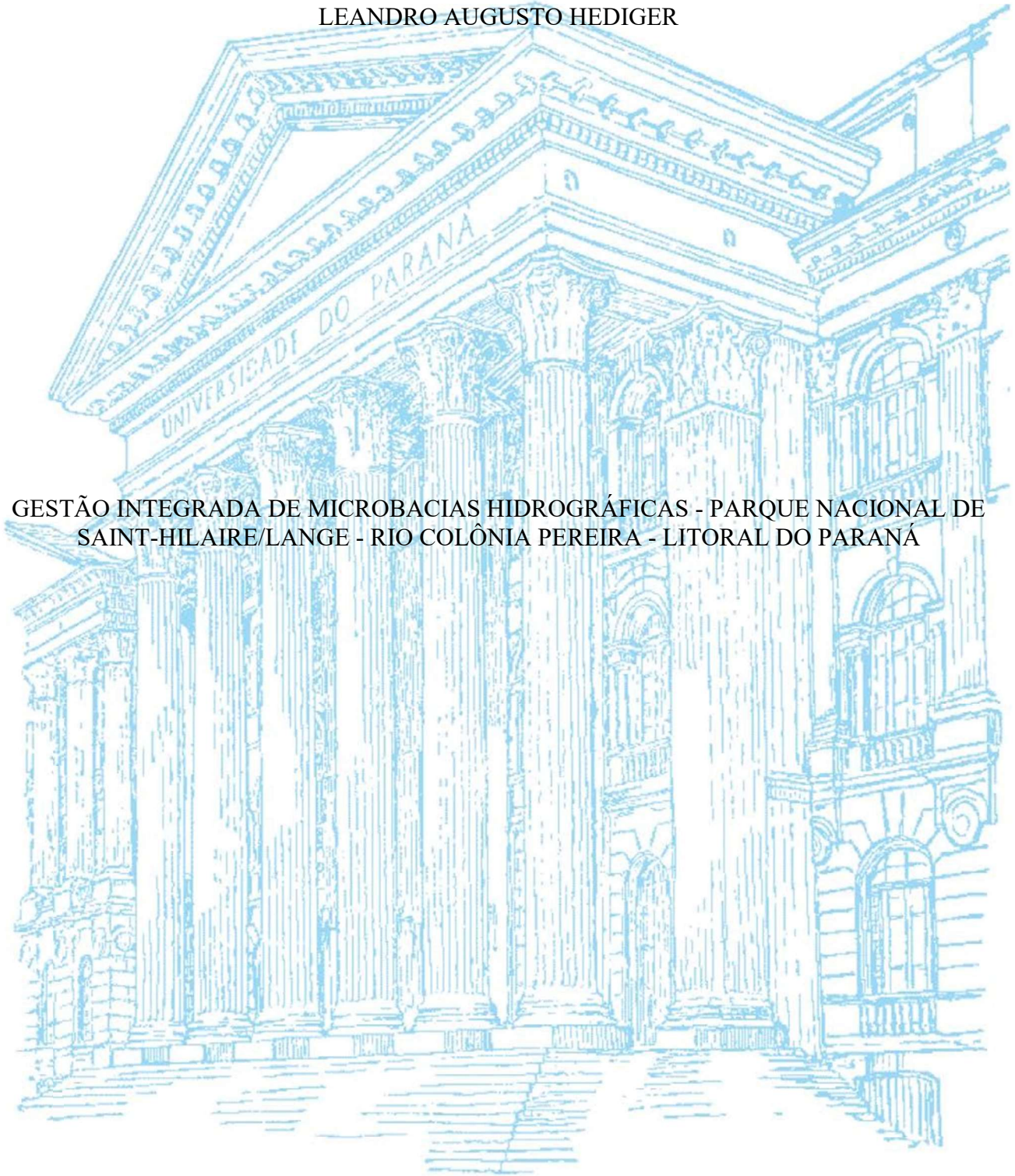


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

LEANDRO AUGUSTO HEDIGER

GESTÃO INTEGRADA DE MICROBACIAS HIDROGRÁFICAS - PARQUE NACIONAL DE  
SAINT-HILAIRE/LANGE - RIO COLÔNIA PEREIRA - LITORAL DO PARANÁ



CURITIBA

2021

LEANDRO AUGUSTO HEDIGER

GESTÃO INTEGRADA DE MICROBACIAS HIDROGRÁFICAS - PARQUE NACIONAL  
DE SAINT-HILAIRE/LANGE - RIO COLÔNIA PEREIRA - LITORAL DO PARANÁ

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Meio Ambiente Urbano e Industrial, Setor de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná (UFPR), em parceria com a Universidade de Stuttgart e o Sistema Nacional de Aprendizagem Industrial do Paraná (SENAI), como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Meio Ambiente Urbano e Industrial.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Ubirajara Gontarski

Coorientador: Prof. Dr. Paulo Henrique Carneiro Marques

CURITIBA

2021

CATALOGAÇÃO NA FONTE – SIBI/UFPR

---

H454g

Hediger, Leandro Augusto

Gestão integrada de microbacias hidrográficas - parque nacional de Saint-Hilaire/Lange - Rio Colônia Pereira - litoral do Paraná [recurso eletrônico]/ Leandro Augusto Hediger – Curitiba, 2021.

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação Meio Ambiente Urbano e Industrial, Setor de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná (UFPR), em parceria com a Universidade de Stuttgart e o Sistema Nacional de Aprendizagem Industrial do Paraná (SENAI).

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Ubirajara Gontarski

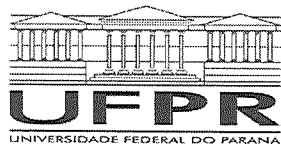
Coorientador: Prof. Dr. Paulo Henrique Carneiro Marques

1. Bacias Hidrográficas. 2. Recursos naturais. 3. Recursos hídricos. I. Gontarski, Carlos Alberto Ubirajara. II. Marques, Paulo Henrique Carneiro. III. Título. IV. Universidade Federal do Paraná.

CDD 634

---

Bibliotecária: Vilma Machado CRB9/1563



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SETOR DE TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO MEIO AMBIENTE  
URBANO E INDUSTRIAL - 40001016057P5

## TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em MEIO AMBIENTE URBANO E INDUSTRIAL da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado de **LEANDRO AUGUSTO HEDIGER** intitulada: **Gestão Integrada de Microbacias Hidrográficas - Parque Nacional de Saint-Hilaire / Lange - Rio Colônia Pereira - Litoral do Paraná**, sob orientação do Prof. Dr. CARLOS ALBERTO UBIRAJARA GONTARSKI, que após terem inquirido o aluno e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa. A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 10 de Março de 2021.

Assinatura Eletrônica

10/03/2021 17:37:37.0

CARLOS ALBERTO UBIRAJARA GONTARSKI

Presidente da Banca Examinadora (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica

10/03/2021 18:14:56.0

LUIZ FERNANDO DE CARLI LAUTERT

Avaliador Externo (UFPR - SETOR LITORAL)

Assinatura Eletrônica

11/03/2021 14:02:31.0

EDUARDO FELGA GOBBI

Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

---

Centro Politécnico - CURITIBA - Paraná - Brasil

CEP 81531-980 - Tel: (41) 3361-3614 - E-mail: ppgmaui@ufpr.br

Documento assinado eletronicamente de acordo com o disposto na legislação federal Decreto 8539 de 08 de outubro de 2015.

Gerado e autenticado pelo SIGA-UFPR, com a seguinte identificação única: 81993

Para autenticar este documento/assinatura, acesse <https://www.prppg.ufpr.br/siga/visitante/autenticacaoassinaturas.jsp> e insira o código 81993

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço à UFPR por se manter forte frente aos ataques à educação e à pesquisa científica, e pela importância na minha formação pessoal e profissional.

À Colônia Pereira que possibilitou que eu fizesse de seu território minha área de estudo, sempre muito dispostos e atenciosos com a comunidade acadêmica.

Aos professores, orientadores, técnicos administrativos, técnicos de laboratório e tantos outros profissionais envolvidos que acreditaram e apoiaram a pesquisa.

Agradeço minha família e amigos que incentivaram, acompanharam e participaram ativamente desse ciclo de aprendizado.

E especialmente aos parceiros Felipe Foroni, João Portes, Gustavo Elste, Thamy Numer e Danilo Rezende, jovens mestres comprometidos com a ciência, pesquisa e principalmente com a causa ambiental.

“A água é a única bebida para um homem sábio.”

Henry David Thoreau

## RESUMO

A expansão das atividades antrópicas em algumas bacias hidrográficas tem gerado sérios impactos sobre os recursos naturais, explorações agroindustriais em áreas incompatíveis acabam reduzindo a disponibilidade de água e comprometem sua qualidade, principalmente tratando-se de mananciais destinados ao abastecimento público. A redução da qualidade ambiental pelo uso inapropriado de agroquímicos, disposição inadequada dos dejetos de animais, lixo, resíduos industriais, esgoto e outros poluentes, além da diminuição da cobertura vegetal e perda de habitats naturais têm ameaçado a conservação da biodiversidade. A complexidade dos problemas ambientais exigem uma abordagem sistêmica e ao utilizar a microbacia hidrográfica como unidade natural da paisagem e unidade de planejamento e trabalho é possível entender melhor as problemáticas locais, assim como as interações entre o uso da terra e a qualidade da água. Com base nos estudos acerca do tema, foi aplicado um modelo de análise integrada na Microbacia do Rio Colônia Pereira, localizado entre os Municípios de Matinhos e Paranaguá, Litoral do Paraná, avaliando a qualidade da água através do Índice de Qualidade da Água (IQA) e para análise integrada da paisagem, as metodologias de Hemerobia e Índice de Funcionalidade Fluvial (IFF), com o objetivo de fornecer subsídio para o planejamento e gestão ambiental, bem como compor uma combinação replicável de métodos de fácil aplicação por meio da gestão participativa.

**Palavras-chave:** Água, Bacias Hidrográficas, Gestão Participativa, Recursos Naturais.

## **ABSTRACT**

The expansion of human activities in some hydrographic basins has generated serious impacts on natural resources, agro-industrial explorations in incompatible areas end up reducing the availability of water and compromising its quality, especially in the case of water sources destined for public supply. The reduction of environmental quality due to the inappropriate use of agrochemicals, inadequate disposal of animal waste, garbage, industrial waste, sewage and other pollutants, in addition to the reduction of vegetation cover and loss of natural habitats have threatened the conservation of biodiversity. The complexity of environmental problems requires a systemic approach and by using the watershed as a natural unit of the landscape and a unit of planning and work, it is possible to better understand the local problems, as well as the interactions between land use and water quality. Based on studies on the subject, an integrated analysis model was applied in the Colônia Pereira Microbasin, located between the Municipalities of Matinhos and Paranaguá, on the coast of Paraná, assessing water quality through the Water Quality Index and for integrated landscape analysis, the Hemerobia and Fluvial Functionality Index methodologies, with the objective of providing subsidies for environmental planning and management, as well as composing a replicable combination of methods that can be easily applied through participatory management.

**Key-words:** hydrographic basins, natural resources, participatory management, water.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: MICROBACIA DO RIO COLÔNIA PEREIRA.....	17
FIGURA 2: BACIA HIDROGRÁFICA LITORÂNEA.....	19
FIGURA 3: MOSAICO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO - LAGAMAR.....	22
FIGURA 4: PARQUE NACIONAL DE SAINT-HILAIRE/LANGE - PNSHL.....	24
FIGURA 5: COMUNIDADES INTEGRANTES DO CONSELHO CONSULTIVO.....	25
FIGURA 6: COMUNIDADE COLÔNIA PEREIRA.....	34
FIGURA 7: MAPA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS POMBAS.....	35
FIGURA 8: CAPTAÇÃO NO RIO DAS POMBAS.....	36
FIGURA 9: PR-508 RODOVIA ALEXANDRA-MATINHOS.....	37
FIGURA 10: CRITÉRIOS PARA AVALIAÇÃO RELATIVA DE HEMEROBIA.....	44
FIGURA 11: ÁREA DE MANANCIAL - RIO DAS POMBAS (PR-508).....	47
FIGURA 12: MATERIAL PARA AFERIÇÃO DE PARÂMETROS.....	48
FIGURA 13: DESENHO AMOSTRAL E PONTOS DE COLETA.....	49
FIGURA 14: MATERIAL PARA COLETA DE ÁGUA.....	51
FIGURA 15: COLETA DE DADOS / FICHA DE CAMPO.....	52
FIGURA 16: AFERIÇÃO DE PARÂMETROS EM CAMPO.....	53
FIGURA 17: COLETA DE ÁGUA NO PONTO COLÔNIA PEREIRA 1 (CP01).....	54
FIGURA 18: COLETA DE ÁGUA NO PONTO COLÔNIA PEREIRA 2 (CP02).....	54
FIGURA 19: IQA DO PONTOS DE COLETA CP01 - AGOSTO/2019.....	56
FIGURA 20: IQA DO PONTO DE COLETA CP02 - AGOSTO/2019.....	57
FIGURA 21 : IQA DO PONTO DE COLETA CP01 - NOVEMBRO/2019.....	58
FIGURA 22 : IQA DO PONTO DE COLETA CP02 - NOVEMBRO/2019.....	58
FIGURA 23 : IQA DO PONTO DE COLETA CP01 - FEVEREIRO/2020.....	59
FIGURA 24 : IQA DO PONTO DE COLETA CP02 - FEVEREIRO/2020.....	60
FIGURA 25: MAPA DE HEMEROBIA - MICROBACIA DO RIO COLÔNIA PEREIRA..	63
FIGURA 26: ESTRADA SENTIDO PARNA SAINT HILAIRE/LANGE.....	64

FIGURA 27: ESTRADA DE ACESSO X RIO COLÔNIA PEREIRA.....	65
FIGURA 28: LOCAL DE LAZER E VERANEIO.....	65
FIGURA 29: RESIDÊNCIAS E CHÁCARAS AO LONGO DA VIA.....	67
FIGURA 30: ÁREA RURAL DA COLÔNIA PEREIRA.....	67
FIGURA 31: RODOVIA PR-508 (ALEXANDRA-MATINHOS).....	69
FIGURA 32: ACESSO À SEDE DA COMUNIDADE COLÔNIA PEREIRA.....	70
FIGURA 33: ATIVIDADE DE MINERAÇÃO NA MICROBACIA.....	71
FIGURA 34: ESTRADA SENTIDO PLANÍCIE LITORÂNEA.....	73
FIGURA 35: PONTOS DE OBSERVAÇÃO - IFF.....	74
FIGURA 36: PONTO DE OBSERVAÇÃO IFF01 (JUSANTE).....	75
FIGURA 37: PONTO DE OBSERVAÇÃO IFF01 (MONTANTE).....	76
FIGURA 38: IFF01 - DEPOSIÇÃO DE CONCRETO.....	77
FIGURA 39: PROPRIEDADES AO LONGO DO RIO.....	78
FIGURA 40: ALTERAÇÕES NA ÁREA DE MATA CILIAR.....	79
FIGURA 41: PONTO DE OBSERVAÇÃO IFF02.....	79
FIGURA 42: PONTE PR-508 X RIO COLÔNIA PEREIRA.....	80
FIGURA 43: PONTO DE OBSERVAÇÃO IFF03.....	81
FIGURA 44: EROSIÃO NO PONTO IFF03.....	81
FIGURA 45: ESTRADA DE ACESSO E OCUPAÇÃO.....	82
FIGURA 46: PONTE NA ENTRADA DA COLÔNIA PEREIRA.....	83
FIGURA 47: PONTO DE OBSERVAÇÃO IFF04 (MONTANTE).....	83
FIGURA 48: PONTO DE OBSERVAÇÃO IFF04 (JUSANTE).....	84
FIGURA 49: PONTO DE OBSERVAÇÃO IFF05 (MONTANTE).....	85
FIGURA 50: OCUPAÇÃO PRÓXIMA AO PONTO IFF05.....	86
FIGURA 51: PONTO DE OBSERVAÇÃO IFF05 (JUSANTE).....	86
FIGURA 52: ÍNDICE DE FUNCIONALIDADE FLUVIAL.....	88

## **LISTA DE QUADROS**

QUADRO 1: CLASSIFICAÇÃO SINTÉTICA DAS PAISAGENS ANTROPOGÊNICAS...	42
QUADRO 2: GRAUS DE NATURALIDADE E DE ESTADO HEMEROBIÓTICO.....	43
QUADRO 3: UP01 - AMBIENTE SUBMONTANO.....	66
QUADRO 4: UP02 - AMBIENTE RURAL.....	68
QUADRO 5: UP03 - AMBIENTE URBANIZADO.....	72
QUADRO 6: UP04 - AMBIENTE PLANÍCIE LITORÂNEA.....	73

## **LISTA DE TABELAS**

TABELA 1: PARÂMETROS DO ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA - IQA.....	39
TABELA 2: FAIXAS DE IQA UTILIZADAS NO ESTADO DO PARANÁ.....	39
TABELA 3: NÍVEIS DE FUNCIONALIDADE, AVALIAÇÕES E CORES.....	46
TABELA 4: RESULTADOS DO IQA - CP01 E CP02.....	61
TABELA 5: ÍNDICE DE FUNCIONALIDADE FLUVIAL IFF01.....	78
TABELA 6: ÍNDICE DE FUNCIONALIDADE FLUVIAL IFF02.....	80
TABELA 7: ÍNDICE DE FUNCIONALIDADE FLUVIAL IFF03.....	82
TABELA 8: ÍNDICE DE FUNCIONALIDADE FLUVIAL IFF04.....	84
TABELA 9: ÍNDICE DE FUNCIONALIDADE FLUVIAL IFF05.....	87

## LISTA DE SIGLAS

AEM - Avaliação Ecológica do Milênio

ANA - Agência Nacional das Águas

APA - Área de Preservação Ambiental

APAT - Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici

APHA - American Public Health Association

APP - Áreas de Preservação Permanente

APPA - Agenzia Provinciale per la protezione dell'ambiente

AWWA - American Water Works Association

BHL - Bacia Hidrográfica Litorânea

CERH - Conselho Estadual de Recursos Hídricos

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

CNRH - Conselho Nacional de Recursos Hídricos

COBRAPE - Companhia Brasileira de Projetos e Empreendimentos

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

COPEL - Companhia Paranaense de Energia

COVID-19 - Corona Virus Disease

EMATER - Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural

FOD - Floresta Ombrófila Densa

FUNCEME/CE - Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos

GPS - Sistema de Posicionamento Global

IAP - Instituto Ambiental do Paraná

IAT - Instituto Água e Terra

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICMBio Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

IEPR - Instituto de Ecoturismo do Paraná

IFF - Índice de Funcionalidade Fluvial

IGAM - Instituto Mineiro de Gestão das Águas

IN - Instrução Normativa

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

IQA - Índice de Qualidade da Água

PARNA - Parque Nacional

PBHL - Plano da Bacia Hidrográfica Litorânea

PH - Potencial Hidrogeniônico

PLERH - Plano Estadual de Recursos Hídricos

PNGC - Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro

PNQA - Programa Nacional de Avaliação da Qualidade das Águas

PNSHL - Parque Nacional de Saint-Hilaire/Lange

SANEPAR - Companhia de Saneamento do Paraná

SEMA - Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos

SENAI - Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial

SIG - Sistema de Informação Geográfica

SIMEPAR - Sistema Meteorológico do Paraná

SISBIO - Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade

SNUC - Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza

UC - Unidades de Conservação

UFPR - Universidade Federal do Paraná

UP - Unidades de Paisagem

WEF - Water Environment Federation

ZEE/PR: Litoral - Zoneamento Ecológico Econômico do Litoral do Paraná

ZPM - Zona de Proteção dos Mananciais

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>2 OBJETIVOS.....</b>	<b>14</b>
2.1 OBJETIVO GERAL.....	14
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
<b>3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>15</b>
3.1 MICROBACIA HIDROGRÁFICA.....	15
3.1.1 Bacia Hidrográfica Litorânea.....	18
3.2 ÁREAS PROTEGIDAS .....	21
3.2.1 Parque Nacional de Saint-Hilaire/Lange .....	23
3.2.2 Mata Atlântica.....	27
3.3 SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS .....	28
3.3.1 Serviços Hidrológicos .....	29
3.4 GESTÃO PARTICIPATIVA.....	30
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>33</b>
4.1 ÁREA DE ESTUDO: MICROBACIA DO RIO COLÔNIA PEREIRA.....	33
4.1.1 Mapeamento e Geoprocessamento .....	37
4.2 ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA.....	38
4.3 HEMEROBIA.....	40
4.4 ÍNDICE DE FUNCIONALIDADE FLUVIAL .....	45
<b>5 ANÁLISE DOS RESULTADOS.....</b>	<b>47</b>
5.1 ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA.....	47
5.2. HEMEROBIA .....	62
5.3 ÍNDICE DE FUNCIONALIDADE FLUVIAL.....	74
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>89</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	
<b>APÊNDICE: CARTILHA - GESTÃO PARTICIPATIVA DE MICROBACIAS HIDROGRÁFICAS</b>	
<b>ANEXOS</b>	

## 1 INTRODUÇÃO

A expansão das áreas urbanas e industriais e a concentração de atividades antrópicas em algumas bacias hidrográficas acarretam um aumento preocupante do impacto sobre os recursos naturais. O aumento do processo erosivo, redução da infiltração, compactação do solo, erosão hídrica, esgotamento da fertilidade dos solos, sedimentação e eutrofização dos rios e lagos são fatores diretamente ligados à práticas de manejo de culturas inadequadas.

A condução de explorações agro-industriais em áreas incompatíveis com a capacidade de uso das terras causa inúmeros impactos e esses fatores reduzem a disponibilidade de água e comprometem sua qualidade, principalmente daquela destinada ao abastecimento público, inclusive das próprias comunidades rurais sujeitas à água contaminada por agrotóxicos e coliformes fecais.

A redução da qualidade ambiental pelo uso inapropriado de agroquímicos, disposição inadequada dos dejetos de animais, lixo, resíduos industriais, esgoto e outros poluentes, além da diminuição da cobertura vegetal e perda de habitats naturais têm ameaçado a conservação da biodiversidade. São fatores que estão relacionados ao desconhecimento de práticas agroecológicas e falta de compreensão sobre a ligação íntima entre economicidade e qualidade ambiental.

Entre os desafios na área ambiental no País, está justamente o conhecimento sobre a qualidade das águas. Informações esparsas ou inexistentes, ausência de redes de monitoramento adequadas em termos de frequência, parâmetros e representatividade em número de pontos de amostragem dificultam um diagnóstico mais preciso sobre a realidade da condição da qualidade dos corpos hídricos brasileiros (ANA, 2014).

As mudanças climáticas cada vez mais perceptíveis, com impactos em regimes de pluviosidade, gerando escassez de água e enchentes periódicas, demonstram a necessidade do enfoque sistêmico, uma vez que a biosfera e os componentes físicos são intimamente integrados, de modo a formar um complexo sistema que interage e equilibra suas condições climáticas.

Portanto, o monitoramento da qualidade das águas é um fator primordial para a adequada gestão dos recursos hídricos, sendo essencial para as ações de planejamento, licenciamento, outorga, fiscalização e enquadramento de corpos d'água. Sendo assim, para integrar o trabalho realizado em gabinete ao trabalho de campo, para que o resultado da pesquisa incorpore os aspectos naturais, sociais e econômicos de forma a envolver toda sua complexidade, faz-se necessária uma análise a partir do conceito de sistemas.

Alguns aspectos figuram na definição de sistema de Bertalanffy (1968), como a multiplicidade de elementos, a complexidade, a totalidade de elementos organizados, as interdependências entre elementos, as interações, a dinâmica e a evolução do sistema. É possível identificar todos esses elementos em uma bacia hidrográfica, compreendidos como físicos, biológicos, sociais, políticos, culturais e econômicos, sendo que a interação desses elementos constitui a complexidade sistêmica.

Atualmente, já é consenso uma abordagem sistêmica quando tratamos de problemas ambientais, pois sua complexidade exige mais do que ações isoladas, modernizando o planejamento e a gestão ambiental para a correta utilização dos recursos naturais. Esta abordagem aplicada à análise de microbacias hidrográficas possibilita um melhor entendimento sobre as problemáticas locais, que envolvem práticas tradicionais e agricultores familiares, assim como dão a noção de organização e totalidade.

A microbacia como unidade natural da paisagem e unidade de planejamento e trabalho, vem demonstrando cada vez mais sua condição singular de definição espacial de um ecossistema, dentro da qual é possível o estudo detalhado das interações entre o uso da terra e a qualidade da água. Isso permite aos técnicos de campo, aos produtores organizados e à comunidade local, uma visão global da situação ambiental, especialmente no que tange à gestão e conservação de solos e água e, conseqüentemente, possibilita a elaboração de planos de ação para a solução de conflitos socioambientais.

Utilizando a microbacia hidrográfica como unidade de paisagem, foi aplicado um modelo de análise integrada no Rio Colônia Pereira, localizado entre os Municípios de Paranaguá e Matinhos, Litoral do Paraná, avaliando a qualidade da água através do Índice de Qualidade da Água - IQA e utilizando para análise integrada da paisagem, as metodologias de Hemerobia e do Índice de Funcionalidade Fluvial -IFF, com o objetivo de compor uma combinação replicável e de fácil aplicação por meio da gestão participativa.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a combinação de metodologias para análise integrada de microbacias hidrográficas com foco na gestão participativa.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Realizar diagnóstico simplificado da microbacia hidrográfica através dos aspectos socioambientais;

Monitorar a qualidade ambiental da microbacia integrando as metodologias do Índice de Qualidade da Água (IQA), Hemerobia e Índice de Funcionalidade Fluvial (IFF);

Espacializar as características e vulnerabilidades da área de estudo através de Sistema de Informações Geográficas;

Organizar metodologias de análise integrada da paisagem com foco na gestão participativa de microbacias hidrográficas;

Fornecer subsídio para ações de comunicação, capacitação e educação ambiental voltados às práticas sustentáveis de manejo.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 MICROBACIA HIDROGRÁFICA

A bacia hidrográfica é uma área de captação natural da água de precipitação que faz convergir o escoamento para um único ponto de saída. Esta compõe-se de um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos de água que confluem até resultar em um leito único no seu exutório (TUCCI, 1997). Por se tratar de paisagens complexas, as microbacias constituem unidades de estudo dinâmicas, pois seus atributos mantêm conexões e interações funcionais, o que inclui as alterações e transformações causadas pelos agentes organizadores desse espaço.

A microbacia hidrográfica pode ser vista sob a óptica da paisagem difundida por Bertrand (1971), sendo a paisagem a entidade espacial que comporta características peculiares e elementos constituintes e definidores, uma vez que segundo Ferreira (2007), “a paisagem é determinada por atributos referentes a geomorfologia, clima, uso da terra, dentre outros.”

De acordo com Granjeiro (2004), a microbacia hidrográfica é uma unidade autônoma, fundamental aos estudos hidro-geomorfológicos, permitindo a identificação qualitativa e quantitativa do conjunto de processos que promovem a sua dinâmica, isso justifica o interesse pela bacia hidrográfica como unidade de estudo e gestão, considerando que a escolha mais adequada para a realização de uma análise ambiental integrada de ambientes fluviais, é trabalhar com as categorias de paisagem e microbacia hidrográfica.

Da mesma forma, Botelho e Silva (2004) definem a microbacia hidrográfica como “uma célula básica de análise ambiental, a qual permite conhecer e avaliar os seus diversos componentes, bem como processos e as interações que nela ocorreram. Estes atributos quando estudados com suporte em levantamentos bibliográficos e observações da paisagem permitem a constituição das inferências.

Para realizar uma análise da bacia hidrográfica é necessário, segundo Nascimento (2003), “estudar além do corpo d’água, os intervenientes que modificam a sua qualidade ambiental. Incluindo aspectos socioeconômicos consequentes do uso e ocupação do solo, a jusante e a montante de cada bacia.” Neste contexto, a bacia hidrográfica é um espaço complexo e heterogêneo, cujos elementos se combinam e se misturam, refletindo as formas de sobrevivência de uma sociedade com o uso e a ocupação de sua área de drenagem.

A microbacia pode ser vista ainda como a menor unidade capaz de representar um conjunto de variáveis ambientais integradas e inter-relacionadas, expressando a interação dos

diferentes fatores que a compõem e a dinâmica das ações da antropização. Algumas pesquisas que abordam bacia, sub-bacia ou microbacia hidrográfica contribuem para as concepções teóricas, como Hissa e Machado (2004), Rodrigues e Adami (2005), Aires e Nascimento (2007), e Botelho (2007), as quais discutem metodologias distintas para a investigação, gestão e planejamento de microbacias hidrográficas.

Conforme Hissa e Machado (2004), o estudo de microbacias tem particularidades observadas na sua execução e nos resultados obtidos, pois esta categoria de análise, quando vista sob a óptica integradora da relação sociedade-natureza,[...] amplia o conhecimento dos impactos e do manejo inadequado das terras, possibilitando juntamente com as comunidades rurais discutir e desenvolver modelos de sistemas integrados de manejo, uso e gestão dos recursos hídricos.

A microbacia hidrográfica, segundo Botelho (2007), “é uma célula natural que pode ser delimitada sobre uma base cartográfica que contenha cotas altimétricas, como as cartas topográficas ou por meio de fotografias aéreas.” Dessa maneira, é possível avaliar de forma integrada as ações humanas sobre o ambiente e seus impactos no equilíbrio hidrológico. A sua dimensão e escala cartográfica permitem análises mais aprofundadas a respeito dos fatores de exploração biológica, potencial ecológico, vulnerabilidades e manejo adequado.

A área da microbacia vai depender principalmente, dos objetivos da pesquisa e da análise de elementos que estarão envolvidos, como técnicas, recursos materiais, equipe de trabalho e tempo disponível, além dos interesses das comunidades envolvidas nos projetos (Freitas e Kerr, 1996; Botelho, 1999). Seus elementos apresentam interdependência, se mostrando ideal para o estudo, planejamento e gestão integrada, subsidiando o manejo sustentável dos recursos naturais que compõem sua área de drenagem.

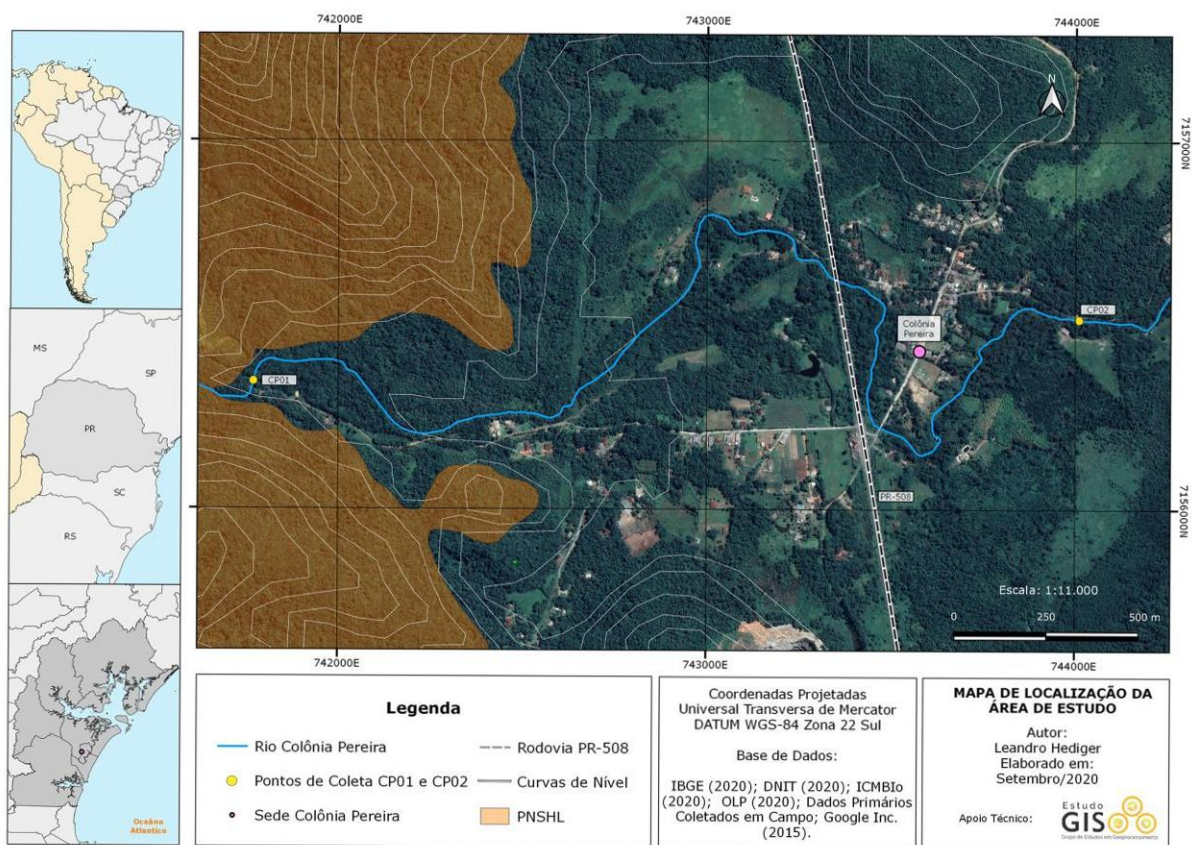
Segundo Souza & Fernandes, (2000), além de constituir um instrumento coerente para o planejamento do uso dos recursos naturais e da ocupação do espaço geográfico, tanto rural quanto urbano, a metodologia de manejo integrado de bacias hidrográficas pode ser aplicada em uma variada gama de atividades inerentes às atividades antrópicas, principalmente relacionadas a estudos de impactos ambientais, planos de controle ambiental, planos diretores e de manejo, recuperação de áreas degradadas, proteção de mananciais para o abastecimento público e de reservatórios para a geração de energia e perenização de cursos d’água.

As bacias hidrográficas, na qualidade de unidade natural, apresentam alterações paisagísticas decorrentes da diversidade registrada na ocupação e manejo da terra e devem ser estudadas por intermédio de uma metodologia sistêmica, holística e interdisciplinar, por sua

vez, a análise ambiental integrada pode fornecer subsídios para um melhor entendimento do objeto de estudo. (Nascimento, 2003).

Na imagem abaixo é possível visualizar tais conceitos e características das microbacias através da área de estudo em questão, onde as curvas de nível facilitam a compreensão dos seus limites geográficos, evidenciando os morros que servem como divisores de águas e o curso do rio desde os limites do Parque Nacional de Saint-Hilaire/Lange (PNSHL), passando pela Comunidade Colônia Pereira, até desaguar no Rio das Pombas onde está localizada uma das principais captações de água para consumo no Litoral.

FIGURA 1: MICROBACIA DO RIO COLÔNIA PEREIRA



FONTE: Leandro Hediger / Estudo GIS (2020).

### 3.1.1 Bacia Hidrográfica Litorânea

A Bacia Hidrográfica Litorânea (BHL) é uma das dezesseis bacias hidrográficas do estado do Paraná, definidas pela Resolução n° 024/2006/SEMA, e também, uma das doze unidades hidrográficas de gerenciamento dos recursos hídricos, instituídas pela Resolução n° 049/2006/CERH. Ademais, a BHL está completamente inserida na Região Hidrográfica Atlântico Sul, uma das divisões hidrográficas nacionais instituídas pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) por meio da Resolução n° 32/2003.

Com uma área de 5.630,8 km<sup>2</sup>, a BHL é formada pelos municípios de: Paranaguá, Matinhos, Pontal do Paraná, Guaratuba, Morretes, Antonina e Guaraqueçaba, abrangendo, também, as áreas rurais dos municípios de: Piraquara, Quatro Barras, São José dos Pinhais e Tijucas do Sul (PLERH, 2010).

A bacia está situada entre os paralelos 24°30' e 26°00' sul e entre os meridianos 48°00' e 49°30' oeste, limitando-se ao sul com o Estado de Santa Catarina; à leste com o Oceano Atlântico; ao norte com a bacia do rio Ribeira e à oeste com a bacia do rio Iguaçu. Os rios que integram a BHL nascem nas encostas da Serra do Mar e dirigem-se para o oceano, sendo os principais rios da bacia: Guaraqueçaba, Tagaçaba, Cachoeira, Nhundiaquara, Marumbi, Cubatão e Guaraguaçu.

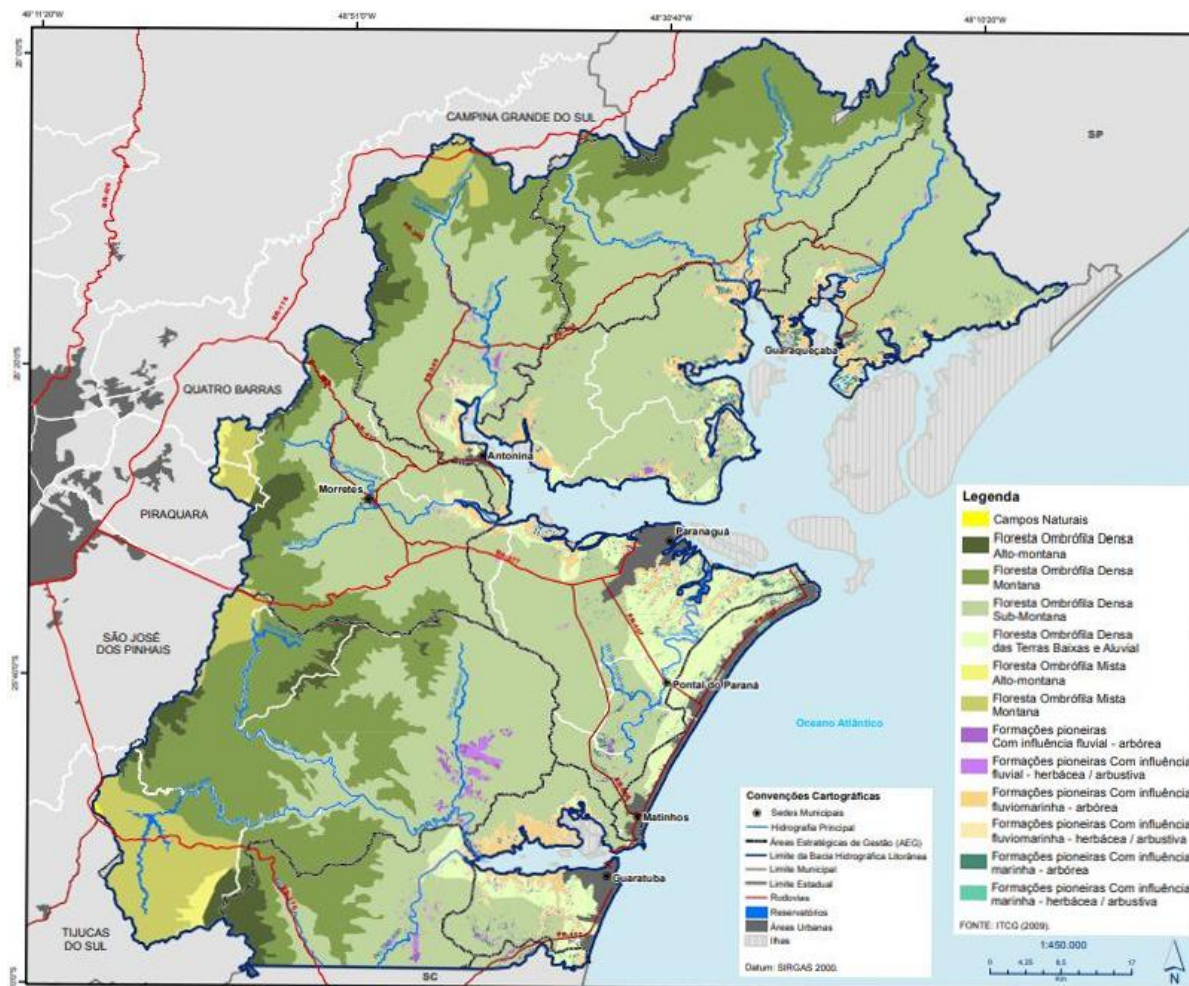
O turismo é bastante explorado na bacia litorânea e a agropecuária é pouco desenvolvida, havendo plantações de bananas e arrozais na bacia do Rio Cubatão, hortigranjeiros na bacia do Rio Nhundiaquara e pastagens em Antonina e Guaraqueçaba.

Existem várias instalações de piscicultura e de mineração (portos de areia, pedreiras e saibreiras). Na bacia litorânea as atividades industriais são poucas, predominando indústrias de papel, óleos vegetais, recepção e processamento de fertilizantes, pescado e abatedouro de aves, a maioria situadas em Paranaguá, sendo a maior cidade, com uma população urbana de 156.174 habitantes ( IBGE, 2020).

O tratamento do esgoto sanitário por meio de soluções individuais (fossas sépticas) ainda é muito utilizado na bacia, sendo aproximadamente 28% da população que a utiliza. Este tipo de tratamento é muito utilizado em residências isoladas, áreas rurais ou locais que não contam, ainda, com o serviço de coleta e tratamento dos efluentes. (SANEPAR (2016) e Atlas Brasil de Despoluição - Tratamento de Esgoto, ANA (2017).

A região possui muitas unidades de conservação em praias, restingas, estuários e na Serra do Mar. As áreas protegidas representam 80% da superfície regional. Nesta bacia localizam-se as terras indígenas “Ilha da Cotinga” em Paranaguá e a do “Sambaqui do Guaraguaçu” em Pontal do Paraná.

FIGURA 2: BACIA HIDROGRÁFICA LITORÂNEA



FONTE: PBHL, COBRAPE, Águas Paraná (2019).

A biodiversidade da bacia litorânea é tão elevada, a ponto de algumas espécies só ocorrerem na região. As epífitas, caxetais, manguezais, guanandis, guapuruvus, palmeiras, fungos, anfíbios, grande variedade de mamíferos e aves, co-evoluíram formando uma complexa rede de ambientes naturais interdependentes, adaptando-se aos diferentes tipos de solo e a abundância de água.

De acordo com o Plano da Bacia Hidrográfica Litorânea - PBHL (2019), nas regiões rurais da bacia há uma grande vulnerabilidade de contaminação da unidade aquífera Costeira e nas áreas urbanas, a baixa infraestrutura de esgotos e drenagem, juntamente com a predominância dos lixões como destino final dos resíduos sólidos domésticos são os principais potenciais contaminantes da bacia. No geral os índices de qualidade da água - IQA demonstram a predominância de qualidade boa e razoável.

Conforme indicam as séries históricas dos últimos 15 anos, não há uma tendência definida de melhoria da qualidade da água ao longo do tempo. De uma maneira geral, os

parâmetros utilizados para a avaliação da qualidade das águas situam-se dentro dos limites das respectivas classes. O Instituto Ambiental do Paraná, atualmente Instituto Água e Terra - IAT, vem realizando testes de toxicidade periodicamente e os resultados demonstram que não há restrições para a utilização dessas águas para abastecimento público e industrial, irrigação e dessedentação de animais (PBHL, 2019).

A demanda hídrica da Bacia Litorânea é de aproximadamente 1,2 mil L/s, dos quais 98% provêm de mananciais superficiais e 2% de mananciais subterrâneos. Com relação aos setores usuários, 51% vão para o abastecimento público, 19% para uso industrial, 29% para o setor agrícola, 1% para o setor pecuário e o setor mineral com menos de 1%. Na região da cidade de Antonina está localizada a usina Governador Pedro Viriato Parigot de Souza construída em 1970, que utiliza água do Rio Capivari (reservatório Capivari) que integra a Bacia do Rio Ribeira caracterizando, portanto uma transposição de bacias (Ribeira para a Litorânea).

A disponibilidade hídrica superficial da Bacia Litorânea é de 77 mil L/s, o que representa 7% do total do estado. O valor demandado é de 1,2 mil L/s, representando apenas 2% do total disponível na bacia. A disponibilidade hídrica subterrânea da Bacia Litorânea é estimada em 3 mil L/s, proveniente das unidades aquíferas: Pré-Cambriana e Costeira (SEMA, 2015).

De acordo com VANHONI e MENDONÇA (2008), o tipo climático predominante no litoral do Estado (planície litorânea) é o “Cfa”, conforme a classificação climática de Köppen, controlado por sistemas tropicais e polares. Este é um clima subtropical com verão quente com temperaturas superiores à 22°C no verão e com mais de 30 mm de chuva no mês mais seco do ano (agosto). Este tipo climático ocorre na Serra do Mar até a altitude de 700 metros, a partir da qual passa para o clima “Cfb”, clima subtropical de altitude, com inverno mais seco, verão ameno e temperatura média do mês mais quente inferior à 22°C.

De acordo com GOLFARI (1978), também é presente no litoral do Paraná o clima “Af”, caracterizado como sendo clima tropical úmido, sem estação seca, com temperaturas médias mensais superiores a 18°C e com pluviosidade superior a 60 mm no mês mais seco. Ainda existem outras classificações presentes na Bacia Litorânea que são consideradas classificações climáticas transitórias, como por exemplo: “Cfa/Cfb”, “Cfa/Af” e “Cfb/Cfa” (ITCG, 2008).

Em relação às temperaturas médias mínimas anuais e sazonais, os valores na bacia ficam entre 4° e 7°C na Planície Litorânea e decaem em direção a Serra do Mar, onde as altitudes são maiores. As temperaturas médias anuais na bacia apresentam valores em torno de 20°C e

obedecem à dinâmica já identificada para as temperaturas mínimas, diminuindo os valores em direção a Serra do Mar. As temperaturas médias máximas anuais variam entre 35° e 38°C, atingindo valores em torno de 30°C nas regiões mais elevadas da Serra do Mar. (Zoneamento Ecológico Econômico do Litoral do Paraná - ZEE/PR: Litoral (2016).

A delimitação de áreas climaticamente homogêneas permite estabelecer indicadores do potencial físico e biótico, bem como contribuir para o desenvolvimento sustentável da região. É possível considerar o regime pluviométrico como uma das variáveis mais importantes para o estudo climático regional, como afirmam VANHONI e MENDONÇA (2008), pois além de influenciar significativamente o balanço hídrico da bacia hidrográfica, afeta o regime de escoamento superficial e as recargas das unidades aquíferas.

Segundo informações do banco de dados Hidroweb operado pela Agência Nacional de Águas (ANA) e da Companhia Paranaense de Energia (COPEL), a rede pluviométrica da Bacia Hidrográfica Litorânea é composta de 95 postos fluviométricos cadastrados, sendo que 72 possuem dados disponíveis. A pluviosidade média anual na região é de 2.022 mm.

### 3.2 ÁREAS PROTEGIDAS

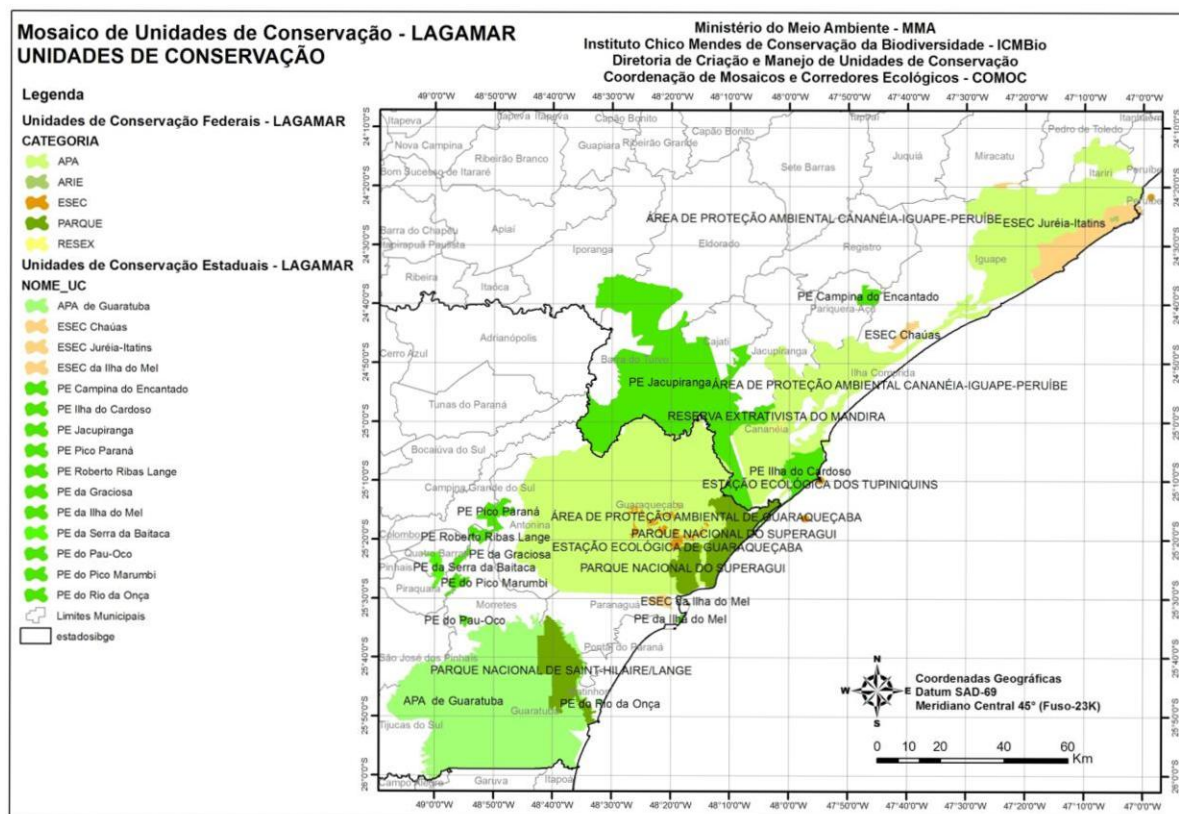
O governo brasileiro protege as áreas naturais por meio de Unidades de Conservação (UC), para atingir esse objetivo de forma efetiva e eficiente, foi instituído o Sistema Nacional de Conservação da Natureza com a promulgação da Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que estabelece critérios e normas para a criação, implantação e gestão das UCs, nas três esferas de governo (federal, estadual e municipal), possibilitando uma visão de conjunto das áreas naturais a serem preservadas. Além disso, estabelece ainda mecanismos que regulamentam a participação da sociedade na gestão da UC, potencializando a relação entre o Estado, os cidadãos e o meio ambiente.

Além disso, a preocupação em relação ao uso sustentável dos recursos costeiros gerou o compromisso governamental com o planejamento integrado da utilização de tais recursos, visando o ordenamento da ocupação dos espaços litorâneos. Para atingir tal objetivo, foi implantado o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro - PNGC, instituído pela Lei 7.661/88.

A região em estudo ainda compõe o Mosaico Lagamar, instituído pela Portaria nº 150/2006, esse Mosaico de Unidades de Conservação congrega mais de 40 unidades entre o litoral sul de São Paulo e o litoral do Paraná, incluindo áreas estratégicas para a conservação de mangues e suas zonas de amortecimento.

As Unidades de Conservação Estaduais do Paraná são apresentadas a seguir: Área de Proteção Ambiental de Guaratuba, Estação Ecológica do Guaraguaçu (entre Pontal e Paranaguá), Estação Ecológica da Ilha do Mel, Parque Estadual da Ilha do Mel, Floresta Estadual do Palmito (em Paranaguá), Parque Florestal Rio da Onça (em Matinhos), Parque Estadual do Boguaçu (em Guaratuba), Parque Estadual do Pau Oco, Parque Estadual do Serra da Graciosa, Parque Estadual do Roberto Ribas Lange, Parque Estadual do Marumbi (em Morretes), Parque Estadual Pico Paraná (em Antonina) e a Área Especial de Interesse Turístico do Marumbi.

FIGURA 3: MOSAICO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO - LAGAMAR



FONTE: MMA, ICMBio.

As principais Unidades de Conservação Federais são: Área de Proteção Ambiental de Guaraqueçaba, Estação Ecológica de Guaraqueçaba, Parque Nacional do Superagui, Parque Nacional Saint Hilaire / Lange.

As Unidades de Proteção Integral, objetivam preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais e portanto, não permite populações vivendo dentro dos limites da Unidade de Conservação, tampouco extraindo recursos. Por isso, a criação de uma unidade de conservação deve ser precedida de estudos técnicos e de consulta pública

que permitam identificar a localização, a dimensão, os limites mais adequados para a unidade e principalmente a categoria.

### 3.2.1 Parque Nacional de Saint-Hilaire/Lange

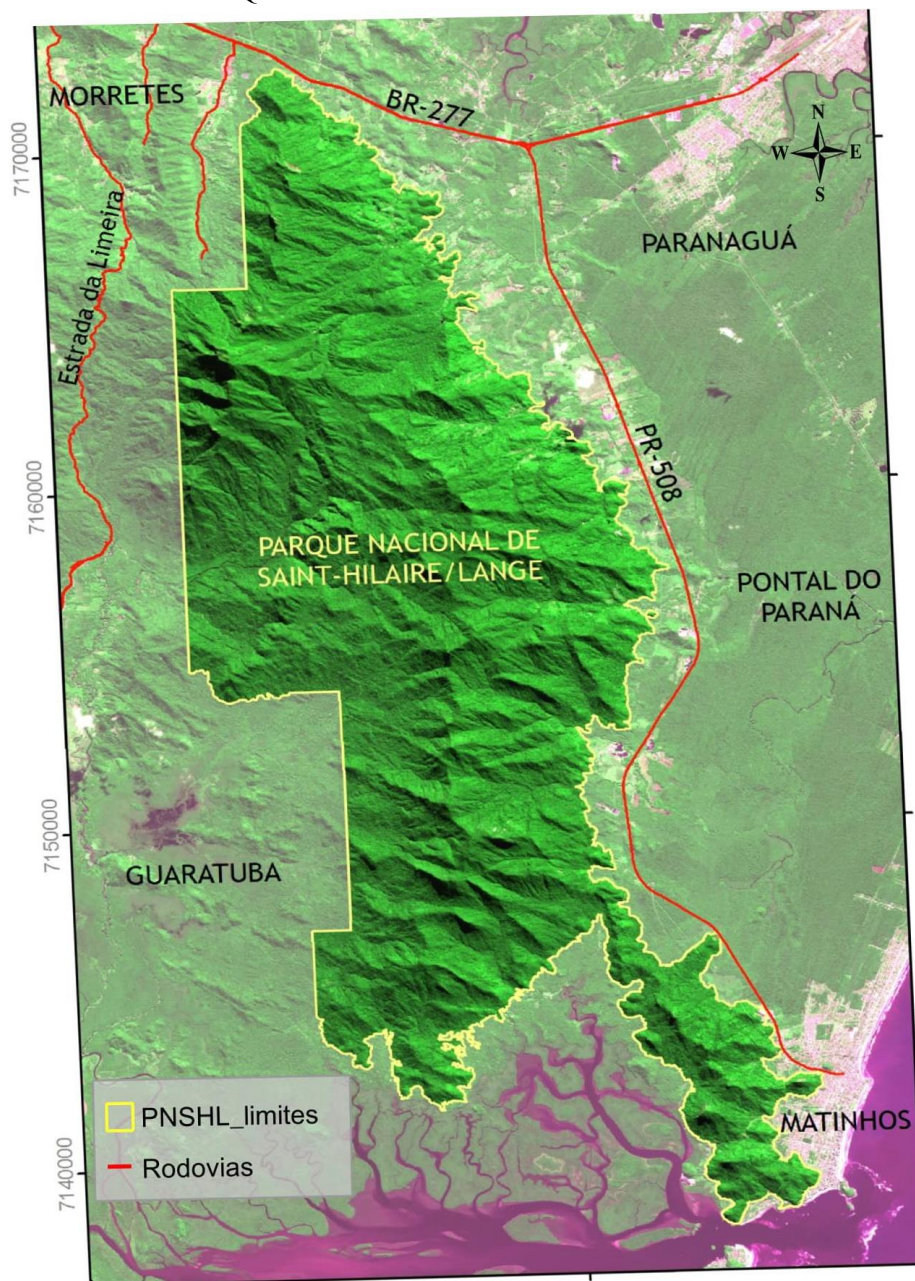
O Parque Nacional Saint-Hilaire/Lange foi criado em 23 de maio de 2001 pela Lei Federal 10.227, sendo a primeira UC criada através de Projeto de Lei aprovado no Congresso Nacional. A Lei 10.227/2001 prevê que o parque tem a finalidade de “proteger e conservar ecossistemas da Mata Atlântica existentes na área e assegurar a estabilidade ambiental dos balneários sob sua influência, bem como a qualidade de vida das populações litorâneas”. Localizada no litoral do Estado do Paraná, está distante 80 km de Curitiba e cerca de 20 km da cidade portuária de Paranaguá.

Criado para a proteção do patrimônio natural presente nos domínios da Serra da Prata, a cadeia de montanhas mais oriental do Estado do Paraná, o Parque Nacional Saint-Hilaire/Lange constitui um elo fundamental na composição do Mosaico de Unidades de Conservação do Litoral do Paraná e São Paulo, de forma a compatibilizar a gestão da biodiversidade, a valorização da sociodiversidade e o desenvolvimento sustentável no contexto regionalizado.

Sua vegetação é composta pela floresta ombrófila, que apresenta diferente composição dependendo da altitude sobre o nível do mar. Vale destacar que são encontradas espécies ameaçadas de extinção como a canela preta, o palmito e o xaxim. Na fauna destacam-se a onça pintada e a onça preta, a anta e os porcos do mato; a jacutinga, o macuco, o tucano de bico verde e as saíras.

A gestão da área é feita pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), autarquia federal vinculada ao Ministério do Meio Ambiente, e a população participa por meio do Conselho Consultivo, o qual foi criado pela Portaria nº 37/2008, após ampla discussão com a população de municípios vizinhos.

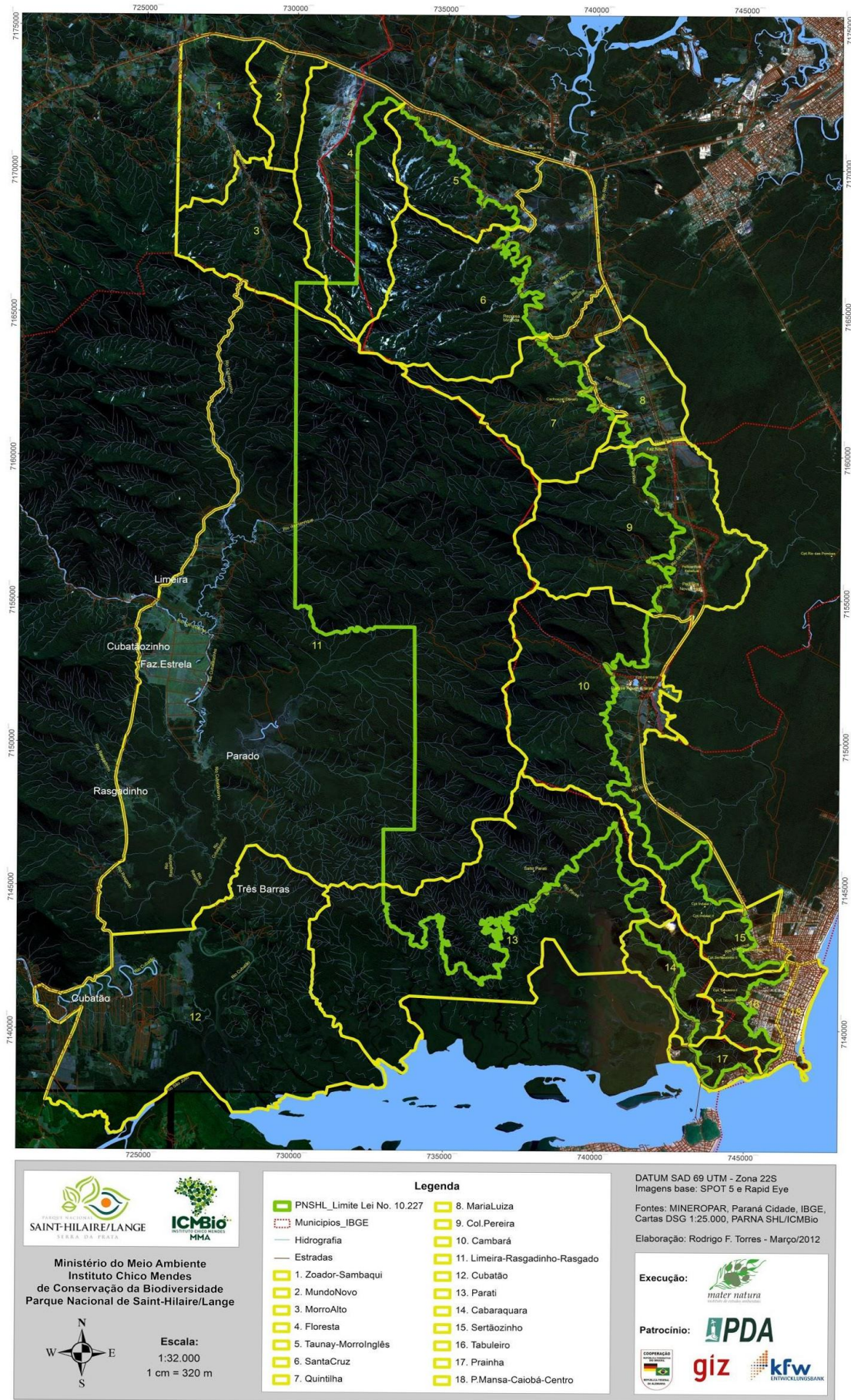
FIGURA 4: PARQUE NACIONAL DE SAINT-HILAIRE/LANGE - PNSHL



FONTE: adaptado de Parque Nacional de Saint-Hilaire/Lange, disponível em <https://parnasainthilairelange.wordpress.com/mapa> (2019).

O processo de formação foi conduzido pelo Instituto de Ecoturismo do Paraná (IEPR) em parceria com a equipe do Parque e com o apoio do Ministério do Meio Ambiente. Segundo o atual gestor da unidade de conservação, o processo envolveu diversas oficinas, realizadas ao longo de 2006 e 2007, com moradores de comunidades situadas no entorno, além de reuniões com representantes dos setores público e privado e organizações não governamentais, resultando em um colegiado composto por 32 representantes, conforme Figura 5.

FIGURA 5: COMUNIDADES INTEGRANTES DO CONSELHO CONSULTIVO



FONTE: PARNA de Saint-Hilaire/Lange; Mater Natura; Rodrigo F. Torres (2012).

Em 2010 o ICMBio publicou uma nova Instrução Normativa disciplinando a formação e o funcionamento dos Conselhos Consultivos em unidades de conservação federais (IN nº 11), gerando a necessidade de adequação do Regimento Interno elaborado em 2007 às novas normas. Tal processo foi iniciado em 2011, juntamente com as discussões sobre a reestruturação do Conselho, e finalizado em 2012.

O processo de formação do Conselho Consultivo do PNSHL resultou em um colegiado composto originalmente por 32 representações, distribuídas da seguinte forma: 10 instituições do Setor Público, incluindo o ICMBio; 11 representações distribuídas entre o Setor Produtivo, Terceiro Setor (organizações não governamentais) e Instituições de Ensino Superior; e 11 representações comunitárias, que agrupam as 27 comunidades existentes na região vizinha ao Parque. Esta composição vigorou até maio de 2012, quando foi aprovada a reestruturação do Conselho, que passou a conter 40 representantes.

Em 2018, através da Portaria Nº 1 do ICMBio e do Termo de Homologação Nº 2/2018 que tratam da modificação e do quantitativo de vagas em relação às instituições representativas de cada setor que compõe o conselho consultivo do PNSHL, houve alteração com o intuito de expandir a representatividade e facilitar a comunicação entre comunidade, as instituições e o Parque Nacional, a composição do conselho passou a ser por setores representativos do Poder Público e da Sociedade Civil.

Desta forma, foi definido o quantitativo de vagas de cada setor, onde os membros e respectivos Conselheiros titulares e suplentes foram dispostos em 4 categorias principais e seus setores, sendo eles: Órgãos Públicos - 03 vagas; Órgãos Públicos Executivos Municipais - 04 vagas; Setor de Turismo - 02 vagas; Setor de Produção Rural, Extrativismo e Manejo Florestal - 04 vagas; Setor de Pesca e Aquicultura - 01 vaga; Setor de Mineração - 01 vaga; Setor de Infraestrutura - 03 vagas; Setor de Indústria, Comércio, Imobiliário e Urbanização - 01 vaga; Setor de Associações e Lideranças Comunitárias - 02 vagas; Setor de Organizações não Governamentais - 02 vagas; Setor de Colegiados de Políticas Públicas - 01 vaga; Setor de Instituições de Ensino - 02 vagas; Setor de Centros de Pesquisa e Extensão - 03 vagas.

De certa forma essa mudança enfraqueceu a participação social no conselho, uma vez que as comunidades não possuem mais vagas e sim precisam se enquadrar em algum setor. Portanto, tais mudanças enfraquecem a ideia de que a participação da sociedade é fundamental para se alcançar os objetivos da conservação baseada em unidades de conservação.

### 3.2.2 Mata Atlântica

A Bacia Litorânea está localizada no bioma Mata Atlântica, conforme definição da Lei Federal nº 11.428/2006. De acordo com a lei, esse bioma é composto pelas formações florestais denominadas de Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Mista, Floresta Ombrófila Aberta, Floresta Estacional Semidecidual e Floresta Estacional Decidual, bem como os manguezais, as vegetações de restinga, campos de altitude e brejos interioranos (BRASIL, 2006).

A Mata Atlântica abrangia originalmente 1.309.736 km<sup>2</sup> (130.973.638 ha) do território brasileiro, cerca de 15% do território nacional e seus limites contemplam áreas em 17 estados, desde o Piauí até o Rio Grande do Sul, em condições ambientais muito heterogêneas e altamente diversas. Cerca de 72% dos brasileiros habitam esse bioma que concentra 70% do PIB nacional, além de fornecer serviços essenciais como abastecimento de água, regulação do clima, agricultura, pesca, energia elétrica e turismo (SOS MATA ATLÂNTICA e INPE, 2017).

Atualmente, restam apenas 12,4% da floresta que existia originalmente (INPE, 2017), o que demonstra a necessidade de monitorar e recuperar a floresta, além de fortalecer a legislação que a protege. O estado de conservação e continuidade da vegetação define a existência ou não de habitats e suas espécies, a manutenção de serviços ambientais e até mesmo o fornecimento de bens essenciais à sobrevivência humana, por esse motivo está entre os componentes mais importantes da biota.

No caso da Bacia Hidrográfica Litorânea do Paraná, esse bioma é constituído basicamente de Floresta Ombrófila Densa com pequenas áreas de Floresta Ombrófila Mista, manguezais e restingas (CUNICO et al., 2016). A Floresta Ombrófila Densa, caracterizada pela presença de árvores de grande e médio porte, além de lianas (cipós) e epífitas em abundância, é influenciada diretamente pelas massas de ar quentes e úmidas do oceano Atlântico e pelas chuvas relativamente intensas e bem distribuídas ao longo do ano (RODERJAN et al., 2002).

A Floresta Ombrófila Mista é definida por uma mistura florística que comporta gêneros Australásicos (*Drymis*, *Araucária*) e Afro-Asiáticos (*Podocarpus*), com fisionomia fortemente marcada pela predominância da *Araucária angustifolia* (pinheiro) no estrato superior. (CAMPANILI e SCHAFFER, 2010).

De acordo com o Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Paraná - Litoral (2016), na Bacia Hidrográfica Litorânea está localizado um dos maiores remanescentes da Mata Atlântica. Isso se deve às características naturais da região (altitude, declividade, aptidão agrícola, áreas com influência de marés, etc.) e ações de conservação desse ambiente, como a criação de unidades de conservação e implementação de legislações específicas de restrição de uso.

### 3.3 SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS

Serviços ecossistêmicos podem ser definidos de várias formas na literatura especializada, podendo ser identificado também como serviços ambientais ou serviços ecológicos, embora alguns autores apontem diferenças entre estas definições. Os serviços ecossistêmicos estariam mais focados nos processos pelos quais o meio ambiente produz recursos, vistos como serviços ambientais, que são os benefícios percebidos pelo homem, tais como água limpa, madeira, habitat para peixes e polinização de plantas nativas ou agrícolas.

É possível ainda considerar que o termo “serviços ambientais” se refira a um dos muitos serviços prestados pelos ecossistemas, enquanto que o termo “serviços ecossistêmicos” seria utilizado em referência à totalidade desses serviços, vistos de forma integrada. Como ambos os termos são utilizados para designar os mesmos processos, podemos considerar a abordagem sintética feita pelo programa internacional Avaliação Ecossistêmica do Milênio - AEM, que define serviços ambientais como os benefícios que as pessoas obtêm dos ecossistemas.

A Avaliação Ecossistêmica do Milênio traz diferentes classificações de serviços ambientais: serviços funcionais prestados pelos ecossistemas, como provisão (produtos obtidos diretamente dos ecossistemas, por exemplo, alimentos e água), os de regulação (controle de processos ecossistêmicos, por exemplo controle de pragas e de enchentes), os culturais (benefícios não materiais como cultural e espiritualidade) e os de suporte (necessários para a manutenção de todos os outros serviços) (AEM, 2003).

Sendo assim, é possível elencar serviços ambientais diretamente relacionados com as áreas produtoras de água, bem como diversos serviços inter-relacionados à qualidade destas áreas de mananciais. Dentre estes serviços estão a regulação hídrica, purificação da água, suporte aos processos ecológicos aquáticos e a água como bem. Expandindo o conceito podemos citar a regulação climática, recursos genéticos, controle de doenças, serviços culturais, controle de enchentes, controle de erosão, manutenção da biodiversidade, sequestro de CO<sub>2</sub>,

produção de alimentos, produção florestal, entre outros.

Born e Talocchi (2002) trazem uma boa definição, em que o termo serviços ambientais diz respeito aos benefícios indiretos gerados pelos recursos naturais ou pelas propriedades ecossistêmicas das inter-relações entre estes recursos e a natureza. Segundo estes autores, alguns exemplos de serviços ambientais são: produção e disponibilidade de água potável; regulação do clima; biodiversidade (atual ou potencial futuro); paisagem; fertilidade do solo; entre outros.

### 3.3.1 Serviços Hidrológicos

A água é um recurso natural renovável, porém finito, essencial à vida e ao equilíbrio ecológico do planeta. A renovação desse recurso é garantida pelo ciclo hidrológico, porém a disponibilidade para consumo está diretamente relacionada com a capacidade de suporte dos recursos hídricos frente às necessidades e usos humanos.

O ciclo hidrológico é responsável pela renovação da água existente no planeta e pode ser visto como a circulação contínua de umidade e água por meio da energia solar que chega à superfície terrestre. A água da evapotranspiração retorna para a superfície terrestre em forma de chuva, que escoar superficialmente abastecendo os rios e se infiltra no solo, alimentando os lençóis subterrâneos.

Os corpos d'água são capazes de reciclar uma determinada quantidade de efluentes lançados e possuem uma taxa de renovação da água, seria a capacidade de suporte do recurso hídrico, que possui relação direta com a quantidade de água consumida. A utilização acima dessa taxa de renovação da água provoca perda na qualidade e quantidade dos recursos hídricos. O conceito de capacidade de suporte relaciona o sistema ecológico, que produz e renova a água, com o sistema socioeconômico, que é composto pelos diferentes usos da água que a sociedade faz, como captação para consumo e lançamento de efluentes.

Mesmo com as tecnologias atuais de tratamento de água contaminada, que permitem um aumento na capacidade de suporte dos corpos hídricos, sempre existirá um limite imposto pelo sistema ecológico. A manutenção das florestas e áreas úmidas tem grande influência na oferta de água e regulação de vazão. Através das funções no ciclo hidrológico, armazena, regula, e recarrega os estoques de águas superficiais, os lençóis freáticos e os aquíferos subterrâneos, que provêm uma fonte renovável de água doce.

As áreas úmidas regulam as vazões de água, atenuando enchentes a jusante em épocas de cheias e armazenam água na época de seca, disponibilizando-a gradualmente. Além disso,

absorvem, filtram, processam e diluem nutrientes, poluentes e resíduos. A vegetação dessas áreas elimina poluentes físicos, químicos e biológicos e captura sólidos suspensos, poluentes e organismos patogênicos. Ainda são áreas de alimentação e procriação para diversas espécies de água doce e marinha, bem como uma infinidade de produtos é extraída destas áreas.

Os solos de florestas possuem capacidade maior de armazenar água do que os solos de áreas sem florestas, a vegetação e as folhas caídas no chão (serapilheira) amenizam o impacto da água da chuva, que infiltra no solo lentamente ou escorre gradualmente para os rios. As raízes agregam o solo e evitam deslizamentos de terra e erosão, minimizando o carreamento de sedimentos para os rios.

### 3.4 GESTÃO PARTICIPATIVA

A Lei 9.985/2000 que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza - SNUC, introduziu modificações importantes na política de criação e gestão de unidades de conservação, visando garantir uma maior e efetiva participação da sociedade nesses processos. Essas mudanças reforçam a ideia de que a participação da sociedade (comunidades locais, organizações não governamentais, poder público, órgãos governamentais de diversos setores, proprietários rurais, iniciativa privada, instituições de ensino e pesquisa) é fundamental para se alcançar os objetivos da conservação baseada em unidades de conservação.

Dentre as inovações do SNUC, podemos destacar a consulta pública para a criação de unidades de conservação e os conselhos de gestão das unidades de conservação. O Poder Público é obrigado a consultar previamente a sociedade, principalmente a população local, a respeito de propostas de criação de unidades de conservação (exceto no caso de Estação Ecológica ou Reserva Biológica).

Os conselhos de gestão também são uma obrigatoriedade, podendo ser de caráter consultivo ou deliberativo, conforme a categoria da unidade, sendo composto pelos diversos atores sociais, que podem ser representantes governamentais ou da sociedade civil. Possuem papel fundamental para o funcionamento do sistema de unidades de conservação, considerando a grande ocorrência de conflitos e que muitas dessas áreas têm recursos naturais a serem explorados, sendo necessária a busca de consensos, visando garantir o manejo adequado ao desenvolvimento da região.

Os conselhos devem promover os meios necessários e adequados para a efetiva

participação das populações locais, buscando a legitimidade das representações e a equidade de condições de participação. Através da integração com os diversos órgãos, no sentido de promover a melhoria da qualidade de vida na região, deve reconhecer, valorizar e respeitar a diversidade socioambiental e cultural das populações tradicionais e de outras populações locais em condições de vulnerabilidade socioambiental.

A participação social aumenta o grau de efetividade das políticas ambientais implementadas nas UC's, o aperfeiçoamento dessas ações depende do grau de inserção dos atores sociais na formulação e execução delas. A consulta pública possibilita a discussão e a negociação com as populações locais para o aperfeiçoamento das propostas de criação e gestão de unidades de conservação.

Os conselhos das UC's contribuem para o debate acerca de problemas e conflitos sócio-ambientais, permitindo que os diversos atores sociais envolvidos com aquele território expressem seus interesses. A elaboração de alternativas ambientais surge como consequência da pluralidade de opiniões, gerando soluções para os conflitos e melhorias na gestão das unidades de conservação. Dessa maneira, a gestão participativa pode contribuir para a ampliação da consciência ambiental e potencializar parceiros na conservação da natureza.

Quando não são realizados estudos sócio-econômicos prévios ou reuniões com os diversos segmentos sociais, econômicos e públicos, deixa de haver a troca de informações e o levantamento de possíveis conflitos. Na ausência dessas vias de negociação, as motivações que justificam a criação da unidade e suas consequências para a região não são detalhadas à comunidade, fazendo com que as UC's não sejam assimiladas e adotadas pela sociedade.

É possível identificar no país vários exemplos que demonstram que a falta de consulta pública acaba postergando o surgimento de problemas e conflitos locais, gerando a perspectiva de que a criação e gestão das unidades de conservação são obstáculos ao desenvolvimento, principalmente quando envolve comunidades extrativistas e produtores rurais. De acordo com a Convenção sobre Diversidade Biológica, esse descrédito acaba acarretando sérias dificuldades para a gestão das UC's e afeta diretamente a imagem pública dos órgãos gestores. Isso compromete tanto os objetivos da conservação ambiental, quanto o desenvolvimento regional em bases sustentáveis.

Quando os membros do conselho, designados à expressar as posições e defender os interesses de determinado setor social ou econômico, representam tanto os segmentos locais e regionais, quanto os demais interessados, entende-se que existe representação ou grau de participação. A qualidade e efetividade com que os membros exercem suas funções na defesa dos

interesses dos segmentos que representam, bem como o efetivo encaminhamento e avaliação dos assuntos pertinentes ao conselho, pode ser visto como a legitimidade daquele conselho.

Durante o século passado, no momento em que foram criadas diversas áreas protegidas no país, os procedimentos para implantação e gestão das UC's cercearam qualquer forma de participação social, configurando processos caracterizados por conflitos entre as equipes gestoras e as comunidades locais. A falta de processos eficazes de consultas públicas na criação das unidades e à inobservância das formas de ocupação dessas áreas, utilizadas por produtores rurais e comunidades isoladas, cujos direitos não foram considerados, impediu a proposição de alternativas de re-alocação, indenizações ou desapropriações em bases justas, bem como esses atores, não receberam apoio quanto à atividades e técnicas produtivas compatíveis com a conservação ambiental.

A participação comunitária deve acontecer em todo o processo, interferindo, modificando, avaliando, respeitando os conhecimentos populares, incorporando o conhecimento científico como instrumentos de reavaliação de sustentação comunitária. A mediação de interesses e conflitos entre os atores sociais deve ter como base a educação ambiental, como sugere Oliveira (1996), isso deve garantir uma política de desenvolvimento e conservação dos recursos naturais e deve pautar-se pelo estabelecimento de uma nova ética, que exige novas reflexões e ações sobre a dignidade, contradições, as opressões e as desigualdades, onde a qualidade de vida seja elemento mediador na relação sociedade natureza.

A operacionalização da gestão participativa é uma prática que exige ordenamento e planejamento conjunto com todos os atores sociais, de modo a consolidar necessidades e objetivos comuns bem claros. A visibilidade dos atores e parceiros, suas relações e participação nesse processo, permite a contextualização dos aspectos sócio-ambientais e políticos, demonstrando a capacidade de contribuição de cada um.

O desafio das estratégias de desenvolvimento dos territórios é essencialmente identificar e valorizar o potencial de um território. Trata-se de transformar recursos em ativos, através de um processo de mobilização e arranjos dos atores. Pecqueur (2005) afirma que o desenvolvimento territorial não pode ser objeto de um decreto; é uma construção de atores, mesmo se políticas públicas adequadas podem estimular e mobilizar estes atores. Além disso, a necessidade de adequação dos espaços territoriais à legislação ambiental depara-se com a desinformação sobre o uso e a conservação do solo e da água e sobre a gestão do território.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 ÁREA DE ESTUDO: MICROBACIA DO RIO COLÔNIA PEREIRA

A Colônia Pereira, fundada em 1875, pertencia a empresa “Pereira Alves, Bendaszski & C. que contratou com o governo Imperial a introdução de 4.000 imigrantes nesta “província”, segundo o relatório de presidente de província do estado do Paraná (1876, p. 92). Neste documento, os dados demonstram que se instalaram efetivamente 121 pessoas, sendo 110 de nacionalidade italiana.

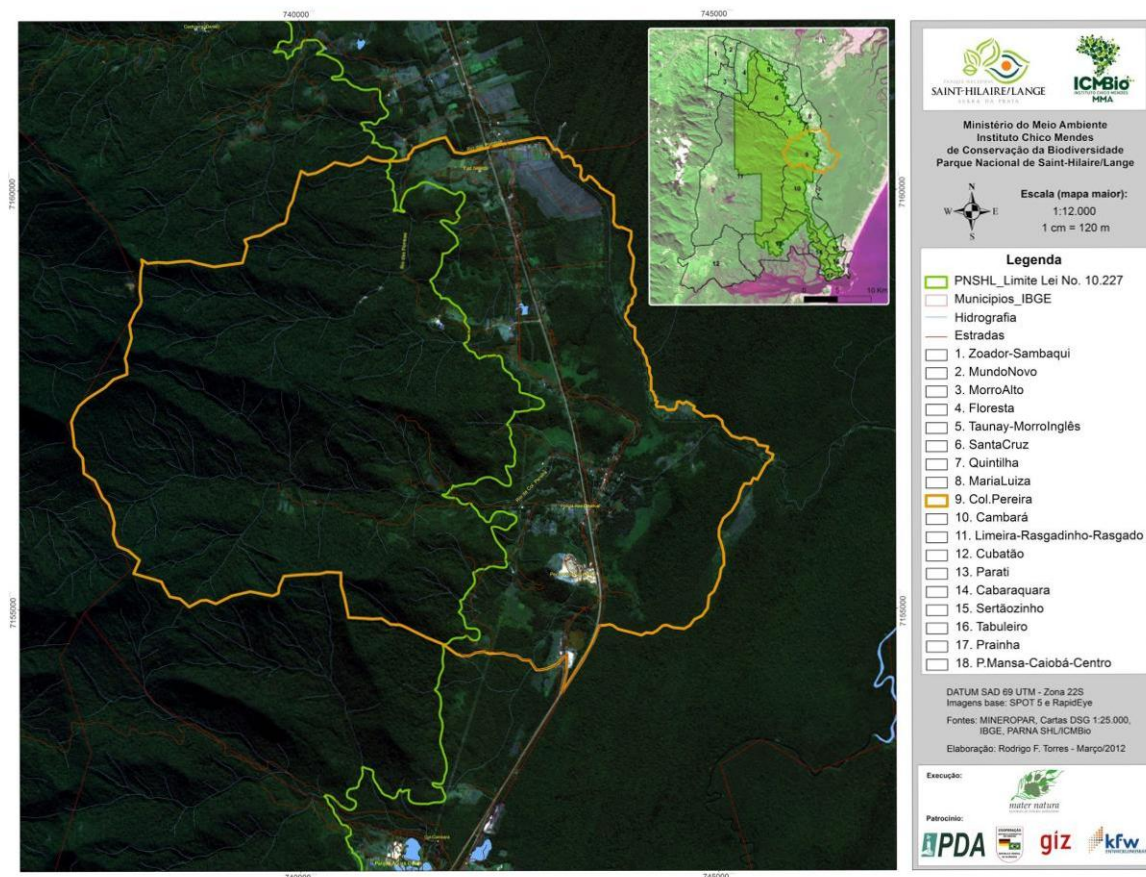
A colônia Pereira não prosperou e as pessoas migraram, totalizando 2 famílias italianas e 7 brasileiras em 1979. Outras famílias, brasileiras, foram se instalando e progredindo na colônia, e, em 1893, existiam 50 moradias com aproximadamente 400 pessoas. Nessas propriedades eram cultivados mandioca, café, feijão, cana de açúcar, milho, banana, hortaliças e frutas, assim como eram negociados em um pequeno comércio, o açúcar, o fubá de milho e a farinha de mandioca que compunham a economia da região (BARACHO, 1995).

De acordo com o Programa de Gestão de Solos e Água em Microbacias da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural - EMATER, havia em 2013, 141 famílias cadastradas ocupando 3.021 ha das terras produtivas sendo 67 destas, agricultores familiares, distribuídos nas comunidades ao longo da rodovia PR 508 (Alexandra-Matinhos) onde desenvolvem atividades agrícolas e familiares no local (EMATER, 2013).

Além da agricultura familiar e atividades agropastoris, existem na microbacia atividades de maior impacto, como a mineração, que desde 1991 explora a região extraíndo pedra, areia, argila e saibro. O empreendimento impacta também na questão socioeconômica local, uma vez que gera emprego e renda para muitos dos moradores da comunidade Colônia Pereira.

A região da Microbacia do Rio Colônia Pereira, que possui suas nascentes na Serra da Prata e deságua no Rio das Pombas, encontra-se entre a floresta ombrófila densa submontana e a floresta ombrófila densa das terras baixas, localizada no PARNA Saint-Hilaire/Lange e sua área de entorno, bem como está inserida na Área de Preservação Ambiental (APA) de Guaratuba.

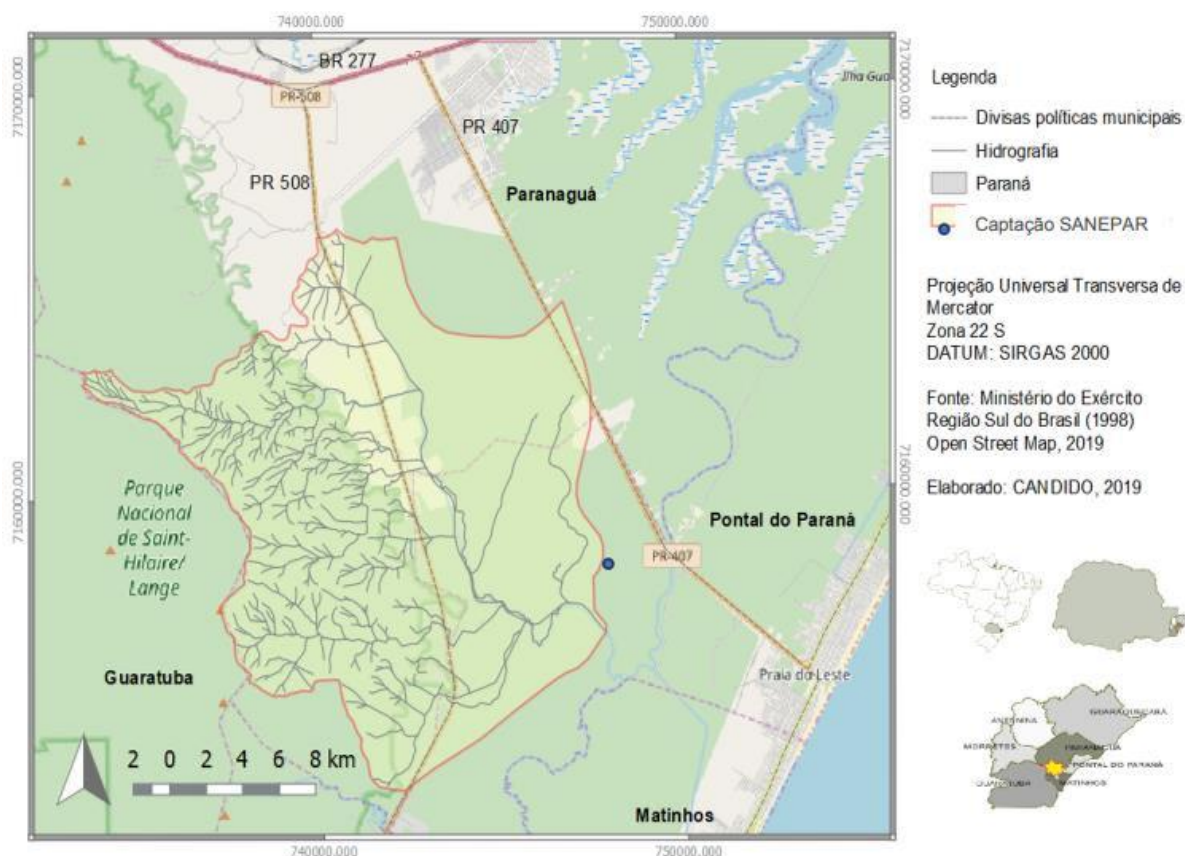
FIGURA 6: COMUNIDADE COLÔNIA PEREIRA



FONTE: Parque Nacional de Saint-Hilaire/Lange; Mater Natura; Rodrigo F. Torres (2012).

O Rio Colônia Pereira está inserido na Bacia Hidrográfica do Rio das Pombas, que possui uma área de 10.524 ha e está contida na bacia hidrográfica litorânea. Tem o rio das Pombas como rio principal, chamado também de Ribeirão da Pomba (MAACK, 2002) e recebe contribuições dos Rios Brejatuba, Cachoeira, Rio Branco, Rio Branquinho, Rio Colônia Pereira, Rio Cambará, Rio Pai Antônio e Rio Tatú. Suas nascentes ficam dentro dos limites do Parque Nacional Saint Hilaire Lange e a Estação Ecológica da Bacia do Rio Guaraguaçu.

FIGURA 7: MAPA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS POMBAS



FONTE: Maristela Candido (2019).

Sua área de captação é de 95,5 Km<sup>2</sup> com elevação mínima de 4,0m e máxima de 864,4m com declividade máxima que alcança 71,3% de inclinação de seu canal fluvial, com 17,7 Km de extensão, desde a Serra do Mar até seu exutório (ZEE, 2016).

Este é o maior rio de adução para tratamento outorgado nesta região, 2.768 litros por hora. Os limites topográficos da bacia possuem, a Oeste, o Parque Nacional Saint-Hilaire/Lange, que protege suas nascentes. Na direção Leste, o município de Pontal do Paraná, local onde a água é aduzida, tratada e distribuída (Figura 8) para as cidades de Pontal do Paraná e Matinhos, pelo sistema integrado da Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR), ao Norte, o município de Paranaguá e, ao Sul, o município de Matinhos.

FIGURA 8: CAPTAÇÃO NO RIO DAS POMBAS



FONTE: SANEPAR (2013).

Atualmente são cerca de 800 pessoas de comunidade locais que dispõem dessa água para consumo (Associação das Águas da Colônia Maria Luiza, 2019), além da população de 63.134 habitantes (IBGE, 2020) residentes das cidades litorâneas de Pontal do Paraná e Matinhos, assim como a população flutuante em períodos de alta temporada e feriados devido ao turismo.

Na rodovia PR 508, que corta a área da Bacia é onde encontra-se a maior ocupação antrópica, com áreas desmatadas para uso agrícola que alcançam os 30%. Aproximadamente 55% da área da Bacia tem cobertura com remanescentes da Floresta Atlântica e pertence ao município de Paranaguá. A qualidade da água do Rio das Pombas é razoável, com parâmetros físico químicos e bacteriológicos que o inserem, eventualmente, na Classe 2 (ZEE, 2016).

FIGURA 9: PR-508 RODOVIA ALEXANDRA-MATINHOS



FONTE: o autor (2019).

Essa rodovia que originalmente era a “Estrada das Colônias”, ligava o porto de Paranaguá a Matinhos via Alexandra, e foi responsável pelo “povoamento antes disperso ao longo da praia que fora até então a única via de comunicação” e mais tarde, em 1929, a abertura da “Estrada do Mar” que unia Paranaguá a Praia de Leste, Pontal do Paraná, trazendo os imigrantes para usufruir da praia e das belas paisagens, produto dos modos de vida em suas terras de origem, assim como “o comércio, o loteamento e a urbanização” (BARTHELMESS, 2000).

#### 4.1.1 Mapeamento e Geoprocessamento.

Um Sistema de Informação Geográfica (SIG) se caracteriza como um conjunto de programas (softwares), equipamentos e dados, todos integrados de forma a tornar possível a coleta, o armazenamento, o processamento e a análise de informações georreferenciadas, que são dados localizados na superfície terrestre e representados em uma projeção cartográfica. Este termo é aplicado para sistemas que realizam o tratamento computacional de dados geográficos e recuperam sua informação através de sua localização, oferecendo ao administrador (gestor, planejador, urbanista, etc) uma visão inédita de seu ambiente de trabalho onde todas as informações poderão ser inter-relacionadas para análise.

Justamente pelo fato de proporcionar subsídio para interpretações inéditas das informações, “A utilização dos SIGs vêm crescendo rapidamente em todo o mundo, uma vez

que possibilita um melhor gerenciamento de informações e conseqüente melhoria no processo de tomada de decisões em áreas de grande complexidade como planejamento municipal, estadual e federal, proteção ambiental, redes de utilidade pública, etc.” (LISBOA E IOCHPE, 1996).

Dessa maneira observa-se a multiplicidade de uso desses sistemas e seu caráter multidisciplinar de aplicação convergindo em uma importante, e muitas vezes imprescindível, ferramenta para o gestor. Pode-se também salientar a partir disso a grande utilidade dos SIGs para se realizar o zoneamento a que esse estudo se propõe, já que tal plataforma fornece o meio para se tratar e analisar as informações obtidas em banco de dados, legislações e em campo.

No cenário ambiental, as geotecnologias impulsionaram inúmeras habilidades que trouxeram agilidade, precisão e robustez à diversas análises, gerando uma gama de aplicações em distintas áreas do conhecimento técnico e científico e com isso os grupos de estudos em geoprocessamento.

O presente trabalho contou com a parceria do “Estudo GIS”, grupo de estudos formado em 2015 pelos mestrandos do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Territorial Sustentável da UFPR, Gustavo A. S. Elste e João P. M. Portes, o qual presta assessoria na confecção de mapas, oficinas e minicursos de geotecnologias com software livre, atuando principalmente nas linhas de pesquisa: Cartografia Temática, Mapeamento Social e Sensoriamento Remoto.

#### 4.2 ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA

Para avaliar a qualidade da água bruta visando seu uso para o abastecimento público, utiliza-se o Índice de Qualidade da Água - IQA, os parâmetros utilizados em seu cálculo são em sua maioria indicadores de contaminação causada pelo lançamento de esgotos domésticos. Alguns parâmetros devem ser aferidos em campo, como as medições de pH, temperatura da água, oxigênio dissolvido e condutividade, bem como as amostras devem ser transportadas refrigeradas para o laboratório, onde serão verificadas outras variáveis físicas e químicas, possibilitando uma análise e interpretação individual que estabeleça a correlação com as unidades de paisagem.

O IQA é composto por nove parâmetros, com seus respectivos pesos ( $w$ ), que foram fixados em função da sua importância para a conformação global da qualidade da água. A Tabela a seguir apresenta os parâmetros e seus pesos.

TABELA 1: PARÂMETROS DO ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA - IQA

PARÂMETRO DE QUALIDADE DA ÁGUA	PESO (w)
Oxigênio dissolvido	0,17
Coliformes termotolerantes	0,15
Potencial hidrogeniônico - pH	0,12
Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO <sub>5,20</sub>	0,1
Temperatura da água	0,1
Nitrogênio total	0,1
Fósforo total	0,1
Turbidez	0,08
Resíduo total	0,08

FONTE: ANA (2004).

O cálculo do IQA é feito por meio do produtório ponderado dos nove parâmetros, segundo a seguinte fórmula:

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

sendo:

IQA = Índice de Qualidade das Águas. Um número entre 0 e 100;

$q_i$  = qualidade do  $i$ -ésimo parâmetro. Um número entre 0 e 100, obtido do respectivo gráfico de qualidade, em função de sua concentração ou medida (resultado da análise);

$w_i$  = peso correspondente ao  $i$ -ésimo parâmetro fixado em função da sua importância para a conformação global da qualidade, isto é, um número entre 0 e 1, de forma que:

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1$$

Sendo  $n$  o número de parâmetros que entram no cálculo do IQA.

Os valores do IQA são classificados em faixas, sendo para o Estado do Paraná descritos a seguir:

TABELA 2: FAIXAS DE IQA UTILIZADAS NO ESTADO DO PARANÁ

Ótima	Boa	Razoável	Ruim	Péssima
91-100	71-90	51-70	26-50	0-25

FONTE: ANA (2004).

Cabe lembrar que além do IQA, as águas brutas devem ser enquadradas conforme Resolução CONAMA nº 357/2005, a qual apresenta classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento e destinação de uso, para cada classe de corpo hídrico enquadrada.

#### 4.3 HEMEROBIA

Os ecossistemas naturais vêm sendo alterados significativamente, para servir a propósitos mais lucrativos, uma vez que existe grande dificuldade em demonstrar para a sociedade em geral quão valiosos são os serviços prestados pelo meio ambiente. Nesse contexto, muitas áreas naturais foram convertidas para outros usos por serem consideradas improdutivas.

Todavia, a avaliação da capacidade dos processos e componentes naturais de fornecerem benefícios e serviços que satisfaçam, direta ou indiretamente, às necessidades humanas (fisiológicas e psicológicas), vem sendo utilizada como uma das estratégias do “Planejamento da Paisagem” (BfN, 2002; HAAREN et al., 2008), o que enfatiza a importância ecológica e socioeconômica dos ecossistemas naturais.

Segundo Spirn (1995) e Hough (1995), a valorização do uso das funções da natureza no planejamento da paisagem tem por objetivo, entre outros, o de diminuir a dependência da sociedade por uma manutenção intensiva e dispendiosa, procurando resguardar as paisagens com capacidade de auto-regeneração, respeitando-se o seu arranjo natural e evitando-se as intervenções humanas que requerem um desnecessário e demasiado gasto de energia.

HOUGH (1995) afirma que a vida urbana separada dos processos naturais é destrutiva, e que se deveria procurar criar novas paisagens que gerem modos de vida saudáveis e que não se limitem a remediar os males da cidade, principalmente com base em uma crença na tecnologia; afirma, também, que está surgindo uma consciência de que os processos naturais e os assuntos humanos são questões inseparáveis.

Rodrigues et al. (2007) afirmam que o ser humano modifica a paisagem, mas não modifica o funcionamento das leis físicas, apenas muda sua condição de manifestar-se. Sendo assim, através do conhecimento sobre as estruturas e processos da paisagem, seria possível compreender a velocidade e intensidade em que a sociedade pode realizar tais transformações, de modo a respeitar os limites da paisagem e suas funções ecológicas, não comprometendo sua capacidade de regeneração.

Um termo capaz de sintetizar essas questões é “hemerobia” (JALAS,1955 apud TROPPEMAIR, 1989), que pode ser entendido como a totalidade de alterações nas paisagens, classificadas, assim, de acordo com graus de naturalidade (SUKOPP, 1972), bem como o grau de dependência tecnológica e energética para a manutenção das paisagens (HABER, 1990).

Fávero et al., (2004) afirmam que dentre os conceitos que buscam a avaliação e acompanhamento das mudanças no uso e cobertura da terra, com base em uma constatação dos diferentes graus de modificações, está o de hemerobia. Considerar as potencialidades da natureza, seus limites e a disponibilidade dos recursos naturais é imprescindível no planejamento das ações humanas de transformação e ocupação das paisagens.

O conceito de hemerobia utilizado por Rodrigues et al. (2007) é entendido como o grau de “mudança e intensidade de modificação” da paisagem, considerando as paisagens naturais e semi-naturais como não modificadas ou levemente modificadas. Aferir o grau de modificação de uma paisagem, não é uma tarefa simples, uma vez que esse processo é muito dinâmico, sofrendo alterações constantes até atingir um nível máximo de desenvolvimento conforme as condições limitantes do meio.

A exploração florestal é um exemplo comum entre os autores, pois a paisagem está em constante modificação devido à retirada e reposição de espécies vegetais, portanto não seria possível enquadrá-la como levemente modificada, segundo o conceito de hemerobia, pois essa vegetação pode ter sido explorada e desenvolveu-se até aparentar como uma vegetação próxima da formação original.

A paisagem urbanizada é uma dos exemplos de maiores transformações ocasionadas pelo ser humano nas paisagens e que, na maioria dos casos, a paisagem urbanizada é considerada como um “ecossistema heterotrófico” (ODUM, 1983), porém dentro do meio urbano é possível encontrar paisagens que ainda não foram muito alteradas ou paisagens que tiveram suas características modificadas para que se aproximassem do funcionamento da natureza. Nesse caso, Bedê (1997) sugere estudos das paisagens urbanizadas em escalas mais detalhadas para que se possa, por exemplo, delimitar os biótopos urbanos, ou seja, áreas que fornecem possibilidades de desenvolvimento da fauna e da flora, mesmo em áreas fortemente urbanizadas.

QUADRO 1: CLASSIFICAÇÃO SINTÉTICA DAS PAISAGENS ANTROPOGÊNICAS

Categories	Classes (formas da atividade humana)	Tipos (utilização e ocupação)	Mudanças e intensidade da modificação (hemerobia)	Componentes naturais afetados pela modificação	
Naturais e Semi-Naturais	Áreas Naturais	Áreas naturais sem uso funcional	Não modificadas ou levemente modificadas	Composição da atmosfera	
	Exploração Florestal	Reservas, parques e diversos tipos de áreas protegidas	Levemente modificadas	Cobertura vegetal e mundo animal	
Antropo-naturais	Turística	Parques recreativos Zonas turísticas	Modificações leve a moderada	Microrrelevo e microclima	
	Pastoril	Pastos naturais herbáceos arbustivo Pastos artificiais (melhorados)	Modificação moderada a forte		
	Agrícola		Plantações arbóreas perenes Campos e focos agrícolas de subsistência	Modificação forte a muito forte	Solos águas superficiais e subterrâneas
			Plantações agrícolas irrigadas ou dissecadas	Modificação forte e transformação artificial	
Antrópicas	Urbana	Cidades intermediárias e grandes Povoados e Vilas rurais	Artificialização e transformação antropogênica	Estrutura geológica, mesorelevo e mesoclima	
	Minero-Industrial	Áreas de exploração de jazidas minerais Áreas industriais, de armazéns e portos			
	Exploração de Recursos hídricos	Reservatórios pequenos e canais Grandes Barragens			

FONTE: Mateo Rodrigues, et al. (2007).

Os limites escalares para se delimitar a hemerobia das paisagens podem variar conforme o objetivo da pesquisa, por exemplo, Troppmair (1983), aplicou o conceito de hemerobia em escala pequena (1:2.000.000) para o Estado de São Paulo, enquanto que Fávero et al. (2008) aplicaram o mesmo conceito para uma bacia hidrográfica em escala da ordem de 1:250.000; Fávero et al. (2004) classificaram os graus de hemerobia de uma Unidade de Conservação em escala de 1:50.000 e Kröker (2008) aplicou o conceito em bairros urbanizados em escalas próximas a de 1:10.000.

Segundo Monteiro (1995), podemos definir unidade de paisagem como a entidade espacial determinada segundo o ‘nível de resolução do pesquisador’, a partir dos objetivos

centrais da análise, sempre resultando da interação dinâmica entre os meios de suporte. Logo, as unidades de paisagem ao longo das microbacias podem ser definidas pela identificação, delimitação e caracterização mediante dados secundários e mapas existentes da região, com base nos objetivos da pesquisa.

Jalas (1955 apud TROPMAIR, 1989) é o proponente do termo “Hemerobia” e atribuiu ao mesmo o significado de “dominação e/ou alteração das paisagens” assim instituiu quatro graus hemerobióticos, do mais preservado ao mais antropizado: a-hemerobiótico; oligo-hemerobiótico; meso-hemerobiótico; eu-hemerobiótico.

Já o conceito desenvolvido por Sukopp (1972) define hemerobia como a totalidade dos efeitos do ser humano nos ecossistemas/paisagens, sendo esses efeitos voluntários ou não, estando mais adaptado para o uso em escalas maiores e também em paisagens urbanizadas.









QUADRO 2: GRAUS DE NATURALIDADE E DE ESTADO HEMEROBIÓTICO

Naturalidade	Estado hemerobiótico (hemero-cultivado)	Mudanças no substrato	Mudanças na estrutura	Mudanças na composição florística	Perda de espécies naturais (%)	Ganho de novas espécies (%)
Natural	A-hemerobiótico	não	não	não	0	0
Quase natural	Oligo-hemerobiótico	Pouco	Não	Maioria das espécies espontâneas	<1	5
Semi (agro) natural	Meso-hemerobiótico	Pouco Superficial	Outra vida dominante	Maioria das espécies espontâneas	1-5	5-12
Agrícola	Eu-hemerobiótico	Moderado e drástico	Dominam os cultivos	Poucas espécies espontâneas	6	13-20
Quase Natural	Poli-hemerobiótico	Substrato artificial, mudança drástica	Aberto-efêmero	Nenhuma e poucas espécies	2	21-80
Cultural	Meta-hemerobiótico	Substrato artificial	-	-	-	-

FONTE: Sukopp (1972).

Segundo Brenttrup et al. (2002), os autores propõem onze classes de hemerobia pautadas no uso da terra e seus impactos nos ciclos de vida e justificam que o conceito hemerobia não se baseia em um único indicador mas, pelo contrário, possibilita uma análise integrada da paisagem. Dueñas (2004) também valoriza o conceito de hemerobia em estudos da paisagem como um todo de maneira qualitativa.

FIGURA 10: CRITÉRIOS PARA AVALIAÇÃO RELATIVA DE HEMEROBIA

Característica da Paisagem	Exemplo (imagem aérea)	Hemerobia	Cor
<p>Baixa dependência tecnológica e energética para a manutenção da funcionalidade; alta capacidade de auto-regulação; alto aproveitamento das funções da natureza; superfícies permeáveis; vegetação original e flora/fauna nativa.</p> <p style="text-align: center;">↑ ↓</p> <p>Alta dependência tecnológica e energética para a manutenção da funcionalidade; baixa capacidade de auto-regulação; pouca conexão com a dinâmica dos valores naturais, desenho padrão e como expressão de esmero, estética e civismo, baixa relação com as características locais, impermeabilização das superfícies; sem vegetação original e flora/fauna exótica.</p>		Mínima	
		Muito baixa	
		Baixa	
		Média	
		Alta	
		Muito alta	
		Máxima	

FONTE: Anderson L. G. Belem e João Carlos Nucci (2010).

Monteiro (1978), sobre a ação humana nas paisagens, apresenta o termo “Derivações Antropogênicas”, onde os efeitos das alterações do ser humano na paisagem podem ser benéficos ou não, para contrapor à noção de que o ser humano sempre provocaria impactos negativos ao alterar as paisagens. Seria, por exemplo, no caso de recuperação de áreas degradadas, onde a intervenção humana tem o objetivo de recuperar a naturalidade daquela paisagem através da reposição florestal.

#### 4.4 ÍNDICE DE FUNCIONALIDADE FLUVIAL - IFF

O Índice de Funcionalidade Fluvial é um método de avaliação da qualidade ambiental de rios, a primeira edição do IFF foi lançada em 2000 como um manual da *Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici -APAT*, sediada em Roma, Itália. Surgiu sob muitas dúvidas a respeito da nova metodologia, tanto pela abordagem inovadora baseada na sensibilidade e capacidade do operador de ler o rio, quanto pelo caráter holístico e pela experimentação relativamente escassa.

A partir de sua divulgação tanto em papel quanto em formato eletrônico no site da APPA di Trento, despertou o interesse entre os operadores do setor, tornando-se um padrão de monitoramento a ser utilizado juntamente com investigações biológicas normais. Após a rápida difusão do método e da vasta aplicação nas hidrovias italianas, estimadas em 4000 km de rios investigados, surgiram algumas observações sobre o método e a necessidade de adaptá-lo a uma realidade mais ampla de tipologias fluviais.

A revisão do método foi lançada em 2007, a fim de possibilitar uma aplicação mais adequada e uma avaliação mais concreta e objetiva, mantendo a capacidade do método de fotografar o estado ambiental de um ecossistema fluvial e usar as informações para gerenciá-lo e seu território (APAT, 2007).

O IFF consiste em um formulário composto de 14 questões com quatro possíveis respostas pré-definidas. As questões 01 a 04 identificam e avaliam os vários tipos de estruturas que afetam o ambiente fluvial; as questões 05 e 06 relacionam as características hidráulicas do curso investigado; as questões 07 a 11 identificam os tipos que promovem a diversidade ambiental e as questões 12 a 14 avaliam a diversidade biológica (APAT, 2007).

De acordo com APAT, a metodologia pode ser usada na identificação de trechos de rios de alta relevância ecológica, para estabelecer meios de proteção; na identificação de trechos degradados, para preparar medidas corretivas e de reabilitação; no reconhecimento de elementos individuais a serem recuperados (vegetação ciliar, sinuosidade, qualidade da água, etc.); e na verificação do impacto de certas obras e medidas de remediação, o que demonstra os variados campos de aplicação do método conforme o objetivo da análise.

A correta aplicação do método possibilita a identificação da extensão e o grau de perturbação ambiental, de modo que seja possível intervir de forma precisa na gestão e proteção ambiental. Um requisito essencial para se aplicar o IFF é o conhecimento adequado da ecologia dos rios e dinâmica funcional relacionada. Embora o questionário permita detectar objetivamente as características fluviais, sua compilação requer uma leitura crítica do ambiente

e capacidade de analisar a informação obtida, de modo a produzir uma avaliação correta da funcionalidade.

A aplicação do método exige antes de tudo conhecimento aprofundado daquele ambiente, sendo necessária uma base cartográfica adequada, que permita enquadrar o curso de água como um todo, a fim de definir o uso e ocupação do solo, identificando estradas e pontos de acesso ao rio. Mapas de vegetação, ocupação e fotos aéreas são muito úteis e atualmente de fácil acesso.

O uso de ferramentas de geoprocessamento é indispensável para se obter resultados satisfatórios para o trabalho de campo, sendo indicada uma escala de 1: 10.000, possibilitando a identificação de elementos essenciais para a análise daquele ambiente, além disso, o ideal é que a primeira fase de aplicação do método seja orientada por pessoal especializado.

Os resultados da aplicação do IFF são traduzidos em Níveis de Funcionalidade, Avaliações de Funcionalidade e Mapas de Funcionalidade. Os níveis de funcionalidade são os valores numéricos obtidos com a aplicação do formulário IFF (Anexo 1) expressados em cinco níveis, representados por números romanos de I (melhor) a V (pior) conforme Tabela 3.

TABELA 3: NÍVEIS DE FUNCIONALIDADE, AVALIAÇÕES E CORES DE REFERÊNCIA

VALOR DO IFF	NÍVEL DE FUNCIONALIDADE	AVALIAÇÃO DA FUNCIONALIDADE	CORES
261 - 300	I	excelente	Azul
251 - 260	I - II	excelente - bom	
201 - 250	II	bom	Verde
181 - 200	II - III	bom - razoável	
121 - 180	III	razoável	Amarelo
101 - 120	III - IV	razoável - ruim	
61 - 100	IV	ruim	Laranja
51 - 60	IV - V	ruim - péssimo	
14 - 50	V	péssimo	Vermelho

FONTE: traduzido de APAT, 2007.

A Avaliação de Funcionalidade está associada ao nível de funcionalidade, variando entre Excelente e Péssimo e representada por uma cor correspondente. Além disso existem os

níveis intermediários, que permitem a passagem de um nível para outro de forma gradual, totalizando nove níveis.

## 5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

### 5.1 ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA

A primeira saída de campo para reconhecimento da área de estudo aconteceu em 28/07/19, com o objetivo de definir dentre os três rios previamente escolhidos, Rio Cambará, Rio Colônia Pereira e Rio das Pombas, qual seria o mais adequado para o desenvolvimento do estudo, considerando os acessos, a distribuição e tipo de ocupação do solo, o percurso do rio e a localização da comunidade. A partir disso, foi possível estabelecer o planejamento de amostragem e o cronograma de atividades, incluindo a definição dos objetivos, dos locais e frequência de amostragem, considerando os parâmetros selecionados e os métodos analíticos.

FIGURA 11: ÁREA DE MANANCIAL - RIO DAS POMBAS (PR-508).



FONTE: O autor (2019).

Os três rios visitados cruzam a PR-508 e estão localizados entre o Km 10 e o Km 20 da estrada, encontram-se na área de entorno do Parque Nacional Saint-Hilaire/Lange e dentro da APA de Guaratuba, compondo a área de manancial que abastece os municípios do Litoral do Paraná. A Microbacia do Rio Colônia Pereira foi definida como área de estudo, devido à facilidade de acesso aos pontos de coleta à montante e jusante da comunidade, a composição

da ocupação do solo menos diversificada e a distribuição das moradias em relação ao rio, bem como a receptividade da comunidade em relação ao projeto de pesquisa.

O correto planejamento das atividades de campo é muito importante para o sucesso dos trabalhos, isso envolve a definição dos itinerários, a questão dos acessos, o tempo para coleta e preservação das amostras e o prazo para seu envio aos laboratórios, obedecendo-se o prazo de validade para o ensaio de cada parâmetro, bem como a capacidade analítica e o horário de funcionamento dos laboratórios envolvidos. Nesse caso optou-se por conservar as amostras refrigeradas e entregá-las no mesmo dia da coleta nos laboratórios no município de Curitiba, localizado a cerca de 90 km de distância da área de estudo.

Os pontos de coleta definidos no desenho amostral foram verificados quanto à existência de eventuais características que exigem equipamentos ou cuidados especiais, a dificuldade de acesso aos locais ou possível risco de acidentes. Foi elaborada lista de checagem contendo os equipamentos e materiais necessários aos trabalhos de campo (fichas de coleta, frascos para as amostras, insumos, caixas térmicas, equipamentos de coleta e de medição, equipamento de segurança).

FIGURA 12: MATERIAL PARA AFERIÇÃO DE PARÂMETROS



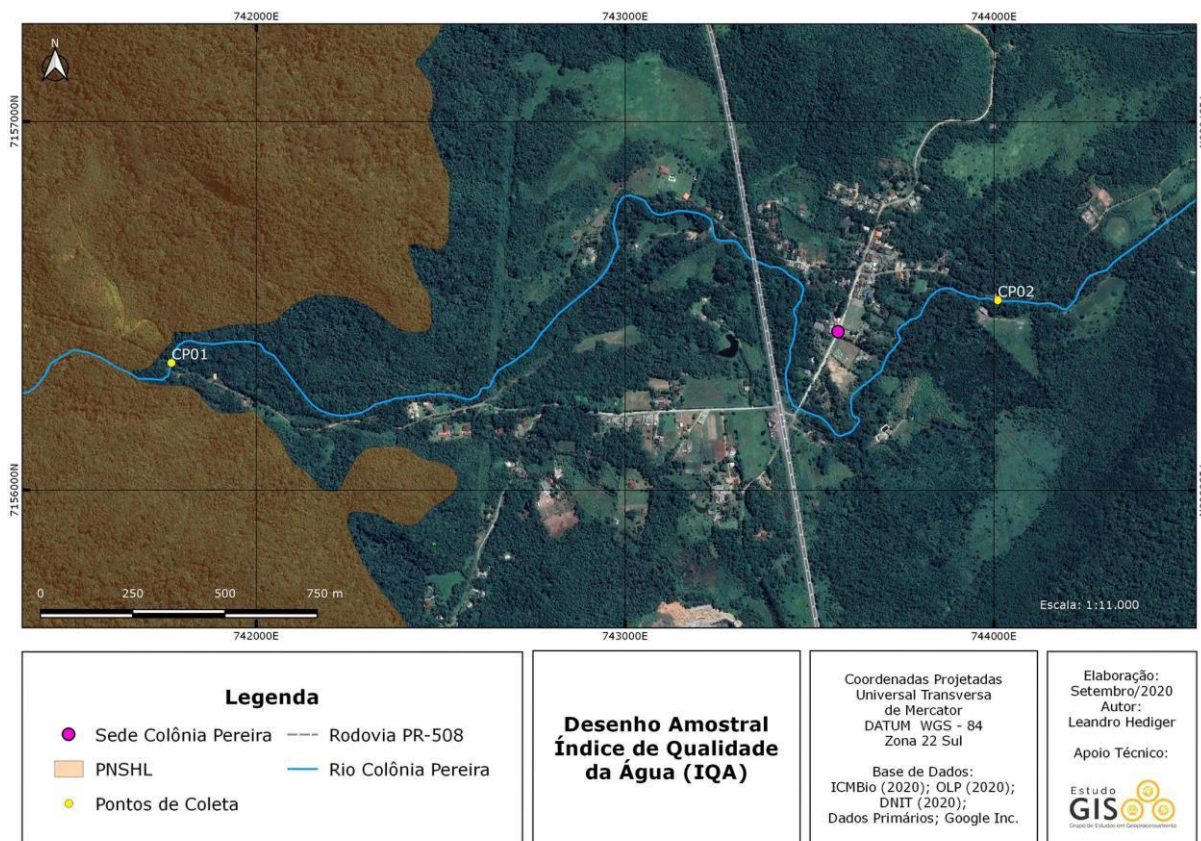
FONTE: O autor (2019).

Ainda foram consideradas a necessidade de frascos reserva para o caso de amostragem adicional, perda ou quebra de frascos, além disso foi feita a verificação do funcionamento e calibração dos equipamentos utilizados para aferição e amostragem.

O monitoramento e o diagnóstico da qualidade ambiental a partir da microbacia, envolve algumas variáveis, cujos resultados devem demonstrar as condições daquele ambiente

e dar subsídios para a tomada de decisões. Por isso a etapa de amostragem é muito importante nesse processo, pois o material coletado deve representar de forma fidedigna o local amostrado. A seleção criteriosa dos pontos de amostragem e a escolha de técnicas adequadas de coleta e preservação de amostras são primordiais para a confiabilidade e representatividade dos dados gerados, assim como a replicabilidade do estudo em outras microbacias.

FIGURA 13: DESENHO AMOSTRAL E PONTOS DE COLETA



FONTE: Leandro Hediger / Estudo Gis (2019).

A segunda saída de campo foi realizada em agosto de 2019, com o objetivo de fazer as primeiras coletas de água, nos dois pontos previstos no desenho amostral, sendo eles “Colônia Pereira 01 (CP01) localizado nas coordenadas 25°41'27.36"S e 48°35'27.03"O e “Colônia Pereira 02 (CP02) nas coordenadas 25°41'20.32"S e 48°34'7.03"O (FIGURA 13). As demais amostras de água foram coletadas nos mesmos pontos em novembro de 2019 e fevereiro de 2020.

As coletas foram feitas seguindo os protocolos do Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras - 2011, elaborado pela CETESB, conforme Resolução ANA no 724/2011, que visa estabelecer procedimentos padronizados para a coleta e preservação de amostras de águas superficiais para fins de monitoramento da qualidade dos recursos hídricos, no âmbito do Programa Nacional de Avaliação da Qualidade das Águas - PNQA (ANA, 2014).

Além disso, é preciso estar atento às questões burocráticas, pois coletas de amostras biológicas dependem de autorização prévia dos órgãos competentes, como o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). Entretanto, de acordo com o Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade (SISBIO) do Ministério do Meio Ambiente, não é necessária autorização para fins de monitoramento da qualidade da água.

Um técnico bem treinado, consciente e observador é extremamente importante para o cumprimento dos objetivos da avaliação de ecossistemas aquáticos, capacitado para estabelecer, pontos de amostragem alternativos e outros parâmetros complementares para uma melhor caracterização da área de estudo.

A amostragem foi realizada com precaução e técnica, para evitar todas as possíveis fontes de contaminação e perdas, de modo a representar o corpo d'água amostrado. Todos os materiais e equipamentos utilizados para coleta (baldes, frascos, garrafas, pipetas) foram verificados quanto à limpeza, bem como a parte interna dos frascos e tampas foram manuseados adequadamente e não foram expostas ao pó, fumaça e outras impurezas.

Foi realizada a ambientação dos equipamentos de coleta com água do próprio local, as aferições de campo foram realizadas em alíquotas de amostra separadas das enviadas ao laboratório, evitando o risco de contaminação. Em cada ponto foi coletado volume suficiente de amostra para eventual necessidade de repetir algum ensaio laboratorial, sendo 2 (dois) frascos de 1 litro cada, além da amostra de 100ml em separado para análise microbiológica.

FIGURA 14: MATERIAL PARA COLETA DE ÁGUA



FONTE: O autor (2019).

As amostras livres de partículas grandes, detritos, folhas ou outro tipo de material foram preservadas ao abrigo da luz solar, imediatamente após a coleta e acondicionadas em caixa térmica com gelo, garantindo a refrigeração para sua preservação, bem como foram etiquetadas e identificadas, com as respectivas informações de campo, registradas em ficha de coleta por amostra, contendo informações dos responsáveis; número de identificação da amostra; identificação do ponto de amostragem; data e hora da coleta; natureza da amostra e as medições de campo (temperatura, pH, condutividade, oxigênio dissolvido, transparência, coloração visual, etc.).

A ficha de campo também deve trazer eventuais observações de campo, as condições meteorológicas nas últimas 24 horas que possam interferir (chuvas), informações dos equipamentos utilizados. A indicação dos parâmetros a serem analisados nos laboratórios foram preenchidos em formulário próprio, bem como demais dados relevantes, no momento da entrega das amostras.

FIGURA 15: COLETA DE DADOS / FICHA DE CAMPO



FONTE: o autor (2019).

As amostras foram coletadas a cerca de 20 centímetros da lâmina d'água, uma vez que coletas de água superficial ocorrem entre 0 e 30 centímetros, com o devido cuidado de não provocar a suspensão do sedimento próximo ao fundo, pois o rio apresenta cerca de 0,5 m de profundidade nesse ponto. A amostragem com réplicas (duplicata ou triplicata), que é quando a amostra é coletada de modo sequencial e independente, em um determinado período de tempo, apesar de indicada nesse caso, não foi realizada devido ao custo adicional e objetivo da pesquisa.

Foram utilizados para coleta e preservação das amostras recipientes de plástico, que nesse caso podem ser de polietileno, polipropileno, policarbonato ou outro polímero inerte, esses frascos apresentam maiores vantagens por serem leves e resistentes à quebra, além do baixo custo. Para garantir a limpeza dos frascos é recomendado enxágue do frasco e da tampa com água destilada ou deionizada.

FIGURA 16: AFERIÇÃO DE PARÂMETROS EM CAMPO



FONTE: O autor (2019).

A padronização desses procedimentos de coleta e preservação de amostras possibilita a comparação e análise conjunta dos dados de monitoramento, fornecendo subsídio para os diversos atores envolvidos no monitoramento dos recursos hídricos, principalmente tratando do diagnóstico de qualidade das águas superficiais no Brasil, que atualmente apresenta informações esparsas ou inexistentes, ausência de redes de monitoramento adequadas, parâmetros e representatividade em número de pontos de amostragem, o que dificulta um retrato mais fiel da condição da qualidade dos corpos hídricos brasileiros.

A primeira coleta foi acompanhada por Felipe Feroni e Gustavo Elste, ambos mestrandos do Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Territorial Sustentável da UFPR Litoral à época, a equipe auxiliou no registro fotográfico, localização geográfica, calibração e aferição de equipamentos. Os pontos geográficos foram registrados com equipamento de GPS marca GARMIN modelo Etrex20.

FIGURA 17: COLETA DE ÁGUA NO PONTO COLÔNIA PEREIRA 1 (CP01)



FONTE: O autor (2019).

Nessa ocasião foram coletadas amostras em separado para os parâmetros físico-químicos e para análise microbiológica, os quais foram encaminhados para o Laboratório de Pesquisas Hidrogeológicas da UFPR e para os Laboratórios do Instituto Ambiental do Paraná (IAP), atualmente Instituto Água e Terra (IAT).

FIGURA 18: COLETA DE ÁGUA NO PONTO COLÔNIA PEREIRA 2 (CP02)



FONTE: O autor (2019).

Alguns parâmetros do Índice de Qualidade da Água foram aferidos no local, através de sonda multiparâmetro AKSO modelo AK88, a exemplo do pH, oxigênio dissolvido e temperatura, os quais foram devidamente registrados em ficha de campo, bem como demais informações relevantes à caracterização do ponto de coleta. Os demais parâmetros, coliformes termotolerantes, DBO<sub>5,20</sub>, nitrogênio total, fósforo total, turbidez e resíduo total foram aferidos através de ensaios laboratoriais realizados pelo Laboratório de Pesquisas Hidrológicas (LPH) e complementados pelo Instituto Ambiental do Paraná (IAP), ambos de acordo com o Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 23<sup>a</sup> Edição, APHA, AWWA, WEF.

Com base no estudo realizado em 1970 pela “National Sanitation Foundation” dos Estados Unidos, a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB adaptou e desenvolveu o Índice de Qualidade das Águas - IQA. O IGAM - Instituto Mineiro de Gestão das Águas, órgão responsável pelo monitoramento das águas superficiais do Estado de Minas Gerais, utiliza este mesmo índice, mas com faixas de níveis de qualidade diferentes.

O IQA é composto por nove parâmetros considerados relevantes na avaliação da qualidade das águas e para o cálculo foi utilizado o programa QualiGraf que apresenta o resultado em ambas as classificações. A ferramenta foi desenvolvida em 2001 para uso interno do Departamento de Recursos Hídricos da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos - FUNCEME/CE.

O pesquisador na área de hidrogeologia, Gilberto Möbus desenvolveu a ferramenta para auxiliar na parte gráfica das análises mais usuais de qualidade de amostras d'água e em 2002 o software recebeu uma interface mais amigável e foi disponibilizado ao público gratuitamente através do site da instituição, sendo que em 2014, o programa foi atualizado ampliando o leque de opções das análises gráficas.

Conforme orientações da ferramenta, no caso de parâmetros onde o resultado laboratorial ficou abaixo do limite de quantificação ou apresentou valores nulos, os respectivos campos foram preenchidos com valores ínfimos (ex: 0,0001), como no caso da turbidez, pois não dispondo de alguma das nove variáveis, o cálculo do IQA é inviabilizado.

As primeiras análises do IQA, referente às amostras coletadas em agosto e novembro de 2019, período seco na região, apresentaram resultados parecidos, uma vez que as condições climáticas da microbacia são semelhantes durante esses meses, portanto o comportamento de alguns parâmetros seguem um padrão.

FIGURA 19: IQA DO PONTO DE COLETA CP01 - AGOSTO/2019

Nº	Nome da Amostra	O.D. (mg/L)	T (°C)	Coliformes Fecais (NPM/100mL)	pH	DBO (mg/L)	Nitrogênio Total (mg/L)	Fósforo Total (mg/L)	Turbidez (UNT)	Resíduo Total (mg/L)	IQA IGAM-MG	IQA CETESB
1	CP01_agosto	9,50	19,4	12,40	7,0	2,00	0,34	0,10	0,10	23,80	85	85

Nível de Qualidade - IGAM/MG		Nível de Qualidade - CETESB	
Excelente	90 < IQA ≤ 100	Ótimo	80 ≤ IQA ≤ 100
Bom	70 < IQA ≤ 90	Bom	52 ≤ IQA < 80
Médio	50 < IQA ≤ 70	Aceitável	37 ≤ IQA < 52
Ruim	25 < IQA ≤ 50	Ruim	20 ≤ IQA < 37
Muito Ruim	0 < IQA ≤ 25	Péssima	0 ≤ IQA < 20

CP01_agosto						
Parâmetros	Valor Observado	Notas (Gráfico)	Pesos (Σw = 1)	qi <sup>w</sup>		
O.D. - % de Saturação	108,99	q1 95,20	w1 0,17	=	2,17	
Coliformes Totais (NMP/100 mL)	12,40	q2 63,64	w2 0,15	=	1,86	
pH	7,00	q3 91,54	w3 0,12	=	1,72	
DBO5 (mg/L)	2,00	q4 78,12	w4 0,10	=	1,55	
Nitrogênio Total (mgN/L)	0,34	q5 97,26	w5 0,10	=	1,58	
Fósforo Total (mgP/L)	0,31	q6 74,75	w6 0,10	=	1,54	
Diferença Temperatura (°C)	0	q7 94,00	w7 0,10	=	1,58	
Turbidez (NTU)	0,10	q8 99,90	w8 0,08	=	1,45	
Sólidos Totais	23,80	q9 83,08	w9 0,08	=	1,42	

<b>IQA IGAM - MG</b>	<b>85</b>
<b>IQA CETESB</b>	<b>85</b>

FONTE: software QUALIGRAF versão 1.17 (2018).

Referente à primeira coleta, realizada em agosto, o IQA no ponto CP01 foi de 85, considerado “ótimo” pela CETESB e “bom” pelo IGAM/MG. No ponto CP02, no mesmo mês, o IQA foi de 77, que é considerado “bom” de acordo com os dois critérios.

FIGURA 20: IQA DO PONTO DE COLETA CP02 - AGOSTO/2019

Nº	Nome da Amostra	O.D. (mg/L)	T (°C)	Coliformes Fecais NPM/100mL	pH	DBO (mg/L)	Nitrogênio Total (mg/L)	Fósforo Total (mg/L)	Turbidez (UNT)	Resíduo Total (mg/L)	IQA IGAM-MG	IQA CETESB
1	CP02_Agosto	10,00	21,7	101,50	6,6	2,00	0,34	0,10	0,10	26,50	77	77

Nível de Qualidade - IGAM/MG		Nível de Qualidade - CETESB	
Excelente	90 < IQA ≤ 100	Ótimo	80 ≤ IQA ≤ 100
Bom	70 < IQA ≤ 90	Bom	52 ≤ IQA < 80
Médio	50 < IQA ≤ 70	Aceitável	37 ≤ IQA < 52
Ruim	25 < IQA ≤ 50	Ruim	20 ≤ IQA < 37
Muito Ruim	0 < IQA ≤ 25	Péssima	0 ≤ IQA < 20

CP02_Agosto					
Parâmetros	Valor Observado	Notas (Gráfico)	Pesos (Σw = 1)	qi <sup>w</sup>	
O.D. - % de Saturação	120,04	q1 88,48	w1 0,17	=	2,14
Coliformes Totais (NMP/100 mL)	101,50	q2 39,88	w2 0,15	=	1,74
pH	6,60	q3 82,86	w3 0,12	=	1,70
DBO5 (mg/L)	2,00	q4 78,12	w4 0,10	=	1,55
Nitrogênio Total (mgN/L)	0,34	q5 97,26	w5 0,10	=	1,58
Fósforo Total (mgP/L)	0,31	q6 74,75	w6 0,10	=	1,54
Diferença Temperatura (°C)	0	q7 94,00	w7 0,10	=	1,58
Turbidez (NTU)	0,10	q8 99,90	w8 0,08	=	1,45
Sólidos Totais	26,50	q9 83,38	w9 0,08	=	1,42

<b>IQA IGAM - MG</b>	<b>77</b>
<b>IQA CETESB</b>	<b>77</b>

FONTE: software QUALIGRAF versão 1.17 (2018).

Em novembro, o resultado do IQA no ponto CP01 foi 81, considerado “ótimo” pela CETESB e “bom” pelo IGAM/MG, e no ponto CP02 o IQA foi de 74, considerado “bom” em ambos os critérios. Inicialmente é possível apontar que o parâmetro que mais influenciou essa diferença no Índice de Qualidade da Água foi a contagem de coliformes termotolerantes (fecais), sendo que o ponto à jusante da comunidade Colônia Pereira apresentou valores cerca de 8 vezes maior que o ponto à montante para esse parâmetro, o que indica provavelmente a carga de esgoto da comunidade que acaba chegando ao rio.

FIGURA 21 : IQA DO PONTO DE COLETA CP01 - NOVEMBRO/2019

Nº	Nome da Amostra	O.D. (mg/L)	T (°C)	Coliformes Fecais (NPM/100mL)	pH	DBO (mg/L)	Nitrogênio Total (mg/L)	Fósforo Total (mg/L)	Turbidez (UNT)	Resíduo Total (mg/L)	IQA IGAM-MG	IQA CETESB
1	CP01_novembro	10,70	20,9	14,40	7,6	2,00	0,10	0,16	0,10	20,00	81	81

Nível de Qualidade - IGAM/MG		Nível de Qualidade - CETESB	
Excelente	90 < IQA ≤ 100	Ótimo	80 ≤ IQA ≤ 100
Bom	70 < IQA ≤ 90	Bom	52 ≤ IQA < 80
Médio	50 < IQA ≤ 70	Aceitável	37 ≤ IQA < 52
Ruim	25 < IQA ≤ 50	Ruim	20 ≤ IQA < 37
Muito Ruim	0 < IQA ≤ 25	Péssima	0 ≤ IQA < 20

CP01_novembro					
Parâmetros	Valor Observado	Notas (Gráfico)	Pesos (Σw = 1)		qi <sup>w</sup>
O.D. - % de Saturação	126,46	q1 84,01	w1	0,17	= 2,12
Coliformes Totais (NMP/100 mL)	14,40	q2 61,75	w2	0,15	= 1,86
pH	7,60	q3 91,80	w3	0,12	= 1,72
DBO5 (mg/L)	2,00	q4 78,12	w4	0,10	= 1,55
Nitrogênio Total (mgN/L)	0,10	q5 99,19	w5	0,10	= 1,58
Fósforo Total (mgP/L)	0,49	q6 63,16	w6	0,10	= 1,51
Diferença Temperatura (°C)	0	q7 94,00	w7	0,10	= 1,58
Turbidez (NTU)	0,10	q8 99,90	w8	0,08	= 1,45
Sólidos Totais	20,00	q9 82,63	w9	0,08	= 1,42

<b>IQA IGAM - MG</b>	<b>81</b>
<b>IQA CETESB</b>	<b>81</b>

FONTE: software QUALIGRAF versão 1.17 (2018).

FIGURA 22 : IQA DO PONTO DE COLETA CP02 - NOVEMBRO/2019

Nº	Nome da Amostra	O.D. (mg/L)	T (°C)	Coliformes Fecais (NPM/100mL)	pH	DBO (mg/L)	Nitrogênio Total (mg/L)	Fósforo Total (mg/L)	Turbidez (UNT)	Resíduo Total (mg/L)	IQA IGAM-MG	IQA CETESB
1	CP02_Novembro	10,10	23,4	109,50	6,9	2,00	0,10	0,26	1,00	20,00	74	74

Nível de Qualidade - IGAM/MG		Nível de Qualidade - CETESB	
Excelente	90 < IQA ≤ 100	Ótimo	80 ≤ IQA ≤ 100
Bom	70 < IQA ≤ 90	Bom	52 ≤ IQA < 80
Médio	50 < IQA ≤ 70	Aceitável	37 ≤ IQA < 52
Ruim	25 < IQA ≤ 50	Ruim	20 ≤ IQA < 37
Muito Ruim	0 < IQA ≤ 25	Péssima	0 ≤ IQA < 20

CP02_Novembro					
Parâmetros	Valor Observado	Notas (Gráfico)	Pesos (Σw = 1)		qi <sup>w</sup>
O.D. - % de Saturação	125,23	q1 84,89	w1	0,17	= 2,13
Coliformes Totais (NMP/100 mL)	109,50	q2 39,14	w2	0,15	= 1,73
pH	6,90	q3 89,76	w3	0,12	= 1,72
DBO5 (mg/L)	2,00	q4 78,12	w4	0,10	= 1,55
Nitrogênio Total (mgN/L)	0,10	q5 99,19	w5	0,10	= 1,58
Fósforo Total (mgP/L)	0,80	q6 47,69	w6	0,10	= 1,47
Diferença Temperatura (°C)	0	q7 94,00	w7	0,10	= 1,58
Turbidez (NTU)	1,00	q8 97,54	w8	0,08	= 1,44
Sólidos Totais	20,00	q9 82,63	w9	0,08	= 1,42

<b>IQA IGAM - MG</b>	<b>74</b>
<b>IQA CETESB</b>	<b>74</b>

FONTE: software QUALIGRAF versão 1.17 (2018).

Os outros parâmetros que afetaram o resultado do IQA, seguiram a tendência natural do fluxo hidrológico, à exemplo das alterações no pH, temperatura e oxigênio dissolvido. Os resultados do período seco foram confrontados com os do período chuvoso, para possibilitar um retrato mais fiel do rio nas diferentes estações do ano.

FIGURA 23 : IQA DO PONTO DE COLETA CP01 - FEVEREIRO/2020

Nº	Nome da Amostra	O.D. (mg/L)	T (°C)	Coliformes Fecais (NPM/100mL)	pH	DBO (mg/L)	Nitrogênio Total (mg/L)	Fósforo Total (mg/L)	Turbidez (UNT)	Resíduo Total (mg/L)	IQA IGAM-MG	IQA CETESB
1	CP01_Fevereiro	6.54	22	33.2	6.80	2.0	0.754	0.01	0.10	18	82	82

Nível de Qualidade - IGAM/MG	
Excelente	90 < IQA ≤ 100
Bom	70 < IQA ≤ 90
Médio	50 < IQA ≤ 70
Ruim	25 < IQA ≤ 50
Muito Ruim	0 < IQA ≤ 25

Nível de Qualidade - CETESB	
Ótimo	80 ≤ IQA ≤ 100
Bom	52 ≤ IQA < 80
Aceitável	37 ≤ IQA < 52
Ruim	20 ≤ IQA < 37
Péssima	0 ≤ IQA < 20

CP01_Fevereiro						
Parâmetros	Valor Observado		Notas (Gráfico)	Pesos ( $\Sigma w = 1$ )		$q_i^w$
O.D. - % de Saturação	78,96	q1	85,31	w1	0,17	= 14,50
Coliformes Totais (NMP/100 mL)	33,20	q2	51,76	w2	0,15	= 14,10
pH	6,80	q3	87,72	w3	0,12	= 6,21
DBO5 (mg/L)	2,00	q4	78,12	w4	0,10	= 8,77
Nitrogênio Total (mgN/L)	0,75	q5	94,01	w5	0,10	= 7,81
Fósforo Total (mgP/L)	0,03	q6	96,26	w6	0,10	= 9,40
Diferença Temperatura (°C)	0	q7	94,00	w7	0,10	= 9,63
Turbidez (NTU)	0,10	q8	99,90	w8	0,08	= 7,99
Sólidos Totais	18,00	q9	82,39	w9	0,08	= 6,59

<b>IQA IGAM - MG</b>	<b>82</b>
<b>IQA CETESB</b>	<b>82</b>

FONTE: software QUALIGRAF versão 1.17 (2018).

FIGURA 24 : IQA DO PONTO DE COLETA CP02 - FEVEREIRO/2020

Nº	Nome da Amostra	O.D. (mg/L)	T (°C)	Coliformes Fecais (NPM/100mL)	pH	DBO (mg/L)	Nitrogênio Total (mg/L)	Fósforo Total (mg/L)	Turbidez (UNT)	Resíduo Total (mg/L)	IQA IGAM-MG	IQA CETESB
1	CP02_Fevereiro	7.50	24	38.8	6.40	2.0	0.709	0.01	1	20	82	82

Nível de Qualidade - IGAM/MG	
Excelente	90 < IQA ≤ 100
Bom	70 < IQA ≤ 90
Médio	50 < IQA ≤ 70
Ruim	25 < IQA ≤ 50
Muito Ruim	0 < IQA ≤ 25

Nível de Qualidade - CETESB	
Ótimo	80 ≤ IQA ≤ 100
Bom	52 ≤ IQA < 80
Aceitável	37 ≤ IQA < 52
Ruim	20 ≤ IQA < 37
Péssima	0 ≤ IQA < 20

CP02_Fevereiro					
	Parâmetros	Valor Observado	Notas (Gráfico)	Pesos (Σw = 1)	qi <sup>w</sup>
IQA IGAM - MG	O.D. - % de Saturação	94,04	q1	95,86	w1 0,17 = 16,30
	Coliformes Totais (NMP/100 mL)	38,80	q2	50,00	w2 0,15 = 14,10
IQA CETESB	pH	6,40	q3	76,96	w3 0,12 = 6,00
	DBO5 (mg/L)	2,00	q4	78,12	w4 0,10 = 7,70
	Nitrogênio Total (mgN/L)	0,71	q5	94,36	w5 0,10 = 7,81
	Fósforo Total (mgP/L)	0,03	q6	96,26	w6 0,10 = 9,44
	Diferença Temperatura (°C)	0	q7	94,00	w7 0,10 = 9,63
	Turbidez (NTU)	1,00	q8	97,54	w8 0,08 = 7,80
	Sólidos Totais	20,00	q9	82,63	w9 0,08 = 6,61

FONTE: software QUALIGRAF versão 1.17 (2018).

No mês de fevereiro, considerado período chuvoso, o IQA em ambos os pontos de coleta deu o mesmo resultado, pois variações verificadas em alguns parâmetros foram compensadas em outros, à exemplo dos dados obtidos de coliformes termotolerantes e oxigênio dissolvido, que aplicados à fórmula do IQA geraram o mesmo índice.

O IQA de 82, que é considerado “ótimo” pela CETESB e “bom” pelo IGAM/MG, pode ser visto como um resultado positivo, apresenta relação direta com a época da coleta da amostra e o aumento no nível do rio, que acaba influenciando na oxigenação e também diluindo a carga de efluentes lançados pela comunidade. Entretanto, não é possível afirmar que os dois pontos de coleta possuem a mesma qualidade da água, e isso pode ser verificado quando interpretamos os parâmetros em separado.

TABELA 4: RESULTADOS DO IQA - CP01 E CP02

Coleta da amostra	Ponto de Coleta	IQA	Nível de Qualidade (CETESB)
Agosto/2019	CP01	85	Ótimo
	CP02	77	Bom
Novembro/2019)	CP01	81	Ótimo
	CP02	74	Bom
Fevereiro/2020	CP01	82	Ótimo
	CP02	82	Ótimo

FONTE: o autor (2020).

Como demonstra a tabela 4, os resultados das análises realizadas em três períodos diferentes apontaram níveis de qualidade da água entre bom e ótimo. O ponto CP01 localizado próximo aos limites do PNSHL manteve índice elevado de qualidade em todos os períodos do ano, o que pode ser relacionado à unidade de paisagem onde está localizado.

O ponto CP02 localizado à jusante da Comunidade apresentou índices menores, considerado ainda de boa qualidade. Esse resultado no IQA é influenciado também pela mudança da paisagem, pois o ponto de coleta está localizado na FOD de Terras Baixas, onde as características da Planície Litorânea alteram naturalmente alguns parâmetros como temperatura, turbidez e sólidos totais.

Um parâmetro extremamente importante na análise da qualidade da água é a quantidade de coliformes termotolerantes presentes na amostra, sendo que a análise microbiológica no ponto CP02 apontou um número de coliformes fecais cerca de 10 vezes maior quando comparado ao ponto de coleta à montante, à exemplo da coleta de novembro/2019, época em que se verifica aumento no uso turístico do local, considerado ainda período seco com baixa vazão do rio, o que interfere na diluição desses efluentes.

A coleta de amostra programada para maio de 2020 não foi realizada devido à Pandemia do COVID-19, considerando as restrições de circulação de pessoas naquele momento e visando a preservação das condições sanitárias da Comunidade Colônia Pereira, não foi realizada saída de campo até a área de estudo, assim como as atividades laboratoriais do LPH também estavam suspensas inviabilizando a análise das amostras de água.

De acordo com os protocolos de coleta e amostragem de água para cálculo do IQA, para estudos de caracterização, diagnóstico e programas de monitoramento, uma única coleta anual em cada período (seco e chuvoso) pode ser adequada, conforme os objetivos da pesquisa e desde que o programa de amostragem seja representativo, considerando que a qualidade de um corpo d'água varia conforme o local (espacial) e o decorrer do tempo (temporal).

## 5.2. HEMEROBIA

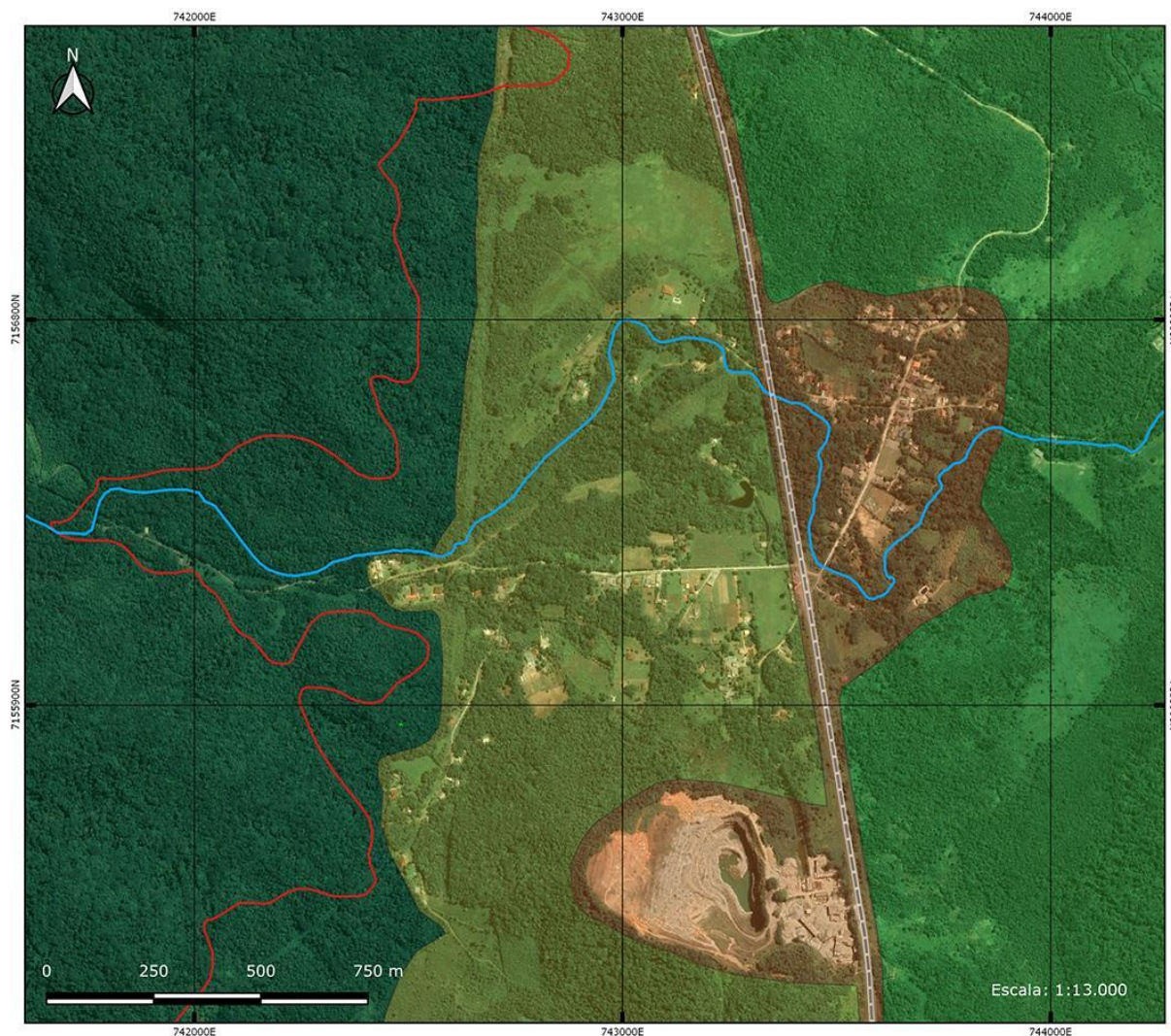
De acordo com o ZEE (2016), a bacia está inserida na Zona de Proteção dos Mananciais (ZPM), uma área de 248 km<sup>2</sup> que está inserida parcialmente nos sete municípios litorâneos. É caracterizada pela cobertura vegetal do bioma Mata Atlântica que recobre partes da planície costeira, escarpa e morros da Serra do Mar, se destacando como importante reserva hídrica e rica biodiversidade.

Conforme os critérios adotados foram definidas quatro Unidades de Paisagem (UP) na Microbacia do Rio Colônia Pereira, sendo: UP01 - Ambiente Submontano, UP02 - Ambiente Rural, UP03 - Ambiente Urbanizado e UP04 - Ambiente Planície Litorânea. Essa definição corresponde às características observadas *in loco*, considerando os aspectos geomorfológicos, a vegetação, o uso e ocupação do solo, bem como os impactos da atividade humana na área de estudo.

Para a delimitação de cada UP foram utilizados elementos naturais e antrópicos, identificados na paisagem para facilitar a visualização e distinção de cada uma. A UP01 concentra-se na área do PNSHL e seus limites, conforme cota altimétrica, a separação com a UP02 corresponde ao traçado das linhas de transmissão de energia bem como a presença de atividade agropastoril.

A rodovia PR-508 delimita a UP03, a unidade com maior hemerobia na microbacia, caracterizada pela área urbanizada, onde concentram-se a maioria das moradias, a sede da comunidade Colônia Pereira e a atividade mineradora, sendo que na UP04 é possível visualizar a baixa ocupação e o retorno às características naturais da planície litorânea.

FIGURA 25: MAPA DE HEMEROBIA - MICROBACIA DO RIO COLÔNIA PEREIRA



### Legenda

- Rio Colônia Pereira
- Rodovia PR-508
- Limites PNSHL
- Hemerobia Mínima
- Hemerobia Baixa
- Hemerobia Média
- Hemerobia Muito Baixa

### Mapa de Hemerobia: Microbacia do Rio Colônia Pereira

Elaboração:  
Setembro/2020  
Autor:  
Leandro Hediger

Apoio técnico:

Estudo  
**GIS**  
Grupo de Estudos em Geoprocessamento

### Informações Cartográficas:

Coordenadas Projetadas  
Universal Transversa de  
Mercator  
DATUM WGS - 84  
Zona 22 Sul

Base de Dados:  
DNIT (2020); ICMBio  
(2020);  
Dados Primários Coletados  
em Campo;  
Google Inc. (mapa base);  
Observatório do Litoral  
Paranaense.

- UP01: Ambiente Submontano

Esta UP apresenta Hemerobia mínima, pode ser classificada como Oligo-Hemerobiótica, pois apresenta um ambiente semi-natural, levemente impactado pela estrada de acesso e do uso como área de lazer na temporada. Conforme as características levantadas no Quadro 3, esta condição está diretamente relacionada ao fato da UP estar localizada no interior e limites de uma UC de proteção integral.

FIGURA 26: ESTRADA SENTIDO PARNA SAINT HILAIRE/LANGE



FONTE: o autor (2019).

A estrada que acompanha o curso do Rio Colônia Pereira, sentido Serra da Prata, não é pavimentada e à medida que se aproxima dos limites do Parque Nacional, já não existem moradias e a distância do leito do rio é de 30 a 50 metros, o que permite a existência de mata ciliar preservada. Essa Unidade de Paisagem (UP01), caracterizada pelo ambiente natural se estende ao longo dos limites geográficos do PARNA bem como acompanha o relevo da microbacia, destacando-se pela transição dos morros com a planície litorânea, uma vez que na UP seguinte o terreno fica mais plano, o que facilita a ocupação e uso do solo.

FIGURA 27: ESTRADA DE ACESSO X RIO COLÔNIA PEREIRA




FONTE: o autor (2019).

FIGURA 28: LOCAL DE LAZER E VERANEIO



FONTE: o autor (2020).

QUADRO 3: UP01 - AMBIENTE SUBMONTANO

	<b>Unidade de Paisagem</b>
	UP01 - Ambiente Submontano
	<b>Vegetação predominante</b>
	- FOD Submontana e FOD de Terras Baixas;  - Diversos estágios de sucessão;  - Mata ciliar indiferenciada.
	<b>Uso do Solo predominante</b>
- PNSHL - UC de Proteção Integral;  - Área não habitada;  - Uso turístico / lazer.	
<b>Estado Hemerobiótico</b>	
Oligo-hemerobiótico Hemerobia Mínima	

FONTE: o autor (2020); imagem Google Earth (2020).

- UP02: Ambiente Rural

Esta UP foi considerada de baixa hemerobia ou Meso-hemerobiótico, considerando que as principais alterações na paisagem estão relacionadas às modificações para uso agrícola, onde pequenos agricultores familiares cultivam pupunha, mandioca, hortaliças, banana, dentre outros. Existem ainda pequenas pastagens e criação de animais, mas apesar do uso a UP mantém a maior parte da cobertura vegetal ao longo das Áreas de Preservação Permanente (APP).

A mudança na paisagem desta unidade é marcada por elementos antrópicos significativos, de um lado pelas linhas de transmissão de energia e do outro pela rodovia PR-508. Ao longo da estrada de acesso que acompanha o rio concentram-se algumas residências e chácaras de veraneio, sendo que esta área é considerada a parte rural da Colônia Pereira.

FIGURA 29: RESIDÊNCIAS E CHÁCARAS AO LONGO DA VIA




FONTE: o autor (2019).

FIGURA 30: ÁREA RURAL DA COLÔNIA PEREIRA



FONTE: o autor (2019)

QUADRO 4: UP02 - AMBIENTE RURAL

	<b>Unidade de Paisagem</b>
	UP02 - Ambiente Rural
	<b>Vegetação predominante</b>
	- FOD de Terras Baixas; - Mata ciliar indiferenciada; - Trechos consideráveis de mata contínua.
	<b>Uso do Solo predominante</b>
	- Matriz rural pouco desenvolvida, -Extensas áreas de floresta bastante alteradas; - Chácaras de veraneio.
<b>Estado Hemerobiótico</b>	
Meso-hemerobiótico Hemerobia Baixa	

FONTE: o autor (2020); imagem Google Earth (2020).

- UP03: Ambiente Urbanizado

A UP03 possui o grau de hemerobia mais elevado da Microbacia, entre média e alta, podendo ser classificado como Eu-hemerobiótico, pois nela estão os elementos antrópicos com maior impacto na região, a rodovia PR-508 (FIGURA 29) construída em 1987 e a atividade mineradora que explora o local extraindo pedra, areia, argila e saibro desde 1991.

FIGURA 31: RODOVIA PR-508 (ALEXANDRA-MATINHOS)



FONTE: o autor (2019).

A PR-508 também conhecida como Alexandra-Matinhos, em poucas décadas determinou a configuração da paisagem, influenciando diretamente na ocupação humana e na dinâmica ecossistêmica da região. Pode ser considerada um elemento de alta hemerobia, pois fragmentou a paisagem modificando o curso dos rios na planície, dentre tantos outros impactos socioambientais relacionados.

A construção da rodovia, que seguiu em parte o traçado da antiga estrada das colônias, dividiu topograficamente a região entre a Serra da Prata e a Planície Litorânea, formando uma barreira de contenção e alagando as terras e residências dos moradores no período chuvoso. Além disso, até hoje não existe acostamento nem passagens de fauna, sendo responsável por atropelamentos de animais silvestres e de acidentes envolvendo pessoas da comunidade.

FIGURA 32: ACESSO À SEDE DA COMUNIDADE COLÔNIA PEREIRA



FONTE: o autor (2020).

A empresa de exploração mineral instalada na região (Figura 33) impacta também na questão socioeconômica local, uma vez que gera emprego e renda para moradores da comunidade Colônia Pereira. Nesta UP encontra-se a Sede da comunidade, onde está a maior concentração de moradias e onde é possível verificar o crescimento da ocupação, podendo ser vista como uma área de expansão urbana dos Municípios de Matinhos e Paranaguá.

FIGURA 33: ATIVIDADE DE MINERAÇÃO NA MICROBACIA



FONTE: Grupo Nova Prata (2019)

Nesta região, os remanescentes da Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas recobrem a planície costeira que apresenta solo arenoso, bastante permeável mas com lençol freático muito próximo à superfície, o que deixa o local muito suscetível à diversos tipos de contaminação. Essas características representam grandes dificuldades com relação ao saneamento, pois a coleta de efluentes não conta com a gravidade devido ao relevo plano, dificultando a instalação e manutenção, assim como as fossas sépticas ficam em contato direto com o lençol freático.

QUADRO 5: UP03 - AMBIENTE URBANIZADO

	<b>Unidade de Paisagem</b>
	UP03 - Ambiente Urbanizado
	<b>Vegetação predominante</b>
	- FOD de Terras Baixas; - Mata ciliar diferenciada; - Diversos estágios de sucessão ecológica.
	<b>Uso do Solo predominante</b>
	- Área de expansão urbana; - Áreas de ocupação irregular; - Áreas de mineração; - Infraestrutura, drenagem e saneamento precários.
<b>Estado Hemerobiótico</b>	
Eu-hemerobiótico Hemerobia Média / Alta	

FONTE: o autor (2020); imagem Google Earth (2020).

- UP04 - Ambiente Planície Litorânea

A última UP identificada na Microbacia apresenta Hemerobia muito baixa, classificada como Meso-hemerobiótico ou semi-natural, pois nesta área a paisagem volta a ter as feições características da planície litorânea. Ainda existem algumas propriedades e áreas desmatadas ao longo da estrada não pavimentada que se estende até as proximidades do encontro do Rio Colônia Pereira com o Rio das Pombas, onde localiza-se a captação de água, representando o limite desta Microbacia.

FIGURA 34: ESTRADA SENTIDO PLANÍCIE LITORÂNEA



FONTE: o autor (2020).

QUADRO 6: UP04 - AMBIENTE PLANÍCIE LITORÂNEA

	<b>Unidade de Paisagem</b>
	UP04 - Ambiente Planície Litorânea
	<b>Vegetação predominante</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- FOD de Terras Baixas;</li> <li>- Mata ciliar indiferenciada;</li> <li>- Trecho considerável de mata contínua;</li> <li>- Áreas planas e alagáveis.</li> </ul>
	<b>Uso do Solo predominante</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Áreas de plantio e criação de animais;</li> <li>- Áreas desmatadas;</li> <li>- Área pouco habitada.</li> </ul>
	<b>Estado Hemerobiótico</b>
	Meso-hemerobiótico Hemerobia Muito Baixa

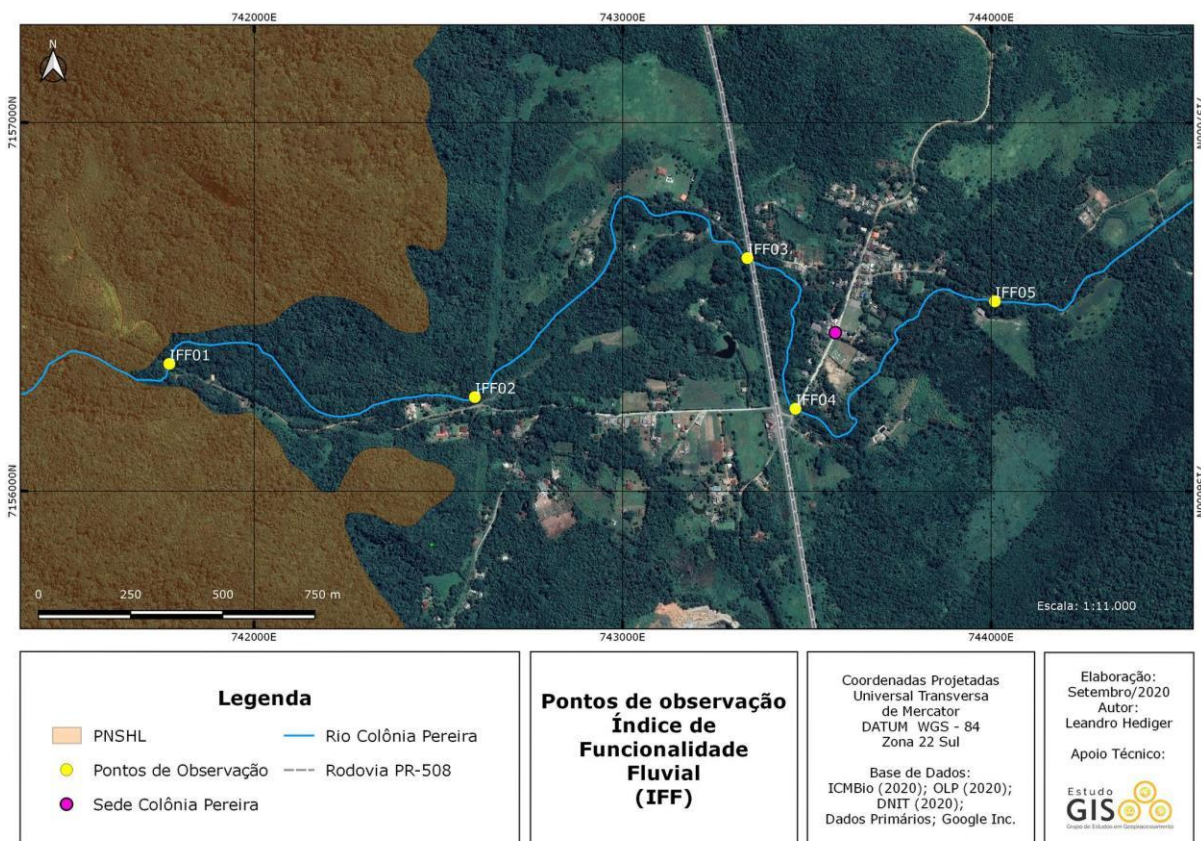
FONTE: o autor (2020); imagem Google Earth (2020).

### 5.3 ÍNDICE DE FUNCIONALIDADE FLUVIAL - IFF

Para aplicação do Índice de Funcionalidade Fluvial, primeiramente foram definidos os pontos de observação (Figura 35), considerando a facilidade de acesso à margem do Rio Colônia Pereira, de modo a não invadir propriedades particulares. Utilizando a cartografia disponível, imagens de satélite e foteointerpretação, foi possível definir 05 (cinco) pontos estratégicos para observação e aplicação do IFF, distribuídos ao longo da microbacia e denominados de IFF01 a IFF05.

Sendo o primeiro (IFF01) no mesmo local da coleta de amostra de água (CP01), o segundo ponto (IFF02) a cerca de 900m a jusante, onde as torres de energia elétrica se destacam na paisagem, o terceiro ponto de observação (IFF03) localizado 800m a jusante, sobre a ponte da PR-508, o quarto ponto (IFF04) a 600m do anterior sobre a ponte que dá acesso a Sede da Colônia Pereira e o quinto e último ponto (IFF05) no mesmo local escolhido para coleta de amostra de água (CP02), localizado cerca de 700m do anterior, perfazendo uma distância de aproximadamente 3 Km do trecho do Rio Colônia Pereira que passa por dentro da Comunidade.

FIGURA 35: PONTOS DE OBSERVAÇÃO - IFF

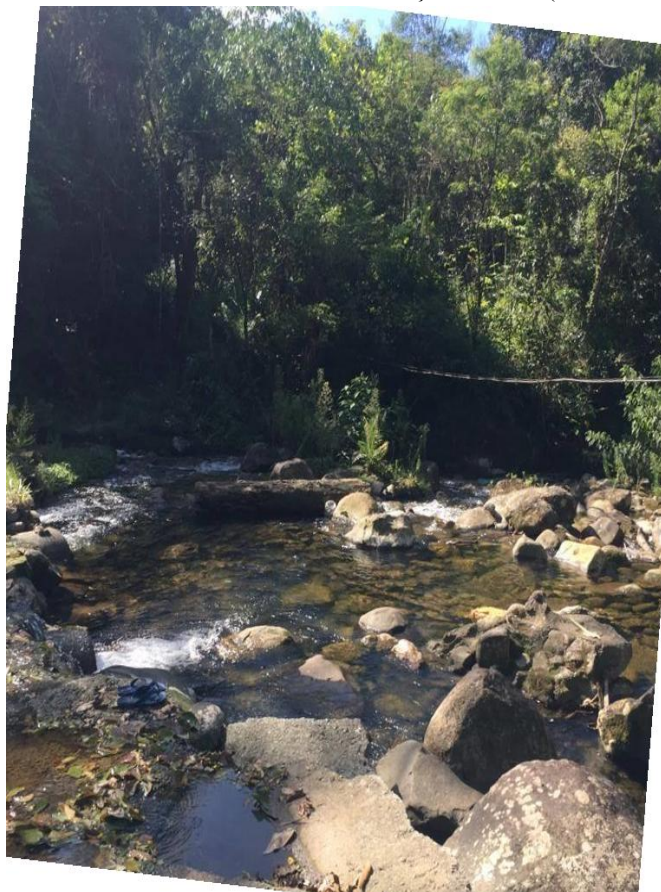


FONTE: Leandro Hediger / Estudo GIS (2020).

- Ponto de Observação IFF01

O mesmo local escolhido para coleta de amostras de água para aplicação do método para determinação do Índice de Qualidade da Água (IQA), denominado para o estudo como Colônia Pereira 01 (CP01), foi também utilizado para observação e aplicação do Índice de Funcionalidade Fluvial (IFF), sendo o primeiro ponto denominado IFF01. Localizado a montante da Colônia Pereira, próximo aos limites do Parque Nacional Saint Hilaire/Lange (Figuras 36 e 37).

FIGURA 36: PONTO DE OBSERVAÇÃO IFF01 (JUSANTE)



FONTE: o autor (2019).

O acesso acontece por via secundária sem pavimentação que acompanha o curso do Rio Colônia Pereira a partir da PR-508 (Rodovia Alexandra-Matinhos), até esse ponto (IFF01) onde a estrada cruza o rio sentido Serra da Prata. São cerca de 1,5 km partindo da PR-508 e ao longo dessa estrada estão localizadas a maioria das propriedades dessa área, que é considerada a “área rural” da Comunidade Colônia Pereira.

FIGURA 37: PONTO DE OBSERVAÇÃO IFF01 (MONTANTE)



FONTE: o autor (2019).

O ponto de observação IFF01 representa o trecho mais preservado do rio, justamente porque localiza-se próximo aos limites do PNSHL, sendo área de entorno da UC de proteção integral, no local foi possível verificar uma coexistência entre as áreas naturais e o uso antrópico, pois apesar de não ser habitado o local é bastante utilizado para lazer durante a temporada de verão (Figura 28).

Tal uso gera impacto considerável pois o local não conta com nenhuma estrutura turística que minimize os danos (estacionamento, churrasqueira, sinalização de trilhas). Diversas de suas características naturais seguem preservadas apesar de algumas alterações relevantes, como a deposição de concreto no leito do rio (Figura 38), visando a travessia de carro em direção à algumas propriedades e atualmente aos limites do PNSHL.

FIGURA 38: IFF01 - DEPOSIÇÃO DE CONCRETO



FONTE: o autor (2019).

As duas margens apresentam mata ciliar bem preservada com formações funcionais complementares e extensa zona de vegetação perifluvial. Em uma das margens a vegetação está intacta e na outra existem rupturas causadas pela presença da estrada de acesso e da deposição de concreto (ponte improvisada), intervenções artificiais que alteraram o leito natural do rio, bem como sua diversidade morfológica.

Percebe-se um regime perene em que a largura do leito úmido permite o escoamento sem perturbação, sendo o leito formado por pedregulhos e troncos incrustados sem sinais de erosão. Parece haver boa adequação íctica apesar do represamento no local, o que também favorece o acúmulo de detritos vegetais em alguns períodos, assim como a comunidade bentônica se mostra diversificada e adaptada ao tipo fluvial.

Com a aplicação do formulário proposto pelo método no ponto de observação IFF01, foi aferido o índice de funcionalidade fluvial de 275 (Tabela 5), considerado nível de funcionalidade I com avaliação excelente, sendo representado pela cor azul na Figura 55, mapa que espacializa o resultado do IFF de cada trecho observado da Microbacia.

TABELA 5: ÍNDICE DE FUNCIONALIDADE FLUVIAL IFF01

VALOR DO IFF01	NÍVEL DE FUNCIONALIDADE	AVALIAÇÃO DA FUNCIONALIDADE	CORES
275	I	excelente	Azul

FONTE: o autor (2021).

- Ponto de Observação IFF02

O segundo ponto de observação, denominado IFF02 localiza-se próximo às linhas de transmissão de energia, cerca de 900 metros à jusante, devido à dificuldade de acesso ao rio, pois nesse ponto já é comum a presença de propriedades particulares cercadas à beira do rio (Figura 39). As torres de energia constituem um recorte na paisagem que separa a área contínua de vegetação da área ocupada para uso agrícola e chácaras de lazer.

FIGURA 39: PROPRIEDADES AO LONGO DO RIO



FONTE: o autor (2019).

Algumas formações ciliares foram substituídas por áreas de lazer (Figura 40), a extensão da vegetação perfluvial varia em alguns pontos de 10 a 30 metros seguida da ruptura causada pela própria estrada de acesso. Ainda assim demonstra boas condições hídricas sem perturbação no escoamento e eficiência nas inundações.

FIGURA 40: ALTERAÇÕES NA ÁREA DE MATA CILIAR



FONTE: o autor (2019).

FIGURA 41: PONTO DE OBSERVAÇÃO IFF02



FONTE: o autor (2019).

O leito do rio é formado por pedregulhos, troncos e fragmentos fibrosos que funcionam como estruturas de retenção impedindo também a erosão nesse ponto (Figura 41), apresenta certa diversidade morfológica apesar da intervenção artificial representada pela supressão da vegetação, resultado do tipo de uso e ocupação do solo.

O resultado do índice de funcionalidade fluvial no ponto IFF02 foi 220 (Tabela 6), nível de funcionalidade II, que pode ser avaliado como bom na escala sendo representado pela cor verde na Figura 55, mapa que espacializa o resultado do IFF de cada trecho observado da Microbacia.

TABELA 6: ÍNDICE DE FUNCIONALIDADE FLUVIAL IFF02

VALOR DO IFF02	NÍVEL DE FUNCIONALIDADE	AVALIAÇÃO DA FUNCIONALIDADE	CORES
220	II	bom	Verde

FONTE: o autor (2021).

- Ponto de Observação IFF03

O ponto de observação denominado IFF03 fica na PR-508 (Figura 42) sobre a ponte que cruza o Rio Colônia Pereira (Figura 43), em torno de 800 metros do ponto anterior. O local é bastante impactado pela estrutura viária e marca o início de outro perfil de ocupação e uso do solo, desse trecho em diante observa-se a maior concentração de moradias da Microbacia, com visível expansão da ocupação de áreas próximas ao rio e portanto APP's.

FIGURA 42: PONTE PR-508 X RIO COLÔNIA PEREIRA



FONTE: o autor (2020)

FIGURA 43: PONTO DE OBSERVAÇÃO IFF03



FONTE: o autor (2020).

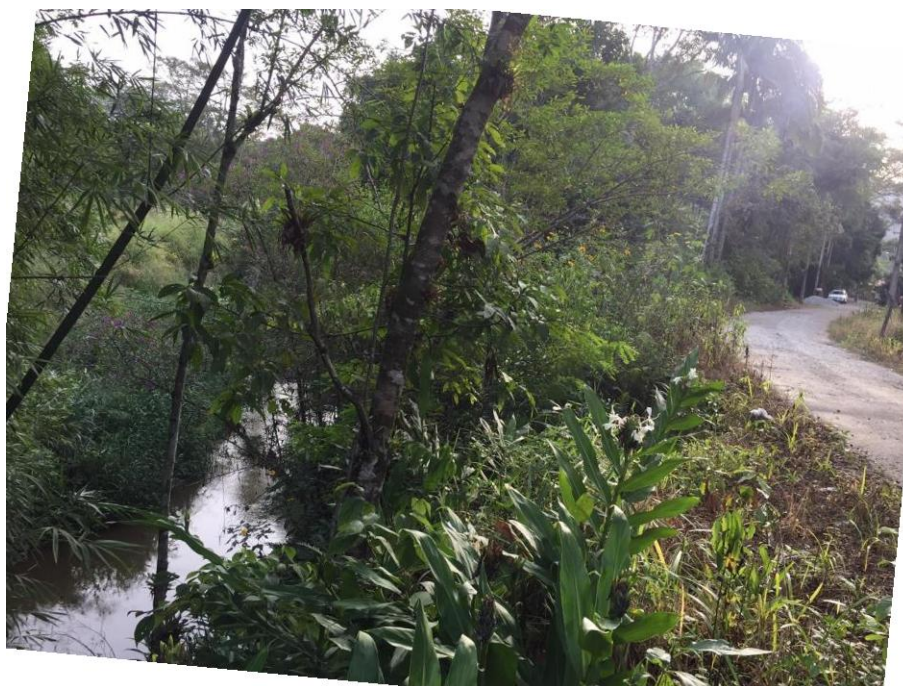
A antropização e urbanização desse ponto impactou as formações ciliares reduzindo drasticamente a extensão da vegetação. Essas rupturas causadas pela rodovia, vias secundárias de acesso (Figura 45) e ocupações de áreas irregulares contribuem para o cenário de erosão e comprometimento das condições hídricas do local, que neste ponto não possui mais estruturas de retenção.

FIGURA 44: EROSÃO NO PONTO IFF03



FONTE: o autor (2020).

FIGURA 45: ESTRADA DE ACESSO E OCUPAÇÃO



FONTE: o autor (2020).

Os aspectos relacionados à ocupação e urbanização dessa área comprometem significativamente a funcionalidade fluvial, e segundo a metodologia aplicada, resulta em um índice de 160, nível III que é considerado razoável (Tabela 7), representado pela cor amarelo na Figura 55 que espacializa o resultado do IFF de cada trecho observado da Microbacia.

TABELA 7: ÍNDICE DE FUNCIONALIDADE FLUVIAL IFF03

VALOR DO IFF03	NÍVEL DE FUNCIONALIDADE	AVALIAÇÃO DA FUNCIONALIDADE	CORES
160	III	razoável	Amarelo

FONTE: o autor (2021).

Esse resultado evidencia a mudança na paisagem se comparado ao ponto de observação imediatamente anterior e o baixo nível do índice se deve principalmente ao impacto das infraestruturas, ocupações irregulares e falta de planejamento urbano, tendo em vista que estas são áreas de expansão urbana de Matinhos e Paranaguá.

- Ponto de Observação IFF04

O quarto ponto de observação escolhido para aplicação do formulário, fica na ponte de acesso à Sede da Comunidade Colônia Pereira (Figura 46), denominado IFF04, este ponto fica distante cerca de 700 metros do anterior e possui características parecidas com o ponto anterior, tendo como maiores impactos as estruturas viárias e o adensamento da comunidade.

FIGURA 46: PONTE NA ENTRADA DA COLÔNIA PEREIRA



FONTE: o autor (2020).

FIGURA 47: PONTO DE OBSERVAÇÃO IFF04 (MONTANTE)



FONTE: o autor (2020).

É possível identificar a presença de formações ciliares e funcionais nesse ponto (Figura 47), porém não muito extensas e sem continuidade em alguns locais. O leito mais arenoso, não possui muitas pedras e conta com poucas estruturas de retenção, formadas por galhos e acúmulo de matéria orgânica (Figura 48).

FIGURA 48: PONTO DE OBSERVAÇÃO IFF04 (JUSANTE)



FONTE: o autor (2020).

O método apontou um índice de funcionalidade fluvial de 145 neste ponto (Tabela 8), nível III e avaliação razoável, seguindo o padrão identificado no ponto anterior, impactado pelas estruturas viárias, maior fragmentação e presença de exóticas e herbáceas na zona perifluvial primária. O IFF desse trecho é representado pela cor amarelo na Figura 55 que demonstra o resultado do índice na Microbacia.

TABELA 8: ÍNDICE DE FUNCIONALIDADE FLUVIAL IFF04

VALOR DO IFF04	NÍVEL DE FUNCIONALIDADE	AValiaÇÃO DA FUNCIONALIDADE	CORES
145	III	razoável	Amarelo

FONTE: o autor (2021)

- Ponto de Observação IFF05

O local escolhido para observação, denominado IFF05, coincide com o ponto de coleta de amostra de água (CP02) e representa o último trecho do Rio Colônia Pereira. Está localizado 700 metros a jusante do ponto IFF04 e representa o trecho final da microbacia, desaguando no Rio das Pombas onde encontra a captação de água para consumo humano.

Neste ponto a via de acesso se aproxima bastante do curso do rio, comprometendo a vegetação perifluvial (Figura 49), no local encontram-se ruínas de uma ponte que dava acesso à propriedade particular, o qual contribui para o acúmulo de matéria orgânica e fragmentos vegetais que acaba represando a água e acelerando o processo de erosão, visível nos bancos escavados, deslizamentos de terra e raízes a mostra.

FIGURA 49: PONTO DE OBSERVAÇÃO IFF05 (MONTANTE)



FONTE: o autor (2019).

As propriedades e construções também estão muito próximas ao rio neste trecho (Figura 50) e começam a ficar mais escassas a partir desse ponto, onde identificam-se algumas áreas desmatadas, principalmente ao longo da estrada que acompanha o rio, representando rupturas na vegetação ciliar mas que começa a apresentar novamente as características naturais da Planície Litorânea, devido a dificuldade de acesso às proximidades da confluência com o Rio das Pombas que mais adiante deságua no Rio Guaraguaçu.

FIGURA 50: OCUPAÇÃO PRÓXIMA AO PONTO IFF05



FONTE: o autor (2019).

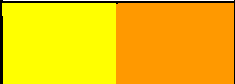
FIGURA 51: PONTO DE OBSERVAÇÃO IFF05 (JUSANTE)



FONTE: o autor (2019).

O índice de funcionalidade fluvial aferido a partir da aplicação do formulário no ponto IFF05 foi de 120 (Tabela 9), sendo que seu nível ficou entre III e IV, considerado razoável-ruim e representado pelas cores amarelo/laranja na imagem que demonstra o IFF da Microbacia (Figura 55). Esse resultado ficou abaixo do IFF dos trechos anteriores, pois os impactos observados possuem peso significativo no índice, uma vez que o foco da metodologia está na integridade da vegetação e no estado do território circundante.

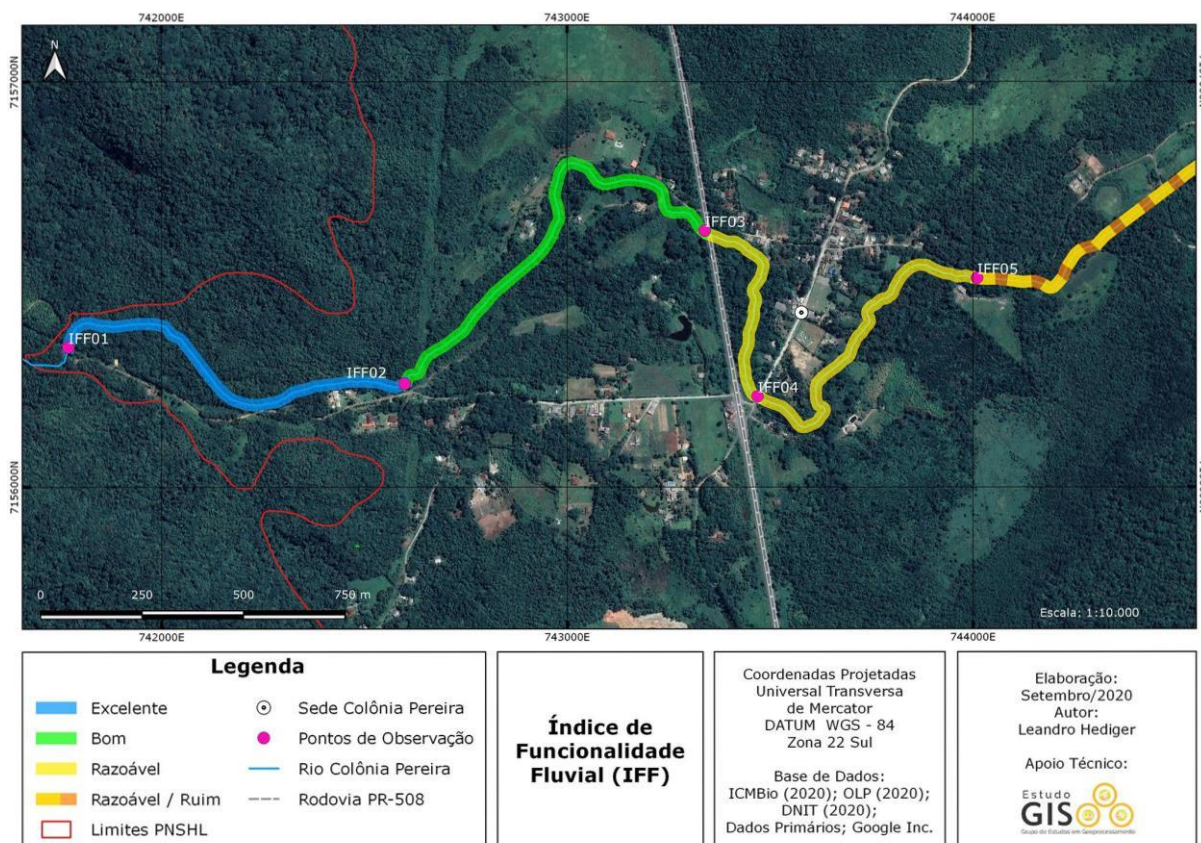
TABELA 9: ÍNDICE DE FUNCIONALIDADE FLUVIAL IFF05

VALOR DO IFF05	NÍVEL DE FUNCIONALIDADE	AVALIAÇÃO DA FUNCIONALIDADE	CORES
120	III - IV	razoável - ruim	

FONTE: o autor (2021).

Para traduzir os resultados da aplicação do IFF, a avaliação e os respectivos níveis de funcionalidade foi elaborado o Mapa de Funcionalidade da Microbacia, onde os trabalhos de campo foram espacializados através de ferramentas de geoprocessamento, resultando em informações com bases georreferenciadas que possibilitam um retrato do estado ambiental desse ecossistema fluvial e podem subsidiar ações de gestão do território.

FIGURA 52: ÍNDICE DE FUNCIONALIDADE FLUVIAL



FONTE: Leandro Hediger / Estudo GIS (2020).

A Figura 52 demonstra em escala de 1:10.000 os níveis de funcionalidade do Rio Colônia Pereira, sendo que cada trecho reflete os valores numéricos obtidos com a aplicação do formulário IFF associada à avaliação que varia de Excelente a Razoável / Ruim e é representada por uma cor correspondente. A representatividade dos pontos de observação em cada unidade de paisagem possibilita a identificação de elementos essenciais para a análise daquele ambiente e permite a associação do índice aos impactos identificados.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A região é considerada uma das maiores áreas remanescentes de Mata Atlântica do estado do Paraná (ZEE-PR: Litoral, 2016) e isso se deve a dois fatores principais: características naturais da região (altitude, declividade, aptidão agrícola, áreas com influência de marés, etc.) e criação e gestão de unidades de conservação. Estes dois fatores contextualizam a situação de diversas microbacias na região da Serra da Prata, que possuem suas nascentes no interior de UC's, nesse caso no Parque Saint Hilaire/Lange e atravessam comunidades rurais desembocando nos principais rios da planície litorânea.

A aplicação de uma combinação de metodologias para uma análise integrada da paisagem, utilizando a microbacia hidrográfica como unidade de trabalho, se mostrou prática e adequada quando conciliada com a gestão participativa, podendo ser aplicada em parceria com outros atores sociais, órgãos ambientais, universidades e demais instituições públicas e privadas, fortalecendo a participação social através de comitês de gestão e conselhos.

No decorrer da pesquisa e da aplicação dos métodos foi possível aferir como o uso e ocupação do solo impactam a microbacia, alterações causadas pelas rodovias e acessos, as atividades agro-industriais como pecuária e mineração, assim como a expansão urbana e ocupação de áreas sem infraestrutura adequada de saneamento são fatores que impactam diretamente os recursos naturais e ficam bastante evidentes a partir da análise integrada.

Como apontado, conhecer a realidade da condição da qualidade dos corpos hídricos brasileiros não é uma tarefa fácil, a rede de monitoramento não chega a essas microbacias rurais e esse conhecimento é fundamental para a gestão dos recursos hídricos, sendo essencial para as ações de planejamento e gestão do território. A participação da comunidade em todas as etapas do projeto, em conjunto com demais atores sociais e intermédio de técnicos ambientais capacitados permitem integrar o trabalho de gabinete ao trabalho de campo, facilitando diversos aspectos logísticos e econômicos.

À medida que entendemos a ocupação do território e o nível de conhecimento da comunidade quanto às práticas agroecológicas podemos formar o cenário no qual a metodologia deve se adaptar. Quando identificamos fatores que comprometam a qualidade ambiental da microbacia, como uso inapropriado de agroquímicos, disposição de dejetos de animais, lixo, resíduos industriais e esgoto por exemplo, convém complementar as análises a fim de apontar previamente contaminações por agrotóxicos ou coliformes fecais.

Toda a complexidade da microbacia compreendida pela interação dos seus elementos físicos, biológicos, sociais, políticos, culturais e econômicos demonstram que tal definição

espacial de um ecossistema permite um estudo detalhado das problemáticas locais, possibilitando uma visão global da situação ambiental e, conseqüentemente a elaboração de planos de ação adequados, viáveis e eficientes para a conservação de solos e água.

Mesmo tratando-se de um espaço geográfico menor, a microbacia apresenta nível de complexidade ambiental suficiente para permitir a análise e o monitoramento de interações socioambientais. Isso justifica que esteja se tornando uma referência enquanto unidade natural de planejamento e gestão, suprindo as demandas ambientais em torno de alterações advindas do uso e ocupação da área de drenagem.

A análise integrada pode ser aplicada em período relativamente curto, desde que a amostragem seja representativa quanto aos períodos seco e chuvoso da região, sendo suficiente um ciclo anual, de maneira que conhecimentos relacionados às características regionais e sazonais sejam assimiladas e vivenciadas durante o processo, evidenciando o clima, a pluviosidade, as estações do ano e a relação direta com a dinâmica hidrológica da microbacia e conseqüentemente a qualidade da água.

As ferramentas e instrumentos necessários para aplicação dos métodos são de fácil acesso, assim como encontram-se disponíveis e são de uso comum de diversas instituições de gestão, pesquisa e educação, que normalmente já figuram como atores sociais nestes territórios e são parceiros em potencial para este tipo de ação. Também é possível identificar iniciativas, projetos e ações realizadas por diversos órgãos de fomento, que visam a caracterização dos rios e o monitoramento da qualidade da água sob uma perspectiva socioambiental, incluindo as comunidades através da gestão participativa.

As análises laboratoriais necessárias para o IQA consistem em ensaios simples e alguns parâmetros são facilmente aferidos em campo, como as medições de pH, temperatura e oxigênio dissolvido. Os ensaios laboratoriais já são bastante utilizados e normalmente encontram-se em rotina nos laboratórios e instituições governamentais, podendo ser acessado através de parcerias e apoios já regulamentados, à exemplo da Resolução SEMA 003/2006 no Paraná (anexo). A economicidade é um fator importante do projeto, o que facilita para que organizações sociais como associações de moradores ou comitês de gestão possam implementar a Análise Integrada de Microbacia a um baixo custo.

A integração das metodologias escolhidas acompanhadas de fichas de campo, fotos, imagens aéreas e mapas, permite a realização de um registro histórico, que documenta o estado geral da microbacia sob vários aspectos naquele momento, podendo subsidiar o planejamento de ações na gestão do território, bem como formando uma base de dados comparativa para

análises posteriores e acompanhamento efetivo da ocupação do espaço e seus impactos na microbacia hidrográfica.

A disponibilidade de base cartográfica, bem como imagens aéreas e de satélite permitem atualmente o acesso fácil aos dados e informações georreferenciadas. Este material aliado a ferramentas de geoprocessamento e softwares livres permitem uma perspectiva mais ampla do território, facilitando a definição dos limites da área de estudo e do desenho amostral, fornecendo informação e segurança para os trabalhos de campo, bem como auxiliando na aplicação das metodologias e na espacialização dos dados e resultados.

O estudo da funcionalidade fluvial da microbacia além de ajudar a caracterizar o rio, serve para identificar trechos degradados e elementos individuais a serem recuperados, sendo útil na definição de estratégias de proteção e possíveis medidas corretivas. Para a correta aplicação do método IFF, embora o questionário permita detectar objetivamente as características fluviais, é essencial o conhecimento adequado da ecologia dos rios, pois sua análise requer uma leitura crítica do ambiente, resultando em uma avaliação correta da funcionalidade e possibilitando interferências mais precisas na gestão e proteção ambiental.

A dinâmica do estudo permite demonstrar de forma prática como a qualidade destas áreas de mananciais, além da relação direta com a produção de água e suporte aos processos ecológicos aquáticos, está relacionada com diversos outros serviços ambientais, como a regulação climática, recursos genéticos, controle de doenças, serviços culturais, controle de enchentes, controle de erosão, manutenção da biodiversidade, sequestro de CO<sub>2</sub>, produção de alimentos, produção florestal, entre outros.

Como a participação da sociedade civil na criação e gestão de unidades de conservação já é prevista no SNUC, a integração da comunidade com os diversos órgãos mostra-se o melhor caminho para garantir uma efetiva participação social nesses processos. A gestão participativa além de aproximar esses parceiros na conservação da natureza, contribui para a ampliação da consciência ambiental, uma vez que as populações locais se sentem reconhecidas quanto à diversidade socioambiental e cultural e se empenham em garantir o manejo adequado, o desenvolvimento sustentável e a qualidade de vida na região.

A qualificação da comunidade quanto à comercialização e o controle da produção comunitária são atributos que precisam ser fomentados, de modo a agregar renda e fortalecer a organização coletiva. Os jovens precisam ser incluídos nas diversas manifestações da comunidade, nas comissões de trabalho e na rotina das associações de moradores, inclusive integrados aos idosos, que contribuem significativamente, principalmente no levantamento de

informações, hábitos, costumes e usos dos recursos naturais.

A realização de reuniões, seminários, oficinas, encontros para troca de experiências com outras comunidades e participação de lideranças em cursos, contribui para a resolução de conflitos ambientais, favorecendo a articulação com instituições que podem auxiliar na sustentação econômica e no alcance dos objetivos da comunidade, identificando potencialidades do território, como ecoturismo, piscicultura, apicultura, exploração de espécies nativas, dentre outros.

Através do conhecimento do seu território e dos processos da paisagem, a comunidade consegue compreender a velocidade e a intensidade das transformações daquele ambiente, assim como passa a considerar as potencialidades da natureza, seus limites e a disponibilidade dos recursos naturais. A modificação de uma paisagem é um processo muito dinâmico, onde ocorrem alterações constantes até que se comprometa sua capacidade de regeneração, e para que se respeite seus limites e suas funções ecológicas é imprescindível o planejamento das ações humanas de transformação e ocupação, inclusive buscando recuperar a naturalidade da paisagem.

Vale lembrar que entre 2019 e 2020 o Estado do Paraná registrou uma das estiagens mais severas dos últimos 30 anos, sendo considerada a maior crise hídrica desde o século 19 em Curitiba e região metropolitana, de acordo com os registros (SIMEPAR,2020). Além do longo período de estiagem, a crise possivelmente está relacionada à ausência de políticas públicas ambientais de preservação dos mananciais, das nascentes e dos rios, além da falta de proteção dos remanescentes florestais e do aumento do desmatamento.

Tricart (1977) define o conceito de sistema como um conjunto de fenômenos que se desenvolvem a partir dos fluxos de matéria e energia, que tem origem a partir de uma interdependência, no qual surge uma nova entidade global, integral e dinâmica, permitindo assim uma atitude dialética, a necessidade de análise e de visão do todo, a fim de se atuar sobre o meio ambiente.

Segundo Sachs (2012), é hora de aprendermos a caminhar com as duas pernas e combinar justiça social e prudência ambiental, sendo que as questões de justiça ambiental afetam profundamente o modo como criamos e nos apropriamos de riqueza. A ideia de cidadania planetária/ambiental global implica dar oportunidades justas a todos os habitantes. Estimulando a comunidade local a conhecer e valorizar o seu território, possibilitamos que as pessoas que ocupam esse espaço assumam a gestão dos recursos agindo em prol da conservação e preservação.

Por fim, em cumprimento ao objetivo de fornecer subsídio para ações de comunicação, capacitação e educação ambiental voltados às práticas sustentáveis de manejo, foi elaborada a “Cartilha: Gestão Participativa de Microbacias Hidrográficas” que consta como Apêndice deste trabalho. O documento estruturado sob a ótica da Gestão Participativa tem a pretensão de auxiliar nas pesquisas acerca da qualidade da água, visando uma análise integrada da paisagem em que a população local se aproprie das ferramentas e de fato participem das políticas públicas.

## REFERÊNCIAS

- ACSELRAD, H. (org.) **Cartografia social, terra e território**. Rio de Janeiro, IPPUR/UFRJ, 2013.
- ANA - Agência Nacional das Águas. **A Evolução da Gestão dos Recursos Hídricos no Brasil**. Brasília: ANA, 2002.
- APPA - AGENZIA PROVINCIALE PER LA PROTEZIONE DELL'AMBIENTE DI TRENTO. IFF 2007: Indice di Funzionalità Fluviale. Nuova versione del método revisionata e aggiornata. SILIGARDI M. coord. 340 p. Italia: 2007. Disponível em: <http://www.appa.provincia.tn.it/appa/pubblicazioni/-Acqua/pagina22.html>. Acesso em: janeiro/2019.
- BARACHO, M.L.G. **Estrutura Fundiária de Paranaguá: 1850-1900**. Dissertação de Mestrado em História do Brasil, Setor de Ciências Humanas, Letras e Artes, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 322 p., 1995.
- BARTHELMESS, A. **Histórias Dantanho: Fastígio, gloria & servidão na Costa do Mar**. Curitiba: Editora Kingraf, 2000.
- BEDÊ, L.C.; WEBER, M.; RESENDE, S.; PIPER, W.; SCHULE, W. Manual para Mapeamento de Biótopos no Brasil: base para um Planejamento Ambiental Eficiente. Fundação Alexander Brandt, 2ª edição, Belo Horizonte, 1997.
- BENTRUP, F.; KÜSTERS, J.; LAMMEL, J.; KUHLMANN, H. Life Cycle Impact Assessment of Land Use Based on the Hemeroby Concept. The international journal of life cycle assessment, Springer Berlin/Heidelberg, v.7, p. 339-348, n° 6, 2002.
- BERTALANFFY, L. **General systems theory**. New York: Braziller, 1968.
- BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ - BfN. **Landscape planning for sustainable municipal development**. Leipzig: German Federal Agency for Nature Conservation (Bundesamt für Naturschutz, BfN), 2002.
- BORN, R.; TALOCCHI, S. (coord). **Payment for Environmental Services: Brazil. Relatório elaborado com parte do projeto “Payment for Environmental Services in the Americas”** financiado pela Fundação FORD e dirigido pela Fundação PRISMA sob coordenação de Herman Rosa and Susan Kandel, 2002.
- BOTELHO, R. G. M. **Planejamento ambiental em microbacia hidrográfica**. In: **Erosão e conservação dos solos**. Orgs.: A. J. T. Guerra, A. S. Silva e R. G. M. Botelho. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 269-300, 1999.
- BRASIL. **Lei Federal no 9.985, de 18 de julho de 2000. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. Brasília, 2000.
- BRASIL. **Lei Federal nº 10.227, de 23 de maio de 2001. Cria o Parque Nacional de Saint-Hilaire/Lange, no Estado do Paraná e dá outras providências**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. Brasília, 2001.
- CAMPANILI, M.; SCHAFFER, W. B. **Mata Atlântica: manual de adequação ambiental**. Brasília: MMA/SBF, 2010.
- CAMPOS, Y. O. **Gestão Ambiental: Complexidade Sistêmica em Bacia Hidrográfica**. Tese de Doutorado, Pós-graduação em Geografia. Universidade Federal de Uberlândia, MG. 2010.
- CANDIDO, M. **Bacia Hidrográfica do Rio das Pombas, Litoral do Paraná, Brasil: Trajetórias, Vivências e Problemas Ambientais**. Dissertação de Mestrado. Universidade

- Federal do Paraná - Setor Litoral, Matinhos, 2019.
- CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Guia de coleta e preservação de amostras de água**. São Paulo, CETESB, 1988.
- CUNICO, C. (organizadora). **Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Paraná - Litoral**. Curitiba: ITCG, 2016.
- DUEÑAS, W.A.M. Estudio integrado Del grado de antropización (INRA) a escala Del Paisaje: Propuesta metodológica y evaluación. IASCP, Colombia, 2004. Disponível em: <[http://dlc.dlib.indiana.edu/dlc/bitstream/handle/10535/2342/MartinezDuenas\\_Estudio\\_040607\\_Paper266.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://dlc.dlib.indiana.edu/dlc/bitstream/handle/10535/2342/MartinezDuenas_Estudio_040607_Paper266.pdf?sequence=1&isAllowed=y)>. Acesso em: novembro/2019.
- EMATER. **Relatório de Planejamento do Programa de Gestão de Solos e Água em Microbacias**. Grupo Gestor Local. Não publicado. Paranaguá, 2013.
- FÁVERO, O. A.; NUCCI, J. C.; DE BIASI, M. Hemerobia na Floresta Nacional de Ipanema, Iperó/SP: conceito e método. In: VI CONGRESSO BRASILEIRO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO. 2004, Curitiba. Anais... CURITIBA: 2004. CD-ROM.
- FREITAS, P. L. & KERR, J. C. **As pesquisas em microbacias hidrográficas: situação atual, entraves e perspectivas no Brasil**. In: Manejo integrado de solos em Microbacias Hidrográficas.
- FUNCEME/CE. Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. **Qualigraf**, software desenvolvido por Gilberto Möbus, (2001). Disponível em: <http://www3.funceme.br/qualigraf/mi/midia/show/3>. Acesso em: 01/03/2019.
- GOLFARI, L.; CASER, R. L.; MOURA, V. P. G. **Zoneamento ecológico esquemático para reflorestamento no Brasil** (2a aproximação). Belo Horizonte: Centro de Pesquisa Florestal da Região do Cerrado, 1978. 66 p. (PRODEPEF. Série Técnica, 11).
- HAAREN, C., GALLER, C., OTT, S. Landscape planning. The basis of sustainable landscape development. Leipzig: Bundesamt für Naturschutz (Federal Agency for Nature Conservation), 2008.
- HABER, W. Using Landscape Ecology in Planning and Management. In: ZONNEVELD, I.S.; FORMAN, R.T.T. (Eds.) *Changing Landscapes: an ecological perspective*. New York: Springer-Verlag, 1990, 286p.
- HOUGH, M. *Naturaleza y ciudad. Planificación y procesos ecológicos*. Barcelona: Gustavo Gili, 1995, 315p.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnica da vegetação Brasileira. Manuais Técnicos em Geociências. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. 271 p. Brasília, 2012.
- IPPUR - Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano e Regional da Universidade Federal do Rio de Janeiro. **Cartografias Sociais e Território**. Rio de Janeiro IPPUR/UFRJ, 2008.
- JALAS J. **Hemerobe und hemerochore pflanzenarten**. Acta Soc. Pro fauna et flora. 72, n. 11, 1953.
- KRÖKER, R. Transformação da Paisagem e estado hemerobiótico do bairro de Santa Felicidade, Curitiba/PR. Curitiba, 2008. 113p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Paraná.
- MAACK, R. **Geografia Física do Estado do Paraná**. 3ª ed. Curitiba: Imprensa Oficial do Paraná. 2002.
- MATEO RODRIGUES, J. M.; SILVA, E. V. da; CAVALCANTI, A. P. B. *Geocologia das Paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental*. Fortaleza: UFC edições, 2007.

- MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Ecosystems and Human WellBeing. A Framework for Assessment**. Island Press, Washington, DC, EUA, 2003.
- MINEROPAR. **Mapeamento Geológico-Geotécnico da porção leste da Serra do Mar do Estado do Paraná. Relatório Técnico Geoplanejamento**. 91 p. Curitiba, 2011.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Gestão participativa do SNUC**. Secretaria de Biodiversidade e Florestas. Diretoria do Programa Nacional de Áreas Protegidas. Programa Áreas Protegidas da Amazônia. Brasília, 2004.
- MONTEIRO, C. A. F. 1995. **Geossistema: A história de uma procura**. Campinas, Ed. do Autor, Anexo 15. 1995.
- MONAUNI C., DALLAFIOR, V., CANEPEL, R. **Possibili impieghi dei risultati dell'applicazione dell'IFF (Indice di Funzionalità Fluviale)**. Trento, 2015.
- NASCIMENTO, F. R.; CARVALHO, O. Bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão geoambiental: uma proposta metodológica. *Revista Fluminense de Geografia*, n. 2, Niterói, 2003.
- NUCCI, J. C. **Qualidade Ambiental e Adensamento Urbano**. 2 ed. Curitiba, 2008.
- ODUM, E.P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1983.
- OLIVEIRA, E. M. **Educação Ambiental: Uma Possível Abordagem**. Brasília, 1996.
- PARANÁ. Resolução SEMA - 024/2006. **Institui as Diretrizes para a Gestão das Bacias Hidrográficas**. Secretaria de Recursos Hídricos e Meio Ambiente – SEMA/ PR, 2006.
- PARANÁ. **Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Paraná – Litoral**. Camila Cunico (Org). Curitiba: ITCG, 2016.
- PARQUE NACIONAL DE SAINT-HILAIRE/LANGE. **Informações Gerais**. Disponível em <<https://parnasainthilairrelange.wordpress.com/informacoes-gerais/>>. Acesso em: março/2019.
- PECQUEUR, B. **O desenvolvimento territorial: uma nova abordagem dos processos de desenvolvimento para as economias do Sul**. Campina Grande: Raízes, v. 24, n. 01 e 02, p. 10-22, 2005.
- RIBEIRO, A.G. Estruturas e processos na interpretação da paisagem geográfica. *Boletim de Geografia Teórica*, Rio Claro, v.15, n 29-30, p. 112-114, 1985.
- RODERJAN, C. V. et. al. As unidades fitogeográficas do estado do Paraná, Brasil. *Ciência e Meio Ambiente*, v.24, n.1, p. 75-42. 2002.
- SACHS, Ignacy. **De volta a mão invisível: os desafios da segunda cúpula da Terra no Rio de Janeiro**. São Paulo: Estudos Avançados, n. 26, v. 74, 2012, p. 7-20.
- SANTOS, J. O.; SOUZA, J. N. M. **Compartimentação Geoambiental e Riscos à Ocupação na Bacia Hidrográfica do Rio Cocó**. In: Anais XI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. São Paulo, 2005.
- SEMA - Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Bacias Hidrográficas do Paraná**. Série Histórica. Curitiba. 2013.
- SEMA. Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Bacias Hidrográficas do Paraná – Série Histórica**. 2015. Disponível em: <[http://www.meioambiente.pr.gov.br/arquivos/File/corh/Revista\\_Bacias\\_Hidrograficas\\_2015.pdf](http://www.meioambiente.pr.gov.br/arquivos/File/corh/Revista_Bacias_Hidrograficas_2015.pdf)>. Acesso em: 01/10/2019.
- SILIGARDI M., CAPPELLETTI C., CHIERICI E., CIUTTI F., EGADDI F., FRANCESCHINI A., MAIOLINI B., MANCINI L., MINCIARDI M.R., MONAUNI C., ROSSI G.L., SANSONI G., SPAGGIARI R., ZANETTI M. I.F.F. **Indice di Funzionalità Fluviale - Manuale di applicazione**. ANPA. 223p. Roma, 2000.

- SOS MATA ATLÂNTICA, INPE. **Atlas dos Municípios da Mata Atlântica**. Disponível em: <https://www.sosma.org.br/projeto/atlas-da-mata-atlantica/>. Acesso em: 20 jul 2019.
- SOUZA, E. R.; FERNANDES, M. R. **Sub-bacias hidrográficas: unidades básicas para o planejamento e a gestão sustentáveis das atividades rurais**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 21, n. 207, p.15-20, nov/dez. 2000.
- SPIRN, A. W. O jardim de granito. A natureza no desenho da cidade. São Paulo: EDUSP, 1995.
- SUKOPP, H.. Wandel von Flora und Vegetation in Mitteleuropa unter dem Einfluss des Menschen. Berichte über Landwirtschaft, Bd. 50/H.1: 112-139, 1972.
- TRICART, J. **Ecodinâmica**. IBGE, Rio de Janeiro, 1977.
- TROPPMAIR, H. (b). Ecossistemas e Geossistemas do Estado de São Paulo. Geografia 13(25):27-36, Rio Claro, 1983.
- TROPPMAIR, H. Biogeografia e Meio Ambiente. Rio Claro: edição do autor, 1989, 258p.
- TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. ABRH/Editora da UFRGS, (Col. ABRH de Recursos Hídricos, v.4). 2. Ed. Porto Alegre, 1997.
- VANHONI, F.; MENDONÇA, F. Revista Brasileira de Climatologia: O clima do Litoral do Estado do Paraná, 2008. Disponível em: <<http://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/viewFile/25423/17042>>. Acesso em: 01/10/2019.
- WHATELY, M; HERCOWITZ, M. **Serviços ambientais: conhecer, valorizar e cuidar: subsídios para a proteção dos mananciais de São Paulo**. São Paulo, Instituto Socioambiental, 2008.

## APÊNDICE

## CARTILHA - GESTÃO PARTICIPATIVA DE MICROBACIAS HIDROGRÁFICAS

## 1. INTRODUÇÃO

A expansão das áreas urbanas e industriais e a concentração de atividades antrópicas em algumas bacias hidrográficas acarretam um aumento preocupante do impacto sobre os recursos naturais. O aumento do processo erosivo, redução da infiltração, compactação do solo, erosão hídrica, esgotamento da fertilidade dos solos, sedimentação e eutrofização dos rios e lagos são fatores diretamente ligados à práticas de manejo de culturas inadequadas.

A condução de explorações agro-industriais em áreas incompatíveis com a capacidade de uso das terras causa inúmeros impactos e esses fatores reduzem a disponibilidade de água e comprometem sua qualidade, principalmente daquela destinada ao abastecimento público, inclusive das próprias comunidades rurais sujeitas à água contaminada por agrotóxicos e coliformes fecais.

A redução da qualidade ambiental pelo uso inapropriado de agroquímicos, disposição inadequada dos dejetos de animais, lixo, resíduos industriais, esgoto e outros poluentes, além da diminuição da cobertura vegetal e perda de habitats naturais têm ameaçado a conservação da biodiversidade. São fatores que estão relacionados ao desconhecimento de práticas agroecológicas e falta de compreensão sobre a ligação íntima entre economicidade e qualidade ambiental.

Entre os desafios na área ambiental no País, segundo a Agência Nacional das Águas - ANA, está justamente o conhecimento sobre a qualidade das águas. Informações esparsas ou inexistentes, ausência de redes de monitoramento adequadas em termos de frequência, parâmetros e representatividade em número de pontos de amostragem dificultam um diagnóstico mais preciso sobre a realidade da condição da qualidade dos corpos hídricos brasileiros.

A microbacia como unidade natural da paisagem e unidade de planejamento e trabalho, vem demonstrando cada vez mais sua condição singular de definição espacial de um ecossistema, dentro da qual é possível o estudo detalhado das interações entre o uso da terra e a qualidade da água. Isso permite aos técnicos de campo, aos produtores organizados e à comunidade local, uma visão global da situação ambiental, especialmente no que tange à gestão e conservação de solos e água e, conseqüentemente, possibilita a elaboração de planos de ação para a solução de conflitos socioambientais.

Neste sentido, a presente Cartilha tem por objetivo subsidiar discussões acerca da qualidade da água sob a ótica da Gestão Participativa, visando não somente a realização de uma análise integrada da paisagem com vistas a uma bacia hidrográfica, mas também a apropriação de ferramentas pertinentes e de fácil acesso para a comunidade local envolvida, permitindo um maior independência para com a população local e conseqüentemente a formação de políticas públicas que respeitem de fato as necessidades locais.

Utilizando a microbacia hidrográfica como unidade de paisagem é possível aplicar um modelo de análise integrada, através da participação social das comunidades que vivem nessas áreas de preservação, entornos de UC's e mananciais. Para avaliar a qualidade da água utilizamos o Índice de Qualidade da Água - IQA e para análise integrada da paisagem, as metodologias de Hemerobia e do Índice de Funcionalidade Fluvial -IFF, visando compor uma combinação replicável e de fácil aplicação por meio da gestão participativa.

## 2. DESENVOLVIMENTO

A bacia hidrográfica é uma área de captação natural da água de precipitação que faz convergir o escoamento para um único ponto de saída. Esta compõe-se de um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos de água que confluem até resultar em um leito único no seu exutório (TUCCI, 1997). Por se tratar de paisagens complexas, as microbacias constituem unidades de estudo dinâmicas, pois seus atributos mantêm conexões e interações funcionais, o que inclui as alterações e transformações causadas pelos agentes organizadores desse espaço.

A microbacia hidrográfica pode ser vista sob a óptica da paisagem difundida por Bertrand (1971), sendo a paisagem a entidade espacial que comporta características peculiares e elementos constituintes e definidores, uma vez que segundo Ferreira (2007), “a paisagem é determinada por atributos referentes a geomorfologia, clima, uso da terra, dentre outros.”

De acordo com Granjeiro (2004), a microbacia hidrográfica é uma unidade autônoma, fundamental aos estudos hidro-geomorfológicos, permitindo a identificação qualitativa e quantitativa do conjunto de processos que promovem a sua dinâmica, isso justifica o interesse pela bacia hidrográfica como unidade de estudo e gestão, considerando que a escolha mais adequada para a realização de uma análise ambiental integrada de ambientes fluviais, é trabalhar com as categorias de paisagem e microbacia hidrográfica.

Para realizar uma análise da bacia hidrográfica é necessário, segundo Nascimento (2003), “estudar além do corpo d'água, os intervenientes que modificam a sua qualidade ambiental. Incluindo aspectos socioeconômicos consequentes do uso e ocupação do solo, a jusante e a montante de cada bacia.” Neste contexto, a bacia hidrográfica é um espaço complexo e heterogêneo, cujos elementos se combinam e se misturam, refletindo as formas de sobrevivência de uma sociedade com o uso e a ocupação de sua área de drenagem.

Conforme Hissa e Machado (2004), o estudo de microbacias tem particularidades observadas na sua execução e nos resultados obtidos, pois esta categoria de análise, quando vista sob a óptica integradora da relação sociedade-natureza,[...] amplia o conhecimento dos impactos e do manejo inadequado das terras, possibilitando juntamente com as comunidades rurais discutir e desenvolver modelos de sistemas integrados de manejo, uso e gestão dos recursos hídricos.

A microbacia hidrográfica, segundo Botelho (2007), “é uma célula natural que pode ser delimitada sobre uma base cartográfica que contenha cotas altimétricas, como as cartas topográficas ou por meio de fotografias aéreas.” Dessa maneira, é possível avaliar de forma integrada as ações humanas sobre o ambiente e seus impactos no equilíbrio hidrológico. A sua dimensão e escala cartográfica permitem análises mais aprofundadas a respeito dos fatores de

exploração biológica, potencial ecológico, vulnerabilidades e manejo adequado.

A área da microbacia vai depender principalmente, dos objetivos da pesquisa e da análise de elementos que estarão envolvidos, como técnicas, recursos materiais, equipe de trabalho e tempo disponível, além dos interesses das comunidades envolvidas nos projetos (Freitas e Kerr, 1996; Botelho, 1999). Seus elementos apresentam interdependência, se mostrando ideal para o estudo, planejamento e gestão integrada, subsidiando o manejo sustentável dos recursos naturais que compõem sua área de drenagem.

Segundo Souza & Fernandes, (2000), além de constituir um instrumento coerente para o planejamento do uso dos recursos naturais e da ocupação do espaço geográfico, tanto rural quanto urbano, a metodologia de manejo integrado de bacias hidrográficas pode ser aplicada em uma variada gama de atividades inerentes às atividades antrópicas, principalmente relacionadas a estudos de impactos ambientais, planos de controle ambiental, planos diretores e de manejo, recuperação de áreas degradadas, proteção de mananciais para o abastecimento público e de reservatórios para a geração de energia e perenização de cursos d'água.

É possível elencar serviços ambientais diretamente relacionados com as áreas produtoras de água, bem como diversos serviços inter-relacionados à qualidade destas áreas de mananciais. Dentre estes serviços estão a regulação hídrica, purificação da água, suporte aos processos ecológicos aquáticos e a água como bem. Expandindo o conceito podemos citar a regulação climática, recursos genéticos, controle de doenças, serviços culturais, controle de enchentes, controle de erosão, manutenção da biodiversidade, sequestro de CO<sub>2</sub>, produção de alimentos, produção florestal, entre outros.

Born e Talocchi (2002) trazem uma boa definição, em que o termo serviços ambientais diz respeito aos benefícios indiretos gerados pelos recursos naturais ou pelas propriedades ecossistêmicas das inter-relações entre estes recursos e a natureza. Segundo estes autores, alguns exemplos de serviços ambientais são: produção e disponibilidade de água potável; regulação do clima; biodiversidade (atual ou potencial futuro); paisagem; fertilidade do solo; entre outros.

As áreas úmidas regulam as vazões de água, atenuando enchentes a jusante em épocas de cheias e armazenam água na época de seca, disponibilizando-a gradualmente. Além disso, absorvem, filtram, processam e diluem nutrientes, poluentes e resíduos. A vegetação dessas áreas elimina poluentes físicos, químicos e biológicos e captura sólidos suspensos, poluentes e organismos patogênicos. Ainda são áreas de alimentação e procriação para diversas espécies de água doce e marinha, bem como uma infinidade de produtos é extraída destas áreas.

Os solos de florestas possuem capacidade maior de armazenar água do que os solos de áreas sem florestas, a vegetação e as folhas caídas no chão (serapilheira) amenizam o impacto da água da chuva, que infiltra no solo lentamente ou escorre gradualmente para os rios. As raízes agregam o solo e evitam deslizamentos de terra e erosão, minimizando o carreamento de sedimentos para os rios.

Considerando todos estes fatores sob a ótica da gestão integrada de microbacias, a metodologia proposta nesta cartilha tem como suas principais ferramentas: o Mapeamento e Geoprocessamento, a Gestão Participativa, o Índice de Qualidade da Água - IQA, o método de

Hemerobia e o Índice de Funcionalidade Fluvial - IFF, os quais são caracterizados a seguir.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O objetivo da presente Cartilha é orientar a aplicação de metodologias integradas para análise de microbacias hidrográficas com foco na gestão participativa. Para tanto, faz-se necessário alguns objetivos específicos: organização de metodologias de análise integrada da paisagem com foco na gestão de microbacias hidrográficas; realização de diagnóstico simplificado da microbacia através dos aspectos socioambientais; monitoramento da qualidade ambiental integrando metodologias de análise e gestão participativa, e a espacialização das características e vulnerabilidades da área de estudo através de Sistema de Informações Geográficas.

Com foco na Gestão Participativa e na autonomia da aplicação pela comunidade local, considerando o contexto das comunidades tradicionais e da agricultura familiar, o presente estudo reuniu metodologias e ferramentas de fácil aplicação, de modo a fornecer subsídio para ações de comunicação, capacitação e educação ambiental voltados às práticas sustentáveis de manejo.

Para tal, foi utilizado um modelo para análise integrada de microbacias que visa proporcionar a participação social através de dinâmicas e práticas com sistemas e informações georreferenciadas, avaliando a qualidade da água através do Índice de Qualidade da Água - IQA e utilizando para análise integrada da paisagem, as metodologias de Hemerobia e do Índice de Funcionalidade Fluvial -IFF.

#### Mapeamento e Geoprocessamento

Um Sistema de Informação Geográfica (SIG) se caracteriza como um conjunto de programas (softwares), equipamentos e dados, todos integrados de forma a tornar possível a coleta, o armazenamento, o processamento e a análise de informações georreferenciadas, que são dados localizados na superfície terrestre e representados em uma projeção cartográfica.

Justamente pelo fato de proporcionar subsídio para interpretações inéditas das informações, “A utilização dos SIGs vêm crescendo rapidamente em todo o mundo, uma vez que possibilita um melhor gerenciamento de informações e conseqüente melhoria no processo de tomada de decisões em áreas de grande complexidade como planejamento municipal, estadual e federal, proteção ambiental, redes de utilidade pública, etc.” (LISBOA E IOCHPE, 1996).

Dessa maneira observa-se a multiplicidade de uso desses sistemas e seu caráter multidisciplinar de aplicação convergindo em uma importante, e muitas vezes imprescindível, ferramenta para o gestor. Pode-se também salientar a partir disso a grande utilidade dos SIG's para se realizar o zoneamento a que esse estudo se propõe, já que tal plataforma fornece o meio para se tratar e analisar as informações obtidas em banco de dados, legislações e em campo, bem como é possível encontrar diversas ferramentas gratuitas atualmente.

#### Gestão Participativa

A Lei 9.985/2000 que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza - SNUC, introduziu modificações importantes na política de criação e gestão de unidades de conservação, visando garantir uma maior e efetiva participação da sociedade nesses processos. Essas mudanças reforçam a ideia de que a participação da sociedade (comunidades locais, organizações não governamentais, poder público, órgãos governamentais de diversos setores, proprietários rurais, iniciativa privada, instituições de ensino e pesquisa) é fundamental para se alcançar os objetivos da conservação baseada em unidades de conservação.

Neste sentido foram criados os conselhos de gestão, espaços estes de caráter obrigatório, podendo ser consultivos ou deliberativos, conforme a categoria da unidade, sendo composto pelos diversos atores sociais, que podem ser representantes governamentais ou da sociedade civil. Possuem papel fundamental para o funcionamento do sistema de unidades de conservação, considerando a grande ocorrência de conflitos e que muitas dessas áreas têm recursos naturais a serem explorados, sendo necessária a busca de consensos, visando garantir o manejo adequado ao desenvolvimento da região.

Os conselhos devem promover os meios necessários e adequados para a efetiva participação das populações locais, buscando a legitimidade das representações e a equidade de condições de participação. Através da integração com os diversos órgãos, no sentido de promover a melhoria da qualidade de vida na região, deve reconhecer, valorizar e respeitar a diversidade socioambiental e cultural das populações tradicionais e de outras populações locais em condições de vulnerabilidade socioambiental.

A operacionalização da gestão participativa é uma prática que exige ordenamento e planejamento conjunto com todos os atores sociais, de modo a consolidar necessidades e objetivos comuns bem claros. A visibilidade dos atores e parceiros, suas relações e participação nesse processo, permite a contextualização dos aspectos sócio-ambientais e políticos, demonstrando a capacidade de contribuição de cada um.

### Índice da Qualidade da Água - IQA

Para avaliar a qualidade da água bruta visando seu uso para o abastecimento público, utiliza-se o Índice de Qualidade da Água - IQA, os parâmetros utilizados em seu cálculo são em sua maioria indicadores de contaminação causada pelo lançamento de esgotos domésticos. Alguns parâmetros devem ser aferidos em campo, como as medições de pH, temperatura da água, oxigênio dissolvido e condutividade, bem como as amostras devem ser transportadas refrigeradas para o laboratório, onde serão verificadas outras variáveis físicas e químicas, possibilitando uma análise e interpretação individual que estabeleça a correlação com as unidades de paisagem.

O IQA é composto por nove parâmetros, com seus respectivos pesos (w), que foram fixados em função da sua importância para a conformação global da qualidade da água. A Tabela a seguir apresenta os parâmetros e seus pesos.

TABELA 1: PARÂMETROS DO ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA - IQA

PARÂMETRO DE QUALIDADE DA ÁGUA	PESO (w)
Oxigênio dissolvido	0,17
Coliformes termotolerantes	0,15
Potencial hidrogeniônico - pH	0,12
Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO <sub>5,20</sub>	0,1
Temperatura da água	0,1
Nitrogênio total	0,1
Fósforo total	0,1
Turbidez	0,08
Fósforo total	0,08

FONTE: ANA (2004).

O cálculo do IQA é feito por meio do produtório ponderado dos nove parâmetros, segundo a seguinte fórmula:

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

sendo:

IQA = Índice de Qualidade das Águas. Um número entre 0 e 100;

$q_i$  = qualidade do  $i$ -ésimo parâmetro. Um número entre 0 e 100, obtido do respectivo gráfico de qualidade, em função de sua concentração ou medida (resultado da análise);

$w_i$  = peso correspondente ao  $i$ -ésimo parâmetro fixado em função da sua importância para a conformação global da qualidade, isto é, um número entre 0 e 1, de forma que:

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1$$

Sendo  $n$  o número de parâmetros que entram no cálculo do IQA.

Os valores do IQA são classificados em faixas, como a seguir para o Estado do Paraná:

TABELA 2: FAIXAS DE IQA UTILIZADAS NO ESTADO DO PARANÁ

Ótima	Boa	Razoável	Ruim	Péssima
91-100	71-90	51-70	26-50	0-25

FONTE: ANA (2004).

Para realizar o cálculo do IQA pode ser utilizado o programa QualiGraf , ferramenta desenvolvida em 2001 para uso interno do Departamento de Recursos Hídricos da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos - FUNCEME/CE, disponibilizado ao público gratuitamente através do site da instituição e atualizado em 2014 ampliando o leque de opções das análises gráficas.

### Hemerobia

Os ecossistemas naturais vêm sendo alterados significativamente, para servir a propósitos mais lucrativos, uma vez que existe grande dificuldade em demonstrar para a sociedade em geral quão valiosos são os serviços prestados pelo meio ambiente. Nesse contexto, muitas áreas naturais foram convertidas para outros usos por serem consideradas improdutivas.

Todavia, a avaliação da capacidade dos processos e componentes naturais de fornecerem benefícios e serviços que satisfaçam, direta ou indiretamente, às necessidades humanas (fisiológicas e psicológicas), vem sendo utilizada como uma das estratégias do “Planejamento da Paisagem” (BfN, 2002; HAAREN et al., 2008), o que enfatiza a importância ecológica e socioeconômica dos ecossistemas naturais.

Rodrigues et al. (2007) afirmam que o ser humano modifica a paisagem, mas não modifica o funcionamento das leis físicas, apenas muda sua condição de manifestar-se. Sendo assim, através do conhecimento sobre as estruturas e processos da paisagem, seria possível compreender a velocidade e intensidade em que a sociedade pode realizar tais transformações, de modo a respeitar os limites da paisagem e suas funções ecológicas, não comprometendo sua capacidade de regeneração.

Um termo capaz de sintetizar essas questões é “hemerobia” (JALAS,1955 apud TROPMAIR, 1989), que pode ser entendido como a totalidade de alterações nas paisagens, classificadas, assim, de acordo com graus de naturalidade (SUKOPP, 1972), bem como o grau de dependência tecnológica e energética para a manutenção das paisagens (HABER, 1990).

O conceito de hemerobia utilizado por Rodrigues et al. (2007) é entendido como o grau de “mudança e intensidade de modificação” da paisagem, considerando as paisagens naturais e semi-naturais como não modificadas ou levemente modificadas. Aferir o grau de modificação de uma paisagem, não é uma tarefa simples, uma vez que esse processo é muito dinâmico, sofrendo alterações constantes até atingir um nível máximo de desenvolvimento conforme as condições limitantes do meio.

Jalas (1955 apud TROPMAIR, 1989) é o proponente do termo “Hemerobia” e atribuiu ao mesmo o significado de “dominação e/ou alteração das paisagens” assim instituiu quatro graus hemerobióticos, do mais preservado ao mais antropizado: a-hemerobiótico; oligo-hemerobiótico; meso-hemerobiótico; eu-hemerobiótico.

Já o conceito desenvolvido por Sukopp (1972) define hemerobia como a totalidade dos efeitos do ser humano nos ecossistemas/paisagens, sendo esses efeitos voluntários ou não, estando mais adaptado para o uso em escalas maiores e também em paisagens urbanizadas.

QUADRO 2: GRAUS DE NATURALIDADE E DE ESTADO HEMEROBIÓTICO










Naturalidade	Estado hemerobiótico (hemero-cultivado)	Mudanças no substrato	Mudanças na estrutura	Mudanças na composição florística	Perda de espécies naturais (%)	Ganho de novas espécies (%)
Natural	A-hemerobiótico	não	não	não	0	0
Quase natural	Oligo-hemerobiótico	Pouco	Não	Maioria das espécies espontâneas	<1	5
Semi (agro) natural	Meso-hemerobiótico	Pouco Superficial	Outra vida dominante	Maioria das espécies espontâneas	1-5	5-12
Agrícola	Eu-hemerobiótico	Moderado e drástico	Dominam os cultivos	Poucas espécies espontâneas	6	13-20
Quase Natural	Poli-hemerobiótico	Substrato artificial, mudança drástica	Aberto-efêmero	Nenhuma e poucas espécies	2	21-80
Cultural	Meta-hemerobiótico	Substrato artificial	-	-	-	-

FONTE: Sukopp (1972).

Logo, as unidades de paisagem ao longo das microbacias podem ser definidas pela identificação, delimitação e caracterização mediante dados secundários e mapas existentes da região, com base nos objetivos da pesquisa. Esse trabalho quando realizado pela própria comunidade que ocupa o território tende a ser facilitado, uma vez que os atores sociais detêm o conhecimento sobre a história local e a ocupação da região, auxiliando muito na fotointerpretação de imagens de satélite e respaldando a caracterização das unidades de paisagem.

Monteiro (1978), sobre a ação humana nas paisagens, apresenta o termo “Derivações Antropogênicas”, onde os efeitos das alterações do ser humano na paisagem podem ser benéficos ou não, para contrapor à noção de que o ser humano sempre provocaria impactos negativos ao alterar as paisagens. Seria, por exemplo, no caso de recuperação de áreas degradadas, onde a intervenção humana tem o objetivo de recuperar a naturalidade daquela paisagem através da reposição florestal.

FIGURA 1: CRITÉRIOS PARA AVALIAÇÃO RELATIVA DE HEMEROBIA

Característica da Paisagem	Exemplo (imagem aérea)	Hemerobia	Cor
<p>Baixa dependência tecnológica e energética para a manutenção da funcionalidade; alta capacidade de auto-regulação; alto aproveitamento das funções da natureza; superfícies permeáveis; vegetação original e flora/fauna nativa.</p>  <p>Alta dependência tecnológica e energética para a manutenção da funcionalidade; baixa capacidade de auto-regulação; pouca conexão com a dinâmica dos valores naturais, desenho padrão e como expressão de esmero, estética e civismo, baixa relação com as características locais, impermeabilização das superfícies; sem vegetação original e flora/fauna exótica.</p>		Minima	
		Muito baixa	
		Baixa	
		Média	
		Alta	
		Muito alta	
		Máxima	

FONTE: Anderson L. G. Belem e João Carlos Nucci (2010).

Segundo Monteiro (1995), podemos definir unidade de paisagem como a entidade espacial determinada segundo o ‘nível de resolução do pesquisador’, a partir dos objetivos centrais da análise, sempre resultando da interação dinâmica entre os meios de suporte. A análise integrada da paisagem e a construção do Mapa de Hemerobia quando elaborados aos moldes do mapeamento participativo, ou seja, auxiliado pelas comunidades que estão inseridas na área de estudo, resulta na espacialização das particularidades de um território fazendo com que essas pessoas se apropriem desse material.

### Índice de Funcionalidade Fluvial - IFF

O Índice de Funcionalidade Fluvial é um método de avaliação da qualidade ambiental de rios, a primeira edição do IFF foi lançada em 2000 como um manual da *Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici -APAT*, sediada em Roma, Itália. Surgiu sob muitas dúvidas a respeito da nova metodologia, tanto pela abordagem inovadora baseada na sensibilidade e capacidade do operador de ler o rio, quanto pelo caráter holístico e pela experimentação relativamente escassa.

O IFF consiste em um formulário composto de 14 questões com quatro possíveis respostas pré-definidas. As questões 01 a 04 identificam e avaliam os vários tipos de estruturas que afetam o ambiente fluvial; as questões 05 e 06 relacionam as características hidráulicas do curso investigado; as questões 07 a 11 identificam os tipos que promovem a diversidade ambiental e as questões 12 a 14 avaliam a diversidade biológica (APAT, 2007).

De acordo com APAT, a metodologia pode ser usada na identificação de trechos de rios de alta relevância ecológica, para estabelecer meios de proteção; na identificação de trechos degradados, para preparar medidas corretivas e de reabilitação; no reconhecimento de elementos individuais a serem recuperados (vegetação ciliar, sinuosidade, qualidade da água, etc.); e na verificação do impacto de certas obras e medidas de remediação, o que demonstra os variados campos de aplicação do método conforme o objetivo da análise.

A correta aplicação do método possibilita a identificação da extensão e o grau de perturbação ambiental, de modo que seja possível intervir de forma precisa na gestão e proteção ambiental. Um requisito essencial para se aplicar o IFF é o conhecimento adequado da ecologia dos rios e dinâmica funcional relacionada. Embora o questionário permita detectar objetivamente as características fluviais, sua compilação requer uma leitura crítica do ambiente e capacidade de analisar a informação obtida, de modo a produzir uma avaliação correta da funcionalidade.

O uso de ferramentas de geoprocessamento é indispensável para se obter resultados satisfatórios para o trabalho de campo, sendo indicada uma escala de 1: 10.000, possibilitando a identificação de elementos essenciais para a análise daquele ambiente, além disso, o ideal é que a primeira fase de aplicação do método seja orientada por pessoal especializado.

Os resultados da aplicação do IFF são traduzidos em Níveis de Funcionalidade, Avaliações de Funcionalidade e Mapas de Funcionalidade. Os níveis de funcionalidade são os valores numéricos obtidos com a aplicação do formulário IFF (Anexo 1) expressados em cinco níveis, representados por números romanos de I (melhor) a V (pior) conforme Tabela 3.

TABELA 3: NÍVEIS DE FUNCIONALIDADE, AVALIAÇÕES E CORES DE REFERÊNCIA

VALOR DO IFF	NÍVEL DE FUNCIONALIDADE	AVALIAÇÃO DA FUNCIONALIDADE	CORES
261 - 300	I	excelente	Azul
251 - 260	I - II	excelente - bom	
201 - 250	II	bom	Verde
181 - 200	II - III	bom - razoável	
121 - 180	III	razoável	Amarelo
101 - 120	III - IV	razoável - ruim	
61 - 100	IV	ruim	Laranja
51 - 60	IV - V	ruim - péssimo	
14 - 50	V	péssimo	Vermelho

FONTE: traduzido de APAT, 2007.

A Avaliação de Funcionalidade está associada ao nível de funcionalidade, variando entre Excelente e Péssimo e representada por uma cor correspondente. Além disso existem os níveis intermediários, que permitem a passagem de um nível para outro de forma gradual, totalizando nove níveis.

#### 4. RESULTADOS ESPERADOS

O correto planejamento das atividades de campo é muito importante para o sucesso dos trabalhos, isso envolve a definição dos itinerários, a questão dos acessos, o tempo para coleta e preservação das amostras e o prazo para seu envio aos laboratórios, obedecendo-se o prazo de validade para o ensaio de cada parâmetro, bem como a capacidade analítica e o horário de funcionamento dos laboratórios envolvidos. Um técnico bem treinado, consciente e observador é extremamente importante para o cumprimento dos objetivos da avaliação de ecossistemas aquáticos, capacitado para estabelecer, pontos de amostragem alternativos e outros parâmetros complementares para uma melhor caracterização da área de estudo.

Os pontos de coleta definidos no desenho amostral devem ser verificados quanto à existência de eventuais características que exigem equipamentos ou cuidados especiais, a dificuldade de acesso aos locais ou possível risco de acidentes. Recomenda-se a elaboração de lista de checagem contendo os equipamentos e materiais necessários aos trabalhos de campo (fichas de coleta, frascos para as amostras, insumos, caixas térmicas, equipamentos de coleta e de medição, equipamento de segurança). As etapas apresentadas no quadro a seguir ajudam no planejamento e implementação de um modelo de Gestão Integrada de Microbacias Hidrográficas através da gestão participativa.

Etapas da Gestão Integrada de Microbacias Hidrográficas	
1 – Diagnóstico Socioambiental	
Levantamento da problemáticas / impactos	Identificação dos atores sociais
Levantamento de informações / mapas	Reunião de apresentação / comunidade
2 – Desenho Amostral	
Definição dos pontos de coleta / licenças	Planejamento das coletas / análises
Identificação dos recursos necessários	Reunião de ambientação / planejamento
3 – Trabalho de Campo (amostragem)	
Logística e equipamentos	Registros, fotos e fichas de campo
Coleta e armazenamento de amostras	Reunião de adequação / planejamento
4 – Trabalho de Campo (análise da paisagem)	
Logística e equipamentos	Registros, fotos, fichas, questionários
Mapeamento e Geoprocessamento	Reunião de adequação / planejamento
5 – Análise dos Resultados	
Interpretação das análises laboratoriais	Apresentação dos questionários e Índices
Imagens e mapas Georreferenciados	Reunião de apresentação dos resultados

Além disso, é preciso estar atento às questões burocráticas, pois coletas de amostras biológicas dependem de autorização prévia dos órgãos competentes, como o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). Entretanto, de acordo com o Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade (SISBIO) do Ministério do Meio Ambiente, não é necessária autorização para fins de monitoramento da qualidade da água.

As coletas devem seguir os protocolos do Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras - 2011, elaborado pela CETESB, conforme Resolução ANA no 724/2011, que visa estabelecer procedimentos padronizados para a coleta e preservação de amostras de águas superficiais para fins de monitoramento da qualidade dos recursos hídricos, no âmbito do Programa Nacional de Avaliação da Qualidade das Águas - PNQA (ANA, 2014).

A ficha de campo deve conter informações dos responsáveis; número de identificação da amostra; identificação do ponto de amostragem; data e hora da coleta; natureza da amostra e as medições de campo (temperatura, pH, condutividade, oxigênio dissolvido, transparência, coloração visual, etc.). Deve trazer também eventuais observações de campo, as condições meteorológicas nas últimas 24 horas que possam interferir (chuvas), informações dos equipamentos utilizados.

O ideal é utilizar recipientes plásticos para coleta e preservação das amostras, que nesse caso podem ser de polietileno, polipropileno, policarbonato ou outro polímero inerte, esses frascos apresentam maiores vantagens por serem leves e resistentes à quebra, além do baixo custo. As amostras de água superficial devem ser coletadas entre 0 e 30 centímetros, com o devido cuidado de não provocar a suspensão do sedimento próximo ao fundo, a amostragem

com réplicas (duplicata ou triplicata) é indicada conforme o objetivo da pesquisa, observando o custo adicional.

A amostragem deve ser realizada com precaução e técnica, para evitar todas as possíveis fontes de contaminação e perdas, coletando volume suficiente de amostra para eventual necessidade de repetir algum ensaio laboratorial, sendo suficiente 2 (dois) frascos de 1 litro cada, além da amostra de 100ml em separado para análise microbiológica. Devem estar livres de partículas grandes, detritos, folhas ou outro tipo de material e preservadas ao abrigo da luz solar, imediatamente após a coleta e acondicionadas em caixa térmica com gelo, garantindo a refrigeração para sua preservação, bem como devem ser etiquetadas e identificadas, com as respectivas informações de campo.

Os resultados dos parâmetros de cada ponto de coleta, aferidos em campo e no laboratório para compor o cálculo do IQA, podem ser processados em programas de planilhas eletrônicas ou incluídos no programa Qualigraf, que gera os gráficos e aponta o índice comparando as classificações da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB e do Instituto Mineiro de Gestão das Águas - IGAM, como no exemplo da figura 1 que demonstra um IQA de 85 no ponto de coleta CP01.

FIGURA 2: IQA DO PONTO DE COLETA CP01 - AGOSTO/2019

Nº	Nome da Amostra	O.D. (mg/L)	T (°C)	Coliformes Fecais (NPM/100mL)	pH	DBO (mg/L)	Nitrogênio Total (mg/L)	Fósforo Total (mg/L)	Turbidez (UNT)	Resíduo Total (mg/L)	IQA IGAM-MG	IQA CETESB
1	CP01_agosto	9,50	19,4	12,40	7,0	2,00	0,34	0,10	0,10	23,80	85	85

Nível de Qualidade - IGAM/MG		Nível de Qualidade - CETESB	
Excelente	90 < IQA ≤ 100	Ótimo	80 ≤ IQA ≤ 100
Bom	70 < IQA ≤ 90	Bom	52 ≤ IQA < 80
Médio	50 < IQA ≤ 70	Aceitável	37 ≤ IQA < 52
Ruim	25 < IQA ≤ 50	Ruim	20 ≤ IQA < 37
Muito Ruim	0 < IQA ≤ 25	Péssima	0 ≤ IQA < 20

CP01_agosto				
Parâmetros	Valor Observado	Notas (Gráfico)	Pesos (Zw = 1)	qi <sup>w</sup>
O.D. - % de Saturação	108,99	q1 95,20	w1 0,17	= 2,17
Coliformes Totais (NMP/100 mL)	12,40	q2 63,64	w2 0,15	= 1,86
pH	7,00	q3 91,54	w3 0,12	= 1,72
DBO5 (mg/L)	2,00	q4 78,12	w4 0,10	= 1,55
Nitrogênio Total (mgN/L)	0,34	q5 97,26	w5 0,10	= 1,58
Fósforo Total (mgP/L)	0,31	q6 74,75	w6 0,10	= 1,54
Diferença Temperatura (°C)	0	q7 94,00	w7 0,10	= 1,58
Turbidez (NTU)	0,10	q8 99,90	w8 0,08	= 1,45
Sólidos Totais	23,80	q9 83,08	w9 0,08	= 1,42

<b>IQA IGAM - MG</b>	<b>85</b>
<b>IQA CETESB</b>	<b>85</b>

FONTE: software QUALIGRAF versão 1.17 (2018).

De acordo com os protocolos de coleta e amostragem de água para cálculo do IQA, para estudos de caracterização, diagnóstico e programas de monitoramento, uma única coleta anual em cada período (seco e chuvoso) pode ser adequada, conforme os objetivos da pesquisa e desde que o programa de amostragem seja representativo, considerando que a qualidade de um corpo d'água varia conforme o local (espacial) e o decorrer do tempo (temporal).

TABELA 4: RESULTADOS DO IQA - CP01 E CP02

Coleta da amostra	Ponto de Coleta	IQA	Nível de Qualidade
Agosto/2019	CP01	85	Ótimo
	CP02	77	Bom
Novembro/2019)	CP01	81	Ótimo
	CP02	74	Bom
Fevereiro/2020	CP01	82	Ótimo
	CP02	82	Ótimo

FONTE: o autor (2020).

Como demonstra a tabela 4, os resultados das análises realizadas em períodos e locais diferentes apontam níveis de qualidade da água distintos, o que permite a comparação e relação com a ocupação e uso do solo e as práticas de manejo utilizadas naquela unidade de paisagem onde está localizado o trecho do rio.

A integração das metodologias escolhidas acompanhadas de fichas de campo, fotos, imagens aéreas e mapas, permite a realização de um registro histórico, que documenta o estado geral da microbacia sob vários aspectos naquele momento, podendo subsidiar o planejamento de ações na gestão do território, bem como formando uma base de dados comparativa para análises posteriores e acompanhamento efetivo da ocupação do espaço e seus impactos na microbacia hidrográfica.

Para a delimitação das Unidades de Paisagem (UP) da microbacia é possível utilizar elementos naturais e antrópicos, identificados na paisagem para facilitar a visualização e distinção de cada uma. As informações georreferenciadas em conjunto com os registros (fichas, fotos, mapas) realizados em campo permitem caracterizar estas áreas, bem como definir o estado Hemerobiótico.

FIGURA 3: ESTRADA DE ACESSO X RIO COLÔNIA PEREIRA



FONTE: o autor (2019).


Através do conhecimento do seu território e dos processos da paisagem, a comunidade consegue compreender a velocidade e a intensidade das transformações daquele ambiente, assim como passa a considerar as potencialidades da natureza, seus limites e a disponibilidade dos recursos naturais. Os quadros 3 e 4 demonstram unidades de paisagem distintas na mesma microbacia, onde podemos ver ambientes bem diferentes, assim como vegetação e uso do solo, o que justifica seus respectivos níveis de Hemerobia.

FIGURA 4: ÁREA RURAL DA COLÔNIA PEREIRA



FONTE: o autor (2019).

QUADRO 3: UP01 - AMBIENTE SUBMONTANO

	<b>Unidade de Paisagem</b>
	UP01 - Ambiente Submontano
	<b>Vegetação predominante</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- FOD Submontana e FOD de Terras Baixas;</li> <li>- Diversos estágios de sucessão;</li> <li>- Mata ciliar indiferenciada.</li> </ul>
	<b>Uso do Solo predominante</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- PNSHL - UC de Proteção Integral;</li> <li>- Área não habitada;</li> <li>- Uso turístico / lazer.</li> </ul>
<b>Estado Hemerobiótico</b>	
Oligo-hemerobiótico Hemerobia Mínima	

FONTE: o autor (2020); imagem Google Earth (2020).

A modificação de uma paisagem é um processo muito dinâmico, onde ocorrem alterações constantes até que se comprometa sua capacidade de regeneração, e para que se respeite seus limites e suas funções ecológicas é imprescindível o planejamento das ações humanas de transformação e ocupação. A caracterização e o mapeamento desses processos auxilia na identificação de transformações e impactos na microbacia, subsidiando ações de proteção e conservação da natureza.

QUADRO 4: UP03 - AMBIENTE URBANIZADO

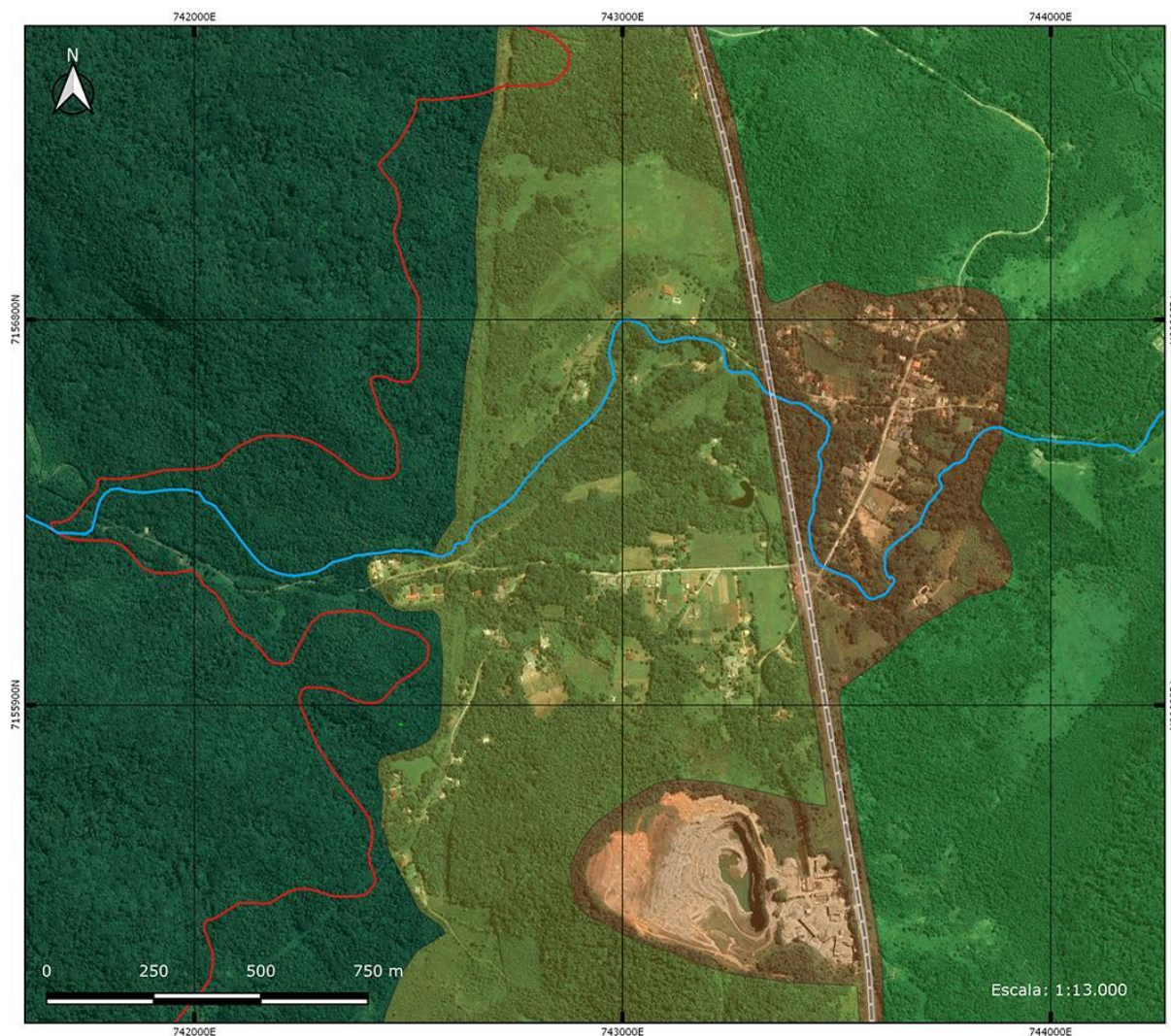
	<b>Unidade de Paisagem</b>
	UP03 - Ambiente Urbanizado
	<b>Vegetação predominante</b>
	- FOD de Terras Baixas; - Mata ciliar diferenciada; - Diversos estágios de sucessão ecológica.
	<b>Uso do Solo predominante</b>
	- Área de expansão urbana; - Áreas de ocupação irregular; - Áreas de mineração; - Infraestrutura, drenagem e saneamento precários.
<b>Estado Hemerobiótico</b>	
Eu-hemerobiótico Hemerobia Média / Alta	

FONTE: o autor (2020); imagem Google Earth (2020).

A disponibilidade de base cartográfica, bem como imagens aéreas e de satélite permitem atualmente o acesso fácil aos dados e informações georreferenciadas. Este material aliado a ferramentas de geoprocessamento e softwares livres permitem uma perspectiva mais ampla do território, facilitando a definição dos limites da área de estudo e do desenho amostral.

Os dados georreferenciados fornecem informação e segurança para os trabalhos de campo, bem como auxiliam na aplicação das metodologias e espacialização dos dados e resultados. Dessa forma a produção de mapas e interpretações fica muito mais acessível, gerando um material bastante didático e apropriado às dinâmicas empregadas nas práticas de autogestão, como exemplifica o Mapa de Hemerobia da Microbacia do Rio Colônia Pereira (Figura 5).

FIGURA 5: MAPA DE HEMEROBIA - MICROBACIA DO RIO COLÔNIA PEREIRA



### Legenda

- Rio Colônia Pereira
- Rodovia PR-508
- Limites PNSHL
- Hemerobia Mínima
- Hemerobia Baixa
- Hemerobia Média
- Hemerobia Muito Baixa

### Mapa de Hemerobia: Microbacia do Rio Colônia Pereira

Elaboração:  
Setembro/2020  
Autor:  
Leandro Hediger

Apoio técnico:

Estudo  
**GIS**  
Grupo de Estudos em Geoprocessamento

### Informações Cartográficas:

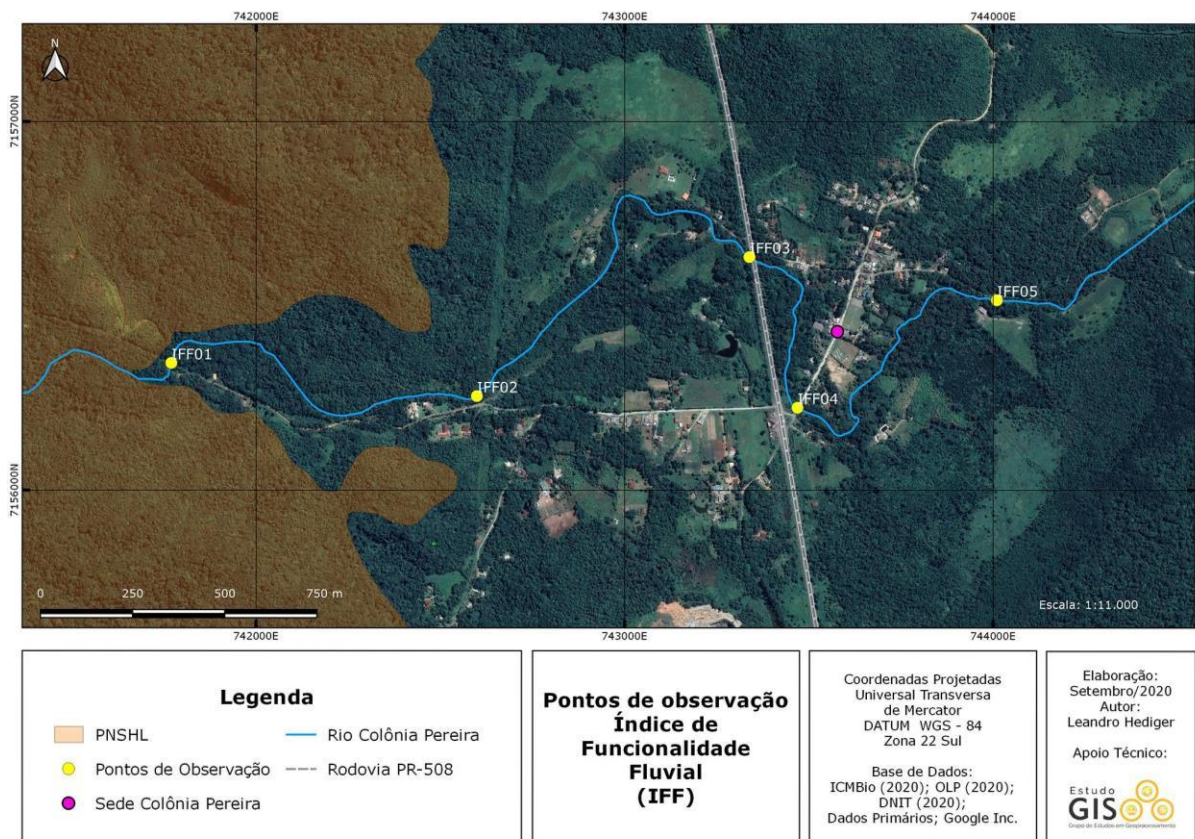
Coordenadas Projetadas  
Universal Transversa de  
Mercator  
DATUM WGS - 84  
Zona 22 Sul

Base de Dados:  
DNIT (2020); ICMBio  
(2020);  
Dados Primários Coletados  
em Campo;  
Google Inc. (mapa base);  
Observatório do Litoral  
Paranaense.

FONTE: Leandro Hediger / Estudo GIS (2020).

Para aplicação do Índice de Funcionalidade Fluvial, primeiramente é necessário definir os pontos de observação, como no exemplo da Figura 6, considerando a facilidade de acesso à margem do rio, de modo a não invadir propriedades particulares. Utilizando a cartografia disponível, imagens de satélite e fotointerpretação, definem-se pontos estratégicos para observação e aplicação do IFF, distribuídos ao longo da microbacia.

FIGURA 6: PONTOS DE OBSERVAÇÃO - IFF



FONTE: Leandro Hediger / Estudo GIS (2020).

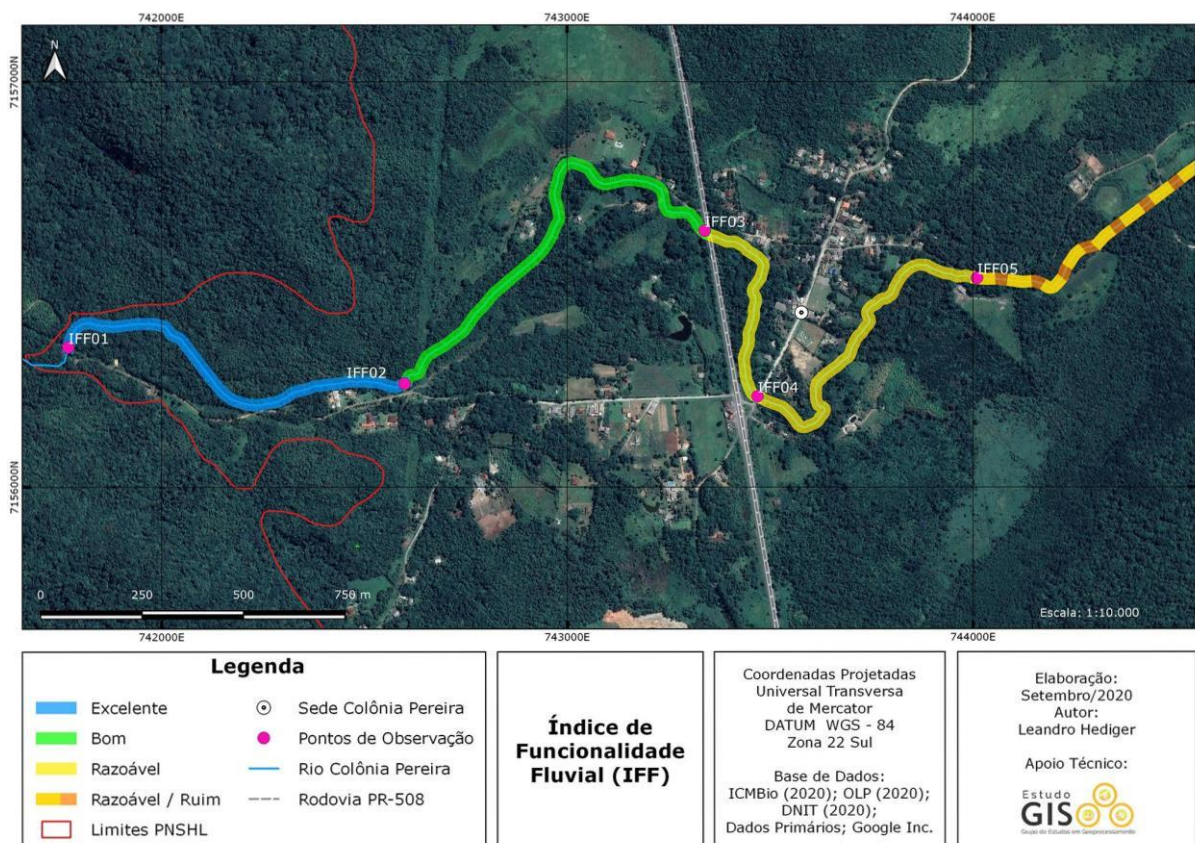
A correta aplicação do método possibilita a identificação da extensão e o grau de perturbação ambiental, de modo que seja possível intervir de forma precisa na gestão e proteção ambiental. Um requisito essencial para se aplicar o IFF é o conhecimento adequado da ecologia dos rios e dinâmica funcional relacionada. Embora o questionário permita detectar objetivamente as características fluviais, sua compilação requer uma leitura crítica do ambiente e capacidade de analisar a informação obtida, de modo a produzir uma avaliação correta da funcionalidade.

Os resultados da aplicação do IFF são traduzidos em Níveis de Funcionalidade, Avaliações de Funcionalidade e Mapas de Funcionalidade. Os níveis de funcionalidade são os valores numéricos obtidos com a aplicação do formulário IFF (Anexo 1) expressados em cinco níveis, representados por números romanos de I (melhor) a V (pior) conforme Tabela 3.

O Mapa de Funcionalidade Fluvial da Microbacia (Figura 9) espacializa os trabalhos de campo através de ferramentas de geoprocessamento, e junto com os registros fotográficos resultam em informações com bases georreferenciadas que possibilitam um retrato do estado ambiental desse ecossistema fluvial e podem subsidiar ações de gestão do território.

O mapa demonstra em escala de 1:10.000 os níveis de funcionalidade do Rio Colônia Pereira, sendo que cada trecho reflete os valores numéricos obtidos com a aplicação do formulário IFF associada à avaliação que varia de Excelente a Razoável / Ruim e é representada por uma cor correspondente. A representatividade dos pontos de observação em cada unidade de paisagem possibilita a identificação de elementos essenciais para a análise daquele ambiente e permite a associação do índice aos impactos identificados.

FIGURA 9: ÍNDICE DE FUNCIONALIDADE FLUVIAL



FONTE: Leandro Hediger / Estudo GIS (2020).

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação de uma combinação de metodologias para uma análise integrada da paisagem, utilizando a microbacia hidrográfica como unidade de trabalho, se mostrou prática e adequada quando conciliada com a gestão participativa, podendo ser aplicada em parceria com outros atores sociais, órgãos ambientais, universidades e demais instituições públicas e privadas, fortalecendo a participação social através de comitês de gestão e conselhos.

Como apontado, conhecer a realidade da condição da qualidade dos corpos hídricos brasileiros não é uma tarefa fácil, a rede de monitoramento não chega a essas microbacias rurais e esse conhecimento é fundamental para a gestão dos recursos hídricos, sendo essencial para

as ações de planejamento e gestão do território. A participação da comunidade em todas as etapas do projeto, em conjunto com demais atores sociais e intermédio de técnicos ambientais capacitados permitem integrar o trabalho de gabinete ao trabalho de campo, facilitando diversos aspectos logísticos e econômicos.

Toda a complexidade da microbacia compreendida pela interação dos seus elementos físicos, biológicos, sociais, políticos, culturais e econômicos demonstram que tal definição espacial de um ecossistema permite um estudo detalhado das problemáticas locais, possibilitando uma visão global da situação ambiental e, conseqüentemente a elaboração de planos de ação adequados, viáveis e eficientes para a conservação de solos e água.

A análise integrada pode ser aplicada em período relativamente curto, desde que a amostragem seja representativa quanto aos períodos seco e chuvoso da região, sendo suficiente um ciclo anual, de maneira que conhecimentos relacionados às características regionais e sazonais sejam assimiladas e vivenciadas durante o processo, evidenciando o clima, a pluviosidade, as estações do ano e a relação direta com a dinâmica hidrológica da microbacia e conseqüentemente a qualidade da água.

As ferramentas e instrumentos necessários para aplicação dos métodos são de fácil acesso, assim como encontram-se disponíveis e são de uso comum de diversas instituições de gestão, pesquisa e educação, que normalmente já figuram como atores sociais nestes territórios e são parceiros em potencial para este tipo de ação. Também é possível identificar iniciativas, projetos e ações realizadas por diversos órgãos de fomento, que visam a caracterização dos rios e o monitoramento da qualidade da água sob uma perspectiva socioambiental, incluindo as comunidades através da gestão participativa.

A realização de reuniões, seminários, oficinas, encontros para troca de experiências com outras comunidades e participação de lideranças em cursos, contribui para a resolução de conflitos ambientais, favorecendo a articulação com instituições que podem auxiliar na sustentação econômica e no alcance dos objetivos da comunidade, identificando potencialidades do território, como ecoturismo, piscicultura, apicultura, exploração de espécies nativas, dentre outros.

ANEXOS  
ANEXO 1 - FORMULÁRIO IFF

ÍNDICE DE FUNCIONALIDADE FLUVIAL		Data	
Bacia			
Rio		Largura (m)	
Localidade		Código	
Coordenadas		Trecho (m)	
		Altitude (m)	
Foto nº		Ficha nº	

1) ESTADO DO TERRITÓRIO CIRCUNDANTE		E	D
a) ausência de antropização		25	25
b) coexistência de áreas naturais e uso antrópico do território		20	20
c) cultura sazonal e/ou permanente e urbanização escassa		5	5
d) área urbanizada		1	1

2) VEGETAÇÃO PRESENTE NA ZONA PERIFLUVIAL PRIMÁRIA			
a) copresença de formações ciliares funcionais complementares		40	40
b) presença de apenas uma ou uma série simplificada de formações ciliares		25	25
c) ausência de formações ciliares, mas com presença de formações funcionais		10	10
d) ausência de formações funcionais significativas		1	1

2b) VEGETAÇÃO PRESENTE NA ZONA PERIFLUVIAL SECUNDÁRIA			
a) copresença de formações ciliares funcionais complementares		20	20
b) presença de apenas uma ou uma série simplificada de formações ciliares		10	10
c) ausência de formações ciliares, mas com presença de formações funcionais		5	5
d) ausência de formações funcionais significativas		1	1

3) EXTENSÃO DA ZONA PERIFLUVIAL			
a) zona de vegetação perfluvial > 30 m		15	15
b) zona de vegetação perfluvial entre 30 e 10 m		10	10
c) zona de vegetação perfluvial entre 10 e 2 m		5	5
d) zona de vegetação perfluvial ausente		1	1

4) CONTINUIDADE DAS FORMAÇÕES FUNCIONAIS PRESENTES NA ZONA PERIFLUVIAL			
a) zona de vegetação perfluvial intacta sem quebras de vegetação		15	15
b) zona de vegetação perfluvial com rupturas na vegetação		10	10

c) desenvolvimento de grupos funcionais com interrupções frequentes ou apenas herbáceas contínuas consolidadas ou apenas arbustos dominados por exóticas e ervas daninhas	5		5
d) solo nu ou com vegetação herbácea fina	1		1

## 5) CONDIÇÕES HÍDRICAS

a) regime perene com escoamento não perturbado e largura do leito úmido > 1/3 do leito do rio		20	
b) flutuações de fluxo induzidas com largura do leito úmido < 1/3 do leito do rio		15	
c) frequentes perturbações de fluxo ou secas naturais não prolongadas ou deslocamentos constantes induzidos		5	
d) perturbação de fluxo muito frequentes, secas prolongadas causadas por ações antrópicas		1	

## 6) EFICIÊNCIA DAS INUNDAÇÕES

a) fase de inundação do leito do rio > do que 3 x o fluxo moderado do leito do rio		25	
b) fase de inundação do leito do rio entre 2 e 3 x o fluxo moderado do leito do rio		15	
c) fase de inundação do leito do rio entre 1 e 2 x o fluxo moderado do leito do rio		5	
d) trecho de vales em forma de V com margens de rios íngremes e trechos com extensões de leito < que 2 vezes o leito do rio		1	

## 7) SUBSTRATO DO RIO E ESTRUTURAS DE RETENÇÃO DOS APORTES TRÓFICOS

a) leito do rio com pedregulhos e/ou troncos velhos encrustados (ou presença de juncos ou hidrófitas)		25	
b) pedras e/ou galhos presentes com acúmulo de matéria orgânica (ou juncos, ou hidrófitas escassas e de pouca variação)		15	
c) estrutura de retenção livre e móvel com inundações (ou ausência de juncos e hidrófitas)		5	
d) leito de rio com sedimentos arenosos ou formas artificiais lisas com corrente uniforme		1	

## 8) EROSÃO


a) pouco evidente e não importante ou apenas nas curvas	20		20
b) somente nos trechos retos e/ou incisão vertical modesta	15		15
c) frequente, com corte dos bancos e das raízes e/ou incisão vertical óbvia	5		5
d) muito evidente, com bancos escavados e deslizamentos de terra ou presença de intervenção artificial	1		1

## 9) CORTE TRANSVERSAL

a) leito do rio natural com elevada diversidade morfológica		20	
b) alguma intervenção artificial, mas com discreta diversidade morfológica		15	

c) intervenções artificiais presentes ou com pequena diversidade morfológica		5	
d) artificial ou quase nenhuma diversidade morfológica		1	
<b>10) ADEQUAÇÃO ÍCTICA</b>			
a) elevada		25	
b) boa ou discreta		20	
c) ligeiramente suficiente		5	
d) ausente ou escassa		1	
<b>11) HIDROMORFOLOGIA</b>			
a) elementos hidromorfológicos claramente diferenciados e recorrentes		20	
b) elementos hidromorfológicos claramente diferenciados e irregulares		15	
c) não distinto ou principalmente um tipo de elemento hidromorfológicos		5	
d) elementos hidromorfológicos não identificáveis		1	
<b>12) COMPONENTES VEGETAIS NO LEITO DO RIO</b>			
a) perifiton mal desenvolvido e baixa presença de vegetação ribeirinha tolerante		15	
b) filme de perifiton tridimensional justo ou pouco desenvolvido com presença limitada de macrófitas tolerantes		10	
c) perifiton razoável ou (com cobertura significativa de macrófitas tolerantes) ausente a discreto		5	
d) perifiton espesso e/ou relevante presença de vegetação ribeirinha tolerante		1	
<b>13) DETRITOS</b>			
a) fragmentos vegetais reconhecíveis e fibrosos		15	
b) fragmentos vegetais fibrosos e polpudos/suculentos		10	
c) fragmentos vegetais polpudos/suculentos		5	
d) detritos anaeróbicos		1	
<b>14) COMUNIDADE MACROBENTÔNICA</b>			
a) bem estruturada e diversificada, adaptada ao tipo fluvial		20	
b) suficientemente diversificada, mas com estrutura alterada em relação ao esperado		10	
c) mal equilibrada e diversificada, com prevalência de táxons tolerantes à poluição		5	
d) ausência de uma comunidade estruturada, presença de táxons relativamente tolerantes à poluição		1	
Pontuação total			
NÍVEL DE FUNCIONALIDADE			

## ANEXO 2 - MODELO DE FICHA DE CAMPO (ANA).

FICHA DE CAMPO						
	Nome da Estação		Município		U.F.	Roteiro
	Entidade Operadora		Tipo de Estação		Código da Estação	
	Técnico Responsável pela Coleta					
Data	Hora		Latitude		Longitude	
Chuva	Sim ( ) Não ( )		Chuva nas últimas 24hs		Sim ( ) Não ( )	
Parâmetros Organolépticos			Descrição			
Odor	Sim ( ) Não ( )					
Espumas	Sim ( ) Não ( )					
Material Flutuante	Sim ( ) Não ( )					
Cor	Incolor ( ); Verde ( ); Pardo ( ); Vermelho ( ); Outros ( )					
Análises de Campo						
Equipamento	Marca	Modelo	N/S	Patrimônio	Data da Calibração	
Resultados das Análises de Campo						
Posição horizontal (%) (a partir da ME)						
Profundidade (m)						
Temperatura (°C)						
pH						
Condutividade Elétrica (µS/cm)						
Oxigênio Dissolvido (mg/L)						
% Saturação de OD (%)						
Turbidez (NTU)						
Transparência (m)						
Amostras p/ Laboratório						
Parâmetro (s)	Preservação	Volume de Amostra		Número do Frasco		
Tipo de Amostragem		Descrição				
IID ( ); IIL ( ); AS ( )						

## ANEXO 3 - FORMULÁRIO DE APOIO A PESQUISA (LPH)



Universidade Federal do Paraná  
Setor de Ciências da Terra  
Departamento de Geologia  
Laboratório de Pesquisas Hidrogeológicas

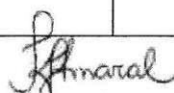
Centro Politécnico – Jd. das Américas - 81.531-990 - Curitiba - PR - Brasil  
www.lph.ufpr.br / e-mail: lphufr@gmail.com / fone: (41) 3361-3169

**FORMULÁRIO PARA SOLICITAÇÃO DE ANÁLISES  
PARA PROJETO DE PESQUISA**

Solicitação Nº:

Data: 18/09/19

Nome do Aluno: Leandro Augusto Hediger	
e-mail: leandrohediger@ufpr.br	Telefone: (41) 98484-8384
Título do Projeto de Pesquisa e/ou trabalho: Gestão Integrada de Microbacia	
Nome do Orientador: Karen do Amaral / Paulo Henrique Marques	
e-mail: karen.amaral@isw.uni-stuttgart.de / phcm@ufpr.br	Telefone:
Área/Departamento/Campus: MAUI / Stuttgart (Tecnologia) / PPGDTS / UFPR (Setor Litoral)	
<b>Natureza do projeto:</b>	<input type="checkbox"/> Iniciação Científica ou Tecnológica (programas PIBIC/PIBIT) <input type="checkbox"/> Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) <input checked="" type="checkbox"/> Mestrado- Sigla do Programa/Instituição: PPGMAUI / UFPR <input type="checkbox"/> Doutorado – Sigla do Programa/Instituição: _____ <input type="checkbox"/> Outro: _____
<b>Serviço Requerido:</b>	<input type="checkbox"/> Bacteriológico (coliformes fecais e total) <input type="checkbox"/> Físico – química (inclui todos os parâmetros da potabilidade, alcalinidade à fenolftaleína, alcalinidade total, acidez, bicarbonato, cálcio, carbonato, dióxido de carbono livre, DQO, fosfato, hidróxido, magnésio, nitrogênio orgânico, nitrogênio total, sílica dissolvida, sólidos suspensos totais, sólidos totais a 103 °C, potássio e sódio). <input type="checkbox"/> Potabilidade (condutividade, cor, cloreto, dureza total, ferro total, fluoreto, manganês, nitrato, nitrito, nitrogênio amoniacal, pH, sódio, sólidos dissolvidos totais, sulfato e turbidez). <input checked="" type="checkbox"/> Outros parâmetros: (DQO, OD, Coliformes totais, pH, Nitrogênio total, Fósforo total, turbidez, sólidos totais).
<b>Origem da Amostra</b>	<input type="checkbox"/> Água de efluente (industrial, agrícola) <input type="checkbox"/> Fonte natural ou nascente <input type="checkbox"/> Água engarrafada <input type="checkbox"/> Poço artesiano <input type="checkbox"/> Água pluvial <input type="checkbox"/> Poço cacimba (escavado) <input type="checkbox"/> Água residuária (efluente doméstico) <input type="checkbox"/> Poço de monitoramento <input checked="" type="checkbox"/> Água superficial <input type="checkbox"/> Outra: _____
<b>Número de Amostra</b>	<input type="checkbox"/> Bacteriológico <input type="checkbox"/> Potabilidade <input type="checkbox"/> Físico-química <input type="checkbox"/> Outros Parâmetros: _____
<b>Periodicidade pretendida e justificativa</b>	Por quanto tempo (semanas, quinzenas, meses...) refere-se esta solicitação? Qual a justificativa para o período desejado? Qual a justificativa para a quantidade de amostras solicitadas?  Provavelmente 2 amostras, repetidas 2 ou 4 vezes durante o período de 1 ano.

  
Orientador

  
Aluno

Coordenador LPH

## ANEXO 4 - PROTOCOLO DE ISENÇÃO EM ANÁLISES (IAP)

**SOLICITAÇÃO DE DESCONTO / ISENÇÃO EM ANÁLISES LABORATORIAIS.**

Eu, Leandro Augusto Hediger, portador do RG: 8.271.575-4 venho através deste requerer desconto ou isenção referente às análises laboratoriais necessárias ao desenvolvimento da minha pesquisa de Mestrado, conforme Resolução do Conselho de Administração da SEMA nº 003/2006.

A pesquisa intitulada Gestão Integrada de Microbacia Hidrográfica está vinculada ao mestrado profissional do Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente Urbano e Industrial - PPGMAUI, parceria entre UFPR, SENAI e University of Stuttgart.

A área de estudo localiza-se na Serra da Prata, litoral do Estado do Paraná, entre os Municípios de Matinhos e Paranaguá, onde encontra-se um dos principais mananciais da região litorânea. As análises inicialmente se concentram na Microbacia do Rio Colônia Pereira, à montante e à jusante da ocupação humana.

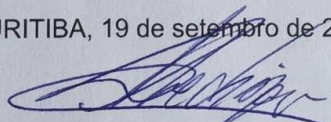
O objetivo do trabalho é desenvolver uma combinação de metodologias que permitam uma rápida análise dos impactos ambientais na Microbacia, dentre os métodos adotados está o IQA - Índice de Qualidade da Água, composto pelos seguintes parâmetros: oxigênio dissolvido, coliformes termotolerantes, pH, DBO5,20, temperatura, Nitrogênio total, Fósforo total e turbidez.

Alguns desses parâmetros são aferidos no local através de sonda e outros são contemplados pelo Apoio Institucional do LPH - Laboratório de Pesquisas Hidrogeológicas da UFPR.

A primeira campanha de coletas já foi realizada em agosto, a qual encaminhei amostras ao IAP, que realizou alguns ensaios com custo, o que inviabiliza o cumprimento do desenho amostral, que prevê coleta em dois pontos (montante e jusante) repetindo-se pelo menos 4 vezes durante o ano, de modo a contemplar período seco e chuvoso na região.

Sendo assim, peço deferimento pois o produto da minha dissertação contempla os requisitos da Resolução SEMA 003/2006, uma vez que apresenta grande relevância à proteção e preservação do meio ambiente.

CURITIBA, 19 de setembro de 2019.



Leandro Augusto Hediger

IAP/Protocolo  
Recebido em  
23/10/19.  
  
Assinatura  
Moisés Anania  
RG: 13.570.634  
IAP-Protocolo C  
Estagiário

## ANEXO 5 - RESOLUÇÃO SEMA 003/2006



## RESOLUÇÃO DO CONSELHO DE ADMINISTRAÇÃO N.º 003/2006

O Secretário de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado do Paraná – SEMA e Presidente do Conselho de Administração do Instituto Ambiental do Paraná – IAP, no uso das atribuições que lhe conferem a Lei Estadual n.º 10.066 de 27 de julho de 1992 e Decreto Estadual n.º 1.502 de 04 de agosto de 1992, combinado com a Lei Estadual n.º 11.352 de 13 de fevereiro de 1996, e com o deliberado em sua **XXII Reunião do Conselho de Administração**, realizada em 01 de junho de 2006

## RESOLVE

Art. 1º Aprovar a “Tabela de Preços de Serviços prestados pelos Laboratórios Ambientais” do Instituto Ambiental do Paraná – IAP.

Art. 2º Delegar poderes ao Diretor Presidente do Instituto Ambiental do Paraná - IAP para:

I. Autorizar isenção de pagamento por ensaios laboratoriais realizados em amostras de água in-natura para consumo humano ou amostras de água de contato primário, solicitados formalmente por instituições públicas educacionais ou de assistência social.

II. Reduzir os preços de ensaios laboratoriais em até 30% para um ou mais parâmetros relacionados na Tabela de Preços, por período determinado, visando melhor aproveitamento da capacidade analítica dos laboratórios do Instituto Ambiental do Paraná - IAP.

iii. Reduzir os preços de ensaios laboratoriais em até 50 % para órgãos e instituições públicas.

IV. Conceder descontos de até 20 % nos preços de ensaios laboratoriais em contratos de prestação de serviços.

V. Conceder descontos de até 50 % nos preços de ensaios laboratoriais a serem utilizados em monografias e teses que tenham como produto informações de grande relevância à proteção e preservação do meio ambiente.

Art. 3º Revogam-se as disposições em contrário.

## CUMPRA-SE

Conselho de Administração do Instituto Ambiental do Paraná, em 01 de junho de 2006.

**Lindsley da Silva RASCA RODRIGUES**  
 Presidente do Conselho de Administração  
 Secretário de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos e  
 Diretor Presidente do Instituto Ambiental do Paraná

## ANEXO 6 - LAUDOS DAS ANÁLISES LABORATORIAIS



Universidade Federal do Paraná  
Setor de Ciências da Terra – Degeol.  
Laboratório de Pesquisas Hidrogeológicas  
Centro Politécnico - Jd das Américas - 81.531-990 - Curitiba - PR - Brasil  
www.lph.ufpr.br / e-mail: lphufpr@gmail.com / fone/fax: (41) 3361-3169



## ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA EM ÁGUA

Nº 20115

Solicitante:	<b>Leandro Hediger</b>	Data da entrega:	<b>12.08.2019</b>
Amostrador:	<b>Solicitante</b>	Data da coleta:	<b>12.08.2019</b>
Distrito/Cidade:	<b>Matinhos</b>	U.F.:	<b>PR</b>
Local da coleta:	<b>Colônia Pereira 1</b>		

Parâmetros	Resultados	Unidades	LQ	VMP
pH	<b>7,03</b>		0,1	Ø
Turbidez	<b>ND</b>	UT	0,2	5
Sólidos totais	<b>23,8</b>	mg L <sup>-1</sup>	5	-
Fosforo total	<b>ND</b>	mg L <sup>-1</sup> P	0,03	-
Nitrogênio total	<b>0,340</b>	mg L <sup>-1</sup> N	0,100	-
Oxigênio dissolvido	<b>23,7</b>	mg L <sup>-1</sup> O <sub>2</sub>	0,5	-

**Notas:**

L.Q. = Limite de quantificação (em mg L<sup>-1</sup>); N.D. = Não detectado;

V.M.P. = Valor máximo permitido (em mg L<sup>-1</sup>, exceto pH, cor e turbidez), de acordo com a pela PRC nº 5, de 28 de setembro de 2017, Anexo XX, do Ministério da Saúde;

(I) Para o pH os valores recomendados são entre de 6.0 e 9.5.

**Observação:** A presente análise tem seu valor restrito à amostra recebida pelo LPH;

**Bibliografia:** APHA - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22<sup>th</sup> ed. 2012.

Curitiba, 14 de agosto de 2019.

Msc. Nathalya Kosinski Lima  
Mestre em Química  
CRQ IX 09403407  
Responsável Técnico



Universidade Federal do Paraná  
Setor de Ciências da Terra – Degeol.  
Laboratório de Pesquisas Hidrogeológicas  
Centro Politécnico - Jd das Américas - 81.531-990 - Curitiba - PR - Brasil  
www.lph.ufpr.br / e-mail: lphufpr@gmail.com / fone/fax: (41) 3361-3169



## ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA EM ÁGUA

Nº 20116

Solicitante:	<b>Leandro Hediger</b>	Data da entrega:	<b>12.08.2019</b>
Amostrador:	<b>Solicitante</b>	Data da coleta:	<b>12.08.2019</b>
Distrito/Cidade:	<b>Matinhos</b>	U.F.:	<b>PR</b>
Local da coleta:	<b>Colônia Pereira 2</b>		

Parâmetros	Resultados	Unidades	LQ	VMP
pH	<b>6,63</b>		0,1	0
Turbidez	<b>ND</b>	UT	0,2	5
Sólidos totais	<b>26,5</b>	mg L <sup>-1</sup>	5	-
Fosforo total	<b>ND</b>	mg L <sup>-1</sup> P	0,03	-
Nitrogênio total	<b>0,340</b>	mg L <sup>-1</sup> N	0,100	-
Oxigênio dissolvido	<b>18,3</b>	mg L <sup>-1</sup> O <sub>2</sub>	0,5	-

**Notas:**L.Q. = Limite de quantificação (em mg L<sup>-1</sup>); N.D. = Não detectado;V.M.P. = Valor máximo permitido (em mg L<sup>-1</sup>, exceto pH, cor e turbidez), de acordo com a pela PRC nº 5, de 28 de setembro de 2017, Anexo XX, do Ministério da Saúde;

(1) Para o pH os valores recomendados são entre de 6.0 e 9.5.

**Observação:** A presente análise tem seu valor restrito à amostra recebida pelo LPH;**Bibliografia:** APHA - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22<sup>th</sup> ed. 2012.

Curitiba, 14 de agosto de 2019.

Msc. Nathalya Kosinski Lima  
Mestre em Química  
CRQ IX-09/03407  
Responsável Técnico



Universidade Federal do Paraná  
Setor de Ciências da Terra – Degeol.  
Laboratório de Pesquisas Hidrogeológicas  
Centro Politécnico - Jd das Américas - 81.531-990 - Curitiba - PR - Brasil  
www.lph.ufpr.br / e-mail:lphufpr@gmail.com / fone: (41) 3361-3169



## ANÁLISE BACTERIOLÓGICA DE ÁGUA

Nº 20115

Solicitante:	<b>Leandro Hediger</b>	Data da entrega:	<b>12.08.2019</b>
Amostrador:	<b>Solicitante</b>	Data da coleta:	<b>12.08.2019</b>
Distrito/Cidade:	<b>Matinhos</b>	U.F.:	<b>PR</b>
Local da coleta:	<b>Colônia Pereira 1</b>		

Coliformes totais:	<b>PRESENTE</b> em 100 mL
Coliformes fecais (Escherichia coli):	<b>PRESENTE</b> em 100 mL

**POTABILIDADE:** Os parâmetros analisados não estão em conformidade com o padrão microbiológico de potabilidade da água para consumo humano estabelecida pela PRC nº 5, de 28 de setembro de 2017, Anexo XX, do Ministério da Saúde.

**DEFINIÇÕES:** **Coliformes totais** -bactérias do grupo coliforme - bacilos gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não formadores de esporos, oxidase-negativos, capazes de **desenvolver** na presença de sais biliares ou agentes tensoativos que fermentam a lactose com produção de ácido, gás e aldeído a  $35,0 \pm 0,5^\circ\text{C}$  em 24-48 horas, e que podem apresentar atividade da enzima  $\beta$ -galactosidase. **Escherichia Coli** -principal representante do subgrupo dos coliformes termotolerantes - bactéria do grupo coliforme que fermenta a lactose e manitol, com produção de ácido e gás a  $44,5 \pm 0,2^\circ\text{C}$  em 24 horas, produz indol a partir do triptofano, oxidase negativa, não hidroliza a uréia e apresenta atividade das enzimas  $\beta$  galactosidase e  $\beta$  glucoronidase, sendo considerada o mais específico indicador de contaminação fecal recente e de eventual presença de organismos patogênicos

**Observação:** A presente análise tem seu valor restrito a amostra recebida pelo LPH.

**Bibliografia:** APHA - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22<sup>th</sup> ed. 2012.

Curitiba, 13 de agosto de 2019.

Msc. Nathalya Kosinski Lima  
Mestre em Química  
CRQ 1X 09403407  
Responsável Técnico



Universidade Federal do Paraná  
Setor de Ciências da Terra – Degeol.  
Laboratório de Pesquisas Hidrogeológicas  
Centro Politécnico - Jd das Américas - 81.531-990 - Curitiba - PR - Brasil  
www.lph.ufpr.br / e-mail:lphufpr@gmail.com / fone: (41) 3361-3169



### ANÁLISE BACTERIOLÓGICA DE ÁGUA

Nº 20116

Solicitante:	<b>Leandro Hediger</b>	Data da entrega:	<b>12.08.2019</b>
Amostrador:	<b>Solicitante</b>	Data da coleta:	<b>12.08.2019</b>
Distrito/Cidade:	<b>Matinhos</b>	U.F.:	<b>PR</b>
Local da coleta:	<b>Colônia Pereira 2</b>		

Coliformes totais:	<b>PRESENTE</b> em 100 mL
Coliformes fecais (Escherichia coli):	<b>PRESENTE</b> em 100 mL

**POTABILIDADE:** Os parâmetros analisados não estão em conformidade com o padrão microbiológico de potabilidade da água para consumo humano estabelecido pela PRC nº 5, de 28 de setembro de 2017, Anexo XX, do Ministério da Saúde.

**DEFINIÇÕES:** **Coliformes totais** - bactérias do grupo coliforme - bacilos gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não formadores de esporos, oxidase-negativos, capazes de **desenvolver** na presença de sais biliares ou agentes tensoativos que fermentam a lactose com produção de ácido, gás e aldeído a  $35,0 \pm 0,5^\circ\text{C}$  em 24-48 horas, e que podem apresentar atividade da enzima  $\beta$ -galactosidase. **Escherichia Coli** - principal representante do subgrupo dos coliformes termotolerantes - bactéria do grupo coliforme que fermenta a lactose e manitol, com produção de ácido e gás a  $44,5 \pm 0,2^\circ\text{C}$  em 24 horas, produz indol a partir do triptofano, oxidase negativa, não hidroliza a uréia e apresenta atividade das enzimas  $\beta$  galactosidase e  $\beta$  glucuronidase, sendo considerada o mais específico indicador de contaminação fecal recente e de eventual presença de organismos patogênicos

**Observação:** A presente análise tem seu valor restrito a amostra recebida pelo LPH.

**Bibliografia:** APHA - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22<sup>th</sup> ed. 2012.

Curitiba, 13 de agosto de 2019.

Msc. Nathalya Kosinski Lima  
Mestre em Química  
CRQ IX-09403407  
Responsável Técnico



Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos  
Instituto Ambiental do Paraná  
Monitoramento Ambiental



Relatório de Ensaios Nº 1851/2019

<b>Solicitante/Empreendimento</b>	Código Cliente/Boleto n°.: 1707159
<b>Solicitante:</b>	CPF/CNPJ: 05000494911
Empresa: leandro algusto hediger	
<b>Endereço:</b> marciano dom beck 80	
<b>Município/UF:</b> CURITIBA/PR	
<b>Fone:</b> 984848384	E-mail: leandrohediger@ufpr.br

<b>Informações da coleta</b>	
<b>Coletor:</b> Solicitante	<b>Ficha de coleta:</b> 98101
<b>Data/Hora de coleta:</b> 11/08/2019 18:00:00	<b>Data entrada laboratório:</b> 12/08/2019 10:24:00
<b>Responsável Transporte.:</b> cliente	<b>Classificação da amostra:</b> Rio
<b>Natureza amostra:</b> Água Doce	
<b>Local da coleta:</b> Colonia Pereira	
<b>Chuva últimas 48 horas:</b> Não	
<b>Município/UF:</b> Matinhos/PR	
<b>Chuva no momento coleta:</b> Não	
<b>Localidade:</b> Rio das Pombas	

Data de início das análises	12/08/2019	Data final das análises	12/08/2019
-----------------------------	------------	-------------------------	------------

Ensaios realizados no Laboratório de Físico Química/CTBA					
Parâmetro	Método	LQ		Resultado	Expressão
DBO 5 dias	SMWW, 23, 5210 B	2.00	<	2,0	mg/L de O2
DQO	SMWW, 23, 5220 D	3.00	<	3,0	mg/L de O2

**Métodos**

<b>SMWW-23</b> Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 23ª Edição, APHA, AWWA, WEF.
---

<b>Os resultados desta análise têm valor restrito somente à amostra acima especificada.</b> <b>Observações:</b>
--



## Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos

Instituto Ambiental do Paraná

Monitoramento Ambiental



### Relatório de Ensaios Nº 1850/2019

<b>Solicitante/Empreendimento</b>	Código Cliente/Boleto n°.: 1707172
<b>Solicitante:</b>	CPF/CNPJ: 05000494911
Empresa: leandro algusto hediger	
<b>Endereço:</b> marciano dom beck 80	
<b>Município/UF:</b> CURITIBA/PR	
<b>Fone:</b> 984848384	<b>E-mail:</b> leandrohediger@ufpr.br

<b>Informações da coleta</b>	
<b>Coletor:</b> Solicitante	<b>Ficha de coleta:</b> 98102
<b>Data/Hora de coleta:</b> 11/08/2019 17:00:00	<b>Data entrada laboratório:</b> 12/08/2019 10:22:00
<b>Responsável Transporte.:</b> cliente	<b>Classificação da amostra:</b> Rio
<b>Natureza amostra:</b> Água Doce	
<b>Local da coleta:</b> Colonia Pereira - jusante	
<b>Chuva últimas 48 horas:</b> Não	
<b>Município/UF:</b> Matinhos/PR	
<b>Chuva no momento coleta:</b> Não	
<b>Localidade:</b> Rio das Pombas - jusante	

<b>Data de início das análises</b>	12/08/2019	<b>Data final das análises</b>	12/08/2019
------------------------------------	------------	--------------------------------	------------

Ensaios realizados no Laboratório de Físico Química/CTBA					
Parâmetro	Método	LQ		Resultado	Expressão
DBO 5 dias	SMWW, 23, 5210 B	2.00	<	2,0	mg/L de O2
DQO	SMWW, 23, 5220 D	3.00	<	3,0	mg/L de O2

#### Métodos

<p><b>SMWW-23</b></p> <p>Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 23ª Edição, APHA, AWWA, WEF.</p>
--

<p>Os resultados desta análise têm valor restrito somente à amostra acima especificada.</p> <p><b>Observações:</b></p>
--





Universidade Federal do Paraná  
Setor de Ciências da Terra – Degeol.  
Laboratório de Pesquisas Hidrogeológicas  
Centro Politécnico - Jd das Américas - 81.531-990 - Curitiba - PR - Brasil  
www.lph.ufpr.br / e-mail: lph@ufpr.br / fone/fax: (41) 3267-7910



## ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA EM ÁGUA

N° 20189

Solicitante:	<b>Leandro Hediger</b>	Data da entrega:	<b>06.09.2019</b>
Amostrador:	<b>Solicitante</b>	Data da coleta:	<b>06.09.2019</b>
Distrito/Cidade:	<b>Matinhos</b>	U.F.:	<b>PR</b>
Local da coleta:	<b>Colônia Pereira 1</b>		

Parâmetros	Resultados	Unidades	LQ
pH	<b>7,60</b>		0,1
Oxigênio Dissolvido	<b>9,5</b>	mg L <sup>-1</sup> O <sub>2</sub>	

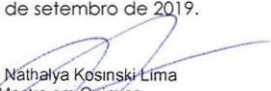
**Notas:**

**L.Q.** = Limite de quantificação (em mg L<sup>-1</sup>);      **N.D.** = Não detectado;  
**V.M.P.** = Valor máximo permitido (em mg L<sup>-1</sup>, exceto pH, cor e turbidez), de acordo com a PRC n° 5, de 28 de setembro de 2017, Anexo XX, do Ministério da Saúde da Saúde.;  
(I) Para o pH os valores recomendados são entre de 6.0 e 9.5.  
(II) Para os parâmetros Ferro e Manganês serão toleradas concentrações de até 2,4 mg L<sup>-1</sup> e 0,4 mg L<sup>-1</sup> respectivamente, desde que estejam complexados com produtos químicos comprovadamente de baixo risco à saúde.

**Observação:** A presente análise tem seu valor restrito a amostra recebida pelo LPH;

**Bibliografia:** APHA - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23<sup>th</sup> ed. 2017.

Curitiba, 19 de setembro de 2019.

  
Msc. Nathalya Kosinski Lima  
Mestre em Química  
CRQ 1X 09403407  
Responsável Técnico



Universidade Federal do Paraná  
Setor de Ciências da Terra – Degeol.  
Laboratório de Pesquisas Hidrogeológicas  
Centro Politécnico - Jd das Américas - 81.531-990 - Curitiba - PR - Brasil  
www.lph.ufpr.br / e-mail: lph@ufpr.br / fone/fax: (41) 3267-7910



### ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA EM ÁGUA

Nº 20190

Solicitante:	<b>Leandro Hediger</b>	Data da entrega:	<b>06.09.2019</b>
Amostrador:	<b>Solicitante</b>	Data da coleta:	<b>06.09.2019</b>
Distrito/Cidade:	<b>Matinhos</b>	U.F.:	<b>PR</b>
Local da coleta:	<b>Colônia Pereira 2</b>		

Parâmetros	Resultados	Unidades	LQ
pH	<b>6,78</b>		0,1
Oxigênio Dissolvido	<b>10,0</b>	mg L <sup>-1</sup> O <sub>2</sub>	

**Notas:**

**L.Q.** = Limite de quantificação (em mg L<sup>-1</sup>);      **N.D.** = Não detectado;  
**V.M.P.** = Valor máximo permitido (em mg L<sup>-1</sup>, exceto pH, cor e turbidez), de acordo com a PRC nº 5, de 28 de setembro de 2017, Anexo XX, do Ministério da Saúde da Saúde.;

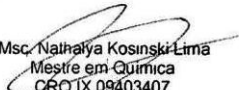
(I) Para o pH os valores recomendados são entre de 6.0 e 9.5.

(II) Para os parâmetros Ferro e Manganês serão toleradas concentrações de até 2,4 mg L<sup>-1</sup> e 0,4 mg L<sup>-1</sup> respectivamente, desde que estejam complexados com produtos químicos comprovadamente de baixo risco à saúde.

**Observação:** A presente análise tem seu valor restrito a amostra recebida pelo LPH;

**Bibliografia:** APHA - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23<sup>th</sup> ed. 2017.

Curitiba, 19 de setembro de 2019.

  
Msc. Nathalya Kosinski Lima  
Mestre em Química  
CRCIX 09403407  
Responsável Técnico



Universidade Federal do Paraná  
Setor de Ciências da Terra – Degeol.  
Laboratório de Pesquisas Hidrogeológicas  
Centro Politécnico - Jd das Américas - 81.531-990 - Curitiba - PR - Brasil  
www.lph.ufpr.br / e-mail: lph@ufpr.br / fone/fax: (41) 3267-7910



## ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA EM ÁGUA

Nº 20343

Solicitante:	<b>Leandro Hediger</b>	Data da entrega:	<b>18.11.2019</b>
Amostrador:	<b>Solicitante</b>	Data da coleta:	<b>18.11.2019</b>
Distrito/Cidade:	<b>Matinhos</b>	U.F.:	<b>PR</b>
Local da coleta:	<b>Colônia Pereira 1</b>		

Parâmetros	Resultados	Unidades	LQ
pH	<b>7,60</b>		0,1
Turbidez	<b>ND</b>	UT	0,2
Oxigênio Dissolvido	<b>10,7</b>	mg L <sup>-1</sup> O <sub>2</sub>	
Nitrogênio Total	<b>ND</b>	mg L <sup>-1</sup> N	1,5
Sólidos Totais a 103 °C	<b>20</b>	mg L <sup>-1</sup>	5
Fósforo Total	<b>0,16</b>	mg L <sup>-1</sup> P	0,03
DQO	<b>6,54</b>	mg L <sup>-1</sup> O <sub>2</sub>	2

**Notas:**

**L.Q.** = Limite de quantificação (em mg L<sup>-1</sup>);      **N.D.** = Não detectado;

**Observação:** A presente análise tem seu valor restrito a amostra recebida pelo LPH;

**Bibliografia:** APHA - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23<sup>th</sup> ed. 2017.

Curitiba, 22 de novembro de 2019.

Msc. Náthalya Kosinski Lima  
Mestre em Química  
CRQ IX 09403407  
Responsável Técnico



Universidade Federal do Paraná  
Setor de Ciências da Terra – Degeol.  
Laboratório de Pesquisas Hidrogeológicas  
Centro Politécnico - Jd das Américas - 81.531-990 - Curitiba - PR - Brasil  
www.lph.ufpr.br / e-mail: lph@ufpr.br / fone/fax: (41) 3267-7910



## ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA EM ÁGUA

N° 20344

Solicitante:	<b>Leandro Hediger</b>	Data da entrega:	<b>18.11.2019</b>
Amostrador:	<b>Solicitante</b>	Data da coleta:	<b>18.11.2019</b>
Distrito/Cidade:	<b>Matinhos</b>	U.F.:	<b>PR</b>
Local da coleta:	<b>Colônia Pereira 2</b>		

Parâmetros	Resultados	Unidades	LQ
pH	<b>6,93</b>		0,1
Turbidez	<b>1</b>	UT	0,2
Oxigênio Dissolvido	<b>10,1</b>	mg L <sup>-1</sup> O <sub>2</sub>	
Nitrogênio Total	<b>ND</b>	mg L <sup>-1</sup> N	1,5
Sólidos Totais a 103 ° C	<b>20</b>	mg L <sup>-1</sup>	5
Fósforo Total	<b>0,26</b>	mg L <sup>-1</sup> P	0,03
DQO	<b>6,61</b>	mg L <sup>-1</sup> O <sub>2</sub>	2

**Notas:**

L.Q. = Limite de quantificação (em mg L<sup>-1</sup>); N.D. = Não detectado;

**Observação:** A presente análise tem seu valor restrito a amostra recebida pelo LPH;

**Bibliografia:** APHA - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23<sup>th</sup> ed. 2017.

Curitiba, 22 de novembro de 2019.

Msc. Nathalya Kosinski Lima  
Mestre em Química  
CRQ/IX 09403407  
Responsável Técnico



Universidade Federal do Paraná  
Setor de Ciências da Terra – Degeol.  
Laboratório de Pesquisas Hidrogeológicas  
Centro Politécnico - Jd das Américas - 81.531-990 - Curitiba - PR - Brasil  
www.lph.ufpr.br / e-mail: lphufpr@gmail.com / fone: (41) 3361-3169



## ANÁLISE BACTERIOLÓGICA DE ÁGUA

N° 20343

Solicitante:	<b>Leandro Hediger</b>	Data da entrega:	<b>18.11.2019</b>
Amostrador:	<b>Solicitante</b>	Data da coleta:	<b>18.11.2019</b>
Distrito/Cidade:	<b>Matinhos</b>	U.F.:	<b>PR</b>
Local da coleta:	<b>Colônia Pereira 01</b>		

Coliformes totais:	<b>&gt;2419,6</b>	Número mais provável em 100 mL
Coliformes fecais (Escherichia coli):	<b>14,4</b>	Número mais provável em 100 mL

**DEFINIÇÕES:** **Coliformes totais** - bactérias do grupo coliforme - bacilos gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não formadores de esporos, oxidase-negativos, capazes de desenvolver na presença de sais biliares ou agentes tensoativos que fermentam a lactose com produção de ácido, gás e aldeído a  $35,0 \pm 0,5^\circ\text{C}$  em 24-48 horas, e que podem apresentar atividade da enzima  $\beta$ -galactosidase. **Escherichia Coli** - principal representante do subgrupo dos coliformes termotolerantes - bactéria do grupo coliforme que fermenta a lactose e manitol, com produção de ácido e gás a  $44,5 \pm 0,2^\circ\text{C}$  em 24 horas, produz indol a partir do triptofano, oxidase negativa, não hidroliza a uréia e apresenta atividade das enzimas  $\beta$  galactosidase e  $\beta$  glucoronidase, sendo considerada o mais específico indicador de contaminação fecal recente e de eventual presença de organismos patogênicos.

**Observação:** A presente análise tem seu valor restrito a amostra recebida pelo LPH.

**Bibliografia:** APHA - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23<sup>th</sup> ed. 2017.

Curitiba, 20 de novembro de 2019.

Msc. Nathalya Kosinski Lima  
Mestre em Química  
CRC QX 09403407  
Responsável Técnico



Universidade Federal do Paraná  
Setor de Ciências da Terra – Degeol.  
Laboratório de Pesquisas Hidrogeológicas  
Centro Politécnico - Jd das Américas - 81.531-990 - Curitiba - PR - Brasil  
www.lph.ufpr.br / e-mail: lphufpr@gmail.com / fone: (41) 3361-3169



### ANÁLISE BACTERIOLÓGICA DE ÁGUA

Nº 20344

Solicitante:	<b>Leandro Hediger</b>	Data da entrega:	<b>18.11.2019</b>
Amostrador:	<b>Solicitante</b>	Data da coleta:	<b>18.11.2019</b>
Distrito/Cidade:	<b>Matinhos</b>	U.F.:	<b>PR</b>
Local da coleta:	<b>Colônia Pereira 02</b>		

Coliformes totais:	<b>&gt;2419,6</b>	Número mais provável em 100 mL
Coliformes fecais (Escherichia coli):	<b>109,5</b>	Número mais provável em 100 mL

**DEFINIÇÕES:** **Coliformes totais** - bactérias do grupo coliforme - bacilos gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não formadores de esporos, oxidase-negativos, capazes de desenvolver na presença de sais biliares ou agentes tensoativos que fermentam a lactose com produção de ácido, gás e aldeído a  $35,0 \pm 0,5^\circ\text{C}$  em 24-48 horas, e que podem apresentar atividade da enzima  $\beta$ -galactosidase. **Escherichia Coli** - principal representante do subgrupo dos coliformes termotolerantes - bactéria do grupo coliforme que fermenta a lactose e manitol, com produção de ácido e gás a  $44,5 \pm 0,2^\circ\text{C}$  em 24 horas, produz indol a partir do triptofano, oxidase negativa, não hidroliza a uréia e apresenta atividade das enzimas  $\beta$  galactosidase e  $\beta$  glucuronidase, sendo considerada o mais específico indicador de contaminação fecal recente e de eventual presença de organismos patogênicos.

**Observação:** A presente análise tem seu valor restrito a amostra recebida pelo LPH.

**Bibliografia:** APHA - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23<sup>th</sup> ed. 2017.

Curitiba, 20 de novembro de 2019.

Msc. Nathalya Kosinski Lima  
Mestre em Química  
CRQ IX-09403407  
Responsável Técnico



Universidade Federal do Paraná  
Setor de Ciências da Terra – Degeol.  
Laboratório de Pesquisas Hidrogeológicas  
Centro Politécnico - Jd das Américas - 81.531-990 - Curitiba - PR - Brasil  
www.lph.ufpr.br / e-mail: lph@ufpr.br / fone/fax: (41) 3267-7910



## ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA EM ÁGUA

N° 20430

Solicitante:	<b>Leandro Hediger</b>	Data da entrega:	<b>16.02.2020</b>
Amostrador:	<b>Solicitante</b>	Data da coleta:	<b>16.02.2020</b>
Distrito/Cidade:	<b>Matinhos</b>	U.F.:	<b>PR</b>
Local da coleta:	<b>Colônia Pereira 1</b>		

Parâmetros	Resultados	Unidades	LQ
pH	<b>6,80</b>		0,1
Turbidez	<b>ND</b>	UT	0,2
Oxigênio Dissolvido	<b>6,54</b>	mg L <sup>-1</sup> O <sub>2</sub>	
Nitrogênio Total	<b>0,754</b>	mg L <sup>-1</sup> N	1,5
Sólidos Totais a 103 ° C	<b>18</b>	mg L <sup>-1</sup>	5
Fósforo Total	<b>ND</b>	mg L <sup>-1</sup> P	0,03
DQO	<b>ND</b>	mg L <sup>-1</sup> O <sub>2</sub>	2

<b>Notas:</b>
L.Q. = Limite de quantificação (em mg L <sup>-1</sup> );      N.D. = Não detectado;
<b>Observação:</b> A presente análise tem seu valor restrito a amostra recebida pelo LPH;
<b>Bibliografia:</b> APHA - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23 <sup>th</sup> ed. 2017.

Curitiba, 20 de fevereiro de 2020.

Msc. Nathalya Kosinski Lima  
Mestre em Química  
CRQ IX 09403407  
Responsável Técnico



Universidade Federal do Paraná  
Setor de Ciências da Terra – Degeol.  
Laboratório de Pesquisas Hidrogeológicas  
Centro Politécnico - Jd das Américas - 81.531-990 - Curitiba - PR - Brasil  
www.lph.ufpr.br / e-mail: lph@ufpr.br / fone/fax: (41) 3267-7910



## ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA EM ÁGUA

N° 20431

Solicitante:	<b>Leandro Hediger</b>	Data da entrega:	<b>16.02.2020</b>
Amostrador:	<b>Solicitante</b>	Data da coleta:	<b>16.02.2020</b>
Distrito/Cidade:	<b>Matinhos</b>	U.F.:	<b>PR</b>
Local da coleta:	<b>Colônia Pereira 2</b>		

Parâmetros	Resultados	Unidades	LQ
pH	<b>6,40</b>		0,1
Turbidez	<b>1</b>	UT	0,2
Oxigênio Dissolvido	<b>7,50</b>	mg L <sup>-1</sup> O <sub>2</sub>	
Nitrogênio Total	<b>0,709</b>	mg L <sup>-1</sup> N	1,5
Sólidos Totais a 103 ° C	<b>20</b>	mg L <sup>-1</sup>	5
Fósforo Total	<b>ND</b>	mg L <sup>-1</sup> P	0,03
DQO	<b>ND</b>	mg L <sup>-1</sup> O <sub>2</sub>	2

<b>Notas:</b>	
<b>L.Q.</b> = Limite de quantificação (em mg L <sup>-1</sup> );	<b>N.D.</b> = Não detectado;
<b>Observação:</b> A presente análise tem seu valor restrito a amostra recebida pelo LPH;	
<b>Bibliografia:</b> APHA - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23 <sup>th</sup> ed. 2017.	

Curitiba, 20 de fevereiro de 2020.

Msc. Nathalya Kosinski Lima  
Mestre em Química  
CRQ/IX 09403407  
Responsável Técnico



Universidade Federal do Paraná  
Setor de Ciências da Terra – Degeol.  
Laboratório de Pesquisas Hidrogeológicas  
Centro Politécnico - Jd das Américas - 81.531-990 - Curitiba - PR - Brasil  
www.lph.ufpr.br / e-mail: lphufpr@gmail.com / fone: (41) 3361-3169



## ANÁLISE BACTERIOLÓGICA DE ÁGUA

Nº 20430

Solicitante:	<b>Leandro Hediger</b>	Data da entrega:	<b>17.02.2020</b>
Amostrador:	<b>Solicitante</b>	Data da coleta:	<b>17.02.2020</b>
Distrito/Cidade:	<b>Matinhos</b>	U.F.:	<b>PR</b>
Local da coleta:	<b>Colônia Pereira 01</b>		

Coliformes totais:	<b>2419,6</b>	Número mais provável em 100 mL
Coliformes fecais (Escherichia coli):	<b>33,2</b>	Número mais provável em 100 mL

**DEFINIÇÕES:** **Coliformes totais** - bactérias do grupo coliforme - bacilos gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não formadores de esporos, oxidase-negativos, capazes de desenvolver na presença de sais biliares ou agentes tensoativos que fermentam a lactose com produção de ácido, gás e aldeído a  $35,0 \pm 0,5^\circ\text{C}$  em 24-48 horas, e que podem apresentar atividade da enzima  $\beta$ -galactosidase. **Escherichia Coli** - principal representante do subgrupo dos coliformes termotolerantes - bactéria do grupo coliforme que fermenta a lactose e manitol, com produção de ácido e gás a  $44,5 \pm 0,2^\circ\text{C}$  em 24 horas, produz indol a partir do triptofano, oxidase negativa, não hidroliza a uréia e apresenta atividade das enzimas  $\beta$  galactosidase e  $\beta$  glucoronidase, sendo considerada o mais específico indicador de contaminação fecal recente e de eventual presença de organismos patogênicos.

**Observação:** A presente análise tem seu valor restrito a amostra recebida pelo LPH.

**Bibliografia:** APHA - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23<sup>th</sup> ed. 2017.

Curitiba, 20 de fevereiro de 2020.

Msc. Natália Kosinski Lima  
Mestre em Química  
CRQ-IX 094034/7  
Responsável Técnico



Universidade Federal do Paraná  
Setor de Ciências da Terra – Degeol.  
Laboratório de Pesquisas Hidrogeológicas  
Centro Politécnico - Jd das Américas - 81.531-990 - Curitiba - PR - Brasil  
www.lph.ufpr.br / e-mail: lphufpr@gmail.com / fone: (41) 3361-3169



### ANÁLISE BACTERIOLÓGICA DE ÁGUA

Nº 20431

Solicitante:	<b>Leandro Hediger</b>	Data da entrega:	<b>17.02.2020</b>
Amostrador:	<b>Solicitante</b>	Data da coleta:	<b>17.02.2020</b>
Distrito/Cidade:	<b>Matinhos</b>	U.F.:	<b>PR</b>
Local da coleta:	<b>Colônia Pereira 02</b>		


Coliformes totais:	<b>&gt;2419,6</b>	Número mais provável em 100 mL
Coliformes fecais (Escherichia coli):	<b>38,8</b>	Número mais provável em 100 mL

**DEFINIÇÕES:** **Coliformes totais** - bactérias do grupo coliforme - bacilos gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não formadores de esporos, oxidase-negativos, capazes de desenvolver na presença de sais biliares ou agentes tensoativos que fermentam a lactose com produção de ácido, gás e aldeído a  $35,0 \pm 0,5^\circ\text{C}$  em 24-48 horas, e que podem apresentar atividade da enzima  $\beta$ -galactosidase. **Escherichia Coli** - principal representante do subgrupo dos coliformes termotolerantes - bactéria do grupo coliforme que fermenta a lactose e manitol, com produção de ácido e gás a  $44,5 \pm 0,2^\circ\text{C}$  em 24 horas, produz indol a partir do triptofano, oxidase negativa, não hidroliza a uréia e apresenta atividade das enzimas  $\beta$  galactosidase e  $\beta$  glucuronidase, sendo considerada o mais específico indicador de contaminação fecal recente e de eventual presença de organismos patogênicos.

**Observação:** A presente análise tem seu valor restrito a amostra recebida pelo LPH.

**Bibliografia:** APHA - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23<sup>th</sup> ed. 2017.

Curitiba, 20 de fevereiro de 2020.

  
Msc. Nathalya Kosinek Lima  
Mestre em Química  
CRQ IX 09403407  
Responsável Técnico