



**Universidade do Estado do Rio de Janeiro**

**Centro de Tecnologia e Ciências**

**Programa de Pós-Graduação em Gestão e Regulação de  
Recursos Hídricos**

**Alessandro de Oliveira da Silva**

**Estudo da qualidade ambiental do Rio Paraíba do Sul entre os municípios  
de Paraíba do Sul e Três Rios, Rio de Janeiro**

**Rio de Janeiro**

**2023**

Alessandro de Oliveira da Silva

**Estudo da qualidade ambiental do Rio Paraíba do Sul entre os municípios de Paraíba do Sul e Três Rios, Rio de Janeiro**

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, Curso de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (PROF-ÁGUA), na Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Instrumentos da Políticas de Recursos Hídricos.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Cláudia Hamacher

Rio de Janeiro

2023

CATALOGAÇÃO NA FONTE  
UERJ / REDE SIRIUS / BIBLIOTECA CTC/C

S586 Silva, Alessandro de Oliveira da.  
Estudo da qualidade ambiental do Rio Paraíba do Sul entre os municípios de Paraíba do Sul e Três Rios, Rio de Janeiro / Alessandro de Oliveira da Silva.– 2023.  
130 f. : il.

Orientadora: Cláudia Hamacher.  
Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Centro de Tecnologia e Ciências.

1. Recursos hídricos – Administração - Teses. 2. Água - Qualidade - Paraíba do Sul, Rio - Teses. 3. Uso e ocupação do solo - Teses. 4. Jogos educativos - Teses. I. Hamacher, Cláudia. II. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Centro de Tecnologia e Ciências. III. Título.

CDU: 556.18(815.3)

Bibliotecária Responsável: Priscila Freitas Araujo/ CRB-7: 7322

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação, desde que citada a fonte.

---

Assinatura

---

Data

Alessandro de Oliveira da Silva

**Estudo da qualidade ambiental do Rio Paraíba do Sul entre os municípios de Paraíba do Sul e Três Rios, Rio de Janeiro**

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre ao Programa de Pós-graduação em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, Curso de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (PROF-ÁGUA), na Universidade do Estado do Rio de Janeiro: Instrumentos da Políticas de Recursos Hídricos.

Aprovada em 14 de dezembro de 2023.

Banca Examinadora:

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Cláudia Hamacher (Orientadora)  
Faculdade de Oceanografia - UERJ

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Cleonice Puggian  
Faculdade de Educação da Baixada Fluminense - UERJ

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Michelle Passos Araújo  
Faculdade de Oceanografia - UERJ

Rio de Janeiro

2023



## AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter permitido que eu tivesse saúde e determinação para não desanimar durante a realização deste trabalho, e por me permitir ultrapassar todos os obstáculos encontrados ao longo da realização do mesmo. Obrigado, Santa Sara Kalli, por tudo de bom que vós me destes e continuarás dando, porque eu posso, eu quero, eu mereço e eu vou conseguir. Agradeço a minha família e amigos por tudo que fazem por mim, vocês são a minha base e eu agradeço por tudo e por cuidarem sempre de mim.

Agradeço à professora Cláudia Hamacher, por ter sido minha orientadora e ter desempenhado tal função com dedicação e amizade e muito carinho, pelas correções e ensinamentos que me permitiram apresentar um melhor desempenho no meu processo de formação profissional ao longo do curso, e por todos os conselhos e ajuda e pela paciência com a qual guiaram o meu aprendizado. Aos professores do polo UERJ, meu agradecimento, por me ensinar e pela dedicação e paciência e pelo carinho de sempre.

Ao Professor Friedrich Wilhelm Herms, “Professor Fred”, pelos ensinamentos e a dedicação e por me ensinar coisas que eu achei que nunca conseguiria compreender. Aos professores da banca, meu muito obrigado pelas valiosas contribuições, que foram de suma importância para o meu desenvolvimento acadêmico, obrigado por fazerem parte da minha história.

Aos amigos do curso agradeço por não deixarem me sentir sozinho durante essa caminhada e por estarem sempre ao meu lado. Em especial os amigos professores Gilliarde de Carvalho, Vinícius Azevedo, Marcos Dimas Lemos, Fábio Mendes. Mesmo de longe, sinto o carinho de vocês e me sinto honrado em ter conhecidos todos vocês.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 e da Agência Nacional de Águas (ANA) através do Projeto CAPES/ANA AUXPE N°. 2717/2015. Agradeço ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - ProfÁgua da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) pelo apoio técnico científico oferecido, e a ANA e a CAPES pelo apoio ao ProfÁgua aportado até o momento.

## RESUMO

SILVA, Alessandro de Oliveira da. **Estudo da Qualidade Ambiental do Rio Paraíba do Sul entre os Municípios de Paraíba do Sul e Três Rios, Rio de Janeiro**. 2023. 130 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos – PROF-ÁGUA) - Centro de Tecnologia e Ciências, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2023.

O espaço geográfico, espaço de vivência do ser humano na estreita e complexa relação com meio natural, vem sofrendo diversas alterações em função das ações humanas. Essa pressão antrópica é severa sobre os recursos hídricos existentes, o que vem se tornando um grave problema na atualidade. O rio Paraíba do Sul é o principal rio do estado do Rio de Janeiro e possui sua relevância associada, não só à sua importância social e econômica nas regiões que ele percorre, mas também devido aos diferentes impactos ambientais que sofre ao longo de seu percurso. O presente trabalho teve como objetivo principal realizar um levantamento da qualidade ambiental do rio Paraíba do Sul, entre os municípios de Paraíba do Sul e Três Rios no Rio de Janeiro, através de coleta de dados bibliográficos de outros autores, de uma análise fotográfica com o *ARCGIS 10.5* e pela aplicação de um Protocolo de Avaliação Rápida (PAR). Esse estudo é uma pesquisa de abordagem qualitativa e de campo. Tem como principais resultados o levantamento de um conjunto de informações tais como, identificação de margens ciliares destruídas, o que gera grandes impactos à vida aquática, reduzindo a diversidade de espécies e animais e plantas que sobrevivem nesse ecossistema, assim como o avanço desordenado da urbanização em seções importantes do rio. A aplicação do PAR gerou uma percepção da qualidade ambiental da área em estudo para os avaliadores. A partir do conjunto de informações levantadas ao longo do estudo foi criado um jogo chamado de Trilha do Rio Ecológico, que tem como objetivo, através da movimentação de uma peça ao longo das casas no tabuleiro, divulgar conceitos em relação à importância da conservação dos recursos hídricos, destacando as principais ameaças a essa preservação. O jogo está disponibilizado para *downloads* no site [www.profagua.uerj.br](http://www.profagua.uerj.br), no menu biblioteca digital, banco de produtos, para uso como recurso didático nas escolas da região. Esse estudo visou auxiliar o enfrentamento dos problemas ambientais, de forma conjunta a partir da aplicação de conceitos de diversas ciências. A qualidade ambiental do rio Paraíba do Sul é de suma importância para os municípios de Três Rios e Paraíba do Sul, uma vez que é dele que é retirada a água de abastecimento público dessas duas cidades.

Palavras-chave: uso do solo; protocolo de avaliação rápida; jogos educativos.

## ABSTRACT

SILVA, Alessandro de Oliveira da. **Study of the Environmental Quality of the Paraíba do Sul River between the Municipalities of Paraíba do Sul and Três Rios, Rio de Janeiro.** 2023. 130 f. Dissertation (Professional Master's Degree in National Network in Management and Regulation of Water Resources - PROF-ÁGUA) - Technology and Science Center, State University of Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2023.

The Geographic space, the living space of human beings in the close and complex relationship with the natural environment, has been undergoing several changes due to human actions. This human pressure is severe on existing water resources, which is becoming a serious problem today. The Paraíba do Sul River is the main river in the state of Rio de Janeiro and its relevance is associated not only with its social and economic importance in the regions it runs through, but also due to the different environmental impacts it suffers along its route. The main objective of this work was to carry out a survey of the environmental quality of the Paraíba do Sul river, between the municipalities of Paraíba do Sul and Três Rios in Rio de Janeiro, through the collection of bibliographic data from other authors, a photographic analysis with the ARCGIS 10.5 and the application of a Rapid Assessment Protocol (PAR). This study is a qualitative and field research. Its main results are the collection of a set of information such as the identification of destroyed riparian banks, which generates major impacts on aquatic life, reducing the diversity of species and animals and plants that survive in this ecosystem, as well as the disorderly advance of urbanization in important sections of the river. The application of PAR generated a perception of the environmental quality of the area under study for the evaluators. From the set of information gathered throughout the study, a game called Trilha do Rio Ecológico was created, which aims, through the movement of a piece along the squares on the board, to disseminate concepts regarding the importance of conserving resources. water resources, highlighting the main threats to this preservation. The game should be made available for downloads on the website [www.profagua.uerj.br](http://www.profagua.uerj.br), in the digital library menu, product bank, for use as a teaching resource in schools in the region. This study aimed to help face environmental problems, jointly through the application of concepts from different sciences. The environmental quality of the Paraíba do Sul River is of paramount importance for the municipalities of Três Rios and Paraíba do Sul, since it is from it that the public water supply of these two cities is taken.

Keywords: land use; rapid assessment protocol; educational games.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1-	Esquema da Área de Preservação Permanente (APP) para Matas Ciliares.....	42
Figura 2-	Área de Atuação do Comitê da Bacia Hidrográfica do Médio Paraíba do Sul, com Destaque para os Municípios de Paraíba do Sul e Três Rios.....	51
Figura 3-	Incêndio no Parque de Águas Minerais Salutáris Paraíba do Sul – Rio de Janeiro .....	53
Figura 4-	Mapa do Estado do Rio de Janeiro com a Localização do Município de Paraíba do Sul em Destaque .....	54
Figura 5-	Mapa do Estado do Rio de Janeiro com a Localização do Município de Três Rios .....	56
Figura 6-	Imagem da área de estudo, com a indicação do início e do final do percurso .....	58
Figura 7-	Pontos escolhidos ao longo do rio Paraíba do Sul para aplicação do PAR.....	63
Figura 8-	Imagem de Satélite do Segmento 1 do Trecho Estudado do Rio Paraíba do Sul entre as Cidades de Paraíba do Sul e Três Rios.....	71
Figura 9-	Imagem de Satélite do Segmento 2 do Trecho Estudado do Rio Paraíba do Sul entre as Cidades de Paraíba do Sul e Três Rios.....	72
Figura 10-	Imagem de Satélite do Segmento 3 do Trecho Estudado do Rio Paraíba do Sul entre as Cidades de Paraíba do Sul e Três Rios .....	74
Figura 11-	Imagem de Satélite do Segmento 4 do Trecho Estudado do Rio Paraíba do Sul entre as Cidades de Paraíba do Sul e Três Rios .....	75
Figura 12-	Imagem de Satélite do Segmento 5 do Trecho Estudado do Rio Paraíba do Sul entre as Cidades de Paraíba do Sul e Três Rios.....	77
Figura 13-	Imagem de Satélite do Segmento 6 do Trecho Estudado do Rio Paraíba do Sul entre as Cidades de Paraíba do Sul e Três Rios.....	78
Figura 14-	Imagem de Satélite do Segmento 7 do Trecho Estudado do Rio Paraíba do Sul entre as Cidades de Paraíba do Sul e Três Rios .....	80
Figura 15-	Imagem de Satélite do Segmento 8 do Trecho Estudado do Rio Paraíba do Sul entre as Cidades de Paraíba do Sul e Três Rios.....	81

Figura 16-	Imagem de Satélite do Segmento 9 do Trecho Estudado do Rio Paraíba do Sul entre as Cidades de Paraíba do Sul e Três Rios .....	83
Figura 17-	Imagem de Satélite do Segmento 10 do Trecho Estudado do Rio Paraíba do Sul entre as Cidades de Paraíba do Sul e Três Rios .....	84
Figura 18-	Imagem de Satélite do Segmento 11 do Trecho Estudado do Rio Paraíba do Sul entre as Cidades de Paraíba do Sul e Três Rios.....	86
Figura 19-	Imagem de Satélite do Segmento 12 do Trecho Estudado do Rio Paraíba do Sul entre as Cidades de Paraíba do Sul e Três Rios.....	87
Figura 20-	Imagem de Satélite do Segmento 13 do Trecho Estudado do Rio Paraíba do Sul entre as Cidades de Paraíba do Sul e Três Rios.....	88
Figura 21-	Imagem de Satélite do Segmento 14 do Trecho Estudado do Rio Paraíba do Sul entre as Cidades de Paraíba do Sul e Três Rios.....	89

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Trabalhos recentes relacionados ao PAR no Brasil.....	37
Tabela 2 - Escala de pontuação de cores.....	94
Tabela 3 - Resultados da aplicação do questionário PAR para o ponto 1 da área estudada.....	95
Tabela 4 - Resultados da aplicação do questionário PAR para o ponto 2 da área estudada.....	96
Tabela 5 - Resultados da aplicação do questionário PAR para o ponto 3 da área estudada.....	98
Tabela 6 - Resultados da aplicação do questionário PAR para o ponto 4 da área estudada.....	99
Tabela 7 - Resultados da aplicação do questionário PAR para o ponto 5 da área estudada.....	100

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 -	Classificação da qualidade da água de acordo com as faixas do IQA.....	31
Quadro 2 -	As interferências humanas no ciclo hidrológico .....	32
Quadro 3 -	Atividades humanas que causam impactos na qualidade das águas...	32
Quadro 4 -	Formulário do PAR.....	66
Quadro 5 -	Principais Características da Ocupação do Solo no Entorno do Rio Paraíba do Sul no Segmento 1 do Trecho entre as Cidades de Paraíba do Sul e Três Rios.....	71
Quadro 6 -	Principais Características da Ocupação do Solo no Entorno do Rio Paraíba do Sul no Segmento 2 do Trecho entre as Cidades de Paraíba do Sul e Três Rios.....	73
Quadro 7 -	Principais Características da Ocupação do Solo no Entorno do Rio Paraíba do Sul no Segmento 3 do Trecho entre as Cidades de Paraíba do Sul e Três Rios.....	74
Quadro 8 -	Principais Características da Ocupação do Solo no Entorno do Rio Paraíba do Sul no Segmento 4 do Trecho entre as Cidades de Paraíba do Sul e Três Rios.....	76
Quadro 9 -	Principais Características da Ocupação do Solo no Entorno do Rio Paraíba do Sul no Segmento 5 do Trecho entre as Cidades de Paraíba do Sul e Três Rios.....	77
Quadro 10 -	Principais Características da Ocupação do Solo no Entorno do Rio Paraíba do Sul no Segmento 6 do Trecho entre as Cidades de Paraíba do Sul e Três Rios.....	79
Quadro 11 -	Principais Características da Ocupação do Solo no Entorno do Rio Paraíba do Sul no Segmento 7 do Trecho entre as Cidades de Paraíba do Sul e Três Rios.....	80
Quadro 12 -	Principais Características da Ocupação do Solo no Entorno do Rio Paraíba do Sul no Segmento 8 do Trecho entre as Cidades de Paraíba do Sul e Três Rios.....	82
Quadro 13 -	Principais Características da Ocupação do Solo no Entorno do Rio Paraíba do Sul no Segmento 9 do Trecho entre as Cidades de	

	Paraíba do Sul e Três Rios.....	83
Quadro 14 -	Principais Características da Ocupação do Solo no Entorno do Rio Paraíba do Sul no Segmento 10 do Trecho entre as Cidades de Paraíba do Sul e Três Rios.....	85
Quadro 15 -	Principais Características da Ocupação do Solo no Entorno do Rio Paraíba do Sul no Segmento 11 do Trecho entre as Cidades de Paraíba do Sul e Três Rios.....	86
Quadro 16 -	Principais Características da Ocupação do Solo no Entorno do Rio Paraíba do Sul no Segmento 12 do Trecho entre as Cidades de Paraíba do Sul e Três Rios.....	88
Quadro 17 -	Principais Características da Ocupação do Solo no Entorno do Rio Paraíba do Sul no Segmento 13 do Trecho entre as Cidades de Paraíba do Sul e Três Rios.....	89
Quadro 18 -	Principais Características da Ocupação do Solo no Entorno do Rio Paraíba do Sul no Segmento 14 do Trecho entre as Cidades de Paraíba do Sul e Três Rios.....	90



## LISTA DE SIGLAS

ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
APP	Área de Preservação Permanente
AUSRIVAS	Sistema Australiano de Avaliação de Rios - <i>Australian River Assessment System</i>
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CEPTA	Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Peixes Continentais
CERHI-RJ	Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
COVID- 19	Coronavírus SARS-CoV-2
DCN	Diretrizes Curriculares Nacionais
EJA	Educação de Jovens e Adultos
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDHM	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
IQA	Índice de Qualidade da Água
INEA	Instituto Estadual do Ambiente
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
NSF	Fundação Nacional de Saneamento - <i>National Sanitation Foudation</i>
PAR	Protocolo de Avaliação Rápida de Rios
PCH	Pequena Central Hidrelétrica
PM	Polícia Militar
PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos
PNE	Plano Nacional de Educação
RAN	Répteis e Anfíbios
RBPs	Protocolo de Bioavaliação Rápida - <i>Rapid Biossessement Protocols</i>
RH III	Região Hidrográfica III

SIG	Sistema de Informação Geográfica
SINGREH	Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
SOS	Salvar um Fluxo- <i>Save-a-Stream</i>
SUS	Sistema Único de Saúde
USEPA	Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos- <i>United States Environmental Protection Agency</i>

## SUMÁRIO

	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	20
1	<b>OBJETIVOS.....</b>	22
1.1	<b>Objetivo principal.....</b>	22
1.2	<b>Objetivos específicos.....</b>	22
2	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	23
2.1	<b>Ocupação urbana e o uso e importância da água.....</b>	23
2.2	<b>Interrelação de qualidade ambiental urbana e qualidade de vida.....</b>	25
2.3	<b>Breve panorama geral da gestão de recursos hídricos no Brasil.....</b>	28
2.4	<b>Fatores que interferem na qualidade dos recursos hídricos em áreas urbanas.....</b>	29
2.5	<b>Protocolo de Avaliação Pávida- PAR.....</b>	33
2.6	<b>Uso e ocupação do solo.....</b>	39
2.7	<b>Matas Ciliares e sua Importância.....</b>	42
2.8	<b>Os jogos na educação ambiental.....</b>	43
3	<b>ÁREA DE ESTUDO.....</b>	48
3.1	<b>Panorama geral da bacia hidrográfica do Médio Paraíba do Sul.....</b>	49
3.2	<b>Município de Paraíba do Sul.....</b>	53
3.3	<b>Município de Três Rios.....</b>	55
4	<b>METODOLOGIA.....</b>	58
4.1	<b>Delimitação e Caracterização Geográfica do Percurso em Estudo.....</b>	58
4.2	<b>Procedimentos Metodológicos.....</b>	59
4.3	<b>Avaliação do Uso do Solo.....</b>	60
4.4	<b>Definição dos Pontos de Aplicação do PAR.....</b>	61
4.5	<b>Adequação do PAR.....</b>	63
4.6	<b>Convite de Participação como Avaliador para a Aplicação do PAR.....</b>	67
4.7	<b>Capacitação dos voluntários e escolha das datas para aplicação do PAR.....</b>	67
4.8	<b>Aplicação do PAR.....</b>	68
4.9	<b>Cuidados em Campo e Materiais Usados na Pesquisa.....</b>	68
4.10	<b>Relatório de experiência e comentários sobre a aplicação do par pelos voluntários.....</b>	68

4.11	<b>Produtos relacionados à pesquisa</b> .....	69
5	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	70
5.1.	<b>Análise dos aspectos ambientais sociais e econômicos</b> .....	70
5.1.1	<u>Seguimento 1</u> .....	70
5.1.2	<u>Seguimento 2</u> .....	72
5.1.3	<u>Seguimento 3</u> .....	73
5.1.4	<u>Seguimento 4</u> .....	75
5.1.5	<u>Seguimento 5</u> .....	76
5.1.6	<u>Seguimento 6</u> .....	78
5.1.7	<u>Seguimento 7</u> .....	79
5.1.8	<u>Seguimento 8</u> .....	81
5.1.9	<u>Seguimento 9</u> .....	82
5.1.10	<u>Seguimento 10</u> .....	84
5.1.11	<u>Seguimento 11</u> .....	85
5.1.12	<u>Seguimento 12</u> .....	87
5.1.13	<u>Seguimento 13</u> .....	88
5.1.14	<u>Seguimento 14</u> .....	89
5.2	<b>Identificação dos problemas existentes no percurso</b> .....	90
5.3	<b>Resultados da Aplicação do PAR</b> .....	94
5.3.1	<u>Resultado da aplicação do PAR- ponto 1</u> .....	94
5.3.2	<u>Resultado da aplicação do PAR- ponto 2</u> .....	96
5.3.3	<u>Resultado da aplicação do PAR- ponto 3</u> .....	97
5.3.4	<u>Resultado da aplicação do PAR- ponto 4</u> .....	98
5.3.5	<u>Resultado da aplicação do PAR- ponto 5</u> .....	99
5.4	<b>Aplicação do PAR – experiência e comentários dos voluntários</b> .....	102
5.5	<b>Jogo educacional</b> .....	102
5.5.1	<u>Sobre o jogo</u> .....	103
5.5.2	<u>Como jogar</u> .....	103
5.5.3	<u>Penalidades e bonificações do jogo</u> .....	104
5.5.4	<u>Personagens do jogo</u> .....	104
5.5.5	<u>Quem pode jogar</u> .....	105
	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	106
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	108
	<b>APÊNDICE A</b> - Relatório da experiência e comentários sobre a aplicação do par pelos voluntários.....	127
	<b>APÊNDICE B</b> - Jogo trilha- Rio Ecológico primeira fase.....	128
	<b>APÊNDICE C</b> - Jogo trilha- Rio Ecológico segunda fase.....	129
	<b>APÊNDICE D</b> - Acessório do jogo – Dado .....	130

## INTRODUÇÃO

Atualmente, é grave o cenário em que se encontra o rio Paraíba do Sul e seus afluentes, rio que banha os estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais. Esse rio possui extrema importância econômica e para o abastecimento hídrico de milhões de pessoas (Cintra *et al.*, 2020).

O rio Paraíba do Sul é o principal rio do estado do Rio de Janeiro. Apesar de sua importância social e econômica nas regiões pelas quais ele percorre, sofre diferentes impactos ambientais ao longo de seu percurso. Conforme Totti (2008), esse rio recebe toneladas de esgoto sem tratamento adequado e efluentes industriais, tem parte de suas margens ciliares destruídas, gerando grandes impactos à vida aquática, reduzindo a diversidade de espécies de animais e plantas que sobrevivem nesse ecossistema.

Conforme Florezano (2002), muitas cidades brasileiras passaram por processos de intensa urbanização de forma desordenada na década de 1960, tendo como combustível a industrialização, assim a paisagem sofreu com as ações humanas. As atividades antrópicas e impactos ambientais gerados se deram em diferentes escalas em cada cidade ou região.

A qualidade da água depende de todas as influências que o rio sofre ao longo de seu curso (Peters; Meybeck, 2009). Segundo Lima (2001), não podem ser apenas consideradas as características químicas e físicas para analisar a qualidade ambiental de um rio, mas, sim, deve ser avaliado todo funcionamento do ecossistema.

A degradação da qualidade das águas tem sido crescente no Brasil, principalmente em regiões mais urbanizadas, acarretando um aumento da preocupação em relação aos aspectos quantitativos e qualitativos das águas para atender aos seus diversos usos.

Outros fatores que causam alteração da qualidade da água da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul, além dos citados acima, são a extração de recursos naturais e outras intervenções nas matas ripárias, que contribuem para a aceleração da degradação do rio, assim como a poluição difusa, que mesmo indiretamente chega até as águas do rio.

A água da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul é utilizada para diversos fins, como geração de energia e abastecimento público e industrial, assim como para a diluição de esgoto e também irrigação. Em menor quantidade a demanda de água destacam-se: aquicultura e atividades como pesca, navegação e recreação (Ceivap,2013; Rosa,2012).

Como a Gestão e Regulação de Recursos Hídricos é uma ciência com um profundo e importante diálogo com diferentes saberes, sua sistematização e protagonismo é importante

para a coleta de dados e para a realização de trabalhos e pesquisas sobre o tema. Sendo o espaço geográfico, espaço de vivência do ser humano na estreita e complexa relação com meio natural, a compreensão das características e histórico da ação humana sobre o meio ambiente, pode ajudar a compreender a dinâmica das nossas águas e buscar soluções para os problemas ambientais.

Grande parte deste estudo foi desenvolvido em um cenário de pandemia por COVID-19, onde se fizeram necessárias mudanças nos hábitos do dia a dia e foi preciso submeter-se ao uso de equipamentos de proteção individual e ao isolamento social. Esse cenário, em conjunto com os elevados custos e tempo para a avaliação detalhada da qualidade de um rio, fez com que fosse importante a aplicação de metodologias de pesquisas rápidas e de baixo custo, que preferencialmente pudessem ser aplicadas até mesmo por pessoas que não atuem diretamente na gestão de recursos hídricos.

Entre os métodos elencados na literatura para um acesso mais simples à qualidade de um rio, destaca-se o protocolo de avaliação rápida de rios (PAR). O PAR é uma ferramenta capaz de auxiliar o monitoramento ambiental dos sistemas hídricos, levando em conta informações qualitativas para a realização de diagnósticos ambientais, a fim de identificar o estado atual dos rios. É também um instrumento para a conscientização e popularização da importância da preservação de recursos hídricos (Callisto 2002; Rodrigues, 2008).

Segundo Rodrigues (2008), o monitoramento dos recursos hídricos através do PAR consegue gerar dados da qualidade dos ecossistemas fluviais, sem custos elevados e sem a necessidade da sua aplicação por profissionais especializados no assunto. Os resultados da aplicação do PAR são úteis para detectar diferentes interferências antrópicas nos rios.

O presente trabalho, cujo título é: “Estudo da Qualidade Ambiental do entorno do rio Paraíba do Sul entre os municípios de Paraíba do sul e Três Rios”, está subdividido nos capítulos. Introdução, Objetivos, Metodologia, Análise dos Resultados, Considerações Finais, Referências Bibliográficas e Anexos.

Este estudo contribui para a formulação de políticas públicas da região do rio Paraíba do Sul no que diz respeito à política ambiental e educacional. O trabalho atual gerou informações e utilizou metodologias replicáveis capazes de auxiliar na gestão dos municípios estudados. Esta dissertação também disponibiliza informações práticas que podem ser utilizadas como ferramenta pedagógica e documental, à disposição dos cidadãos e das entidades públicas.

## **1 OBJETIVOS**

### **1.1 Objetivo Principal**

O objetivo principal desse trabalho é avaliar a qualidade ambiental do rio Paraíba do Sul e do seu entorno, entre os municípios de Paraíba do Sul e Três Rios, Rio de Janeiro, a fim de correlacionar essa qualidade ambiental à qualidade da água do rio propriamente dita.

### **1.2 Objetivos Específicos**

Além do objetivo principal propõe-se:

- A) Levantar informações e analisar a ocupação do solo nos trechos do rio Paraíba do Sul entre as sedes dos municípios de Paraíba do Sul e Três Rios.
- B) Desenvolver um protocolo de avaliação rápido de rios (PAR), e aplicá-lo no trecho do rio Paraíba do Sul em estudo;
- C) Elaborar um jogo como material didático com temas importantes sobre Recursos Hídricos e Educação Ambiental, para a divulgação em escolas da região.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Ocupação Urbana e o Uso e Importância da Água

A água ocupa um papel importante na economia, saúde e na qualidade da vida humana, em geral. A água desempenhou um papel fundamental na formação e progresso de notáveis civilizações do passado, como as civilizações egípcias e mesopotâmicas, que floresceram ao longo das margens dos rios Tigre, Eufrates e Nilo. A proximidade hídrica representou um fator preponderante no desenvolvimento das antigas sociedades, sendo igualmente essencial para as civilizações contemporâneas (Souza *et al.*, 2004).

A água sempre teve um papel fundamental não só na economia, mas também na história e mitologia. Segundo Crespo (1997), por exemplo, as tradições religiosas afro-brasileiras, contam com figuras religiosas com forte relação com água. Iemanjá, por exemplo, reina sobre as águas do mar na capital religiosa dos Iorubás, Ifé.

Segundo Resende (2002), os povos sumérios (5.000 - 4.000 a.C.) também relacionavam a água às suas mais importantes divindades. Nesse período, foram construídas cisternas, canais de irrigação, galerias, poços, reservatórios e aquedutos e a poluição dos recursos hídricos era punida entre os persas.

Nesse contexto, a água vem sendo utilizada de diferentes maneiras e com diversas finalidades ao longo da história da humanidade, sendo um elemento de suma importância na formação e organização das sociedades desde a pré-história.

A humanidade utiliza a água em suas atividades diárias e pessoais, incluindo a preparação de alimentos, higiene pessoal e manutenção adequada do organismo. Devido à sua essencialidade para a vida em geral e para as atividades socioeconômicas em particular, a água é reconhecida e valorizada como um serviço ambiental (Souza, 2014; Tomasoni; Pinto; Silva, 2009).

Segundo Gorski (2010) um exemplo da importância da água para o desenvolvimento do Brasil, é a cidade de São Paulo que teve sua origem ligada aos cursos d'água. Outros exemplos de cidades ribeirinhas de grande porte são Recife, Blumenau, Cuiabá, Porto Alegre e Manaus. Todas essas cidades possuem seus rios como fator de vitalidade e também de atração turística, ainda que os mesmos estejam atualmente contaminados ou poluídos e com alterações nas suas características físicas.



O processo brasileiro de urbanização tem sido intenso e veloz, e essas atividades humanas vêm provocando degradação da qualidade ambiental. Para Tucci (2007) em curta escala temporal curta o Brasil, que tinha as atividades agrárias como predominantes, tornou-se urbanizado, resultando em um crescimento urbano acelerado sem o acompanhamento de infraestrutura adequada.

Conforme Gorski (2010), os rios urbanos já haviam passado por mudanças, a partir da grande e intensa urbanização que ocorreu em 1950, que teve como agravante a precariedade do saneamento básico e a crescente poluição ambiental, devido às alterações no âmbito da bacia hidrográfica, ou por distúrbios pontuais da condição morfológica e hidrológica e pela ocupação irregular das margens.

De acordo com Baptista (2005), o processo de urbanização gera alterações importantes no meio ambiente, capazes de influenciar diretamente nos processos hidrológicos, através da ação direta dos cursos d'água das bacias hidrográficas. No Brasil, o acúmulo populacional no meio urbano no passar da segunda metade do século XX, caracterizado pela falta de planejamento, investimentos e infraestrutura, com controle ineficaz de administração, gerou um processo de perda da qualidade de vida urbana (Gorski, 2010). Esse processo continua ocorrendo atualmente na região sudeste, a falta de gestão e planejamento do uso dos recursos hídricos cria uma das maiores crises de abastecimento e deterioração da qualidade de vida urbana no país.

Conforme descrito no Manual Técnico de uso da Terra, Terceira Edição do IBGE (2013), o levantamento da cobertura e do uso da terra compreende o conjunto de procedimentos utilizados para elaborar uma pesquisa temática específica, cujos resultados podem ser representados por meio de mapas. Ainda segundo esse manual, o levantamento possibilita a identificação da distribuição geográfica dos diferentes tipos de uso, através da observação de padrões homogêneos na cobertura terrestre (IBGE, 2013).

O levantamento da cobertura e do uso do solo é uma ferramenta essencial para orientar processos decisórios uma vez que fornece análises e mapas atualizados sobre as diversas formas de ocupação e utilização do território (IBGE, *Op. Cit.*).

O manual do IBGE (*Op. Cit.*) ainda salienta que o levantamento da cobertura do solo, especialmente em um contexto de mudanças globais, contribui significativamente para a análise e avaliação de impactos ambientais, como as alterações climáticas, desmatamento, perda de biodiversidade, incidência de doenças e os efeitos gerados pela urbanização, entre outros.

Moraes e Jordão (2002) relatam que os ambientes aquáticos em todo o mundo são

usados com diferentes finalidades, das quais se destacam o abastecimento público, e industrial, a geração de energia, a pesca, a irrigação, a navegação, a agricultura, a harmonização paisagística, a preservação da fauna e da flora, a dessedentação de animais, a criação de espécies, o transporte e diluição de despejos.

Esses usos da água podem ser classificados em consuntivo e não consuntivo em decorrência das perdas quali-quantitativas geradas (Esteves, 2011). Para Tucci (2006), no Brasil o uso consuntível da água é distribuído da seguinte maneira: irrigação, 63%; abastecimento humano, 18%; setor industrial, 14%; e uso animal, 5%. A ocupação humana da bacia do rio Paraíba do Sul ocorreu ao longo de diferentes ciclos econômicos, tendo como início o ciclo da cana-de-açúcar no século XVII, passando também pelo da mineração e do café, nos séculos XVIII e XIX, respectivamente. O cultivo do café degradou as matas nativas até o início do século XX (Coppe, 2000). Ainda segundo esse mesmo autor, com a queda do preço do café, iniciou-se a expansão da pecuária leiteira e o uso agropecuário do território. Todo o desenvolvimento desordenado da região do rio Paraíba do Sul gerou graves conflitos em relação ao uso dos recursos hídricos, pois aumentou a demanda por água. A diminuição das reservas de água com qualidade boa tem ligação com o aumento gradual da industrialização, agricultura e mineração, entre outros fatores que causam a poluição de corpos aquáticos.

Esta poluição é capaz de afetar a saúde humana e a biodiversidade aquática (Kleinek, 2005). O consumo de água contaminada com agentes biológicos ou físico-químicos tem relação com diferentes problemas de saúde. Somente ações de prevenção eficazes podem garantir o consumo de água livre de microorganismos causadores de doenças (Silva; Araújo, 2003).

## **2.2 Interrelação de Qualidade Ambiental Urbana e Qualidade de Vida**

Nos últimos anos, devido ao modelo de desenvolvimento adotado, o Brasil vivenciou um processo de urbanização desenfreado e concentração da população e das atividades econômicas em um só espaço, o que, em decorrência do desenvolvimento, pressiona o meio ambiente e, conseqüentemente, afeta a qualidade ambiental dos municípios brasileiros. Para Mota (1999), a urbanização desordenada vem gerando impactos no meio ambiente, sejam eles

por uso indiscriminado dos recursos naturais ou pela emissão de resíduos. Ainda conforme o autor as principais alterações provocadas pela ação antrópica são:

- a) Desmatamento.
- b) Movimentos de terra.
- c) Impermeabilização do solo.
- d) Atterramento de rios, riachos, lagoas, etc.
- e) Modificações nos ecossistemas.
- f) Poluição ambiental e alterações de caráter global.

O conceito de qualidade ambiental urbana está intrinsecamente ligado ao conceito de qualidade de vida nas áreas urbanas, a qualidade ambiental é definida em função das condições ideais do ambiente habitável, abrangendo o conforto associado a múltiplos aspectos, como o ambiental, o biológico, o econômico, o produtivo, o sociocultural, o tecnológico e o estético, em sua dimensão espacial (Dias *et al.* 2011; Luengo, 1998).

A qualidade ambiental urbana é o desfecho da complexa interação entre as variáveis que constituem a configuração de um habitat que seja propício ao conforto e à saúde, além da capacidade de suprir as demandas fundamentais para a sustentação da vida humana de forma individual, e também pelo contexto urbano (Dias *et al.* 2011; Luengo, 1998).

A qualidade ambiental é considerada um equilíbrio dos elementos que compõem a paisagem mediante ordenação do espaço de maneira planejada junto aos serviços ambientais (Dias *et al.* 2011, Lima; Amorrin, 2009).

A qualidade ambiental urbana é ligada a um ambiente saudável, com instalações sanitárias adequadas e cobertura vegetal abundante, não limitando a qualidade ambiental urbana em somente organização do espaço físico do lugar (Dias *et al.*, 2011; Morato, 2006).

A avaliação da qualidade ambiental urbana é composta por dois tipos de avaliações, uma subjetiva e outra objetiva. Na avaliação subjetiva há um envolvimento da população com sujeito e não somente como objeto no processo de investigação, já a avaliação objetiva propõe a utilização de indicadores quantitativos e qualitativos, que juntos compõem o índice de qualidade (Borja, 1998).

A qualidade ambiental está ligada diretamente à qualidade de vida humana com as interferências da obra do homem no meio natural urbano (Gomes, 2004; Lombardo, 1985). Os padrões de qualidade ambiental podem variar entre áreas rurais e urbanas, podendo também variar entre cidades de diferentes países e até mesmo de região para região devido a

qualidade do meio ambiente levando em conta diferentes processos socioambientais (Gomes, 2004; Machado, 1997).

Diversos investigadores indicam múltiplas abordagens para estabelecer um paradigma de excelência ambiental de uma dada área geográfica. Isto ocorre, pois a valorização de elementos ambientais, determinante para a avaliação de qualidade, é subjetiva, variando de acordo com a perspectiva de cada pesquisador e indivíduo (Gomes, 2004; Mota, 1980).

Determinadas características do ambiente circundante podem ser empregadas para identificar as categorizações de uso de território, assim, a compreensão e a análise dos efeitos ecológicos preexistentes no domínio urbano se configuram como imperativos nos estudos relativos à ocupação e uso do solo (Gomes, 2004; Mota, 1980).

Nas cidades, a busca pela qualidade de vida tem cada vez mais orientado a criação e implementação de políticas que visem o bem-estar comum, juntamente com a qualidade ambiental propriamente dita. O conceito de qualidade de vida pode ser analisado a partir de três aspectos (Santos; Martins, 2002):

1. Necessidades materiais, sociais, culturais do indivíduo.
2. Aspectos individuais e coletivos quanto à distribuição de renda, organização familiar e realização pessoal.
3. Aspectos objetivos e subjetivos do indivíduo ao determinar qualidade de vida.

Dessa forma, os conceitos de qualidade de vida e qualidade ambiental estão atrelados à sustentabilidade social e ambiental porque envolvem dinâmicas independentes num mesmo sistema.

A qualidade de vida está necessariamente conectada com a qualidade do ambiente, e a satisfação das necessidades básicas, com a incorporação de um conjunto de normas ambientais para alcançar um desenvolvimento equilibrado e sustentado (a conservação do potencial produtivo dos ecossistemas, a prevenção diante de desastres naturais, a valorização e preservação da base de recursos naturais, sustentabilidade ecológica do hábitat). (Leffl, 2002, p. 149).

Nas palavras de Guimarães (2005), apesar dos conceitos de qualidade ambiental e da vida se interligarem, os mesmos não podem ser considerados sinônimos. O conceito de qualidade ambiental deve ser estudado de forma mais ampla devido à complexidade dos sistemas responsáveis pela vida no nosso planeta. Qualidade ambiental envolve dimensões imateriais e materiais, que podem ser estudadas como fator mediador de todas as formas de vidas, desenvolvendo assim os processos vitais, da evolução dos ecossistemas naturais e as relações ecológicas, existentes no planeta e as evoluções das paisagens (Guimarães, 2005).

Segundo Macedo (1995), a qualidade ambiental de um ecossistema mostra as condições básicas que ele possui de natureza social, física, biológica, química, econômica, política, tecnológica, de modo que esses fatores o constituem. Nas palavras de Jesus e Braga (2005), a qualidade ambiental, está fortemente ligada à qualidade de vida, porque a vida e o meio ambiente, segundo o autor, são inseparáveis.

### 2.3 Breve Panorama Geral da Gestão de Recursos Hídricos no Brasil

O Código das Águas, promulgado pelo Decreto Federal número 24.643, em 1934, deu início ao processo de gestão dos recursos hídricos no Brasil (Brasil, 1934).

No dia 8 de janeiro de 1997, foi promulgada pela lei nº 9.433, a Política Nacional de Recursos Hídricos, responsável por criar o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (Brasil, 1997). A Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), Lei Federal nº 9.433, estabelece os usos múltiplos da água, garantindo à atual e também às futuras gerações o acesso e a disponibilidade de água, segundo padrões adequados a seu uso (Brasil, *Op. Cit.*).

Essa lei define a água como um recurso natural limitado e com valor econômico e de domínio público, é responsável por assegurar o uso múltiplo das águas e a gestão dos recursos hídricos. Em situações de escassez, o uso prioritário da água é o consumo humano e a dessedentação de animais (Brasil, *Op. Cit.*).

Um dos objetivos principais da Política Nacional de Recursos Hídricos é a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, que incluem o transporte aquaviário, visando o crescimento e desenvolvimento sustentável e também a prevenção e defesa contra eventos hidrológicos graves advindos do uso inadequado dos recursos naturais (Brasil, *Op. Cit.*).

A Política Nacional dos Recursos Hídricos, no seu artigo 5.º, define como seus instrumentos: o Plano de Recursos Hídricos, o enquadramento dos corpos d'água em classes, de acordo com seus usos preponderantes, a outorga dos direitos de uso dos recursos hídricos, ou seja, a cobrança pelo uso da água, a compensação a municípios e, por fim, o Sistema de Informações sobre os Recursos Hídricos (Brasil, *Op. Cit.*).

O SINGREH, Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, é formado por um grupo de mecanismos jurídico-administrativo, que podem ser instrumentos, leis ou instituições de gestão, cujo objetivo é aplicar a Política Nacional dos Recursos

Hídricos, conseguindo auxiliar com suporte técnico e institucional o gerenciamento dos recursos hídricos no Brasil (Brasil, *Op. Cit.*).

O conhecimento da qualidade da água dos rios e do uso e ocupação de suas bacias hidrográficas é importante para traçar planejamentos e estratégias de gestão a fim de administrar o crescimento da demanda de água e as mudanças de paisagens, devido ao desenvolvimento da região e, até mesmo, as consequências ligadas às mudanças climáticas globais (Tucci, 2008; Tundisi, 2008).

Atualmente há vários problemas ligados a gestão dos recursos hídricos do país, como por exemplo a escassez de água a ocorrência de enchentes nos grandes centros urbanos, distribuição irregular dos recursos hídricos associados a desigualdade social, má divulgação efetiva das práticas no consumo de recursos hídricos e a não participação da sociedade na gestão (Tucci, 2008).

#### **2.4 Fatores que Interferem na Qualidade dos Recursos Hídricos em Áreas Urbanas**

A qualidade da água de um determinado corpo hídrico é condicionada pelas condições naturais, como o solo, a litologia e a vegetação presente na sua bacia hidrográfica (Von Sprerling, 2007). Surpreendentemente, mesmo se conhecendo a importância que os recursos hídricos possuem no desenvolvimento humano, a qualidade e, também, a quantidade das águas dos rios estão sendo cada vez mais afetadas pela ocupação antrópica desordenada das bacias hidrográficas.

O processo de desenvolvimento e ocupação demográfica aumentam a demanda por água e provocam alterações de ordem física, biológica, química nos ecossistemas aquáticos a partir das liberações das atividades antrópicas, tais como efluentes industriais e domésticos, lixiviação de solos contaminados, entre outros.

No Brasil, a Política Nacional do Meio Ambiente, lei nº 6.938 de 31 de agosto de 1981, conceitua a degradação ambiental como alteração adversa das características do meio ambiente (1981).

A contaminação das bacias hidrográficas pode ser causada por vias diretas e indiretas, por fontes pontuais ou difusas. Para Lobos (2003), as cargas poluidoras difusas ou não pontuais são criadas em áreas extensas e chegam aos corpos hídricos de forma intermitente, sendo difícil a sua identificação, controle e medição. Segundo Thomann (1987),

as cargas difusas estão associadas à geologia, e ao uso como, por exemplo, presença de tipo de florestas, e pastagem e práticas agrícolas e à morfologia da bacia de drenagem.

Para Tucci e Bertoni (2003) o processo de poluição difusa se dá nas cidades, em geral através das chuvas que captam a poluição do ar, varrem a superfície das áreas urbanas contaminadas, levando os resíduos sólidos urbanos, e transportam o esgoto lançado incorretamente na tubulação de drenagem. Não tendo um ponto específico de lançamento ou por não advirem de um ponto preciso de geração, torna-se muito difícil a sua identificação e controle.

Para Souza (2013), alguns rios e cursos d'água, com o aumento da urbanização, passaram a ser reconhecidos como canais de esgoto e não mais como rios, sendo objetos de obras de intervenção de recobrimento e canalização. Dessa forma, não mais impactam a população, pois se torna invisíveis para a sociedade. Isso é algo comum nas cidades hoje em dia.

As condições geomorfológicas e geológicas, a vegetação na bacia de drenagem, junto à ação humana nos ecossistemas terrestres e aquáticos, pode alterar a qualidade da água. As ações antrópicas causam impacto nos recursos hídricos, em decorrência do lançamento de cargas poluidoras nos sistemas hídricos (Tucci, 2007). Portanto, os diferentes usos do rio ao longo da bacia hidrográfica acarretam alterações nas suas características bacteriológicas, químicas e físicas.

Essas alterações das características do corpo d'água são avaliadas por um conjunto de parâmetros que busca definir a qualidade da água (Carvalho, 2005). O conceito de qualidade da água é relativo e depende do uso a que se destina, podendo ser para consumo humano, contato primário, irrigação, manutenção da vida aquática ou transporte. Sendo assim, existe um padrão de qualidade especificado para cada um dos usos pela resolução CONANA n.º 357 (Brasil, 2005). Os intensos usos urbano, industrial e para a geração de energia aumenta a demanda pela água e geram comprometimento da qualidade e da quantidade dos recursos hídricos disponíveis (ANA, 2003).

Conforme já exposto, para acessar a qualidade de um dado corpo hídrico se faz necessário o levantamento de diversos parâmetros de qualidade da água, que nem sempre são de fácil obtenção e compreensão para o público interessado na gestão dos recursos hídricos.

Conforme os autores Von Sperling (2005) e Braga (2005), para melhor compreensão dos dados de qualidade das águas pelo público leigo, têm sido desenvolvidos e empregados Índices de Qualidade das Águas (IQAs). Esses índices expressam em um único valor a qualidade das águas em um ponto de monitoramento específico e apontam uma classificação

para a qualidade da água.

Uma instituição pioneira no Brasil na aplicação de IQAs foi a CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental de São Paulo) (Conte *et al.*, 2000). Segundo a Agência Nacional de Águas (ANA, 2017) o índice mais conhecido e mais utilizado por pesquisadores no Brasil, é o índice desenvolvido pela *National Sanitation Foundation* (IQA-NSF).

Ainda segundo ANA (*Op. Cit.*), para se calcular o IQA-NSF são necessários nove parâmetros que, em sua maioria, são indicadores de contaminação gerada pelo lançamento de esgoto domésticos. A esses parâmetros são atribuídos pesos equivalentes a sua relevância na definição da qualidade da água.

Na atualidade, diversos estados do Brasil adotam o IQA-NSF (Quadro 1); sendo ele o principal índice de qualidade da água usado no país para avaliar a água bruta, especialmente para seu uso para abastecimento público.

Quadro 1 - Classificação da qualidade da água de acordo com as faixas do IQA

QUALIDADE DA ÁGUA	FAIXA DE IQA
Ótima	91 - 100
Boa	71 - 90
Razoável	51 - 70
Ruim	26 - 50
Péssima	0 - 25

Fonte: Agência Nacional de Águas, 2015.

Os indicadores de qualidade da água podem refletir as mudanças antrópicas na paisagem e no uso do solo nas áreas de bacia hidrográficas (Gergel *et al.*, 2002). Para Allan (2004), a má gestão do solo, junto ao aumento populacional e à expansão industrial, vem causando a perda da qualidade da água de lagos, reservatórios e rios. Segundo Meybeck, Helmer (1996), a poluição causada pelo homem, indireta ou diretamente, produz efeitos prejudiciais ao meio ambiente, tais como:

- a) Prejuízos aos seres vivos.
- b) Perigo à saúde humana.
- c) Efeito negativo nas atividades aquáticas, pesca e lazer, etc.
- d) Prejuízo à qualidade de água com respeito ao uso na agricultura, indústria e outras atividades econômicas.

Durante toda a história da Terra, o ciclo hidrológico, especialmente sua distribuição quantitativa do armazenamento das águas subterrâneas e superficial, foi sendo modificado



(Turner *et al.*, 1990; Tundisi, 2003). As principais interferências humanas no ciclo hidrológico podem ser observadas no (Quadro 2), a seguir:

Quadro 2 - As interferências humanas no ciclo hidrológico

<b>As interferências Humanas no Ciclo Hidrológico</b>
Construção de reservatórios para diversos fins
Construção de canais de transposição de águas entre bacias hidrográficas
Uso excessivo de águas subterrâneas e depleção de aquíferos
Desmatamento que interfere na recarga de aquíferos
Aumento de erosão e assoreamento de rios, lago, áreas alagadas
Remoção de áreas alagadas, que interfere nos sistemas de regulação de drenagem
Aumento do transporte de água para abastecimento público

Fonte: Quadro adaptado pelo autor de Tundisi, 2003.

As principais atividades humanas que causam impactos na qualidade das águas podem ser vistas no (Quadro 3), (Tundisi, 2003), abaixo:

Quadro 3 - Atividades humanas que causam impactos na qualidade das águas

<b>Atividades Humanas que Causam Impactos na Qualidade das Águas</b>
Remoção de espécies de importância nos ciclos e redes alimentares em rios, lagos e represas
Urbanização e despejos de águas residuárias não tratadas
Atividades agrícolas
Remoção de biomassa de rios, lagos e represas
Navegação
Recreação
Turismo
Introdução de espécies exóticas
Remoção da cobertura vegetal
Atividades industriais
Mineração
Construção de diques e canais
Construção de represas
Drenagem das áreas alagadas
Despejo de poluentes no ar
Padrão geral do consumo humano
Despejos de resíduos sólidos, industriais e domésticos em áreas urbanas

Fonte: Quadro adaptado pelo autor de Tundisi, 2003.

O uso de IQAs simplifica a compreensão do público em geral e dos gestores da qualidade da água de um dado recurso hídrico. No entanto, há sempre a necessidade do

levantamento dos parâmetros físicos, químicos e biológicos, o que é uma tarefa que requer pessoal técnico especializado e bastante recurso financeiro.

Uma metodologia simples para acessar a qualidade ambiental de um curso d'água, com ênfase na sensibilização e envolvimento da população não especializada que habita em suas proximidades, consiste na aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida (PAR).

## 2.5 Protocolo de Avaliação Rápida - PAR

É de suma importância frisar a necessidade de se estabelecer métodos de avaliação rápidos para se acessar a qualidade ambiental e, dessa forma, observar a transformação dos ambientes aquáticos face à crescente atividade antrópica (Esteves, 2011). Nesse contexto, os Protocolos de Avaliação Rápida de Rios (PARs) são ferramentas úteis uma vez que consideram uma análise integrada de ecossistemas, são produzidos por meio de uma metodologia fácil, simples e aplicável por pessoas pré-treinadas (Barbour *et al.* 1999).

Ao longo do tempo, os PARs se tornaram uma ferramenta de participação social e de educação ambiental, por meio de sua utilização comunidades locais e estudantes são envolvidos no levantamento de dados e de propostas de melhorias para os recursos hídricos.

O interesse de desenvolvimento de métodos mais simples e rápidos para caracterizar a qualidade dos rios surgiu em meados da década de 1980, quando os órgãos ambientais dos Estados Unidos reconheceram a necessidade de se estabelecer métodos de avaliação qualitativos devido ao alto custo e demora dos estudos quantitativos (Rodrigues, 2008).

Em dezembro de 1986, o Administrador Assistente da Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (*United States Environmental Protection Agency* - USEPA) iniciou uma grande investigação sobre as atividades de monitoramento de águas superficiais da agência.

O relatório resultante, intitulado *Surface Water Monitoring: A Framework for Change: uma Estrutura para Emendas* - US EPA, 1987, enfatizou a necessidade de uma reorganização dos programas de monitoramento existentes (Barbour, 1999). O relatório fez recomendações para mudanças, incluindo: fornecer orientação sobre abordagens, econômicas para identificar problemas e avaliar tendências e acelerar o desenvolvimento e implementação de técnicas promissoras de monitoramento biológico.

O artigo de Planfkin *et al.* (1989) foi publicado estabelecendo os primeiros Protocolos de Bioavaliação Rápida, os *Rapid Bioassessment Protocols* (RBPs). Esses protocolos tinham

como objetivo fornecer informações básicas sobre organismos aquáticos para o gerenciamento de recursos hídricos conforme as recomendações dos EUA (EPA, 1987).

A implementação do protocolo pelas agências estaduais de recursos hídricos dos Estados Unidos ajudou a melhorar os RBPs originais, com adaptações às especificidades regionais (Barbour *et al.*, 1999). Nesse decorrer cresce o debate sobre a importância de métodos que utilizam critérios integrados na avaliação da qualidade ambiental dos recursos hídricos.

Na Austrália, por exemplo, em 1994, o governo desenvolveu um programa para avaliar a saúde dos sistemas fluviais do país, denominado *Australian River Assessment System* (AusRivAs), que tinha como objetivo o monitoramento dos ecossistemas usando protocolos padronizados para avaliação de sistemas fluviais e condições físicas dos corpos d'água.

O *Save-A-Stream* (SOS), programa administrado pela Organização de Conservação do Patrimônio Natural dos Estados Unidos - *Izaak Walton League of America*, é considerado um dos programas de monitoramento voluntário mais popular e mais antigo entre os programas existentes nos Estados Unidos que recorrem aos protocolos de avaliação rápida de macroinvertebrados (Engel; Voshell, 2002).

Para avaliação de cursos d'água é necessário avaliar a qualidade da água, dos ecossistemas aquáticos e a biodiversidade existente, analisando a quantidade e qualidade do material sedimentar, a profundidade, a velocidade do rio, a cobertura de vegetação e a presença de organismos aquáticos (Callisto *et al.* 2002).

Os PARs visam facilitar a compreensão do estado dos sistemas hídricos, podendo ser aplicados tanto por pessoas comuns, quanto por especialistas treinados. Segundo Rodrigues (2008), a aplicação dos protocolos por pessoas da localidade sem conhecimento técnico contribui na inteiração da comunidade com os trabalhos de monitoramento dos recursos hídricos, gerando assim um sinergismo nas ações de gestão.

Os PARs são documentos para a avaliação rápida, qualitativa e semiquantitativa de conjuntos de variáveis que representam os principais componentes físicos que condicionam e controlam processos ecológicos e funções dos sistemas fluviais (Callisto *et al.* 2002; Rodrigues *et al.*, 2008).

De acordo com Barbour *et al.* (1999), PARs são procedimentos de baixo custo, com base científica e geram resultados rápidos para a tomada de decisão de gestão e ainda produzem relatórios científicos simples para gestão pública e pessoas leigas.

Os PARs são úteis na prevenção de contaminação e no desenvolvimento de estratégias de recuperação para os sistemas hídricos. Eles podem ser usados para identificar e analisar potenciais fontes de contaminação, riscos para a saúde humana e animal, e impactos ambientais (Callisto, 2021), tais como construção de barragens, desmatamento, exploração de recursos naturais e introdução de espécies exóticas. Portanto, por meio desta metodologia, é possível criar um diagnóstico preliminar da qualidade dos cursos d'água e identificar as alterações antrópicas.

Os dados gerados a partir da aplicação dos protocolos podem ser úteis para mobilizar e sensibilizar a população sobre assuntos referentes aos cuidados do meio ambiente e preservação dos recursos hídricos (Krupek, 2010). Conforme Silveira (2004), os PARs têm como principal finalidade a diminuição de custos na avaliação ambiental de um determinado lugar, sem diminuir os estudos de rigor técnico- científico.

Os PARs podem ser divididos em dois tipos, podendo ter diferentes subdivisões, conforme o seu objetivo de avaliação: avaliação das características físicas e avaliação das comunidades aquáticas. Barbour (1999), por exemplo, mostra protocolos para três comunidades aquáticas: macroinvertebrados bentônicos, peixes e comunidades periféricas e, também, para a avaliação de parâmetros físicos do habitat.

Conforme Buss (2003), em geral, não há consenso entre os especialistas sobre o melhor modelo a ser aplicado. Cada modelo tem vantagens intrínsecas. A escolha de um método vai depender do objetivo da avaliação, da necessidade de documentar os achados com dados precisos e dos recursos disponíveis.

Os protocolos podem sofrer adaptações uma vez que o ecossistema fluvial apresente diferentes tipos de solo, relevo, clima, vegetação, etc. Para gerar uma avaliação rápida exige que os indicadores sejam criados de maneira criteriosa considerando a proposta de monitoramento a ser seguida, sempre considerando as características da bacia hidrográfica, podendo ser adequados e complementados (Rodrigues; Castro, 2008).

Os PARs, portanto, são documentos flexíveis e podem sofrer modificações para aplicação em diferentes regiões e com diferentes objetivos (Barbour, 1999, Rodrigues, 2008). Uma vez que as adaptações e mudanças são realizadas, os protocolos são aplicáveis na avaliação de qualquer curso d'água.

O PAR realiza a avaliação por meio de um gradiente numérico de cada parâmetro contemplado para se determinar o nível de perturbação de um curso d'água. Portanto, os PARs são formados por um *check lists* com diversos aspectos do ambiente, para os quais são dadas

pontuações e, ao final, através da soma das pontuações individuais é obtido um valor geral do estado de conservação em que encontra o local analisado.

Os PARs são preenchidos por meio de observação visual do avaliador, que identifica as características básicas da área em análise, assim até mesmo pessoas que não possuem treinamento conseguem aplicar os protocolos (Callisto, 2002). Conforme Fernandes et al. (2003), a variabilidade nas reações, percepções e respostas individuais diante das influências ambientais é um fenômeno identificado. As respostas ou manifestações observadas derivam das percepções, tanto coletivas quanto individuais, subjacentes aos processos cognitivos, julgamentos e expectativas de cada indivíduo. A fundamentação dos estudos e pesquisas em percepção ambiental repousa na compreensão de que a interação dos seres humanos com seu entorno é mediada pela percepção (Castello, 1998).

Segundo Castello (1998), indivíduos, quer estejam em contextos urbanos ou não urbanizados, empreendem o reconhecimento das condições ambientais por meio de seus processos perceptivos. Inicialmente, processam em suas mentes as informações captadas por suas sensações, evoluindo gradativamente para uma compreensão mais profunda do ambiente circundante. Consequentemente, ocorre a transição do registro das percepções para o domínio cognitivo.

De acordo com Fernandes (2003), a relevância da pesquisa em percepção ambiental para o planejamento do ambiente foi destacada pela UNESCO em 1973. Ainda segundo o mesmo autor, a utilização da percepção ambiental emerge como uma ferramenta apta para a avaliação da degradação ambiental em uma região específica. Adicionalmente, propõe-se que metodologias de educação ambiental sejam concebidas ou examinadas por meio de estudos que abordem a percepção do ambiente (Fernandes, 2003).

Os métodos de avaliação rápidos estão cada vez mais populares na avaliação da qualidade de ambientes aquáticos e do habitat, especialmente na América do Norte, tendo como principais motivos da popularidade, a facilidade de operação e o reduzido conhecimento técnico necessário para fazer uma avaliação (Hannaford; Resh, 1995).

Em nosso país, no entanto, esses protocolos estão principalmente restritos a projetos desenvolvidos em universidades, em geral, ligados a estudos de macroinvertebrados bentônicos e de biomonitoramento.

Trabalhos mais recentes também adotam o uso desses PARs, para análise de diferentes temas na gestão dos recursos hídricos no país, como pode ser visto nos trabalhos citados abaixo, na (tabela I).

Tabela 1- Trabalhos recentes relacionados ao PAR no Brasil

<b>Título</b>	<b>Autor</b>	<b>Cidade</b>	<b>Palavras- Chaves</b>
Protocolo de avaliação rápida: ferramenta para análise da qualidade dos recursos hídricos.	Sales. <i>et.al</i> (2022).	Ouro Preto Minas Gerais	Água; metodologia participativa; qualidade ambiental.
Protocolo de avaliação rápida de rios referencial prático para uma educação ecossistêmica e transdisciplinar	Campos. <i>et al.</i> (2021).	Curitiba Paraná	Paradigma Sistêmico; Complexidade; Ecologia Urbana; Planejamento da Paisagem; Rio Urbano
Protocolo de avaliação rápida como ferramenta de gestão de recursos hídricos urbanos	Castello, <i>et al.</i> (2020).	Belo Horizonte Minas Gerais	Diagnóstico ambiental. Monitoramento ambiental. Avaliação Ecológica Rápida. Mananciais hídricos
Adaptação de um protocolo de avaliação rápida de rios e sua utilização como recurso didático em educação ambiental no ensino médio	Machado e Salomão (2019).	Urutaí – Goiás	Protocolos Instrumento didático Estudantes Educação ambiental
Aplicação de protocolo de avaliação rápida, para a identificação de processos erosivos no córrego Mata Fria, chapada dos Guimarães – MT	Silva. <i>et al.</i> (2017).	Várzea Grande- Mato Grosso	Avaliação ambiental; Corpos d'água; PAR; Talude
Aplicação de um protocolo de avaliação rápida de impacto ambiental no córrego Tanque do Fancho no município de Várzea Grande – MT	Rodrigues e Santos (2017).	Várzea Grande- Mato Grosso	Diagnóstico, eutrofização, antrópicas, impacto, protocolo de avaliação
Aplicação do protocolo de avaliação rápida de impacto ambiental para avaliação do estado de conservação do córrego Caveirinha, Goiânia-GO	Neto. <i>et al.</i> (2016).	Goiânia-Goiás	Monitoramento ambiental, matas ciliares, Protocolo de avaliação rápida.
O uso do protocolo de avaliação rápida (PAR) para avaliação da integridade ambiental de um trecho urbano do córrego Sussuapara, Tocantins, Brasil	Morais. <i>et al.</i> (2015).	Palmas-Tocantins	Integridade Ambiental; Protocolos de Avaliação Rápida e Córrego Sussuapara

Fonte: O autor, 2023.

Como demonstrado na Tabela 1, diversos autores têm aplicado os PARs para diferentes fins no Brasil.

Em resumo, Sales e colaboradores (2022), em seu estudo intitulado "Protocolo de avaliação rápida: ferramenta para análise da qualidade dos recursos hídricos", destacaram que as atividades humanas são as principais responsáveis pela degradação da qualidade da água. Segundo os autores, os parâmetros selecionados em seu protocolo proporcionaram uma análise detalhada das condições ambientais e do rio.

Campos *et al.* (2021), em sua pesquisa intitulada "Protocolo de avaliação rápida de rios: referencial prático para uma educação ecossistêmica e transdisciplinar", após a aplicação do protocolo em conjunto com os estudantes, foi respondido um questionário com o objetivo de avaliar o protocolo como referencial prático para uma educação ecossistêmica e transdisciplinar. Os resultados do questionário indicaram uma relação positiva entre a teoria e a prática proporcionada pelo protocolo, bem como uma compreensão mais abrangente dos ecossistemas e suas complexidades a partir de sua aplicação.

Castello *et al.* (2020), em sua pesquisa intitulada "Protocolo de avaliação rápida como ferramenta de gestão de recursos hídricos urbanos", validaram a aplicação do PAR como uma ferramenta eficaz para a gestão de recursos hídricos e destacaram como resultado o mapeamento de trechos prioritários de mananciais para ações de recuperação ambiental. Ainda segundo Castello *et al.* (2020), isso se revela especialmente relevante para municípios de pequeno porte, onde os recursos financeiros, logísticos e humanos são limitados

De acordo com Machado e Salomão (2019), em seu estudo sobre a "Adaptação de um protocolo de avaliação rápida de rios e sua utilização como recurso didático em educação ambiental no ensino médio", dada a importância e a crescente degradação dos recursos hídricos, a incorporação do PAR seria uma adição valiosa aos projetos de Educação Ambiental nas escolas de ensino médio.

O estudo de Silva *et al.* (2017), intitulado "Aplicação de protocolo de avaliação rápida para a identificação de processos erosivos no córrego Mata Fria, Chapada dos Guimarães – MT", conseguiu classificar as áreas avaliadas como estáveis, suscetíveis à erosão e instável de acordo com os parâmetros utilizados pelo método, o que proporcionou a identificação dos possíveis agentes causadores de erosão hídrica na região.

Rodrigues e Santos (2017), através de seu estudo intitulado "Aplicação de um protocolo de avaliação rápida de impacto ambiental no córrego Tanque do Fancho no município de Várzea Grande – MT", concluíram que 12,5 % da área do entorno do córrego

estava impactado, 62,5 % alterado e 25 % correspondia a áreas naturais, informações relevantes para processos decisórios segundo os autores.

Conforme relatado por Neto *et al.* (2016) em sua pesquisa intitulada "Aplicação do protocolo de avaliação rápida de impacto ambiental para avaliação do estado de conservação do córrego Caveirinha, Goiânia-GO", com base nos critérios estabelecidos no protocolo de avaliação rápida de impacto ambiental, foi constatado que a área estudada estava alterada devido à forte influência antrópica local, indicando a necessidade de intervenção.

Por sua vez, Morais *et al.* (2015), em sua pesquisa intitulada "O uso de Protocolo de Avaliação Rápida (PAR) para avaliação da integridade ambiental de um trecho urbano do Córrego Sussuapara, Tocantins, Brasil", compararam a avaliação realizada pelo protocolo com monitoramentos físico-químicos e microbiológicos. O PAR demonstrou ser de fácil compreensão e aplicação rápida para os grupos envolvidos na pesquisa, gerando resultados similares à avaliação da integridade ambiental pelo monitoramento.

Callisto (2002) apresentou um PAR para avaliar a diversidade de habitats, no qual adaptou a proposta de Hannaford (1997), adequando às condições dos ecossistemas lóticos nos estados do Rio de Janeiro e Minas Gerais. Rodrigues (2008), criou e adaptou um PAR, para monitoramento e avaliação corpos d'água adicionados a campos rupestres do bioma Cerrado, tomando como referência as condições ambientais encontradas no Parque Natural do *Itacolomi*, Ouro Preto - MG.

Conforme evidenciado anteriormente, o protocolo de avaliação rápida se destaca como uma ferramenta de aplicação simples e adaptável às necessidades do pesquisador. Sua capacidade de gerar dados relevantes o torna um instrumento valioso para auxiliar em processos decisórios. Nesse contexto, o PAR pode ser considerado uma ferramenta válida e proveitosa na gestão dos recursos hídricos e na administração ambiental de maneira abrangente, como atestam os resultados obtidos em diversos estudos já publicados.

## **2.6 Uso e Ocupação do Solo**

Nas palavras de Pivetta (2005), o termo uso do solo se refere ao uso que o mesmo é destinado, ou seja, ao uso dado ao solo. Para Corrêa (1995), o uso do solo é apresentado como a relação socioeconômica que mostra a apropriação da natureza e suas alterações geradas pela ação do homem. Portanto, o uso da terra está diretamente relacionado com as funções



socioeconômicas, tais como habitação, agricultura e preservação ambiental da superfície terrestre (Bossard; Feranec; Otahel, 2000).

A definição de cobertura da terra engloba elementos naturais como vegetação seja, ela "plantada ou natural", gelo, água, rocha, areia, bem como superfícies similares, além das estruturas artificiais criadas pelo ser humano, uma vez que estas também cobrem a superfície terrestre (Bie; Leeuwen; Zuidema, 1996).

O uso da terra antrópico consiste em uma série de operações executadas pelo homem na superfície, visando obter benefícios em seu próprio favor, mediante a utilização do solo (Bie; Leeuwen; Zuidema, 1996).

Para Nascimento (2004), o solo tem um importante papel na manutenção das fontes de água, na sua filtração e armazenamento e, também, no nível dos rios. O uso correto do solo garante a preservação ambiental e a qualidade de vida dos seres vivos.

Conforme ressaltado por Weiss (2013), o gerenciamento e o entendimento do espaço geográfico são fundamentais para promover o desenvolvimento sustentável. Isso possibilita a otimização do manejo do solo, resultando em impactos negativos mínimos para o sistema.

As análises do uso do solo pelos seus parâmetros morfométricos se dá por técnicas de processamento remoto, digital de imagens e, também, com o uso de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), instrumentos importantes nas análises ambientais e do mapeamento das atividades humanas (Panquestor, 2002).

As imagens obtidas por meio de sensores orbitais são fontes de dados essenciais, cujo processamento subsequente permite sua utilização como referências e bases na produção de mapas temáticos. Esses mapas facilitam a visualização e a interpretação das informações contidas na imagem gerada (Silva; Vieira, 2007).

Conforme enfatizado por Rodrigues (1998), o estudo do uso e ocupação do solo desempenha um papel crucial em pesquisas que visam compreender a utilização racional dos recursos naturais, contribuindo para a interpretação dos diversos usos do solo com o objetivo de promover a sustentabilidade e a preservação dos recursos naturais. Segundo Anderson (1979), essas informações são essenciais para determinar a disponibilidade da terra e compreender os diferentes tipos de uso do solo, bem como as transformações ocorridas ao longo do tempo em função das atividades humanas.

Conforme destacado pela UNESCO (2002), a aplicação de técnicas apropriadas possibilita a obtenção de uma grande quantidade de informações espaciais sobre o uso e ocupação do solo em um curto período de tempo. Isso facilita a geração de dados e mapas relevantes para a implementação de programas de ordenamento territorial.

No Brasil, o IBGE é responsável pela emissão de relatório técnicos do uso do solo, elaborados com dados de imagens de satélites e de trabalhos de campo que permitem análises da ocupação urbana e também dos processos de formação e ocupação.

De acordo com Santos (2010), o uso indevido do solo pode provocar diversos impactos ao meio ambiente, como impermeabilização do solo, erosão intensa, perda da biodiversidade, assoreamento de reservatórios e cursos de d'água e inundações. A exploração sem controle das áreas de floresta para atividades de agricultura, por exemplo, pode provocar uma perda da biodiversidade, e assim diminuir a fertilidade do solo, dando início a processos erosivos (Vanzela, 2010).

A má gestão do solo, muitas vezes atrelada ao aumento populacional e à expansão industrial, vem causando a perda da qualidade da água de lagos, reservatórios e rios (Allan, 2004; Ngoye; Machiwa, 2004). Em virtude disso, a gestão do uso do solo está interligada à qualidade das águas, sejam elas subterrâneas ou superficiais e dos ecossistemas aquáticos das bacias hidrográficas (Lee *et al.*, 2009).

Para Vaeza (2008), por exemplo, o aumento da ocupação urbana na bacia hidrográfica gera um expressivo crescimento das áreas impermeabilizadas, ocorrendo uma perda da infiltração das águas da chuva, aumentando a velocidade de escoamento superficial, gerando problemas graves de drenagem, o que pode ocasionar enchentes.

Os rios são vulneráveis às modificações e transformações no seu entorno, uma vez que integram a paisagem, com suas características físicas e químicas (Allan, 2004; Pickett *et al.*, 2011). Em áreas consideradas urbanizadas e industrializadas se associa o uso e a ocupação do solo com a poluição das águas com metais pesados e nutrientes, bem como poluição orgânica (Li *et al.*, 2009; Kang *et al.*, 2010). Portanto, o uso do solo, o tipo de vegetação e as atividades antrópicas afetam a qualidade das águas, e são fatores primordiais para o manejo de bacias hidrográficas (Moreira, 2015).

Portanto, os usos do solo e os impactos decorrentes desses usos podem refletir nos componentes do ciclo hidrológico, como, por exemplo, na recarga dos aquíferos, no escoamento superficial e também na qualidade da água (Mendes; Cirilo, 2001). Estudos e pesquisas sobre a ocupação do solo e da dinâmica geoambiental, assim como suas análises e interpretações, são importantes para o conhecimento de uma dada região.

Identificar e mapear as diferentes classes de uso da terra e as atividades desenvolvidas são de suma importância para gerar dados para análise da dinâmica socioambiental da bacia hidrográfica, além da identificação e quantificação dos diferentes impactos, e suas consequências para a sociedade (Campos, 2008; Medeiros & Petta, 2005). Através do

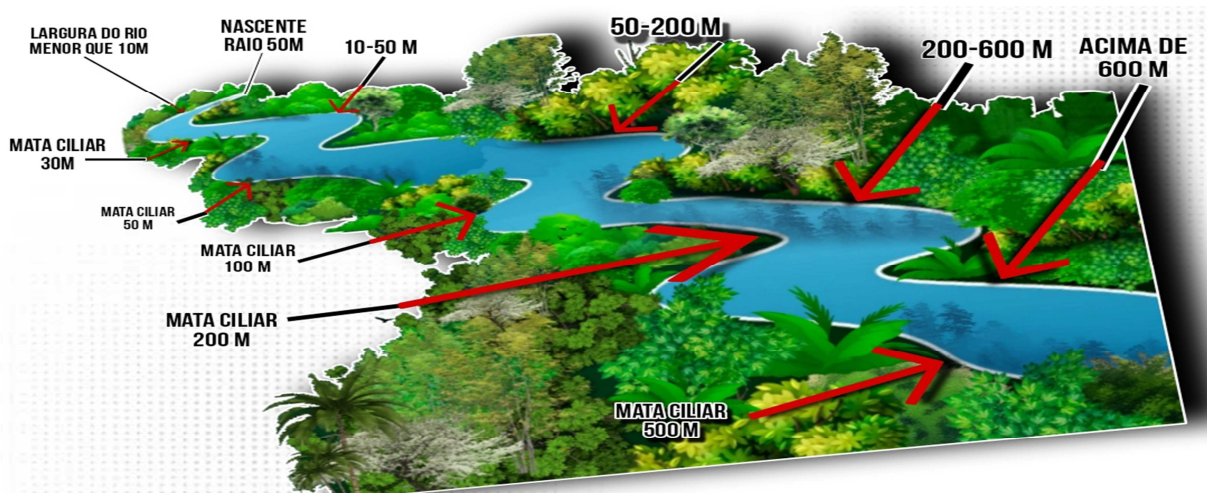
mapeamento do uso do solo é possível identificar os elementos principais de formação da paisagem, avaliar o estado atual das superfícies e, dessa forma, pode-se auxiliar o planejamento da ocupação e monitoramento das áreas com degradação ambiental, bem como aquelas ainda preservadas (Corona, 2016).

## 2.7 Matas Ciliares e sua Importância

É de suma importância a preservação das matas ciliares, pois elas são a cobertura vegetal nativa, que fica às margens dos lagos, nascentes, igarapés, represas e também dos rios (Chaves, 2009). A relevância das matas ciliares é comparável a dos cílios humanos que cercam os olhos para a sua proteção, daí o seu nome.

As matas ciliares possuem um papel fundamental na proteção, conservação e recuperação dos rios, ajudando na boa qualidade de vida dos seres vivos, tanto vegetais quanto animais, possuindo uma função ecológica ambiental de suma importância (Panizza, 2016). O código florestal brasileiro determina uma distância mínima a partir das margens do rio na qual se deve manter as matas ripárias e matas ciliares, chamadas de áreas de preservação permanentes (APP). Essas áreas tem tamanho dependente do tamanho da seção transversal do rio, como pode ser visto na (Figura 1) abaixo:

Figura 1 - Esquema da Área de Preservação Permanente (APP) para matas ciliares



AUTOR : ALESSANDRO SILVA, 2023.

Fonte: WWF-Brasil, 2021. Adaptado pelo autor 2023.

O ecossistema ripário desempenha um papel crucial na estabilização das margens dos rios, graças ao desenvolvimento e manutenção de uma densa rede de raízes. Além disso, atua como uma barreira e filtro, retendo materiais entre as áreas mais elevadas e o ecossistema aquático. Participa ativamente no controle do ciclo de nutrientes na bacia hidrográfica, tanto através da influência no escoamento superficial, quanto na absorção de nutrientes do escoamento subsuperficial (Lima, 1989; Pequeno, 2002; Fernandes, 1999).

Portanto, o ecossistema ripário contribui significativamente para a preservação da qualidade da água nas bacias hidrográficas. Lima (1989) acrescenta que a interface com a superfície da água proporciona cobertura e alimento para peixes e outros componentes da fauna aquática. Além disso, o ecossistema ripário intercepta e absorve a radiação solar, o que contribui para a estabilidade térmica dos pequenos cursos de água.

Conforme apontado por Catharino (1989), o termo "mata ciliar" não se refere exclusivamente às florestas nas margens dos cursos d'água. É possível encontrar uma variedade de associações vegetais, que vão desde áreas de água salobra ou manguezais, até florestas densas ao longo de muitos rios no Brasil. Marinho Filho & Reis (1989) também definem mata ou floresta ciliar (ou ripária) como qualquer formação florestal que acompanha os cursos de água.

Sem dúvida, as florestas ciliares desempenham um papel de grande importância ao acompanhar os rios ou cercar lagos e reservatórios. Elas proporcionam uma ampla gama de benefícios para o ecossistema, atuando como guardiãs dos recursos naturais, sejam eles abióticos ou bióticos (Durigan; Silveira, 1999).

## **2.8 Os jogos na Educação Ambiental**

A Educação Ambiental (EA) desempenha um papel crucial para indivíduos em fase de formação de valores. Ela tem o potencial de influenciar e direcionar esses valores, promovendo, conseqüentemente, a disseminação de valores integrativos (Breda, 2011).

A escola desempenha um papel crucial na formação de indivíduos críticos, capazes de identificar e propor soluções para os problemas que afetam a sociedade, incluindo questões ambientais. É responsabilidade das instituições de ensino estabelecer e implementar metodologias que permitam a abordagem eficaz da EA, seguindo os princípios do ensino

significativo (Laércio, 2022).

Dessa forma, conforme Poll e Signorini (2012), os alunos serão capazes de compreender a importância da preservação ambiental e começarão a adotar comportamentos mais alinhados com essa perspectiva, considerando os contextos sociais apresentados nas atividades e nos ambientes em que estão inseridos.

Considerando os diversos conceitos associados à EA, estes contribuem para uma compreensão crítica do meio ambiente. Isso permite que sejam priorizados valores provenientes dessa abordagem, resultando em atitudes responsáveis, conscientes e engajadas em questões relacionadas à conservação e uso dos recursos naturais (Pinheiro; Oliveira neto; Maciel, 2021).

Conforme observado por Patriarcha (2008), mesmo que haja um entendimento geral sobre a relevância da educação no desenvolvimento humano, instigar as crianças a compreenderem essa importância representa um desafio considerável. Isso se dá em parte devido à falta de motivação das crianças em relação aos estudos, a qual pode estar relacionada com a falta de recursos atrativos na educação. Por vezes, tecnologias como jogos não estão prontamente disponíveis no ambiente escolar.

Conforme Knappe (2006) destaca, o interesse e a motivação devem ser instigados pelo próprio aluno, contudo, o professor e a escola têm a responsabilidade de fornecer os recursos necessários para que isso ocorra. A introdução do lúdico nas atividades escolares desempenha um papel fundamental no processo de aprendizagem do aluno. Os jogos auxiliam na aplicação da educação, promovendo o desenvolvimento pessoal e contribuindo para a atuação cooperativa na sociedade. Além disso, são altamente atrativos no processo de construção do conhecimento (Santana, Wartha, 2006).

De acordo com Michaelis (1998), o lúdico abrange diversas atividades, destacando-se as brincadeiras e os jogos, inclusive os tradicionais. Para Hornbay (2005), o lúdico é a inclinação para brincar e se divertir, mesmo na ausência de uma razão específica. Ferreira (1995) define o lúdico como englobando tudo o que se refere a brinquedos, jogos e diversão.

Os autores Macedo, Petty e Passos (2005) enfatizam que, para serem consideradas atividades lúdicas, estas devem possuir as seguintes características: proporcionar prazer funcional; ser desafiadoras; criar ou oferecer possibilidades; ter uma dimensão simbólica - uma relação entre a pessoa que está envolvida na atividade e aquilo que está sendo feito ou pensado; expressar-se de forma construtiva ou relacional.

De fato, o elemento lúdico também impulsiona a motivação ao colocar a criança em situações desafiadoras, instigando-a a buscar maior conhecimento e a superar obstáculos

(Silva, 2021). Para Cambi (2001), a percepção do lúdico se iniciou na Grécia, com os filósofos como Platão, que relatavam a importância da formação moral do cidadão desde a infância, por intermédio de brincadeiras.

Na atualidade pode ser observada uma diversidade de jogos lúdicos no cotidiano das crianças, na escola e em casa. Hoje as crianças possuem acesso a jogos dos mais variados tipos, desde os antigos e tradicionais, como os mais novos e tecnológicos em celulares, tablets e computadores.

Portanto, os jogos e as brincadeiras com diferentes abordagens vêm ganhando cada vez mais espaço e importância no dia a dia das escolas, e isso não pode diferir em relação à difusão da importância da gestão dos recursos hídricos e na gestão ambiental como um todo.

Conforme Kishimoto (2003) ressalta, a utilização do brinquedo e do jogo educativo com finalidades pedagógicas evidencia a importância desse recurso em contextos de ensino-aprendizagem e no desenvolvimento infantil.

É importante considerar que os jogos não são apenas uma forma de entretenimento, mas também uma ferramenta educacional. Quando utilizados de maneira adequada, os jogos se transformam em instrumentos de trabalho valiosos no processo educacional (Kishimoto, 1999; Rieder, Zanelatto e Brancher; 2005).

As Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs), para a Educação Básica abrangem um espectro que vai desde a Educação Infantil até o Ensino Médio, incluindo áreas específicas como a Educação Profissional Técnica de Nível Médio, a Educação Quilombola, a Educação Indígena, entre outras (Dias, 2017). Os instrumentos normativos preeminentes na orientação da educação básica são a Lei nº 9.394, responsável por estabelecer as Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB - 1996). (Brasil,1996). As Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Básica (DCN - 2013) e o Plano Nacional de Educação (PNE - 2014), (Brasil,2013).

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) reflete essa abordagem, incorporando referências a jogos e atividades lúdicas não apenas nos anos iniciais, mas também nos anos finais do Ensino Fundamental (Dias, 2017). Na BNCC, tal concepção está particularmente presente no Ensino Fundamental, do 1º ao 9º ano, destacando-se principalmente na área de Educação Física.

Além disso, manifesta-se nas áreas de Linguagens – Arte – Artes Integradas, Dança, Ciências Humanas, Geografia e História. Este enfoque reforça a compreensão da importância do aspecto lúdico como um componente integrante do processo educativo ao longo de toda a trajetória escolar (Dias, 2017).

Nas DCNs, observam-se abordagens mais abrangentes, especialmente no âmbito da "Educação Ambiental". Propõe-se que atividades (artísticas e lúdicas), permeiem os estudos, desempenhando um papel crucial na promoção da valorização do senso de pertencimento ao ambiente, da apreciação da diversidade e do fomento à consciência cidadã (Bogost,2008). Nesse contexto, o aprendizado das regras do jogo não se restringe apenas ao entendimento das dinâmicas lúdicas, mas se expande para compreender a convivência em meio às normas sociais (Bogost,2008).

Essa perspectiva não apenas enfatiza a importância das atividades lúdicas como instrumento pedagógico, mas também reconhece o potencial dessas práticas na formação de indivíduos capazes de interagir de maneira construtiva com o ambiente, promovendo valores sociais e éticos fundamentais para a cidadania e a convivência harmoniosa (Bogost,2008).

Conforme Winnicot (1975), os jogos e brincadeiras são livres e bem criativos, conseguindo inserir na criança regras e sua organização dentro da sociedade. Diante do exposto, é crucial que o jogo não seja imposto como uma obrigação para as crianças, para que ele possa desempenhar sua função educativa de maneira eficaz. Os jogos têm adquirido uma importância cada vez mais significativa nos contextos educacionais, introduzindo elementos lúdicos nas salas de aula. Progressivamente, os educadores têm empregado tais recursos em seus ensinamentos com o propósito de instaurar aulas mais envolventes e agradáveis (Grubel, 2006; Lara, 2004). Desta maneira, o processo de aprendizagem adquire um caráter atrativo e prazeroso, evoluindo para uma estratégia marcante de incentivo ao raciocínio e à resolução de conflitos e situações intrínsecas ao cotidiano infantil (Grubel, 2006; Lara, 2004).

Os jogos educativos têm grande importância na educação das crianças e jovens, ao explorar o lado lúdico, são menos cansativos e ajudam a incentivar o desenvolvimento infantil e, também, a socialização da criança de maneira dinâmica e divertida, contribuindo diretamente na formação das crianças e jovens. Os jogos têm adquirido uma importância cada vez mais significativa nos contextos educacionais, introduzindo elementos lúdicos nas salas de aula. Progressivamente, os educadores têm empregado tais recursos em seus ensinamentos com o propósito de instaurar aulas mais envolventes e agradáveis (Grubel, 2006; Lara, 2004).

Desta maneira, o processo de aprendizagem adquire um caráter atrativo e prazeroso, evoluindo para uma estratégia marcante de incentivo ao raciocínio e à resolução de conflitos e situações intrínsecas ao cotidiano infantil (Grubel, 2006; Lara, 2004). Os jogos educativos têm grande importância na educação das crianças e jovens, ao explorar o lado lúdico, são menos cansativos e ajudam a incentivar o desenvolvimento infantil e, também, a socialização da criança de maneira dinâmica e divertida, contribuindo diretamente na formação das

crianças e jovens. Jogos são ferramentas capazes de contribuir na formação corporal, afetiva e cognitiva de crianças e jovens. Por ter características lúdicas, os jogos se tornam mais atrativos e eficientes para a disseminação de informação sobre diferentes assuntos e podem ajudar a preparar as crianças e jovens para seguir regras.



### 3 ÁREA DE ESTUDO

A bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul, abrange áreas nos estados de São Paulo (com uma extensão de 13.900 km<sup>2</sup>), Rio de Janeiro (com 20.900 km<sup>2</sup>) e Minas Gerais (com 20.700 km<sup>2</sup>). O rio Paraíba do Sul resulta da confluência dos rios Paraibuna e Paraitinga, e sua extensão, medida a partir da nascente do rio Paraitinga, ultrapassa 1.100 km (AGEVAP, 2006).

O rio Paraíba do Sul, nasce nos municípios de Cunha e Arreias, interior de São Paulo, a uma altitude de 1800 metros. O Paraíba do Sul tem cerca de 1100 km de extensão da sua nascente até desembocar no oceano Atlântico, na praia de Atafona, no município de São Navegante da Barra (AGEVAP, 2020). A bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul abrange 184 municípios, sendo 39 em São Paulo, 57 no Rio de Janeiro e 88 em Minas Gerais (IBGE, 2020).

Os principais usos da água identificados na bacia do rio Paraíba do Sul são: abastecimento de água para a população, diluição de esgotos, irrigação, geração de energia elétrica e, em menor escala, pesca, aquicultura, recreação e navegação (CEIVAP, 2019).

A demanda de água para o abastecimento da população presente na região da bacia do rio Paraíba do Sul corresponde a 17,01 m<sup>3</sup>/s. Para o uso industrial a captação é estimada em 16,89 m<sup>3</sup>/s e, para o uso agrícola, em 12,86 m<sup>3</sup>/s (CEIVAP, 2019).

CEIVAP (2007), em seu segundo relatório do plano de recursos hídricos da bacia do rio Paraíba do Sul, destaca que vários fatores contribuíram para o surgimento de vulnerabilidades da bacia e tiveram início no período colonial com a monocultura em latifúndios, associada ao trabalho escravo, que gerou o crescimento das lavouras de cana-de-açúcar na Baixada Fluminense.

A cafeicultura provocou extensas queimadas e foi desenvolvida ao longo de toda a bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul, gerando perdas de produtividade, degradação e erosão das terras, que, com o passar do tempo, fizeram com que o cultivo do café fosse substituído por grandes extensões de pastagens.

Em todo percurso do rio Paraíba do Sul, e também de seus principais contribuintes, inúmeras empresas e indústrias se instalaram nas suas margens e cidades foram surgindo no seu entorno, com conseqüente lançamento de efluentes em suas águas, boa parte das vezes sem nenhuma espécie de tratamento, ou com tratamento inadequado (CEIVAP, 2006).

Segundo Coelho (2012) os impactos gerados pela atividade antrópica na bacia do rio

Paraíba do Sul incluem:

- a) Lançamento de 1 bilhão de litros de esgoto domésticos por dia, sem nenhuma forma de tratamento;
- b) 90% dos municípios que compõem a bacia não contam com estação de tratamento de esgoto;
- c) Do volume total de efluentes lançados na bacia do rio Paraíba do Sul, aproximadamente 86% são oriundos de efluentes domésticos e 14% de efluentes industriais.

Toda essa dinâmica de lançamento de esgoto industrial e doméstico, assim como degradação das matas, contribuem para a diminuição e até desaparecimento de diferentes espécies de flora e fauna nativas da bacia do rio Paraíba do Sul. Conforme Mendonça (2009), a consequência mais devastadora das ameaças à biodiversidade é a extinção de espécies, que acarreta a diminuição do patrimônio genético, afeta diretamente as relações tróficas dos seres vivos e compromete a cadeia alimentar em que essa determinada espécie está inserida.

O rio Paraíba do Sul, em geral, abriga uma biodiversidade em situação de elevada ameaça, por estar localizada entre os maiores centros urbano-industriais do país. O Plano de Ação Nacional para a Conservação das Espécies Aquáticas Ameaçadas na Bacia do Rio Paraíba do Sul (PAN Paraíba do Sul), coordenado pelos centros nacionais de Pesquisa e Conservação de Peixes Continentais (CEPTA) e de Répteis e Anfíbios (RAN), ambos filiados ao ICMBio possuem medidas de restauração e conservação de espécies aquáticas ameaçadas de extinção do Rio Paraíba do Sul.

### **3.1 Panorama Geral da Bacia Hidrográfica do Médio Paraíba do Sul**

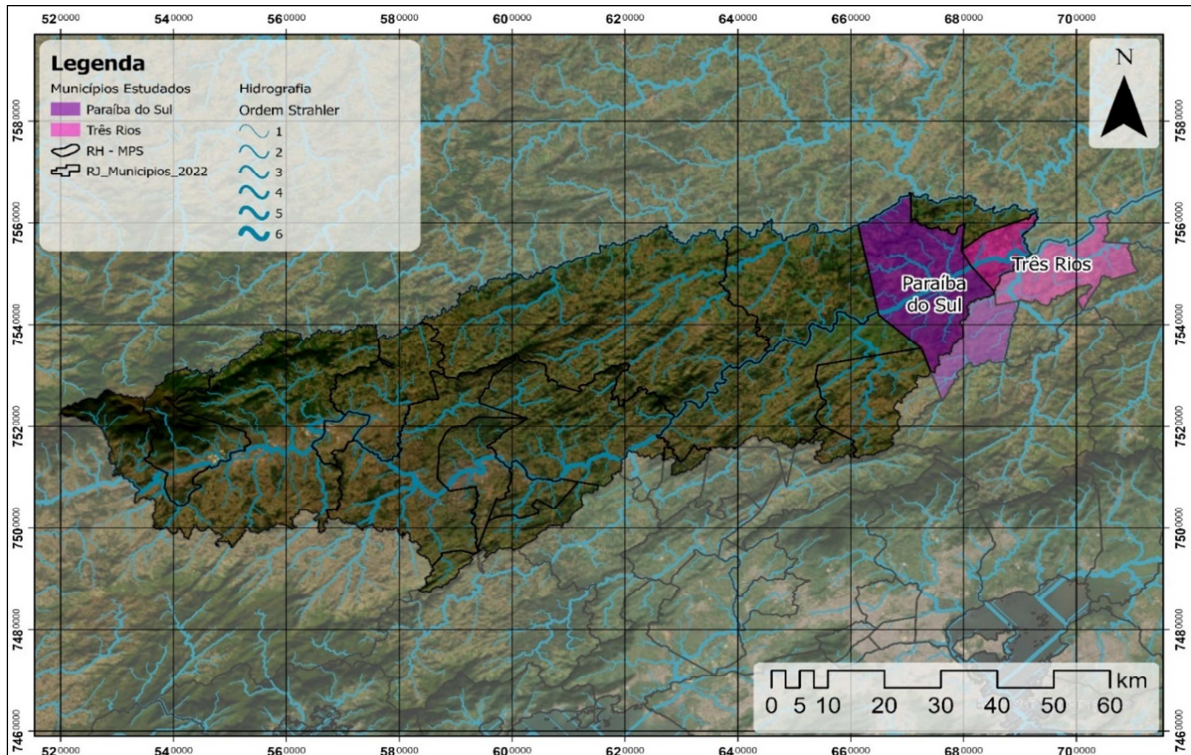
Os municípios de Paraíba do Sul e Três Rios, objetos do presente estudo, fazem parte da bacia hidrográfica Médio Paraíba do Sul (Figura 2) que foi definida, conjuntamente com as demais regiões hidrográficas do estado do Rio de Janeiro, pela Resolução n.º 107/2013 do CERHI – RJ.

A população total dos municípios presentes na Região Hidrográfica Médio Paraíba do Sul é 1.285.613 (IBGE,2023). Essa região ocupa aproximadamente 6.429 km<sup>2</sup>, equivalente a 10,48% da área total da bacia do rio Paraíba do Sul (Figura 2).

Segundo o último censo (IBGE, 2022), a população dos municípios da Região Hidrográfica do Médio Paraíba do Sul se distribui da seguinte forma:

- a) Barra do Piraí: 92.883 habitantes
- b) Barra Mansa: 169.899 habitantes
- c) Comendador Levy Gasparian: 8.741 habitantes
- d) Itatiaia: 30.908 habitantes
- e) Mendes: 17.502 habitantes
- f) Miguel Pereira: 26.578 habitantes
- g) Paraíba do Sul: 42.063 habitantes
- h) Paty do Alferes: 29.619 habitantes
- i) Pinheiral: 24.298 habitantes
- j) Piraí: 27.474 habitantes
- k) Porto Real: 20.373 habitantes
- l) Quatis: 13.682 habitantes
- m) Resende: 129.612 habitantes
- n) Rio Claro: 201.418 habitantes
- o) Rio das Flores: 8.954 habitantes
- p) Três Rios: 78.346 habitantes
- q) Valença: 67.753 habitantes
- r) Vassouras: 33.976 habitantes
- s) Volta Redonda: 261.584 habitantes

Figura 1 - Área de atuação do Comitê da bacia hidrográfica Médio Paraíba do Sul, com destaque para os municípios de Paraíba do Sul e Três Rios



Fonte: Mapa Elaborado pelo Autor, 2023.

Além do rio Paraíba do Sul, outros rios compõem a bacia hidrográfica Médio Paraíba do Sul: tais como o rio Bananal, de domínio federal, e os rios Pirapetinga, Turvo, das Flores e Ubá, de domínio estadual. Fazem parte da RH-III (Região Hidrográfica Médio Paraíba do Sul), integralmente na Região Hidrográfica, os municípios: Itatiaia, Resende, Porto Real, Quatis, Barra Mansa, Volta Redonda, Pinheiral, Valença, Rio das Flores e Comendador Levy Gasparian.

Fazem parcialmente parte da RH-III os municípios: Rio Claro, Pirai, Barra do Pirai, Vassouras, Miguel Pereira, Paty do Alferes, Paraíba do Sul, Três Rios e Mendes.

Ainda segundo CEIVAP (2019), especificamente a RH-III possui sua demanda de água distribuída da seguinte forma:

- a) Abastecimento humano: 2,67 m<sup>3</sup>/s
- b) Abastecimento industrial: 7,62 m<sup>3</sup>/s
- c) Abastecimento para pecuária: 0,21 m<sup>3</sup>/s
- d) Abastecimento para irrigação: 0,23 m<sup>3</sup>/s

O uso do solo da região do RH-III é dividido da seguinte forma (CEIVAP, 2020):

- a) Corpo hídrico: 3%

- b) Área urbanizada: 7%
- c) Área agrícola: 2%
- d) Campos e pastagens: 45%
- e) Vegetação arbórea densa, floresta, vegetação arbórea esparsa, restinga e manguezal: 43%

A RH-III apresenta duas unidades de relevo agradacionais, representadas pelas planícies inundacionais e as degradacionais, caracterizadas por relevos de colinas, morros e escarpas serranas (CEIVAP, 2015).

A pedologia da região é dominada por latossolos vermelho-amarelos distróficos que ocupam cerca de 48% da área da bacia do Médio Paraíba do Sul. Esses solos estão relacionados ao relevo ondulado a montanhoso que mostram as características geomorfológicas dessa região; como também os argissolos vermelho-amarelos distróficos e eutróficos, que ocupam cerca de 36 % e os cambissolos háplicos, que ocupam 8% da RH-III (CEIVAP, 2015).

De acordo com Candido (2007), os campos da região do Médio Paraíba do Sul são mantidos pelo fogo anual e a degradação decorrente aos constantes incêndios podem gerar a savanização do local, um processo de degradação do ecossistema.

Três Rios e Paraíba do Sul sofrem todos os anos com grandes queimadas que muitas vezes são de origem antrópica. A região é propícia ao alastramento dos incêndios pela presença de grandes áreas de pastagens e pelas condições climáticas, regidas por altas temperaturas, poucas chuvas e baixa umidade relativa do ar (Diário de Petrópolis, 2018).

Segundo o G1.Globo (2014), por exemplo, a cidade de Paraíba do Sul sofreu um grande incêndio, no Parque de Águas Minerais Salutáris, que teve parte da área verde atingida. Além dos bombeiros, a Polícia Militar (PM) foi acionada porque há a suspeita de que a origem do fogo foi criminoso. O caso foi registrado na 107ª Delegacia de Polícia da cidade, (Figura 3).

Figura 2 - Incêndio no Parque de Águas Minerais Salutáris, Paraíba do Sul, Rio de Janeiro



Fonte: Prefeitura de Paraíba do Sul, 2014.

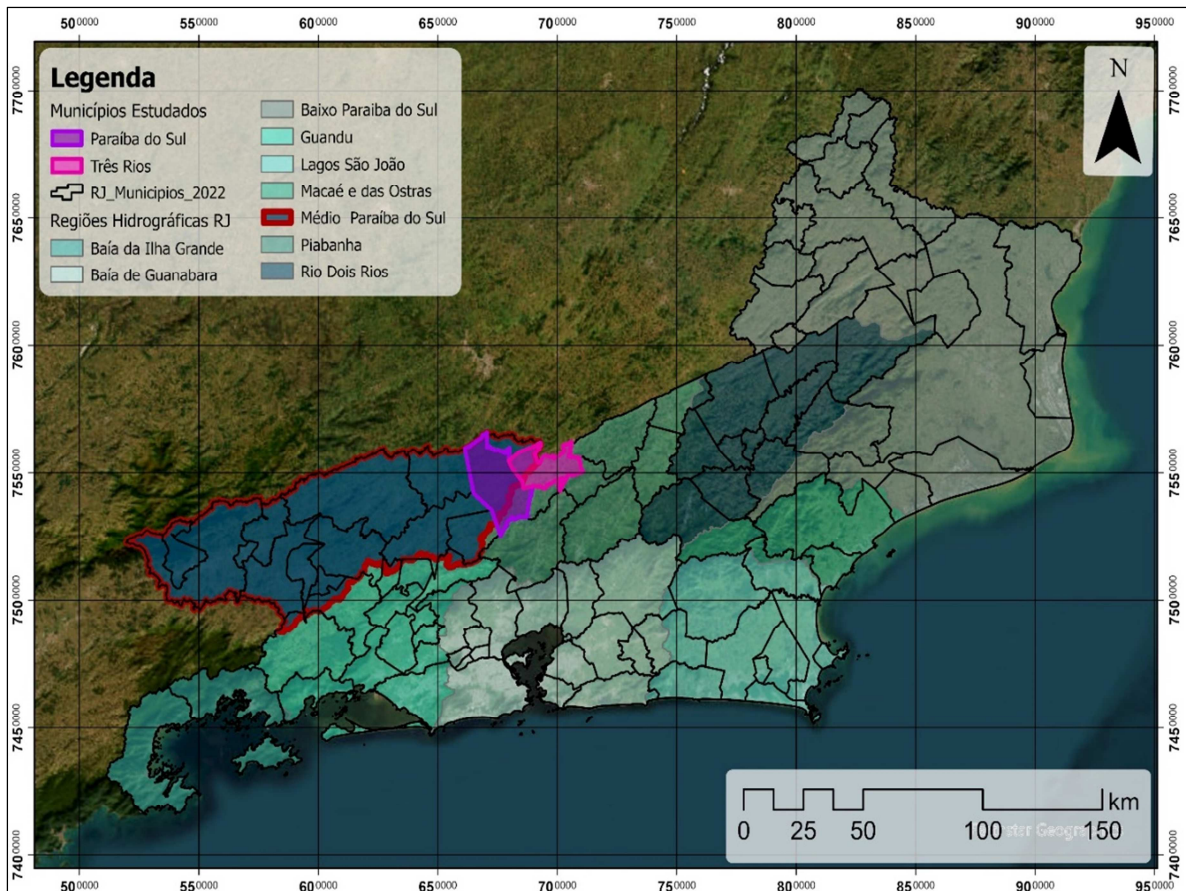
### 3.2 Município de Paraíba do Sul

Localizada no estado do Rio de Janeiro, na região Centro-Sul Fluminense, a cidade de Paraíba do Sul é cortada pelo rio Paraíba do Sul, nome dado à cidade em sua homenagem. O trecho do rio que corta esse município pertence às bacias secundárias do Atlântico Leste/Sudeste e está sob a gestão do Comitê de Bacia do Médio Paraíba do Sul.

O município de Paraíba do Sul é limítrofe aos municípios Três Rios, Areal, Comendador Levy Gasparian, Rio das Flores, Paty do Alferes, Petrópolis e Vassouras, no estado do Rio de Janeiro, assim como também tem seus limites territoriais na divisa com o município mineiro de Belmiro Braga (Figura 4).



Figura 3 - Mapa do estado do Rio de Janeiro com a localização do município de Paraíba do Sul em destaque



Fonte: Mapa Elaborado pelo Autor, 2023.

A cidade Paraíba do Sul é dividida em quatro distritos: Paraíba do Sul (sede), Salulares, Inconfidência e Werneck. Cada um desses distritos é subdividido em bairros.

No que se refere à hierarquia urbana, o município de Paraíba do Sul é de pequeno a médio porte, é considerada uma cidade local, com poucos prédios grandes na área central urbanizada e pequena atividade industrial e baixa polarização em relação a outras cidades próximas. Em contrapartida, a cidade é polarizada pelos municípios de Três Rios, Vassouras, Petrópolis e Volta Redonda, principalmente no que se refere aos serviços de educação e de saúde e ao emprego. O município de Paraíba do Sul possui:

- a) Área Territorial: 571,118 km<sup>2</sup> (IBGE, 2021).
- b) População: 42.063 habitantes (IBGE, 2022).
- c) Densidade demográfica: 73,65 habitantes/ km<sup>2</sup> (IBGE, 2022).
- d) Escolarização 6 a 14 anos: 98,6% (IBGE, 2010).

- e) IDHM (Índice de Desenvolvimento Humano Municipal): 0,702 (PNUD, 2010).
- f) Mortalidade infantil: 14,71 óbitos por mil nascidos vivos (SUS, 2020).
- g) PIB per capita: R\$ 29.184,90 (IBGE, 2020).

Paraíba do Sul está a 275 metros de altitude em relação ao nível do mar e sua vegetação original é da mata Atlântica, atualmente muito destruída pelas atividades humanas.

A economia da cidade de Paraíba do Sul está atualmente voltada para o comércio local e para o turismo (religioso, ecológico e histórico), atividades estas responsáveis por boa parte da renda do município.

A cidade de Paraíba do Sul possui dois hospitais e vinte e três unidades básicas de saúde familiar em postos, conforme o site da Prefeitura Municipal de Paraíba do Sul (Prefeitura de Paraíba do Sul, 2022).

Na questão de saúde e meio ambiente, o município apresenta 81,6% de domicílios com esgotamento sanitário adequado, 72,8% de domicílios urbanos em vias públicas com arborização e 46,7% em vias públicas com urbanização adequada, isto é, com a presença de calçada, bueiros, pavimentação e meio fio, além de possuir coleta seletiva do lixo (IBGE, 2010). Segundo a Prefeitura de Paraíba do Sul (2022), a cidade possui 36 unidades escolares, entre creches e escolas regulares, que atendem desde o primeiro seguimento da alfabetização e ensino fundamental até o terceiro ano do ensino médio com trabalho de alfabetização de jovens e adultos.

Para o *Climada-date* (2021), Paraíba do Sul possui um clima tropical, havendo mais chuvas no verão que no inverno, assim o clima segundo a classificação climática de *Koppen* pode ser considerado AW, megatérmico. A temperatura média na cidade é 21,5 °C, e pluviosidade média anual de 1.606 mm.

### 3.3 Município de Três Rios

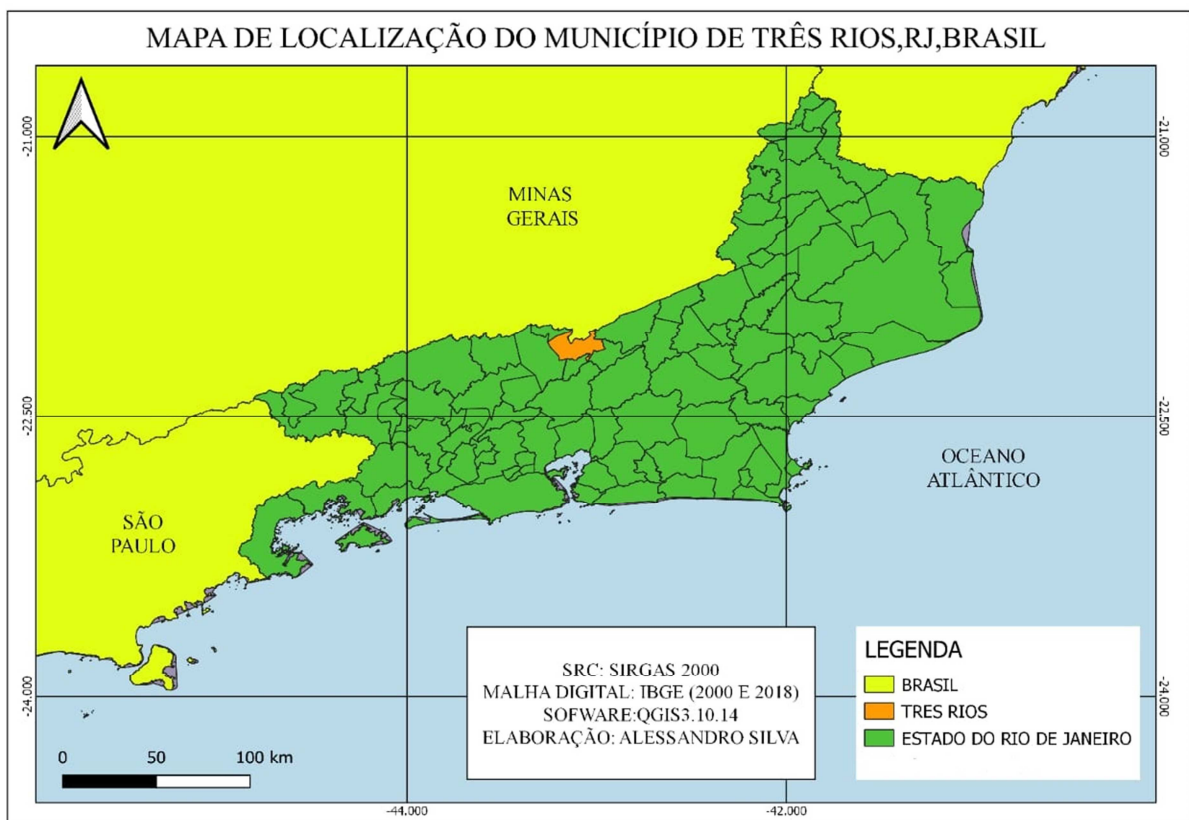
Segundo o IBGE (2017), a cidade de Três Rios encontra-se a cerca de 125 km ao norte da capital do Rio de Janeiro, sendo pertencente à Região Geográfica Intermediária de Petrópolis, e Região Geográfica Imediata de Paraíba do Sul e Três Rios (Figura 5). O município possui uma população aproximadamente de 78.346 habitantes e ocupa uma área



de aproximadamente 322.843 km<sup>2</sup> (IBGE, 2022).

Três Rios encontram-se no eixo industrial nas proximidades das estradas BR-040 e BR-393. Emancipada de Paraíba do Sul em 1938, Três Rios recebeu esse nome em referência ao encontro dos três rios existentes na cidade, os rios Paraíba do Sul, Paraibuna e Piabanha. O encontro dos rios se localiza no bairro Moura Brasil. Até 1939, Três Rios possuía o nome de São Sebastião do Entre Rios.

Figura 4 - Mapa do estado do Rio de Janeiro com a localização do município de Três Rios



Fonte: Mapa Elaborado pelo Autor, 2023.

A cidade de Três Rios engloba o distrito de Bemposta, com uma área de influência de toda região Centro-Sul Fluminense e também parte da região Serrana Fluminense. Três Rios ficam localizada na bacia do Médio Paraíba do Sul. A cidade tem como seus limites a nordeste o município de Chiador, Minas Gerais; a noroeste, Levy Gasparian; a leste, Sapucaia; ao sul, Areal; a sudeste São José do Vale do Rio Preto; e, finalmente, a oeste o município de Paraíba do Sul. Características da cidade de Três Rios:

- Área Territorial: 322,843 km<sup>2</sup> (IBGE, 2021).
- População: 78.346 pessoas (IBGE, 2022).
- Densidade demográfica: 242,68 habitantes/km<sup>2</sup> (IBGE, 2022).

- d) Escolarização 6 a 14 anos: 97,9% (IBGE, 2010).
- e) IDHM: 0,725 (PNDU, 2010).
- f) Mortalidade infantil: 14,73 óbitos/mil nascidos vivos (SUS, 2020).
- g) PIB per capita: R\$ 65.103,57 (IBGE, 2020).

A cidade de Três Rios se situa em um vale entre rios e nos seus arredores são encontradas grandes formações montanhosas e rochosas, fazendo parte da região serrana fluminense. Três Rios possuem muitas fábricas e indústrias principalmente no ramo ferroviário e de alimentos. Tem fácil acesso à rodovia BR-040, para Belo Horizonte, Brasília e Rio de Janeiro, e à BR-393, para São Paulo e Vitória, importante para o escoamento dos produtos de suas indústrias (Brasil Cidades, 2021).

A cidade de Três Rios possui um clima tropical, com menor pluviosidade no inverno em relação verão, o clima da cidade é classificado como AW segundo *Köppen e Geiger*. A cidade de Três Rios possui uma temperatura média de 21,6°C com pluviosidade média anual de 1347 mm (Climate Data, 2021).

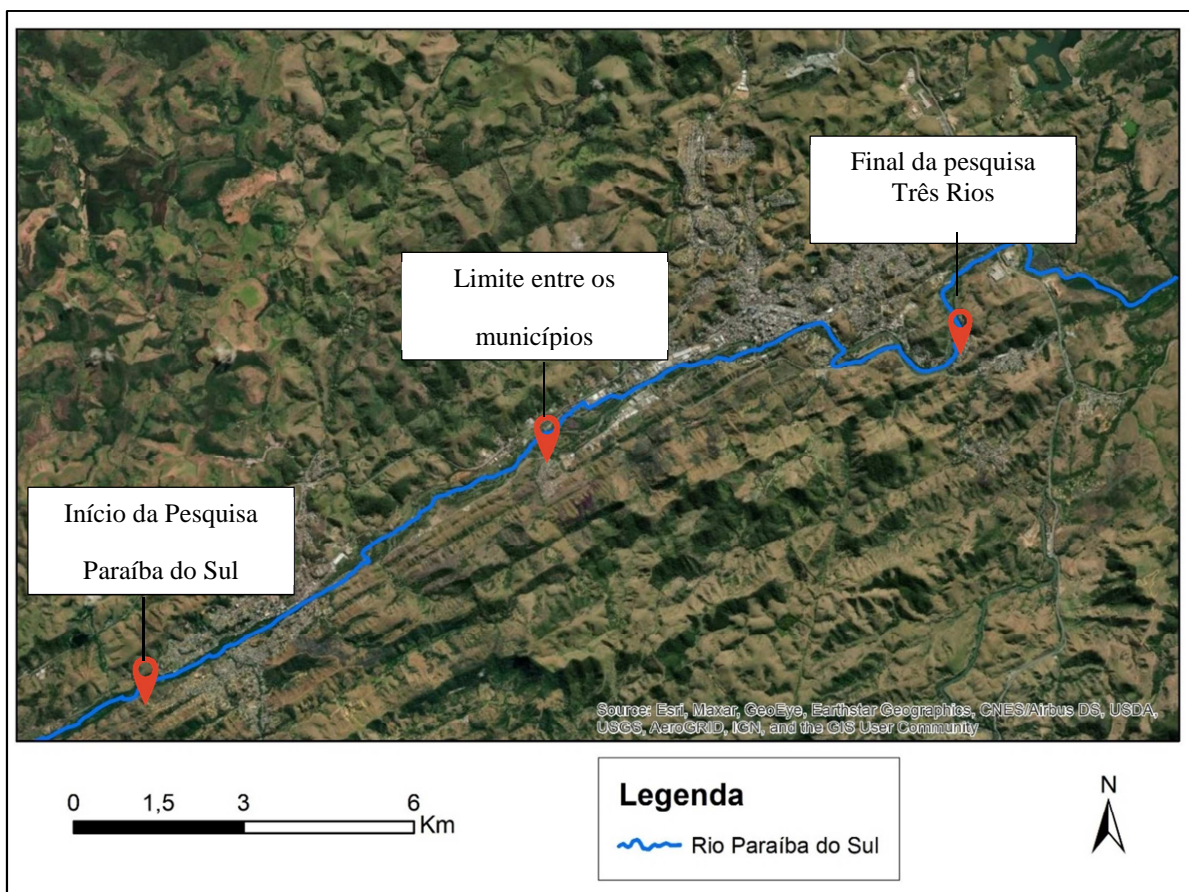
Segundo o Instituto Água e Saneamento (2020), em Três Rios 99,13% da população é atendida com abastecimento de água, frente à média de 90,69% do estado e 83,71% do país. No município, aproximadamente 708 habitantes não têm acesso à água e 98,98% da população é atendida com esgotamento sanitário, frente à média de 71,37% do estado e 65,87% do país. Ainda o lixo produzido por 407 habitantes não é recolhido, o esgoto de 838 habitantes também não é coletado.

## 4 METODOLOGIA

### 4.1 Delimitação e Caracterização Geográfica do Percurso em Estudo

A área em estudo compreende o percurso do rio Paraíba do Sul que liga os municípios de Paraíba do Sul e Três Rios, indo desde o começo da malha urbana de Paraíba do Sul até o final da malha urbana da cidade de Três Rios. Na (Figura 6), pode ser visto todo o percurso da área de estudo que possui aproximadamente 15,7 km.

Figura 6 – Imagem da área de estudo, com a indicação do início e do final do percurso



Fonte: ArcGIS. Adaptada pelo autor, 2022.

## 4.2 Procedimentos Metodológicos

O presente trabalho trata-se de uma pesquisa de abordagem quali-quantitativa de natureza aplicada, com revisão bibliográfica e pesquisa de campo. Diante do cenário da pandemia do COVID-19, foi necessário realizar adaptações e mudanças no estudo, voltando-o para a aplicação de metodologia de pesquisa rápida e de baixo custo

O fechamento do município de Paraíba do Sul, para o combate à pandemia no período que ocorria a pesquisa, gerou dificuldades para a realização da pesquisa de campo, que só pôde ser feita seguindo o protocolo sanitário da cidade.

Apesar de existirem metodologias disponíveis para a classificação do uso e ocupação do solo a partir de imagens de satélite, no presente estudo, foi escolhida a abordagem de avaliação exclusivamente qualitativa e descritiva. O manual do IBGE (2013) delineia que os mapeamentos em escalas mais amplas (iguais ou superiores a 1:50.000), abrangendo diferentes níveis de detalhamento (detalhado, semidetalhado e ultradetalhado), são concebidos para abordar problemas específicos, respaldar decisões localizadas e restringir-se a áreas geograficamente reduzidas. A estrutura fundamental dos levantamentos detalhados permanece praticamente inalterada (IBGE, 2013).

Nesse contexto, o presente estudo optou por empregar uma escala de 1:25.000, possibilitando a identificação de usos múltiplos da terra. Alinhando-se à classificação do sistema proposto pelo IBGE (1999) para o uso atual da terra o trabalho adota a metodologia semidetalhada, por meio da apresentação de mapas que delineiam a configuração do uso e ocupação do solo na região sob investigação. A partir dos mapas são identificados potenciais pontos de pressão ambiental, e são analisadas a paisagem e os elementos constituintes de cada segmento considerado. Tal abordagem proporciona uma compreensão abrangente e minuciosa da cobertura e uso do solo na área em análise.

Para o levantamento do uso e ocupação do solo no trecho em estudo foi escolhido trabalhar a partir de análises de imagens de satélite. As imagens foram obtidas através do programa *ArcGis 10.5*, que se trata de um *software* que possui recursos avançados e permite fazer *downloads* de imagens de satélites, e onde é possível visualizar virtualmente todo o globo.

Os mapas de localização das áreas de estudo também foram feitos no *software ArcGis 10.5*, e *QGIS 3.10.14*, que permite a edição e análise e, também, a visualização de dados

georreferenciados. Os mapas de localização de ambos os municípios foram gerados pelo próprio autor.

As tabelas presentes no trabalho foram todas criadas por dados gerados por essa pesquisa, adaptados e ajustados em forma de tabela para facilitar a visualização dos resultados alcançados. A metodologia descrita nessa pesquisa, foi realizada com base em experiência de aplicação de diferentes autores em outras regiões do Brasil.

A elaboração do PAR foi influenciada pelas experiências de aplicação de diversos autores, como descrito por Callisto *et al.* (2002) e Lobo *et al.* (2011), os quais abordaram diferentes temas e atuaram em contextos urbanos variados. A fundamentação teórica do protocolo foi embasada em trabalhos listados na Tabela I, os quais contribuíram com conceitos e ideias para a condução desta pesquisa.

O presente estudo tem como finalidades: gerar uma revisão da literatura sobre o assunto, realizar uma análise da ocupação do solo da área em estudo e criar e aplicar um PAR, que pode ser replicável e usado em outras regiões do rio Paraíba do Sul para gestão pública e fins educacionais.

Também foi criado um jogo como material didático sobre temas importantes dos recursos hídricos e educação ambiental, para a divulgação em escolas da região.

#### **4.3 Avaliação do Uso do Solo**

Foi realizada a avaliação do uso do solo no trecho do rio Paraíba do Sul selecionado a partir de imagens de satélites. Essa avaliação consiste na coleta de dados e análise de qualidade ambiental em um contexto paisagístico da bacia hidrográfica em diferentes pontos estratégicos do percurso em estudo.

Através desse levantamento é possível ter uma percepção preliminar dos problemas e possíveis focos de vulnerabilidade e pressão ambiental do local.

Para melhor detalhamento, a parte selecionada foi dividida em 14 segmentos. Cada segmento tem 1,29 km. O percurso total do rio em estudo é de 15,7 km. Cada segmento foi analisado individualmente a partir de uma imagem.

Em cada imagem foram incluídas formas geométricas para destacar as feições analisadas na imagem, facilitando a visualização. Nas descrições das imagens foram utilizados termos como a jusante e a montante para descrever as feições em relação à direção

do fluxo do rio. A jusante significa em direção à foz, a direção normal onde corre o fluxo de água, e montante em direção à nascente.

Após a seleção das imagens, foram feitas as análises considerando as características físicas do rio, tais como: presença da urbanização nas áreas de proteção permanente, ausência de matas ciliares, entre outros aspectos. As sequências das imagens de satélite foram obtidas pelo *software ArcGis 10.5*, desenvolvida e mantida pela *Esri*, no dia 20/07/2023.

As informações do uso e ocupação do solo de cada segmento foram apresentadas de três formas diferentes, que são:

- a) Imagem
- b) Texto
- c) Tabela
- d) As tabelas mostram as seguintes informações:
- e) Local do segmento do rio
- f) Os problemas e as vulnerabilidades do trecho
- g) A cidade do segmento analisado

Foi criado um quadro para apresentar as principais fontes de degradação do percurso em estudo, que são:

- a) Expansão urbana
- b) Disposição de resíduos sólidos
- c) Assoreamento

O quadro visa mostrar os fatores que geram diferentes problemas ambientais nos dois municípios.

#### **4.4 Definição dos pontos de aplicação do PAR**

A escolha dos pontos do rio Paraíba do Sul para aplicação do PAR foi baseada em visitas de campo, nas análises e experiência de outros autores em avaliação ambiental, assim como nas análises feitas das imagens de satélite nessa pesquisa.

A seleção dos pontos de estudo fundamentou-se nas condições ambientais que apresentavam distintos níveis de intervenção antrópica, visando representatividade para o trecho em análise, bem como a uma certa equidistância entre os pontos de coleta. Além disso, outro critério considerado foi a época de estiagem, pois representa um período propício para a

realização de testes. Nas épocas de estiagem, as condições dos rios tendem a ser mais estáveis, proporcionando uma base mais consistente para a avaliação, uma vez que, durante as cheias, ocorrem alterações significativas nas características físicas e químicas do ambiente de estudo.

Um fator determinante para a escolha dos pontos foi a facilidade de acesso ao rio para aplicação do protocolo. Na maior parte do percurso em estudo o acesso ao rio é muito difícil, em função da presença de áreas privadas nas margens.

No total, foram escolhidos 5 pontos no rio Paraíba do Sul no trajeto entre as cidades de Três Rios e Paraíba do Sul para a aplicação do PAR (figura 7). Esses pontos foram localizados nas áreas urbanas dos dois municípios e em áreas com pouca urbanização, mas que possuem algum tipo de pressão ambiental. Os pontos selecionados para a aplicação do PAR foram distribuídos da seguinte forma:

Ponto 1 - Coordenadas: 22,174545° S, 43,312111° O: Início da pesquisa em Paraíba do Sul, área com pouca mata ciliar, e início da malha urbana da cidade, onde o rio chega na cidade com cargas poluidoras trazidas de outras cidades a jusante.

Ponto 2 - Coordenadas: 22,155865° S, -43,274732° O: Final da malha urbana de Paraíba do Sul, onde, o rio que já chegou com carga poluidora de outras cidades, corta toda a cidade recebendo mais dejetos em suas águas, sem nenhuma forma de tratamento. Esse ponto possui urbanização intensa às margens do rio.

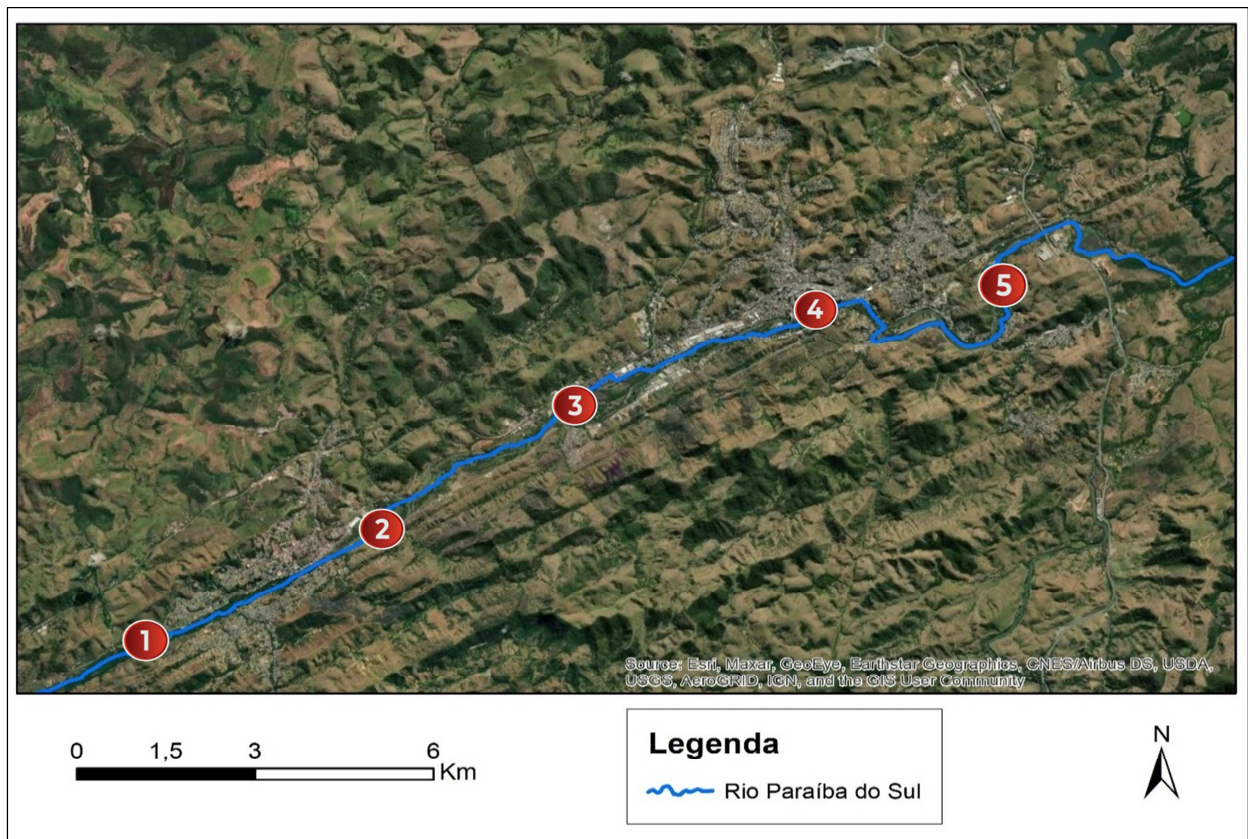
Ponto 3 - Coordenadas: 22,139012° S, 43,248618° O: ponto localizado no polo industrial de Paraíba do Sul. Essa área possui pouca cobertura vegetal e muitas áreas de pastagem, também é o início da área industrial da cidade de Três Rios, onde o rio volta a ficar bastante urbanizado.

Ponto 4 - Coordenadas: 22,120168° S, 43,209737° O: essa área se situa no final do polo industrial da cidade de Três Rios, agora com o rio com maior carga poluidora vinda das cidades a jusante e, também, da cidade de Paraíba do Sul, com de contaminação de origem industrial e doméstica.

Ponto 5 - Coordenadas: 22,120089° S, 43,176950°O: esse ponto é local final da pesquisa. Mais adiante deste ponto, não mostrando na imagem, é o encontro dos três rio: Paraíba do Sul, Piabanha e Paraibuna.



Figura 7 - Pontos escolhidos ao longo do rio Paraíba do Sul para aplicação do PAR



Fonte: ArcGIS. Adaptada pelo autor, 2022.

#### 4.5 Adequação do PAR

No presente estudo optou-se pela utilização do PAR proposto por Lobo *et al.* (2011) e Callisto *et al.* (2002) com adaptações.

O protocolo usado na pesquisa foi formado por doze parâmetros, onde cada parâmetro possui um valor em função do grau de alteração das condições do habitat (Callisto *et al.* 2002).

Os parâmetros avaliados no protocolo foram:

1. Erosão das margens
2. Odor da água
3. Presença de óleo na superfície da água
4. Coloração anormal da água
5. Complexidade do habitat
6. Presença de casas às margens do rio
7. Velocidade das correntes



8. Presença de áreas de pastagem
9. Presença de lixo flutuante e nas margens
10. Presença de saída de esgoto, tais como valas e saídas canalizadas
11. Presença de fábricas
12. Presença de cobertura vegetal nas margens

A modificação e adaptação dos parâmetros de Callisto *et al* (2002) foram realizadas para que fossem mais facilmente identificáveis pelo avaliador na aplicação do PAR. No entanto, o significado geral do protocolo de Callisto e colaboradores (2002) foi mantido. É esperado que cada um dos doze parâmetros selecionados seja pontuado considerando a percepção do avaliador, o seu olhar geográfico da paisagem, ou seja, um olhar mais investigativo, questionador e atento às características dos pontos em estudo.

Ao analisar cada parâmetro foram considerados fatores que possuem ligação direta com os parâmetros analisados, para poder ser gerada uma nota por cada avaliador que são:

1. Erosão das margens: se no local há cobertura vegetal, como plantas e árvores ou se o solo do lugar está limpo sem vegetação, principalmente em áreas inclinadas ou próximas às margens do rio.

2. Odor da água: se no local possui um cheiro forte e desagradável, em geral parecido com ovo podre, isso aponta que pode haver presença de bactérias na água, sendo imprópria para o consumo.

3. Presença de óleo na superfície da água: o óleo é menos denso que a água, ele fica na superfície dos rios e lagos, prejudicando a entrada de luz e oxigênio. Em geral se observa próximo às fábricas, postos de gasolinas, pistas de carro e lugares mais urbanizados.

4. Água com coloração anormal: indica a presença de substâncias dissolvidas e particuladas na água. É um parâmetro que descreve como a água está no momento da análise, clara, escura, oleosa e/ou com manchas pretas.

5. Complexidade do habitat: consiste na presença de diferentes tipos de elementos que formam um habitat, ou seja, um conjunto de características que juntas compõem o habitat (Tokeshi e Aragaki, 2012).

6. Presença de casas às margens do rio: se no local há existência de muitas construções como casas, prédios, ou outro tipo de construção no lugar.

7. Velocidade das correntes: a capacidade de uma corrente de água transportar sedimentos e materiais depende da sua velocidade. Para esse parâmetro se considerou mudanças, pela ação humana, da velocidade de escoamento do rio pela construção de

barramentos, por exemplo.

8. Presença de áreas de pastagem: se na área em estudo há presença de grandes áreas sem cobertura vegetal, seja para criação de gado ou para plantação.

9. Presença de lixo flutuante e nas margens: se há presença de lixo no local como plásticos, sacolas, pneus, móveis velhos, vidros entre outros.

10. Presença de saída de esgoto e saídas canalizadas: se no local há presença de esgoto ao ar livre, boca de lobo, valas, etc.

11. Presença de fábricas: se no local existem fábricas ou indústrias ou outras atividades industriais no lugar.

12. Presença de cobertura vegetal nas margens: se é possível observar no local uma biodiversidade abundante de fauna e flora, como plantas, aves, e animais como sapos, peixes, etc.

Com as pontuações atribuídas pelos avaliadores para cada parâmetro, foi efetuado o somatório das mesmas para cada local escolhido para aplicação do PARs, a fim de chegar na definição do nível de pressão ambiental do rio. Conforme a seguir:

Pontuação > 32 = curso d'água com características semelhantes ao ambiente natural.

a) Pontuação entre 23 – 32 = curso d'água encontra-se alterado.

b) Pontuação entre 0 – 22 = curso d'água encontra-se impactado.

Para cada parâmetro puderem ser atribuídos valores de 1 a 4, onde 1 = ruim, 2 = regular, 3 = boa, 4 = ótimo. Por fim, foi calculada a soma final de todos os parâmetros por avaliador voluntário em cada ponto de observação.

A escolha dos pontos só foi possível devido a análise espacial anterior feita de todo o percurso. Através do estudo das imagens de satélite foi possível identificar lugares de fácil acesso a pé à margem do rio Paraíba do Sul. Apenas a estação 3 teve uma maior dificuldade de acesso, pois ali há uma vegetação mais densa junto à margem. O acesso à margem do rio é primordial para que os avaliadores pudessem realizar uma avaliação visual mais clara do rio, podendo observar bem as características físicas do rio e o estado que os locais se encontravam no momento da análise.

Todos os doze parâmetros citados acima foram organizados em um formulário que foram preenchidos pelos avaliadores nos cinco pontos escolhidos. O formulário aplicado pode ser visto no (Apêndice A) e no (Quadro 4), a seguir:

Quadro 4 - Formulário do PAR

<b>PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA 2023 /RIO PARAÍBA DO SUL-RJ</b>				
Ponto de coleta:				
Cidade:				
Bacia Hidrográfica:				
Data:				
Condições do tempo:				
<b>PARÂMETROS</b>	<b>PONTOS</b>			
	<b>4 PONTOS</b>	<b>3 PONTOS</b>	<b>2 PONTOS</b>	<b>0 PONTOS</b>
1. Erosão				
2. Odor				
3. Oleosidade				
4. Água com coloração anormal				
5. Complexidade do habitat				
6. Presença de casas às margens do rio				
7. Velocidade das correntes				
8. Presença de áreas de pastagem				
9. Presença de lixo flutuantes e nas margens				
10. Presença de saída de esgoto como valas e saídas				
11. Presença de Fábricas				
12. Cobertura Vegetal das Margens				

Fonte: O autor, 2022.

#### 4.6 Convite de participação como avaliador para a aplicação do PAR

Como a presente pesquisa teve como objetivo a geração de materiais que sejam de fácil compreensão, para todos os públicos, foram escolhidos três avaliadores, além do autor da pesquisa, com diferentes percepções e conhecimentos de instrumentos de avaliação ambiental. Esses avaliadores também são possíveis multiplicadores. A seguir os atributos de cada avaliador:

- a) Vereador do município de Paraíba do Sul, estudante de Gestão Pública.

- b) Professora da educação infantil da rede pública de Paraíba do Sul.
- c) Professor, mestre em biologia de Miguel Pereira.
- d) Professor de geografia (autor da pesquisa).

A estratégia de escolha dos avaliadores foi não selecionar apenas especialistas em gestão de recursos hídricos. Assim, os voluntários têm formação em diferentes áreas, mas têm em comum o interesse na conservação ambiental.

Foram realizadas reuniões remotas via *Google Meet* e presenciais para entrega dos materiais para o preenchimento.

#### **4.7 Capacitação dos voluntários e escolha das datas para aplicação do par**

Ao todo foram realizados 6 encontros com os avaliadores, assim divididos: 2 encontros remotos via a plataforma *Google Meet* (10 e 11 de setembro de 2022), seguidos de mais 2 encontros presenciais (24 e 25 de setembro de 2022), e mais 2 encontros para aplicação dos protocolos nos pontos escolhidos (22 e 23 de outubro de 2022).

Os 2 encontros, remotos, foram para conhecer os voluntários da pesquisa. Nos encontros seguintes, presenciais, houve troca de conhecimentos de gestão de recursos hídricos e houve esclarecimentos sobre o uso do protocolo e dos parâmetros existentes na ficha de avaliação.

Por último foram feitos os encontros para a aplicação do PAR nos cinco pontos escolhidos. Todas as datas foram escolhidas em comum acordo com os colaboradores para que todos pudessem ter a mesma experiência juntos em campo.

#### **4.8 Aplicação do PAR**

A aplicação propriamente dita dos PAR foi feita no final de semana, sábado e domingo, em função da falta de disponibilidade de horários comuns durante a semana. Os avaliadores, já capacitados, foram a campo no sábado na cidade de Paraíba do sul, dia 22/10/2022, onde ficam localizados os pontos 1, 2 e 3. No domingo dia 23/10/2022, a aplicação do protocolo se deu na cidade vizinha de Três Rios, pontos 4 e 5.

Estimou-se 1 hora para a aplicação do PAR em cada ponto. Não houve restrição quanto à troca de informações entre os voluntários durante a pesquisa. Ao final do preenchimento dos formulários de cada ponto, os mesmos foram recolhidos e guardados em envelope, não sendo mais possível realizar alterações por parte dos voluntários.

#### **4.9 Cuidados em campo e materiais usados na pesquisa**

Como dois dos voluntários da pesquisa tinham pouca experiência em campo, houve a necessidade de informar a eles os cuidados para evitar acidentes, já que alguns pontos se encontram em matas e locais onde é possível o contato com animais peçonhentos como cobras, escorpiões e aranhas, entre outros.

Pensando no bem-estar dos colaboradores, foi criada uma lista de acessórios obrigatórios que auxiliam na prevenção de acidentes por animais silvestres, principalmente por serpentes, muito comuns na região. Foram disponibilizados para cada voluntário nos dias de trabalho de campo, 2 garrafas de água, caneta, cópias do protocolo impresso, assim como transporte até os pontos.

#### **4.10 Relatório da experiência e comentários sobre a aplicação do par pelos voluntários**

Cada voluntário fez um relatório com a descrição de suas experiências nas atividades propostas, suas dúvidas e seus questionamentos sobre os parâmetros e suas conclusões. Assim, nesse relatório além de constar a experiência vivida por cada colaborador, tem sua

própria percepção da paisagem do lugar para identificar uma possível pressão ambiental.

O material obtido através dos relatórios foi usado nas discussões acerca dos recursos hídricos e da qualidade do rio Paraíba do Sul, que está inserido em uma zona extremamente urbanizada.

#### 4.11 Produtos relacionados à pesquisa

A presente pesquisa gerou um jogo educativo, subdividido em 2 tabuleiros, com informações importantes sobre a gestão de recursos hídricos. Ao longo das 61 casas dos tabuleiros há casas que indicam pontos positivos para a proteção ambiental e outros negativos. Ao cair nas casas com pontos positivos o competidor recebe recompensas que são avançar algumas casas no tabuleiro e jogar novamente o dado. Nas casas com pontos negativos, o jogador é punido com a perda da vez para o lançamento do dado ou tem que voltar casas.

O jogo foi desenvolvido no aplicativo *PicsArte*, um editor de fotos disponível para *download* grátis em celulares *Android* ou *Iphones*, além de ser possível usá-lo de forma online em computadores. Esse aplicativo oferece uma gama de funcionalidades, como ferramentas para manipulação e tratamento imagens. As imagens que estão presentes nos jogos foram feitas pelo autor, com o auxílio desse aplicativo, criadas mediante manipulação de imagens e recursos de inteligência artificial.

O produto da dissertação poderá ser usado por professores da rede pública e privada de educação e por gestores municipais, também tendo grande relevância para profissionais que atuam em questões ambientais e relacionadas aos recursos hídricos. Se trata de um material de linguagem simples, focado no entendimento e uso multidisciplinar.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Análise dos aspectos ambientais, sociais e econômicos

O propósito deste tópico é prover uma análise visual do uso e ocupação do solo na seção do rio Paraíba do Sul compreendida entre as sedes dos municípios de Paraíba do Sul e Três Rios, bem como fornece uma descrição do estado atual dessa região. Nesta análise, serão identificados eventuais pontos de pressão ambiental.

Nas sequências de imagens de satélite obtidas através do software *ArcGIS* 10.5, datadas de 05/12/2022, é possível observar distintos desafios e facetas ambientais, sociais e econômicas na área de estudo. Tais elementos podem impactar a qualidade da água do rio Paraíba do Sul ao longo de suas margens. A seguir, serão apresentados os segmentos do rio no trecho escolhido de Paraíba do Sul a Três Rios, com a descrição detalhada do uso e ocupação do solo. Adicionalmente, serão disponibilizadas tabelas resumindo o uso e ocupação do solo no entorno do rio Paraíba do Sul para os mesmos segmentos.

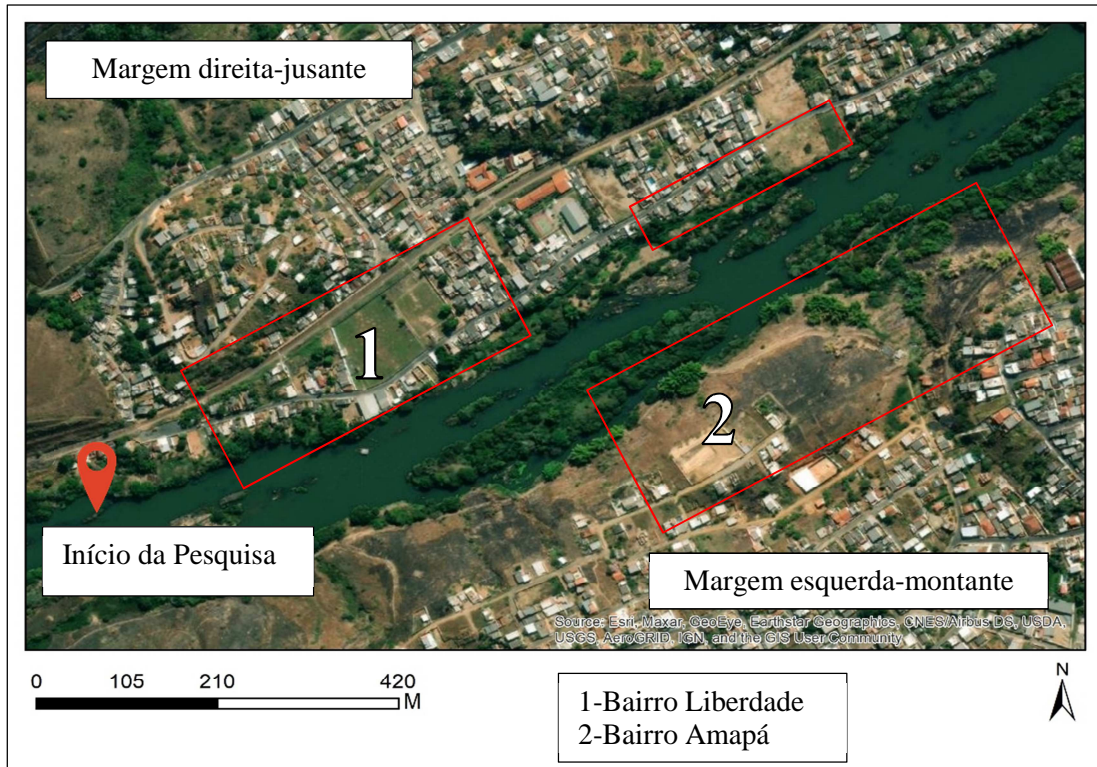
#### 5.1.1 Segmento 1

Na imagem do primeiro segmento (Figura 8). Pode-se observar o ponto inicial da pesquisa, que fica localizado no limite entre a zona rural e a urbana da cidade de Paraíba do Sul, Rio de Janeiro. O ponto inicial do trecho em estudo é a rua conhecida como antiga estrada Vieira Cortez, que dá acesso à avenida Lúcio Meira (393) e ao bairro da Zona Rural Vieira Cortez, assim como o pedágio Paraíba do Sul - Rodovia Lúcio Meira, km 195 - Paraíba do Sul. Essa mesma avenida permite o acesso da região a São Paulo e a capital Rio de Janeiro, assim como a Minas Gerais. Logo nesse início do percurso ficam nítidas as diferentes ocupações antrópicas nas margens do rio Paraíba do Sul, que podem gerar sérios riscos e danos ao meio ambiente, especialmente à qualidade da água e à fauna e à flora existentes ali.

A partir da Figura 8 podem ser observadas ausência de cobertura vegetal em grandes áreas, pouca mata ciliar protetora, uma urbanização desordenada próxima às margens do rio e, também, a presença de áreas de extração de areia. Nesse trecho há a presença muito grande da

urbanização ao longo das margens do rio Paraíba do Sul. Na imagem, de um lado do rio encontra-se o bairro Liberdade, bairro de baixa renda, de outro, o bairro Amapá, formado por loteamentos bem próximos às margens do rio.

Figura 8 - Imagem de satélite do segmento 1 do trecho estudado do rio Paraíba do Sul entre as cidades de Paraíba do Sul e Três Rios



Fonte: ArcGIS. Data: 05/12/2022.

Quadro 5 - Principais características da ocupação do solo no entorno do rio Paraíba do Sul no segmento 1 do trecho entre as cidades de Paraíba do Sul e Três Rios

<b>Trecho a Jusante 1</b>			
	<b>Local</b>	<b>Vulnerabilidades</b>	<b>Cidade</b>
<b>Margem direita</b>	Av. Antiga Estrada Vieira Cortez Bairro Liberdade	Bairro carente, urbanização crescente e fragmentos de matas ciliares. Ponto de início da pesquisa, casas próximas ao rio.	Paraíba do Sul
<b>Margem esquerda</b>	Bairro Sete Encruzilhadas	Grandes áreas sem vegetação, áreas marrons de queimadas e pastagem.	
	Bairro Amapá	Grande área de pastagem e pouca vegetação no local.	

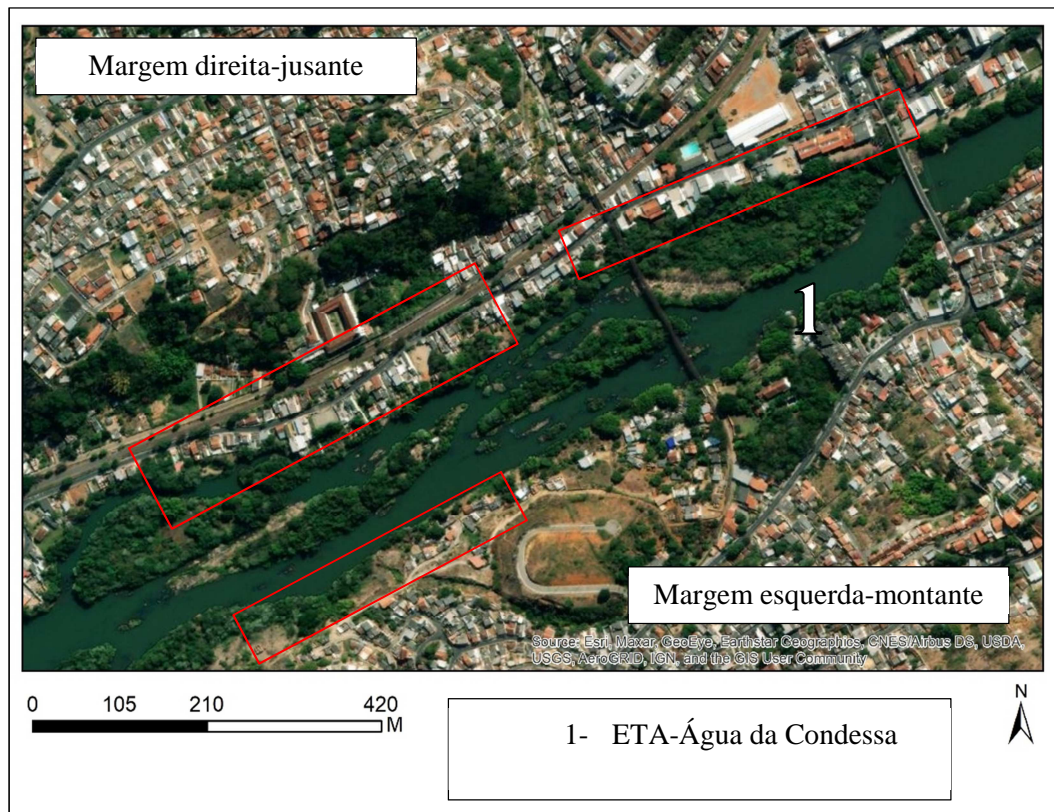
Fonte: O autor, 2022.



### 5.1.2 Segmento 2

Esse segmento é o início da malha urbana da cidade de Paraíba do Sul, centro da cidade onde pode ser observada uma urbanização intensa bem próxima ao rio, que quase não apresenta cobertura vegetal de proteção das suas margens (Figura 9). Estação de tratamento de água da cidade de Paraíba do Sul, a ETA Água da Condessa está localizada neste segmento 2, bem como a Patrulha Municipal Fluvial da Cidade, responsável pelos cuidados do rio.

Figura 9 - Imagem de satélite do segmento 2 do trecho estudado do rio Paraíba do Sul entre as cidades de Paraíba do Sul e Três Rios



Fonte: ArcGIS. Data: 05/12/2022.

Quadro 6 - Principais características da ocupação do solo no entorno do rio Paraíba do Sul no segmento 2 do trecho estudado.

<b>Trecho a Jusante 2</b>			
	<b>Local</b>	<b>Vulnerabilidades</b>	<b>Cidade</b>
<b>Margem direita</b>	Av. Antiga Estrada Vieira Cortez	Pequenos fragmentos de mata ciliar e grandes número de casas nas áreas de proteção do rio.	Paraíba do Sul
	Rua Bento Costa Bairro Liberdade- Rua de Baixo	Grande número de casas às margens do rio.	
<b>Margem esquerda</b>	Bairro jatobá	Casas próximas ao rio, áreas sem cobertura vegetal. Esse trecho fica à estação de água e esgoto Água da Condessa.	
	Cachoeira da Agrônômica	Crescente urbanização próxima ao rio e pouca cobertura vegetal.	

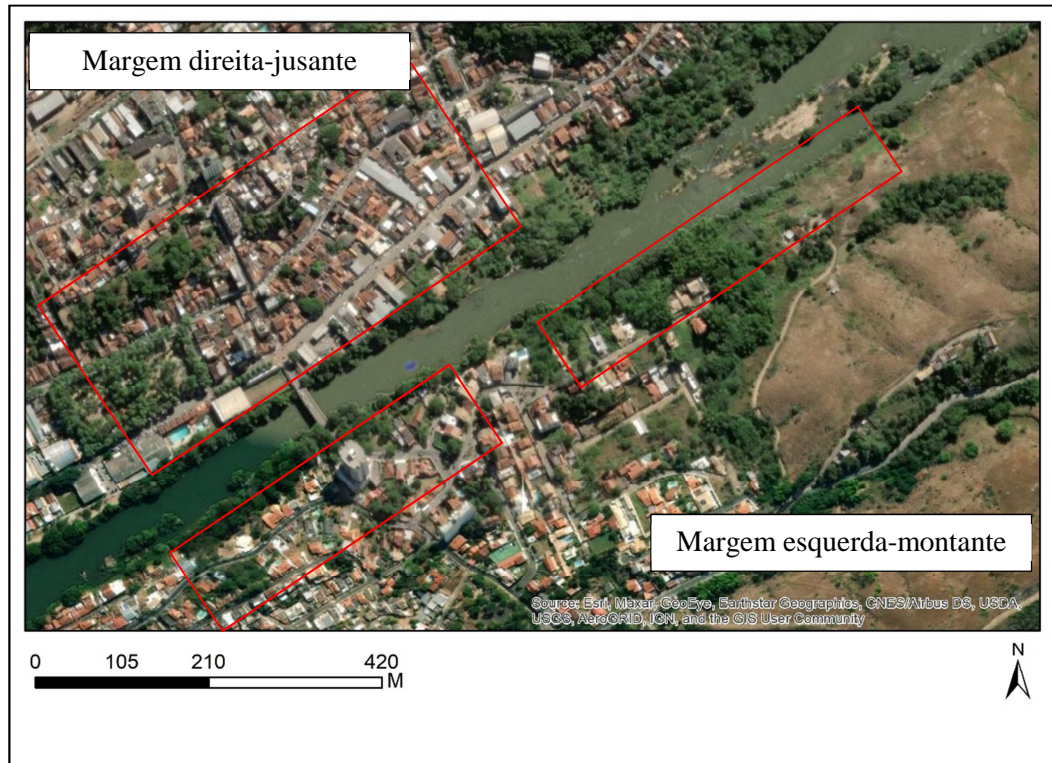
Fonte: O autor, 2022.

### 5.1.3 Segmento 3

Nesse segmento fica localizado o centro do município de Paraíba do Sul, local de maior urbanização da cidade já chegando ao final da malha urbana (Figura 10), onde é possível observar, também, os problemas de despejo de esgotamento sanitário mais facilmente. São visíveis grandes bueiros, também conhecidos como boca-de-lobo, em cujas saídas é possível ver a olho nu grandes manchas de poluição nas águas do rio Paraíba do Sul.

A Figura 10 mostra a montante do rio grandes áreas de pastagem queimadas e pouca ou quase nenhuma vegetação às margens do rio Paraíba do Sul. Ao longo do segmento são encontrados grandes mercados, lojas, clubes, galerias comerciais, posto de gasolina, hotel, academias, fábricas e muitas casas, com boa parte dessas construções localizadas próximas ou nas margens do rio. Também nesse trecho fica localizada, próximo ao rio, a indústria Lemgruber uma indústria brasileira produtora de luvas de látex (Figura 10).

Figura 10 - Imagem de satélite do segmento 3 do trecho estudado do rio Paraíba do Sul entre as cidades de Paraíba do Sul e Três Rios



Fonte: ArcGIS. Data: 05/12/2022.

Quadro 7 - Principais características da ocupação do solo no entorno do rio Paraíba do Sul no segmento 3 do trecho estudado

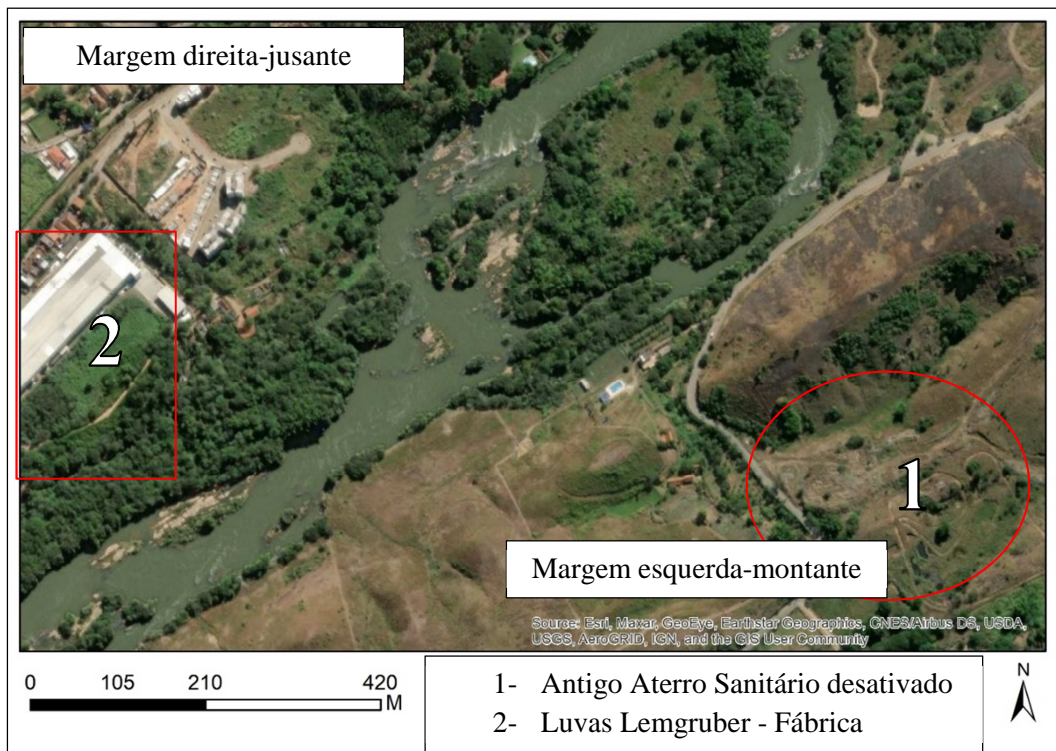
<b>Trecho a Jusante 3</b>			
	<b>Local</b>	<b>Vulnerabilidades</b>	<b>Cidade</b>
<b>Margem direita</b>	Av. <i>Rio</i> Branco Bairro Cerâmica	Presença de muitas casas próximas ao rio.	Paraíba do Sul
	Av. Barão do Piabanha (Centro da cidade)	Presença de comércio como clubes posto de gasolina e galeria comercial próximo ao rio.	
<b>Margem esquerda</b>	Rua Henrique Bastos (Centro)	Muitas casas às margens do rio, pouca mata ciliar.	
	Estrada da Barrinha	Pequenos fragmentos de mata ciliar e prédios e casas	

Fonte: O autor, 2022.

### 5.1.4 Segmento 4

Esse segmento é o final da malha urbana da cidade de Paraíba do Sul, já entrando na zona industrial da cidade. É possível observar na imagem (Figura 11) a existência de uma grande área sem cobertura vegetal, onde há uma pequena faixa de mata ciliar. Nessa área, no passado, havia um aterro sanitário do município que está atualmente desativado desde 2015 (Prefeitura de Paraíba do Sul, 2016). A ocupação urbana não é intensa, mas a paisagem é predominantemente ocupada por áreas desmatadas e queimadas para pastagem.

Figura 11 - Imagem de satélite do segmento 4 do trecho estudado do rio Paraíba do Sul entre as cidades de Paraíba do Sul e Três Rios



Fonte: ArcGIS. Data: 05/12/2022.



Quadro 8 - Principais características da ocupação do solo no entorno do rio Paraíba do Sul no segmento 4 do trecho estudado

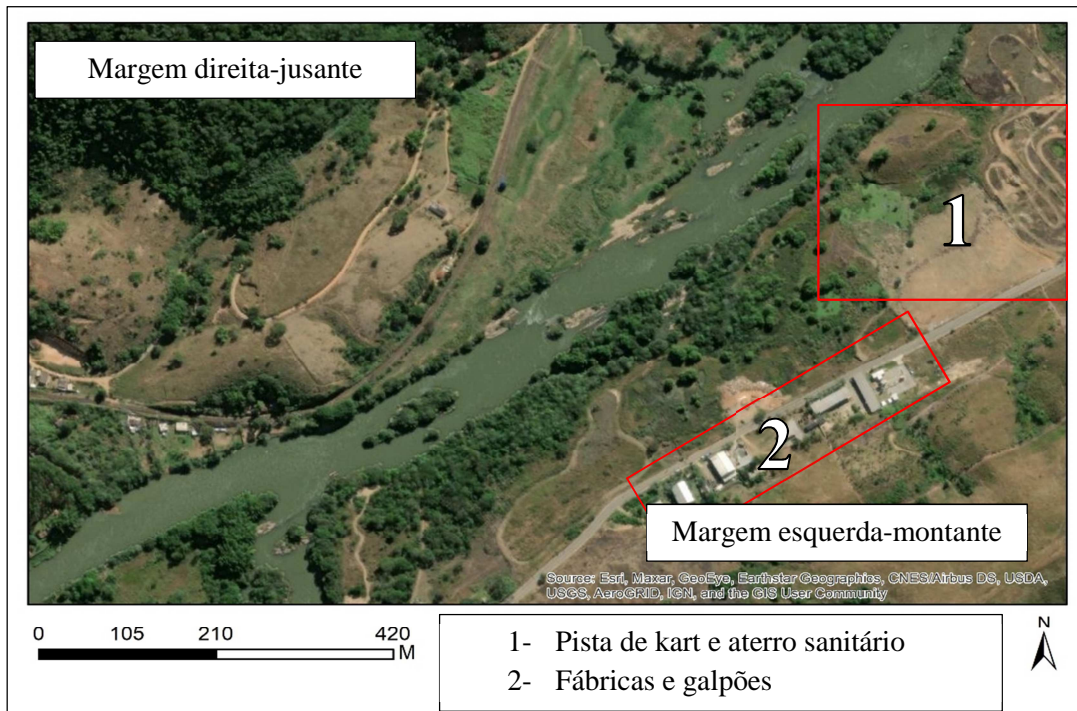
<b>Trecho a Jusante 4</b>			
	<b>Local</b>	<b>Vulnerabilidades</b>	<b>Cidade</b>
<b>Margem direita</b>	Antiga estrada Paraíba do Sul-Três Rios	Pouca cobertura vegetal, casas na área de proteção do rio e área de pastagem.	Paraíba do Sul
	Avenida Irmão Spino	Casas e sítios próximos ao rio e pouca mata ciliar.	
<b>Margem esquerda</b>	Estrada da Barrinha	Grandes áreas de pastagem queimadas, pouca cobertura vegetal, casas nas ilhas e próximas ao rio. Restos do antigo aterro sanitário.	

Fonte: O autor, 2022.

#### 5.1.5 Segmento 5

Nesse segmento pode se observar a presença de grandes áreas queimadas e sem cobertura de mata, existem pequenos fragmentos de mata ciliar nas margens do rio e nas ilhas (Figura 12). Também pode ser vista uma pista de *kart*, na margem direita do rio, e um surgimento de aterro sanitário, com acúmulo de entulho e lixo, alguns galpões próximos e casas bem próximas ao rio.

Figura 12 - Imagem de satélite do segmento 5 do trecho estudado do rio Paraíba do Sul entre as cidades de Paraíba do Sul e Três Rios



Fonte: ArcGIS. Data: 05/12/2022.

Quadro 9 - Principais características da ocupação do solo no entorno do rio Paraíba do Sul no segmento 5 do trecho estudado

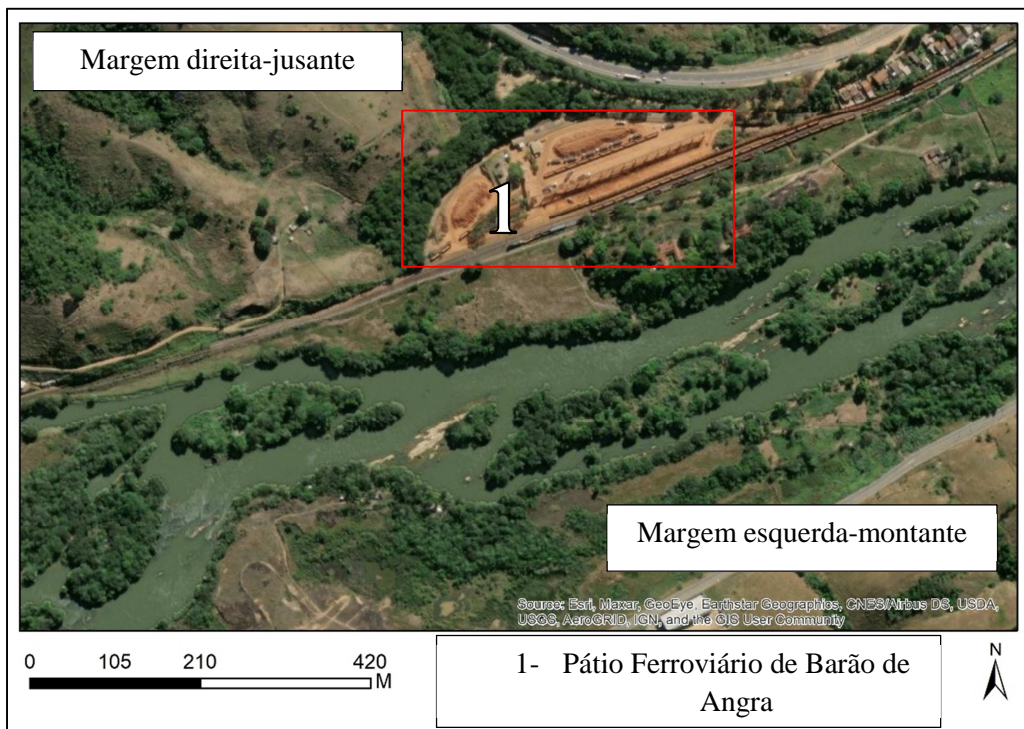
Trecho a Jusante 5			
	Local	Vulnerabilidades	Cidade
<b>Margem direita</b>	Antiga estrada Paraíba do Sul- Três Rios Rod. Lúcio Meira	Casas as margens do rio, pouca cobertura vegetal. Presença de vegetação somente nas ilhas.	Paraíba do Sul
<b>Margem esquerda</b>	Estrada da Barrinha	Fragmentos de mata ciliar, áreas de pastagem e galpões. Uma pista de <i>kart</i> construída ao lado do rio, áreas grandes sem cobertura vegetal e queimadas. Acúmulo de entulho e lixo.	

Fonte: Criada pelo Autor, 2022.

### 5.1.6 Segmento 6

Nesse segmento pode se observar a presença de grandes áreas de pastagem e do pátio Ferroviário de Barão de Angra, ao lado direito do rio, onde os trens fazem as paradas de seu curso para o transbordo de bauxita (Figura 13). Há ainda uma grande área de pastagem, assim como pequenas faixas de vegetação fragmentada nas duas margens do rio que divide espaço com as atividades humanas.

Figura 13 - Imagem de satélite do segmento 6 do trecho estudado do rio Paraíba do Sul entre as cidades de Paraíba do Sul e Três Rios



Fonte: ArcGIS. Data: 05/12/2022.

Quadro 10 - Principais características da ocupação do solo no entorno do rio Paraíba do Sul no segmento 6 do trecho estudado

<b>Trecho a Jusante 6</b>			
	<b>Local</b>	<b>Vulnerabilidades</b>	<b>Cidade</b>
<b>Margem direita</b>	Estrada Silvio Guaraciaba	Casas dentro das áreas de proteção do rio, pátio Ferroviário de Barão de Angra e grandes áreas sem cobertura vegetal.	Paraíba do Sul
<b>Margem esquerda</b>	Estrada da Barrinha	Ilhas com boa parte de cobertura vegetal, grandes áreas de pastagem queimadas. Apenas fragmentos de mata presentes às margens do rio.	

Fonte: O autor, 2022.

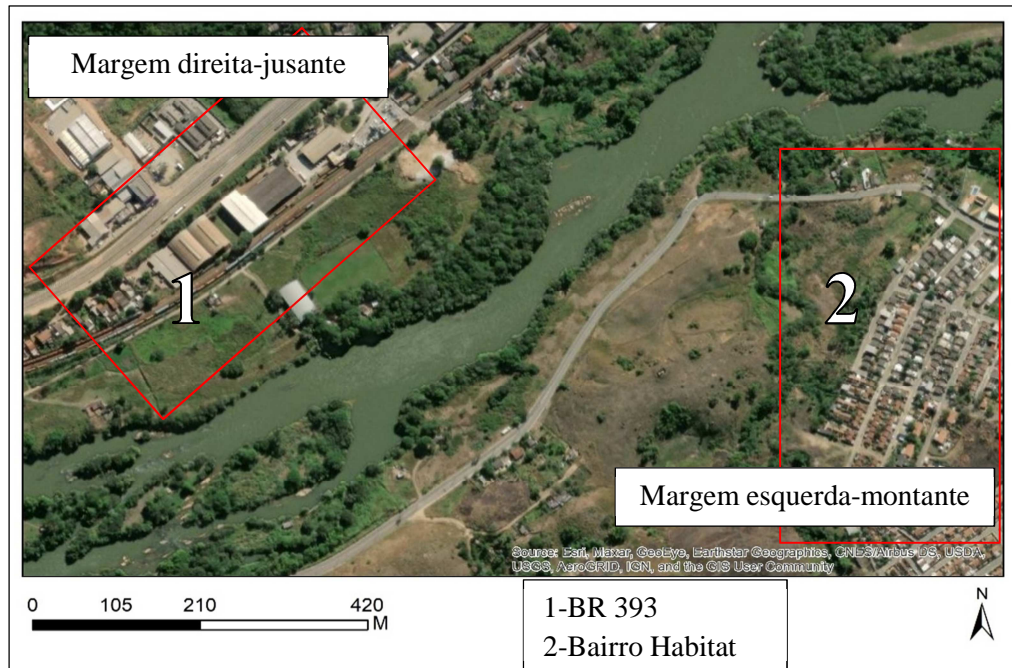
### 5.1.7 Segmento 7

Nesse segmento podemos ver áreas grandes sem cobertura vegetal, do lado esquerdo do rio, como também podem ser observadas áreas onde a vegetação foi queimada e locais onde as casas e algumas fábricas estão muito próximas ao rio (Figura 14).

Nesse trecho encontra-se o bairro Habitat, uma área em processo de expansão e caracterizada por carências socioeconômicas. Este ponto também corresponde à fronteira entre os municípios de Paraíba do Sul e Três Rios.



Figura 14 - Imagem de satélite do segmento 7 do trecho estudado do rio Paraíba do Sul entre as cidades de Paraíba do Sul e Três Rios



Fonte: ArcGIS. Data: 05/12/2022.

Quadro 11 - Principais características da ocupação do solo no entorno do rio Paraíba do Sul no segmento 7 do trecho estudado

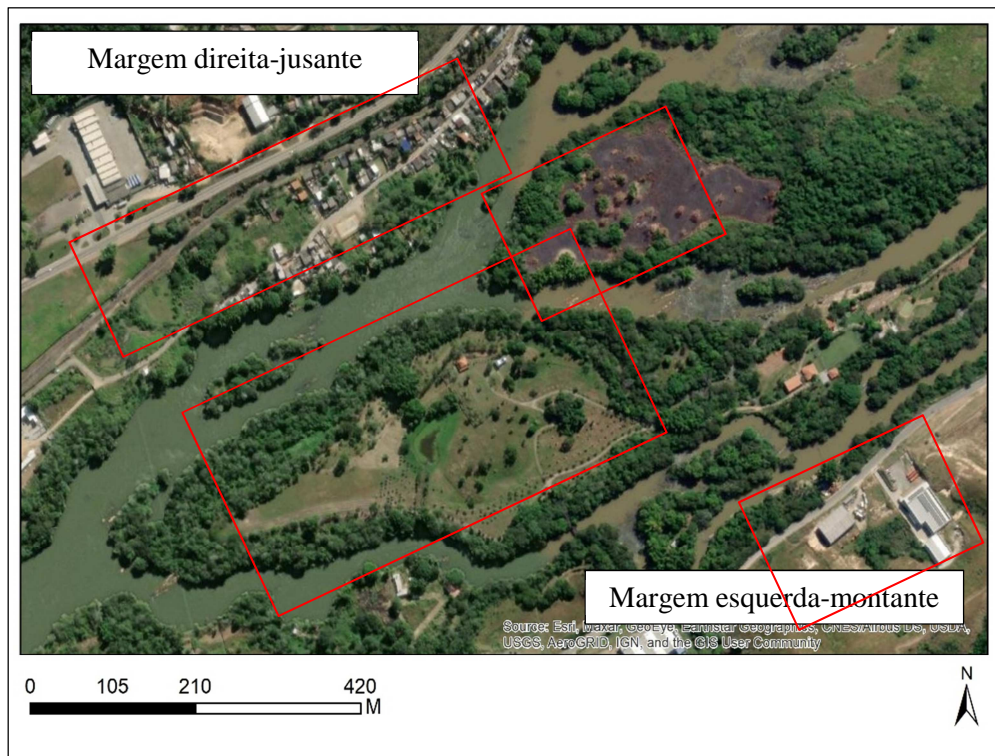
<b>Trecho a Jusante 7</b>			
	<b>Local</b>	<b>Vulnerabilidades</b>	<b>Cidade</b>
<b>Margem direita</b>	Estrada Silvio Guaraciaba	Casas e comércio dentro das áreas de proteção do rio. Fábricas, bem próximas ao rio. Grandes áreas sem cobertura vegetal.	Paraíba do Sul
<b>Margem esquerda</b>	Estrada da Barrinha	Ilha com área sem cobertura vegetal, ocupação urbana e fábricas nas proximidades do rio. Quase nenhuma cobertura vegetal, grandes áreas de pastagem queimadas. Apenas fragmentos de mata presentes às margens do rio.	

Fonte: O autor, 2022.

### 5.1.8 Segmento 8

Em parte desse segmento há ausência de mata ciliar ao longo do rio e pequenos fragmentos de mata em outras partes. Nas ilhas existentes nesse segmento podem ser vistas grandes áreas sem cobertura vegetal e queimadas. Há a presença de algumas casas e fábricas bem próximas ao rio (Figura 15). Fábricas que merecem destaque neste trecho do rio são a indústria de bebidas de Três Rios e a cervejaria *Hocus Pocus, Ydgroup*. Esse trecho já está localizado no município de Três Rios.

Figura 15- Imagem de satélite do segmento 8 do trecho estudado do rio Paraíba do Sul entre as cidades de Paraíba do Sul e Três Rios



Fonte: ArcGIS. Data: 05/12/2022.

Quadro 12 - Principais características da ocupação do solo no entorno do rio Paraíba do Sul no segmento 8 do trecho estudado

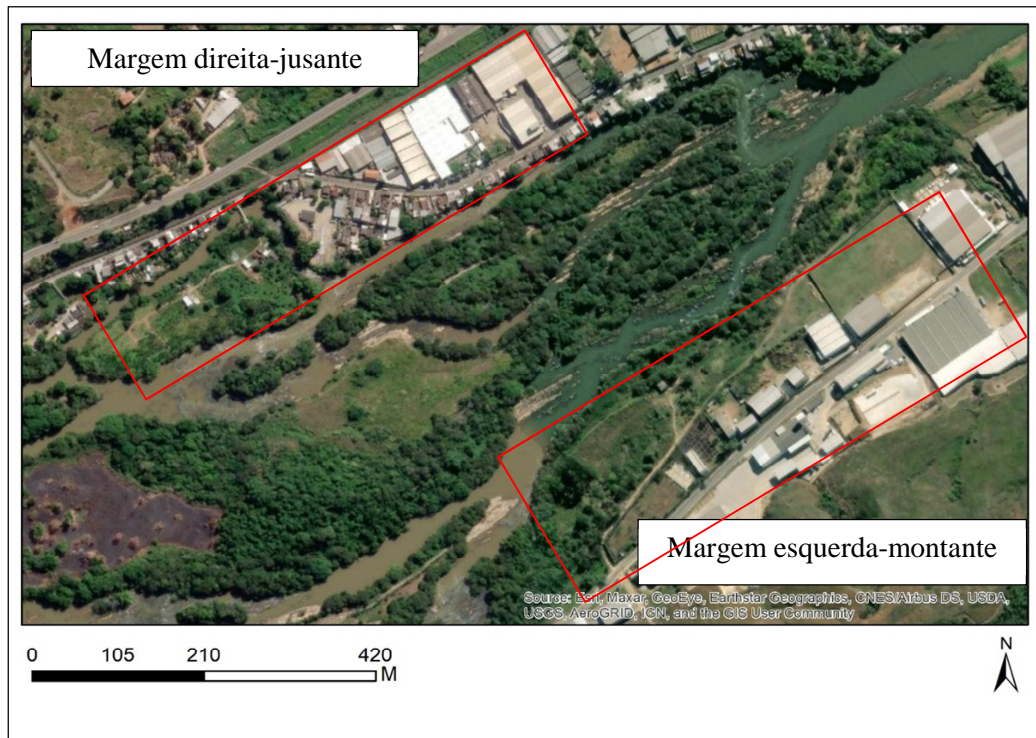
<b>Trecho a Jusante 8</b>			
	<b>Local</b>	<b>Vulnerabilidades</b>	<b>Cidade</b>
<b>Margem direita</b>	Av. Artur Sebastião Tolêdo Ribas	Inúmeras casas às margens do rio, ilha sem cobertura vegetal, fábricas próximas ao rio.	Três Rios
	Estrada Silvio Guaraciaba	Casas e comércio bem às margens do rio, ilhas desmatadas e pouca cobertura vegetal.	
<b>Margem esquerda</b>	Estrada da Barrinha Sentido Três Rios	Pouca cobertura vegetal, fábricas bem próximas ao rio e grandes áreas de pastagem queimada. Ilhas com a presença de casas e plantações.	

Fonte: OaAutor, 2022.

#### 5.1.9 Segmento 9

O trecho abaixo, Figura: 16, é bastante industrializado, onde podem ser vistas muitas fábricas, e casas bem próximas às margens do rio, grandes áreas sem mata ciliares e queimadas. Os fragmentos de matas existentes no percurso estão em pequenas áreas nas margens do rio e na ilha fluvial. É o início da malha urbana da cidade de Três Rios. Na margem direita do rio todas as casas possuem a parte de trás de suas propriedades basicamente no rio. Na margem esquerda há o início do polo industrial da cidade, a partir desse ponto a presença de fábricas e indústrias é cada vez maior.

Figura 16 - Imagem de satélite do segmento 9 do trecho estudado do rio Paraíba do Sul entre as cidades de Paraíba do Sul e Três Rios



Fonte: ArcGIS. Data: 05/12/2022.

Quadro 13- Principais características da ocupação do solo no entorno do rio Paraíba do Sul no segmento 9 do trecho estudado

<b>Trecho a Jusante 9</b>			
	<b>Local</b>	<b>Vulnerabilidades</b>	<b>Cidade</b>
<b>Margem direita</b>	Rua Isaltino Silveira	Fragmentos de mata ciliar e presença de muitas casas e indústrias.	Três Rios
	Av. Artur Sebastião Tolêdo Ribas	Casas e indústrias próximas ao rio.	
<b>Margem esquerda</b>	Av. Ten. Enéas Torno	Grandes áreas sem cobertura vegetal, com queimadas e casas próximas ao rio.	
	Estrada da Barrinha Sentido Três Rios	Cobertura vegetal em fragmentos no local, indústrias próximas ao rio.	

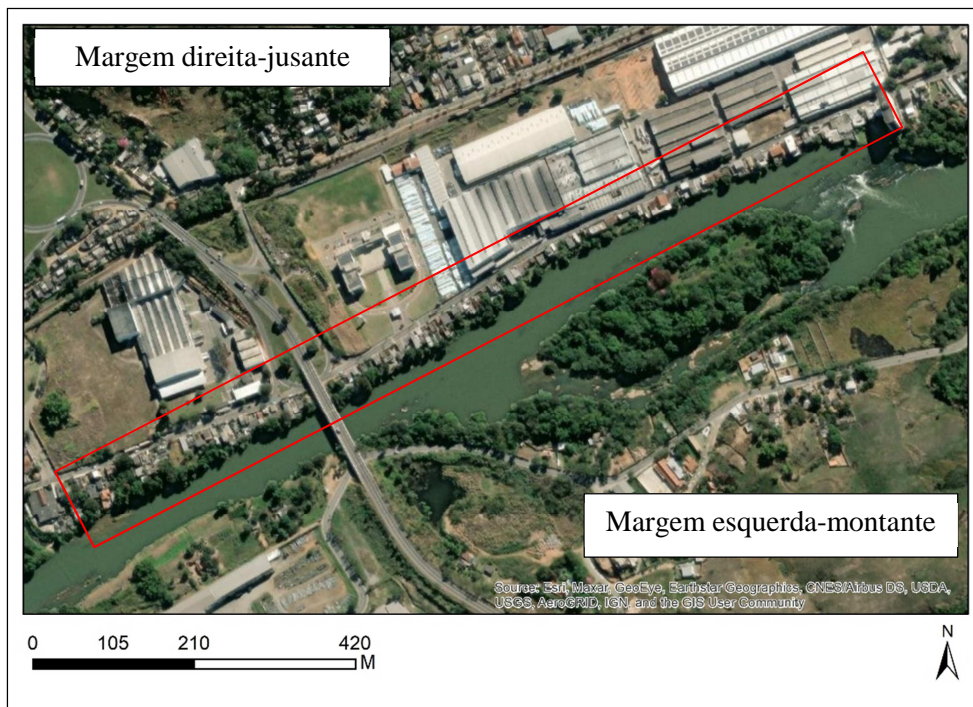
Fonte: O autor, 2022.



### 5.1.10 Segmento 10

Nesse segmento do rio estão localizadas várias indústrias e comércios de Três Rios, entre elas estão: Açotel Ferro e Aço, Super Vinho Distribuidora, Blend Indústria de Compostos, ASK Indústria Kodato, Videplast, Guanapack Indústria de Embalagens Plásticas, STX Alimentos, PHX Embalagem, Euro Flex Ind. e Com. de Colchões, Aços Mil, Três Rios, Confiança Indústria e Comércio, Cotherpack. Ind. e Com. de Descartáveis de Alimentos, entre outros. Nesse segmento, além da intensa industrialização, as casas são sequenciais às margens do rio, na margem direita há apenas árvores nos terrenos das casas que compõe a vegetação do rio, na margem esquerda a vegetação está comprometida pela ação antrópica (Figura 17).

Figura 17- Imagem de satélite do segmento 10 do trecho estudado do rio Paraíba do Sul entre as cidades de Paraíba do Sul e Três Rios



Fonte: ArcGIS. Data: 05/12/2022.

Quadro 14 - Principais características da ocupação do solo no entorno do rio Paraíba do Sul no segmento 10 do trecho estudado

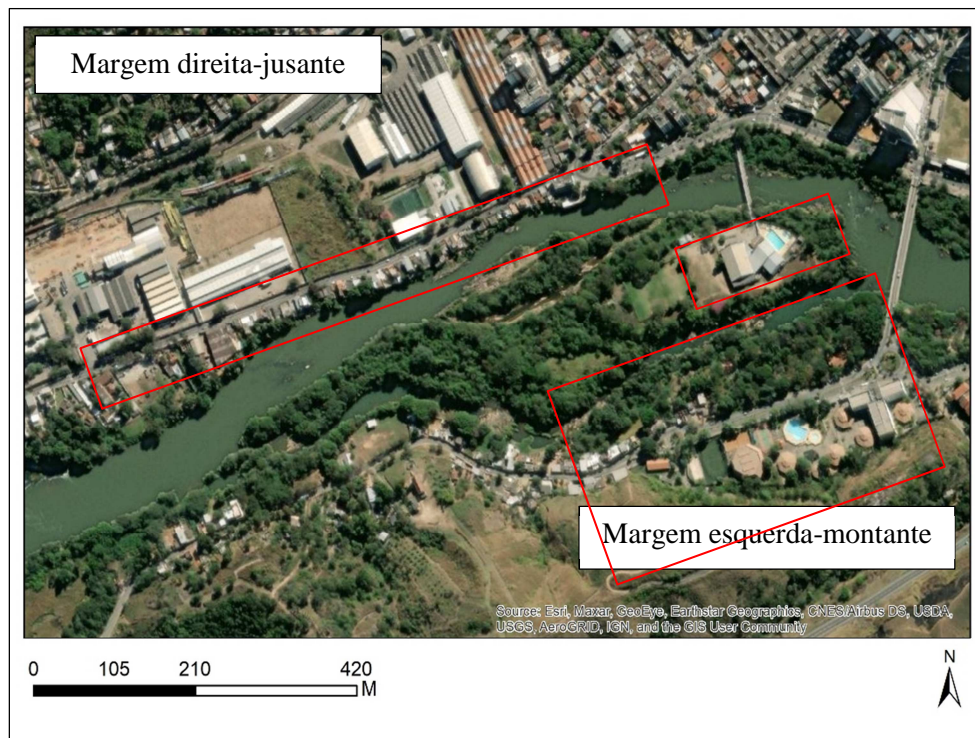
<b>Trecho a Jusante 10</b>			
	<b>Local</b>	<b>Vulnerabilidades</b>	<b>Cidade</b>
<b>Margem direita</b>	Av. Prof. Alberto da Silva Lavinas	Urbanização intensa e pouca cobertura vegetal.	Três Rios
	Rua Isaltino Silveira	Fragmentos de mata ciliar, muitas fábricas e casas às margens do rio.	
<b>Margem esquerda</b>	Av. Ten Enéas Torno	Grandes áreas de pastagem, casas próximas ao rio, áreas queimadas, áreas de plantação.	

Fonte: O autor, 2022.

#### 5.1.11 Segmento 11

É nesse seguimento que fica localizado o começo do centro da cidade de Três Rios, é bastante urbanizado e industrializado e na Figura 18 pode ser vista a presença de fábricas e indústrias muito próximas ao rio Paraíba do Sul, também podem ser observadas urbanização intensa do lado direito do rio, grandes áreas sem cobertura vegetal e pequenos fragmentos de matas ciliares. Também há casas nas margens do rio e na ilha, onde há uma grande área sem cobertura vegetal, com a presença de plantações.

Figura 18 - Imagem de satélite do segmento 11 do trecho estudado do rio Paraíba do Sul entre as cidades de Paraíba do Sul e Três Rios



Fonte: ArcGIS. Data: 05/12/2022.

Quadro 15- Principais características da ocupação do solo no entorno do rio Paraíba do Sul no segmento 11 do trecho estudado

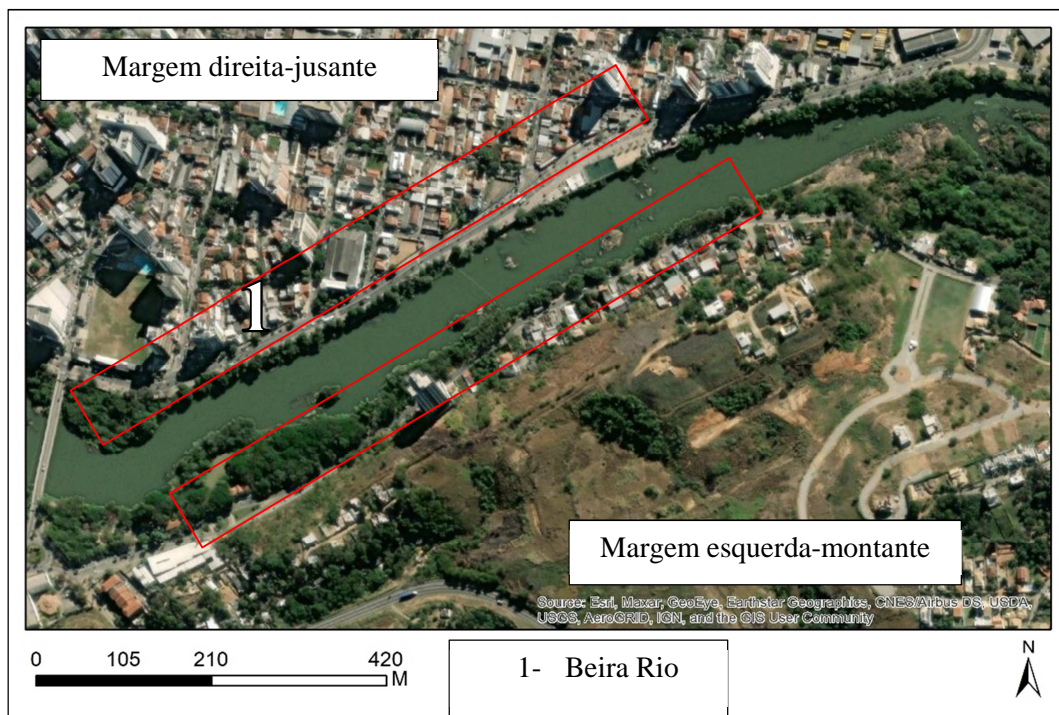
<b>Trecho a Jusante 11</b>			
	<b>Local</b>	<b>Vulnerabilidades</b>	<b>Cidade</b>
<b>Margem direita</b>	Av. Pref. Alberto da Silva Lavinias Beira Rio	Urbanização intensa, e pouca cobertura vegetal.	Três Rios
<b>Margem esquerda</b>	Rua Arariboia	Áreas urbanizadas, ilhas sem cobertura vegetal e com presença de clubes, áreas de pastagem queimadas. Pouca mata ciliar, casas nas margens do rio	

Fonte: O autor, 2022.

### 5.1.12 Segmento 12

É nesse seguimento que fica localizado o centro da cidade de Três Rios, é, portanto, bastante urbanizado e industrializado (Figura 19). Na margem direita do rio fica localizada a chamada Beira Rio, onde é possível encontrar bares, restaurantes, prédios, casas entre outras construções. A vegetação presente na margem direita é composta por árvores plantadas em sequência.

Figura 19 - Imagem de satélite do segmento 12 do trecho estudado do rio Paraíba do Sul entre as cidades de Paraíba do Sul e Três Rios



Fonte: ArcGIS. Data: 05/12/2022.



Quadro 16- Principais características da ocupação do solo no entorno do rio Paraíba do Sul no segmento 12 do trecho estudado

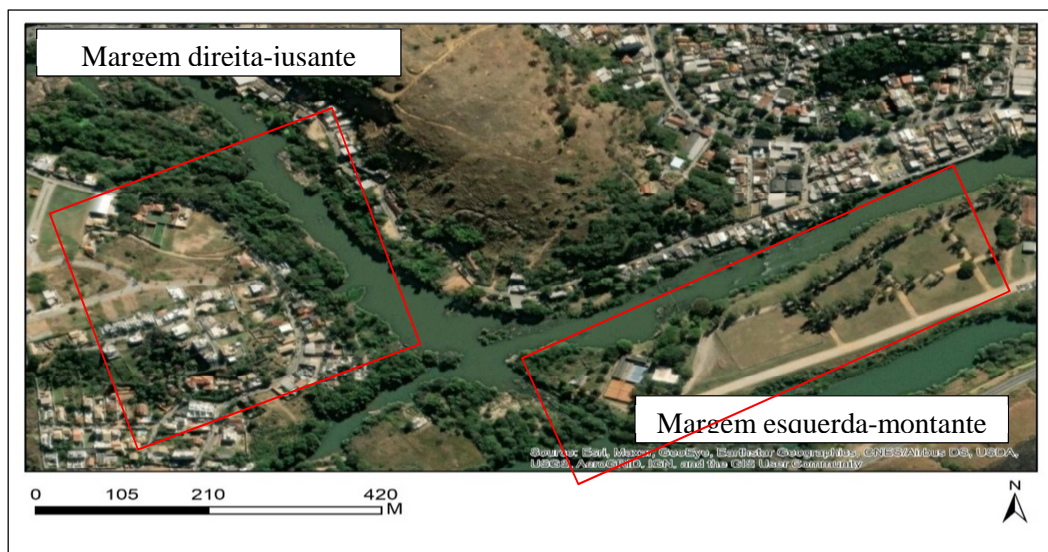
<b>Trecho a Jusante 12</b>			
	<b>Local</b>	<b>Vulnerabilidades</b>	<b>Cidade</b>
<b>Margem direita</b>	Av. Pref. Alberto da Silva Lavinas Beira Rio	Pouca mata ciliar e muitas casas, prédios e restaurantes próximos ao rio. Ponto muito urbanizado e movimentado da cidade.	Três Rios
<b>Margem esquerda</b>	Rua Arariboia	Grande área sem cobertura vegetal, área de pastagem e pequenos fragmentos de mata ciliar. Casas e alguns comércios pequenos.	

Fonte: O autor, 2022.

### 5.1.13 Segmento 13

Esse trecho está bem próximo ao trecho final do percurso em estudo, apresenta inúmeras casas e comércio em geral, também pode ser vista a presença de muitas casas nas APPs do rio. Do lado direito do rio as casas praticamente se encontram dentro do rio, a mata ciliar está presente como apenas pequenos fragmentos, há uma ilha com casas e uma grande área sem cobertura vegetal (Figura 20).

Figura 20 - Imagem de satélite do segmento 13 do trecho estudado do rio Paraíba do Sul entre as cidades de Paraíba do Sul e Três Rios



Fonte: ArcGIS. Data: 05/12/2022.

Quadro 17- Principais características da ocupação do solo no entorno do rio Paraíba do Sul no segmento 13 do trecho estudado

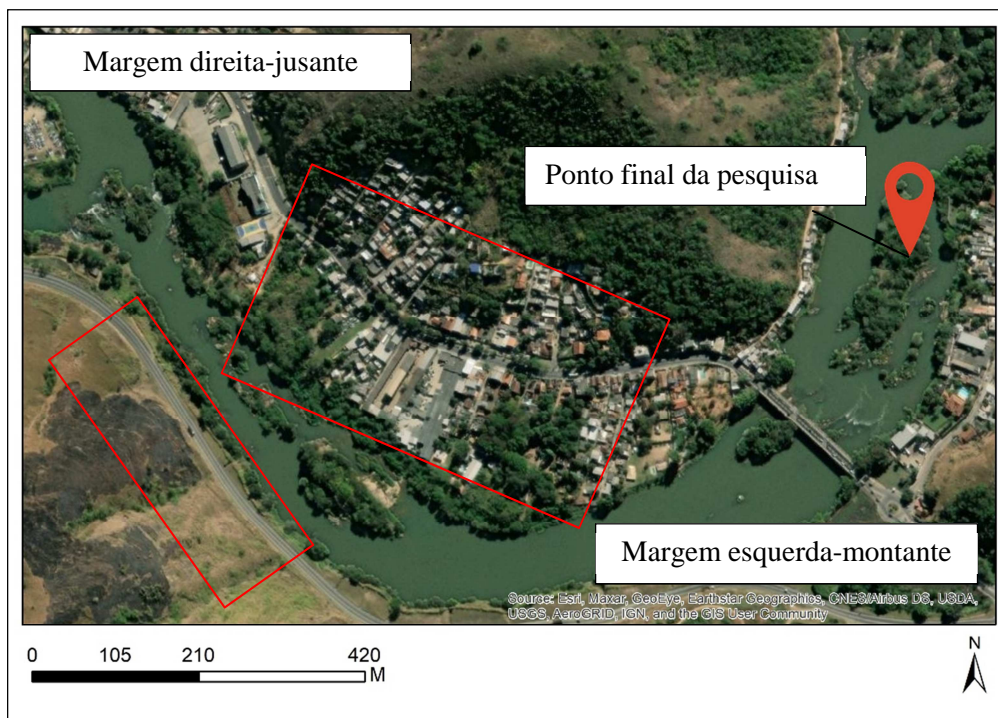
<b>Trecho a Jusante 13</b>			
	Local	Vulnerabilidades	Cidade
<b>Margem direita</b>	Rod. Do Contorno do Triângulo	Casas próximas ao rio, pequenos comércios, pouca cobertura vegetal.	Três Rios
<b>Margem esquerda</b>	Rod. Lúcio Meira	Grande área sem cobertura vegetal, área de pastagem e pequenos fragmentos de mata ciliar. Há uma ilha quase sem vegetação.	

Fonte: O autor, 2022.

#### 5.1.14 Segmento 14

Nesse trecho encontra-se o ponto final da pesquisa. É possível ver uma grande área urbanizada, com casas, prédios, e comércio em geral, com algumas ilhas com cobertura vegetal, e áreas queimadas e de pastagem (Figura 21). Esse segmento ainda engloba o centro urbano de Três Rios, onde a carga poluidora que chega às águas do rio é visível.

Figura 21 - Imagem de satélite do segmento 14 do trecho estudado do rio Paraíba do Sul entre as cidades de Paraíba do Sul e Três Rios



Fonte: ArcGIS. Data: 05/12/2022.

Quadro 18 - Principais características da ocupação do solo no entorno do rio Paraíba do Sul no segmento 14 do trecho estudado

<b>Trecho a Jusante 14</b>			
	<b>Local</b>	<b>Vulnerabilidades</b>	<b>Cidade</b>
<b>Margem direita</b>	Av. Zoello Sola	Casas próximas ao rio, pequenos comércios, pouca cobertura vegetal.	Três Rios
<b>Margem esquerda</b>	Rua Feliciano Lima	Grande área sem cobertura vegetal, área de pastagem e pequenos fragmentos de mata ciliar. Há uma ilha quase sem vegetação.	

Fonte: O autor, 2022.

## 5.2 Identificação dos problemas existentes no percurso

As bacias hidrográficas próximas a áreas urbanas, como a bacia do rio Paraíba Sul, são severamente afetadas pela ocupação antrópica sem o planejamento prévio de infraestrutura adequada de saneamento básico. Nas palavras de Vieira (2003), esses impactos ocorrem principalmente devido às obras nas margens dos rios, e o resultado dessas ações é o aumento do lançamento de resíduos e esgotos nos rios que formam a bacia hidrográfica.

Para Contrera (2018), o estado gera grande quantidade de resíduos sólidos, bem como águas residuais domésticas e industriais, que afetam os rios e lençóis freáticos, causando danos à qualidade da água.

As cidades de Três Rios e Paraíba do Sul enfrentaram os mesmos problemas durante seus desenvolvimentos, que resultaram no aumento da malha urbana ao longo das margens do rio Sul Paraíba. Conforme descrito neste trabalho, é comum se observar estruturas arquitetônicas nas margens do rio no trajeto escolhido.

Há a supressão dos cinturões de mata ciliar, ocasionando eventos erosivos que promovem introdução e deposição de sedimentos no leito do rio, levando ao assoreamento, o que, por conseguinte, provoca inundações em períodos de chuvas intensas (Galvéo, 2018). Além disso, conforme Moraes (2002), a qualidade da água de uma bacia urbanizada, como a bacia do rio Paraíba do Sul, pode afetar expressivamente a saúde humana pela contaminação de rio, provocada pelo lançamento de esgotos domésticos, pesticidas e efluentes industriais.

Em todo o percurso que liga os municípios de Três Rios e Paraíba do Sul é possível

encontrar às margens do rio Paraíba do Sul:

- a) Construções irregulares às margens do rio.
- b) Grandes áreas destinadas para pastagem.
- c) Pouca cobertura vegetal (mata ciliar).
- d) Presença marcante de fábricas, indústrias e comércio em geral.
- e) Intensa urbanização.
- f) Diminuição da biodiversidade local.

Nos municípios de Paraíba do Sul e Três Rios, há ocupação urbana nas várzeas do rio, nas quais houve desmatamento das matas nativas existentes, gerando, assim, um comprometimento das matas ciliares e acarretando a impermeabilização do solo. As principais fontes de degradação encontradas no percurso em estudo são:

- a) Expansão urbana.
- b) Disposição inadequada de resíduos sólidos.
- c) Processo de assoreamento.
- d) lançamento de efluentes domésticos.

O percurso do rio Paraíba do Sul que liga os municípios de Paraíba do Sul e Três Rios possui como maior fonte poluidora o lançamento de esgotos domésticos não tratados.

Ao longo do percurso também é possível observar a degradação dos corpos hídricos por assoreamento, que embora possa começar a partir de processos de erosão natural nas encostas, em geral são agravados por desmatamentos, cortes, aterros e exposição dos solos das margens dos rios. Os dois municípios estudados sofrem com esse problema, decorrente da ocupação indevida de áreas ribeirinhas, naturalmente frágeis, que causa perda da qualidade ambiental, causando uma baixa qualidade de vida para as populações que as habitam.

As áreas ribeirinhas estão naturalmente sujeitas às inundações a partir do transbordamento dos rios e córregos. Problemas de inundações em áreas urbanizadas são comuns na bacia do rio Paraíba do Sul (Maya, 2013). E conseqüentemente, nos municípios de Paraíba do Sul e Três Rios que sofrem todos os anos com grandes inundações e enchentes. Nas áreas urbanizadas, essas inundações geram graves prejuízos e danos à saúde pública.

Embora muito se tem discutido, recentemente, sobre a importância dos recursos hídricos e da preservação dos recursos naturais, a percepção da qualidade e importância ambiental do rio Paraíba do Sul ainda são pouco difundidas para a maioria da população Sulparaibanas e Trirrienses, como são chamadas as pessoas que nascem na cidade de Paraíba do Sul e Três Rios, respectivamente.

Apesar de ser a principal fonte de água para consumo nessas cidades, a população ainda não reconhece plenamente a importância da preservação do rio Paraíba do Sul. Mesmo com os esforços do Comitê do Médio Paraíba do Sul e as ações promovidas pela Prefeitura Municipal de Paraíba do Sul e Três Rios para divulgar a relevância do rio para a população e as escolas da região, a conscientização ainda é um desafio.

O Comitê do Médio Paraíba do Sul destaca o projeto intitulado "Caravana das Águas", que faz parte da iniciativa "Médio Paraíba em Foco". Este projeto busca engajar o público por meio de ações de Educação Ambiental e promover a interação entre o Comitê e a comunidade por meio da realização de atividades pedagógicas (CBH-MPS, 2023).

Um outro projeto, chamado "O Médio Paraíba em Foco", é um momento em que o Comitê do Médio Paraíba do Sul e outros grupos mostram seus conteúdos e percepções sobre a situação do rio e as medidas necessárias para sua preservação. Essas iniciativas visam promover a conscientização e o engajamento da população na proteção do rio Paraíba do Sul (CBH-MPS, 2023). Outras ações importantes nos esforços de preservação do rio Paraíba do Sul incluem os projetos da AGEVAP (2020), a Agência de Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, em parceria com o Comitê do Médio Paraíba do Sul, e a Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul.

Essas entidades tornaram público o edital da segunda edição da manifestação de interesse para seleção pública de projetos de EA com foco em recursos hídricos. Esses projetos visam oferecer auxílio financeiro para a execução de iniciativas de educação ambiental nos municípios inseridos na Região Hidrográfica III – Médio Paraíba do Sul. No contexto dos esforços empreendidos para a preservação do rio Paraíba do Sul, destaca-se a iniciativa criada pela Prefeitura Municipal de Paraíba do Sul, por meio do projeto denominado "Patrulha Fluvial" do Grupamento Ambiental, vinculado à Secretaria de Ambiente e Desenvolvimento Agrário. Essa ação compreende atividades de limpeza e coleta de resíduos no referido curso d'água (Prefeitura Municipal de Paraíba do Sul, 2022).

A primeira intervenção da equipe, focalizada na coleta de resíduos, demandou um período de cinco horas, abrangendo uma extensão de seis a oito quilômetros no leito do Rio Paraíba do Sul. Conforme registros da Prefeitura Municipal de Paraíba do Sul (2022), durante essa operação inicial, foi possível recolher um total de 292,77 kg de detritos.

Cabe ressaltar que, de acordo com informações disponibilizadas pela Prefeitura Municipal de Paraíba do Sul, as atividades da Patrulha Fluvial prosseguirão ao longo de 2023, demonstrando o compromisso contínuo da municipalidade com a preservação e melhoria das condições ambientais do rio Paraíba do Sul.

Apesar dos esforços empreendidos pelo Comitê de Bacia, assim como por outros gestores responsáveis e pelos próprios municípios, a importância do rio Paraíba do Sul ainda não recebe a devida abordagem nas instituições escolares. Há uma lacuna no entendimento da população acerca das diversas problemáticas que afligem o curso d'água. Mesmo diante dessas iniciativas, as campanhas não conseguem efetivamente sensibilizar a população para tais questões.

A conscientização acerca dos problemas enfrentados pelo rio Paraíba do Sul é insuficiente e carece de uma abordagem mais eficaz nos espaços educacionais. O engajamento da comunidade nesse contexto é fundamental para promover a compreensão das ameaças enfrentadas pelo rio e, conseqüentemente, fomentar a participação em ações que visem sua preservação e recuperação.

Nesse sentido, é imperativo desenvolver campanhas de conscientização mais impactantes, capazes de atrair a atenção e o envolvimento ativo da população. Tais iniciativas devem visar não apenas informar sobre os desafios enfrentados pelo rio Paraíba do Sul, mas também estimular uma mudança de comportamento e a adoção de práticas sustentáveis, contribuindo assim para a conservação a longo prazo desse recurso hídrico vital.

Quando se tratam de problemas ambientais hídricos, a população só entende como problema o “esgoto doméstico”, mas sabemos que os problemas vão além disso.

Portanto, falta uma atenção maior por parte da gestão pública e órgãos ambientais no que diz respeito à preservação do rio Paraíba do Sul. O percurso em estudo é uma região em crescimento, tanto industrial quanto urbano, onde a ocupação territorial é cada vez maior, em geral em direção ao rio.

Cabe ressaltar que a qualidade da água do rio vai depender de todo o funcionamento da bacia hidrográfica e é preciso ter uma gestão que vise a Educação Ambiental, aplicada nas escolas, e que seja participativa com a comunidade, principalmente com as comunidades ribeirinhas.

Não têm como a população discutir políticas públicas em defesa do rio sem que ela conheça de fato o rio e seus problemas. É essencial que a população conheça o rio, sua biodiversidade, seus problemas para assim criar um apreço, um carinho com o rio, tão essencial e importante para todos.

### 5.3 Resultados da aplicação do PAR

Seguindo o proposto por Lobo *et al.* (2011); Radtke, (2015), este protocolo foi formulado para avaliar as condições ambientais, e para facilitar a interpretação dos resultados numéricos foi feita uma escala, adaptada de Calisto *et.al.* (2002), que correlaciona o somatório das notas atribuídas a cada questão com cores significando a qualidade do ambiente, conforme apresentado no (Tabela 2).

Tabela 2- Escala de pontuação por cores

Cor	Classificação	Número de Pontos
	Natural / Ótimo	Maior que 32
	Alterado / Regular/Bom	De 23 a 32
	Impactado / Ruim	Menor ou igual a 22

Fonte: O autor, 2023.

#### 5.3.1 Resultado da aplicação do PAR - ponto 1

O ponto 1 encontra-se localizado no segmento 1, início do trajeto da pesquisa. É neste ponto onde há o início da malha urbana da cidade de Paraíba do Sul, saindo da zona rural. É um ponto onde o acesso ao rio é razoavelmente fácil.

No ponto 1 há uma cobertura vegetal densa, onde foi preciso atenção, pois no local é comum o aparecimento de serpentes da espécie cascavel. A cobra cascavel é peçonhenta e acidentes com esse tipo de animais não são raros na região. Esse trecho foi considerado pelos avaliadores como “alterado”, com a soma do PAR entre 23 e 31, média igual a 27 (Tabela 3).

Todos os 4 avaliadores deram nota 3 para o parâmetro que avalia a presença de pontos de erosão nas margens do rio. Embora neste local existia uma área de erosão, essa é longe das margens do rio, o que fez com que a nota deste parâmetro fosse traduzida como boa.

Outro parâmetro listado na Tabela 2 para o ponto 1, que precisa de atenção, pois teve nota 0 para todos os avaliadores, é o parâmetro 8 (área de pastagem). No ponto 1 há muita

área de pastagem, com a presença de muitas construções (obras) e pouca mata ciliar, apresentando apenas mato alto.

Ainda nesse ponto 1, é relevante destacar os parâmetros 6 e 7, presença de casas e velocidade das correntes, respectivamente, em função da heterogeneidade das notas atribuídas pelos avaliadores.

Tabela 3 - Resultados da aplicação do questionário PAR para o ponto 1 da área estudada

PARÂMETROS	AV 1	AV2	AV 3	AV 4
1 – Erosão	3	3	3	3
2 – Odor	4	4	3	4
3 – Oleosidade	0	2	0	2
4 – Cor	3	4	4	4
5 - Complexidade	0	2	2	2
6 – Casas	2	0	4	3
7 – Velocidade	2	4	0	2
8 - A. Pastagem	0	0	0	0
9 - Lixo Plástico	2	2	2	2
10 – Esgoto	3	3	3	3
11 – Fábricas	4	4	4	4
12 – Cobertura V	0	0	0	2
<b>SOMA</b>	<b>23</b>	<b>28</b>	<b>25</b>	<b>31</b>
<b>RESULTADO:</b>	<b>ALTERADO</b>			

Legenda: Onde: AV = Avaliador.

Fonte: O autor, 2023.

Segundo a avaliação visual do PAR e das imagens de satélite, no ponto 1 se observa urbanização próxima ao rio, havendo apenas fragmentos de mata ciliar nas margens. Há grandes áreas queimadas para pastagens e casas na proximidade do rio. Esse segmento do rio enfrenta questões de ordem social pois existe também um bairro carente e discriminado, que sempre é afetado com a elevação do nível do rio Paraíba do Sul, todos os anos. Diante dos fatos, esses fatores inseridos nesse segmento foram decisivos para classificá-lo, como ambiente “alterado”.



### 5.3.2 Resultado da aplicação do PAR - ponto 2

O ponto 2 encontra-se localizado no segmento de número 4. Está no final da malha urbana de Paraíba do Sul, indo em direção à cidade de Três Rios. Esse ponto foi considerado pela maior parte dos avaliadores após o preenchimento do formulário do PAR como “Alterado” segundo a média das pontuações dos avaliadores (31), recebendo em geral pontuações 29 e 30 (Tabela 4). Apenas o somatório dos parâmetros de um dos 4 avaliadores foi 35, o que classificaria o trecho estudado com características naturais, embora limítrofe à categoria “alterado”. Em função desses resultados, podemos considerar o ponto 2 pouco alterado, em estado próximo ao natural.

Por exemplo, no parâmetro 5, que avalia a complexidade do habitat, todos os avaliadores deram nota dois (regular), já que o ponto 2 é uma área que possui mata ciliar, porém é visível no local algumas casas às margens do rio e uma fábrica muito próxima ao rio.

No parâmetro 6, que considera a presença de casas às margens do rio, recebeu a nota 3 (boa), de todos os avaliadores, o ponto não apresenta uma urbanização grande, apenas pode-se observar na região, um sítio e algumas casas, mas localizadas não muito próximas às margens do rio.

Tabela 4 - Resultados da aplicação do questionário PAR para o ponto 2 da área estudada

PARÂMETROS	AV 1	AV2	AV 3	AV 4
<b>1 – Erosão</b>	2	3	3	3
<b>2 – Odor</b>	2	4	3	2
<b>3 – Oleosidade</b>	2	3	3	3
<b>4 – Cor</b>	2	4	2	2
<b>5 - Complexidade</b>	2	2	2	2
<b>6 – Casas</b>	3	3	3	3
<b>7 – Velocidade</b>	3	4	3	3
<b>8 - A. Pastagem</b>	3	3	2	3
<b>9 - Lixo Plástico</b>	2	2	2	2
<b>10 – Esgoto</b>	3	2	3	2
<b>11 – Fábricas</b>	3	3	2	3
<b>12 – Cobertura V</b>	2	2	2	2
<b>SOMA</b>	<b>29</b>	<b>35</b>	<b>30</b>	<b>30</b>
<b>RESULTADO:</b>	<b>ALTERADO</b>			

Legenda: Onde: AV = Avaliador.

Fonte: O autor, 2023.

No ponto 2, fatores como o aumento da urbanização no entorno do rio, bem como a existência de moradias ribeirinhas, configuram a paisagem do local. Aqui se pode observar a saída de esgoto a céu aberto, as chamadas bocas de lobos. A água encontrada nas margens do rio é de cor escura e há também poucas árvores. No entanto, foram replantadas algumas espécies de árvores nas margens de alguns locais. Todos esses fatores em conjunto fizeram que o ponto 2 fosse classificado como “alterado” através da aplicação do PAR.

### 5.3.3 Resultado da aplicação do PAR - ponto 3

O ponto 3 encontra-se localizado no segmento de número 7. É o limite entre os municípios de Paraíba do Sul e Três Rios e foi atribuída pontuação total pelos avaliadores do PAR entre 18 e 24, média de 21 (Tabela 5). Portanto, o ponto 3 foi classificado como “impactado” pela média de todos os avaliadores. Um único avaliador considerou esse ponto como alterado, com a pontuação final de 24. A classificação final do ponto 3 se deu pela baixa qualidade ambiental existente nesse ponto, todos os doze parâmetros analisados sofrem algum tipo de alteração antrópica segundo os avaliadores.

A área do ponto 3 o rio Paraíba do Sul necessita de uma gestão ambiental efetiva e participativa, em função dos diversos problemas ambientais existentes, tais como a presença de esgoto a céu aberto, inúmeras casas e indústrias às margens do rio, erosão e áreas de pastagem. Nesse ponto se localiza um bairro carente chamado Habitat e apelidado de “favelinha”. É um bairro precarizado e estigmatizado, por muitos considerado um bairro perigoso.

Segundo o desempenho de cada parâmetro avaliado no PAR, verifica-se que a classificação boa foi atribuída apenas 6 vezes.

Tabela 5 - Resultados da aplicação do questionário PAR para o ponto 3 da área estudada

PARÂMETROS	AV 1	AV2	AV 3	AV 4
1 – Erosão	2	2	3	2
2 – Odor	3	3	3	2
3 – Oleosidade	2	2	2	2
4 – Cor	2	2	2	2
5 – Complexidade	3	2	2	2
6 – Casas	0	2	2	2
7 – Velocidade	2	2	2	2
8 - A. Pastagem	0	3	2	0
9 - Lixo Plástico	2	2	2	2
10 – Esgoto	2	2	2	2
11 – Fábricas	0	0	0	0
12 – Cobertura V	2	2	0	0
<b>SOMA</b>	<b>20</b>	<b>24</b>	<b>22</b>	<b>18</b>
<b>RESULTADO:</b>	<b>IMPACTADO</b>			

Legenda: Onde: AV = Avaliador.

Fonte: O autor, 2023.

#### 5.3.4 Resultado da aplicação do PAR - Ponto 4

O ponto 4 encontra-se, localizado no segmento de número 11. Esse ponto, como o 3, também foi considerado “impactado” por todos os avaliadores a partir do preenchimento do questionário do PAR. Os valores do somatório atribuídos ficaram entre 15 e 20, média igual a 18,5 (Tabela 6). Esse ponto é extremamente urbanizado e fica localizado no centro de Três Rios e apresentou dezoito notas 0 (Ruim). Cabe destacar o parâmetro 4, que avalia a cor do rio, para o qual todos os avaliadores deram nota 0, pois o rio neste ponto apresentava uma cor negra, em função da abundância de despejo de esgoto.

O ponto 4 também recebeu nota 0 no parâmetro “cobertura vegetal e animal”. No local há apenas pequenos fragmentos de mata ciliar.

Tabela 6 - Resultados da aplicação do questionário PAR para o ponto 4 da área estudada

PARÂMETROS	AV 1	AV2	AV 3	AV 4
<b>1 – Erosão</b>	2	2	3	2
<b>2 – Odor</b>	2	0	2	0
<b>3 - Oleosidade</b>	3	2	3	3
<b>4 – Cor</b>	0	0	0	0
<b>5 - Complexidade</b>	0	2	0	2
<b>6 – Casas</b>	0	0	2	0
<b>7 - Velocidade</b>	3	2	2	4
<b>8 - A. Pastagem</b>	3	3	3	2
<b>9 - Lixo Plástico</b>	2	2	2	2
<b>10 – Esgoto</b>	2	0	0	0
<b>11 - Fábricas</b>	3	2	3	4
<b>12 – Cobertura V</b>	0	0	0	0
<b>SOMA</b>	<b>20</b>	<b>15</b>	<b>20</b>	<b>19</b>
<b>RESULTADO:</b>	<b>IMPACTADO</b>			

Legenda: Onde: AV = Avaliador.

Fonte: O autor, 2023

### 5.3.5 Resultado da aplicação do PAR - Ponto 5

O ponto 5 encontra-se localizado no segmento de número 14, no final do trecho do rio Paraíba do Sul selecionado para a pesquisa, no município de Três Rios. Foi considerado pelos avaliadores na aplicação do PAR como “alterado”, com valores do somatório dos parâmetros de 30 a 32 e média igual a 31 (Tabela 7). O parâmetro 11, que relaciona a presença de fábricas e indústrias, recebeu nota 4 (ótimo) de todos os avaliadores uma vez que o ponto 5 não tem fábricas e nem muitos prédios e possui poucas casas. A esse ponto ainda foram atribuídas notas boas em outros parâmetros como “odor”, “erosão”, “oleosidade”, entre outros. Assim esse ponto mesmo sendo considerado alterado, sua pontuação foi próxima ao natural.

Tabela 7 - Resultados da aplicação do questionário PAR para o ponto 5 da área estudada

PARÂMETROS	AV 1	AV2	AV 3	AV 4
<b>1 – Erosão</b>	4	3	2	3
<b>2 – Odor</b>	3	4	3	3
<b>3 - Oleosidade</b>	3	3	3	3
<b>4 – Cor</b>	2	2	2	2
<b>5 - Complexidade</b>	2	2	2	2
<b>6 – Casas</b>	2	2	2	2
<b>7 - Velocidade</b>	3	2	2	2
<b>8 - A. Pastagem</b>	3	3	3	3
<b>9 - Lixo Plástico</b>	2	2	2	2
<b>10 – Esgoto</b>	2	3	3	3
<b>11 - Fábricas</b>	4	4	4	4
<b>12 – Cobertura V</b>	2	2	2	2
<b>SOMA</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>30</b>	<b>31</b>
<b>RESULTADO:</b>	<b>ALTERADO</b>			

Legenda: Onde: AV = Avaliador.

Fonte: O autor, 2023.

É importante salientar que o modelo apresentado nesse estudo foi adaptado de forma atender as necessidades da pesquisa, mas existem diversos modelos de PAR, como foi citado no referencial teórico, para diferentes objetivos de avaliação. Parte das adaptações do PAR foi realizada para gerar um material de fácil entendimento para pessoas especialistas ou não na área de Recursos Hídricos, ou Gestão Ambiental.

Para Rodrigues (2008), só é possível aplicar o PAR após adequações ao local e às características regionais. Ao desrespeitar essa necessidade, os resultados gerados podem encobrir a real situação do local em estudo.

Os resultados gerados nesta pesquisa fornecem uma compreensão do estado atual da área de estudo no momento em que o protocolo foi aplicado. Nesse sentido, os resultados gerados em parte podem estar relacionados aos dados de qualidade da água fornecidos pelo Instituto Estadual do Ambiente (INEA).

O INEA, no seu monitoramento de qualidade das águas da região hidrográfica III, do Médio Paraíba do Sul, tem uma única estação de amostragem no trajeto selecionado para esse estudo, a estação PS0430, localizada em Três Rios. Em 2022, ano de aplicação do PAR, o IQA dessa estação foi 60,7 (INEA, 2022). Esse valor, segundo o INEA (*Op. Cit.*),

pode ser traduzido por uma qualidade média, ou seja, é classificada como águas apropriadas para tratamento convencional e visando o abastecimento público.

Ainda segundo os dados do monitoramento do INEA no médio Paraíba do Sul, historicamente, considerando-se o período de 2012 a 2022, em geral apresenta na categoria média (INEA, 2022).

O boletim mais recente de qualidade de água divulgado para a estação PS0430 é de junho de 2023, cuja amostragem foi realizada em 14/06/23. Uma vez mais, a qualidade da água do rio Paraíba do Sul no trecho estudado foi média, segundo o cálculo do  $IQA_{NSF}$  (63,8) (INEA, 2023). Vários fatores podem interferir e alterar a qualidade da água, mas pôde se verificar que os resultados obtidos a partir da aplicação do PAR e da avaliação das imagens realizada no presente estudo são compatíveis com os resultados laboratoriais fornecidos pelo INEA, muito embora deva-se ressaltar que há apenas uma estação de monitoramento do INEA no trecho estudado.

Vale ressaltar que o protocolo é uma ferramenta aplicada por meio da percepção do pesquisador, ou seja, de um olhar com uma visão geográfica da paisagem, e não somente uma avaliação, mesmo que visual da água em si. Mas é importante que os resultados do PAR sejam coerentes os resultados laboratoriais para solidificar ainda mais esse método. Uma vez mais, é possível a existência que algumas discrepâncias, até mesmo porque o PAR considera a paisagem, já as análises do INEA dão resultados da qualidade da água que, embora em grande parte dependente das atividades que ocorrem em seu entorno, também é função dos processos a montante.

É fundamental enfatizar que o protocolo de avaliação concebido nesta pesquisa não substitui a exigência de investigações mais aprofundadas e respaldadas por análises laboratoriais. O referido protocolo foi elaborado com a intenção específica de viabilizar sua replicação por parte de professores em atividades educacionais, considerando, portanto, sua simplicidade e praticidade de implementação, especialmente em ambientes escolares e por indivíduos não especializados na área.

Apesar de ser uma ferramenta de abordagem simplificada, é importante ressaltar que a validação robusta de seus resultados demanda a repetição do protocolo em múltiplas instâncias, preferencialmente envolvendo um número significativo de participantes. Esta abordagem iterativa é crucial para assegurar a confiabilidade e a generalização dos resultados obtidos, fortalecendo, assim, a credibilidade do protocolo e a sua aplicabilidade em diferentes contextos.

#### **5.4 Aplicação do PAR - Experiência e Comentários dos Voluntários**

Após a aplicação do PAR pelos avaliadores, foi feita uma análise crítica da atividade em um relatório (Apêndice B). A escolha de profissionais de diferentes áreas de atuação foi importante para se ter diferentes visões do mesmo problema, poder compartilhar a experiência como pesquisador voluntário e, com seu resultado, contribuir de maneira valiosa no contexto dessa pesquisa.

Todos os avaliadores voluntários descreveram de forma positiva a experiência de trabalhar com recursos hídricos de maneira dinâmica e coletiva e relataram que essa experiência com trabalho voluntário os ajudou a entender e desenvolver habilidades e estratégia, gestão, assertividade e coletividade acerca da Gestão dos Recursos Hídricos e da Gestão Ambiental.

Foi citada também a importância do rio Paraíba do Sul para os municípios em estudo, e que todos já conheciam o rio, mas não tinham entendido o real estado em que se encontra a bacia. Foi internalizado pelos avaliadores que os cenários comuns de degradação vistos por eles no dia a dia representam problemas bem graves. Houve a compreensão da importância da preservação ambiental e do trabalho em conjunto entre a comunidade, pesquisadores da área e órgãos responsáveis.

Quando perguntados sobre o que esperavam do trabalho voluntário, todos responderam que vislumbraram a oportunidade de conhecer novas pessoas, de troca de conhecimento, de viver experiências novas em um ambiente novo, de desenvolver novas habilidades e de conhecer a importância dos recursos hídricos e os cuidados com o rio. Também destacaram a importância de gerar novos dados para a conservação do rio Paraíba do Sul. Ao final todos disseram que suas expectativas foram alcançadas.

#### **5.5 Jogo Educacional**

Um dos objetivos deste trabalho foi elaborar um jogo educativo, denominado Trilha Rio Ecológico, composto por 2 fases (apêndices C de D). É um jogo criado para uso pedagógico nas escolas no Ensino Fundamental e Médio e, também, pode ser usado na Educação de Jovens e Adultos (EJA) das escolas públicas e particulares. Vislumbra-se

também a possibilidade de uso do jogo em feiras e eventos de educação ambiental, até mesmo na comunidade e na casa dos alunos, na região de Paraíba do Sul e Três Rios. Caso haja interesse pode-se ampliar a área de abrangência da aplicação do jogo.

O jogo desenvolvido nesta pesquisa tem a finalidade de transmitir informações relacionadas à Gestão dos Recursos Hídricos e os problemas ambientais que podem ser encontrados ao longo de um rio.

Todas as situações elencadas no jogo Trilha Rio Ecológico são relatadas na pesquisa como problemas existentes na bacia do rio Paraíba do Sul, e o jogo mostra esses problemas sob forma de desafios, penalidades e bonificações.

#### 5.5.1 Sobre o jogo

O jogo criado nesta pesquisa foi a “Trilha Rio Ecológico” que consiste em mover a peça escolhida ao longo das casas no tabuleiro, para outras casas adjacentes, conforme o resultado do lançamento do dado.

A trilha é dividida em duas fases, “primeira fase” e “segunda fase”. A primeira fase contém trinta casas, a segunda fase possui trinta e uma casas portanto, ao todo, o jogo tem sessenta e uma casas. Algumas dessas casas trazem informações sobre Gestão de Recursos Hídricos e Gestão Ambiental. Ao cair em uma dessas casas o participante deverá cumprir uma “ação”, que pode ser uma penalidade ou um bônus.

As informações contidas no jogo seguem a temática dos Recursos Hídricos, questões relacionadas à preservação do rio Paraíba do Sul, tais como desmatamento, erosão, poluição das águas, falta de saneamento básico, urbanização e má gestão dos recursos hídricos. As informações relevantes dentro da temática podem ser encontradas em ambas fases do jogo.

#### 5.5.2 Como jogar

No jogo Trilha Rio Ecológico podem jogar até seis jogadores, cada participante escolhe uma peça para lhe representar na partida, e o posiciona na primeira casa, casa de partida, ou seja, no início do jogo. Antes de começar o jogo propriamente dito é sorteada a ordem para jogar através do lançamento do dado (Apêndice E). Quem tira o maior número



será o primeiro a iniciar o jogo. O primeiro jogador joga o dado e anda as casas conforme o número que saiu, depois passa a vez para o próximo jogador. Caso algum jogador caia na casa onde há algum benefício ou punição, o mesmo deve mover sua peça conforme o indicado. Ganha o jogo o participante que primeiro chegar no final. Uma vez que essa trilha tem duas fases, é possível jogar individualmente cada fase ou as duas juntas, em sequência, à escolha dos jogadores.

### 5.5.3 Penalidades e Bonificações do jogo

Durante todo o percurso do jogo, além das informações importantes, sobre Recursos Hídricos e Gestão Ambiental, há uma sequência de bonificações e penalidades que os jogadores podem sofrer ao longo do deslocamento no tabuleiro. As penalidades atrasam o deslocamento do jogador na partida através da perda da vez de jogo, de ter que voltar casas no tabuleiro; e os benefícios fazem com que os jogadores se desloquem mais rapidamente pelo tabuleiro, como, por exemplo, jogar novamente os dados ou avançar casas. O grau de dificuldade do jogo se dá nas penalidades.

### 5.5.4 Personagens do jogo

O trabalho feito com a reciclagem na educação, também comprova na prática o quão importante é a contribuição de cada pessoa para a proteção do meio ambiente. Através destas ações, as crianças tomam consciência do seu papel como agentes e transformadores do meio ambiente e reconhecem os efeitos das suas atitudes no mundo em que vivemos. Assim é sugerido aos professores que os personagens usados no jogo, ou seja, as peças que representam cada jogador, sejam confeccionados pelos próprios alunos, com materiais que de forma incorreta, são diariamente descartados no meio ambiente, tendo como destino os rios. Como, por exemplo: caixas de fósforos, tampinhas de garrafas, rolos de papel higiênico, garrafas pet, entre outros materiais pequenos que podem ser reciclados pelos alunos e transformados em acessório do jogo.

### 5.5.5 Quem pode jogar

Todas as pessoas, de qualquer idade, podem e devem jogar. O jogo foi criado para atender do ensino fundamental até o ensino médio, mas pode ser usado por todos, não só dentro das escolas, mas também em casa com familiares, em encontros, como feiras ecológicas, semana da Geografia, feira de Ciências, entre outros.

Embora existam outros jogos concebidos por entidades e pesquisadores envolvidos na gestão de recursos hídricos, o jogo apresentado nesta instância complementa esses esforços ao contribuir para a divulgação da importância do rio Paraíba do Sul para todas as pessoas na bacia, que, de maneira direta ou indireta, dependem dele. Este jogo, ao abordar as temáticas relacionadas ao rio, se posiciona como um instrumento adicional na disseminação de conhecimento e conscientização sobre a relevância desse recurso hídrico, consolidando, assim, iniciativas coletivas voltadas para a preservação e gestão sustentável da bacia hidrográfica.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo concluiu que o trecho do rio Paraíba do Sul que liga o município de Paraíba do Sul a Três Rios sofre diversas influências antrópicas que podem afetar a sua qualidade ambiental. Assim sendo, o percurso analisado está exposto a uma pressão ambiental muito elevada.

Ao longo do estudo foram utilizadas metodologias considerando vários fatores como custo e facilidade de aplicação, especialmente importantes em época de pandemia de COVID-19.

Diante dos fatos, foram utilizadas ferramentas, como o *Arc Gis 10.5* e *Qgis 3.10.14*, para levantamento de uso e ocupação do solo na área de estudo, que foram de suma importância para analisar a área e identificar possíveis pontos de pressão ambiental no local e gerar informações valiosas na rota. A sequência de quatorze imagens de satélites obtidas mostrou diferentes problemas e aspectos ambientais, sociais e econômicos da área em estudo. Os problemas identificados através das imagens são capazes de comprometer a qualidade da água e a qualidade ambiental do rio Paraíba do Sul.

As imagens foram analisadas criteriosamente levantando informações importantes do uso e ocupação de solo nas áreas próximas ao rio Paraíba do Sul, identificando e relatando as características da ocupação de solo nos trechos analisados. Problemas de erosão, urbanização desordenada, ausência de cobertura vegetal e industrialização, entre outros, foram identificados e descritos nessa pesquisa.

Outro fator-chave foi a criação e aplicação do Protocolo de Avaliação Rápido, que é uma ferramenta útil e replicável e que considera uma análise ecossistêmica integrada do percurso. É uma metodologia fácil, simples e aplicável por pessoas pré-instruídas. Atualmente a educação ambiental se depara com muitos desafios, por isso, é necessário a criação e a aplicação de metodologias simples e econômicas, para se usar no dia a dia.

O protocolo PAR desenvolvido e aplicado nessa dissertação é uma metodologia simples que pode ser usada por qualquer pessoa, sem a necessidade de uma formação na área ambiental. Essa metodologia foi escolhida para o seu uso futuro por professores em atividades práticas no ensino ambiental, ou no ensino de água nas escolas.

Os resultados da aplicação do PAR provaram que seu uso pode ser amplo e, também, robusto uma vez que pessoas com diferentes formações e percepções chegaram a resultados similares, demonstrando a eficácia dessa ferramenta.

Os avaliadores voluntários na aplicação do Protocolo PAR relataram satisfação em fazer parte do projeto e o interesse em estudar e reaplicar essa metodologia em outras pesquisas e atividades na região e assim disseminar essa ferramenta, antes desconhecida para eles. Numa perspectiva futura, o PAR poderá ser difundido e aplicado por outros grupos sociais nos municípios de Paraíba do Sul e Três Rios, com atenção especial para a divulgação da ferramenta nas escolas da região.

O resultado do PAR em 5 locais no percurso do rio Paraíba do Sul entre as cidades de Paraíba do Sul e Três Rios apontou áreas bastante impactadas por atividades antrópicas diversificadas, classificadas segundo a metodologia empregada como alteradas a impactadas.

No desenvolvimento do PAR foi determinante que todos os parâmetros pudessem ser observados sem a necessidade de análises laboratoriais para facilitar sua aplicação posterior em maior escala. Acreditamos que o desenvolvimento dessa ferramenta possa auxiliar o desenvolvimento de estudos e trabalhos mais práticos nas escolas, além de incentivar a busca por novas metodologias e participação conjunta entre comunidade, escola e pesquisadores.

Ao longo do estudo foi desenvolvido um jogo, chamado de “Trilha Rio Ecológico”, o jogo está disponibilizado para *downloads* no site [www.profagua.uerj.br](http://www.profagua.uerj.br), no menu biblioteca digital, banco de produtos, para uso como recurso didático nas escolas da região. O jogo traz, de forma lúdica, importantes reflexões e informações sobre a água, para se criar um pensamento crítico em relação às consequências das ações humanas na preservação deste recurso. Assim, o jogo desenvolvido pode contribuir para o processo de aprendizagem da criança, deixando de ser apenas um entretenimento, pois foi desenvolvido de maneira objetiva e com conteúdo específicos bastante diretos e claros sobre problemas ambientais que envolvem a gestão dos Recursos Hídricos.

Ao longo do desenvolvimento deste trabalho, puderam ser identificados problemas e pressões ambientais no percurso selecionado do rio Paraíba do Sul, decorrentes do uso e ocupação do solo. Essas informações geradas podem servir de base para futuras pesquisas na região, bem como para ações de melhorias no saneamento básico, reconstituição de mata ciliar, entre outras. O crescimento urbano próximo ao rio nessa região é crescente, compreende-se que o desenvolvimento das cidades é fundamental, porém são necessários planos e medidas que garantam a segurança e qualidade ambiental do rio Paraíba do Sul.

## REFERÊNCIAS

AGEVAP, Agência de Bacia. EDITAL AGEVAP N° 001/2020. **Projetos de educação ambiental, com foco em recursos hídricos, nos municípios inseridos na Região Hidrográfica III – Médio Paraíba do Sul**. Online. [S. l.], .2020. Disponível em: <https://www.agevap.org.br/edital-001-2020.php>. Acesso em: 9 de nov.de 2023.

AGEVAP, Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul *et al.* **Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - Resumo**: Diagnóstico dos Recursos Hídricos Relatório Final PSR-010-R0 Elaboração: Fundação COPPETEC Laboratório de Hidrologia e Estudos de Meio Ambiente Relatório Contratual R-7. Resende/RJ: [s. n.], 2006. 201 p. Disponível em: <https://referenciabibliografica.net/a/pt-br/ref/abnt>. Acesso em: 28 de set. de2023.

AGEVAP. **16º Termo Aditivo ao Contrato de Gestão N° 14/ANA/2004. 2014**. Acesso em: 26 de out. de 2020.

ALLAN, J.D. 2004. Landscapes and riverscapes: the influence of land use on stream ecosystems. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v. 35, p. 257-284. >. Acesso em: 12 de set.de 2022.

ALMEIDA, F.S.; GARRIDO, F.S.R.G.; ALMEIDA, A.A. 2017. Avaliação de impactos ambientais: uma introdução ao tema com ênfase na atuação do Gestor Ambiental. **Diversidade e Gestão**, v.1, n.1, p.70-87.

ALVES, C.D.; PEREIRA, M.N.; FLORENZANO, T.G.; SOUZA, I.M. 20069 Análise orientada a objeto no mapeamento de áreas urbanas com imagens LANDSAT, **Boletim de Ciências Geodésia**, V.15, n.01, p.120-141.

ALVES, Eliane C. et al. **Avaliação da qualidade da água da bacia do rio Pirapó – Maringá, Estado do Paraná, por meio de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos**. Acta Scientiarum. Technology, v. 30, n. 1, p. 39-48, 2008. >. Acesso em: 3 de set. de 2022.

ANA - AGENCIA NACIONAL DAS ÁGUAS, 2003: **Projeto Paraíba do Sul**. Disponível em: < <http://pbs.ana.gov.br> >. Acesso em: 7 de jul.de2022.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. 2017. **Conjuntura de Recursos Hídricos Brasil 2017**. Brasília:Agência Nacional das Águas. Disponível em: Agência Nacional das Águas. Disponível em:< [http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-deconteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/conj2017\\_rel-1.pdf](http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-deconteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/conj2017_rel-1.pdf)>. Acesso em: 02 de jun. de 2021.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **Indicadores de qualidade - Índice de qualidade das águas (IQA)**. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/monitoramento-e-eventos-criticos/qualidade-da-agua>. Acesso em: 27 de mai. de 2022.

ANA –Agência Nacional de Águas. **Indicadores de Qualidade**. Disponível em: <http://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx>. Acesso em: 22 de mai. de 2022.

ANDERSON, J.R. et al. 1979. **Sistema de classificação do uso da terra e do revestimento do solo para utilização com dados de sensores remotos**. Rio de Janeiro: IBGE, 78 p. (Série Paulo de Assis Ribeiro, n. 9). Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/biblioteca-catalogo.html?view=detalhes&id=282180> 2023. Acesso em: 24 de out. de 2023.

ARAÚJO, L. E. et al **Impactos ambientais em bacias hidrográficas – caso da bacia do Rio Paraíba. Tecno-Lógica, Santa Cruz do Sul**, v. 13, nº 2, p. 109-115, jul./dez. 2009. Disponível em <http://online.unisc.br/seer/index.php/tecnologica/articl> >. Acesso em: 6 de abr. de 2022.

Associação Brasileira de Recursos Hídricos - ABRH , 2014, **Carta do X ENAU**, disponível em: <<http://www.abrh.org.br/xenau/cartaxenau.pdf>>. 2014; >. Acesso em: 4 de set. de 2022.

BAIRD, Colin; CANN, Michael. **Química Ambiental**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011. Acesso em: 10 de abr. de 2022.

BARBOUR, M.T.et. al. **Rapid bioassessment protocols for use in streams and wade able rivers: periphyton, benthic macroinvertebrates and fish**. 2. ed. Washington: EPA 1999. 339p.

BERGMANN, M.; PEDROZO, C. 2008. **Explorando a bacia hidrográfica na escola: contribuições à educação ambiental. Ciência & Educação**, v. 14, n. 3, p. 537-53.

BIE, C.A.J.M.; LEEUWEN, J.A.; ZUIDEMA, P.A. 1996. **The land use database: a knowledge-based software program for structured storage and retrieval of userdefined land use data sets: user's reference manual**. Version 1.04 for MS-DOS. [Enschede, The Netherlands]: International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation: Food and Agriculture Organization: United Nations Environment Programme: Wageningen University, 41 p.

BIZZO, M.R.O.; MENEZES, J.; ANDRADE, S.F. 2014. Protocolos de Avaliação Rápida de Rios (PAR). *Caderno de Estudos Geoambientais*, Niterói, v. 4, n. 1, p. 5-13.

BOGOST, I. 2008. The rhetoric of video games. **The ecology of games: Connecting youth, games, and learning**, 117–140.

BOSSARD, M.; FERANEC, J.; OTAHEL, J. (Org.). 2000. **Corine land cover technical guide: addendum 2000**. Copenhagen: European Environment Agency. (Technical report, n. 40). Project manager: Chris Steenmans; European Environment Agency.

BRAGA, B. al. 2005. **Introdução à Engenharia Ambiental**. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

BRANCO JR, A.C.; SOUZA, L.L.; SAMPAIO, T.M.; FARIAS, A.K.S.R.; FREITAS MIRANDA, K.H.; PEÇANHA NETO, J.L.; RODRIGUES, S.F. 2020. Protocolo de avaliação rápida como ferramenta de gestão de recursos hídricos urbanos. **Revista Mineira de Recursos Hídricos**, [S. l.], v. 1, n. 2, DOI: 10.59824/rmrh.v1i2.197. Acesso em: 18 de jan. de 2022.

BRASI, CIDADES. 2021. **Município de Três Rios: Estado do Rio de Janeiro**. Município de Três Rios, [S. l.], p. 1-12,. 2021.Disponível em: <a href="//www.cidade-

brasil.com.br/municipio-tres-rios.html" title="Município de Três Rios">Município de Três Rios</a>. Acesso em: 28 de set. de 2023.

BRASIL. 1981. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. **Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.** Disponível em: < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm)>. Acesso em: 18 de nov. de 2023.

BRASIL. 1996. Lei no 9.394, de 20 de dezembro de 1996. **Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, Diário Oficial da União, Brasília.**

BRASIL. 1997. Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. **Institui a Política Nacional de Recursos Hídrico, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta a inciso XIX** do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº8001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. D Oficial da União. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19433.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm)>. Acesso em: 15 de abr. de 2022.

BRASIL. 2006. Secretaria de Recursos Hídricos/Ministério do Meio Ambiente – Água: **Manual de Uso.** Brasília – DF.

BRASIL. 2013. Ministério da Educação; Secretaria de Educação Básica; Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão; Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica. Conselho Nacional de Educação; Câmara de Educação Básica. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica, Brasília: MEC; SEB; DICEI.**

BREDA, T.V. *et al.* 2011 A Educação Ambiental a Partir de Jogos: Aprendendo de Forma Prazerosa e Espontânea. **II SEAT – Simpósio de Educação Ambiental e Transdisciplinaridade.** UFG / IESA / NUPEAT - Goiânia p. 1-13.

CALLISTO, M. *et al.* 2002. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). **Acta Limnologica Brasiliensis**, v. 14, n. 1, p. 91-98.

CALLISTO, M.; MORENO, P.; BARBOSA, F.A.R. 2001. Habitat diversity and benthic functional trophic groups Serra do Cipó, Southeast Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**; v. 61, n. 2, p. 259-266.

CAMBI, F. 1999. **História da Pedagogia.** São Paulo: Fundação Editora da UNESP (FEU), 1999.

CAMPOS, J. C., NUCCI, J. C., & OLIVEIRA, C. 2021. **Protocolo de Avaliação Rápida de Rios Como Referencial Prático para Uma Educação Ecosistêmica e Transdisciplinar.** Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/raega/article/view/67289>, Acesso em: 11 de jul. de 2023.

CANDIDO, L.A. *et al.* 2007. O clima atual e futuro da Amazônia nos cenários do IPCC: a questão da savanização. **Ciência e Cultura** [online], v.59, n.3, pp.44-47.

CARVALHO, A.R; OLIVEIRA, M.C.V. **Princípios básicos de saneamento do meio.** 3. ed. São Paulo: Editora SENAC, 2003.

CARVALHO, D.F.; MELLO, J.L.P.; SILVA, L.D.B. 2017. **Hidrologia: irrigação e drenagem**. Disponível em:  
<http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/jorge/downloads/APOSTILA/LICA%20Parte%201f>.  
Acesso em: 28 de jul. de 2022.

CARVALHO, R.C. 2005. **Análise matemática de investimentos em processos de despoluição de bacias hidrográficas**. Dissertação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambientais. Universidade Federal do Paraná.

CASTELLO, L. 1998. **A percepção do ambiente: educando educadores**. Urbanismo & Ambiente, Porto Alegre. 18 p. Acesso em: 4 de jun. de 2022.

CATHARINO, E.L.M. 1989. Florística de matas ciliares. In: Anais do **Simpósio sobre Matas Ciliares**. Campinas, SP. Campinas: Fundação Cargill.

CBH-MPS, Comitê de Bacia Médio Paraíba do Sul. 2023. **Municípios da região podem receber Projeto de Educação Ambiental**. Online. [S. l.]. Disponível em:  
<https://www.cbhmedioparaiba.org.br/noticias.php?id=309>. Acesso em: 27 de nov. de 2023.

CBH-MPS, Comitê de Bacia Médio Paraíba do Sul. Municípios da região podem receber Projeto de Educação Ambiental. **Comitê de Bacia Médio Paraíba do Sul (CBH-MPS)**, [S. l.], p. 1, 2023. Disponível em: <https://www.cbhmedioparaiba.org.br/noticias.php?id=309>. Acesso em: 9 de nov. de 2023.

CEIVAP - **Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul**. Disponível em: <<http://www.ceivap.org.br>> Acesso em: 15 de out. de 2022.

CEIVAP, AGEVAP, COHIDRO. 2015. Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul e Planos de ação de Recursos Hídricos das Bacias Afluentes. **Relatório de Diagnóstico**. Tomo I, Tomo II, Tomo III. 789p.

CEIVAP. 2007. Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul. **Caderno de Ações Área de Atuação da AMPAS**. Fundação COPPETEC Laboratório de Hidrologia e Estudos de Meio Ambiente. Anexo 2 do Relatório Contratual R-10. 121p. Acesso em: 19 de out. de 2022.

CEIVAP. 2006: Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - **Diagnóstico dos Recursos Hídricos, Relatório Final, PSR-010-R0**. Fundação COPPETEC Laboratório de Hidrologia e Estudos de Meio Ambiente. 221p.

CEIVAP. 2015. **Deliberação CEIVAP N° 231 de 17 de novembro de 2015**. Acesso em: 25 de out. de 2022.

CEIVAP. 2019. **Relatório de Diretrizes para os Instrumentos de Gestão**. Disponível em: [http://54.94.199.16:8080/publicacoesArquivos/ceivap/arq\\_pubMidia\\_Processo\\_030-2018-P042.pdf](http://54.94.199.16:8080/publicacoesArquivos/ceivap/arq_pubMidia_Processo_030-2018-P042.pdf)>. Acesso em: 15 de set. de 2022.

CEIVAP. 2020. **Relatório de Situação Bacia do Rio Paraíba do Sul**. Disponível em: <<https://www.ceivap.org.br/conteudo/relsituacao2020.pdf>>. Acesso em: 8 de jan. de 2022.

CERHI/RJ Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro. 2013. **Resolução CERHI-RJ n° 107 de 22 de maio de 2013**. Aprova nova definição das Regiões



Hidrográficas do estado do Rio de Janeiro e revoga a Resolução CERHI n° 18 de 08 de novembro de 2006 Acesso em: 4 de abr. de 2023.

CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. 2009. **Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo, Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade das Águas e dos Sedimentos e Metodologias Analíticas e de Amostragem.** São Paulo.

CETESB – 2006:COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Índices de qualidade da água** Disponível em: <[http://www.cetesb.sp.gov.br/água/rios/indice\\_iva\\_iet.asp](http://www.cetesb.sp.gov.br/água/rios/indice_iva_iet.asp)> Acesso em: 29 de mai. de 2022.

CIENCIA E A CULTURA. 2002. **Vegetação; ao do Distrito Federal: tempo e espaço; o.** Brasília: Editora UNESCO Brasil, 2a Edição, 80 p.

CINTRA, I,L.S. *et al.* 2020. **Monitoramento de Parâmetros de Qualidade da Água do Rio Paraíba do Sul em Campos dos Goytacazes- RJ.** Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, RIO DE JANEIRO. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/348691528>. Acesso em: 5 de jun. de 2021.

COELHO, V.M.B. 2012: **Paraíba do Sul: um rio estratégico.** 1ª ed. Rio de Janeiro: Casa da Palavra, 2012. 336p.

CONTE, M. L. *et al.* 2000. **Qualidade da água em cachoeiras turísticas da região de Botucatu - SP: avaliação preliminar.** In.: Anais do Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, Porto Alegre. ABES/AIDIS. CD ROM.

CONTRERA, J.M.A.D.; ALMEIDA, F.S; SANTOS, A.C.; ANDRADE, T.A.G. 2018. **Análise da Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos nos Municípios do Estado do Rio de Janeiro e o Papel dos Aterros Sanitários na Diminuição dos Impactos Ambientais.** Anuário do Instituto de Geociências –UFRJ, v.41, p178-185.

COPPE/UFRJ. 2000. Projeto Preparatório para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Paraíba do Sul. **Consolidação dos estudos de enquadramento dos corpos de água em classes de uso.** Disponível em: < <http://www.hidro.ufrj.br/ppg/relatorios/ppg-re-22.pdf> > Acesso em: 22 de jan. de 2022.

CORE. 2016. **Espécies Exóticas e Alóctones da Bacia do Rio Paraíba do Sul: Implicações para a Conservação.** Disponível em: <<https://core.ac.uk/download/pdf/228999701.pdf>>. Acesso em: 22 de jan. de 2022.

CORONA, P. 2016. Consolidating new paradigms in large scale monitoring and assessment of forest ecosystems. **Environmental Research**, v.144, p.8-14.

CORRÊA,R.L. 1995. **O espaço urbano.** Editora Ática, Série Princípios, 3a. edição, n. 174, 1995. p.1-16

CRESPO, S. (Coord.), 1997. **Rio: cidade das águas (Guia do professor).** Rio de Janeiro: Instituto de Estudos da Religião (ISER). Acesso em: 23 de jul. de 2022.

CRH/CORHI (Conselho Estadual de Recursos Hídricos/Comitê Coordenador do Plano Estadual de Recursos Hídricos), 1997, **Simulação da Cobrança pelo Uso da Água:** Versão

Preliminar de 20.08.1997. Grupo de Trabalho para o Modelo de Simulação SMA/CETESB/DAEE, São Paulo, agosto.

CUDE, C. G. 2001. Oregon water quality index: A tool for evaluating water quality management effectiveness. **Journal of the American Water Resources Association**, v.37, n.1, p.125-137.

Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias**, v. 7.

DERÍSIO, J.C. 1992. **Introdução ao controle de poluição ambiental**. 1. ed. São Paulo: CETESB.

DIAS, C.M. 2017. **Jogo e Educação: menções e concepções em documentos oficiais**. In Anais do XVI SBGames – Curitiba – PR – Brazil, November 2nd - 4th, ISSN: 2179-2259, p. 1-4. Disponível em: <https://www.sbgames.org/sbgames2017/papers/CulturaShort/175463.pdf>. Acesso em: 11 de nov. de 2023.

DIAS, F.A. *et al.* 2011. **Avaliação da qualidade ambiental urbana da bacia do Ribeirão do Lipa através de indicadores, Cuiabá/MT**. Editora da Universidade Federal de Uberlândia - EDUFU, [S. l.], p. 1-16, DOI <https://doi.org/10.1590/S1982-45132011000100011>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sn/a/nkyLfzGkj5Vt8PTTfnjcYMx/?lang=pt#>. Acesso em: 27 de set. de 2023.

DILLENBURG, A.K. 2007. A importância do monitoramento ambiental na avaliação da qualidade de um rio—estudo de caso—Mercedes, PR. **Revista Urutágua—Revista Acadêmica Multidisciplinar**, Maringá, (12), 1-10.

DINIUS, S.H. 1987. Design of an index of water quality. **Water Resources Bulletin**, v.23, n.5, p.833-843, 1987. Acesso em: 12 de nov. de 2023.

DURIGAN, G.; SILVEIRA, E. R. 1999. Recomposição de mata ciliar em domínio de cerrado, Assis, SP. *Scientia Florestalis*, São Paulo, n. 56, p. 135-144.

ENGEL, S R.; VOSHELL, J.R. 2002. Volunteer biological monitoring: can it accurately assess the ecological condition of streams? **American Entomologist**, v. 48, n. 3, p. 164-177. Acesso em: 17 de abr. de 2022.

ESTEVES, F.A. **Fundamentos da limnologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011.

FERNANDES, M.C. *et al.* 2011. Influência do uso do solo na qualidade de água na microbacia Glória, Macaé, Rio de Janeiro. **Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia**, v. 8, n. 2.

FERNANDES, M.R. 1999. Vegetação ciliar no contexto de bacias hidrográficas. In: **Anais do Simpósio Mata Ciliar: Ciência e Tecnologia**, Belo Horizonte, MG.

FERNANDES, RS. *et al.* 2003. **Uso da Percepção Ambiental Como Instrumento de Gestão Em Aplicações Ligadas Às Áreas Educacional, Social e Ambiental**, p. 1-15, 14.

Disponível em: [http://www.redeceas.esalq.usp.br/noticias/Percepcao\\_Ambiental.pdf](http://www.redeceas.esalq.usp.br/noticias/Percepcao_Ambiental.pdf). Acesso em: 5 de jan. de 2023.

FERREIRA, A.B.H. 1995 Dicionário **Aurélio Básico da Língua Portuguesa**. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira S/A, 687 p. Acesso em: 18 de abr. de 2022.

FIRMINO, P.F.; MALAFAIA, G.; RODRIGUES, A.S.L. 2011. Diagnóstico da integridade ambiental de trechos de rios localizados no município de Ipameri, Sudeste do Estado de Goiás, através de um protocolo de avaliação rápida. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, v. 15, n. 2, p. 1-12.

FLORENZANO, T.. 2002. **Imagens de Satélite para Estudos Ambientais**. São Paulo. Oficina de textos.

FORMIGA-JOHNSON, R.M.; FARIAS JÚNIOR, J E.F.; COSTA, L.F.; ACSERALD, M.V. 2015. Segurança hídrica do Estado do Rio de Janeiro face à transposição paulista de águas da Bacia Paraíba do Sul: relato de um acordo federativo. **Revista Ineana**, v. 3 n. 1 p. 48 – 69, ISSN 2238-2496. [http://200.20.53.3:8081/cs/groups/public/@inter\\_vpres\\_geiat/documents/document/zwe/mte4/~edisp/inea0118249.pdf](http://200.20.53.3:8081/cs/groups/public/@inter_vpres_geiat/documents/document/zwe/mte4/~edisp/inea0118249.pdf) Acesso em: 9 de abr. de 2022.

FREITAS, A.J. 2000. Gestão de recursos hídricos. In: SILVA, D. D. & PRUSKI, F. F. (Eds.) **Gestão de recursos hídricos: aspectos legais, econômicos, administrativos e legais**. Brasília: Secretaria de Recursos Hídricos; Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa; Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos. 659p.

GALVÃO, R.S. 2008. **Drenagem urbana e planejamento ambiental: vale do Rio João Mendes (Niterói/RJ)**. 80 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2008.

GARCIA V. 2018. **Mais de 130 hectares de vegetação destruídos por queimadas este mês em Petrópolis**. Diário de Petrópolis. Disponível:<http://www.diariodepetropolis.com.br/integra/mais-de-130-hectares-de-vegetacaodestruidos-por-queimadas-este-mes-empetropolis-152870>. Acesso em: 28 de set. de 2023.

GERGEL, S.E. et al. 2002. **Landscape indicators of human impacts to riverine systems**. Aquatic Science, v.64, p.118-128.

GOMES, M.A.S. *et al.* Reflexões Sobre Qualidade Ambiental Urbana. **Estudos Geográficos, Rio Claro, 2(2): 21-30 , jul-dez - 2004 (ISSN 1678—698X) - [www.rc.unesp.br/igce/grad/geografia/revista.htm](http://www.rc.unesp.br/igce/grad/geografia/revista.htm)**, [s. l.], 7 out. 2004. Disponível em: [file:///C:/Users/Micro/Downloads/rbraga,+marco\\_silvestre%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Micro/Downloads/rbraga,+marco_silvestre%20(1).pdf). Acesso em: 13 de mar. de 2023.

GRUBEL, J. M. *et al.* 2006. Jogos Educativos: Novas Tecnologias na Educação. **Instituto de Ciências Exatas e Tecnológicas– Centro Universitário Feevale** , [S. l.], p. 1-7. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/14270/8183>. Acesso em: 28 de et. de 2023.

GRUBEN, A.; LOPES, P.D.; FORMIGA-JOHNSON, R. M., 2005, Projeto Marca D' Água. Bacia13 - **Bacia do Paraíba do Sul** (São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais).

HANNAFORD, M.J.; RESH, V.H. 1995. Variability in macroinvertebrate rapid-bioassessment survey and habitat assessments in a northern California stream. **Journal of North American Benthology Society**, 14(3): 430-439.

HORNBY, A. S. 2005. **Oxford Advanced Learner's Dictionary**. 7ª Edição. Oxford, Oxford University Press, 1780p.

IAP. 2005. **Relatório de Monitoramento da Qualidade das águas dos rios da região de Curitiba, no período de 1992 a 2005**.

IBGE, 1997, **Censo Agropecuário 1995- 1996**, Número 16, Minas Gerais, Rio de Janeiro, setembro.

IBGE, **Bases de dados por Municípios das Regiões Imediatas e Intermediárias do Brasil**. Acesso em: 13 de jan. de 2022.

IBGE, 2013. **Manual Técnico do Uso da Terra: Manuais técnicos em Geociências**. n. 7. 3º Ed. 332.3(81)-M294m. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2013. 170p. : il. p. ISBN 9788524043079. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca/catalogo?id=281615&view=detalhes>. Acesso em: 10 de jul. de 2022.

IBGE, 2017. **Base de dados por municípios das Regiões Geográficas Imediatas e Intermediárias do Brasil**». Acesso em: 4 de nov. de 2023.

IBGE CIDADES. **Estimativa Populacional 2019**.

IBGE, Gov.br. cidades. **Paraíba do Sul: Brasil Rio de Janeiro**. Online. [S. l.], 2022. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/paraiba-do-sul/panorama>. Acesso em: 24 nov. 2023.

IBGE, Gov.br.cidades. **QUATIS: Brasil Rio de Janeiro**. Online. [S. l.], 2022. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/quatis/panorama>. Acesso em: 24 nov. 2023.

IBGE, Gov.br.cidades. **Porto Real: Brasil Rio de Janeiro**. Online. [S. l.], 2022. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/porto-real/panorama>. Acesso em: Acesso em: 24 nov. 2023.

IBGE, Gov.br.cidades. **Resende: Brasil Rio de Janeiro**. Online. [S. l.], 2022. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/resende> panorama. Acesso em: 25 de ago. de 2023.

IBGE, Gov.br.cidades. **Rio Claro: Brasil Rio de Janeiro**. Online. [S. l.], 2022. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/rio-claro/panorama>. Acesso em: 25 de ago. de 2023.

IBGE, Gov.br.cidades. **Três Rios: Brasil Rio de Janeiro**. Online. [S. l.], 2022. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/tres-rios/panorama>. Acesso em: 25 de ago. de 2023.

IBGE, Gov.br.cidades. **Valença: Brasil Rio de Janeiro**. Online. [S. l.], 2022. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/valenca/panorama>. Acesso em: 25 de ago. de 2023.

IBGE, **Paraíba do Sul, Estado do Rio de Janeiro**. Online. [S. l.], 2022. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/paraiba-do-sul/panorama>. Acesso em: 25 de ago. de 2023.

IBGE, Diretoria de Pesquisas, **Coordenação de População e Indicadores Sociais, Estimativas da população residente** com data de referência 1o de julho de 2020. Acesso em: 12 de nov. de 2023.

IBGE, em parceria com os **Órgãos Estaduais de Estatística, Secretarias Estaduais de Governo e Superintendência da Zona Franca de Manaus – SUFRAMA**. Acesso em: 15 de nov. de 2020.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Área territorial brasileira 2020**. Rio de Janeiro: IBGE, 2021. Acesso em: 15 de nov. de 2020.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico**. Online. [S. l.], 2010 Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/multidominio/cultura-recreacao-e-esporte/9662-censo-demografico-2010.html>. Acesso em: 3 de nov. de 2020.

IBGE, Gov.br.cidades. **Barra do Pirai: Brasil Rio de Janeiro**. Online. [S. l.], 2022. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/barra-do-pirai/panorama>. Acesso em: 25 de ago. de 2023.

IBGE, Gov.br.cidades. **Comendador Levy Gasparian: Brasil Rio de Janeiro**. Online. [S. l.], 2022. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/comendador-levy-gasparian/panorama>. Acesso em: 25 de ago. de 2023.

IBGE, Gov.br.cidades. **Itatiaia: Brasil Rio de Janeiro**. Online. [S. l.], 2022. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/itatiaia/panoram>. Acesso em: 25 de ago. de 2023.

IBGE, Gov.br.cidades. **Mendes: Brasil Rio de Janeiro**. Online. [S. l.], 2022. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/mende/panorama>. Acesso em: 25 de ago. de 2023.

IBGE, Gov.br.cidades. **Miguel Pereira: Brasil Rio de Janeiro**. Online. [S. l.], 2022. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/miguel-pereira/panorama> . Acesso em: 25 de ago. de 2023.

IBGE, Gov.br.cidades. **Paty do Alferes: Brasil Rio de Janeiro**. Online. [S. l.], 2022. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/paty-do-alferes/panorama> . Acesso em: 25 de ago. de 2023.

IBGE, Gov.br.cidades. **Pinheiral: Brasil Rio de Janeiro**. Online. [S. l.], 2022. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/pinheiral> panorama. Acesso em: 25 de ago. de 2023.

IBGE, Gov.br.cidades. **Piraí: Brasil Rio de Janeiro**. Online. [S. l.], 2022. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/pirai> panorama . Acesso em: 25 de ago. de 2023.

IBGE, Gov.br.cidades. **Rio das Flores: Brasil Rio de Janeiro**. Online. [S. l.], 2022. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/rio-das-flores/panorama>. Acesso em: 25 de ago. de 2023.

IBGE, Gov.br.cidades. **Vassouras: Brasil Rio de Janeiro**. Online. [S. l.], 2022. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/vassouras> panorama. Acesso em: 25 de ago. de 2023.

IBGE, Gov.br.cidades. **Volta Redonda: Brasil Rio de Janeiro**. Online. [S. l.], 2022. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/volta-redonda/panorama> . Acesso em: 25 de ago. de 2023.

IBGE, Gov.br.cidades. **Barra Mansa: Brasil Rio de Janeiro**. Online. [S. l.], 2022. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/barra-mansa/panorama>. Acesso em: 25 de ago. de 2023.

IBGE. 2011. Censo Demográfico 2010, **Área territorial brasileira**. Rio de Janeiro: Acesso em: 2023.

IBGE. **Estimativas da População**. Online. [S. l.], 2021. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?=&t=o-que-e>>. Acesso em: 13 de nov. de 2023.

IBGE. **Três Rios**. 2022. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/rj/tres-rios.html>>. Acesso em: 14 de set. de 2022.

KANG, J.H.; LEE, S.W.; CHO, K.H.; KI, S.J.; CHA, S.M.; KIM, J.H. 2010. Linking land-use type and stream water quality using spatial data of fecal indicator bacteria and heavy metals in the Yeongsan River basin. **Water Research**, v. 44, p. 4.143-4.157.

KISHIMOTO, T.M. 1999. Jogos, brinquedo, brincadeira e a educação. Org: 3. ed. São Paulo: Cortez, 1999. Acesso em: 15 de set. de 2022.

KISHIMOTO, T.M.(Org.) 2003. **Jogo, Brinquedo, Brincadeira e a Educação. O jogo e a educação infantil**. São Paulo: Cortez, 43p. Acesso em: 22 de set. de 2022.

KLEINE, P.; TRIVINHO-STRIXINO, S. 2005. Chironomidae and other aquatic macroinvertebrates of a first order stream: community response after habitat fragmentation. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 17(1): 91-99.

KNÜPPE, L. 2006 Motivação e Desmotivação: Desafio para as Professoras do Ensino Fundamental. **Educar, Curitiba**, n. 27, p. 277-290.

KRUPEK, R.A. 2010. Análise comparativa entre duas bacias hidrográficas utilizando um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats. **Ambiência, Guarapuava**, v. 6, n. 1, p. 147- 158.

LAÉRCIO, F.G.S.; FONSECA, L.R. 2022. Proposta de Jogo Educativo para Educação Ambiental no Ensino Básico. **Revista Brasileira De Educação Ambiental**, 17(1), 09–27. <https://doi.org/10.34024/revbea.2022.v17.12422>. Acesso em: 06 de set. de 2022.

LARA, I.C.M. 2004. **Jogando com a Matemática de 5ª a 8ª série**. São Paulo: Rêspel. Acesso em: 11 de mai. de 2023.

LEE, S.W.; HWANGS, S.J.; LEE, S.B.; HWANGS, H.S.; SUNG, H.C. 2009. Landscape ecological approach to the relationships of land use patterns in watersheds to water quality characteristics. **Landscape and Urban Planning**, v. 92, p. 80-89.

LI, S.; GU, S.; TAN, X.; ZHANG, Q. 2009. Water quality in the upper Han River basin, China: the impacts of land use/land cover in riparian buffer zone. **Journal of Hazardous Materials**, v. 165, p. 317-324.

LIMA, E.B.N.R. 2001. **Modelagem integrada para gestão da qualidade da água na Bacia do Rio Cuiabá**. 184 f. Tese (Doutorado em Recursos Hídricos) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

NETO, G; JÚNIOR.M; UCKER.F, LIMA. M. 2016. Revista Eletrônica de Educação da Faculdade Araguaia,2016. **Aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida de Impacto Ambiental Para avaliação do Estado de Conservação do Córrego Caveirinha, Goiânia-GO**. Revista Eletrônica de Educação da Faculdade Araguaia, **10: 26-43, 2016 26**, [S. l.], v. 10 n. 10, p. 1-18. Acesso em: 24 nov. 2023.

LIMA, TATIANA FERREIRA DE. 2022. **Análise de qualidade ambiental a partir de um protocolo de avaliação rápida no trecho do rio Macacu em cachoeiras de Macacu –RJ**. Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão - UEMASUL: BIBLIOTECA JOÃO DO VALE Imperatriz - Maranhão, 2022-11-23. Disponível em: <https://repositorio.uemasul.edu.br/handle/123456789/148>. Acesso em: 24 nov. 2023.

LIMA, V.; AMORIM, M.C.C.T. 2009. Qualidade ambiental urbana em Oswaldo Cruz/SP. In **Anais eletrônicos do XIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada**. Viçosa - MG. Disponível em: [www.geo.ufv.br/simposio/simposio/trabalhos/trabalhos\\_completos](http://www.geo.ufv.br/simposio/simposio/trabalhos/trabalhos_completos) Acesso em: 18 de abr. 2023.

LIMA, W.P. 1989. Função hidrológica da mata ciliar. In: **Anais do Simpósio Sobre Matas Ciliares, Campinas, SP**. Fundação Cargill.

LIMBURG, K.E.; SCHMIDT, R.E. 1990. Patterns of fish spawning in Hudson River tributaries: response to an urban gradient? **Ecology**, v. 71, n. 4, p. 1.238-1.245.

LOBO, E.A.; VOOS, J.G.; ABREU JÚNIOR, E.F. 2011. Utilização de um protocolo de avaliação rápida de impacto ambiental em sistemas lóticos do Sul do Brasil. **Caderno de Pesquisa, Série Biologia**, Santa Cruz, v. 23, n. 1, p. 18-33.

LOMBARDO, Magda Adelaide. 1985. **Ilha de calor nas metrópoles o exemplo de São Paulo (1985)**. 244p. livro (.) - FFLCH - UNIDADES USP, São Paulo- Editora: Hucitec, 1985.

LUENGO, G. 1988. Elementos para la definición y evaluación de la calidad ambiental urbana. Una propuesta teórico-metodológica. **Anais do IV Seminário Latinoamericano de Calidad de Vida Urbana Tandil**. Acesso em: 18 de nov. de 2023.

MACEDO, L.; PETTY, A.L.S.; PASSOS, N.C. 2005. **Os Jogos e o Lúdico na Aprendizagem Escolar**. Porto Alegre, Artmed, 110p.

MACHADO, A.P.F. 2019. **Adaptação de Um Protocolo de Avaliação Rápida de Rios e Sua Utilização Como Recurso Didático Em Educação Ambiental no Ensino Médio**. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Conservação de Recursos Naturais do Cerrado). Campus Urutaí, Disponível em: <https://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefix/385>. Acesso em: 5 de nov. de 2023.

MACHADO, L.M.C.P. 1997. Qualidade Ambiental: indicadores quantitativos e perceptivos. In: MARTOS, H.L. e MAIA, N.B. **Indicadores Ambientais**. Sorocaba: Bandeirante Ind. Gráfica S.A, p. 15-21. Acesso em: 04 de nov. de 2023.

MARGALEF, R. 1994. The place of epicontinental waters in global ecology. In: MARGALEF, R. **Limnology now: a paradigm of planetary problems**. Amsterdam, Elsevier Science. p.1-8.

MARINHO FILHO, J.S.; REIS, M.L. 1989. A fauna de mamíferos associada as matas de galeria. In: **Anais do Simpósio Sobre Matas Ciliares Campinas, SP**. Fundação Cargill.

MATSUSHITA, B.; XU, M.; FUKUSHIMA, T. 2006. Characterizing the changes in landscape structure in the Lake Kasumigaura, Japan using a high-quality GIS dataset. **Landscape and Urban Planning**, v.78, p.241-250.

MEDEIROS C.N.E; PETTA, R.A. 2005. Exploração de imagens de satélite de alta resolução visando o mapeamento do uso e ocupação do solo. In: **Anais do Simpósio Brasileiro Sobre Sensoriamento Remoto - SBSR**, Goiânia; INPE; p. 2709-2716.

MELO, T.F.S. 2010. **Diagnóstico Ambiental em Área de Exploração Mineral: O Porto de Areia Estrela, em Ponta Grossa - PR**. Dissertação (Mestrado) do Curso de Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, PR.

MENDES C.A.B.; CIRILO, J.A. 2001. **Geoprocessamento em recursos hídricos: princípios, integração e aplicação**. Porto Alegre, ABRH, 536 p.

MENDONÇA, L.B.; LOPES, E.V.; ANJOS, L. 2009. On the possible extinction of Bird species in the Upper Paraná River floodplain. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 69, n. 2.

MERTEN, G.H.; MINELLA, J.P. 2002. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**. Porto Alegre.

MICHAELIS. 1998. **Moderno dicionário da língua portuguesa**. São Paulo: Companhia Melhoramentos, 2.259 p. Acesso em: 17 de mar. 2023.



MINATTI-FERREIRA, D.D.; BEAUMORD, A.C. 2006. Adequação de um protocolo de avaliação rápida de integridade ambiental para ecossistemas de rios e riachos: Aspectos físicos. **Health and Environmental Journal**, v. 7, n. 1, p. 39-47.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. 2017. Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde - DATASUS. Online. [S. l.], 2017. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/search?SearchableText=MINIST%C3%89RIO%20DA%20SA%C3%9ADE%20Departamento%20de%20Inform%C3%A1tica%20do%20Sistema%20%C3%9Anico%20de%20Sa%C3%BAde%20-%20DATASUS> Acessado em: 15 de dez. de 2022.

MINISTÉRIO DA CIDADE. 2015. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. In: **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos - 2015**. Online. [S. l.], 2015. Ministério das Cidades Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Disponível em: [file:///C:/Users/Micro/AppData/Local/Temp/Rar\\$DIa1276.34789/Diagnostico\\_AE2015.pdf](file:///C:/Users/Micro/AppData/Local/Temp/Rar$DIa1276.34789/Diagnostico_AE2015.pdf). Acesso em: 24 nov. 2023.

MORAES, D.S.L.; JORDÃO, B.Q. 2002. Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana. **Revista de Saúde Pública**, v.36, n.3, p.370-374.

MORAIS, P. B.; MARQUES, O. B.; BESSA, G. F.; SOUZA, F. M. P.; MELO, W. G. P. **O uso de Protocolo de Avaliação Rápida (PAR) para avaliação da integridade ambiental de um trecho urbano do Córrego Sussuapara, Tocantins, Brasil**. Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais, Aquidabã, v.6, n.2, p.192-205, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.6008/SPC2179-6858.2015.002.0014>. Disponível em: [file:///C:/Users/Micro/Downloads/O\\_uso\\_de\\_Protocolo\\_de\\_Avaliacao\\_Rapida\\_PAR\\_para\\_av.pdf](file:///C:/Users/Micro/Downloads/O_uso_de_Protocolo_de_Avaliacao_Rapida_PAR_para_av.pdf). Acesso em: 24 de nov. de 2023.

MORATO, R.G. et al. 2006. Mapeamento da qualidade de vida urbana no município de Osasco/SP. In: **Anais do III Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa Em Ambiente e Sociedade**. Brasília, DF. Disponível em: [http://www.anppas.org.br/encontro\\_anual/encontro3/index.html](http://www.anppas.org.br/encontro_anual/encontro3/index.html) .Acesso em: 12 de abr. de 2023.

MOTA, F.S.B. 1980. **Disciplinamento do uso e ocupação do solo urbano visando a preservação do meio ambiente**. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo. São Paulo. 254p. Acesso em: 22 de abr. 2023.

MOTA, S. 2012. **Introdução à engenharia ambiental**. 5. ed. Rio de Janeiro: ABES.

NATIONAL SANITATION FOUNDATION – NSF. **Consumer Information: Water Quality Index (WQI)**. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12403-011-0040-0>. Acesso em: 28 dez. de 2022.

NETO, G.T.R. 2015 **Aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida de Impacto Ambiental para Avaliação do Estado de Conservação do Córrego Caveirinha, Goiânia-go**. Revista Eletrônica de Educação da Faculdade Araguaia, [S. l.], p. 1-18, 5. Disponível em: [https://sipe.uniaraaguaia.edu.br/index.php/REVISTAUNIARAGUAIA/article/view/511/pdf\\_56](https://sipe.uniaraaguaia.edu.br/index.php/REVISTAUNIARAGUAIA/article/view/511/pdf_56). Acesso em: 18 de fev. de 2023.

NGOYE, E.; MACHIWA, J.F. 2004. The influence of land use patterns in the Ruvu River watershed on water quality in the river system. **Physics and Chemistry of the Earth**, v. 29, p. 1.161-1.166.

PADOVESI-FONSECA, C. et al. 2010. Diagnóstico da sub-bacia do ribeirão Mestre d'Armas por meio de dois métodos de avaliação ambiental rápida, Distrito Federal, Brasil Central. **Taubaté: Ambi-Água**, v. 5, n. 1, p. 43-56.

PANQUESTOR, E.K; CARVALHO JÚNIOR, O.A.; LEAL, L.R.; ANDRADE, A.C.; MARTINS, É.S.; GUIMATRÃES, R.F. 2002. Associação do processamento digital de imagens ao uso de parâmetros morfométricos na definição de unidades de paisagem da bacia do rio Corrente – BA. **Espaço & Geografia**, vol.5, n. 1, 87:99 ISSN: 1516-9375.

PATRIARCHA-GRACIOLLI, S.R., ZANON, Â.M.; SOUZA, P.R. 2013. Jogo dos Predadores”: Uma Proposta Lúdica para Favorecer a Aprendizagem Em Ensino de Ciências e Educação Ambiental. **REMEA - Revista Eletrônica Do Mestrado Em Educação Ambiental**, 20. <https://doi.org/10.14295/remea.v20i0.3842>.

PEQUENO, P.L.L. et al. 2002. **Importância das Matas Ciliares**: Documentos 61. Embrapa Rondônia, Porto Velho, p. 1-16, Julho, 2002. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/703807>. Acesso em: 20 de nov. de 2023.

PETERS, Norman E, MEYBECK, M. **Water Quality Degradation Effects on Freshwater Availability: Impacts of Human Activities**. Water International , [S. l.], 22 nov. 2009. Water International, Volume 25, 2000 - Issue 2, p. Pages 185-193. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02508060008686817>. Acesso em: 24 nov. 2023.

PICKETT, S.T.A.; CADENASSO, M.L.; GROVE, J.M.; BOONE, C.G.; GROFFMAN, P.M.; IRWIN, E.; KAUSHAL, S.S.; MARSHALL, V.; MCGRATH, B.P.; NILON, C.H.; POUYAT, R.V.; SZLAVETZ, K.; TROY, A.; WARREN, P. 2011. Urban ecological systems: scientific foundations and a decade of progress. **Journal of Environmental Management**, v. 92, p. 331-362.

PIMENTA, S.M.; PEÑA, A.P.; GOMES, P.S. 2009. Aplicação de métodos físicos, químicos e biológicos na avaliação da qualidade das águas em áreas de aproveitamento hidroelétrico da bacia do rio São Tomás, município de Rio Verde-Goiás. **Sociedade & Natureza**, v. 21, n. 3, p. 393-412.

PINHEIRO, A.A.S.; OLIVEIRA NETO, B.M.; MACIEL, N.M.T.C. 2012. A importância da Educação Ambiental para o aprimoramento profissional, docente e humano. **Ensino em Perspectivas**, Fortaleza, v. 2, n. 1. Acesso em: 24 de nov. de 2023.

PIVETTA, A. et al. 2005. Sistema de classificação da cobertura do solo para fins de composição entre cidades e bairros. In: **Anais do Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada**, São Paulo, p. 381-392.

PLAFKIN, J.L.; BARBOUR, M.T.; PORTER, K.D.; GROSS, S.K.; HUGHES, R. M. 1989. Rapid bioassessment protocols for use in streams and rivers: benthic macroinvertebrates and fish. Washington: **EPA 440-4-89-001**, 339 p.

POLLI, A.; SIGNORINI, T. 2012. A inserção da Educação Ambiental na prática pedagógica. **Ambiente & educação. Rio grande**, v. 17, n. 2, p. 93-101, 2012.

PREFEITURA DE PARAÍBA DO SUL. **Patrulha Fluvial retira mais de 290Kg de lixo do Rio Paraíba do Sul: Agentes da Patrulha Fluvial do Grupamento Ambiental (GEPRAN), da Secretaria de Ambiente e Desenvolvimento Agrário realizaram a limpeza e coleta de lixo do rio Paraíba do Sul.** Disponível em:

<https://paraibadosul.rj.gov.br/noticias/patrulha-fluvial-retira-mais-de-290kg-de-lixo-do-rio-paraiba-do-sul>. Acesso em: 10 de nov. 2023.

PREFEITURA, PARAÍBA DO SUL. 2016. **Lixão da Barrinha: Conheça o Problema, Suas Soluções e Descubra Em Que Você Pode Ajudar. Pela Primeira Vez Um Governo Municipal Encara o Problema.**, [S. l.], p. 1-1, 2 maio 2016. Disponível em:

[https://www.facebook.com/prefeituraparaibadosul/posts/1046431662078764/?locale=pt\\_BR](https://www.facebook.com/prefeituraparaibadosul/posts/1046431662078764/?locale=pt_BR). Acesso em: 29 de set. 2023.

PRENSKY, M. 2010. **Guia; Não me atrapalhe, mãe – Eu estou aprendendo!**; Universidade de Wisconsin Madison; Instituto Phort Educação- Editora, Phorte, São Paulo, 2010.

RADTKE, L. 2015. **Protocolos de Avaliação Rápida: Uma Ferramenta de Avaliação Participativa de Cursos D'água Urbanos**: Universidade Federal de Santa Maria Centro de Tecnologia Programa de Pós-graduação Em Engenharia Civil e Ambiental. Dissertação de Mestrado 88 p. Disponível

em:<https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/7883/RADTKE%2C%20LIDIANE.pdf?sequence=1&disAllowed=y>.

REBOUÇAS, A.C. 2002. Água doce no mundo e no Brasil. In: REBOUÇAS, A.C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J.G. **Águas doces no Brasil capitais ecológicos usos e conservação**. 3 ed. São Paulo: Escrituras, p. 269-324.

RESENDE, S.C.; HELLER L. 2002. **O saneamento no Brasil: políticas e interfaces**. Belo Horizonte: UFMG - Escola de Engenharia, 2002. 310 p.

RICHTTER, C.A.; AZEVEDO NETTO, J.M. 2002. **Tratamento de água: tecnologia atualizada**. São Paulo: Edgard Blucher. Acesso em: 20 de fev. de 2022.

RIEDER, R.; ZANELATTO, E.M.; BRANCHER, J.D. 2005. Observação e Análise da Aplicação de Jogos Educacionais Bidimensionais em um Ambiente Aberto. **Infocomp. Revista de Ciência da Computação, Lavras**, v. 4, p. 63-71.

RIPAMN, LEONE A, GARNIER M, LO PORTO A. **Agricultural land use and best management practices to control nonpoint water pollution**. Environ Manage. 2006 Aug;38(2):253-66. doi: 10.1007/s00267-004-0344-y. PMID: 16779698.

RODRIGUES, A.S.L. 2008. **Adequação de um protocolo de avaliação rápida para o monitoramento e avaliação ambiental de cursos d'água inseridos em campos rupestres do cerrado**. Dissertação (Mestrado em Evolução Crustal e Recursos Naturais) - Universidade Federal de Ouro Preto, Minas Gerais.

RODRIGUES, A.S.L.; CASTRO, P.T.A. 2008. Protocolos de Avaliação Rápida: Instrumentos Complementares no Monitoramento dos Recursos Hídricos. **RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 13, n. 1, p. 161-170.

RODRIGUES, A.S.L.; MALAFAIA, G.C.; CASTRO, P.T.A. 2008, Avaliação ambiental de trechos de rios na região de Ouro Preto-MG através de um protocolo de avaliação rápida. **Revista de Estudos Ambientais**, Blumenau, v. 10, n. 1, p. 74-83.

RODRIGUES, A.S.L.; MALAFAIA, G.C.; CASTRO, P.T.A. 2010. A importância da avaliação do habitat no monitoramento da qualidade dos recursos hídricos: uma revisão. **Sábios-Revista de Saúde e Biologia**, Campo Mourão, v. 5, n. 1, p. 26-42.

RODRIGUES, JEAN NASCIMENTO. 2017. **Aplicação de Um Protocolo de Avaliação Rápida de Impacto Ambiental no Córrego Tanque do Fancho no Município de Várzea Grande - Mt.** 1-32 f. Monografia (TCC - CIÊNCIAS BIOLÓGICAS) - UNIVAG Centro Universitário – GPA de Ciências Agrárias, Biológicas e Engenharias Curso de Ciências Biológicas, Várzea Grande – Mato Grosso, 2017.

RODRIGUES, L.M.R. 1998. **Geoprocessamento aplicado ao estudo da evolução e adequação do uso agrícola das terras na microbacia do Córrego Lamarão, DF.** Brasília: Dissertação de Mestrado instituto de Geociências, Universidade de Brasília, 109 p.

ROSA, D.M. 2012. **A evolução da qualidade das águas do rio Paraíba do Sul.** Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) – Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 266 p. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6134/tde-01112012.../6758135.pdf> Acesso em: 11 de mar. de 2023.

SALES, B.E.S.S. 2022. **Protocolo de avaliação rápida: ferramenta para análise da qualidade dos recursos hídricos.** Dissertação (Mestrado Profissional em Sustentabilidade Socioeconômica Ambiental) – Núcleo de Pesquisas e Pós-Graduação em Recursos Hídricos, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 140 p. 4.

SANTANA, E.M.; WARTHA, E.J. 2006. O Ensino de Química através de Jogos e Atividades Lúdicas Baseadas na Teoria Motivacional de Maslow. In: **Anais do Xii Encontro Nacional de Ensino de Química – ENEQ.** Campinas: Unicamp - SP. p. 1-6.

SILVA, C; PINHO, C; RONDON,R; SOUZA.R.2017.**Aplicação de Protocolo de Avaliação Rápida, para a Identificação de Processos Erosivos no Córrego Mata Fria, Chapada dos Guimarães, Mt.** Centro Universitário de Várzea Grande- Univag Gpa de Ciências Agrárias, Biológicas e Engenharias Coordenação do Curso de Engenharia Ambiental, [S. l.], p. 1-20. 2017. Disponível em: <https://www.repositoriodigital.univag.com.br/index.php/engambient/article/view/359/360>. Acesso em: 24 nov. 2023.

SILVA, L R.T.; BARROSO, C.A.P.; OLIVEIRA, J.A.P.; OLIVEIRA, M.J.; & SHIROIWA, S.S. 2021. O Lúdico no Processo de Alfabetização: Possibilidades para o Desenvolvimento Global da Criança. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, 7(7), 1284–1315. <https://doi.org/10.51891/rease.v7i7.1783>

SILVA, R.C.A.; ARAÚJO, T.M. 2003. Qualidade da água do manancial subterrâneo em áreas urbanas de Feira de Santana (BA). **Revista Ciência & Saúde Coletiva**, 8(4):1019-1028.

SILVA, W.S.; Vieira, V.C.B. 2007. Evolução Multitemporal do uso e cobertura do solo no município de Uruçauí-PI. In: **Anais do II Congresso de pesquisa e inovação da rede Nordeste de educação tecnológica**, João Pessoa. CEFETPB, V.1.

SILVEIRA, M.P. 2004. **Aplicação do Biomonitoramento para Avaliação da Qualidade da Água em Rios**. Jaguariúna, SP: EMBRAPA Meio Ambiente, 2004.

SNIS Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. 2020, **Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental**. Online. [S. l.], 2020. Disponível em: <http://app4.mdr.gov.br/snisweb/src/Sistema/index>. Acesso em: 24 fev. 2022.

SOUZA Jr.D.I. 2004. A Degradação da Bacia do Rio Paraíba do Sul. **Engevista**, Niterói, v. 6, n. 3, p. 99-105.

SOUZA, J.R. et al. 2014. A Importância da Qualidade da Água e os seus Múltiplos Usos: Caso Rio Almada, Sul da Bahia, Brasil. **REDE - Revista Eletrônica do PRODEMA**, Fortaleza, v. 8, n. 1, abr. 2014. ISSN 1982-5528.

SPARK, W. 2023. **Clima e condições meteorológicas médias em Três Rios no ano todo**. Disponível em: <<https://pt.weatherspark.com/y/30559/Clima-caracter%C3%ADstico-em-Tr%C3%AAs-Rios-Brasil-durante-o-ano>>. Acesso em: 2 de jun. de 2023.

SUTIL, T. et al. 2018. **Análise da qualidade hídrica do Rio Tega, Caxias do Sul-RS, Brasil**. Revista gestão sustentabilidade ambiental, v. 7, n. 2, 2018, p. 124-142. DOI: <http://dx.doi.org/10.19177/rgsa.v7e22018124-142> .

CLIMA TEMPO. **Climatologia e histórico de previsão do tempo em Paraíba do Sul, BR**. Online. [S. l.], 2023. Disponível em: <<https://www.climatempo.com.br/climatologia/3244/paraibadosul-rj>>. Acesso em:

TOKESHI, M. & ARAKAKIA, S. 2012. Habitat complexity in aquatic systems: fractals and beyond. **Hydrobiologia** 685: 27-47.

TOLEDO, L.G.; NICOLELLA, G. 2002. Índice de qualidade de água em microbacia sob uso agrícola e urbano. **Scientia Agricola**, v.59, n.1, p.181-186.

TOMASONI, M.A; PINTO, J.E.S.; SILVA, H.P. 2009. A questão dos recursos hídricos e as perspectivas para o Brasil. **GeoTextos**, v. 5, n. 2, p. 107-127.

TOTTI, M.E.F. 2008. **Gestão das águas na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul: governança, instituição e atores**. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) – UENF, Campos dos Goytacazes, 133f.

TUCCI, C.E.M. 2006. Usos e impactos dos recursos hídricos. In: TUCCI, C.E.M.; MENDES, C. A. **Avaliação ambiental integrada de bacia hidrográfica**. São Paulo: Ministério do Meio Ambiente (Secretaria de Qualidade Ambiental)/ Rhama Consultoria Ambiental

TUCCI, C.E.M. 2007. **Hidrologia: ciência e Aplicação**. 4. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ ABRH.

TUCCI, C.E.M. 2008. Águas urbanas. **Estudos Avançados**, v. 22, n. 63, p. 97 – 112.

TUCCI, C.E.M.; HESPANHOL, I.; CORDEIRO NETTO, O.M. 2001. **Gestão da Água no Brasil**. Brasília – UNESCO.

TUNDISI, J.G. 1994. Regional Approaches to River Basin Management in La Plata: an Overview”, in **Environmental and Social Dimensions of Reservoirs, Development and Management in the La Plata River Basin**. Nagoya, UNCRD, pp. 1-6.

TUNDISI, J.G. 2002. **Águas doces no Brasil capitais ecológicas usos e conservação**. 3 ed. São Paulo: Escrituras. p. 269-324.

TUNDISI, José Galizia. **Água no século XXI: enfrentando a escassez (2003)**. 247 p f. Monografia/livro, Recursos Hídricos Conservação - Editora: RiMa/IIIE., São Carlos, 2003.

TUNDISI, J.G.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; PARESCHI, D.C. et al. 2008. **A bacia hidrográfica do Tiete-Jacaré: estudo de caso em pesquisa e gerenciamento**. Estudos Avançados, v. 22, n. 63, p. 159 – 172.

TUNDISI, J.G.; MATSUMURA-TUNDISI. T. 2008. **Limonologia**. São Carlos (SP): Oficinas de Texto.

U.S.EPA - U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. 1987. **Surface water monitoring: A framework for change**. Washington. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Water, Office of Policy Planning and Evaluation.

UNESCO, 2022. **Vegetação no Distrito Federal: tempo e espaço; uma avaliação multitemporal da perda de cobertura vegetal no DF e da diversidade florística da Reserva da Biosfera do Cerrado**. 2. ed. atual. Brasília: [s. n.], 2022. 1-92 p. ISBN 85-87853-71-6.

VAEZA RF, OLIVEIRA-FILHO PC, DISPERATI AA, MAIA A.G. 2008. **Uso e ocupação do solo a partir de imagens orbitais de alta resolução para estudo em bacia hidrográfica em área urbana**. In: Anais do XIX Seminário de Pesquisa; Anais da XIV Semana de Iniciação Científica; Irati, PR: Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO.

VANZELA, L.S.; HERNANDEZ, F.B.; FRANCO, R.A.M. 2010. **Influência do uso e ocupação do solo nos recursos hídricos do Córrego Três Barras, Marinópolis**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.14, p.55-64.

VARGAS, J.R.A.; FERREIRA JÚNIOR, P.D. 2012. **Aplicação de um protocolo de avaliação rápida na caracterização da qualidade ambiental de duas microbacias do rio Guandu, Afonso Cláudio, ES**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre, v. 17, n.1, p. 161-168.

VIEIRA, V.T. 2003. **Efeitos do Crescimento Urbano sobre os Canais: Drenagem do Rio Paquequer, Teresópolis – RJ**. Rio de Janeiro: Dissertação de Mestrado, Programa de Pós Graduação em Geografia/UFRJ.

VON SPERLING, M. 1996 **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 2. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG.

VON SPERLING, M. 2005. **Princípios do tratamento biológico das águas residuárias**. 3. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG.


SPERLING, Marcos Von. **Estudos e modelagem da qualidade da água de rios**. 1. ed. [S. l.]: Editora UMFG, 2007. 588 p. v. 7. ISBN 8588556072.

WEISS, C.V.C. et al. 2013. **Mapeamento do uso e ocupação do solo utilizando imagens de satélite do sensor TM/Landsat 5 no litoral Sul do Rio Grande do Sul, Brasil**. In: Anais do Simpósio Brasileiro de sensoriamento remoto (SBSR). Foz do Iguaçu: INPE

WINNICOTT, D.W. 1975. **O Brincar e a Realidade**. Rio de Janeiro: Imago


XAVIER, A.L.; TEIXEIRA, D.A. 2007. **Diagnóstico das nascentes da sub-bacia hidrográfica do rio São João em Itaúna, MG**. In: Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil. p. 1-2

**APÊNDICE A – Relatório da Experiência e Comentários Sobre a Aplicação do PAR, Pelos Voluntários**



**Mestrado Profissional em Rede Nacional em  
Gestão e Regulação de Recursos Hídricos**

UERJ- Universidade do Estado do Rio de Janeiro



**Relatório da experiência e comentários sobre a aplicação do Protocolo  
de Avaliação Rápida (PAR)**

Rio de Janeiro  
2023

Fonte: O autor, 2023.



## APÊNDICE B – Jogo Trilha Rio Ecológico: Primeira Fase

**TRILHA RIO ECOLÓGICO**  
**1ª FASE**

**INÍCIO**

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30

Parabéns você passou para a segunda fase!

A expansão das cidades de forma desordenada e insustentável gerou diferentes problemas ambientais, como a diminuição e fragmentação das áreas verdes dos rios.  
**VOLTE AO INÍCIO!**

Mais de 70% do corpo humano é composto de água. Ela ajuda a hidratar, a levar os nutrientes, como oxigênio e sais minerais até as células, além de expulsar as substâncias tóxicas do corpo por meio do suor e da urina.  
**JOGUE DE NOVO!**

A remoção da vegetação principal do rio (Mata Ciliar), provoca danos ao meio ambiente e gera erosão.  
**PASSA A VEZ!**

Além da hidratação, a água ajuda a controlar a temperatura do corpo, e assim melhora o rendimento em esportes.  
**JOGUE DE NOVO!**

Grande parte dos efluentes industriais, contendo produtos químicos, acabam tendo os rios como destino.  
**PASSA A VEZ!**

A água é um recurso natural indispensável aos seres vivos, tem grande importância cultural, social e econômica.  
**PULE TRÊS CASAS!**

Os incêndios florestais diminuem a capacidade de infiltração da água no solo, provocando o seu ressecamento, levando à desertificação.  
**VOLTE DUAS CASAS!**

De acordo com a ONU, existem 783 milhões de pessoas no mundo que vivem sem água potável. Em 2025 esse número pode chegar a 1,8 bilhão.  
**VOLTE TRÊS CASAS!**

Um banho de 15 minutos, com o registro meio aberto, consome 135 litros de água. Uma mangueira aberta pelo mesmo tempo pode desperdiçar até 280 litros.  
**PASSA A VEZ!**

A água contaminada contém substâncias e micro-organismos prejudiciais à saúde.  
**VOLTE TRÊS CASAS!**

A água é um dos principais fatores para se obter a produção de alimentos. Isso significa que sem esse recurso, as plantas não são capazes de crescer e produzir.  
**PULE TRÊS CASAS!**

**ProfÁgua**

Autor: Alessandro Silva e Cláudia Hamacher. 2023. UERJ / Universidade Estadual do Rio de Janeiro ProfÁgua / Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos.

Fonte: O autor, 2023.



APÊNDICE C – Jogo Rio Ecológico Segunda Fase

**2ª FASE**

**SEGUNDA FASE**

O processo de despoluição de rios exige muitos esforços e muito dinheiro. Por isso, é essencial o investimento em estações de tratamento de efluentes.  
**PULE UMA CASA!**

A construção de casas em locais irregulares, à beira de córregos e rios, é responsável por grande parte de problemas como erosão e alagamentos.  
**VOLTE CINCO CASAS!**

A poluição e o desperdício dos recursos hídricos geram impactos na economia no meio ambiente.  
**VOLTE DUAS CASAS!**

A água pode ser usada como atividade de lazer, sendo muito importante para o turismo.  
**PULE UMA CASA!**

A presença de poluentes no rio reduz a biodiversidade, prejudicando a pesca.  
**PASSE A VEZ!**

A ciência que estuda o ciclo hidrológico (Ciclo da Água) é chamado de hidrologia.  
**JOGUE DE NOVO!**

Você Sabia? As antigas civilizações se desenvolveram próximas aos grandes rios. Usavam suas águas para beber e para irrigar as plantações.  
**JOGUE DE NOVO!**

A estação de tratamento de água (ETA) é o local onde se realiza a purificação da água captada para torná-la própria para o consumo e abastecimento da população.  
**PULE UMA CASA!**

Doenças de veiculação hídricas são doenças ligadas ao contato ou ingestão de água contaminada por esgoto doméstico sem tratamento.  
**VOLTE CINCO CASAS!**

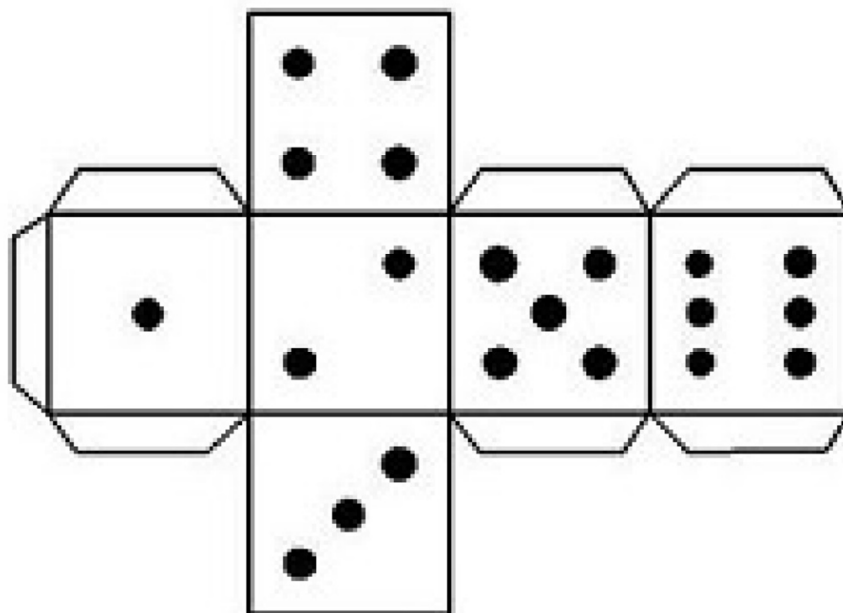
Uma das principais fontes de contaminação dos rios, é o lançamento de esgoto doméstico  
**PASSA A VEZ!**

**VITÓRIA!**

ProfÁgua

Autor: Alessandro Silva e Cláudia Hamacher, 2023. UERJ / Universidade Estadual do Rio de Janeiro ProfÁgua / Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos.

Fonte: O autor, 2023.

**APÊNDICE D** – Acessórios do Jogo – Dado

Fonte: O autor, 2023.