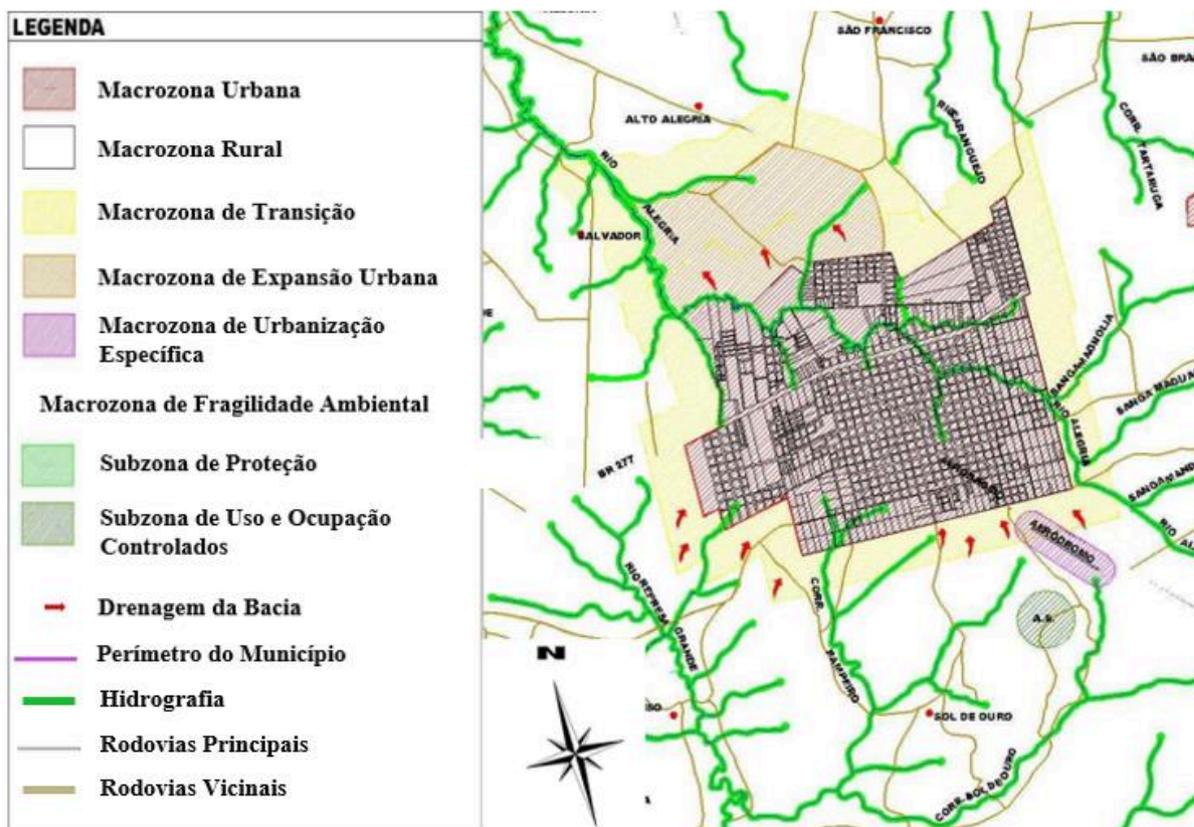
Figura 2 - Localização do município de Medianeira, Paraná



Fonte: Plano Municipal de Saneamento de Medianeira (2018)

A cidade possui Produto Interno Bruto (PIB) per capita de R\$ 45.295,89 e as principais atividades econômicas desempenhadas no município são a agropecuária, indústria e a prestação de serviços (IBGE, 2019). O setor agropecuário ocupa grande parte do território do município (Figura 3).

Figura 3 – Uso e Ocupação do Solo em Medianeira – PR



Fonte: Adaptado de Plano Diretor de Medianeira (2007)

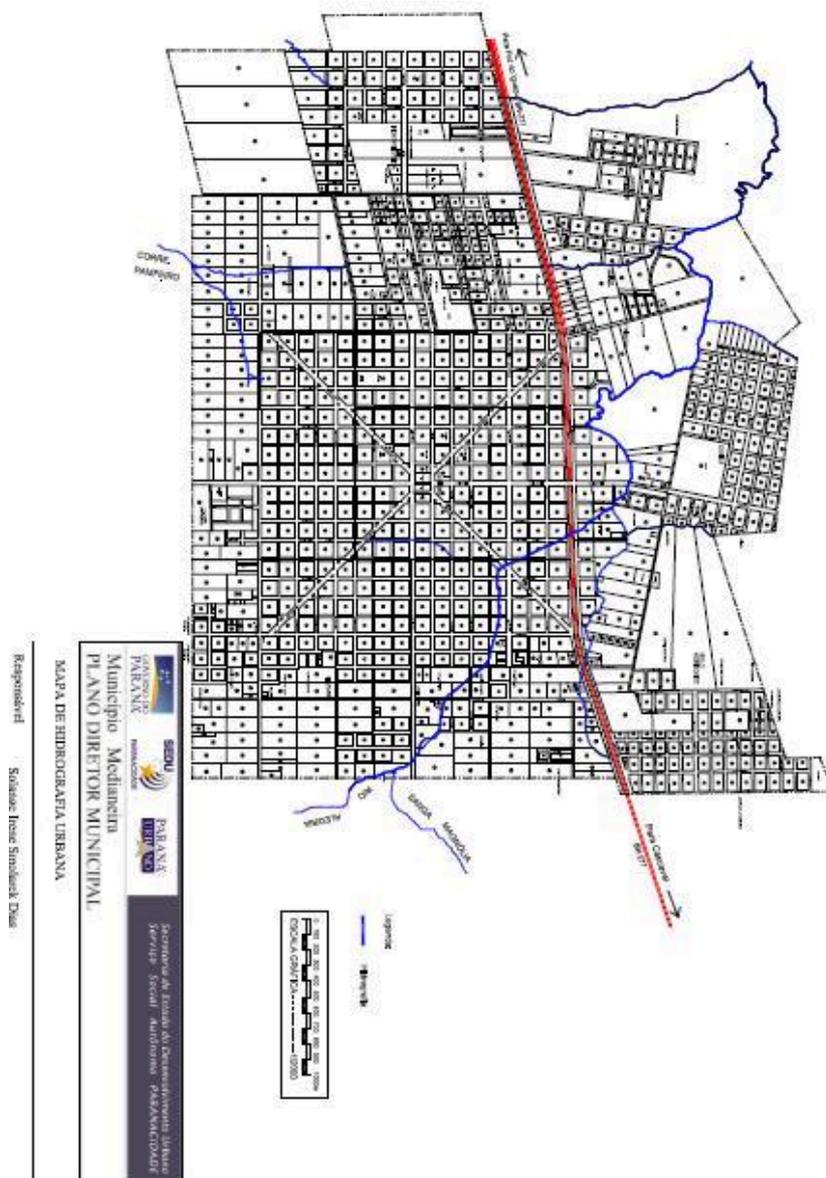
No que diz respeito aos recursos hídricos, o município de Medianeira está inserido nas bacias do Rio Iguaçu e do Rio Paraná III.

4.2. RIO ALEGRIA

O Rio Alegria pertence à Bacia do Paraná III e é um dos principais mananciais do município de Medianeira e também um dos principais afluentes que abastecem os arredores e o centro da cidade de Medianeira, disponibilizando água potável para a utilização na área

urbana, rural e industrial. É utilizado pela SANEPAR para realizar a captação de água para o abastecimento municipal (ANZOLIN, 2013) (Figura 4).

Figura 4 – Localização do leito do Rio Alegria no Perímetro Urbano do Município de Medianeira, Paraná

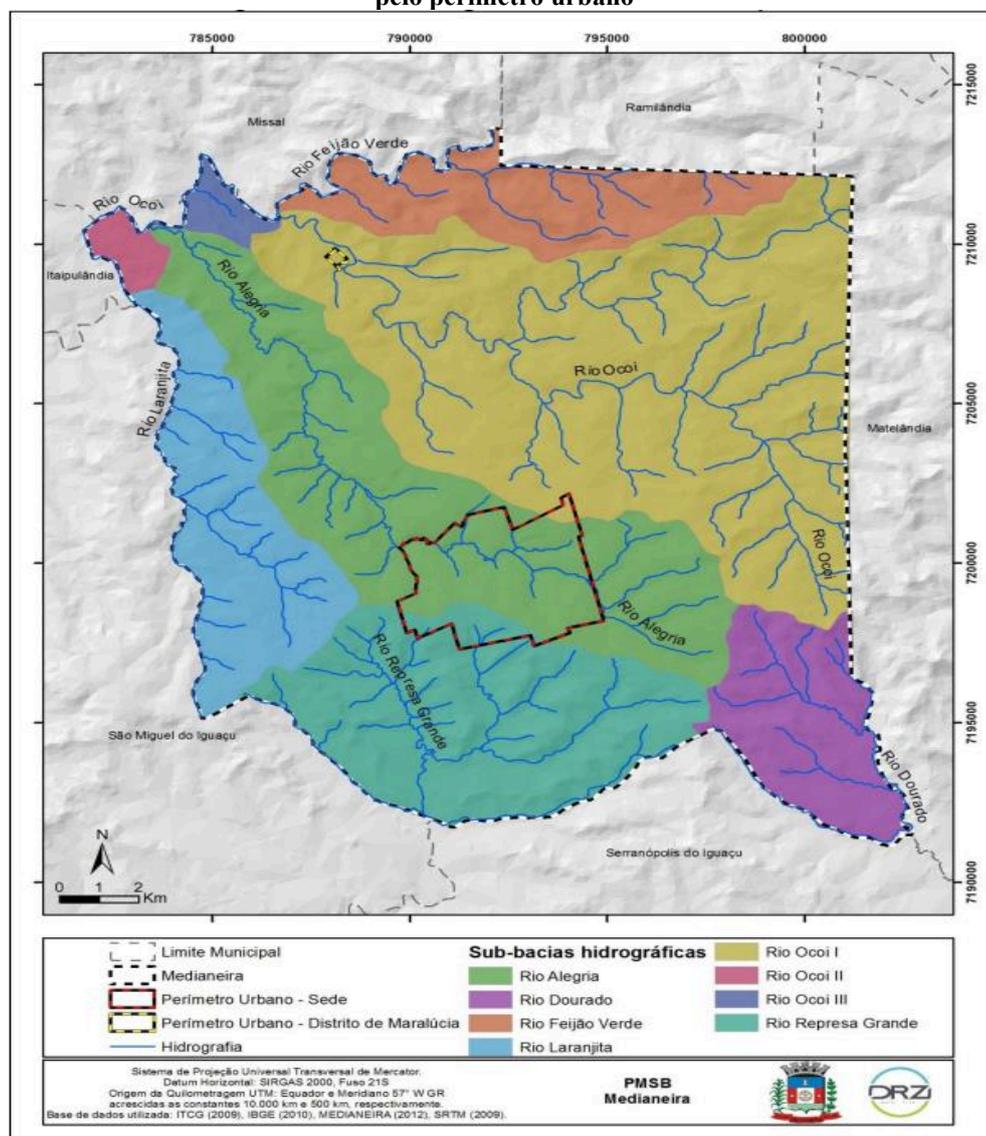


Fonte: Prefeitura Municipal de Medianeira (2012)

A nascente do Rio Alegria está localizada na Linha São Miguel Arcanjo, na porção sudeste do município e ele deságua no Rio Ocoy, próximo ao lago de Itaipu, na região noroeste do município (LAZZEREIS, 2013).

O Rio Alegria possui uma extensão de 22 quilômetros desde a nascente até a foz, sendo que aproximadamente 5 km atravessam o perímetro urbano do município (Figura 5).

Figura 5 - Localização do Rio Alegria no limite do município de Medianeira, Paraná em sua passagem pelo perímetro urbano



Fonte: Plano Municipal de Saneamento Básico de Medianeira (2018)

Dados da Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR) indicam que o Rio Alegria apresenta uma vazão média de aproximadamente 350 L/s antes das instalações da estação de tratamento de água e que, no decorrer do rio, a vazão aumenta devido à ocorrência de nascentes, aumentando a vazão média para aproximadamente 370 L/s até desaguar no lago de Itaipu. (ANZOLIN, 2013).

De acordo com PRESTES, (2011), na passagem pelo perímetro urbano do município, o Rio Alegria é contaminado com efluentes humanos e suas margens são destituídas de mata ciliar em vários pontos, ocupadas de maneira irregular e/ou utilizadas como depósito de lixo e assoreadas.

Devido a isso, a qualidade da água é prejudicada severamente, o que pode se tornar um problema futuro, visto que a urbanização do município tende a se expandir de maneira rápida, incluindo nas áreas englobadas pela bacia do rio. A preservação da APP do Rio Alegria é um fator essencial para garantir a manutenção da qualidade da água e perdurar sua utilização como manancial de abastecimento.

4.3. ANÁLISE DA EXTENSÃO DA MATA CILIAR

Foi realizada a delimitação da extensão da mata ciliar do Rio Alegria dentro do perímetro urbano de Medianeira através do processamento de imagens aéreas georreferenciadas cedidas pela Prefeitura de Medianeira, utilizando o software Qgis.

Mediante a análise das imagens, foi observada a presença da mata ciliar, sendo feita uma estimativa da sua extensão no lado esquerdo e direito do rio em 18 pontos situados a cada 250m em sua passagem pelo perímetro urbano do Município (Figura 6).

Figura 6 – Distribuição dos pontos analisados por SIG



Fonte: Adaptado de CTMGEO (2022)

4.4. PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO ECOLÓGICA RÁPIDA

Dos 18 pontos os quais foi avaliada a extensão da mata ciliar, foram selecionados 10 pontos com intervalos de 500m entre cada onde foi realizada a medição em campo da mata ciliar e aplicado o Protocolo de Avaliação Ecológica Rápida proposto por Callisto et al. (2002) (Figura 7). O Protocolo foi utilizado para avaliar o estado de conservação atual da mata ciliar e a qualidade dos recursos hídricos inerentes.

Em cada ponto, foram considerados 22 parâmetros ambientais (Anexo 1 e 2) que incluíram a observação de características como presença ou ausência de processos erosivos nas margens, presença de mata ciliar, tipos de ocupação no entorno, alterações antrópicas, disponibilidade e qualidade de habitats, odor e cor da água, entre outros.

Ao final da avaliação, cada ambiente recebeu uma classificação com base na pontuação obtida, o que indicou o estado de conservação geral do local (Tabela 1). Essa classificação permitiu avaliar a qualidade ecológica dos pontos analisados e fornecer informações sobre a conservação da mata ciliar e a qualidade dos recursos hídricos na área estudada.

Figura 7: Pontos onde foi aplicado o Protocolo de Callisto et al. (2002) e realizada a medição em campo da largura da mata ciliar



Fonte: Adaptado de CTMGEO (2023)

Tabela 1 – Classificação dos Ambientes Segundo Protocolo de Avaliação Ecológica Rápida.

Pontuação	Categorização do Ambiente
Acima de 61 pontos	Ambiente Natural
Entre 41 e 60 pontos	Ambiente Alterado
Abaixo de 41 pontos	Ambiente Impactado

Fonte: Adaptado de Callisto et al. (2002).

Os dados coletados em campo foram comparados com os dados estimados por meio da análise de imagens.

4.5. ANÁLISE DA ADEQUAÇÃO DA ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE AO CÓDIGO FLORESTAL BRASILEIRO (2012)

Após a determinação da mata ciliar ao longo do Rio Alegria, no perímetro urbano do município de Medianeira, foi feita uma análise para verificar se cada ponto atende ou não às diretrizes estabelecidas pelo Código Florestal Brasileiro (2012).

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

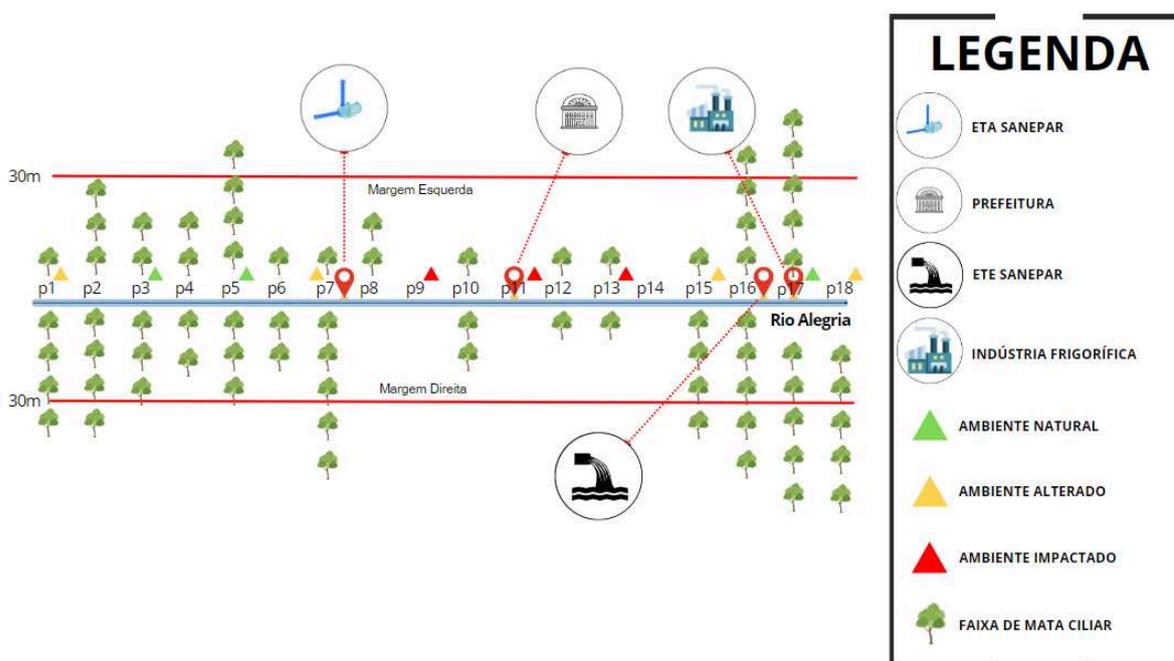
5.1. ANÁLISE DA MATA CILIAR

Segundo a classificação de Strahler, o Rio Alegria é um rio de terceira ordem e este possui largura média de 4m. Para rios de até 10m de largura, o Código Florestal Brasileiro exige uma área de APP de no mínimo 30m para cada margem do rio.

A Figura 8 mostra uma representação gráfica da extensão da mata ciliar e os resultados do Protocolo de Avaliação Ecológica Rápida e o Quadro 1 contém os valores numéricos da extensão da mata ciliar obtidos a partir da análise de imagens e medições em campo. Ao observar os resultados do estudo, possível verificar que 15 dos 18 pontos estudados (83%) não atenderam às exigências legais do Código Florestal Brasileiro (2012), possuindo largura de mata ciliar inferior àquela exigida pela lei federal em pelo menos uma das margens.

Ainda, verifica-se que 5 dos 18 dos pontos analisados (28%) não possuem qualquer faixa de mata ciliar em uma ou ambas as margens e 6 dos 18 pontos (33%) possuem largura de mata ciliar inferior a 30% do exigido pelo CFB.

Figura 8 – Análise das áreas de APP do Rio Alegria



Fonte: Aatoria Própria (2023)

Quadro 1 – Largura da mata ciliar nos 18 pontos ao longo do curso do Rio Alegria e atendimento ao Código Florestal Brasileiro

Ponto	Margem Direita (m)	Margem Esquerda (m)	Tipo de Ocupação da Margem	Está em conformidade perante o Código Florestal? *
1	38,23	10,40	M.E – Residencial/Açudes M.D – Vegetação	Apenas a margem direita
2	46,17	29,45	M.E – Residencial/Açudes M.D – Vegetação	Apenas a margem direita
3	31,00	22,00	M.E – Vegetação M.D – Vegetação	Apenas a margem direita
4	19,28	18,84	M.E – Residencial M.D - Agropecuária	Nenhuma das margens
5	31,85	36,04	M.E – Vegetação M.D - Vegetação	Ambas as margens
6	18,70	4,36	M.E – Pecuária M.D – Pecuária	Nenhuma das margens
7	49,30	8,10	M.E – Pecuária M.D - Vegetação	Apenas a margem direita
8	Ausente	20,90	M.E – Agropecuária M.D - Residencial/Açude	Nenhuma das margens
9	Ausente	Ausente	M.E – Residencial M.D - Residencial	Nenhuma das margens
10	19,48	7,40	M.E – Residencial M.D - Residencial	Nenhuma das margens
11	Canalizado		M.E – Comercial M.D - Comercial	Nenhuma das margens
12	10,73	9,22	M.E – Residencial M.D - Residencial	Nenhuma das margens

13	6,68	9,04	M.E – Residencial M.D - Comercial/Industrial	Nenhuma das margens
14	Ausente	Ausente	M.E – Residencial M.D - Comercial/industrial	Nenhuma das margens
15	46,50	12,90	M.E – Solo Exposto M.D - Vegetação	Apenas a margem direita
16	59,53	43,81	M.E – Vegetação M.D – Vegetação	Ambas as margens
17	109,70	54,44	M.E – Vegetação M.D – Vegetação	Ambas as margens
18	+ de 200	Ausente	M.E – Residencial M.D – Vegetação	Apenas a margem direita

**Para o Rio Alegria, o CFB exige no mínimo 30m de mata ciliar em cada margem: Em amarelo: Situação irregular; Em verde: Situação regular.*

ME – Margem esquerda; MD - Margem direita.

Fonte: Aatoria Própria (2023)

A lei federal nº 14.285/2021, art. 3, alterou o CFB (2012) e transferiu a responsabilidade e critérios de preservação das faixas de APP em áreas urbanas consolidadas para os municípios, permitindo a adoção de faixas de APP distintas daquelas especificadas Código Florestal Brasileiro, visando atender as necessidades individuais de cada município.

O Município de Medianeira para atender aos requisitos da legislação federal e as individualidades regionais criou a lei nº 1109/2022, que constitui a Política Municipal de Meio Ambiente. Essa lei contém diretrizes para a conservação e uso sustentável dos recursos naturais específicos para o Município, abrangendo aspectos da fauna, flora, recursos hídricos, solo e ar e outras pautas relacionadas à preservação do meio ambiente e disseminação da educação ambiental (MEDIANEIRA, 2022).

Em relação ao regime de proteção das APP, está especificado no art. 46 da Política Municipal de Meio Ambiente que as faixas de APP exigidas em áreas urbanas serão definidas em Lei Municipal.

Até o momento, o Município não possui Lei Municipal que defina os limites de faixas de APP em perímetro urbano, porém, faixas distintas daquelas exigidas pelo CFB são

permissíveis, desde que a situação específica passe por análise dos conselhos de meio ambiente, que no município se representa pelo COMAM (Conselho Municipal de Meio Ambiente), onde serão levados em consideração os efeitos que a possível diminuição da APP causará na respectiva bacia hidrográfica, e quais ações de compensação serão desenvolvidas. (MEDIANEIRA, 2022).

De acordo com Fontana et al. (2019), a qualidade dos cursos hídricos está diretamente relacionada a atividade antrópica relativa ao uso e cobertura do solo de sua bacia hidrográfica. Mananciais que possuem passagem por trechos urbanos, como é o caso do Rio Alegria, estão sujeitos além da supressão da vegetação das APP, também às ações decorrentes do lançamento de efluentes domésticos e industriais, muitas vezes sem tratamento.

A supressão de faixas de mata ciliar em áreas de APP em perímetro urbano, mesmo que dentro dos limites das leis municipais, é um fator preocupante, visto que os impactos ambientais causados no curso hídrico em decorrência dessa ação podem ser significativos e de difícil reversão.

Um manancial com quantidade insuficiente de mata ciliar está vulnerável a processos erosivos e assoreamento, além do escoamento de poluentes sem que haja filtragem prévia pela mata ciliar, como esgoto doméstico, lixo domiciliar e demais poluentes provenientes de veículos e indústrias, como óleo, graxa, sabões e efluentes industriais, esse cenário favorece a contaminação e acelera a degradação dos recursos hídricos.

A mata ciliar pode absorver nutrientes carregados pela água da chuva e também os nutrientes que são lixiviados e chegam às áreas ciliares através do escoamento de base. Os processos ecossistêmicos da mata ciliar desempenham uma importante função de remover sedimento e outros poluentes arrastados partir do escoamento superficial através de filtragem, deposição, infiltração, adsorção, absorção, decomposição e volatilização, agindo como sumidouro de nutrientes, sendo de fundamental importância para manutenção da qualidade da água e na saúde do ecossistema aquático (CORREL et al., 1992; SOUZA, 2012).

Devido a isso, diversos estudos indicam que a água de cursos hídricos em regiões onde houve supressão da cobertura florestal em áreas de APP geralmente apresentam concentrações elevadas de poluentes, como agrotóxicos e pesticidas, além de turbidez elevada de água e baixo teor de Oxigênio Dissolvido (OD), devido à elevada atividade anaeróbia e favorecimento de processos de eutrofização (BORTOLUZZI, et al. 2006).

Estudos que avaliaram a qualidade físico-química da água do Rio Alegria no perímetro urbano no ano de 2012 indicaram que a turbidez de água apresentava valor superior

ao permitido pela portaria nº 2914 de 2011 para mananciais de abastecimento público, fator que pode estar intrinsecamente ligado à falta de vegetação ao longo do curso hídrico (FLECK, et al. 2012).

Além disso, análises microbiológicas realizadas por Prestes et al. (2011) ao longo do percurso do rio no perímetro urbano indicaram a presença de coliformes totais em todas as amostras analisadas, evidenciando o despejo de efluentes industriais, domésticos, agropecuários e possivelmente contaminação da água por fezes de animais de criação.

Além da perda da qualidade da água, a supressão da vegetação ciliar é considerada como um dos principais fatores que favorecem a ocorrência de inundações e alagamentos, principalmente nas áreas urbanas, pois altera diretamente os ciclos naturais hidrogeológicos, modificando a ocorrência, localização e intensidade dos processos de precipitação, evapotranspiração, infiltração e escoamento superficial. Esses fatores somados à maior incidência de processos de erosão e arraste de sedimentos para os cursos d'água provenientes de áreas urbanas, ocasiona o seu assoreamento, conseqüentemente aumentando a frequência de enchentes (SILVA, 2020).

As APPs também atuam como uma espécie de “esponja verde”, absorvendo e armazenando água no solo nos períodos mais chuvosos e liberando lentamente essa água acumulada nas estações mais secas, garantindo, através dessa dinâmica a manutenção da disponibilidade hídrica (TUCCI, 2012).

Sendo assim, a supressão de vegetação ciliar e a conseqüente perda da qualidade da água gera grandes prejuízos econômicos, ambientais e sociais. O investimento na conservação e proteção das áreas de APP é uma estratégia que só tem a oferecer benefícios a longo prazo para a qualidade de vida, pois assegura a manutenção de diversos serviços ecossistêmicos, como controle da água, controle da erosão, ciclagem de nutrientes, controle biológico, produção de alimento, produção de matéria-prima, disponibilidade de recursos genéticos, espaço para recreação, espaço cultural, controle de clima e fornecimento de água (TOSTO, 2011).

É reconhecido que o custo de tratamento de água pelas ETAs aumenta de maneira proporcional a redução do percentual de cobertura florestal da bacia de abastecimento, pois a manutenção da cobertura florestal destaca-se como um fator primordial à conservação da qualidade das águas de um manancial. Apesar da legislação vasta existente voltada para a proteção dos mananciais de abastecimento público, a sociedade no Brasil ainda pensa na

solução para geração de água potável através da execução de grandes obras de engenharia e na utilização da dosagem correta de produtos químicos (REIS, 2004).

A importância da existência de florestas para preservação de mananciais de abastecimento público e a necessidade de manejar o solo em áreas rurais adequadamente são temas que ainda não conquistaram o espaço devido em fóruns onde se discute a gestão das águas (REIS, 2004).

Um bom suprimento de água é resultado de um equilíbrio ecológico. A necessidade expandir argumentos para a proteção de áreas de APP e o asseguramento de verbas para proteger essas áreas são dois aspectos que se destacam nas discussões sobre áreas protegidas, sendo a água em si um forte argumento para o investimento na restauração e proteção das áreas de preservação (WWF e IUCN, 2003).

Investir na restauração e proteção das áreas de preservação pode ser um desafio financeiro, mas o pagamento por serviços ambientais é uma abordagem que tem sido adotada em vários lugares. Essa estratégia envolve a remuneração dos proprietários de terras que preservam ou restauram os ecossistemas naturais em suas propriedades, incluindo as áreas de APP. Ao receberem pagamentos por fornecerem serviços ambientais, como a proteção da água, os proprietários têm incentivos financeiros para conservar essas áreas.

A lei que regulamenta o pagamento pelos serviços ambientais no Brasil é a lei 14.119/2021, que constitui Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA). Nesta lei, estão descritas as modalidades de pagamento e compensação pelos serviços ambientais, bem como os serviços aptos para aderirem ao Programa Federal de Pagamento por Serviços Ambientais (PFPSA). De acordo com a PSA, tanto as Áreas de Preservação Permanente quanto as Áreas de Reserva Legal serão elegíveis para pagamento por serviços ambientais com uso de recursos públicos, além de recursos privados, conforme regulamento, com preferência para aquelas localizadas em bacias hidrográficas consideradas críticas para o abastecimento público de água, como pode ser o caso da bacia do Rio Alegria. Essas áreas podem se localizar tanto em área rural quanto urbana.

A consolidação dessa lei possibilita a criação de programas federais, estaduais e municipais para o pagamento de serviços ambientais, que pode ser uma estratégia eficaz para promover a conservação dos ecossistemas e ainda complementar a renda de pequenos proprietários e comunidades que se comprometam a participar dos programas, contribuindo dessa forma para a sustentabilidade dos recursos naturais.

De acordo com uma pesquisa realizada pela WWF e IUCN (2003), mais de um terço das maiores cidades do mundo captam parcialmente ou totalmente suas águas de bacias florestadas, incluindo cidades como: Tokio, Singapura, Nova York, Bogotá, Rio de Janeiro, Los Angeles, Brasília, Viena, Barcelona, Sidnei, Melbourne. Esse dado é um forte indicador da conexão forte entre a cobertura florestal e a qualidade da água fornecida pelas bacias de abastecimento.

5.2. AVALIAÇÃO ECOLÓGICA RÁPIDA

O Protocolo de Avaliação Ecológica Rápida foi aplicado em 10 pontos situados a cada 500m ao longo do curso do Rio Alegria no trecho estudado. Sendo estes, os pontos 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17 e 18. (Quadro 2) (Figura 8). De maneira geral, o Rio Alegria sofre diferentes impactos em seu percurso pelo perímetro urbano do Município, como desmatamento da mata ciliar, deposição de lixo e despejo de esgotos e efluentes domésticos e industriais. Dos 10 pontos que foram analisados, somente os pontos 3, 5 e 17 foram classificados como “Ambiente Natural”. Os pontos 1, 7, 15 e 18 foram classificados como “Ambiente Alterado” e os pontos 9, 11 e 13 como “Ambiente Impactado”.

Quadro 2 – Classificação dos ambientes segundo o Protocolo de Avaliação Ecológica Rápida

Ponto	Classificação	Atende ao CFB (2012)?
1	Ambiente Alterado	Não
3	Ambiente Natural	Não
5	Ambiente Natural	Sim
7	Ambiente Alterado	Não
9	Ambiente Impactado	Não
11	Ambiente Impactado	Não
13	Ambiente Impactado	Não
15	Ambiente Alterado	Não
17	Ambiente Natural	Sim
18	Ambiente Alterado	Não

Fonte: Aatoria Própria (2023)

Todos os pontos classificados como Alterados e Impactados não atendem ao CFB com relação a extensão da mata ciliar, enquanto que dos três pontos classificados como ambiente Natural, dois atendem ao CFB, e um ponto atende parcialmente, tendo mata ciliar de 31m à direita e 22m à esquerda. Estes resultados reforçam a importância da conservação da mata ciliar para a conservação dos ecossistemas aquáticos.

O primeiro ponto onde foi aplicado o Protocolo, está localizado nas coordenadas 25°18' 10,36" S e 54°04'14,59" O, ao lado da ponte que cruza com o Rio Alegria e dá acesso ao Morro da Saleté (Figura 9).

Figura 9 – Vista aérea do Ponto 1



Fonte: Adaptado de CTMGEO (2023)

Neste ponto, foi constatado desmatamento evidente na margem esquerda, resultando em faixa remanescente de mata ciliar 10,40 metros. Na margem direita, foi medida largura de mata ciliar de 38,23m. Esses valores indicam que o local está em inconformidade com o estabelecido pelo Código Florestal Brasileiro (CFB, 2012) em relação à largura mínima da mata ciliar na margem esquerda.

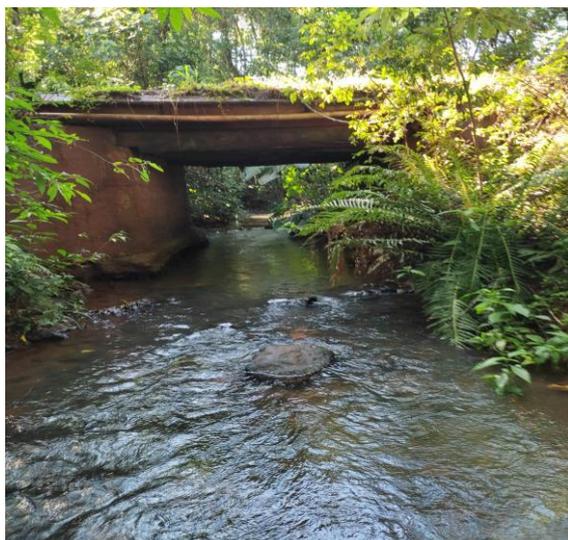
A insuficiência de mata ciliar resulta em algumas áreas de erosão em ambas as margens, onde ocorre a deposição de lama. Essas alterações modificam o fluxo da água, expondo o substrato e causando o assoreamento do rio. O substrato encontrado no local

apresenta alta lamosidade e baixa diversidade de habitats, pois a maior parte da matéria orgânica e cascalho originalmente presente foi coberta pela lama. A água no ponto analisado possui uma coloração levemente turva, mas não apresenta odor nem oleosidade.

Com base na aplicação do Protocolo de avaliação ecológica rápida, esse ponto foi classificado como “Ambiente Alterado”. Isso indica que as condições ecológicas foram significativamente modificadas devido ao desmatamento, à falta de mata ciliar adequada e à deposição de lama, afetando a qualidade do rio e do ecossistema local.

Para reverter essa situação e promover a recuperação do ambiente, é fundamental implementar medidas de restauração da mata ciliar, controle da erosão e adoção de práticas de conservação adequadas. A proteção e restauração da mata ciliar são cruciais para a manutenção da qualidade da água, prevenção de processos erosivos e preservação da biodiversidade local.

Figura 10 – Paisagem do Ponto 1



Fonte: Aatoria Própria (2023)

Figura 11 – Canalização de águas pluviais presente no Ponto 1, anexo à ponte



Fonte: Aatoria Própria (2023)

Figura 12 – Substrato coletado no Ponto 1



Fonte: Aatoria Própria (2023)

O ponto 3 situa-se sob coordenadas $25^{\circ}17'54,69''$ S e $54^{\circ}04'19,29''$ O, a uma distância aproximada de 130m do Lar dos Idosos, com acesso pela Rua Goiás através de uma propriedade (Figura 13).

Figura 13 – Vista aérea do Ponto 3



Fonte: Adaptado de CTMGEO (2023)

Diferentemente do Ponto 1, este ponto se encontra em área isolada e, por isso, está bastante conservado e sofre mínimas alterações devido à atividade humana. A mata ciliar medida em campo nesse ponto foi de 31m na margem direita e 22m na margem esquerda, estando o local em inconformidade com o CFB (2012) na margem esquerda. São observadas poucas áreas de erosão ou deposição de lama, e a vegetação está distribuída por todo o leito do rio.

O substrato do rio é de boa qualidade, composto principalmente por cascalho comum e pedaços de galhos provenientes da vegetação ciliar. O rio apresenta fluxo uniforme em toda a sua largura, com rápidos e corredeiras frequentes e bem desenvolvidas. Essas características indicam a presença de um ambiente natural saudável e dinâmico.

Por conta dessas características, esse foi o ponto que obteve a segunda maior pontuação, sendo classificado como “Ambiente Natural”.

Embora esse ponto seja considerado um ambiente natural preservado, é necessário buscar medidas para a restauração da mata ciliar na margem esquerda, a fim de garantir a proteção adequada do curso d'água e a manutenção da qualidade do ecossistema, além do atendimento à legislação federal.

Figura 14 – Paisagem do Ponto 3



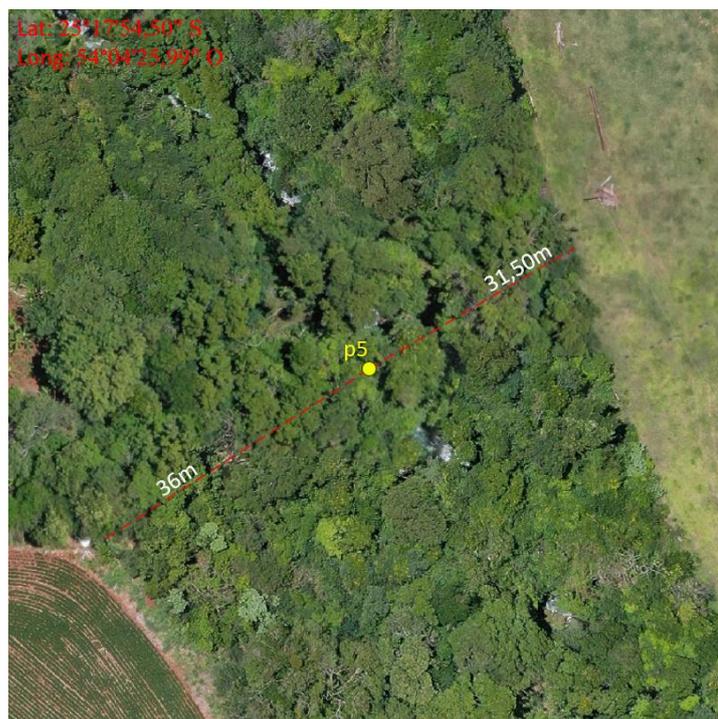
Fonte: Autoria Própria (2023)

Figura 15 – Substrato coletado no Ponto 3



Fonte: Autoria Própria (2023)

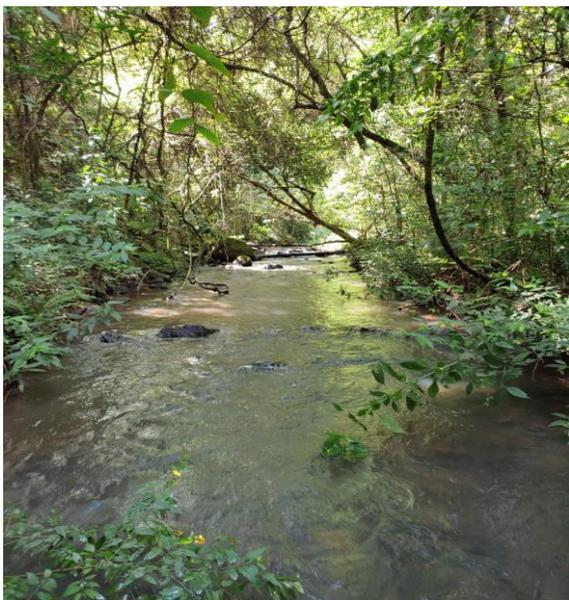
O Ponto 5 situa-se sob coordenadas 25°17'54,50" S; 54°04'25,99" O, no interior de uma propriedade (Figura 16). Este foi o ponto que obteve maior pontuação dentre os 10 analisados, sendo classificado como “Ambiente Natural” pelo Protocolo de Avaliação Ecológica Rápida. A faixa de mata ciliar medida em campo foi de 36m na margem esquerda e 31,5m na margem direita, estando o local em conformidade com o CFB (2012) em ambas as margens.

Figura 16 – Vista aérea do Ponto 5

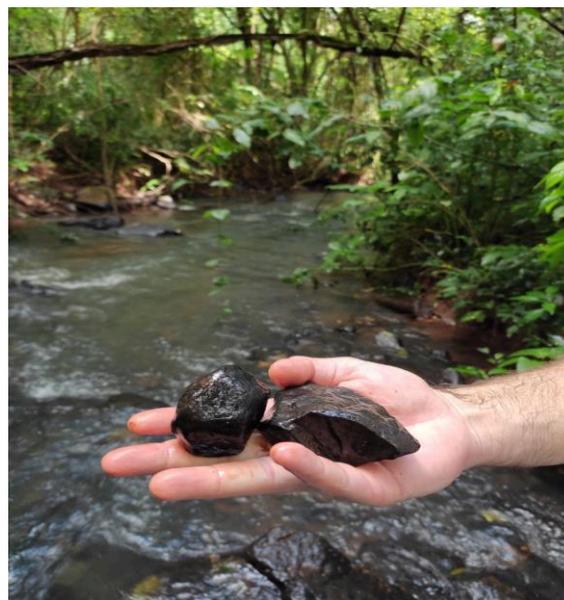
Fonte: Adaptado de CTMGEO (2023)

Semelhante ao Ponto 3, é possível observar uma paisagem natural preservada, com pouca ou nenhuma área de erosão. O leito do rio apresenta musgos e pequenas algas distribuídas pelas rochas, indicando uma boa qualidade da água. Além disso, a água é transparente, o que sugere a ausência de poluição e a presença de um substrato composto principalmente por cascalho e matéria orgânica proveniente da mata ciliar.

Esse ponto exemplifica um ambiente natural bem preservado, com características ecológicas saudáveis. A presença de uma mata ciliar adequada e a qualidade do substrato e da água são indicadores positivos da integridade ambiental do local. É fundamental reconhecer e valorizar essas áreas naturais, adotando medidas de proteção e conservação para garantir sua preservação a longo prazo.

Figura 17 – Paisagem do Ponto 5

Fonte: Aatoria Própria (2023)

Figura 18 – Substrato coletado do Ponto 5

Fonte: Aatoria Própria (2023)

O ponto 7 situa-se sob coordenadas $25^{\circ}17'28,28''$ S e $54^{\circ}04'38,41''$ O, a aproximadamente 200m a montante da Estação de Captação de Água da SANEPAR, responsável pelo abastecimento do município (Figura 19).

Diferentemente dos pontos 3 e 5, que se localizam em áreas relativamente distantes do núcleo urbano e apresentaram características ecológicas preservadas, este ponto sofre diversos impactos ambientais em decorrência de sua localização na área urbana do município. Os principais impactos observados foram a deposição irregular de resíduos, desmatamento da mata ciliar e alteração do fluxo do rio.

A mata ciliar medida nesse local foi de 8,70m na margem esquerda e 55,80m na margem direita estando o local em inconformidade com o CFB (2012) na margem esquerda.

Figura 19 – Vista aérea do Ponto 7



Fonte: Adaptado de CTMGEO (2023)

Foi constatada erosão acentuada em ambas as margens, provocando a deposição de lama no fundo, turbidez elevada da água, causado pelo escoamento excessivo de sólidos das margens e ausência de rápidos e corredeiras em decorrência da alteração do fluxo do rio, que apresentou lâmina d'água lisa por conta de uma barragem artificial construída a jusante do ponto. O Ponto 7 foi classificado através do Protocolo de Avaliação Ecológica Rápida como “Ambiente Alterado”.

Considerando a localização próxima à Estação de Captação de Água da SANEPAR, responsável pelo abastecimento do município, os impactos descritos representam uma ameaça direta à qualidade da água fornecida à população. É essencial implementar ações de recuperação ambiental, como o controle adequado de resíduos, a restauração da mata ciliar e a gestão sustentável do fluxo do rio, a fim de proteger os recursos hídricos e garantir um suprimento seguro de água para o município.

Figuras 20 e 21 – Paisagem do Ponto 7



Fonte: Autoria Própria (2023)

Figura 22 – Amostra de água e substrato do Ponto 7



Fonte: Autoria Própria (2023)

O ponto 9 localiza-se sob as coordenadas $25^{\circ}17'21,42''$ S e $54^{\circ}04'58,08''$ O, a aproximadamente 530m a montante da Prefeitura Municipal de Medianeira e 350m a jusante da estação de captação de água do município (Figura 23).

Figura 23 – Vista aérea do Ponto 9

Fonte: Adaptado de CTMGEO (2023)

Este ponto se situa sob área de ocupação irregular, razão pela qual sofre diversos impactos ambientais, como despejo de efluentes domésticos, descarte irregular de lixo e ausência completa de mata ciliar em ambas as margens do rio.

Foi observada a ocorrência de processo de eutrofização por macrófitas, que além de diminuir drasticamente a disponibilidade de habitats e a biodiversidade aquática, desaceleram e limitam o fluxo da água, retendo e assentando o lodo e terra decorrentes dos processos de erosão das margens, depositando-os no fundo do rio, favorecendo a ocorrência de enchentes e inundações e acelerando o processo de assoreamento e consequentemente degradação do curso d'água.

Em consequência dessas características e aos diversos problemas ambientais apresentados, o local foi classificado como “Ambiente Impactado” pelo Protocolo de Avaliação Ecológica Rápida. A mata ciliar presente é composta basicamente por gramíneas dominantes e foi observada presença de poucos indivíduos arbóreos, limitando a quantidade e disponibilidade de habitats.

É fundamental que medidas sejam tomadas para resolver os problemas identificados, como o tratamento adequado dos efluentes domésticos, o manejo correto dos resíduos sólidos e a restauração da mata ciliar. Somente por meio dessas ações será possível reverter os

impactos negativos e promover a recuperação ambiental desse trecho do rio, resgatando a saúde dos ecossistemas.

Figura 24 – Paisagem do Ponto 9



Fonte: Aatoria Própria (2023)

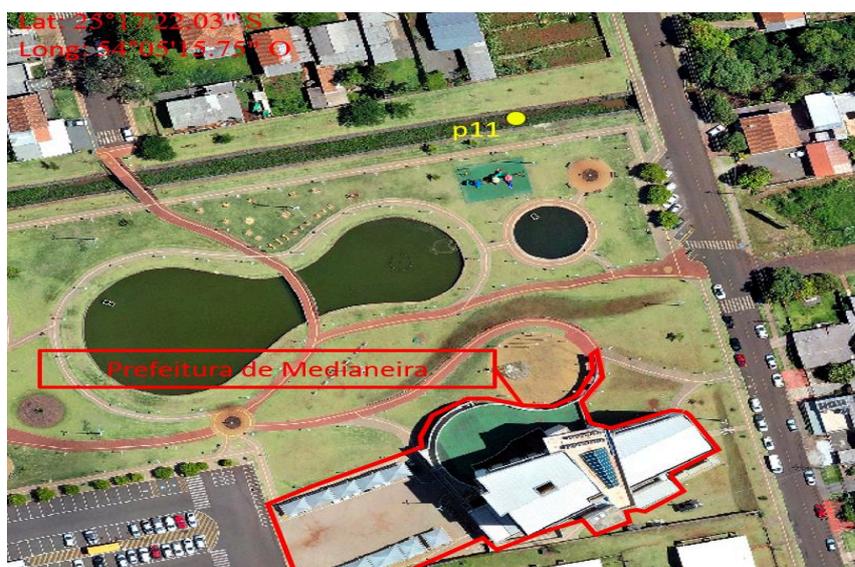
Figura 25 – Ocupação das margens do Ponto 9



Fonte: Aatoria Própria (2023)

O ponto 11 situa-se na passagem do rio pela Prefeitura Municipal ($25^{\circ}17'22.03''$ S e $54^{\circ}05'15.75''$ O) (Figura 26).

Figura 26 – Vista aérea do Ponto 11



Fonte: Adapado de CTMGEO (2023)

Em sua passagem pela infraestrutura da Prefeitura, o Rio Alegria foi canalizado, possuindo, em decorrência disso, paisagem completamente artificial. Nas margens, verifica-se estrutura adequada para a contenção de erosão através do sistema de gabião e plantio de gramíneas no entorno e, devido à infraestrutura, o ponto é desprovido de mata ciliar.

Apesar da infraestrutura para manutenção da qualidade do rio, o ponto encontra-se degradado e sob diversos impactos ambientais oriundos principalmente das áreas a montante, onde sofre processos de erosão e assoreamento severos, além do despejo de efluentes domésticos não tratados. Por conta desses impactos, o rio neste ponto apresenta alta carga microbiana, indicando contaminação por coliformes, como indicado em estudo da qualidade microbiológica da água realizado por Agustini, et al. (2020).

Nesse ponto do rio, o substrato apresentou cheiro forte de esgoto (ovo podre), além de haver grande quantidade de resíduos e lama depositada em seu leito, que ficaram retidos em um encanamento.

Somado a isso, foi observado processo de ocupação do leito por macrófitas, assim como ocorre no Ponto 9, fazendo-se necessário o controle da população dessa vegetação através da dragagem, gerando custos de manutenção periódica para o setor público.

Ainda, existem relatos de ocorrência de enchentes neste trecho do rio durante períodos de grandes chuvas na região, ocasião que pode acarretar grandes prejuízos materiais e risco à segurança e saúde pública. Por fim, este ponto foi classificado pelo Protocolo como “Ambiente Impactado”.

Para a recuperação desse trecho do Rio Alegria, são necessárias ações que visem a redução dos processos de erosão e assoreamento a montante, o tratamento adequado dos efluentes domésticos e a remoção dos resíduos depositados no leito do rio. Além disso, é importante implementar medidas para o controle da população de macrófitas e considerar a possibilidade de restaurar a mata ciliar, mesmo que de forma limitada devido à infraestrutura existente.

Figura 27 – Paisagem do Ponto 11



Fonte: Autoria Própria (2023)

Figura 28 – Paisagem do Ponto 11 anterior ao processo de dragagem



Fonte: Autoria Própria (2022)

O ponto 13 está localizado nas coordenadas $25^{\circ}17'13.35''$ S e $54^{\circ}05'29.96''$ O, a aproximadamente 520m a jusante da Prefeitura Municipal (Figura 29).

Figura 29 – Vista aérea do Ponto 13



Fonte: Adaptado de CTMGEO (2023)

Assim como os demais pontos localizados próximos ao núcleo urbano, este local sofre diversos impactos ambientais decorrentes da atividade humana. O desmatamento da vegetação ripária é um dos principais problemas, juntamente ao descarte irregular de resíduos

e o despejo de efluentes não tratados provenientes de residências e comércios localizados a montante. Além disso, ocorre a canalização de águas pluviais para o leito do rio, o que contribui para a degradação do local.

As margens do rio apresentam declividade acentuada, resultando em áreas de erosão e deposição de lama ao longo do curso d'água. O fundo do rio possui um substrato lamoso, e a água e o substrato apresentam odor moderado de esgoto e óleos.

A largura da mata ciliar medida em campo foi de apenas 6 metros na margem esquerda e 9 metros na margem direita. Essas medidas indicam que o local está em inconformidade com o estabelecido pelo Código Florestal Brasileiro (CFB, 2012) em relação à largura mínima da mata ciliar em ambas as margens. A população arbórea é composta por poucos indivíduos distribuídos ao longo da faixa de mata ciliar, apresentando evidentes sinais de desmatamento.

Com base na aplicação do Protocolo de Avaliação Ecológica Rápida, esse ponto foi classificado como “Ambiente Impactado”. Isso indica que as condições ecológicas foram significativamente prejudicadas devido ao desmatamento, ao descarte irregular de resíduos, e ao despejo de efluentes e águas pluviais.

Para reverter essa situação, é necessário adotar medidas de restauração da mata ciliar, controle da erosão, tratamento adequado de efluentes e fiscalização rigorosa do descarte de resíduos. Além disso, é fundamental conscientizar a comunidade sobre a importância de preservar os recursos hídricos e promover a participação ativa da população local na conservação do rio.

Figura 30 – Paisagem do Ponto 13



Fonte: Autoria Própria (2023)

Figura 31 – Descarte irregular de resíduos no Ponto 13

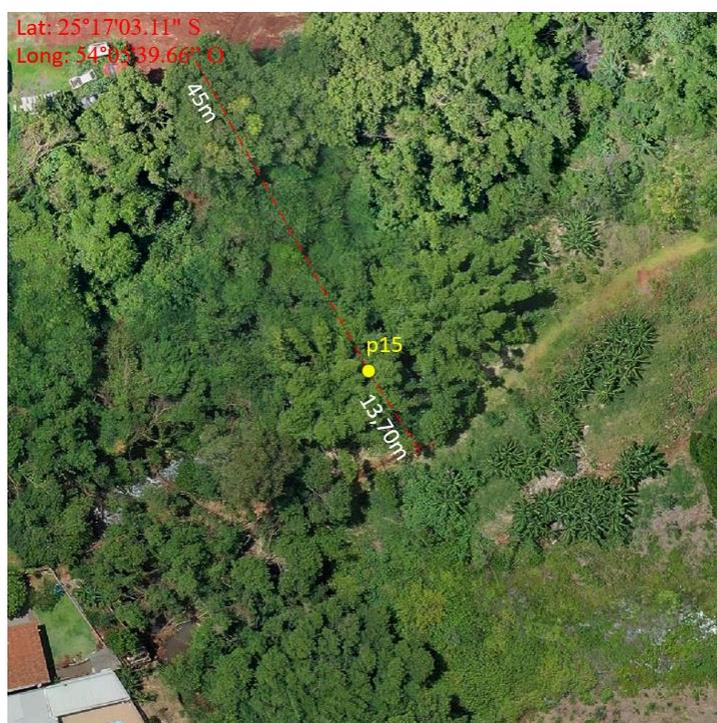


Fonte: Autoria Própria (2023)

A 500m do Ponto 13 está localizado o Ponto 15, nas coordenadas $25^{\circ}17'03.11''$ S e $54^{\circ}05'39.66''$ O", em uma área urbana próxima a uma ponte que cruza o rio. Na direção da margem esquerda, há algumas residências a cerca de 40 metros do ponto, enquanto a margem direita apresenta uma zona relativamente ampla de mata ciliar (Figura 32).

Próximo ao local do ponto, foram identificadas canalizações que drenavam algum tipo de efluente para o rio, possivelmente provenientes de nascentes canalizadas nas áreas ao redor. Além disso, foram observados descartes irregulares de resíduos, como peças de vestuário e outros resíduos urbanos.

Figura 32 – Vista aérea do Ponto 15



Fonte: Adaptado de CTMGEO (2023)

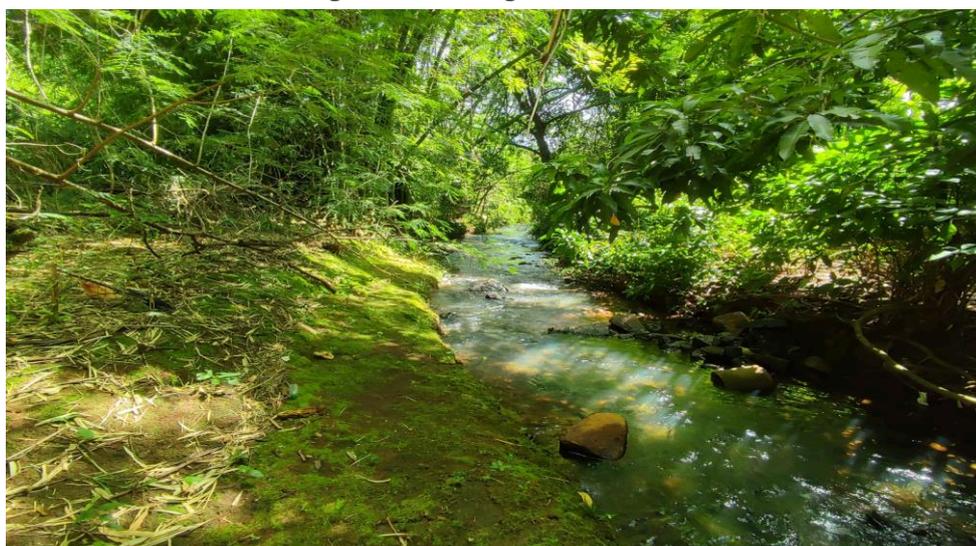
As margens do rio apresentam alguns pontos de erosão, resultando em depósitos de lama nos remansos. No entanto, o rio mantém um fluxo relativamente normal em toda a sua largura, com rápidos e corredeiras regulares.

A paisagem indica que houve desmatamento acentuado no passado. A largura da mata ciliar foi medida e registrada como 13,7m na margem esquerda e 45m na margem direita. Essas medidas indicam que o local está em inconformidade com o estabelecido pelo Código Florestal Brasileiro (CFB, 2012) em relação à largura mínima da mata ciliar na margem

esquerda. Com base na aplicação do Protocolo de Avaliação Ecológica Rápida, esse ponto foi classificado como “Ambiente Alterado”.

Para promover a recuperação desse ambiente, é necessário adotar medidas de restauração da mata ciliar, controle da erosão e fiscalização do descarte adequado de resíduos. Além disso, é importante buscar alternativas para a gestão adequada dos efluentes e promover a conscientização da comunidade sobre a importância da conservação dos recursos hídricos.

Figura 33 – Paisagem do Ponto 15



Fonte: Autoria Própria (2023)

Figura 34 – Descarte irregular de resíduos no Ponto 15



Fonte: Autoria Própria (2023)

Figura 35 – Canalizações presentes nas proximidades do ponto 15



Fonte: Autoria Própria (2023)

O próximo ponto estudado (Ponto 17), diferentemente dos anteriores, que em sua maior parte se localizam em áreas residências, situa-se distante do núcleo urbano residencial. Este ponto encontra-se em área industrial, no interior da propriedade de uma indústria frigorífica (S 25°16'55.47" S'', 54°06'22.30" O) (Figura 36). Nesse local, é lançado o efluente pós-tratado da indústria frigorífica. Além disso, o Rio Alegria nesse local recebe também o efluente de esgoto pós-tratado da SANEPAR, localizado a aproximadamente 650 metros a montante.

Figura 36 – Vista aérea do Ponto 17



Fonte: Adaptado de CTMGEO (2023)

Apesar de estar situado dentro da propriedade da indústria e próximo às lagoas de tratamento, o ponto apresenta faixas amplas de mata ciliar, o que contribui para a preservação de sua paisagem natural. A presença de vegetação ao longo das margens do rio é fundamental para a proteção do ecossistema fluvial, pois ajuda a estabilizar o solo, filtrar poluentes e fornecer habitat para a fauna aquática.

Por estar próximo as lagoas de tratamento e receber efluentes da indústria, da SANEPAR e de outros empreendimentos a montante, a água neste ponto recebe contaminação, com alta carga de coliformes totais, como evidenciado por estudo na área realizado por Agustini et al. (2020). A água no local apresenta forte odor de esgoto (ovo podre), além de coloração ligeiramente opaca, o que também pode indicar presença de contaminantes como nitrogênio, carbono e enxofre.

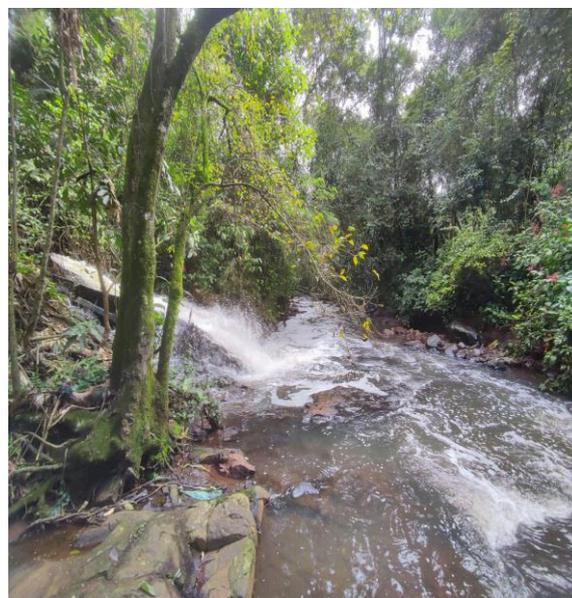
A mata ciliar medida na margem esquerda do ponto foi de 54,44m. Na margem direita não foi possível realizar a medição em campo devido à dificuldade de acesso, somente a medição via SIG, indicando faixa de mata ciliar de 109,70m. Apesar de o ambiente se encontrar com sua paisagem natural conservada e com faixa de mata ciliar em conformidade com a legislação, é importante promover ações de monitoramento contínuo da qualidade da água e implementar práticas de manejo adequado da mata ciliar para garantir a saúde do ecossistema aquático, além da adoção de medidas de tratamento de efluentes mais eficientes para evitar a contaminação do rio.

Figura 37 – Paisagem do ponto 17



Fonte: Aatoria Própria (2023)

Figura 38 – Local de lançamento dos efluentes pós tratado da indústria frigorífica



Fonte: Aatoria Própria (2023)

O último ponto analisado encontra-se sob coordenadas 25°17'03.94" S; 54°06'44.93" O (Figura 39) e está localizado a jusante da indústria frigorífica citada no item anterior, que utiliza o rio como corpo receptor de seus efluentes.

Figura 39 – Vista aérea do Ponto 18



Fonte: Adaptado de CTMGEO (2023)

Ao avaliar o ponto, foram observados diversos impactos antrópicos. Na margem esquerda, constatou-se o desmatamento total da mata ciliar, além da construção de residências próximas à margem e canalizações domiciliares que despejam seus efluentes no rio. Além disso, foi identificada a presença de espumas no curso hídrico, indicando a possível presença de surfactantes, que podem ser originários de efluentes de lavagem industriais (Figura 40).

Já na margem direita, há uma extensa faixa de mata ciliar nativa, que, de acordo com informações dos moradores locais, trata-se de uma Reserva Florestal de propriedade da indústria frigorífica mencionada. Essa faixa de mata ciliar contribui para a proteção do rio e seu ecossistema, evitando processos erosivos e proporcionando habitat para a fauna aquática e terrestre.

É importante ressaltar que a largura do rio nesse ponto é significativamente maior em comparação aos outros pontos analisados, apresentando cerca de 8m de largura de leito. Isso ocorre devido à contribuição de afluentes que já se juntaram ao rio nesse trecho. O fluxo de água é relativamente uniforme em toda a largura do rio.

Com base nas características observadas, o ponto foi classificado como “Ambiente Alterado” de acordo com a aplicação do Protocolo de Avaliação Ecológica Rápida. Isso indica

que houve impactos significativos decorrentes da atividade antrópica, como desmatamento da mata ciliar, presença de residências próximas à margem e despejo de efluentes domésticos e possíveis contaminantes industriais. Para mitigar esses impactos, é fundamental adotar medidas de recuperação da mata ciliar, controle do despejo de efluentes e implementação de práticas sustentáveis de manejo ambiental.

Figura 40 – Paisagem do Ponto 18: Presença de espumas no leito do rio



Fonte: Autoria Própria (2023)

Com os dados obtidos no presente estudo, fica evidente a influência direta da presença de mata ciliar na manutenção da qualidade ecológica e hídrica dos pontos avaliados. Os pontos localizados mais próximos ao núcleo urbano, em geral, demonstraram faixas de mata ciliar inferiores aos localizados distantes das áreas urbanizadas, apresentando, em decorrência disso, menor pontuação e classificação inferior segundo o Protocolo de Avaliação Ecológica Rápida.

Via de regra, os locais que possuíam faixas de mata ciliar em conformidade com o Código Florestal Brasileiro apresentaram pontuações superiores em comparação aos locais com mata ciliar em irregularidade perante a lei federal. No entanto, houve uma exceção notável no Ponto 3. Essa divergência pode ser explicada pelo fato de o Ponto 3 estar localizado em uma área isolada de atividades antrópicas. Apesar de estar em desacordo com a legislação, o Ponto 3 exibiu faixas de mata ciliar relativamente amplas e uniformemente distribuídas em ambas as margens, cumprindo assim sua função essencial de preservar o curso hídrico.

6. CONCLUSÃO

A utilização de imagens aéreas de alta resolução seguido da aplicação do Protocolo de Avaliação Ecológica Rápida revelou-se eficaz na quantificação e avaliação do estado geral de conservação das áreas de APP do Rio Alegria.

Os resultados mostraram que a maioria dessas áreas avaliadas (83%) estão em irregularidade perante a legislação federal – lei 12.651. Além disso, à medida que o rio avança rumo ao centro urbano, observou-se uma significativa queda na qualidade ecológica dos pontos avaliados.

Essa constatação pode ser atribuída a uma possível falta de planejamento na gestão urbana combinada com o descumprimento das obrigações legais impostas pelo Código Florestal Brasileiro por parte da população. Essa conjunção de fatores tem ocasionado impactos ambientais negativos nas áreas de APP e na água do Rio Alegria.

Os resultados ressaltam a necessidade urgente de ações efetivas de gestão urbana, aliadas ao cumprimento rigoroso das leis ambientais, visando a preservação e restauração dessas áreas fundamentais para a saúde e sustentabilidade do ecossistema do Rio Alegria e do bem-estar da população como um todo, visto que este rio é um manancial de grande importância para a região sobretudo para o Município de Medianeira, dada sua utilização como manancial de abastecimento público e com potencial para prestar outros serviços ecossistêmicos, incluindo lazer e recreação para a população.

7. REFERÊNCIAS

- AGUSTINI, Marcia A. B. et al. **Qualidade Microbiológica da Água do Rio Alegria Medianeira – PR.** Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2020. Disponível em <<http://seisicite2020.td.utfpr.edu.br/node/5594>>. Acesso em: 27 maio. 2023.
- ANZOLIN, Thiago. (2013). **Diagnóstico ambiental de fragmentos do Rio Alegria (Medianeira-PR) através de um protocolo de avaliação rápida e de parâmetros físico-químicos.** Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2013. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/13586/2/MD_COGEA_2012_2_07.pdf>. Acesso em 15 out. 2022.
- BORTOLUZZI, Edson C. et al. **Contaminação de águas superficiais por agrotóxicos em função do uso do solo numa microbacia hidrográfica de Agudo, RS.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 10, p. 881-887, 2006. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1415-43662006000400015>>. Acesso em 17 jan. 2023.
- BORGES, et al. (2011). **Áreas de preservação permanente na legislação ambiental brasileira.** Revista Cienc. Rural. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0103-84782011000700016>>. Acesso em 28 jul. 2022.
- BRASIL, Lei 14.119, 13 de janeiro de 2021. **Institui a Política Nacional de Pagamento Por serviços Ambientais** Brasil, 2021. Diário Oficial da União. Brasília – DF, Seção III, Art. 9º, Parágrafo único. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/L14119.htm>. Acesso em 28 jun. 2023.
- BRASIL, Lei 12.651, 25 de maio de 2012. **Institui o Código Florestal Brasileiro.** Brasil, 2021. Diário Oficial da União. Brasília – DF. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>. Acesso em 27 mai. 2023.
- CALLISTO, M. et al, **Aplicação de um Protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitats em Atividades de Ensino e Pesquisa (MG-RJ).** Acta Limnol. Bras., v.14, 2002. Disponível em: <<http://jbb.ibict.br/handle/1/708>>. Acesso em 22 jun. 2022.
- CÂMARA, Gilberto; DAVIS, Clodoveu A. M. **Introdução à Ciência da Geoinformação.** São José dos Campos: INPE, 2003. p.1-5. Disponível em: <<http://mtc-m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/sergio/2004/04.22.07.43/doc/publicacao.pdf>> Acesso em 13 ago. 2022.
- CÂMARA, Gilberto; MEDEIROS, José Simeão de. **Geoprocessamento para projetos ambientais.** São José dos Campos: INPE, 1996. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/tutoriais/gis_ambiente/0rosto.pdf>. Acesso em 13 ago. 2022.
- CASTRO, Martha Nascimento; CASTRO, Rodrigo Martinez; DE SOUZA, Caldeira. **A importância da mata ciliar no contexto da conservação do solo.** REVISTA UNIARAGUAIA, v. 4, n. 4, p. 230-241, 2013. Disponível em: <<https://sipe.uniaraгуaia.edu.br/index.php/REVISTAUNIARAGUAIA/article/view/172/156>>. Acesso em 15 jul. 2022.
- CASTRO, Jhon Linyk Silva et al. **Mata ciliar: Importância e funcionamento.** VIII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental Campo Grande/MS. 2017. Disponível em: <<https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2017/XI-016.pdf>>. Acesso em 16 jul. 2022.
- CHIAVARI, Joana; LOPES, Cristina Leme. **Os caminhos para a regularização ambiental: decifrando o novo código florestal.** Rio de Janeiro: Ipea, 2016. Disponível em: <<https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/9221>>. Acesso em 14 jul. 2022.
- CORREL, D. L.; JORDAN, T. E. **Nutrient flux in a landscape: effects of coastal land use and terrestrial community mosaic on nutrient transport to coastal waters.** Estuaries, v. 15, n. 4, p. 431-442, 1992. Disponível em: <<https://doi.org/10.2307/1352388>>. Acesso em 19 jan. 2023.

FLECK, Leandro et al. **Análise físico-química da qualidade da água do rio alegria localizado no município de Medianeira, PR.** Revista Eletrônica Científica Inovação e Tecnologia, v. 3, n. 5, p. 65-71, 2012. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/recit/article/view/4176/pdf>>. Acesso em 19 jan. 2023.

FONTANA, A. C. D. et al. **Investigação ambiental de indicativos de qualidade da água em trechos dos rios urbanos em Lucaia e Jaguaribe em salvador, Bahia, Brasil.** Revista de Gestão de Água da América Latina, v.16 n.8, p. 1-13, 2019. Disponível em: <<https://www.abrh.org.br/OJS/index.php/REGA/article/view/169/23>>. Acesso em 18 jan. 2023.

GARCIAS, Carlos Mello; AFONSO, Jorge Augusto Callado. **Revitalização de rios urbanos.** Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais, v. 1, n. 1, p. 131-144, 2013. Disponível em: <<https://periodicos.ufba.br/index.php/gesta/article/view/7111/4883>>. Acesso em 30 jun. 2023.

HENDGES, Antonio Silvio. **Áreas de Preservação Permanentes – APP no Código Florestal – Lei 12.651/2012.** EcoDebate, 5 mai. 2014. Disponível em: <<https://www.ecodebate.com.br/2014/05/05/as-areas-de-preservacao-permanentes-app-no-codigo-florestal-lei-12-6512012-artigo-de-antonio-silvio-hendges/>>. Acesso em 23 mar. 2022.

HOUGHTON, Richard A. **The worldwide extent of land-use change.** Bioscience, v.44, p.305-315, 1994. Disponível em: <<https://doi.org/10.2307/1312380>>. Acesso em 22 jul. 2022.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pr/medianeira.html>>. Acesso em 23 mar. 2022.

LAZZEREIS, Sheila Aparecida F. **Avaliação e monitoramento da qualidade do rio alegria.** 2013. 34 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2013. Disponível em <http://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/22733/2/MD_GAMUNI_2014_2_67.pdf>. Acesso em 22 mai. 2023.

MEDIANEIRA, **Plano Municipal de Saneamento Básico.** Município de Medianeira, 2018. Disponível em: <https://www.medianeira.pr.gov.br/Leis/pmsb/produto_final.pdf>. Acesso em 18 abr. 2022.

MEDIANEIRA, **Política Municipal de Meio Ambiente.** Município de Medianeira, 2022. Disponível em: <<https://planodiretor.medianeira.pr.gov.br/plano-diretor-vigente/lei-1109-2022-lei-do-meio-ambiente/>>. Acesso em 18 abr. 2022.

MELO, Vera Mayrinck. **Dinâmica das paisagens de rios urbanos.** Anais do XI Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional–ANPUR. Salvador, Bahia, 2005. Disponível em: <<http://www.xienanpur.ufba.br/334.pdf>>. Acesso em 30 jun. 2023.

MIRANDA, José Iguelmar. **Fundamentos de Sistemas de Informações Geográficas.** Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 425 p.

PRESTES, Tânia Mari Vicentini et al. **ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS DAS ÁGUAS DO RIO ALEGRIA E DE SEU AFLUENTE RIO BOLINHA DO MUNICÍPIO DE MEDIANEIRA, PR, BRASIL.** Revista de Ciências Ambientais, v. 5, n. 2, p. 15-24, 2011. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/277806444_ANALISES_MICROBIOLOGICAS_DAS_AGUAS_D_O_RIO_ALEGRIA_E_DE_SEU_AFLUENTE_RIO_BOLINHA_DO_MUNICIPIO_DE_MEDIANEIRA_PR_BRASIL>. Acesso em 15 jan. 2023.

REIS, Lúcia Vidor de Sousa. **Cobertura florestal e custo do tratamento de águas em bacias hidrográficas de abastecimento público: caso do manancial do município de Piracicaba.** 2004. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11150/tde-14122004-113308/publico/lucia.pdf>>. Acesso em 17 jan. 2023.

RIBEIRO, Carlos Antonio Alvares Soares et al. **O desafio da delimitação de áreas de preservação permanente.** Revista Árvore, v. 29, p. 203-212, 2005. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-67622005000200004>>. Acesso em 27 jul. 2022.

RIBEIRO, Glaucus Vinícius B. **A Origem Histórica do Conceito de Área de Preservação Permanente no Brasil**. Revista Thema, 2011. Disponível em: <<https://periodicos.ifsul.edu.br/index.php/thema/article/view/67>>. Acesso em 27 jul. 2022.

SILVA Jorge Xavier da. **Geoprocessamento no Apoio à Decisão**. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <<https://revistas.ufrj.br/index.php/EspacoAberto/article/view/48163/26749>>. Acesso em 13 ago. 2023.

SILVA, Jorge Xavier da. **Geoprocessamento para Análise Ambiental**. Rio de Janeiro: sn, 2001. 228 p.

SILVA, Jorge Xavier da; Z Aidan, Ricardo. Tavares. **Geoprocessamento e Análise Ambiental: aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. 363 p.

SILVA-SÁNCHEZ, Solange; JACOBI, Pedro R. **Políticas de recuperação de rios urbanos na cidade de São Paulo. Possibilidades e desafios**. Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais (RBEUR), v. 14, n. 2, p. 119-132, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.22296/2317-1529.2012v14n2p119>. Acesso em: 01 jul. 2023.

SILVEIRA, André Luiz Lopes da; TUCCI, Paulo Roberto Megiorin. **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. 4ª ed. Porto Alegre: ABRH, 2012.

SKORUPA, Ladislau Araújo. **Áreas de preservação permanente e desenvolvimento sustentável**. Jaguariúna: EMBRAPA Meio Ambiente, 2003. Disponível em: <http://vampira.ourinhos.unesp.br:8080/cediap/material/apps_e_desenvolvimento_sustentavel_embropa.pdf>. Acesso em 03 ago. 2022.

SOUZA, Milena Caramori Borges de et al. **Influência da mata ciliar na qualidade da água de trecho do Rio Jararecica-Maceió/AL**. 2012. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufal.br/jspui/handle/riufal/1556>>. Acesso em 19 jan. 2023.

TAGLIARINI, Felipe de Souza Nogueira. **Imagens de drone e Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) para classificação segmentada em Áreas de Preservação Permanente (APP)**. 2020. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/204111>>. Acesso em 20 mai. 2023.

TOSTO, Sérgio Gomes et al. **Valor econômico de serviços ecossistêmicos de mata ciliar**. 2011. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/57322/1/023-11.pdf>>. Acesso em 19 jan. 2023.

WWF/THE WORLD BANK - ALLIANCE FOR FOREST CONSERVATION AND SUSTAINABLE USE. JUCN. **The importance of forest protected areas to drinking water**. Disponível em: <<http://worldwildlife.org/news/displayPR.cfm?prID=59>>. Acesso em 19 jan. 2023.

XAVIER, Maria Mariana Saldanha de Queiroz. **Fatores condicionantes para a ocorrência de enchentes na cidade de Mossoró-RN**. 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/bitstream/prefix/6860/1/MariaMSQX_ART.pdf>. Acesso em 19 jan. 2023.

Z Aidan, Ricardo Tavares (2017). **Geoprocessamento conceitos e definições**. *Revista de Geografia-PPGEO-UFJF*, 7(2). Disponível em: <https://doi.org/10.34019/2236-837X.2017.v7.18073>. Acesso em 13 ago. 2023.

8. ANEXOS

Anexo 1 - Protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em trechos de bacias hidrográficas, modificado do protocolo da Agência de Proteção Ambiental de Ohio

PARÂMETROS	PONTUAÇÃO		
	4 pontos	2 pontos	1 ponto
1. Tipo de ocupação das margens do corpo d'água (principal atividade)	Vegetação natural	Campo de Pastagem/Agricultura/Monocultura/Reflorestamento	Residencial/Comercial/Industrial
2. Erosão próxima e/ou nas margens do rio e assoreamento em seu leito	Ausente	Moderada	Acentuada
3. Alterações antrópicas	Ausente	Alterações de origem doméstica (esgoto, lixo)	Alterações de origem industrial/urbana (fábricas, siderurgias, canalização, retilização do curso do Rio)
4. Cobertura vegetal no leito	Parcial	Total	Ausente
5. Odor da água	Nenhum	Esgoto (ovo podre)	Óleo/industrial
6. Oleosidade da água	Ausente	Moderada	Abundante
7. Transparência da água	Transparente	Turva/cor de chá forte	Opaca ou colorida
8. Oleosidade do fundo	Ausente	Moderado	Abundante
9. Odor do sedimento (fundo)	Nenhum	Esgoto (ovo podre)	Óleo/industrial
10. Tipo de fundo	Pedras/cascalho	Lama/areia	Cimento/canalizado

Fonte: Adaptado de CALLISTO et al. (2002)

Anexo 2 - Protocolo de Avaliação Rápida de Habitats em trechos de bacias hidrográficas, modificado do protocolo de Hannaford et al. (1997)

PARÂMETROS	PONTUAÇÃO			
	5 pontos	3 pontos	2 pontos	0 pontos
11. Tipos de Fundo	Mais de 50% com habitats diversificados; pedaços de troncos submersos; Cascalho ou outros habitats estáveis.	30 a 50% dos habitats diversificados: habitats adequados para a manutenção das populações de organismos aquáticos.	10 a 30% de habitats diversificados: disponibilidade de habitats insuficiente; substratos frequentemente modificados.	Menos que 10% de habitats diversificados; ausência de habitats óbvia; substrato rochoso instável para fixação dos organismos.
12. Extensão de rápidos	Rápidos e corredeiras bem desenvolvidas; rápidos tão largos quanto o rio e com comprimento igual ao dobro da largura do rio.	Rápidos com a largura igual à do rio, mas com comprimento menor que o dobro da largura do rio.	Trechos rápidos podem estar ausentes; rápidos não tão largos quanto o rio e seu comprimento menor que o dobro da largura do rio.	Rápidos ou corredeiras inexistentes.
13. Frequência de rápidos	Rápidos relativamente frequentes; distância entre rápidos dividida pela largura do rio entre 5 e 7.	Rápidos não frequentes; distância entre rápidos dividida pela largura do rio entre 7 e 15.	Rápidos ou corredeiras ocasionais; habitats formados pelos contornos do fundo; distância entre rápidos dividida pela largura do rio entre 15 e 25	Geralmente com lâmina d'água "lisa" ou com rápidos rasos; pobreza de habitats; distância entre rápidos dividida pela largura do rio maior que 25.
14. Tipos de substrato	Seixos abundantes (prevalecendo em nascentes).	Seixos abundantes; cascalho comum.	Fundo formado predominantemente por cascalho; alguns seixos presentes.	Fundo pedregoso; seixos ou lamoso.
15. Deposição de lama	Entre 0 a 25% do fundo coberto	Entre 25 a 50% do fundo coberto	Entre 50 e 75% do fundo coberto	Mais de 75% do fundo coberto

	por lama.	por lama.	por lama.	por lama.
16. Depósitos sedimentares	Menos de 5% do fundo com deposição de lama; ausência de deposição nos remansos.	Alguma evidência de modificação no fundo, principalmente como aumento de cascalho, areia ou lama; 5 a 30% do fundo afetado; suave deposição nos remansos.	Deposição moderada de cascalho novo, areia ou lama nas margens; entre 30 a 50% do fundo afetado; deposição moderada nos remansos.	Grandes depósitos de lama, maior desenvolvimento das margens; mais de 50% do fundo modificado; remansos ausentes devido à significativa deposição de sedimentos.
17. Alterações no canal do rio	Canalização (retificação) ou dragagem ausente ou mínima; rio com padrão normal.	Alguma canalização presente, normalmente próximo à construção de pontes; evidência de modificações há mais de 20 anos.	Alguma modificação presente nas duas margens: 40 a 80% do rio modificado.	Margens modificadas; acima de 80% do rio modificado.
18. Característica do fluxo das águas	Fluxo relativamente igual em toda a largura do rio; mínima quantidade de substrato exposta.	Lâmina d'água acima de 75% do canal do rio; ou menos de 25% do substrato exposto.	Lâmina d'água entre 25 a 75% do canal do rio, e/ou maior parte do substrato nos "rápidos" exposto.	Lâmina d'água escassa e presente apenas nos remansos.
19. Presença de mata ciliar	Acima de 90% com vegetação ripária nativa, incluindo árvores arbustos ou macrófitas; mínima evidência de desflorestamento; todas as plantas	Entre 70 a 90% com vegetação ripária nativa; desflorestamento evidente, mas não afetando o desenvolvimento da vegetação; maioria das plantas atingindo	Entre 50 a 70% com vegetação ripária nativa; desflorestamento óbvio; trechos com solo exposto ou vegetação eliminada; menos de metade das plantas atingindo	Menos de 50% de mata ciliar nativa; desflorestamento muito acentuado.

	atingindo a altura “normal”.	a altura “normal”.	a altura “normal”.	
20. Estabilidade das margens	Margens estáveis; evidência de erosão mínima ou ausente; pequeno potencial para problemas futuros. Menos de 5% da margem afetada.	Moderadamente estáveis; pequenas áreas de erosão frequentes. Entre 5 e 30% da margem com erosão.	Moderadamente instável; entre 30 a 60% da margem com erosão. Risco elevado de erosão durante enchentes.	Instável; muitas áreas com erosão; frequentes áreas descobertas nas curvas do rio; erosão óbvia entre 60 e 100% da margem.
21. Extensão de mata ciliar	Largura da vegetação ripária maior que 18m; sem influência de atividades antrópicas (agropecuária, estradas, etc.).	Largura da vegetação ripária entre 12 e 18m; mínima influência antrópica.	Largura da vegetação ripária entre 6 e 12m; influência antrópica intensa.	Largura de vegetação ripária menor que 6m; vegetação restrita ou ausente devido à atividade antrópica.
22. Presença de plantas aquáticas	Pequenas macrófitas aquáticas e/ou musgos distribuídos pelo leito.	Macrófitas aquáticas ou algas filamentosas ou musgos distribuídos no rio, substrato com perifíton.	Algas filamentosas ou macrófitas em poucas pedras ou alguns remansos, perifíton abundante e biofilme.	Ausência de vegetação aquática no leito do rio ou grandes bancos de macrófitas (p.ex. aguapé).