

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA FÍSICA

SARAH COUTO DE FREITAS

Ilhabela: um olhar geográfico para seus rios

Versão corrigida

São Paulo
2023

SARAH COUTO DE FREITAS

Ilhabela: um olhar geográfico para seus rios

Versão corrigida

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia Física da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Área de concentração: Geografia Física

Orientadora: Profa. Dra. Sueli Angelo Furlan

São Paulo
2023

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo na Publicação
Serviço de Biblioteca e Documentação
Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo

F862i Freitas, Sarah Couto de
Ilhabela: um olhar geográfico para seus rios /
Sarah Couto de Freitas; orientadora Sueli Angelo
Furlan - São Paulo, 2023.
177 f.

Dissertação (Mestrado)- Faculdade de Filosofia,
Letras e Ciências Humanas da Universidade de São
Paulo. Departamento de Geografia. Área de
concentração: Geografia Física.

1. Monitoramento ambiental. 2. Paisagem. 3. Rios.
I. Furlan, Sueli Angelo, orient. II. Título.



ENTREGA DO EXEMPLAR CORRIGIDO DA DISSERTAÇÃO/TESE

Termo de Anuência do (a) orientador (a)

Nome do (a) aluno (a): Sarah Couto de Freitas

Data da defesa: 29/09/2023

Nome do Prof. (a) orientador (a): Sueli Angelo Furlan

Nos termos da legislação vigente, declaro **ESTAR CIENTE** do conteúdo deste **EXEMPLAR CORRIGIDO** elaborado em atenção às sugestões dos membros da comissão Julgadora na sessão de defesa do trabalho, manifestando-me **plenamente favorável** ao seu encaminhamento ao Sistema Janus e publicação no **Portal Digital de Teses da USP**.

São Paulo, _21____/dezembro/2023

Documento assinado digitalmente
gov.br SUELI ANGELO FURLAN
Data: 23/12/2023 13:24:12-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

(Assinatura do (a) orientador (a))



Universidade de São Paulo
Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas

ATA DE DEFESA

Aluno: 8135 - 12046891 - 1 / Página 1 de 1

Ata de defesa de Dissertação do(a) Senhor(a) Sarah Couto de Freitas no Programa de Geografia (Geografia Física) do(a) Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo.

Aos 29 dias do mês de setembro de 2023, no(a) Sala Virtual, realizou-se a Defesa da Dissertação do(a) Senhor(a) Sarah Couto de Freitas, apresentada para a obtenção do título de Mestra intitulada:

"Ilhabela: um olhar geográfico para seus rios"

Após declarada aberta a sessão, o(a) Sr(a) Presidente passa a palavra ao candidato para exposição e a seguir aos examinadores para as devidas arguições que se desenvolvem nos termos regimentais. Em seguida, a Comissão Julgadora proclama o resultado:

Nome dos Participantes da Banca	Função	Sigla da CPG	Resultado
Sueli Angelo Furlan	Presidente	FFLCH - USP	Aprovado
Marcos Callisto de Faria Pereira	Titular	UFMG - Externo	Aprovado
Achilles D'Avila Chirol	Titular	UERJ - Externo	Aprovado

Resultado Final: Aprovado

Parecer da Comissão Julgadora *

Eu, Daiane Neres da Silva _____, lavrei a presente ata, que assino juntamente com os(as) Senhores(as) examinadores. São Paulo, aos 29 dias do mês de setembro de 2023.

Marcos Callisto de Faria Pereira

Achilles D'Avila Chirol

Sueli Angelo Furlan
Presidente da Comissão Julgadora

* Obs: Se o candidato for reprovado por algum dos membros, o preenchimento do parecer é obrigatório.

A defesa foi homologada pela Comissão de Pós-Graduação em 29/09/2023 e, portanto, o(a) aluno(a) faz jus ao título de Mestra em Ciências obtido no Programa Geografia (Geografia Física) - Área de concentração: Geografia Física.

Presidente da Comissão de Pós-Graduação



USPAssina - Autenticação digital de documentos da USP

Registro de assinatura(s) eletrônica(s)

Este documento foi assinado de forma eletrônica pelos seguintes participantes e sua autenticidade pode ser verificada através do código V1L7-JS75-BPXI-C1PM no seguinte link: <https://portalservicos.usp.br/iddigital/V1L7-JS75-BPXI-C1PM>

Daiane Neres da Silva

Nº USP: 8471331

Data: 31/10/2023 10:30

Claudia Consuelo Amigo Pino

Nº USP: 2380180

Data: 31/10/2023 15:24

Sueli Angelo Furlan

Nº USP: 89740

Data: 01/11/2023 11:25

Achilles D'Avila Chirol

Nº USP: 11698879

Data: 07/11/2023 13:51

Marcos Callisto de Faria Pereira

Nº USP: 9467101

Data: 01/11/2023 09:31

À minha mãe, por tanto.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais e avó, pelo apoio incondicional.

Ao amigo José Eduardo Bonini, por me acompanhar em dois trabalhos de campo e participar da aplicação do protocolo adaptado.

Às amigas que me auxiliaram quando precisei: Lilian Ribeiro, Andressa Cunha e Angela Rocio Santisteban.

Aos professores que me ajudaram com sugestões e orientações: Prof. Dr. Marcos Callisto, Profa. Dra. Maria Helena Andrade, Profa. Dra. Sueli Angelo Furlan e Prof. Dr. Achilles Chirol.

À toda equipe do Parque Estadual de Ilhabela, pelo acolhimento durante os trabalhos de campo e disponibilização do alojamento.

Aos moradores da Baía de Castelhanos, em especial à Vivian e Angélica, pelas instruções, e ao Seu João pelas conversas e cafés.

Ao colega de pós-graduação, Caio Olivares, pela ajuda na primeira ida à Baía de Castelhanos.

A todos (as) os (as) amigos (as) e colegas que, de diversas formas, apoiam e contribuem com minha trajetória pessoal, acadêmica e profissional.

À CAPES, pela concessão de bolsa nº 88887.513408/2020-00, que resultou nesta dissertação. As opiniões, hipóteses e conclusões ou recomendações expressas neste material são de responsabilidade da autora e não necessariamente refletem a visão da CAPES.

À Universidade de São Paulo, pela oportunidade de usufruir de uma universidade pública de excelência.

“A utopia está lá no horizonte. Me aproximo dois passos, ela se afasta dois passos. Caminho dez passos e o horizonte corre dez passos. Por mais que eu caminhe, jamais alcançarei. Para que serve a utopia? Serve para isso: para que eu não deixe de caminhar.”

(Eduardo Galeano)

RESUMO

FREITAS, S. C. **Ilhabela: um olhar geográfico para seus rios**. Dissertação (Mestrado em Ciências). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, 2023.

O monitoramento ambiental brasileiro referente aos cursos hídricos se baseia em indicadores e índices físicos, químicos e bacteriológicos. Entretanto, tais métodos, sozinhos, não refletem o estado de conservação dos ecossistemas, sendo necessárias complementações. Protocolos que tratam das características biofísicas do ambiente são uma alternativa, pois fortalecem a análise da paisagem, possuem fácil aplicação e baixo custo. Assim, este trabalho, por meio de estudo de caso, apresenta a utilização de Protocolos de Avaliação Rápida de Rios (PARs) na Ilha de São Sebastião, em Ilhabela/SP. O objetivo foi avaliar a importância de incluir PARs no monitoramento de aspectos biofísicos de rios, adaptar protocolos clássicos para as especificidades da área de estudo, e apresentar um diagnóstico da situação de trechos de rios e córregos a partir dos resultados, com análise do uso e ocupação da terra. A adaptação dos PARs é importante para adequar o método às necessidades e realidades locais, e, para isso, os protocolos de Callisto *et al.* (2002) e Rodrigues (2008) serviram de base, culminando no PAR Ilhabela. Os protocolos foram aplicados na área urbana, na Baía de Castelhanos e no interior do Parque Estadual de Ilhabela (PEIb). Os modos de vida das populações caiçaras residentes na Baía e a proteção do PEIb refletiu na avaliação dessas áreas, que apresentaram situação “ótima”, com exceção de um trecho. Na área urbana, o modelo vigente de expansão, uso e ocupação descaracterizou uma parte dos ambientes fluviais. Para esse cenário, medidas preventivas e mitigatórias são necessárias em prol da conservação socioambiental. Foi comprovada a relevância de PARs no monitoramento de cursos hídricos, reforçando que é essencial a utilização de diversos métodos que se complementam, para que os diagnósticos e soluções sejam eficazes e atendam ao planejamento e gestão ambiental.

Palavras-chaves: Monitoramento ambiental; Ecossistemas aquáticos; Paisagem; PAR Ilhabela.

ABSTRACT

FREITAS, S. C. **Ilhabela: a geographical look at its rivers**. Dissertação (Mestrado em Ciências). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, 2023.

Brazilian environmental monitoring of watercourses is based on physical, chemical and bacteriological indicators and indices. However, such methods, by themselves, do not reflect the state of conservation of ecosystems, requiring complementation. Protocols that deal with the biophysical characteristics of the environment are an alternative, as they strengthen the analysis of the landscape, are easy to apply and have a low cost. Thus, this work, through a case study, presents the use of Rapid River Assessment Protocols (RAPs) on Ilha de São Sebastião, in Ilhabela/SP. The objective was to evaluate the importance of including RAPs in the monitoring of biophysical aspects of rivers, adapting classic protocols to the specificities of the study area, and presenting a diagnosis of the situation of streams based on the results, with analysis of the use and land occupation. The adaptation of RAPs is important to adapt the method to local needs and realities, and, for this, the protocols by Callisto *et al.* (2002) and Rodrigues (2008) served as a basis, culminating in RAP Ilhabela. The protocols were applied in the urban area, in Baía de Castelhanos and inside the Parque Estadual de Ilhabela (PEIb). The ways of life of the caiçara populations residing in Castelhanos and the protection of the PEIb reflected in the evaluation of these areas, which presented an “excellent” situation, with the exception of one stretch. In the urban area, the current model of expansion, use and occupation mischaracterized part of the river environments. For this scenario, preventive and mitigation measures are necessary in favor of socio-environmental conservation. The relevance of RAPs in monitoring water courses was proven, reinforcing that it is essential to use different methods that complement each other, so that diagnoses and solutions are effective and meet environmental planning and management.

Keywords: Environmental monitoring; Aquatic ecosystems; Landscape; RAP Ilhabela.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Mapa de localização do município de Ilhabela, litoral norte de São Paulo _____	26
Figura 2 – Unidades Climáticas da Ilha de São Sebastião _____	27
Figura 3 – Rede hidrográfica da Ilha de São Sebastião – Ilhabela (SP) _____	29
Figura 4 – Mapa base da Unidade Hidrográfica de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo – UGRHI 03 _____	29
Figura 5 – Elevação da Ilha de São Sebastião – Ilhabela (SP) _____	30
Figura 6 – Analogia entre as ferramentas de diagnóstico para avaliação da saúde de um homem e de um rio, modificado de Maddock (1999) por Rodrigues e Castro (2008) _____	53
Figura 7 – Coleta do IQA _{SOSMA} em trecho de córrego urbano na Ilha de São Sebastião, Ilhabela (abril de 2022) _____	54
Figura 8 – Comparação entre os tipos de gradientes de alteração entre os protocolos-referência, sendo (A) de Callisto et al. (2002) e (B) de Rodrigues (2008) _____	60
Figura 9 – Resultados da aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida (PAR) adaptado por Callisto et al. (2002) em Ilhabela/SP, setembro de 2021 _____	62
Figura 10 – Resultado da aplicação de Protocolo de Avaliação Rápida de rios na Ilha de São Sebastião, Ilhabela/SP, em 2021 _____	63
Figura 11 – Ponto referência, Ponte dos Cavalos, na área do Parque Estadual de Ilhabela _____	64
Figura 12 – Ponto 1, trecho que perpassa a trilha de acesso à Praia do Gato _____	65
Figura 13 – Ponto 2, na Ponte Ribeirão do Gato, que dá acesso à Comunidade do Gato _____	66
Figura 14 – Ponto 3, local de coleta de água pela Comunidade de Castelhanos _____	67
Figura 15 – Ponto 4, em área modificada, no fundo do Camping do Leo _____	68
Figura 16 – Ponto 5, Córrego Cachoeira, no Centro Histórico da ilha _____	69
Figura 17 – Ponto 6, Córrego Itaguaçu, em propriedade privada _____	70
Figura 18 – Ponto 7, Córrego Veloso _____	71
Figura 19 – Ponto 8, Córrego do Curral _____	72
Figura 20 – Ponto 9, Córrego Ribeirão _____	73
Figura 21 – Ponto 10, Córrego Praia Grande _____	74
Figura 22 – Ponto 11, Córrego Paquera _____	75
Figura 23 – Classes do Índice de Qualidade da Água desenvolvido pela SOS Mata Atlântica _____	75
Figura 24 – Mapa da média dos resultados do IQA _{SOSMA} aplicado pelo Instituto Ilhabela Sustentável de 2016 a 2019 na Ilha de São Sebastião _____	76

Figura 25 – Distribuição dos pontos amostrais em condição de referência em trechos da Ilha de São Sebastião (Baía de Castelhanos e interior do Parque Estadual de Ilhabela) _____	82
Figura 26 – Aspectos dos 2 trechos em condição de referência em curso hídrico que desagua na Praia Mansa _____	84
Figura 27 – Trechos enumerados 3, 7 e 8, todos em condição de referência e desaguam na Praia de Castelhanos _____	85
Figura 28 – Trechos enumerados 4, 5 e 6, todos em condição de referência e desaguam na Praia do Gato _____	86
Figura 29 – Trecho enumerado 9, em condição de referência no interior do PEIb _____	87
Figura 30 – Características dos trechos em condição de referência _____	88
Figura 31 – Gradiente de condições ambientais nos cursos hídricos da Ilha de São Sebastião, Ilhabela/SP _____	90
Figura 32 – Condições referência de tipos de fundo _____	94
Figura 33 – Exemplo de tipos de fundo em condição péssima _____	95
Figura 34 – Condições referência de substratos e habitats disponíveis _____	96
Figura 35 – Exemplo de substratos e habitats disponíveis em situação ruim (impactado) e péssima (severamente degradado) _____	97
Figura 36 – Condições referência de plantas aquáticas e folhas caídas _____	98
Figura 37 – Exemplo de plantas aquáticas e folhas caídas em trechos de situação péssima (severamente degradado) _____	99
Figura 38 – Condições referência de transparência, turbidez e oleosidade _____	100
Figura 39 – Exemplo de transparência, turbidez e oleosidade em situação péssima (severamente degradado) _____	101
Figura 40 – Condições referência para regimes de velocidade/profundidade _____	103
Figura 41 – Exemplo de regimes de velocidade/profundidade em condição péssima (severamente degradado) _____	103
Figura 42 – Condições referência para deposição de sedimentos _____	105
Figura 43 – Exemplo de regimes de deposição de sedimentos em condição péssima _____	105
Figura 44 – Condições referência para escoamento do canal _____	106
Figura 45 – Exemplo de condições do escoamento do canal em situação péssima _____	107
Figura 46 – Condições referência para estabilidade das margens _____	109
Figura 47 – Exemplo de estabilidade das margens observado em trechos de baixo curso na área urbana: em situação ruim (impactado) e péssima (severamente degradado) _____	109
Figura 48 – Condições referência para alterações no canal _____	111

Figura 49 – Exemplo de alterações no canal em condição péssima _____	111
Figura 50 – Condições referência para vegetação do entorno e tipo de uso/ocupação ____	113
Figura 51 – Exemplo de vegetação do entorno e tipo de uso/ocupação em condição péssima _____	113
Figura 52 – Distribuição dos trechos avaliados pelo PAR Ilhabela _____	119
Figura 53 – Pontuações obtidas nos pontos amostrados pelo PAR Ilhabela _____	120
Figura 54 – Gráfico com os resultados do PAR Ilhabela ao longo do gradiente de condições ambientais _____	121
Figura 55 – Gráfico com os parâmetros do PAR Ilhabela e a quantidade de trechos que pontuaram por classe do protocolo _____	122
Figura 56 – Trechos avaliados no interior do PEIb: 0) Ponte dos Cavalos, 1) Cachoeira do Jabuti e 2) Cachoeira do Jequitibá _____	122
Figura 57 – Distribuição espacial dos trechos avaliados pelo PAR Ilhabela na região da Baía de Castelhanos _____	124
Figura 58 – Trechos avaliados no sistema hidrográfico que desagua na Baía de Castelhanos: 3, 4, 5, 6 e 7 desaguam na Praia de Castelhanos; 8, 9 e 10 desaguam na Praia do Gato ____	125
Figura 59 – Entorno do trecho P4, sendo A) efeito de borda na paisagem e B) manchas de óleo ao redor _____	126
Figura 60 – Trechos avaliados como situação “ótima” na área urbana de Ilhabela pelo PAR adaptado _____	127
Figura 61 – Distribuição espacial dos trechos classificados como situação “ótima” pelo PAR Ilhabela _____	128
Figura 62 - Trechos avaliados como situação “regular” na área urbana de Ilhabela pelo PAR adaptado _____	129
Figura 63 – Distribuição espacial dos trechos classificados como situação “regular” pelo PAR Ilhabela _____	129
Figura 64 - Trechos avaliados como situação “ruim” na área urbana de Ilhabela pelo PAR adaptado _____	130
Figura 65 - Distribuição espacial dos trechos classificados como situação “ruim” pelo PAR Ilhabela _____	130
Figura 66 – Trechos avaliados como situação “péssima” na área urbana da Ilha de São Sebastião pelo PAR adaptado _____	131
Figura 67 – Distribuição espacial dos trechos classificados como situação “péssima” no PAR Ilhabela _____	132

Figura 68 – Resultados do PAR Ilhabela no Córrego Nossa Senhora d’Ajuda _____	133
Figura 69 – Aspectos do Córrego Nossa Senhora d’Ajuda _____	134
Figura 70 – Distribuição espacial dos trechos avaliados no norte de Ilhabela pelo PAR adaptado e zoom em trecho com situação “péssima” _____	135
Figura 71 – Aspectos de trechos no setor norte de Ilhabela, sendo que o P32 pontuou como situação “péssima” no PAR adaptado, e o P33 como “regular” _____	136
Figura 72 – Distribuição espacial de trechos avaliados pelo PAR Ilhabela no setor sul da área urbana _____	137
Figura 73 – Aspectos dos trechos classificados como situação “péssima” no setor sul da área urbana pelo PAR Ilhabela _____	138
Figura 74 – Mudanças no uso e ocupação da terra em área a montante do P29 ao longo de 8 anos _____	138
Figura 75 – Bacia hidrográfica do rio Paquera-Cego, a maior da Ilha de São Sebastião, e os trechos avaliados pelo PAR adaptado na região _____	139
Figura 76 – Aspectos dos trechos avaliados como “regular” (16) e “ruim” (24, 26 e 27) pelo PAR Ilhabela _____	140
Figura 77 – Distribuição espacial dos trechos avaliados pelo PAR Ilhabela no setor central da área urbana _____	141
Figura 78 – Trechos avaliados pelo PAR Ilhabela (abril/2022) e IQA _{SOSMA} (média de 2022) _____	141
Figura 79 – Classes do IQA _{SOSMA} aplicado pelo IIS e resultados mensais de coletas no ano 2022 _____	142
Figura 80 – Evolução temporal (2011-2022) da ocupação na Praia de Castelhanos _____	149
Figura 81 – Evolução temporal (2011-2022) da ocupação na Praia do Gato _____	149

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Compilação, em ordem temporal, dos principais trabalhos brasileiros relacionados aos Protocolos de Avaliação Rápida de rios_____	33
Quadro 2 – Parâmetros do Protocolo de Avaliação Rápida adaptado por Callisto et al. (2002) _____	52
Quadro 3 – Resultado da média de valores do IQA _{SOSMA} obtidos ao longo de 4 anos nos pontos de coleta do Instituto Ilhabela Sustentável (IIS), na área urbana de Ilhabela (SP) ____	76
Quadro 4 – Diferenças de resultados entre 2 métodos de avaliação da qualidade ambiental relacionada aos rios da Ilha de São Sebastião, Ilhabela (SP) _____	77
Quadro 5 – Classes e pontuações referentes ao PAR Ilhabela _____	92
Quadro 6 – Gradiente ambiental e pontuações estabelecidas para o parâmetro “tipos de fundo” em trechos de alto, médio e baixo curso de rios no PAR Ilhabela _____	95
Quadro 7 – Gradiente ambiental e pontuações estabelecidas para o parâmetro “substratos e habitats disponíveis” em trechos de rios no PAR Ilhabela _____	97
Quadro 8 - Gradiente ambiental e pontuações estabelecidas para o parâmetro “plantas aquáticas e folhas caídas” em trechos de rios no PAR Ilhabela _____	99
Quadro 9 – Gradiente ambiental e pontuações estabelecidas para o parâmetro “Transparência, turbidez e oleosidade” em trechos de rios no PAR Ilhabela _____	101
Quadro 10 – Gradiente ambiental e pontuações estabelecidas para o parâmetro “Regimes de velocidade e profundidade” em trechos de rios no PAR Ilhabela _____	104
Quadro 11 – Gradiente ambiental e pontuações estabelecidas para o parâmetro “Deposição de sedimentos” em trechos de rios no PAR Ilhabela _____	106
Quadro 12 – Gradiente ambiental e pontuações estabelecidas para o parâmetro “Deposição de sedimentos” em trechos de rios no PAR Ilhabela _____	107
Quadro 13 – Gradiente ambiental e pontuações estabelecidas para o parâmetro “Estabilidade das margens” em trechos de rios no PAR Ilhabela _____	110
Quadro 14 – Gradiente ambiental e pontuações estabelecidas para o parâmetro “Alterações no canal” em trechos de rios no PAR Ilhabela _____	112
Quadro 15 – Gradiente ambiental e pontuações estabelecidas para o parâmetro “Vegetação do entorno e tipo de uso/ocupação” em trechos de rios no PAR Ilhabela _____	114
Quadro 16 - Formulário de Avaliação do PAR Ilhabela, adaptado por Freitas, S. C. (2023)	115

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AIA – Avaliação de Impacto Ambiental
APP – Área de Preservação Permanente
AURIVAS – *Australian River Assessment System*
BH – Bacia Hidrográfica
CBH – Comitê de Bacia Hidrográfica
CBH LN – Comitê de Bacias Hidrográficas do Litoral Norte
CEEIBH – Comitê Especial de Estudos Integrados de Bacias Hidrográficas
CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CNUMAD – Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento
CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente
CONDEPHAAT – Conselho de Defesa do Patrimônio Histórico
DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio
DNSP – Departamento Nacional de Saúde Pública
EIA – Estudo de Impacto Ambiental
EPC – Estação de Pré-Condicionamento de Esgoto
EUA – Estados Unidos da América
IAEM – Abrangência Espacial do Monitoramento de Água
IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICTEM – Índice de Coleta e Tratabilidade de Esgotos da População Urbana de Municípios
IIS – Instituto Ilhabela Sustentável
INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IQA – Índice de Qualidade das Águas
IQA_{CETESB} – Índice de Qualidade das Águas adaptado pela Cetesb
IQA_{SOSMA} – Índice de Qualidade das Águas adaptado pela SOS Pró-Mata Atlântica
MMA – Ministério do Meio Ambiente e Mudanças Climáticas
NO₃ – Nitrato
OD – Oxigênio dissolvido
ONG – Organização não governamental
PAR – Protocolo de Avaliação Rápida de rios
PCTs – Povos e Comunidades Tradicionais
PEIb – Parque Estadual de Ilhabela

PH – Potencial hidrogeniônico

PIB – Produto Interno Bruto

PNMA – Política Nacional de Meio Ambiente

PNRH – Política Nacional de Recursos Hídricos

PO4 – Fosfato

PROÁGUA – Programa Estadual de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano

RAP – *Rapid Assessment Protocol*

RBP – *Rapid Bioassessment Protocol*

RESEX – Reserva Extrativista

RIMA – Relatório de Impacto Ambiental

RIVPACS – *British River InVertebrate Predication and Classification System*

SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo

SAMA – Divisão de Ações sobre o Meio Ambiente

SEMA – Secretaria Especial do Meio Ambiente

SES – Centro de Vigilância Sanitária da Secretaria de Estado da Saúde

SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação

SOS MA – Fundação SOS Pró-Mata Atlântica

SP – São Paulo

STF – Supremo Tribunal Federal

TJ SP – Tribunal de Justiça de São Paulo

UC – Unidade de Conservação

UGRHI – Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos

UNESCO – *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*

US EPA – *Environmental Protection Agency*

SUMÁRIO

SEÇÃO I – CONSIDERAÇÕES INICIAIS	19
1.1 Introdução	19
1.2 Objetivos	24
1.2.1 Geral	24
1.2.2 Específicos	24
SEÇÃO II – ÁREA DE ESTUDO E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	25
2.1 Ilha de São Sebastião, Município de Ilhabela (SP)	25
2.2 Levantamento bibliográfico, análise e interpretação de dados	32
2.3 Protocolos de Avaliação Rápida de rios	35
SEÇÃO III – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	39
3.1 Estudo de caso	39
3.2 Paisagem: ponto de partida para a avaliação da “saúde” dos rios	40
3.3 O monitoramento e os Protocolos de Avaliação Rápida: histórico e relevância	44
3.4 Contextualização político-ambiental brasileira dos últimos anos	56
SEÇÃO IV – DESENVOLVIMENTO DO PROTOCOLO	59
4.1 Aplicação-teste de Protocolos de Avaliação Rápida de rios	59
4.2 Caracterização de pontos em condição de referência	81
4.2.1 Praia Mansa	83
4.2.2 Praia de Castelhanos	84
4.2.3 Praia do Gato	86
4.2.4 Ponte dos Cavalos	87
4.2.5 Conclusões da caracterização	87
4.3 Gradiente de condições ambientais	89
4.4 Adaptação do PAR: parâmetros e pontuação	91

4.4.1	Parâmetro 1: Tipos de fundo _____	92
4.4.2	Parâmetro 2: Substratos e habitats disponíveis _____	95
4.4.3	Parâmetro 3: Plantas aquáticas e folhas caídas _____	97
4.4.4	Parâmetro 4: Transparência, turbidez e oleosidade _____	99
4.4.5	Parâmetro 5: Regimes de velocidade e profundidade _____	102
4.4.6	Parâmetro 6: Deposição de sedimentos _____	104
4.4.7	Parâmetro 7: Condições do escoamento do canal _____	106
4.4.8	Parâmetro 8: Estabilidade das margens _____	107
4.4.9	Parâmetro 9: Alterações no canal _____	110
4.4.10	Parâmetro 10: Vegetação do entorno e tipo de uso/ocupação _____	112
4.4.11	Parâmetros não utilizados _____	114
SEÇÃO V – PAR ILHABELA _____		115
5.1	Protocolo adaptado _____	115
5.2	Aplicação do PAR Ilhabela _____	118
SEÇÃO VI – DISCUSSÕES FINAIS _____		143
6.1	Dinâmicas e impactos do uso e ocupação da terra na Ilha de São Sebastião _____	143
6.2	Protocolo de Avaliação Rápida de rios: ferramenta de avaliação da paisagem fluvial _____	148
6.3	Importância da complementação entre métodos de monitoramento ambiental _____	151
SEÇÃO VII - CONCLUSÕES _____		154
REFERÊNCIAS _____		156
ANEXOS _____		167

SEÇÃO I – CONSIDERAÇÕES INICIAIS

1.1 Introdução

No Brasil, desde a época do Império e imposição dos costumes europeus em terras indígenas, há a preocupação, sob o ponto de vista ocidental, com o uso dos recursos hídricos. Prova disso são as Ordenações Portuguesas, que ficaram vigentes, durante séculos, até a instauração do Código Civil (1916), e regulavam a interação sociedade-natureza, instaurando medidas de proteção às áreas de nascentes e rios importantes para o abastecimento das grandes cidades à época (LOPES; NEVES, 2017). Mesmo num país tropical como o Brasil, sendo conhecido pela sua abundância em recursos naturais, sabe-se dos impactos que as ocupações humanas causam e da necessidade de ações que garantam a continuidade dos serviços ecossistêmicos providos pela natureza.

Entretanto, as preocupações e medidas variam de acordo com o contexto cultural, conhecimento científico e moral da sociedade em determinada época. Considerando o período colonial no Brasil (séculos XV a XIX), mesmo que houvesse questões ambientais, as estratégias de uso dos recursos naturais eram voltadas para o proveito humano e garantia de produtos futuros aos Estados europeus, a exemplo da madeira para exportação, como aponta Medeiros (2006). Importante salientar que a preocupação deste período era apenas uma observação mais cautelosa após anos de exploração das florestas, visualizando a provável escassez de água e matéria-prima, que significava perdas econômicas e, também, o ideal de “bosques para descanso” dos recentes centros urbanos (MEDEIROS, 2006; FRANCO; SCHITTINI; BRAZ, 2015).

As medidas – como o Regimento do Pau-Brasil (1605), que exigia autorização para o corte da espécie, e a Carta Régia de 1797, que visava a proteção de rios, madeiras nobres e outros bens naturais – não foram suficientes para garantir a conservação de, pelo menos, grandes fragmentos de Mata Atlântica e seus respectivos rios na região massivamente povoada pelos conquistadores europeus, a litorânea, sendo deixado um rastro de exploração que beneficiava somente os poucos grupos mais ricos e influentes do Brasil e de países colonizadores. Primeiro, a exploração de madeira, depois cana-de-açúcar, café etc. E, assim, pequenos fragmentos dessa floresta ficaram, compondo o que resta do bioma Mata Atlântica, o primeiro bioma a ser explorado intensamente no país e, por isso, o mais fragilizado, com apenas 29% da sua cobertura vegetal original ainda conservada intacta (PINTO *et al.*, 2023).

Os remanescentes das Matas Atlânticas são formados por pequenos fragmentos (RIBEIRO *et al.*, 2009). Pequenos fragmentos de floresta não só significam a redução de habitats e perda de biodiversidade, como também da proteção dos rios. Essa relevância da relação florestas e rios foi continuamente colocada em segundo plano, tendo em vista favorecer, ao longo dos séculos, as atividades agrícolas e o lucro de grandes fazendas, assim como o “progresso” industrial e o “desenvolvimento”¹ econômico, resultando na maioria dos rios em/ou próximos a cidades serem considerados deteriorados (TUCCI; HESPANHOL; CORDEIRO NETO, 2001).

Após 5 séculos de intensa exploração econômica com supressão das florestas, o que restou do bioma Mata Atlântica, que cobria toda a faixa litorânea brasileira, são fragmentos, geralmente de florestas secundárias, regeneradas naturalmente ou com manejo de espécies a partir de políticas de conservação do bioma. Representam o que um dia foi uma floresta de 1,3 milhão de km² (LIMA, 2008).

A zona costeira brasileira é a região mais povoada, ocupada por 58% da população total do país (IBGE, 2017). Isso também significa forte sobrecarga imposta aos cursos hídricos, que têm suas características alteradas para fins de abastecimento, expansão urbana e produção agropecuária. Mas, mesmo com as modificações extremas em sua área original de florestas, destacam-se as taxas altíssimas de endemismo na Mata Atlântica. O bioma está entre os 5 hotspots mais biodiversos do mundo, além de possuir complexo sistema hídrico que garante 3 água para mais de 125 milhões de brasileiros (¾ da população total) e suporta a terceira maior fonte de energia hidrelétrica do mundo (JOLY; METZGER; TABARELLI, 2014).

Dentre os remanescentes de Mata Atlântica da região Sudeste, encontra-se o maior fragmento insular no município Ilhabela, localizado no litoral norte do estado de São Paulo, Brasil. No arquipélago, estão sendo preservados 27.025 hectares de Mata Atlântica nativa no Parque Estadual de Ilhabela (PEIb). Essa Unidade de Conservação (UC) ocupa 84,3% do território municipal, sendo que, desse total, 80,10% abrangem a ilha principal (Ilha de São Sebastião), e o restante do arquipélago compreende 12 ilhas menores, 3 ilhotas, 3 lajes e 1 parcel (SÃO PAULO, 2015).

Ilhabela está inclusa nas áreas que foram exploradas pelas colônias e posteriores produções de cana-de-açúcar e café, sendo que, até a década de 1960 do século XX, a descrição de sua paisagem seria completamente diferente. Antes da criação do Parque em 1977, sem

¹ As aspas são para ressaltar a contradição capitalista de visar um desenvolvimento de uma economia exploratória desconsiderando as consequências, como a escassez de recursos para manter esse estilo de produção e a qualidade de vida humana

floresta conservada, dando lugar a agricultura dominante (NOFFS, 2007). Sua regeneração natural foi intensificada após a criação do PEIb na década de 1970, concomitante às discussões ambientais da época, provocando mudança na economia local, que passou a se voltar para o turismo convencional.

As Matas Atlânticas estão em um dos domínios mais complexos e desafiadores para a conservação no país, devido ao processo histórico de supressão de florestas com extenso desmatamento, restando somente 7,6% da área original em fragmentos maiores que 100 hectares (AB'SÁBER, 2003; JOLY; METZGER; TABARELLI, 2014). Ihabela é um dos poucos locais com remanescentes conservados, graças as políticas de conservação e a criação do parque por instituições envolvidas na proteção do bioma. Todavia, nas últimas 2 décadas, teve um dos maiores crescimentos urbano e econômico do estado de São Paulo, provocado pela expansão do turismo e recentemente a exploração do petróleo, atividades nos portos, e, para manter a proteção conquistada, estratégias e ações de contenção às iniciativas predatórias são essenciais (MARANDOLA JR. *et al.*, 2013).

Um dos principais problemas que ocorrem no meio urbano e rural, em intensidades e características diferentes, é a descaracterização e poluição dos cursos hídricos. No início do século XXI, Tucci, Hespanhol e Cordeiro Netto (2001) apresentavam um panorama da situação das águas brasileiras, afirmando que a maioria dos rios que passavam por cidades se encontravam deteriorados. Esse cenário piorou com o passar dos anos. Apesar de novas tecnologias para a gestão das águas, há pouco interesse político em ações de recuperação e manejo adequado, sendo ainda mantida uma cultura de exploração dos recursos naturais pelos grandes capitais.

Ihabela, reconhecida mundialmente como um dos “paraísos tropicais”, demonstra os impactos desse contexto em seus córregos e riachos. Inclusive, não somente neles, visto que também refletem nas praias e mares, e, relatórios de qualidade ambiental litorânea disponibilizados pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (Cetesb) anualmente expõem a ocorrência preocupante de praias impróprias para banho, sendo que no verão a intensidade costuma ser mais alta, devido a população flutuante de turistas. Inclusive, em 2019, houve mobilizações locais após todas as 19 praias da área urbana apresentarem qualidade imprópria no verão, assunto que será aprofundado nesta pesquisa.

Focando nas águas interiores e seus estuários, são poucos os estudos de qualidade ambiental dos rios sendo realizados no município. Apesar de possuir algum monitoramento, como a aplicação, na área urbana, do Índice de Qualidade das Águas (IQA_{SOSMA}) pelo Instituto Ihabela Sustentável (IIS) em parceria com a Fundação SOS Pró-Mata Atlântica, alguns

aspectos são deixados em segundo plano nas avaliações ambientais. Não só na Ilha de São Sebastião, mas por todo o Brasil, é dado um enfoque aos parâmetros físicos e químicos de qualidade da água, algumas vezes utilizando os biológicos também (RODRIGUES; CASTRO, 2008).

Mesmo com o reconhecimento de município conservado, o IIS aponta deterioração de alguns rios que são monitorados na cidade. Nesse sentido, o monitoramento acima citado é considerado insuficiente para reforçar a necessidade de recuperação e proteção dos rios e córregos visto que, além de possuírem poucos pontos amostrais, os índices físicos e químicos retratam uma realidade pontual do ambiente amostrado, pois, não consideram alguns elementos fixos, e uma coleta realizada dias após algum impacto (como o descarte de esgoto) pode ser mascarada pela diluição na água (RODRIGUES; CASTRO, 2008). Já os índices biológicos – necessários para uma análise mais acurada, pois levam em conta organismos com tempo de vida considerável, sensíveis às mudanças ambientais e biológicas, refletindo diretamente o que acontece no ambiente ao longo dos meses (VADAS JR *et al.*, 2022) – podem ser mais inacessíveis, devido à insuficiência de recursos humanos e/ou financeiros para sua aplicação (FEIO *et al.*, 2021).

Essas ferramentas para avaliação das condições ambientais devem facilitar e embasar os processos de planejamento e gestão ambiental, criadas para diferentes situações e necessidades. Os métodos de classificação da qualidade ambiental são ferramentas em constante aperfeiçoamento, adequando-se, cada vez mais, as complexas análises socioambientais. O IQA, por exemplo, é uma ferramenta de avaliação de corpos de água que necessita ser complementada por outras avaliações para uma leitura aprofundada das condições ambientais, pois objetiva apenas a classificação da qualidade bruta da água para consumo humano.

Em contrapartida, levando em conta aspectos da paisagem geográfica, seus processos e características dos habitats aquáticos, foram criados os Protocolos de Avaliação Rápida de rios (PARs) nos anos 1980 (inicialmente nos EUA e Grã-Bretanha), devido à preocupação dos programas de monitoramento hídrico em caracterizar os atributos físicos dos rios (RODRIGUES; CASTRO, 2008). São ferramentas de avaliação que visam contribuir para o manejo e conservação dos ambientes aquáticos, sendo de fácil entendimento e aplicação (CALLISTO *et al.*, 2002).

Os PARs atribuem valores a um conjunto de parâmetros elencados para classificar trechos de rios e córregos, sendo considerado um método qualitativo e semiquantitativo. Infelizmente, esses protocolos são pouco difundidos no país, apesar de muitos trabalhos

acadêmicos (alguns podem ser visualizados na Seção II, Quadro 1) reforçarem sua importância na complementação do monitoramento hídrico. Considerando a situação de Ilhabela, este projeto tem como objetivo geral aplicar PARs nos cursos hídricos urbanos do município, e nos de algumas comunidades caiçaras no setor atlântico da Ilha de São Sebastião, para comparação das condições ambientais entre os diferentes tipos de uso e manejo das águas.

O protocolo é uma ferramenta que deve ser adaptada às características de cada local, para garantir resultados mais acurados, portanto, foram realizados ajustes nos parâmetros, com base em autores-referência. O intuito é, além de diagnosticar trechos de cursos hídricos da ilha, reforçar o embasamento das ações de conservação, visto que os protocolos podem fomentar instrumentos e ferramentas de monitoramento acessíveis, treinamento de alunos em diversos níveis educacionais, do fundamental à pós-graduação, programas de monitoramento participativo com educação ambiental e servir como subsídio para elaboração de planos de manejo e afins. Também, podem ser utilizados por povos e comunidades tradicionais no controle da situação hídrica de seus territórios.

Mesmo com a Lei da Mata Atlântica (Lei nº 11.428), que protege os remanescentes da floresta, há muitos fatores de pressão (SÃO PAULO, 2015), portanto, é de extrema importância o esforço contínuo de programas de conservação, com fortalecimento teórico, metodológico e informacional das questões ambientais. Por outro lado, a sociedade civil deve ser estimulada a participar ativamente da gestão territorial e ambiental, sendo incluída num monitoramento acessível. Para isso, a disponibilização dos dados resultantes da aplicação dos protocolos é um primeiro passo, possibilitando a geração de conteúdos informativos e colaborando para a manutenção dos remanescentes de um bioma tão pressionado e indispensável para a sociobiodiversidade.

A questão norteadora nesta pesquisa foi: “A adaptação do PAR para a área de estudo (Ilha de São Sebastião) permitiu avaliar como as diferenças de uso e ocupação interferem na qualidade da água?”, sendo que o trabalho está organizado em 7 seções: considerações iniciais, área de estudo e procedimentos metodológicos, fundamentação teórica, desenvolvimento do protocolo, o PAR Ilhabela, discussões finais e conclusões. Na seção de desenvolvimento do protocolo (Seção IV), é seguida a ordem dos trabalhos de campo e etapas realizadas para chegar ao produto que é o PAR adaptado, cujos resultados e discussões de sua aplicação são apresentados na Seção V.

1.2 Objetivos

1.2.1 Geral

Investigar, diagnosticar e compreender o estado atual das características biofísicas de rios e seus entornos imediatos em Ilhabela/SP, por meio de protocolo de avaliação qualitativa e semiquantitativa: os Protocolos de Avaliação Rápida de rios (PAR), que classificam as características e diversidade dos ambientes aquáticos.

1.2.2 Específicos

- Adaptar e aplicar um PAR às particularidades locais, usando protocolos clássicos como base: Callisto *et al.* (2002), Rodrigues (2008), Hannaford *et al.* (1997), Barbour *et al.* (1999);
- Discutir sobre a importância da complementação entre ferramentas distintas de monitoramento ambiental na avaliação dos rios;
- Apresentar a relevância do PAR na leitura do uso e ocupação da terra e no monitoramento acessível.

SEÇÃO II – ÁREA DE ESTUDO E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

2.1 Ilha de São Sebastião, Município de Ilhabela (SP)

A área escolhida para o estudo de caso foi a Ilha de São Sebastião, principal ilha do município-arquipélago Ilhabela, no litoral norte do estado de São Paulo, Brasil (Figura 1). A ilha possui 346,3 km² (IBGE, 2021), sendo a cidade brasileira com a maior relação de Mata Atlântica por área (BERTOLO *et al.*, 2012). Além disso, de acordo com Bertolo *et al.* (2012), essa área é a que mais sofreu influência humana nos últimos 500 anos (considerando o tamanho do município), mas as modificações atuais se concentram na área urbanizada da face voltada para o canal de São Sebastião, visto que ainda há 92% de floresta conservada.

De acordo com a estimativa do IBGE em 2021, a população é de 36.194, aumento significativo considerando o Censo de 2010, com 28.196 pessoas (IBGE, 2021), em uma área onde 80,10% pertencem a Unidade de Conservação de Uso Integral (o PEIb), e com relevos de alto declive, que possuem regras de ocupação diferenciadas para desestimular construções em áreas de risco, previstas no Plano Diretor de Desenvolvimento Social do Município de Ilhabela – Lei nº 421/2006² (IBGE, 2021; BERTOLO, 2014). Entre 2010 e 2021, Ilhabela teve a maior taxa geométrica de crescimento anual do litoral norte, com 1,69% ao ano (dado que será analisado nas discussões desta pesquisa), porcentagem considerada acima da média para a região (SEADE/SÃO PAULO, 2021).

O arquipélago está inserido no domínio morfoclimático dos Mares de Morro Florestados do Brasil Atlântico e Bioma Mata Atlântica. O conjunto insular está na área tombada da Serra do Mar, pelo CONDEPHAAT em 1985³, cuja estrutura florestal é considerada a mais antiga e com florestas mais ricas da América do Sul. O município possui significativo número de espécies nativas e endêmicas catalogadas pelo PEIb, visto que o domínio é reconhecido por suas altíssimas taxas de endemismo (e, neste caso, potencializadas pelo ambiente insular), com formações geomorfológicas únicas, possuindo as maiores elevações do litoral paulista (JOLY; METZGER; TABARELLI, 2014; SÃO PAULO, 2015).

² Disponível para leitura no link: https://www.camarailhabela.sp.gov.br/docs/plano_diretor.pdf.

³ Link para acesso à Resolução n. 40, de 06 de junho de 1985, que define o tombamento da Serra do Mar e de Paranapiacaba no estado de São Paulo: <http://condephaat.sp.gov.br/benstombados/serra-do-mar-e-de-paranapiacaba-3/>

Figura 1 – Mapa de localização do município de Ilhabela, litoral norte de São Paulo
Município de Ilhabela, São Paulo (SP)



Fonte: elaborado pela autora, 2021.

A faixa litorânea do estado é classificada por Köeppen como clima tropical chuvoso (grupo A), e, na Ilha de São Sebastião, de forma generalizada, o inverno é mais seco, com precipitação abaixo de 60mm, sendo que os meses de junho, julho e agosto são os menos chuvosos, com diminuição na precipitação devido ao inverno, e os meses de verão (dezembro a março) os mais chuvosos (SÃO PAULO, 2015). Mas, em um estudo específico, Milanesi (2016) identificou unidades climáticas na ilha, resultando em 12 unidades topoclimáticas organizadas sob 5 mesoclimas, sendo essas unidades denominadas: Altitude, Bacia Central, Leste, Norte e Sul (Figura 2).

Resumidamente, as características dessas unidades são: a Norte (Praia da Fome até a Vila – Centro Histórico) é a mais quente, menos úmida e menos chuvosa; a Leste (Praia do Poço até a Ponta do Boi) na subdivisão da BH Poço é quente, mas mais úmida e mais chuvosa que a Leste, enquanto em Castelhanos é caracterizada pelos efeitos orográficos, apresentando os postos mais chuvosos da ilha (pluviometria de mais de 2000mm anuais); a Sul (Ponta do Boi até Cambaquara) é mais fria e de maior umidade relativa, dependente de fluxos extratropicais para gênese da chuva; a Central (Portinho até a Vila) é mais quente que a Sul e mais chuvosa que a Norte, concentrado chuvas convectivas; a de Altitude (picos da ilha), pela elevada declividade, está sujeita a todos os fluxos atmosféricos, o que pode resultar nas maiores

amplitudes térmicas e baixa correlação com chuvas locais, convectivas ou orográficas (MILANESI, 2016).

Figura 2 – Unidades Climáticas da Ilha de São Sebastião



Fonte: Milanesi, 2016, p. 284.

O município está na Unidade de Gestão de Recursos Hídricos (UGRHI) – Bacia Hidrográfica do Litoral Norte, sendo que mais de 70% da bacia é coberta por vegetação nativa, devido à quantidade de unidades de conservação na área, como o PEIb, o Parque Estadual da Serra do Mar, o Parque Estadual da Ilha Anchieta, entre outras UCs. Isso contribui para o quantitativo e qualidade dos cursos hídricos, sendo que, no geral, a região possui boa disponibilidade hídrica (SÃO PAULO, 2015).

Entretanto, em algumas sub-bacias de Ilhabela, há o comprometimento hídrico em época de estiagem e, de acordo com Tadeu e Sinisgalli (2019), houve anos com ocorrência de conflitos por mal gerenciamento do abastecimento hídrico em alguns bairros da Ilha de São Sebastião, no qual moradores alegam terem ficado sem ou com pouca água, pois, flagrou-se, na ocasião, um condomínio de alto padrão estava captando mais água do que o permitido para o período.

Os rios e córregos da área urbana recebem intensa pressão, sendo que as principais, documentadas pelo Plano de Manejo do PEIb, são: especulação imobiliária e expansão urbana, poluição ambiental, introdução de espécies exóticas ou invasoras, manejo incorreto de bacias hidrográficas, turismo (especialmente quando não há controle da capacidade de carga) e educação ambiental insuficiente (SÃO PAULO, *op. cit.*). O monitoramento de rios é realizado pelo IIS, com aplicação do IQA_{SOSMA}, e a Cetesb monitora a balneabilidade das praias, além de

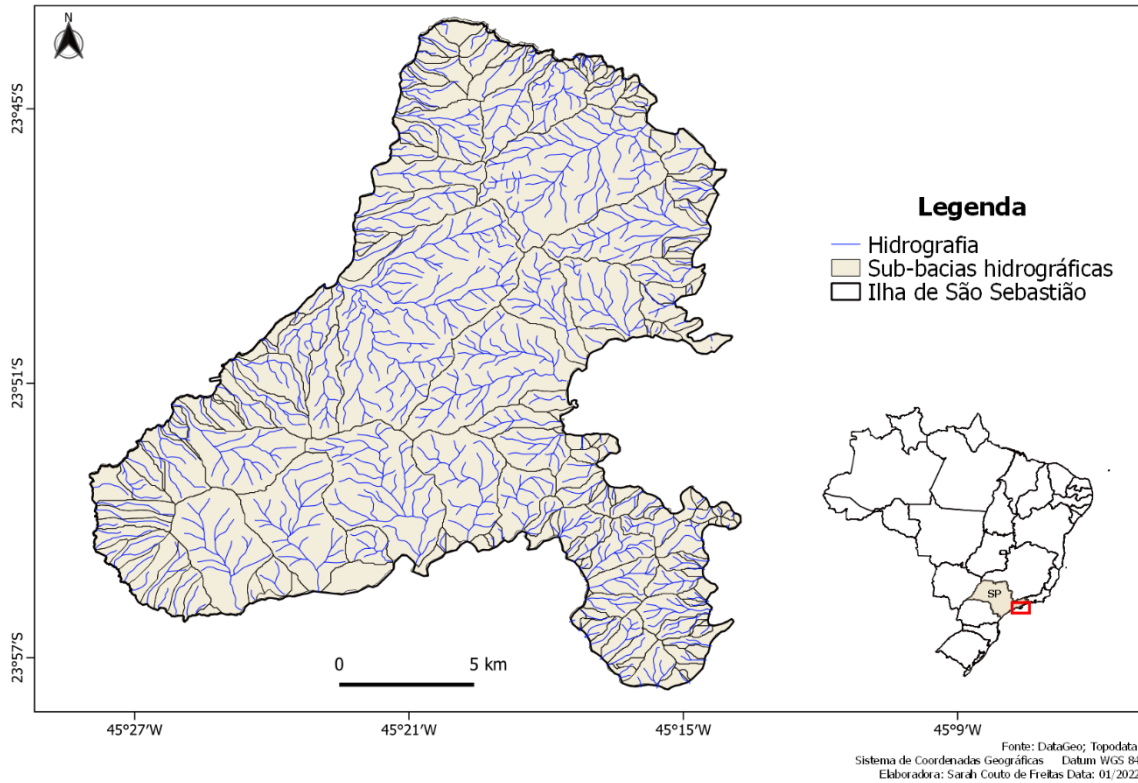
aplicar o IQA_{CETESB} em 4 trechos de rios, porém, são escassos os estudos sobre a qualidade ecológica da água nos rios do interior da ilha.

A expansão urbana e a massa de turistas em alta temporada aumentam a pressão a cada ano, e a má distribuição de recursos humanos e financeiros necessários para fiscalização e manutenção dificultam as ações de conservação. O Porto de São Sebastião, utilizado como terminal da Petrobrás, potencializa os fluxos na região, sendo apontado como um dos principais vetores de impacto (SÃO PAULO, 2015).

Outro aspecto é a falta de saneamento básico em algumas áreas povoadas, que influencia na qualidade dos cursos hídricos, visto que há descartes diretos de esgoto em muitos trechos de córregos. O intenso turismo, quando realizado de forma inadequada, também causa alterações nas dinâmicas aquáticas. Ainda, há captações irregulares de água, descarte de resíduos sólidos, pontos de desmatamento, extração mineral (saibro) e queimadas (SÃO PAULO, 2015).

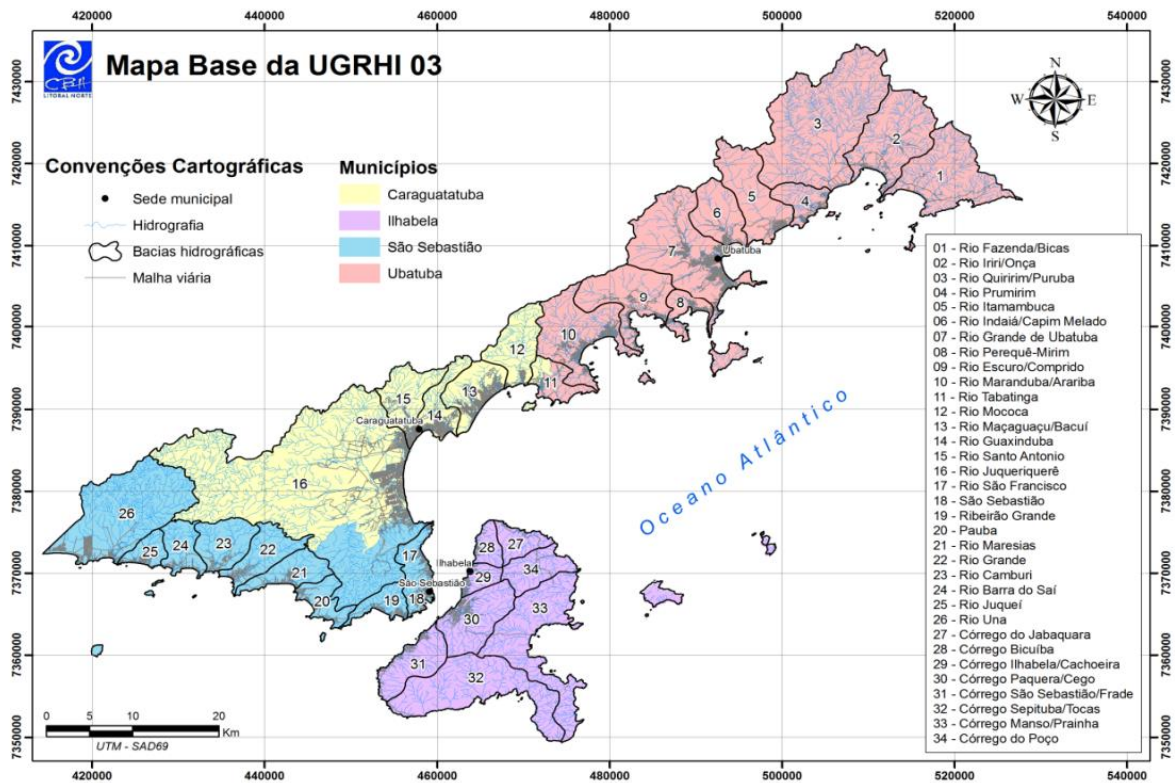
A hidrografia (Figura 3) é característica de ambientes com alto declive, com cursos pouco sinuosos e fluxo mais veloz até próximo da foz, onde torna-se mais lento e com maior depósito de sedimentos na desembocadura para o mar, sendo que as águas que afloram em toda a área do PEIb são do Aquífero Pré-Cambriano, que possui baixo potencial de produção de águas subterrâneas (SÃO PAULO, 2015). São 8 bacias hidrográficas na Ilha de São Sebastião, estabelecidas pelo Comitê de Bacias Hidrográficas do Litoral Norte (CBH – LN), sendo elas: Córrego do Jabaquara, Córrego Bicuíba, Córrego Ilhabela/Cachoeira, Córrego Paquera/Cego, Córrego São Sebastião/Frade, Córrego Sepituba/Tocas, Córrego Manso/Prainha e Córrego do Poço (Figura 4).

Figura 3 – Rede hidrográfica da Ilha de São Sebastião – Ilhabela (SP)
 Hidrografia da Ilha de São Sebastião - Ilhabela (SP)



Fonte: elaborado pela autora, 2022.

Figura 4 – Mapa base da Unidade Hidrográfica de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo – UGRHI 03



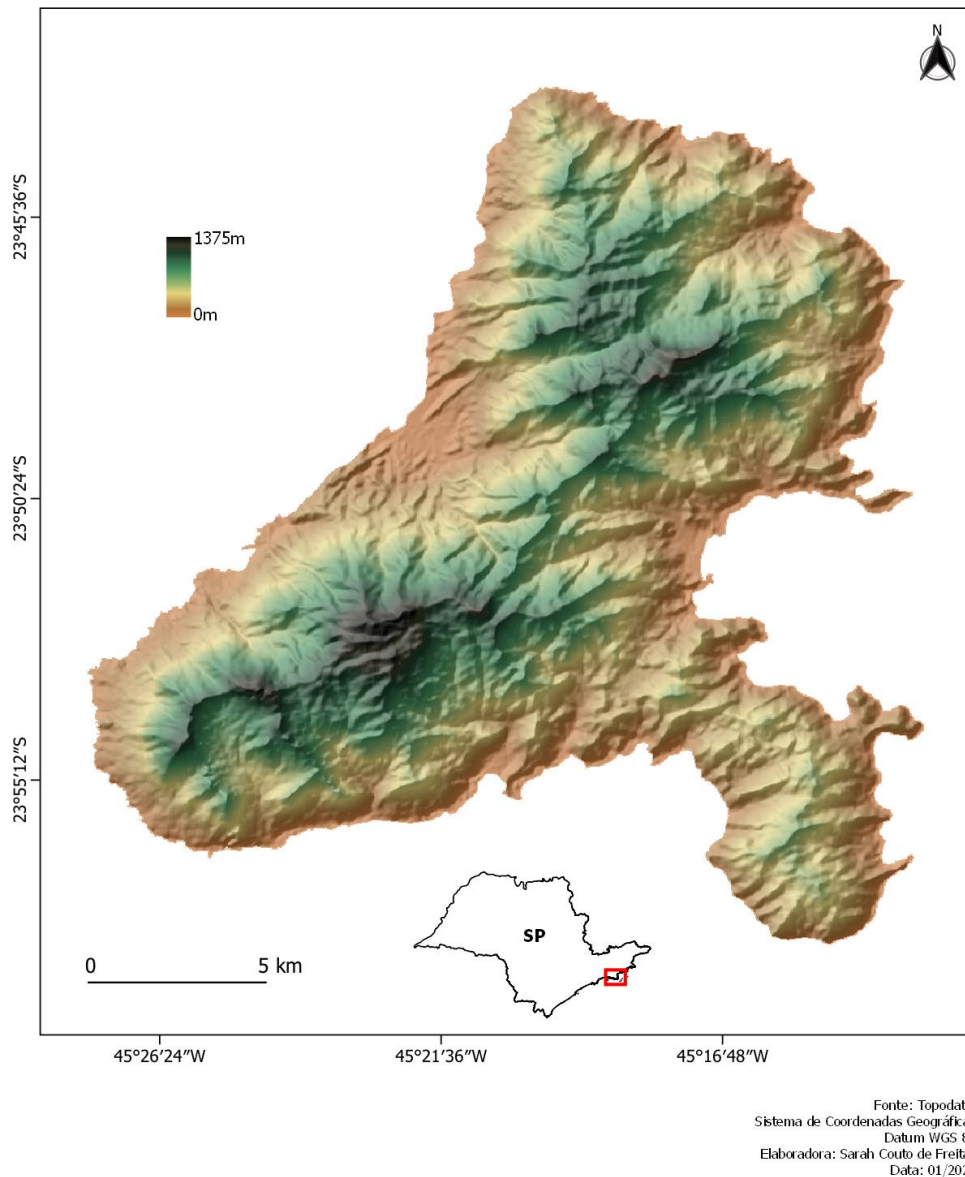
Fonte: Comitê de Bacias Hidrográficas do Litoral Norte, 2017.

O relevo dissecado e declivoso (Figura 5) é um dos “freios” para a expansão urbana, mas a cada ano tornam-se mais comuns habitações em áreas de risco nas bordas do PEIb. E esse é um aspecto importante, parte da justificativa de adaptação do PAR, pois, as formas de relevos influenciam em parâmetros de erosão, assoreamento, característica das margens e tipos de fundo etc. Sobre a geomorfologia da ilha, Furlan (2000) resume:

As ilhas rochosas do litoral sudeste brasileiro são formadas, basicamente, por rochas do Complexo Brasileiro, semelhante ao conjunto do relevo serrano. O embasamento é constituído de rochas cristalinas do pré-cambriano ou intrusivas alcalinas senonianas, como é o caso da Ilha de São Sebastião, Búzios, Vitória, Monte de Trigo, Arquipélago de Alcatrazes etc. Suguio (1978), relaciona estas rochas à superfície de erosão da primitiva Serra do Mar, após a sua origem na margem da falha de Santos até sua posição atual. Este fato é responsável pela morfologia que marca profundamente toda paisagem litorânea do sudeste brasileiro. O embasamento rochoso é bastante resistente ao intemperismo formando relevos proeminentes, com formas pontiagudas alçadas a mais de 1.000 m de altitude, como é o caso da Ilha de São Sebastião. (FURLAN, 2000, p. 98).

Essas características geram um relevo montanhoso, dissecado, que favorece a formação de ambientes exportadores de água e sedimentos, além de uma densa rede de drenagem, representada na Figura 2, com grande variedade de ambientes aquáticos (FURLAN, 2000). Também significa alta susceptibilidade a processos erosivos, com deslizamentos de rochas marcando a paisagem e matacões presentes nas margens e no leito dos riachos.

Figura 5 – Elevação da Ilha de São Sebastião – Ilhabela (SP)
 Mapa Hipsométrico da Ilha de São Sebastião,
 Ilhabela (SP)



Fonte: elaborado pela autora, 2022.

Para além da biodiversidade, no município vivem diversas comunidades caiçaras, sendo a ilha um dos únicos locais do litoral paulista onde ainda se mantém vivas as práticas tradicionais (SÃO PAULO, 2015). No lado oceânico, há comunidades com acesso mais restrito (como a do Ribeirão do Gato) e outras mais abertas e inseridas em rotas turísticas, como a de Castelhanos, mas a maior parte da população reside na área urbana. Na Baía de Castelhanos, segunda maior planície da Ilha de São Sebastião, há comunidades espalhadas pelas praias Castelhanos, Mansa, Vermelha e Figueira. A Praia de Castelhanos, área da face oceânica analisada neste trabalho e maior praia da Baía (2km), única com acesso de veículos, abriga uma

população de quase 50 famílias, divididas em 2 comunidades caiçaras: a do Canto da Lagoa e a Canto do Ribeirão do Gato (MARCONDES, 2018).

A comunidade Canto da Lagoa (81 habitantes em 2018) é que atrai maior número de turistas, pela proximidade com o estacionamento da Estrada de Castelhanos e por ser onde os barcos de agências de turismo embarcam e desembarcam, além dos bares e restaurantes se concentrarem nessa faixa da praia. É a área que apresenta maior desenvolvimento econômico, com concentração de empregos relacionados aos serviços turísticos e da pesca realizada pelos caiçaras. Importante ressaltar que os empreendimentos turísticos, a maior parte das residências de veraneio e os *campings* pertencem às pessoas vindas da área urbana da ilha ou de outras origens. A comunidade do Canto do Ribeirão do Gato (ou comunidade do Gato), com 43 habitantes em 2018, tem pouca presença de atividades turísticas, tendo apenas a pesca como atividade principal. Ainda, os anúncios de passeios turísticos para a Baía não tratam apenas das praias, e costumam citar trilhas e visitas aos rios locais e a famosa Cachoeira do Gato, que também são pontos de captação de água para consumo dos moradores (MARCONDES, 2018).

2.2 Levantamento bibliográfico, análise e interpretação de dados

O estudo de caso (procedimento detalhado na seção seguinte) passa pelas etapas: definição da área/objeto de estudo, levantamento bibliográfico, documental e coleta de dados, seleção, análise e interpretação dos dados e informações levantadas e elaboração de relatório com os resultados (VENTURA, 2007).

O levantamento bibliográfico é uma etapa indispensável no desenvolvimento de projetos, pois analisa o estado da arte do conhecimento sobre os tópicos estudados e os métodos utilizados, possibilitando a comparação de resultados para a análise do objeto de pesquisa. Conta com a análise da literatura, documentos e legislações, e são essas informações levantadas que norteiam o trabalho, além de servirem de arcabouço teórico para a escrita da dissertação.

Para a revisão bibliográfica, foi realizado um levantamento de artigos, dissertações, teses e documentos que tratam de Protocolos de Avaliação Rápida no Brasil, encontrados na base Google Acadêmico (*Scholar Google*). A plataforma *Web of Science* também foi consultada, mas não houve correspondências brasileiras significativas (Quadro 1).

Os documentos e trabalhos estrangeiros que serviram de base para as adaptações brasileiras também foram estudados, como: Barbour *et al.* (1999) e Hannaford *et al.* (1997). Para a localização dos trabalhos elencados no Quadro 1, foram prospectadas as seguintes palavras-chave: “Protocolo de Avaliação Rápida”, “Protocolo de Avaliação Rápida de rios”,

“PAR”, “*Rapid assessment protocols*”, “*RAP*”. No quadro, se encontram os trabalhos selecionados por possuírem maior similaridade com o projeto (27 no total). Alguns *papers* disponíveis nas bases de buscas foram descartados da revisão por não apresentarem contribuições significativas ao projeto.

Quadro 1 – Compilação, em ordem temporal, dos principais trabalhos brasileiros relacionados aos Protocolos de Avaliação Rápida de rios

Título	Autores	Tipo	Ano	Revista/Instituição
Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividade de ensino e pesquisa (MG-RJ)	Callisto, M.; Ferreira, W. R.; Moreno, P.; Goulart, M.; Petrucio, M.	Artigo	2002	Acta Limnologica Brasiliensia, v. 14, n. 1., 8 p.
Adequação de um protocolo de avaliação rápida de integridade ambiental para ecossistemas de rios e riachos: aspectos físicos	Minatti-Ferreira, D. M.; Beaumord, A. C.	Artigo	2006	Revista Saúde e Ambiente, v. 7, n. 1, p. 39-47
Avaliação ambiental de trechos de rios na região de Ouro Preto-MG através de um protocolo de avaliação rápida	Rodrigues, A. S. L.; Malafaia, G.; Castro, P.	Artigo	2008	Revista de estudos Ambientais, v. 10, n. 1, p. 74-83
Protocolos de avaliação rápida de rios e a inserção da sociedade no monitoramento dos recursos hídricos	Rodrigues, A. S. L.; Malafaia, G.; Castro, P.	Artigo	2008	Revista Ambiente e Água, v. 3, n. 3
Adequação de um Protocolo de Avaliação Rápida para o monitoramento e avaliação ambiental de cursos d'água inseridos em campos rupestres do bioma Cerrado	Rodrigues, A. S. L.	Dissertação	2008	Universidade Federal de Ouro Preto – Programa de Pós-Graduação em Evolução Cristal e Recursos Naturais
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	Pimenta, S. M.; Peña, A. P.; Gomes, P. S.	Artigo	2009	Sociedade & Natureza, Uberlândia, v. 21, n. 3, p. 393-412
Análise comparativa entre duas bacias hidrográficas utilizando um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats	Krupek, R. A.	Artigo	2010	Ambiência, v. 6, n. 1, p. 147-158
Diagnóstico da sub-bacia do ribeirão Mestre d'Armas por meio de dois métodos de avaliação ambiental rápida, Distrito Federal, Brasil Central	Padovesi-Fonseca, C.; Corrêa, A. C.; Leite, G. F. M.; Joveli, J. C.; Costa, L. S.; Pereira, S. T.	Artigo	2010	Ambiente & Água-Isso Interdisciplinary Journal of Applied Science, v. 5, n. 1, p. 43-56
A importância da avaliação do habitat no monitoramento da qualidade dos recursos hídricos: uma revisão	Rodrigues, A. S. L.; Malafaia, G.; Castro, P.	Artigo	2010	SaBios-Revista de Saúde e Biologia, v. 5, n. 1
Utilização de um protocolo de avaliação rápida de impacto ambiental em sistemas lóticos do Sul do Brasil	Lobo, E. A.; Voos, J. G.; Fiedler Jr., E. A.	Artigo	2011	Caderno de pesquisa, v. 23, n. 1, p. 18-32
Utilização dos protocolos de avaliação rápida de rios como instrumentos complementares na gestão de bacias hidrográficas envolvendo aspectos da geomorfologia fluvial: uma breve discussão	Rodrigues, A. S. L.; Malafaia, G.; Castro, P.	Artigo	2011	Enciclopédia Biosfera, v. 6, n. 11
Aplicação de um protocolo de avaliação rápida na caracterização da qualidade ambiental de duas microbacias do Rio Guandu, Afonso Cláudio, ES	Vargas, J. R. A.; Ferreira Jr., P. D.	Artigo	2012	Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 17, n. 1, p. 161-168
Adequação de um protocolo de avaliação rápida de rios para ser usado por estudantes do ensino fundamental	Guimarães, A.; Rodrigues, A. S. L.; Malafaia, G.	Artigo	2012	Revista Ambiente & Água, v. 7, p. 241-260
Adequação e avaliação da aplicabilidade de um Protocolo de Avaliação Rápida na bacia do rio Gualaxo do Norte, Leste-Sudeste do Quadrilátero Ferrífero, MG, Brasil	Rodrigues, A. S. L.; Malafaia, G.; Costa, A. T.; Nalini Júnior, H. A.	Artigo	2012	Revista Ambiente & Água, v. 7, n. 2, p. 231-244

Avaliação da integridade ripária da bacia do Ribeirão Pipiripau (DF/GO) utilizando o Protocolo de Avaliação Visual Rápida de rios – SVAP	Lima, A. B.	Dissertação	2013	Universidade de Brasília, Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais
Dados Ecológicos e Protocolo de Avaliação Rápida como Método de Diagnose Ambiental	Souza, C. C.; Carneiro, M. C.; Marto, V. C. O.	Artigo	2014	UNICIÊNCIAS, v. 18, n. 1, p. 67-74, J
Protocolos de avaliação rápida de rios (PAR)	de Oliveira Bizzo, M. R.; Menezes, J.; de Andrade, S.	Artigo	2014	Caderno de Estudos Geoambientais- CADEGEO, v.04, n.01, p.05-13
Aplicação de protocolo de avaliação rápida para caracterização da qualidade ambiental do manancial de captação (Rio Pequeno) do município de Linhares, ES	Oliveira, F. M.; Nunes, T. S.	Artigo	2015	Natureza On-Line, v. 13, n. 2, p. 86-91
Métodos de avaliação rápida da integridade ambiental aplicados à Bacia do Ribeirão Sozinha, Goiás	dos Santos, K. P.; Kopp, K.; de Oliveira, W. N.	Artigo	2015	Revista Brasileira de Recursos Hídricos v. 20 n. 2, Porto Alegre, p. 462 – 471
Avaliação da qualidade ambiental e do processo de eutrofização na bacia hidrográfica do Papaquara, Ilha de Santa Catarina, SC	da Silva, A. R.	Dissertação	2015	Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Programa de Pós-Graduação em Geografia
<i>Application of ecological indicators in coastal watershed under high pressure during summer period</i>	da Silva, A. R.; Fonseca, A. L.; Rodrigues, C. J.; Beltrame, A. V.	Artigo	2016	Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre, v. 21, n. 3, p. 537-548
<i>Rapid Assessment of Habitat Diversity Along the Araras Stream, Brazil</i>	Bentos, A. B.; Gallo, A. S.; Guimarães, N. F.; Souza, M. D. B.; Stolf, R.; Borges, M. T. M. R.	Artigo	2018	Floresta e Ambiente; v. 25, n. 1
Comparação entre o Índice de Qualidade da Água com um Protocolo de Avaliação Rápida em dois córregos urbanos do município de Naviraí, MS	Lemke, A. P.; Vilharva, K. N.; Suárez, Y. R.	Artigo	2018	Realização, v. 5, n. 9, p. 87-92
Adaptação de um Protocolo de Avaliação Rápida de rios e sua utilização como recurso didático em educação ambiental no ensino médio	Machado, A. P. F.	Dissertação	2019	Instituto Federal Goiano – Programa de Pós-Graduação em Conservação de Recursos Naturais do Cerrado
Avaliação do processo de eutrofização das águas superficiais, do cenário nacional ao local: estudo de caso nas bacias hidrográficas costeiras dos rios Ratoes, Itacorubi e Tavares (Ilha de Santa Catarina, Brasil)	da Silva, A. R.	Tese	2019	Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Programa de Pós-Graduação em Geografia
Distantes, mas não invisíveis: avaliação remota de rios e córregos	de Lacerda, L. E. M.; Gonçalves, I. C. B.; de Oliveira, C. P.; Miyahira, I. C	Artigo	2020	Educitec – Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico, Manaus, Brasil, v. 6
Aplicação de Protocolo de Avaliação Rápida como ferramenta robusta na qualificação ambiental em dois córregos urbanos que desaguam no Rio Paraguai	Oliveira Junior, E. S.; de Lima, T. E.; Poquiqui, A. S.; Tavares, C. C.; Machado, C. S. D.; Carvalho, C. S.; de Carvalho, L. R.; Miranda, P. R.; de Souza, C. A.	Artigo	2020	RA’EGA, Curitiba, PR, V.8, n. 2, p. 199–220

Fonte: elaborado pela autora, 2021.

Deve-se destacar que há 2 abordagens distintas para os Protocolos de Avaliação Rápida ou *Rapid Assessment Protocols*, que se trata do enfoque dado aos parâmetros: o de aspectos físicos de habitats aquáticos e sua integridade, que possui parâmetros relacionados ao que pode ser visto ou percebido nos trechos de rios, como tipo de sedimento ou odor; mas, também há PARs que utilizam organismos vivos como parâmetros, sendo necessário coleta e identificação taxonômica, geralmente de macroinvertebrados bentônicos, utilizados para indicar a qualidade ecológica da água. Portanto, durante revisão bibliográfica, é importante se atentar à qual tipo de protocolo o trabalho se refere, visto que costumeiramente são chamados pelo mesmo nome em títulos, sendo especificados no decorrer do texto da publicação.

Para complementação na argumentação, portais de notícias foram utilizados como fonte de informações, pois, reportam situações relacionadas ao tema de pesquisa em tempo real, possibilitando estabelecer uma ordem temporal das ocorrências, além de facilitar o acesso à alguns dados que são pouco divulgados.

A partir do cruzamento de informações dos aspectos hídricos, ecológicos, sociais, entre outros, foi feita discussão sobre o uso e ocupação da terra na Ilha de São Sebastião. A interpretação de imagens de satélite foi indispensável nesse processo, e a produção de mapas e figuras serviram para leitura e espacialização visual dos resultados, assim como da localização e pontos de interesse.

As imagens de satélite utilizadas são gratuitas, pertencentes ao *Bing Satélite* e disponíveis no *software QGIS Hannover 3.16*, e foram usadas para a delimitação da área de estudo e espacialização dos pontos amostrais. Também foram elaborados mapas com os cursos hídricos e a elevação da ilha, com dados do DataGEO e Topodata⁴. Outro *software* utilizado com essa finalidade foi o *Google Earth Pro*, que possibilita geração de mapas simplificados e possui imagens atualizadas na ferramenta “Imagens históricas”, de 1985 até 2022. A legenda nos mapas dessa ferramenta é em ordem alfabética, por isso em algumas figuras geradas a classificação “ótima” do PAR ficou abaixo de “boa”.

2.3 Protocolos de Avaliação Rápida de rios

Os diversos programas de monitoramento utilizam informações biológicas, químicas ou físicas para determinar a qualidade das águas. Entretanto, elas podem demandar muito tempo e

⁴ DataGEO: Sistema Ambiental Paulista. Hidrografia do estado de São Paulo – UGRHI 03. São Paulo. Disponível em: <https://datageo.ambiente.sp.gov.br/>. Acesso em: novembro de 2021.

Topodata: Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil. Relevo sombreado e declividade. São José dos Campos. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/topodata/acesso.php>. Acesso em: novembro de 2021.

recursos financeiros não disponíveis. Por isso, Protocolos de Avaliação Rápida (PARs), pelo seu caráter prático e econômico, são de grande auxílio nas pesquisas científicas e trabalhos técnicos.

Os protocolos podem ser utilizados para avaliar a “saúde” dos rios, ou seja, a estrutura e o funcionamento dos ecossistemas aquáticos, que estão interligados com os ecossistemas terrestres e, por isso, a análise da paisagem também é indispensável na aplicação de PARs. Para a elaboração de um protocolo, primeiro se estabelece valores de referência, considerando ambientes considerados não perturbados. Assim, é possível comparar o nível de estresse dos locais perturbados, e então, determinar pontuações que indicam as alterações do ambiente (RODRIGUES; CASTRO, 2008).

O artigo de Callisto *et al.* (2002) é uma das referências principais na aplicação de PARs, pelo pioneirismo no Brasil de adaptação de protocolos estrangeiros, com base na Agência Ambiental dos Estados Unidos da América (EPA), 1987, e em Hannaford *et al.* (1997). Os autores avaliaram parâmetros ambientais e antrópicos, pontuando as condições da área de estudo, como, por exemplo: aspectos dos habitats, a presença ou ausência de resíduos sólidos e o tipo de sedimentos no leito do rio. O resultado final da soma dos parâmetros definidos reflete as condições ambientais, auxiliando nas diretrizes a serem tomadas. Além de Callisto *et al.* (2002), outros autores-referência no Brasil são: Minatti-Ferreira e Beaumord (2006) e Rodrigues e Castro (2008).

A execução do protocolo consiste em tabular os parâmetros pré-definidos com base nas características da área de estudo e atribuir valores, usando o valor referência para definir quais números significam qualidade boa ou alterada, exemplo: pontuação 4 para pontos amostrais “naturais”⁵, 2 para alterados e 0 para os severamente alterados (CALLISTO *et al.*, 2002). Após preenchimento do formulário *in loco*, as pontuações são somadas e o resultado indica a situação em que se encontra o ambiente.

Para este projeto, definiu-se a aplicação-teste de 2 protocolos clássicos, Callisto *et al.*, (2002) e Rodrigues (2008), que embasaram a proposta de adaptação. Callisto *et al.* (2002) consiste em 2 quadros, totalizando 22 parâmetros, sendo o primeiro com 3 classes e o segundo com 4 classes (Anexo A). Rodrigues (2008) possui menos parâmetros, sendo 10 para trechos de alto curso e 11 para baixo curso, com 4 classes (Anexo B).

⁵ O conceito de natural aqui não intenciona remeter a características pristinas, de natureza intocada. Ao tratar do PAR de Callisto *et al.* (2002), essa é a nomenclatura dada a uma das classes do protocolo para designar trechos com mínima alteração/impactos, por isso a reprodução da palavra. Para o PAR adaptado, esse termo foi atualizado para “condição de referência”.

Foram elencados esses 2 protocolos para comparação e testagem do mais adequado. Após primeiro trabalho de campo exploratório, o modelo de Callisto *et al.* (2002) foi definido como modelo para os parâmetros e pontuações, por serem mais similares às características biofísicas da área de estudo, pois, também foi adaptado para um recorte de Mata Atlântica. Além disso, estabelece pontuações fixas para cada classe, significando menos chances de interpretações muito discrepantes entre diferentes aplicadores. Rodrigues (2008) utiliza um gradiente de pontuação, o que dá margem para maior subjetividade, além de seus parâmetros terem sido adaptados para os campos rupestres com condições distintas da ilha.

Na elaboração do projeto, foram programados 3 trabalhos de campo, sendo que o primeiro teve objetivo exploratório e de aplicação-teste dos PARs-referência para posterior adaptação, o segundo serviu para observar trechos em condição de referência, necessários para estabelecer um gradiente de condições ambientais que embasou a adaptação, e o terceiro foi para a aplicação do PAR adaptado. Cada um dos trabalhos de campo possui uma seção detalhada no desenvolvimento da dissertação.

A aplicação-teste ocorreu de 11 a 16 de setembro de 2021, em 12 pontos amostrais, sendo que a primeira aplicação foi em um trecho em condição de referência, no PEIb, para servir de parâmetro na aplicação dos pontos seguintes. Os outros 11 pontos foram: 5 pontos na Baía de Castelhanos, sendo que 3 estão na comunidade do Canto da Lagoa e 2 na Comunidade do Ribeirão do Gato – na unidade climática denominada Leste por Milanesi (2016) – e 7 pontos na área urbana (4 ao sul da área urbana, 1 no centro e 2 ao norte). Os pontos da área urbana foram escolhidos seguindo os pontos de coleta do IQA_{SOSMA}, aplicado pelo Instituto Ilhabela Sustentável (IIS) em 10 pontos amostrais urbanos. Dos 10, em 3 pontos não foi aplicado o PAR devido a dificuldades de locomoção durante o trabalho de campo. Os 12 pontos foram considerados suficientes para uma primeira leitura e preparação para a adaptação. O PAR foi aplicado apenas por mim em todos os trechos.

Considerando que os estudos e diagnósticos ecológicos devem ter início na observação de locais ditos não perturbados para definição do gradiente de condições ambientais (LIGEIRO *et al.*, 2012), o segundo trabalho de campo foi realizado de 16 a 18 de março de 2022, com observação de 8 trechos em condição de referência na Baía de Castelhanos, e 1 trecho no interior do PEIb. Não foi possível incluir mais trechos na amostragem devido à dificuldade de acesso em meio a mata fechada concomitante com chuvas torrenciais.

No terceiro trabalho de campo ocorreu a aplicação e testagem do PAR adaptado, de 11 a 18 de abril de 2022, com 38 trechos avaliados, sendo 3 no interior do PEIb, 8 na Baía de

Castelhanos e 27 na área urbana (9 no setor sul, 11 no central e 7 no norte). O PAR foi aplicado por 2 avaliadores, uma com prévia familiaridade com protocolos e outro sem.

SEÇÃO III – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Estudo de caso

O estudo de caso é um procedimento técnico e método de pesquisa, uma investigação empírica, que objetiva investigar um fenômeno contemporâneo contextualizando-o no mundo real (FANTINATO, 2015; YIN, 2015). Para que um projeto seja classificado como estudo de caso, é necessário que ele trate de um tema com aspectos únicos, no qual sua investigação proporcionará descobertas sobre determinado tema. As perguntas principais são caracterizadas pelas palavras “como?” e “por quê?”, no intuito de aprofundar os conhecimentos acerca da temática escolhida (MARTINS, 2008; YIN, op. cit.).

A situação dos rios em Ilhabela (SP) é única, considerando o contexto de insularidade e as dinâmicas antrópicas em uma ilha com mais de 80% de sua área conservada por uma Unidade de Conservação (UC). Além disso, a existência de comunidades caiçaras é um fator a mais na dinâmica de uso e ocupação da terra. No entanto, o trabalho foca em responder “como está a situação dos aspectos biofísicos de trechos de rios em Ilhabela (SP)?” através dos PARs e da análise da paisagem. Os porquês são apenas pincelados, visto que suas respostas demandam a compreensão e explanação de sistemas complexos e análises mais aprofundadas.

Após esse ponto de partida, que é a definição da área ou objeto de estudo (VENTURA, 2007), inicia-se uma rigorosa revisão bibliográfica, que embasa a definição dos objetivos e proporciona um aprofundamento da situação, com significativa quantidade de dados e informações levantadas. Por esse aspecto, o estudo de caso pode ser considerado uma estratégia metodológica, que visa o entendimento mais complexo ou holístico de uma situação por meio de distinções, correlações e comparações (GOMES, 2008).

Considerando que uma parte do projeto é a testagem de protocolos, com uma posterior adaptação que necessita de trabalhos de campo exploratórios, pode-se considerar que se trata de um estudo de caso exploratório, mas também com aspectos descritivos. O exploratório permite ao pesquisador elencar elementos que possibilitem generalização, enquanto o descritivo consiste na descrição de fenômenos identificados e, para realizar ambos os tipos de estudos de caso, podem ser utilizados métodos qualitativos e/ou quantitativos (YIN, 2016; GOMES, op. cit.).

Ao optar por um estudo de caso, deve haver a preocupação com a contextualização, ao momento atual e problemáticas gerais, situando o estudo em discussões acadêmicas mais amplas, para que os resultados possam servir a outros que não somente os que participaram

diretamente da pesquisa ou estão relacionados a ela (ALVES-MAZZOTTI, 2006). Para evitar essa restrição, um levantamento documental (primeira etapa do estudo) que abrange um número considerável de dados, informações e literatura acerca das temáticas escolhidas é imprescindível (GOMES, 2008). Posteriormente, ocorre a análise e interpretação das informações, assim como comparações que dão complexidade ao estudo, resultando na elaboração de relatórios que cobrem diversos aspectos da área e objeto de estudo (VENTURA, 2007).

3.2 Paisagem: ponto de partida para a avaliação da “saúde” dos rios

Este projeto tem como base da fundamentação um dos conceitos-chave da Geografia, a Paisagem, que deve servir como ponto de partida nos estudos geográficos e ser incorporada nos instrumentos e ferramentas do planejamento, gerenciamento e monitoramento ambiental. A paisagem é tudo aquilo que pode ser visto, como uma fotografia do ambiente (SANTOS, 1997). Entende-se que a paisagem é a representação de um espaço ou território, assim como dos aspectos culturais e sociais ali existentes, considerando também suas interrelações (MATEO RODRIGUES; DA SILVA, 2007):

El paisaje se encuentra en la interfase entre la Naturaleza y la Sociedad (PASSOS, 2000). Es un constructo ecológico, psicológico y social (VERAS, 1995). El paisaje es natural, por cuanto está formado por todos los componentes naturales, es antropogénico, por cuanto implica la modificación de los objetos naturales por objetos artificiales, técnicos o humanizados; pero también es social y cultural, porque es el asiento de los grupos sociales y es el resultado de la manera en que los seres humanos lo perciben y lo valoran, lo usan, lo cambian para adaptarse a ellos, y adaptarlos a los valores y necesidades humanas, con vistas a que puedan cumplir determinadas funciones sociales. El paisaje es la traducción concreta de un geosistema, de un ecosistema humano y de un espacio geográfico. Es un complejo que engloba todo lo que vemos, y que tiene la función de ser la traducción visual de las relaciones y las combinaciones que operan en el mundo real. (MATEO RODRIGUEZ; DA SILVA, 2007, pág. 91)

A partir dessa visão integradora, o projeto buscou compreender as dinâmicas naturais e antrópicas do visível na área urbana e em duas comunidades tradicionais caiçaras de Ilhabela (Comunidade de Canto da Lagoa e Comunidade do Ribeirão do Gato), por meio de observação de campo, levantamento bibliográfico e documental, focando nos rios da ilha.

Os programas de monitoramento de cursos hídricos brasileiros, que tratam da água e da qualidade ambiental dos rios, tendem a se restringir à índices ou indicadores físicos e químicos ou bacteriológicos para definir a qualidade da água, entretanto, ao não considerar a paisagem e seus contextos físicos em suas análises, não são capazes de interpretar a situação como um todo e os sistemas indissociáveis, resultando em medidas paliativas que dificilmente resolverão a

raiz do problema (RODRIGUES; CASTRO, 2008). Ainda, o país tem um histórico de ações imediatistas, seja de viés econômico ou protecionista, mantendo a predileção por medidas de efeito provisório (VILANI, 2021; CÂMARA, 2013; DA CAMARA; DE SOUZA, 2009), ignorando as dinâmicas paisagísticas, e, conseqüentemente, tendo que lidar com as mesmas problemáticas repetidamente, vide os incontáveis casos de ineficácia na drenagem urbana, em parte devido à setorização dos usos da água, não tratando do sistema como um todo (TEBALDI *et al.*, 2018; TUCCI, 2012).

Essas abordagens reduzidas a poucos aspectos acabam dificultando o pleno desenvolvimento dos objetivos do planejamento ambiental e seus instrumentos, como os Planos Diretores, Planos de Manejo e Planos de Bacias Hidrográficas. O planejamento ambiental, da forma como conhecemos, surgiu da necessidade de frear os intensos impactos industriais de grandes empreendimentos e do crescente quantitativo de população urbana no séc. XX, que causaram preocupação em relação ao que restaria para as gerações futuras (SANTOS, 2004). É indispensável, servindo para projetar e indicar diretrizes a curto, médio e longo prazo, sendo base para as tomadas de decisão e o gerenciamento.

O planejamento, por seu caráter interdisciplinar, possui algumas variações em sua definição, mediante o enfoque dado. A palavra em si, o ato de planejar, é um processo que auxilia em todos os aspectos da sociedade humana, presente desde os primeiros agrupamentos humanos, especialmente pela maior necessidade de se preocupar com a provisão de alimentos. Neste trabalho, trata-se do conceito de planejamento ambiental, que agregou algumas definições mais específicas conforme as discussões acerca do meio ambiente passaram a ser mais frequentes a partir da década de 1970, porém, considera-se que não haja uma definição precisa, visto a pluralidade de interpretações do termo “ambiental” (SANTOS, 2004).

A autora Rozely dos Santos (2004), em seu livro “Planejamento Ambiental: teoria e prática”, clássica referência e base de apoio para os planejadores e gestores no Brasil, aponta vários aspectos que caracterizam esse processo:

O planejamento ambiental fundamenta-se na interação e integração dos sistemas que compõem o ambiente. Tem o papel de estabelecer as relações entre os sistemas ecológicos e os processos da sociedade, das necessidades socioculturais a atividades e interesses econômicos, a fim de manter a máxima integridade possível dos seus elementos componentes. O planejador que trabalha sob esse prisma, de forma geral, tem uma visão sistêmica e holística, mas tende primeiro a compartimentar o espaço, para depois integrá-lo. (SANTOS, 2004, p. 28)

É esse processo que auxilia na elaboração de diretrizes para o gerenciamento e gestão ambiental, por meio de diagnósticos e proposições, e, apesar de ser materializado em documentos específicos, deve ocorrer de forma contínua, incorporando as mudanças da

realidade e prioridades conforme o tempo. O objetivo é aprimorar o uso dos recursos naturais e sua conservação, entretanto, a distância entre a construção teórica e a aplicação do planejamento é grande no Brasil, devido a diversos entraves, entre eles as divergências metodológicas (SANTOS, 2004), mas, principalmente, à má distribuição de recursos financeiros e humanos para investimentos nos órgãos ambientais.

Nota-se, por essa explicação, que a paisagem e o planejamento ambiental estão intrinsecamente ligados, visam uma abordagem sistêmica e, os métodos que abordam a paisagem são indispensáveis para embasar o planejamento. O processo de planejamento ambiental possui muitas fases, e deve ser constantemente atualizado, sendo as suas principais fases: definição de objetivos, inventário, diagnóstico, prognóstico, tomada de decisão e formulação de diretrizes (SANTOS, 2004). Dessas fases, destacam-se as etapas: análise integrada, presente no diagnóstico, e as propostas de monitoramento, presente na formulação de diretrizes.

São etapas em fases distintas, mas fundamentais. A primeira para dar sustentação às fases seguintes, e a segunda devendo ocorrer para acompanhamento e manutenção da situação a ser trabalhada, independente da escala. Em ambos os casos, há inúmeros métodos para qualificação e quantificação ambiental, mas, no cenário brasileiro atual, busca-se priorizar aqueles que são acessíveis e passíveis de realização, visto que o país enfrenta há alguns anos uma onda de ideias e medidas neoliberais, que priorizam o lucro e desvalorizam a conservação dos recursos naturais, resultando em cortes de verbas e sucateamento do setor ambiental (GUSMÃO; PAVÃO, 2020).

Esse aspecto político-econômico-ambiental é constante motivo de protestos no país, visto que sem verbas não é possível cumprir os objetivos, e o setor político e econômico brasileiro tende a seguir um viés desenvolvimentista clássico, focando em lucros imediatistas para uma pequena parcela da sociedade, sem visão de longo prazo e a perspectiva de que o desenvolvimento econômico pode e deve andar alinhado à conservação, sem causar prejuízos financeiros e para o meio ambiente (CARDOSO JR., 2019; GUSMÃO; PAVÃO, op. cit.).

A paisagem e seus processos não devem – mas costumam – ser excluídos na leitura e diagnóstico, que farão parte dos diferentes instrumentos do planejamento ambiental (Planos Diretores, Planos de Manejo, Planos de Bacias Hidrográficas etc.). Sem um diagnóstico acurado e proposições realistas, o planejamento perde seu caráter de embasar decisões sobre o futuro. Assim, as etapas da gestão ambiental, que são interligadas, também perdem eficácia.

O diagnóstico é uma das bases do processo, sendo fundamental o levantamento e utilização de dados dos mais variados aspectos da paisagem. O monitoramento é uma das etapas

finais, pois é a partir dele que é possível registrar e avaliar a eficácia⁶ das ações e a necessidade de ajustes e melhorias. No Brasil, o monitoramento também é indispensável para denúncias de atentados contínuos ao meio ambiente.

Para essas etapas, são utilizadas ferramentas, que são técnicas com diferentes métodos e objetivos, se utilizam de indicadores temáticos (como os ambientais) e proporcionam resultados qualitativos e/ou quantitativos para o diagnóstico e monitoramento. Assim, as ferramentas orientam a gestão ambiental (SANTOS; FERREIRA, 2011).

Diante dessas reflexões e da necessidade de modelar cenários futuros considerando que o planejamento é justamente isso, esta pesquisa busca contribuir nas estratégias de planejamento a partir do olhar qualitativo de rios e córregos, especialmente considerando o cenário brasileiro, que dificulta um monitoramento quantitativo e serial. Também, reforçar a necessidade de que parâmetros dos aspectos biofísicos e visíveis nos trechos de rios e seus entornos devem ser incorporados em planos de recuperação de corpos hídricos, principalmente os urbanos que ainda estão passíveis de melhorias.

A busca da qualidade de vida e ambiental é por um equilíbrio regulado, com ciência das paisagens artificiais, mas que ainda possibilitam a ocorrência das dinâmicas naturais, mantendo e garantindo os serviços ecossistêmicos da paisagem, que são os processos físicos, químicos e biológicos que asseguram o ciclo hidrológico, as estruturas geológicas e florestais etc. (FIGUEIRÓ, 2021).

Nessa busca, apesar do Brasil ser reconhecido por suas extensas áreas ainda conservadas e pela complexidade de sua legislação ambiental, há muitas lacunas na gestão, acentuadas pela falta de uma distribuição justa de recursos, mas, também, porque a gestão ambiental brasileira historicamente é interligada às determinantes do contexto das políticas de governo, que mudam conforme ideologias vigentes. Assim, o planejamento ambiental enfrenta muita dificuldade em ser aplicado, e, nisso, toda a cadeia apresentada na Figura 3 é prejudicada, pondo em risco a manutenção dos serviços ecossistêmicos da paisagem que, mesmo com intensa atividade antrópica, não podem ser levados ao limite, pois refletem na qualidade ambiental, de vida e na existência humana.

Outro ponto a se destacar é que, a área de estudo encontra-se no litoral norte do estado de São Paulo, ou seja, para além da paisagem, é uma paisagem costeira, que possui dinâmicas distintas de outras regiões, principalmente estando no estado com o maior fluxo social e econômico do país. Mesmo que o projeto trate de rios e córregos de água doce, da paisagem

⁶ Eficácia [significado]: qualidade daquilo que alcança os resultados planejados; característica do que produz os efeitos esperados, do que é eficaz (Dicionário Online de Português, dicio.com.br).

fluvial, estar em zona costeira significa estar em espaços muito mais vulneráveis às mudanças naturais e antrópicas, acentuadas pelas mudanças climáticas e, ainda, por se tratar de um ambiente insular (LA O OSORIO; SALINAS CHÁVEZ, 2012).

A insularidade de Ilhabela significa o predomínio de paisagens costeiras, e, também, a forte influência marinha nos componentes naturais da ilha, sendo o isolamento responsável por ambientes aquáticos e terrestres únicos (SALINAS CHÁVEZ, 2018; FURLAN, 2000). Essas particularidades também refletem na sensibilidade da paisagem às modificações, e, com grande procura por sua beleza cênica, Ilhabela lida com pressões da expansão imobiliária e tentativas de uma parcela do setor turístico em adentrar áreas ainda não perturbadas do PEIb. A conservação dessas áreas é fundamental, e não interfere na dinâmica equilibrada entre natureza e sociedade, visto que as comunidades tradicionais ali presentes conseguem viver e produzir sem a degradação dos sistemas naturais.

O que deve ser freado são os usos que visam apenas os objetivos do mercado financeiro e acumulação de capital, com medidas que os impossibilite de aumentarem sua área de interferência para o pouco que resta de Mata Atlântica conservada, e que, mesmo pouca, consegue prover abundante abastecimento hídrico e alimentício para a região mais populosa do país, graças a sua estrutura florestal milenar e a proteção garantida por algumas áreas protegidas. Assim, considerando que as pressões em ambientes costeiros, e insulares, tendem a ser cada vez mais intensas (MACIEL; LIMA, 2011), a paisagem deve ser o ponto de partida da análise territorial e ambiental, também necessitando ser incorporada em parâmetros de diagnóstico e monitoramento brasileiros, especialmente em relação aos cursos hídricos.

3.3 O monitoramento e os Protocolos de Avaliação Rápida: histórico e relevância

O monitoramento ambiental brasileiro é previsto na Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA), regulamentada pela Lei Federal nº6.938/1981, sob o Artigo 2º, inciso VII, que cita o “acompanhamento do estado da qualidade ambiental”, como parte do objetivo de melhoria e recuperação do meio ambiente. É considerado uma ferramenta indispensável à gestão ambiental, sendo um processo de coleta de dados, estudo e acompanhamento sistemático de uma determinada área ou objeto, a fim de identificar e avaliar, qualitativa ou quantitativamente, as condições de um ambiente (RAMOS; LUCHIARI JR., 2021; MMA, 2021).

Contextualizando historicamente, a preocupação com as questões ambientais, em escala mundial, passou a acontecer após grandes tragédias provocadas por poluições do ar e água,

acidentes atômicos, além de uma nova percepção, a partir da década de 1960 nos Estados Unidos da América (EUA), de que a população urbana precisava de refúgios, “paraísos”, para descansar do caos urbano, buscando áreas que ainda não tinham sido deterioradas para servir às indústrias, plantações ou expansão territorial (VIOLA, 1987; FRANCO; SCHITTINI; BRAZ, 2015). Voltando um pouco mais no tempo, essas tragédias e necessidade de escape da área urbana são decorrentes das profundas mudanças estruturais provocadas a partir da Revolução Industrial (ocorrida entre os séculos XVIII – XIX), que mudaram a forma do sistema produtivo mundial e a relação do ser humano com o meio ambiente (SILVA; QUEIROZ CRISPIM, 2011).

Com centros urbanos abarrotados de indústrias e seus trabalhadores, sem normas ou tecnologias desenvolvidas para utilização e descarte dos materiais utilizados e dos resíduos gasosos, líquidos e sólidos gerados, ocorreu acúmulo de poluentes nos rios, mares, solos e na atmosfera. Séculos desse acúmulo resultou em tragédias ambientais, como: morte de 60 pessoas no Vale do Meuse (Bélgica, 1930) por poluição atmosférica; mais de 4 mil mortes provocadas pela “Névoa Matadora” em Londres (1952), devido à péssima qualidade do ar; contaminação da água por metais pesados na Baía de Minamata (Japão, 1956 – 1974), com dezenas de mortes registradas oficialmente e quase 3 mil casos em investigação à época (HOGAN, 2007).

A partir desses acontecimentos, governos do Japão, EUA, Canadá e países da Europa Ocidental foram pressionados a aprovar leis de controle da qualidade ambiental, propiciando o surgimento de agências de monitoramento, regulação e avaliação do meio ambiente. No Brasil, o debate teve início a partir da cobrança de movimentos ambientalistas, sendo que a poluição atmosférica foi um dos principais problemas a instigar melhorias na legislação e monitoramento ambiental. Em 1968, essa movimentação resultou na participação brasileira em uma conferência internacional da Unesco (*United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*), evento pioneiro em tratar da utilização racional e conservação dos recursos naturais a nível mundial (POTT; ESTRELA, 2017). Nesse mesmo ano, foi criada a Cetesb, primeira agência ambiental brasileira, inicialmente focada na poluição do ar, e com o tempo tornou-se responsável pelo controle, fiscalização, monitoramento e licenciamento de atividades geradoras de poluição relacionadas a qualidade das águas, do ar e do solo no estado de São Paulo.

Passado um ano, em 1969 os EUA lançaram a Lei da Política Ambiental, que, entre as inovações, provocou um marco ambiental com a Avaliação de Impacto Ambiental (AIA), instrumento criado para identificar, previamente, os impactos gerados no ambiente pela execução de projetos, passível de reprovação. No Brasil, a AIA foi incorporada nacionalmente

no lançamento da Política Nacional de Meio Ambiente em 1981 (Lei Federal nº6.938/1981), como Estudo de Impacto Ambiental (EIA), acompanhada do Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), apesar de existirem legislações em alguns estados, como no estado de São Paulo (SP), visto que a Cetesb utilizava o modelo da agência ambiental estadunidense e o estado de SP exigia esses estudos.

Foi após a Conferência das Nações Unidas em Estocolmo, em 1972, que o tema de fato passou por uma guinada, aumentando a participação popular nas discussões e influenciando novas diretrizes nacionais. Em 1973, no Brasil, foi criada a Secretaria Especial do Meio Ambiente (SEMA), pelo Decreto nº73.030/1973, que, apesar de não possuir poder de fiscalização, propunha discutir a questão ambiental com a população, atuando na educação ambiental, e intermediou a posterior criação da PNMA (Lei Federal nº 6.93 de 1981). Em 1978, foi criado o Comitê Especial de Estudos Integrados de Bacias Hidrográficas (CEEIBH), refletindo a preocupação com a qualidade da água no Brasil, reforçada após casos de contaminação da água nos EUA, nesse mesmo ano. Dez anos depois, em 1988, a Constituição Federal Brasileira foi alterada (Constituição de 1988), representando o fim da ditadura militar no país e ficando conhecida como “Constituição Cidadã” pelo reconhecimento de direitos fundamentais, abrangendo também as discussões ecológicas e estabelecendo o direito de todos a um meio ambiente equilibrado e o dever do Poder Público preservá-lo para gerações presentes e futuras (DIAS, 2017; POTT; ESTRELA, op. cit.).

Com o PNMA, a questão ambiental no Brasil ganhou novos avanços, e a realização da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (CNUMAD), ou Rio-92, reanimou as discussões para as próximas décadas. Entretanto, com a entrada do século XX as discussões diminuíram o ritmo, e a realização da Rio+10 (CNUMAD) não acarretou transformações significativas (DINIZ, 2002; POTT; ESTRELA, op. cit.). De todo modo, esse processo de construção das políticas ambientais no Brasil levou décadas, sempre instigado por cobranças de grupos ambientalistas e sociedade civil organizada, cientes da necessidade de conservação, monitoramento e recuperação ambiental, com o ideal de garantir recursos naturais e bem-estar social para as gerações futuras. E sempre com múltiplas contestações organizadas e associadas à exploração econômica do território.

Em relação à água, o Distrito Federal foi pioneiro em programas de monitoramento da potabilidade, após a criação, na década de 1920, do Departamento Nacional de Saúde Pública (DNSP), instituído pelo Decreto-Lei nº3.987. Entretanto, foi com a promulgação do Código Nacional de Saúde, por meio do Decreto nº49.974/1961, que a preocupação com o saneamento

e proteção ambiental passou a ser notada e aplicada em outros estados, alinhados à explosão das discussões mundiais citadas acima (FORMAGGIA, 2007).

Inicialmente, o monitoramento da qualidade da água se restringia ao consumo humano, sendo de competência do Ministério da Saúde realizar o controle para o abastecimento público. Na década de 1980, o estado de São Paulo, que até então realizava apenas checagens isoladas da potabilidade, passou, com a criação da Divisão de Ações sobre o Meio Ambiente (SAMA) do Centro de Vigilância Sanitária da Secretaria de Estado da Saúde (SES), a um monitoramento mais sistematizado, com o Programa Estadual de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano, o Proágua (FORMAGGIA, 2007). Nesse meio tempo, a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) adaptava e elaborava protocolos e índices para a classificação da qualidade hídrica, como é o caso do IQA_{CETESB}, baseados nos modelos estadunidenses da *Environmental Protection Agency (US EPA)*, sendo pioneira no monitoramento ambiental no Brasil.

Ainda, voltando algumas décadas, o Decreto nº 24.643/1934, que aprovou o Código de Águas Brasileiro, tratava superficialmente do tema, porém, era voltado para a gestão da água visando a geração de energia hidroelétrica. Mesmo assim, é considerado uma abertura para o estabelecimento, décadas depois, da PNRH (Lei das Águas, nº9.433, em 1997). Entre o Código das Águas e a Lei das Águas, está a Constituição Federal de 1988, que permitiu aos estados criarem seus próprios sistemas de gestão das águas. Em 1991, São Paulo instituiu a Política Estadual de Recursos Hídricos e o Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos por meio da Lei Estadual nº7.663/91 e, com a Lei das Águas de 1997, inspirada no modelo francês de gestão hídrica, o Brasil passou a ter, ao menos no papel, um sistema visando a gestão unificada das bacias hidrográficas (CETESB, s. d.).

Esse novo modelo de gestão das bacias hidrográficas, estruturado em 1964 com a participação da sociedade civil na gestão das águas, delimitou áreas para o gerenciamento conforme as bacias hidrográficas e, para cada uma dessas áreas, foram implementados um Comitê e uma Agência financiadora. Além disso, posteriormente houve a descentralização do sistema e o estabelecimento de planos diretores para o planejamento das bacias (JACOBI; FRACALANZA, 2005). Seguindo essas diretrizes, o Brasil passou a lidar com negociações entre os diversos níveis do governo, os usuários da água e a sociedade civil, buscando conciliar as demandas para os diferentes tipos de uso com a conservação dos recursos hídricos, porém, como Ross e Del Prette (1998) afirmaram, e continua bem atual, a história das políticas ambientais no país demonstra que sempre houve uma discrepância entre as políticas e modelos estabelecidos e a realidade.

De qualquer forma, o surgimento de Comitês de Bacias Hidrográficas (CBHs) foi um avanço na gestão dessas unidades territoriais indispensáveis ao planejamento ambiental. Com a Lei das Águas (1997), surgiram as Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHs), que reforçaram a descentralização do novo modelo, sendo os comitês seus órgãos consultivos ou deliberativos, integrando representantes do governo, usuários da água e sociedade civil no processo de tomada de decisões sobre o gerenciamento da bacia em questão, atuando na resolução de conflitos (JACOBI; FRACALANZA, 2005). Ainda, para a realização de programas de educação ambiental, os estados contam com o Fundo Estadual de Recursos Hídricos, no qual propostas podem ser feitas por meios dos CBHs para serem financiadas, com o objetivo de promover a proteção dos cursos de água.

Com esse breve histórico da construção do monitoramento das águas e da qualidade ambiental, da forma como conhecemos hoje, são abordadas abaixo as características desse monitoramento, no sentido metodológico, tratando dos métodos escolhidos e da necessidade de incorporação de novas abordagens, a fim de dar continuidade à busca por melhorias ambientais, iniciada no século XX.

Para a realização do monitoramento, são necessários métodos distintos, conforme o objetivo do estudo, que se complementam para resultar em uma análise integrada, que subsidiará as tomadas de decisão. Considerando que as dinâmicas naturais e as ações antrópicas estão em constante transformação, além das diferenças entre as áreas de estudo, as metodologias de monitoramento precisam ser atualizadas, complementadas ou substituídas. Além disso, anterior ao monitoramento, há o diagnóstico ou caracterização do objeto e problemática, que também se utilizam de metodologias de qualificação ou quantificação para determinar o estado ambiental.

As metodologias desenvolvidas cobrem extenso espectro de situações, com o frequente surgimento de novas. Podem utilizar indicadores biológicos, físicos, químicos, sociais, culturais etc. De acordo com Siche *et al.* (2007, p. 139), os indicadores são “ferramentas que permitem a obtenção de informações sobre uma dada realidade”, podendo ser um dado individual ou aglomerado de informações, simples de entender e que traduza o estado da situação estudada. Também, há os índices, que são considerados mais complexos por terem indicadores em suas variáveis, revelando o estado de um sistema ou fenômeno (SICHE *et al.*, 2007; VADAS *et al.*, 2022).

No contexto hídrico, os índices e indicadores mais disseminados são os físicos e químicos da água, que traduzem suas características, como a cor, turbidez, temperatura e odor para físicos, e salinidade, alcalinidade, coliformes termotolerantes e nitrogênio para os

químicos. Entretanto, os parâmetros físicos e químicos isolados costumam subestimar a realidade dos cursos hídricos ao serem analisados separadamente (RODRIGUES; CASTRO, 2008). Há índices que reúnem alguns desses parâmetros, como é o caso do Índice de Qualidade das Águas (IQA), um dos mais conhecidos, e o mais utilizado no Brasil pelos órgãos de controle municipais, estaduais e federais (ANA, 2021). Os relatórios oficiais de qualidade das águas dos estados e municípios brasileiros costumam ser feitos com o IQA_{CETESB} (mas pode haver adaptações regionais por outras instituições) e, em alguns casos, acrescentando algumas informações de uso e ocupação da terra.

O IQA visa apenas avaliar a qualidade bruta da água, para abastecimento público após seu tratamento, e, mesmo para esse fim, apresenta limitações, por não considerar, por exemplo, substâncias tóxicas ou protozoários patogênicos. Foi criado em 1970, nos Estados Unidos (EUA), pela *National Sanitation Foundation*, e posteriormente adaptado ao Brasil pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) em 1975, sendo amplamente disseminado no país, e escolhido oficialmente para o monitoramento da água (ANA, s. d.). O IQA_{CETESB} é composto por 9 parâmetros, sendo: oxigênio dissolvido, coliformes termotolerantes, Ph, DBO, temperatura, nitrogênio, fósforo, turbidez e resíduo total, ou seja, é um índice exclusivamente de parâmetros físicos e químicos da água.

Além das limitações citadas, pode-se complementar o fato de a amostragem do IQA ser muito pontual, no sentido de registrar a situação momentânea do ambiente aquático, isto é, caso seja despejado esgoto naquele ponto dias antes da coleta logo em seguida chova, os dejetos serão dissolvidos na água, gerando um resultado mascarado da realidade (CHALAR, 1994). Enquanto isso, os organismos aquáticos que estiverem nesse mesmo ambiente, ao terem contato com os dejetos, sofrerão alterações em suas dinâmicas por um longo tempo, devido ao tempo de vida dos indivíduos, repercutindo na distribuição das populações (HANNAFORD *et al.*, 1997).

Por isso, índices biológicos que utilizam organismos e comunidades sensíveis ou tolerantes à poluição devem ser levados em conta no monitoramento, gerando uma análise da qualidade ecológica da água, e não apenas para abastecimento público. Infelizmente, esse cenário parece distante no país, que possui dificuldades em manter o monitoramento físico e químico, com poucos pontos amostrais, e passou por anos de enfraquecimento financeiro e estrutural, principalmente referente às questões ambientais.

É urgente a incorporação de uma perspectiva ecológica para o diagnóstico e monitoramento, seguindo o preceito de que todos os elementos interagem e se complementam. A insuficiência dessa perspectiva nas análises resulta em diagnósticos fragmentados,

monitoramento com falhas e, conseqüentemente, influenciam em diretrizes e medidas mais distantes da resolução na raiz dos problemas.

Deve-se buscar trabalhar com a qualidade ecológica das águas, a fim de compreender melhor os processos em interação e seus estados, interligando dados físicos, químicos, biológicos e qualitativos. Muitas das instituições responsáveis pelo monitoramento não têm sua importância valorizada o suficiente, culminando na falta de recursos financeiros, portanto, levantar todos esses dados torna-se impraticável. Universidades costumam produzir muitos trabalhos em áreas específicas utilizando diferentes metodologias, nos quais os resultados podem ser utilizados para produção de relatórios, complementando o monitoramento de órgãos oficiais.

Dos 4 tipos de dados citados, os qualitativos costumam ser os menos utilizados pelas instituições brasileiras, mas são capazes de avaliar a integridade física dos habitats aquáticos e da paisagem, que reflete a resposta das comunidades biológicas às alterações do ambiente (MINATTI-FERREIRA; BEAUMORD, 2006). Por isso, na década de 1980, surgiram nos Estados Unidos estudos para criação de métodos qualitativos para avaliação da qualidade da água. Em 1986, a *Environmental Protection Agency* – EPA (Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos), passou a elaborar métodos em conjunto a agências de monitoramento de águas superficiais (RODRIGUES, 2008). Foi a partir dessa iniciativa que, além de outras ideias, surgiu a proposta de protocolos de fácil aplicação que identificasse os problemas não pontuais dos cursos hídricos.

Em 1989, foi publicado o *Rapid Bioassessment Protocol* (RBP), de Plafkin *et al.* (1989), na direção de avaliações mais integradas, que considerassem também os organismos aquáticos. A partir de então, foram surgindo outros protocolos de avaliação rápida, apenas com os aspectos físicos e visuais da paisagem e dos habitats (HANNAFORD *et al.*, 1997). Agências de monitoramento da Grã-Bretanha também passaram a adotar protocolos qualitativos, reforçando uma tendência de incorporação dos parâmetros de aspectos físicos nos programas ambientais mundiais (RODRIGUES; CASTRO, 2008).

Esses protocolos surgiram visando avaliar características físicas, como: margens dos rios, sedimentos, diversidade de habitats em um mesmo trecho, ocupação do entorno, tipo de fluxo etc. Os sistemas se interrelacionam, portanto, é indispensável considerar esses aspectos no monitoramento, visto que eles influenciam nas características físicas e químicas da água, podendo indicar desequilíbrios e necessidades de modificações. Após preenchimento dos formulários *in loco*, as pontuações são somadas e o resultado indica a situação em que se encontra o ambiente. Ainda, devido a pandemia da *Covid-19*, Lacerda *et al.* (2020) elaborou

um PAR a partir do *Google Earth (Street View)*, chamando-o de PAR-Virtual, possibilitando a sua realização em algumas áreas urbanas e permitindo a inclusão de turmas da educação básica e da graduação nesse processo.

Surgiram em uma época em que as preocupações com o meio ambiente se acentuavam, conforme novos estudos dos impactos ambientais eram divulgados. Entretanto, apesar das novidades tecnológicas, poucas foram de fato incorporadas nos países chamados na época de “terceiro mundo”, como o Brasil. Mesmo com a participação em eventos como a Rio 92, e os avanços da Constituição de 1988, o Brasil, liderado por classes políticas ruralistas e industriais, continuava a caminhar nos ideais de desenvolvimento econômico clássico, deixando de lado muitas novidades ambientais que estavam acontecendo em algumas potências mundiais.

Essa realidade de descaso com o meio ambiente continua muito atual, um reflexo disso é o país ser considerado um dos que mais mata ambientalistas, estando sempre nos primeiros lugares do levantamento mundial realizado anualmente pela ONG *Global Witness* (3º lugar em 2019, 4º lugar em 2020). As avaliações qualitativas ainda não foram plenamente incorporadas no sistema de monitoramento brasileiro e, apesar de algumas organizações brasileiras utilizarem alguns protocolos para complementações, não é algo difundido, mesmo os métodos estando presentes nas discussões acadêmicas há décadas.

Apesar de sua eficiência quando utilizado para complementar os índices físicos, químicos e biológicos, os protocolos podem ser gerais e não refletem adequadamente a realidade do ambiente estudado, portanto, é importante a adaptação de PARs existentes, caso necessário, para que os parâmetros estejam de acordo com a área de estudo, gerando resultados adequados (RODRIGUES; CASTRO, 2008; AGRA *et al.*, 2018).

Rodrigues e Castro (*op. cit.*) citam trabalhos desenvolvidos com PARs adaptados em diferentes municípios pelo Brasil, alguns em conjunto com turmas de estudantes de graduação treinadas para a aplicação. Com uma impressão da planilha em papel dos parâmetros pré-definidos e um lápis ou caneta, ou até mesmo utilizando-se de tecnologia, o PAR pode ser facilmente aplicado em córregos, riachos e ribeirões, desde que seja possível a visualização dos parâmetros.

O PAR escolhido como base para os parâmetros, Callisto *et al.* (2002), possui 22 parâmetros, divididos em 2 conjuntos: 10 parâmetros adaptados da Agência de Proteção Ambiental dos EUA (EPA, 1987), e 12 parâmetros adaptados de Hannaford *et al.* (1997). A primeira parte possui menos classes de pontuação (3), de 0 a 4, com classificações mais simples, como “erosão: ausente, moderada ou acentuada”. A segunda parte possui 4 classes, que

pontuam de 0 a 5, e maior detalhamento, como “rápidos com a largura igual à do rio, mas com o comprimento menor que o dobro da largura do rio” (Quadro 2).

Quadro 2 – Parâmetros do Protocolo de Avaliação Rápida adaptado por Callisto et al. (2002)

Parâmetros utilizados por Callisto et al. (2002)	
Adaptados da EPA (1987)	Adaptados de Hannaford et al. (1997)
1. Tipo de ocupação das margens (principal atividade)	11. Tipos de fundo
2. Erosão próxima e/ou nas margens do rio e assoreamento em seu leito	12. Extensão de rápidos
3. Alterações antrópicas	13. Frequência de rápidos
4. Cobertura vegetal no leito	14. Tipos de substrato
5. Odor da água	15. Deposição de lama
6. Oleosidade da água	16. Depósitos sedimentares
7. Transparência da água	17. Alterações no canal do rio
8. Odor do sedimento (fundo)	18. Características do fluxo de água
9. Oleosidade do fundo	19. Presença de mata ciliar
10. Tipo de fundo	20. Estabilidade das margens
--	21. Extensão de mata ciliar
--	22. Presença de plantas aquáticas

Fonte: modificado de Callisto et al., 2002.

No artigo de 2002, denominado “*Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG – RJ)*”, os autores adaptaram e aplicaram o protocolo para duas regiões em diferentes estados: Minas Gerais (Parque Nacional da Serra do Cipó) e Rio de Janeiro (Parque Nacional da Bocaina), além de ter sido realizado com a participação de estudantes. Foi a primeira adaptação de PARs a regiões brasileiras, tornando-se referência para adaptações posteriores, mas, ainda hoje, também é aplicado na íntegra.

O intuito dos parâmetros é avaliar os gradientes de diversidade de habitats em trechos de bacias hidrográficas. A quantidade de gradientes (3 ou mais classes) depende da área de estudo, que pode ter características mais monótonas e, conseqüentemente, menos classes (mas no mínimo 3), ou grande diversidade de habitats, sendo mais adequado a proposição de 4 ou 5 classes de diferenciação. Além disso, a definição das classes deve ser feita baseada em locais conservados ou minimamente alterados, para que a partir de pontos considerados “condição referência” possam ser definidos os níveis de modificações antrópicas (LIGEIRO et al., 2012).

Protocolos de fácil aplicação, entendimento e acessíveis financeiramente são cada vez mais necessários, não só por abordarem aspectos da paisagem, mas também pela dificuldade em manter os programas de monitoramento que o Brasil enfrenta (assunto que será abordado na próxima seção). Como outros métodos utilizados demandam maior quantidade de verbas e recursos humanos, os PARs são opções viáveis, suprimindo minimamente a necessidade de dados

para acompanhamento dos cursos de água. As características do ambiente, definidas nos PARs, são fracas para classificarem sozinhas a qualidade da água, porém, são suficientes para discutir a situação física dos rios e córregos, que refletem diretamente na qualidade ambiental (AGRA *et al.*, 2018).

Os rios não podem ser pensados separados das ações humanas e, em análise de Rodrigues e Castro (2008), seguindo uma analogia de Maddock (1999), o funcionamento dos rios pode ser comparado ao do corpo humano. Um paciente que, assim como os rios, precisa de um diagnóstico composto por diversos aspectos: geomorfológicos, hidrológicos, biológicos, físico, químicos e análise do *habitat* físico. Ou seja, a “saúde” dos rios depende de vários aspectos, mas, infelizmente, os programas de monitoramento brasileiros estão sobrecarregados, dificultando essa integração entre abordagens. A analogia citada pode ser visualizada na Figura 6:

Figura 6 – Analogia entre as ferramentas de diagnóstico para avaliação da saúde de um homem e de um rio, modificado de Maddock (1999) por Rodrigues e Castro (2008)



Fonte: Rodrigues e Castro, 2008.

Uma alternativa a essa sobrecarga dos órgãos é um tema que está em ascensão mundialmente há algumas décadas: monitoramento acessível e participativo. Comunidades e populações são treinadas e auxiliadas por instituições, geralmente não-governamentais, para que possam aplicar por si mesmas alguns métodos de controle e monitoramento ambiental. Nesse sentido, muitos dos trabalhos que aplicam PARs no Brasil o abordam com a inclusão de estudantes em diferentes níveis escolares ou populações locais da área de estudo.

Em Ilhabela/SP há uma iniciativa com esse caráter. O Instituto Ilhabela Sustentável (IIS) participa de um projeto denominado “Observando os Rios”, da Fundação SOS Mata Atlântica (SOS MA) e patrocínio da Ypê. A iniciativa, presente em vários estados, coleta o IQA_{SOSMA} junto a escolas e associações, e na ilha foi iniciado em 2016, estando ativo em 10 pontos amostrais da área urbana. O objetivo é promover maior participação no processo, além de tornar a população mais consciente dos impactos gerados, estimulando a iniciativa popular em prol da conservação.

Esse IQA utilizado foi desenvolvido pela SOS MA, aprimorado pela fundação desde 1993 e adaptado do IQA desenvolvido pela a *National Sanitation Foundation*, dos EUA. Em formato de kit, distribuídos aos parceiros que fazem o monitoramento, o IQA_{SOSMA} possui 16 parâmetros: temperatura da água, temperatura do ambiente, turbidez, espumas, lixo flutuante, odor, material sedimentável, peixes, larvas e vermes vermelhos, larvas e vermes escuros e transparentes, coliformes totais, oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), potencial hidrogeniônico (pH), fosfato (PO₄) e nitrato (NO₃). Então, além da água recolhida para análise no kit, *in loco* são preenchidas tabelas sobre os parâmetros visíveis, como pode ser visualizado na Figura 7 (SOS Mata Atlântica, 2022).

Figura 7 – Coleta do IQA_{SOSMA} em trecho de córrego urbano na Ilha de São Sebastião, Ilhabela (abril de 2022)



Fonte: imagens tiradas pela autora durante coleta realizada pelo IIS, 2022.

Essa iniciativa pode ser vista como um ponto de partida para a inserção do PAR nos programas de controle ambiental da ilha, complementando os resultados do IQASOSMA e, também, possibilitando o aumento de pontos amostrais no monitoramento. As comunidades caiçaras do lado oceânico da Ilha também se beneficiariam, visto que poderiam se apropriar do PAR como forma de controle da situação dos rios próximos às comunidades, auxiliando na gestão de seus territórios e na proteção dos locais que servem de fonte para o abastecimento hídrico fora da zona urbana.

PARs podem ser simples ou complexos, conforme o objetivo. Os complexos costumam incluir análises biológicas, relacionadas a macroinvertebrados bentônicos, peixes ou outros organismos bioindicadores, além de utilizarem ferramentas de medição dos parâmetros físicos e químicos (como os medidores multiparâmetro de pH, condutividade, oxigênio dissolvido e temperatura). Também podem incluir modelagem preditiva, que são modelos estatísticos para prever comportamentos, ou seja, saber quais características deveriam estar presentes em um local e depois comparar com o que de fato está presente, resultando em uma indicação quantitativa das condições biofísicas do curso hídrico (PARSONS; THOMS; NORRIS, 2002).

Hannaford *et al.* (1997) e Barbour *et al.* (1999), nos EUA, são uns dos primeiros exemplos de PARs simples, derivados do pioneiro Pafklin *et al.* (1989) e que, posteriormente, Callisto *et al.* (2002) e Rodrigues (2008) adaptaram ao Brasil, sem incluir parâmetros envolvendo organismos. Outros que exemplificam a utilização de macroinvertebrados bentônicos na mesma época são os sistemas nacionais de monitoramento na Austrália e Reino Unido, o *Australian River Assessment System* (AUSRIVAS), derivado do *British River InVertebrate Predication and Classification System* (RIVPACS), elaborados nos anos 1980 e 1990 (PARSONS; THOMS; NORRIS, o. p.; NICHOLS; DYER, 2013).

De lá para cá, diversos países foram adaptando seus próprios protocolos, geralmente seguindo a linha de utilização dos organismos bentônicos, como apresenta Feio *et al.* (2021), citando programas de biomonitoramento (que utilizam organismos bioindicadores) ao redor do mundo, mas também discutindo aqueles ainda focados somente na água (suas características físicas e químicas) e os que tratam dos atributos biofísicos. No Brasil, ainda não há programas de monitoramento nacionais que incorporem essa avaliação integrada e complexa, porém, o estado de Minas Gerais é um exemplo de iniciativa nesse sentido, estabelecendo que ambientes aquáticos sejam avaliados por bioindicadores. Mesmo que avaliações mais complexas sejam o desejado, protocolos mais simples são o início de um caminho para diagnósticos ecológicos completos e em nível nacional no Brasil, ou pelo menos preenchem algumas lacunas nos programas de monitoramento brasileiros.

3.4 Contextualização político-ambiental brasileira dos últimos anos

Faz-se necessário uma rápida contextualização da situação das questões político-ambientais no Brasil nos últimos anos, com exemplos mais emblemáticos, visto que o país passou por uma fase de intenso desmonte das políticas nacionais de meio ambiente, com implicações internacionais. O último governo, representado pelo ex-presidente da república Jair Messias Bolsonaro (2019-2022), no qual seus integrantes demonstravam intenções não-conservacionistas antes mesmo das eleições⁷, desmereceu ações de proteção ambiental, minando políticas que assegurassem a proteção de florestas e o monitoramento dos impactos de grandes empreendimentos, ações que começaram a ganhar força desde o governo anterior, com o ex-presidente da república Michel Temer (2016-2018) (GUSMÃO; PAVÃO, 2020).

Um dos objetivos era enfraquecer e fragmentar as instituições de monitoramento, como o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), principal responsável pelo monitoramento do desmatamento na Amazônia, e que foi um dos alvos da desconstrução. Durante o mandato, o ex-presidente da república, Jair Messias Bolsonaro, representantes de seu governo e seus apoiadores fizeram declarações oficiais, em redes sociais e entrevistas, questionando a veracidade dos dados divulgados pelo INPE. O órgão passou por uma reestruturação, com repartições extintas ou realocadas, ao mesmo tempo em que verbas eram diminuídas e cientistas reconhecidos eram descredibilizados pela opinião pública (GUSMÃO; PAVÃO, 2020).

O MMA, Ministério do Meio Ambiente e Mudanças Climáticas, também enfrentou desmonte institucional e, em 2020, teve a menor proposta orçamentária desde os anos 2000 (DANTAS, 2021), além de ter passado por duas reestruturações de secretarias. Ainda, por meio do Decreto nº 9.806 de 28 de maio de 2019, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), pertencente ao MMA, teve a participação da sociedade civil diminuída, sob o pretexto de enxugar processos burocráticos, extinguindo diversos grupos – conselhos, comitês, comissões – que não tenham sido criados por lei. Alterando um decreto de 1990, o número de cadeiras para membros civis no Conama foi drasticamente reduzido, indo de 96 conselheiros para apenas 23. Existindo desde 1981, o Conselho nunca havia passado por mudanças tão grandes (SANTOS; FURLAN, 2021).

⁷ Algumas dessas falas pré-eleições de 2018 foram noticiadas em veículos de comunicação digital e podem ser conferidas nos links: <https://congressoemfoco.uol.com.br/area/governo/crise-ambiental-reduzir-areas-protegidas-foi-promessa-de-campanha-de-bolsonaro/>; <https://exame.com/mundo/planos-de-bolsonaro-para-amazonia-preocupam-defensores-do-meio-ambiente/>; <https://veja.abril.com.br/coluna/impacto/quais-sao-as-propostas-de-bolsonaro-para-o-meio-ambiente/>.

Em 28 de setembro de 2020, com a diminuição de representação no conselho, anunciou-se a extinção de uma resolução que protegia os manguezais: foi aprovado, por meio da Resolução nº 500 de 2020, a extinção das Resoluções Conama nº 302 e nº 303 de março de 2002, que tratam das normativas para as Áreas de Preservação Permanente (APPs), repercutindo diretamente na proteção de restingas e manguezais. Graças a mobilizações nacionais contrárias à decisão, em 29 de outubro de 2020 a revogação foi suspensa pela Ministra Rosa Weber, e em 14 de dezembro de 2021 o Supremo Tribunal Federal (STF) confirmou as decisões da ministra, e as antigas resoluções de proteção voltaram a valer.

No cenário internacional, as declarações e ações tomadas prejudicaram a figura do Brasil. Além das críticas em jornais reconhecidos, como *The Economist*, *El País*, *Le Monde* e *New York Times*, revistas de renome científico, como *Nature* e *Science*⁸, publicaram editoriais e artigos sobre as políticas predatórias: “*Brazil’s new president adds to global threat to Science*” (*Nature* 563, 5-6, 2018) e “*There’s only one choice in Brazil’s election — for the country and the world*” (*Nature* 610, 606, 2022); “*Bolsonaro’s first moves have Brazilian scientists worried*” (ESCOBAR, 2019) e “*Researchers face attacks from Bolsonaro regime*” (ESCOBAR, 2021), sendo os dois últimos na *Science*.

Nessas circunstâncias, tornou-se mais complexa a atuação dos gestores e servidores públicos, pesquisadores e colaboradores das áreas protegidas brasileiras, em especial as Unidades de Conservação (UCs), que sofrem com a falta de verbas necessárias para a implantação dos planos de manejo, funcionando no limite mínimo de funcionários e ações conservacionistas ou mitigatórias. Ao mesmo tempo, a pressão urbana ou ruralista coloca em risco as florestas e a permanência e sobrevivência dos povos indígenas e comunidades tradicionais. No governo do ex-presidente Jair Messias Bolsonaro, a área ambiental (especialmente dentro do Ministério do Meio Ambiente) perdeu 10% de seus servidores, seja pela extinção de secretarias ou pela desistência de especialistas em continuar atuando em um cenário de perseguição, cobranças e vigilância política (SHALDERS, 2021).

Com o desmonte de órgãos ambientais, insuficiência de verbas e divulgação de inverdades acerca das questões ambientais, diversos problemas atuais foram intensificados por lacunas no planejamento, fiscalização e gestão durante os últimos 4 anos. Com o início do terceiro governo do presidente Luiz Inácio Lula da Silva (iniciado 01 de janeiro de 2023), a expectativa é de que projetos conservacionistas que foram paralisados ou sucateados pelas políticas neoliberais da última década sejam fortalecidos, pois, no geral, todos os órgãos e

⁸ DOI dos editoriais e artigos: <https://doi.org/10.1038/d41586-022-03388-y>; <https://doi.org/10.1038/d41586-018-07236-w>; [10.1126/science.363.6425.330](https://doi.org/10.1126/science.363.6425.330); [10.1126/science.372.6539.225](https://doi.org/10.1126/science.372.6539.225)

instituições ambientais foram impactados de alguma forma, sendo necessário lidar com as consequências das ações nos últimos anos.

Nesse aspecto, o processo de gestão e conservação de áreas essenciais para manutenção dos sistemas naturais segue utilizando ferramentas que caracterizam e classificam a situação para proposição de soluções. Essas ferramentas utilizam indicadores, sendo que um dos principais indicadores é a água, que reflete os impactos do uso e ocupação da terra, dentro de um espaço e tempo, em suas características físicas, químicas e biológicas (RODRIGUES; CASTRO, 2008). Por isso, com a análise da paisagem e utilização dos PARs, aliados aos índices físicos e químicos, é possível reforçar as denúncias contra o descaso político em escala local, regional ou nacional, empoderar as populações na gestão territorial e dar mais complexidade aos estudos da “saúde” dos rios. Os impactos negativos podem ser minimizados com a utilização de instrumentos e ferramentas do planejamento ambiental, reforçados por métodos científicos adequados a cada particularidade.

SEÇÃO IV – DESENVOLVIMENTO DO PROTOCOLO

4.1 Aplicação-teste de Protocolos de Avaliação Rápida de rios

O primeiro trabalho de campo, realizado de 11 a 16 de setembro de 2021, teve como propósito explorar alguns setores da ilha e suas características, além de aplicar o protocolo de Callisto *et al.* (2002) para testar quais parâmetros e gradientes de classificação poderiam se encaixar melhor.

A pontuação específica de Callisto *et al.* (2002), diferente do outro protocolo base (Rodrigues, 2008), para cada situação torna a aplicação mais prática e apresenta menos riscos de interpretações equivocadas ou conflitantes entre aplicadores, no qual a recomendação é a de serem ao menos 2 com treinamento, para considerar variáveis de interpretação.

Em Callisto *et al.* (2002), com o PAR dividido em 2 partes, uma com 3 classes e outra com 4 classes, sendo que a primeira pontuada de 0 a 4 e a segunda, de 0 a 5, considerou-se que com este critério há menos margem para interpretações discrepantes entre diferentes aplicadores. Rodrigues (2008), com 4 classes, pontua de 0 a 20, oferecendo maior possibilidades de interpretações, visto que, diferente de Callisto *et al.* (2002), não são números fixos para cada classe, como ilustrado na Figura 8. Assim, para a adaptação do protocolo, o modelo de valores fixos para cada classe serviu como base, ao invés de um gradiente.

Figura 8 – Comparação entre os tipos de gradientes de alteração entre os protocolos-referência, sendo (A) de Callisto et al. (2002) e (B) de Rodrigues (2008)

A)

PARÂMETROS	PONTUAÇÃO			
	5 pontos	3 pontos	2 pontos	0 pontos
11. Tipos de fundo	Mais de 50% com habitats diversificados; pedaços de troncos submersos; cascalho ou outros habitats estáveis.	30 a 50% de habitats diversificados; habitats adequados para a manutenção das populações de organismos aquáticos.	10 a 30% de habitats diversificados; disponibilidade de habitats insuficiente; substratos frequentemente modificados.	Menos que 10% de habitats diversificados; ausência de habitats óbvios; substrato rochoso instável para fixação dos organismos.

B)

Parâmetro 1: "Substratos e/ou habitats disponíveis"																				
ÓTIMA					BOA					REGULAR					PESSIMA					
Mais de 50% do trecho avaliado apresenta vários tipos e tamanhos de substratos favoráveis à colonização da epifauna e abrigo para insetos aquáticos, anfíbios ou peixes. Observa-se também uma mistura de folhas, galhos e troncos submersos, margens escavadas, seixos ou outros habitats estáveis.					De 31 a 50% do trecho avaliado apresenta substratos apropriados à colonização e manutenção da epifauna. Existência de alguns habitats em potencial como, por exemplo, troncos e galhos inclinados sobre o curso da água, mas que ainda não fazem parte do substrato do rio.					Entre 21 e 30% do trecho avaliado apresenta habitats estáveis mesclados apropriados à colonização. Em alguns trechos a velocidade da água não permite a estabilização dos substratos que são algumas vezes removidos.					Mais de 80% do trecho avaliado apresenta habitats monótonos ou com pouca diversificação. Não há presença de galhos, cascalhos, seixos rolados ou vegetação aquática.					
20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

Fonte: Quadros de Callisto *et al.* (2002) e Rodrigues (2008).

Foram escolhidas 2 áreas distintas de Ilhabela, com diferentes tipos de uso e ocupação da terra, além de contrastes culturais. A primeira área visitada foi na Baía de Castelhanos, onde se localizam comunidades caiçaras, que tradicionalmente possuem a pesca e as roças como atividades de subsistência e se envolvem em atividades de turismo de base comunitária. São 4 comunidades distribuídas na região da Baía (Praia de Castelhanos, Praia do Gato, Praia Mansa e Praia Vermelha), sendo que 1 delas (Comunidade do Ribeirão do Gato) possui placas vetando a passagem de turistas em sua área desde 2017, considerando que, nessa época, o intenso turismo contaminou seus pontos de coleta de água para consumo humano.

Como observado, quanto mais distante dos estuários, melhor a conservação dos rios pelas comunidades. Quanto mais próximos à praia, os rios demonstram algumas alterações. Isso porque não há estrutura adequada para o descarte correto de resíduos, especialmente os poluentes como combustível para barcos, ou para coleta e tratamento de esgoto.

Todos os pontos de coleta foram feitos próximos ao nível do mar para manter o padrão de análise e correlacionar aos pontos da área urbana em que foi aplicado o IQA_{SOSMA}, próximo às praias. Além disso, mesmo que seja de conhecimento dos pesquisadores que o nível de

degradação dos rios tende a aumentar conforme mais próximo ao exutório, é importante levantar quais os fatores estão influenciando e qual a situação dos corpos hídricos nessa área, avaliando quais medidas podem ser tomadas em busca da recuperação.

A Figura 9 apresenta os resultados da aplicação do protocolo de Callisto *et al.* (2002) em Ilhabela/SP, no final da estação menos chuvosa (em setembro, no inverno), na área urbana e nas comunidades de Castelhanos. O protocolo estabelece que, a pontuação de 0 a 40, é a situação “natural”; de 41 a 60, situação “levemente alterada” ou “alterada”; de 61 a 100, situação “severamente alterada” ou “impactado”.

Dos 12 pontos amostrados, 5 foram classificados como “natural”, 3 como “levemente alterado” e 4 como “severamente alterado” ou “impactado”. O ponto 00 (Figura 11) foi desconsiderado para a análise do estado de conservação dos aspectos biofísicos de rios, pois serviu apenas de referência para avaliação dos pontos seguintes, visto que está em uma elevação e área muito distintas.

Dos pontos na Baía de Castelhanos (PA1, PA2, PA3 e PA4), apenas 1 deu como “levemente alterado”, vide Figura 10, por estar em meio a plantio de roça e acúmulo de matéria orgânica. Os outros 3 pontos (Figuras 12, 13 e 14) foram classificados como “naturais” pelo PAR de Callisto *et al.* (2002), por terem suas características ecológicas conservadas e boa diversidade de habitats aquáticos.

Na área urbana, foram escolhidos 7 pontos, que correspondem a alguns dos locais de coleta do IQA_{SOSMA} pelo IIS, para fins de comparação e complementação de resultados. Dos 7, 4 foram classificados como “severamente alterados”, 2 como “levemente alterado” e 1 como “natural”. Considerando o ambiente urbanizado, era esperado tais correspondências. Entretanto, a maioria dos trechos impactados são passíveis de recuperação e coexistência com o espaço urbano sem tantos impactos, começando pela garantia de mata ciliar e tratamento de esgoto.

Os pontos da área urbana classificados como “levemente alterado” e “natural” apresentam maior proteção em relação aos “severamente alterado”, com presença de mata ciliar nativa de largura maior que 18 m, sem alterações estruturais em seus leitos. Os pontos 5, 6, 8 e 10 estão intensamente pressionados pelo entorno imediato, com margens concretadas e ocupação por residências, comércios ou terrenos sem mata ciliar significativa.

Figura 9 – Resultados da aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida (PAR) adaptado por Callisto et al. (2002) em Ilhabela/SP, setembro de 2021

PONTOS AMOSTRAIS (PA)	PARÂMETROS (P)																						PONTUAÇÃO TOTAL	ELEVAÇÃO (M)
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22		
PA00 - Ponte dos Cavalos	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	3	5	5	5	3	5	5	96	318
PA1 - Praia do Gato	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	98	21
PA2 - Ribeirão do Gato	4	2	4	0	4	4	4	4	4	4	5	5	5	3	5	5	5	3	5	5	5	5	90	12
PA3 - Trilha p/ Fonte de Água	4	2	4	4	4	4	4	4	4	2	3	3	5	0	2	5	5	5	3	3	5	5	80	21
PA4 - Camping do Leo	2	4	2	4	4	2	2	4	4	2	3	0	0	0	0	2	2	5	0	2	0	0	44	13
PA5 - Córrego Cachoeira	0	0	0	0	4	4	4	4	4	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	26	9
PA6 - Córrego Itaguaçu	0	0	0	0	0	0	4	4	4	2	0	0	0	0	0	0	2	2	0	3	0	0	21	2
PA7 - Córrego Veloso	0	2	2	2	2	4	4	2	4	4	2	3	3	3	3	3	3	2	0	3	0	0	51	18
PA8 - Córrego do Meio (Curral)	0	0	2	0	2	4	2	2	4	2	0	2	0	0	0	0	3	2	0	2	0	0	27	12
PA9 - Córrego Ribeirão	2	2	2	0	4	4	2	4	4	4	3	5	5	3	3	3	2	2	3	5	2		69	43
PA10 - Córrego Praia Grande	0	2	2	0	4	4	4	4	4	2	2	0	0	0	3	2	0	2	0	2	0	0	37	10
PA11 - Córrego Paquera	4	2	2	0	4	4	2	4	4	2	3	2	0	0	2	2	3	3	5	3	5	0	56	3

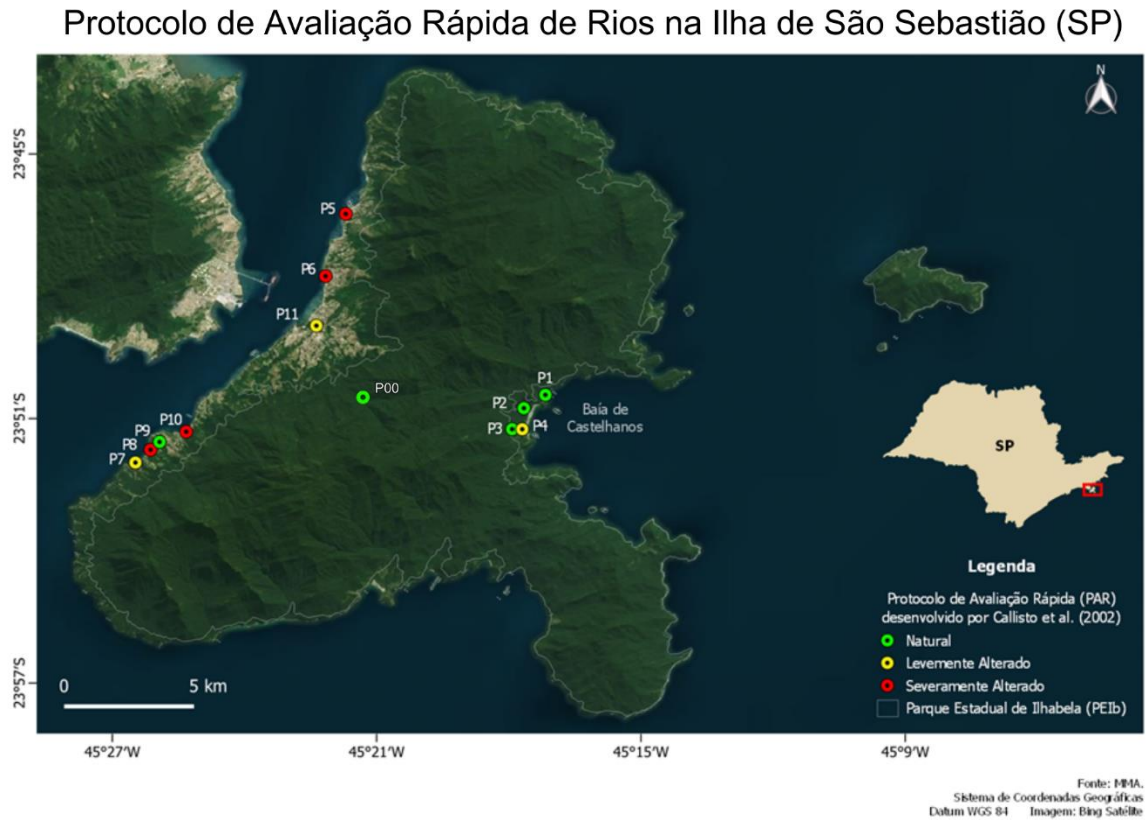
Fonte: elaborado pela autora, 2021.

Os resultados do PAR apontam que o tipo de uso da terra na Baía de Castelhanos, seguindo os costumes tradicionais das comunidades caiçaras, garante maior proteção aos rios. Entretanto, alguns pontos necessitam atenção, e até mesmo recuperação, para que num futuro próximo não se tornem tão impactados quanto os da área urbana, que exerce muito mais pressão nos cursos hídricos.

As atividades turísticas na Baía estimulam a expansão de residências e instalação de moradores não-caiçaras. Para evitar transformações drásticas na paisagem cultural e fluvial ainda pouco alteradas, o crescente fortalecimento das associações de moradores caiçaras com instrumentos de ordenamento territorial e monitoramento (por meio de parcerias e construção conjunta entre caiçaras e externos) é fundamental, assim também podem rever ações de proteção dos rios mediante os resultados e minimizar os impactos. Inclusive, iniciativa e luta caiçara através da Associação Amor Castelhanos deram resultado na criação da Reserva Extrativista (RESEX) da Baía de Castelhanos em 2020, que, além de garantir moradia e meios de subsistência aos moradores, também visa a proteção da mata conservada (SILVA, 2022).

A Figura 10 ilustra a distribuição espacial dos pontos amostrais na ilha, com clara desigualdade de agrupamentos na área urbana, devido a opção de seguir alguns dos pontos do IQASOSMA. Na aplicação do PAR adaptado, realizado em abril de 2022, o número de pontos na área urbana triplicou (27 no total), cobrindo os diferentes setores da cidade e maiores variações de elevação.

Figura 10 – Resultado da aplicação de Protocolo de Avaliação Rápida de rios na Ilha de São Sebastião, Ilhabela/SP, em 2021



Fonte: elaborado pela autora, 2021.

O P00, localizado no interior do PEIb, na Estrada de Castelhanos, mais próximo da entrada do parque, possui condições ditas de referência, sendo a estrada e a ponte as alterações significativas da área. Há diversidade de habitats, com margens conservadas e vegetação nativa remanescente, além de diferentes tipos de velocidade do fluxo da água, propício para diversas formas de vida (Figura 11). No PAR, obteve pontuação 96 de 100. O ponto serviu como referência para a análise dos pontos seguintes, localizados em área de ocupação humana, mas, nessa aplicação, não será considerado na comparação entre os diferentes tipos de uso por estar em área geograficamente muito distinta das outras.

Figura 11 – Ponto referência, Ponte dos Cavalos, na área do Parque Estadual de Ilhabela – A) Ponte vista do trecho avaliado; B) Corpo do trecho visto da ponte; C) Poço natural formado por matacões; D) Substrato de cascalho presente em partes do fundo



Fonte: imagens tiradas pela autora, 2021.

O P1 está localizado na região da Baía de Castelhanos, após passagem pela comunidade caiçara próxima à Praia do Gato. Há alguns anos, os moradores vetaram a entrada aos turistas, que, procurando locais para se banhar, alteravam a qualidade da água que eles captavam na Cachoeira do Gato para consumo humano. Em 2023, após 6 anos de restrição, a cachoeira foi reaberta aos turistas, e a comunidade conta com melhorias no sistema de captação e tratamento da água, após alteração do ponto de captação e instalação de caixas de água com filtragem. Os trechos próximos à comunidade estão conservados, e pontuaram como “natural” no PAR (Figura 12).

Figura 12 – Ponto 1, trecho que perpassa a trilha de acesso à Praia do Gato – A) A pesquisadora no trecho avaliado; B) Pequenas quedas e piscina natural formada por matacões; C) Tipos de substrato: cascalho e seixos maiores; D) Remanso e esconderijos para a fauna



Fonte: imagens tiradas pela autora, 2021.

O P2 está localizado entre a Comunidade do Canto do Ribeirão do Gato e a do Canto da Lagoa. Poucos metros abaixo do trecho analisado, há uma ponte suspensa para pedestres (Figura 13, imagem D), e uma abertura para a passagem de automóveis, que atravessam pela água. O trecho pontua no PAR como “natural”, visto que essas interferências não alteraram significativamente na diversidade de habitats aquáticos observados visualmente e o entorno encontra-se conservado com mata nativa.

Figura 13 – Ponto 2, na Ponte Ribeirão do Gato, que dá acesso à Comunidade do Gato – A) Remansos; B) Substratos expostos e corredeiras; C) Dique formado por raízes e plantas carreadas; D) Ponte para pedestres em cima do trecho avaliado



Fonte: imagens tiradas pela autora, 2021.

O P3 é no caminho para a fonte onde parte dos moradores da comunidade de Castelhanos captam água para consumo por meio de mangueiras (Figura 14, imagem C), também pontuando no PAR como “natural”. O ponto localiza-se atrás de uma propriedade particular que utiliza sua área para *camping*. A vegetação do entorno imediato é nativa, mas apresenta sinais de algumas interferências humanas, como galhos cortados, e mais próximo ao *camping* há algumas roças de moradores.

Figura 14 – Ponto 3, local de coleta de água pela Comunidade de Castelhanos – A) Musgos nos matacões que formam pequenas quedas; B) Poço raso formado por matacões e seixos; C) Passagem de mangueira para captação de água riacho acima; D) Musgos e pequenas quedas n



Fonte: imagens tiradas pela autora, 2021.

O P4 fica nos fundos do Camping do Leo, e pontuou como “levemente alterado” no PAR. O trecho apresentava água quase parada devido a barramentos provocados por troncos caídos e maior concentração de matéria orgânica. A vegetação das margens e o entorno imediato apresenta características do processo efeito de borda, com predominância de plantas trepadeiras cobrindo as árvores (Figura 15, imagem D).

Figura 15 – Ponto 4, em área modificada, no fundo do Camping do Leo – A) Água quase parada; B) Acúmulo de folhagens; C) Água quase parada; D) Vegetação coberta por plantas trepadeiras



Fonte: imagens tiradas pela autora, 2021.

O P5, primeira coleta na face do Canal de São Sebastião, fica ao norte da área urbana, no centro histórico da ilha. No PAR, pontuou como “severamente alterado” pela homogeneização de habitats, com pouca diversidade, alta deposição de sedimentos e presença de bancos de areia. Suas margens são artificiais, e a paisagem do entorno, apesar de ter vegetação exótica na margem direita, é composta por terrenos vazios e grandes construções antigas (Figura 16, imagem D).

Figura 16 – Ponto 5, Córrego Cachoeira, no Centro Histórico da ilha – A) Deposição de sedimentos; B) Entorno da margem esquerda; C) Parte da margem direita; D) Margens artificiais



Fonte: imagens tiradas pela autora, 2021.

O P6, também ao norte da área urbana, tem a maior parte de suas margens acimentadas (Figura 17, imagem D). No trecho coletado, o curso passa por dentro de uma propriedade destinada a condomínio residencial. Pontuou como “severamente alterado” no PAR, devido a perda de suas características naturais.

Figura 17 – Ponto 6, Córrego Itaguaçu, em propriedade privada – A) Abertura do trecho canalizado; B) Banco de areia; C) Habitat homogêneo; D) Entorno do trecho



Fonte: imagens tiradas pela autora, 2021.

O P7, ao sul da área urbana, pontuou no PAR como “levemente alterado”. Apesar das alterações artificiais presentes, como residências imediatamente ao lado do curso e acúmulo de folhagens nos matacões (Figura 18), a maioria dos parâmetros pontuaram como razoáveis.

Figura 18 – Ponto 7, Córrego Veloso – A) Margens artificiais; B) Vegetação no trecho; C) Passagem embaixo de ponte; D) Entorno das margens



Fonte: imagens tiradas pela autora, 2021.

O P8 pontuou como “severamente alterado” no PAR. Apresenta acúmulo de matéria orgânica, de folhagens e galhos, coloração incomum e oleosidade, além de denúncias reveladas em conversas informais com pessoas no local sobre despejo de produtos químicos (Figura 19). Na margem esquerda terreno vazio, com vegetação exótica, e margem direita concretada, em área ocupada por restaurantes, estacionamentos e comércios de orla de praia.

Figura 19 – Ponto 8, Córrego do Curral – A) Água parada; B) Passagem embaixo de ponte; C) Acúmulo de folhas e galhos secos; D) Coloração incomum e oleosidade



Fonte: imagens tiradas pela autora, 2021.

O P9, ao sul da área urbana, foi o único trecho do lado ocidental que pontuou como “natural” no PAR (Figura 20). Fica sob uma ponte da única rodovia de Ilhabela, a SP-131. Apresenta boa diversidade de habitats, com vegetação nativa remanescente no entorno em zona ripária de largura maior que 18m (parâmetro nº 21 de Callisto *et al.*, 2002). Também, encontra-se em uma elevação mais alta que os outros pontos de coleta do IQA_{SOSMA} (vide Figura 11), o que influencia na velocidade do fluxo, depósito de sedimentos, acúmulo de matéria orgânica, resultando em uma melhor pontuação do PAR.

Figura 20 – Ponto 9, Córrego Ribeirão – A) Seixos com musgos e entorno com mata ciliar; B) Passagem embaixo de ponte; C) Pequenas corredeiras; D) Mata ciliar



Fonte: imagens tiradas pela autora, 2021.

O P10, ao sul da área urbana, pontuou como “severamente alterado” no PAR. Em estação menos chuvosa, possuía apenas um filete de água, com acúmulo de folhas secas e galhos finos. Suas margens são concretadas, com ocupação residencial no entorno imediato. Há proliferação de plantas rasteiras no trecho (Figura 21, imagem B).

Figura 21 – Ponto 10, Córrego Praia Grande – A) Pouco volume de água; B) Margens artificiais; C) Acúmulo de folhagens; D) Passagem embaixo de ponte



Fonte: imagens tiradas pela autora, 2021.

A aplicação do PAR no P11 foi mais para testagem, pois, as características do trecho não se encaixam nas limitações do protocolo. Nele, não é possível visualizar o leito e fazer análises visuais detalhadas devido à sua profundidade. Localizado no centro comercial de Ilhabela, é o curso mais largo da área urbana, possui boa área de mata ciliar e apresentava bancos de areia (Figura 22, imagem B).

Figura 22 – Ponto 11, Córrego Paquera – A e D) Vista do trecho pela ponte; B e C) Mata ciliar e banco de areia



Fonte: imagens tiradas pela autora, 2021.

Na figura 24, é possível visualizar a média dos resultados de IQA_{SOSMA}, de 2016 a 2019, disponibilizados anualmente pelo Instituto Ilhabela Sustentável e Fundação SOS Mata Atlântica, que apontaram qualidade “regular” para os pontos coletados. O índice é dividido em 5 classes (Figura 23), que classificam a qualidade da água para consumo humano:

Figura 23 – Classes do Índice de Qualidade da Água desenvolvido pela SOS Mata Atlântica

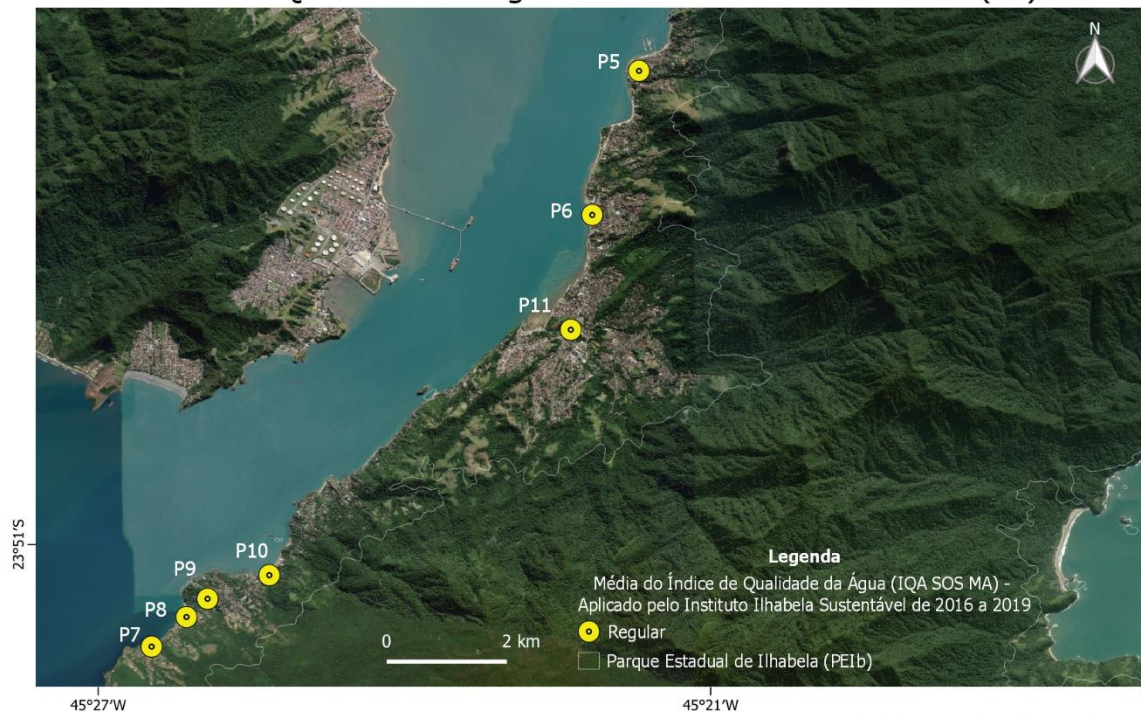
Ótima Maior que 40	Boa Entre 35 e 40	Regular Entre 26 e 35	Ruim Entre 20 e 26	Péssima Menor que 20
------------------------------	-----------------------------	---------------------------------	------------------------------	--------------------------------

Fonte: SOS Mata Atlântica, 2023.

O índice é aplicado mensalmente, somente na área urbana, possibilitando um monitoramento contínuo dos aspectos físicos e químicos da água. Entretanto, o último ano anterior a aplicação-teste com uma periodicidade regular de coletas é 2019, uma vez que, com a pandemia da *Covid-19* (2020-2022), o monitoramento foi prejudicado, sendo pausado durante 2020 e 2021 e retomado em 2022.

Figura 24 – Mapa da média dos resultados do IQA_{SOSMA} aplicado pelo Instituto Ilhabela Sustentável de 2016 a 2019 na Ilha de São Sebastião

Índice de Qualidade das Águas na Área Urbana de Ilhabela (SP)



Fonte: Instituto Ilhabela Sustentável - IIS (2016-2019), MMA, Sistema de Coordenadas Geográficas Datum WGS 84 Imagem: Bing Satélite
Elaboradora: Sarah Couto de Freitas Data: 11/2021

Fonte: elaborado pela autora, 2021.

Oficialmente, são 12 pontos de coleta, mas, alguns pontos não foram incluídos em todos os anos de relatórios (ex.: em 2019 foram 10 pontos), e em outros anos há maior amostragem (em 2017, foram 18 pontos). Não houve aplicação do PAR em todos os pontos definidos pelo IIS devido a problemas logísticos durante o trabalho de campo, aplicado em apenas 7. Em uma média aritmética dos resultados mensais ao longo de 4 anos (2016, 2017, 2018 e 2019), a qualidade é “regular” para esses pontos (Quadro 3).

Quadro 3 – Resultado da média de valores do IQA_{SOSMA} obtidos ao longo de 4 anos nos pontos de coleta do Instituto Ilhabela Sustentável (IIS), na área urbana de Ilhabela (SP)

PONTOS	IQA _{SOSMA} 2016	IQA _{SOSMA} 2017	IQA _{SOSMA} 2018	IQA _{SOSMA} 2019
P5	Regular	Regular	Regular	Regular
P6	Regular	Regular	Regular	Regular
P7	Regular	Regular	Regular	Regular
P8	Regular	Regular	Regular	Regular
P9	Regular	Regular	Regular	Regular
P10	Regular	Regular	Regular	Regular
P11	Regular	Regular	Regular	Regular

Fonte: dados obtidos no portal da SOS Mata Atlântica.

Observa-se a diferença entre os resultados do IQA_{SOSMA} e do PAR (Quadro 4), no qual o primeiro indica todos os pontos amostrais da área urbana com qualidade física e química da

água “regular”, e o segundo, que avalia as condições físicas dos habitats aquáticos e do entorno, variando entre “severamente alterado”, “levemente alterado” e até “natural”.

Quadro 4 – Diferenças de resultados entre 2 métodos de avaliação da qualidade ambiental relacionada aos rios da Ilha de São Sebastião, Ilhabela (SP)

PONTOS	MÉDIA IQA _{SOSMA} (2016-2019)	PAR Callisto <i>et al.</i> (2002) aplicado em 2021
P5	Regular	Severamente alterado
P6	Regular	Severamente alterado
P7	Regular	Levemente alterado
P8	Regular	Severamente alterado
P9	Regular	Natural
P10	Regular	Severamente alterado
P11	Regular	Levemente alterado

Fonte: elaborado pela autora, 2023.

Sendo métodos diferentes, é esperado que não tenham o mesmo resultado, mas, também, é preocupante o fato do monitoramento da água no Brasil ser baseado em apenas 1 índice, que não tem a capacidade de avaliar o ambiente em questão. São esses resultados que baseiam políticas e programas governamentais. Para potabilidade e consumo humano, os resultados podem estar de acordo, apesar de suas limitações citadas, como a incapacidade de detectar metais pesados. Entretanto, não é possível evitar a crescente degradação dos cursos hídricos com métricas voltadas apenas para algumas características físicas e químicas da água, negligenciando o estado dos habitats aquáticos, que refletem na diversidade biótica, no equilíbrio ecossistêmico e nos serviços ecossistêmicos da paisagem.

Os diversos fatores que influenciam estão diretamente relacionados à urbanização na face voltada para o canal de São Sebastião, e, projetos de recuperação de rios urbanos, cada vez mais discutidos e em alguns casos aplicados junto aos moradores, são uma alternativa ainda viável para a situação observada em alguns trechos de Ilhabela. Apesar da impermeabilização por revestimento de concreto em muitas margens, podem ser destinadas medidas para tratamento de esgoto e garantias de conservação dos trechos que ainda mantêm suas características biofísicas remanescentes. Nesse sentido, o monitoramento com PARs pode auxiliar na identificação de trechos e aspectos prioritários, além de posteriores melhorias. De todo modo, seus parâmetros também servem para diagnósticos e embasamento científico às políticas públicas e até mesmo para as denúncias e cobrança da população.

Na Baía de Castelhanos, o ponto amostral (P4, Figura 24) que aponta maior alteração das características naturais está relacionado à falta de estrutura para manejo de resíduos orgânicos e oleosos (ao que indica por observação *in loco*, provenientes de combustível para barcos), estrutura essa que deveria ser disponibilizada pela prefeitura. É inevitável a

necessidade de projetos mais complexos que lidem com o descarte e/ou tratamento dos resíduos mediante o crescimento populacional e turístico da Baía.

Os outros pontos apresentaram características “naturais” pelo PAR de Callisto *et al.* (2002), ou seja, em condições de referência, com mínima modificação significativa, resultado esperado para uma área protegida não só por um instrumento legal (Decreto n. 9.414 de janeiro de 1997), que é o PEIb e sua zona de amortecimento, mas, principalmente, pela conservação das comunidades que vivem ali e suas culturas de subsistência, tradicionalmente conscientes da necessidade de proteção da mata e dos rios.

Importante ressaltar que uma parte da cobertura vegetal da ilha é formada por fitofisionomias da Floresta Ombrófila Densa em estágio de floresta secundária recente, pois, nos séculos passados, o uso da terra foi destinado à cultura da cana-de-açúcar (XVII-XIX) e a monocultura de café (XIX). A regeneração natural da mata teve início apenas em meados do século XX, após um novo ciclo de produção de cachaça, sendo que essas atividades resultaram na perda de 30% da área florestal (KOESTER-GOBBO, 2007). Após a regeneração natural, ocorrida sem intervenção técnica, é que o município se tornou referência turística, e, com o aumento do fluxo de turistas, também aumentou a necessidade de medidas que minimizem a pressão advinda desse crescente uso turístico e do aumento demográfico de população residente e flutuante de veraneio.

Devido às condições de uso integral impostas pelo PEIb e sua zona de amortecimento, há pouca área sobrando para ocupação na área urbana, e novas construções na ilha necessitam de autorização prévia da prefeitura, que prevê restrições em seu plano diretor para ocupação em terrenos com inclinação maior que 47%, além de outras peculiaridades (ILHABELA, Lei n. 421 de 2006; BERTOLO, 2014). Entretanto, nos últimos anos intensificou-se a presença de moradias irregulares, concentradas em cotas altimétricas próximas do limite do parque estadual, que se inicia na cota 200 na face do canal, e no sul da ilha inicia na cota 100, além de trechos na Ilha de São Sebastião (como na Ponta do Boi) serem cota 0 (MILANESI, 2016).

Além das ocupações ocorrerem em áreas de risco, com probabilidades mais altas de desmoronamentos, deslizamento de rochas ou queda de árvores, também não contam com estruturas adequadas de drenagem urbana e saneamento básico (SÃO PAULO, 2015). Aliás, até 2020, entre os municípios do litoral norte, Ilhabela possuía o menor percentual de coleta e tratamento de esgoto primário, com 1,7% de 43%, em razão principalmente do tipo de destinação por meio de emissário submarino precedido de EPC (Estação de Pré-Condicionamento de Esgoto). De acordo com o Índice de Coleta e Tratabilidade de Esgotos da

População Urbana de Municípios (ICTEM), apenas 35% do esgoto era coletado e somente 4% recebia tratamento (SEIXAS, 2020; CETESB, 2021).

O esgoto não coletado ou tratado é descartado nos rios que deságuam nas praias da ilha, e alguns moradores relataram em conversas informais durante o trabalho de campo que em época de chuvas mais intensas - dezembro a março - ocorre o “cheiro de ovo podre” (relacionado a esgoto) para quem passa ou vive próximo aos córregos urbanos. O problema não reflete somente nos córregos, visto que, em 2021, na amostragem de qualidade das praias realizada pela Cetesb, 5 das 19 praias do setor ocidental/urbano da ilha foram consideradas impróprias para banho na maior parte do ano, sendo que esse número pode ser maior em alta temporada, no verão (CETESB, 2022).

Mesmo que boa parte dos rios da ilha tenham características em condição de referência, os resultados do PAR reforçam não só as condições representadas no IQA_{SOSMA}, mas também a necessidade de atenção para os pontos mais impactados até o momento, prevenindo modificações drásticas nas próximas gerações. Nos pontos próximos da orla, é esperado que a qualidade seja inferior devido ao uso mais intenso e ocupação adensada, entretanto, algumas práticas que deterioram o ambiente devem ser combatidas, para que os impactos sejam minimizados.

A exemplo disso, cita-se o P8, classificado como “severamente alterado” pelo PAR de Callisto *et al.* (2002) e regular pela média do IQA_{SOSMA}. Suas águas encontravam-se turvas e de coloração acinzentada, com mau cheiro e apresentando acúmulo de matéria orgânica, seja por folhas caídas ou resíduos descartados equivocadamente, com o entorno composto por vegetação morta do lado esquerdo e muro de um restaurante no lado direito. Posteriormente, descobriu-se, através dos moradores e do IIS, que há o despejo de materiais de limpeza nesse trecho, provenientes das lavanderias de pousadas e restaurantes. O local em questão foi multado e denunciado inúmeras vezes, mas, de acordo com os relatos, o ato continuou ocorrendo.

O próprio município foi multado pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) em 2019, por ter permitido o lançamento de efluentes domésticos nas praias, como noticiado no Portal g1 do jornal O Globo⁹. A multa, de R\$2,5 milhões, acendeu um breve debate em redes sociais, como o Twitter¹⁰, no qual até o ex-ministro do Meio Ambiente, Ricardo de Aquino Salles, comenta o fato da cidade com o segundo maior

⁹ Link para a matéria: <https://g1.globo.com/sp/vale-do-paraiba-regiao/noticia/2019/11/22/ministerio-do-meio-ambiente-faz-operacao-em-ilhabela-sp.ghtml>

¹⁰ Link para a publicação no perfil oficial do ex-ministro do MMA, Ricardo de Aquino Salles, no Twitter: <https://goo.su/vxv033>

PIB per capita do país (IBGE, 2019) possuir tantos problemas com saneamento básico e tratamento de esgoto.

Esse exemplo e outros tipos de medidas podem ser facilitados por instrumentos de monitoramento, cujos resultados embasam denúncias, políticas preventivas e paliativas, além de acompanhamento de determinada situação ao longo do tempo. A ilha também possui 4 pontos oficiais de monitoramento com o IQA_{CETESB}, aplicado pela Cetesb. De acordo com os Relatórios de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo, desde 2003 há 1 ativo e os outros 3, desde 2004, mas, por possuir uma menor amostragem do que a aplicação do IIS, a aplicação do IQA pela Cetesb não foi analisada no trabalho.

Nesses relatórios, disponibilizados anualmente pela Cetesb, Ilhabela, que está dentro da região hidrográfica UGRHI 3, é classificada junto aos outros municípios do litoral norte. De acordo com um outro índice aplicado pela companhia, o Índice de Abrangência Espacial do Monitoramento de Água - IAEM, em 2019 tal região era considerada como “não vulnerável à pressão antrópica” e, em 2020, foi alterada para “boa sustentabilidade à pressão antrópica”. Apesar da disponibilidade desses dados, ao tratar de regiões com extensa área, esse monitoramento é insuficiente para possibilitar análises mais aprofundadas de locais que, mesmo com muitas semelhanças geográficas, também possuem particularidades que influenciam na leitura da situação.

Ainda, desde a década de 1990 até 2019, a Cetesb fazia coletas para análise microbiológica nos córregos que são afluentes das praias com balneabilidade monitorada, com avaliações semestrais de uma média de 30 trechos, que medem a quantidade de bactérias do grupo de coliformes termotolerantes (principalmente a *E. coli*), com os resultados disponibilizados junto ao relatório anual de balneabilidade das praias. Entretanto, essa análise não foi incluída nos relatórios de 2020 e 2021, pois foi necessário interromper boa parte do monitoramento devido a pandemia da *Covid-19*. Com a normalização das medidas de segurança para contenção do vírus, é esperado que essas coletas sigam ocorrendo nos próximos anos.

É sabido que, na atual conjuntura político-econômica-social (com o país recém-saído de um governo que desvalorizava as causas ambientais), ainda é difícil manter a regularidade nos programas de monitoramento, que estão sobrecarregados e não suportam incorporar mais demandas. Portanto, uma sugestão é democratizar a aplicação de métodos complementares do IQA (nesse caso, o PAR), assim como funciona a iniciativa do IIS em Ilhabela, unindo moradores locais à causa socioambiental.

Também, foi constatada a importância de adaptação do protocolo, realizada no decorrer deste projeto. Apesar das características biofísicas serem similares à área de estudo adotada na

aplicação de Callisto *et al.* 2002, há algumas particularidades da ilha que necessitam atenção e serem incluídas no protocolo, exemplo: os aspectos derivados da alta declividade, como margens formadas por matacões rolados e propensão à erosão. Com a adaptação, há maiores detalhes e abordagens, melhorando o embasamento para defesa e conservação de Ilhabela, considerada paraíso tropical por turistas, mas que sofre com decisões equivocadas na gestão ambiental e urbana.

Os diversos fatores que influenciam estão diretamente relacionados à urbanização para esse lado da ilha, e, projetos de recuperação de rios urbanos, cada vez mais discutidos e em alguns casos aplicados junto aos moradores, são uma alternativa ainda viável para a situação observada em Ilhabela. Apesar da concretização de muitas margens, podem ser destinadas medidas para tratamento de esgoto e garantias de conservação dos trechos ainda mantidos em condição referência. Nesse sentido, o monitoramento com PARs pode auxiliar na identificação de trechos e aspectos prioritários, além de posteriores melhorias. De todo modo, seus parâmetros também servem para diagnósticos e embasamento científico às políticas públicas e até mesmo denúncias e cobrança popular.

4.2 Caracterização de pontos em condição de referência

A interpretação dos parâmetros utilizados em programas de monitoramento deve ser realizada com base em condições de referência, ou seja, o melhor cenário de ambientes minimamente alterados pela ação humana (BAILEY; NORRIS; REYNOLDSON, 2004; AGRA, 2015). Para adaptação de um protocolo ou para quaisquer estudos de diagnóstico da qualidade ambiental, também é necessário estabelecer essas condições, definindo pontos amostrais em locais com mínima perturbação.

Em muitos casos, é difícil estabelecer esses pontos na área de estudo devido ao alcance das alterações humanas nos ambientes urbano e rural, restando as áreas protegidas como referência para propor parâmetros, mas, dependendo da bacia hidrográfica, nem isso é possível (CALLISTO *et al.*, 2019).

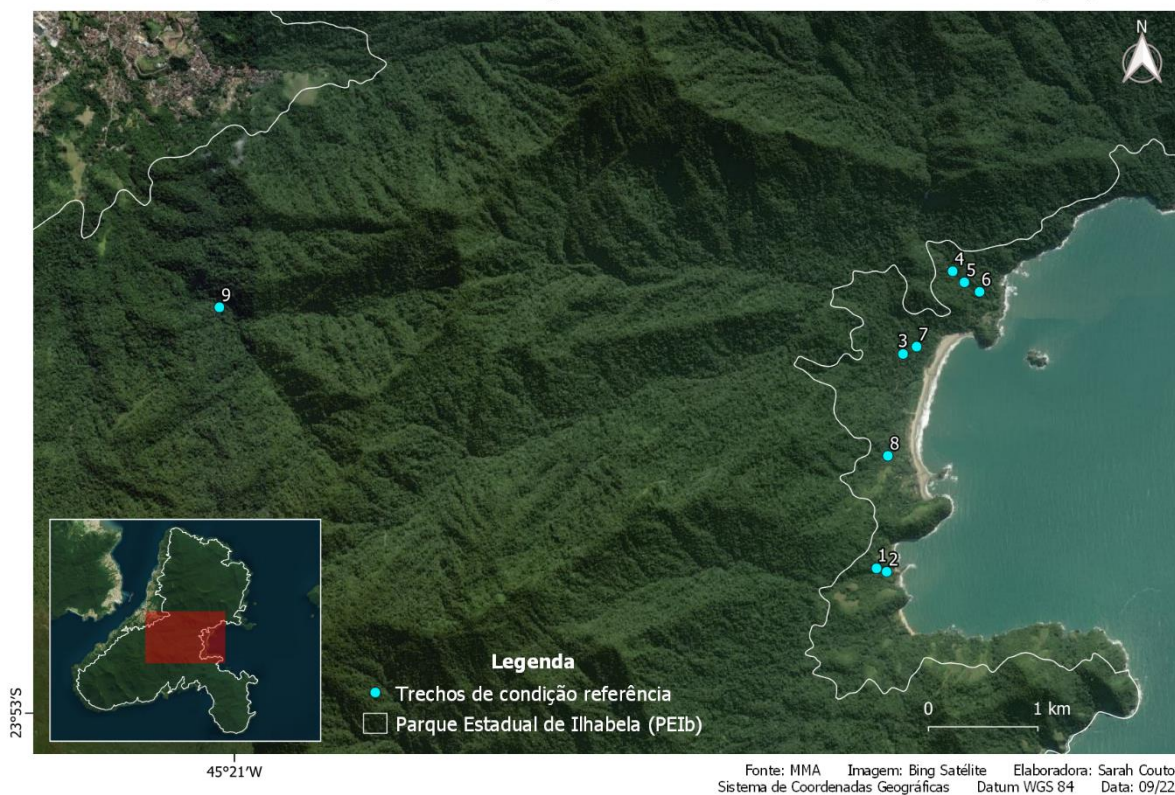
Em Ilhabela, com a existência do PEIb, há muitos pontos que podem ser considerados condição referência, visto que o parque por si só é referência em conservação de remanescentes de Mata Atlântica insular. Os riachos, rios e cachoeiras no parque seguem seu curso natural, sem pressões significativas em seus entornos de mata densa. Porém, a acessibilidade a eles é a maior dificuldade, com muitos em meio a mata fechada e sem fácil acesso.

Após a aplicação-teste de PARs clássicos, foi realizado um segundo trabalho de campo exploratório, de 16 a 18 de março de 2022, no fim da estação mais chuvosa da ilha, com o objetivo de identificar e registrar os principais aspectos biofísicos que caracterizam os cursos hídricos da ilha. Foram considerados trechos de rios no interior do parque, em área de Zona Primitiva prevista no plano de manejo, e em sua zona de amortecimento, mais próximos às comunidades caiçaras na região da Baía de Castelhanos.

Neste tópico, é apresentada as observações *in loco* dos pontos amostrais selecionados como condição de referência (ótima) para elaboração do PAR Ilhabela, além de servirem para a definição do gradiente de condições ambientais, apresentado no próximo tópico. Os pontos foram escolhidos considerando seu estado de conservação, mas também a acessibilidade ao local, e, por isso, estão próximos a trilhas ou pontes utilizadas por turistas e moradores locais. Ao total, 9 trechos foram observados no setor da Baía de Castelhanos, e sua distribuição espacial pode ser visualizada na Figura 25.

Figura 25 – Distribuição dos pontos amostrais em condição de referência em trechos da Ilha de São Sebastião (Baía de Castelhanos e interior do Parque Estadual de Ilhabela)

Pontos Amostrais com Condições de Referência em Ilhabela (SP)



Fonte: elaborado pela autora, 2022.

Para facilitar a leitura, os pontos foram agrupados em sistemas hidrográficos: Praia Mansa (1, 2), Castelhanos (3, 7, 8), Praia do Gato (4, 5, 6) e Ponte dos Cavalos (9). O grupo A foi observado na tarde do dia 16 de março de 2022, sendo que não havia chovido no dia, mas

sim nos dias anteriores. Os demais grupos foram observados no dia seguinte (17), após uma madrugada de chuvas torrenciais, fato que deve ser considerado nas observações e análise. A numeração dos pontos está de acordo com a ordem de observação.

4.2.1 Praia Mansa

Os dois pontos selecionados próximos à comunidade da Praia Mansa pertencem ao mesmo curso de água, sendo que o P1 está a 22m de elevação e o P2 apenas 3m. A maior diferença identificada é em relação ao menor sinal de perturbação no P1 em relação ao P2. Mesmo assim, a única modificação significativa no P2 é a presença de uma ponte de madeira, que serve para passagem dos comunitários, portanto, o curso segue seu fluxo sem alterações em sua margem e demonstra mínima perturbação, podendo ser considerado um ponto em condições de referência. O trecho analisado no P1 possui 3m de largura, enquanto o P2 possui 8m. Nessa área, não foram escolhidos mais trechos devido a inacessibilidade, com mata fechada e sem trilhas seguindo o rio.

Ambos os trechos se caracterizam pelas margens formadas por matacões de diferentes tamanhos, sendo que alguns maiores geram pequenas quedas de água e formação de pequenos poços (Figura 26). O nível da água encontrava-se baixo, variando de 20cm a 1m de profundidade ao longo do canal, com total transparência da água. Fundos formados por areia, seixos e pouca matéria orgânica, com galhos e folhas caídos concentrados nas margens devido a velocidade do fluxo da água, com pequenas corredeiras.

Figura 26 – Aspectos dos 2 trechos em condição de referência em curso hídrico que desagua na Praia Mansa –
Imagens “1” referentes ao P1; Imagens “2” referentes ao P2



Fonte: imagens tiradas pela autora, 2022.

As margens, naturalmente propensas a deslizamentos e erosão devido ao relevo dissecado, aparentavam estabilidade, com a boa presença de raízes entre os matacões. A vegetação ripária está composta por espécies nativas, e há musgos bem desenvolvidos nos matacões. Identificada boa disponibilidade de habitats e “esconderijos” no leito, com presença de fluxos lentos e rápidos, sendo avistados peixes pequenos nos remansos.

4.2.2 Praia de Castelhanos

O recorte de Castelhanos conta com 3 trechos observados (P3, P7 e P8), próximos à foz. Trata-se de uma sub-bacia mais complexa (visualizar Figura 2), a maior do setor oceânico da ilha, que deságua na Baía e possui alguns trechos sendo utilizados pelas comunidades caiçaras para abastecimento humano.

Mesmo sendo mais complexa, possui características biofísicas muito semelhantes aos outros sistemas hidrográficos da região, com diferenças relacionadas à maior proporção dos

canais e proximidade com as construções mais adensadas da Baía. A observação desse grupo ocorreu após uma madrugada de chuvas torrenciais, frequentes nesse lado da ilha durante todo o ano devido aos efeitos orográficos (MILANESI, 2016), provocando maior quantidade e rapidez de corredeiras, além de acúmulo de sedimentos no leito e em suspensão. Mesmo com essas condições, foi possível ver o fundo dos cursos locais.

O trecho 3 (Figura 27, imagem 3) está próximo à uma ponte para pedestres, e embaixo da mesma há a passagem de uma pequena estrada de chão para automóveis, cruzando a água. O recorte observado possui 20m de largura, mas com profundidade de 30cm, e em 20m de elevação. As características das margens, fundo do rio e vegetação são quase idênticas aos trechos da Praia Mansa.

O trecho 7 (Figura 27, imagem 7), também próximo à uma ponte para pedestres e passagem de automóveis, é paralelo ao trecho 3, afluentes do curso principal, desaguando na Praia de Castelhanos, a 29m de elevação. Nesse trecho, foi observado maior depósito de sedimentos no leito do rio devido às chuvas recentes, portanto, o fundo estava coberto por areia, folhas e alguns seixos grandes. Com 4m de largura, profundidade variando de 10 a 20cm e água transparente, mas com cor de chá fraco, devido a concentração de matéria orgânica derivada da lavagem da serapilheira. As demais características biofísicas do trecho também se assemelham aos pontos anteriores.

O trecho 8 (Figura 27, imagem 8), mais próximo das moradias caiçaras, com 21m de elevação, possui matacões que formam uma pequena piscina natural, com 80cm de profundidade e 3m de largura. Há presença de mangueiras que continuam rio acima para a captação de água. O trecho encontra-se bem conservado e segue seu curso natural.

Figura 27 – Trechos enumerados 3, 7 e 8, todos em condição de referência e desaguam na Praia de Castelhanos



Fonte: imagens tiradas pela autora, 2022.

4.2.3 Praia do Gato

Nesse recorte, também foram observados 3 trechos, que pertencem ao mesmo curso hídrico e desaguam na Praia do Gato. O trecho 4 foi observado próximo de uma ponte com maior estrutura, que leva para a Cachoeira do Gato, famoso ponto turístico da ilha e que ficou fechado por 6 anos devido a captação de água pela comunidade do Gato. Com 56m de elevação e 16m de largura, a profundidade variava de 10cm nos remansos à 1m no meio do canal (Figura 21, imagem 4). Características biofísicas muito semelhantes aos pontos anteriores. Na data da observação, as corredeiras estavam mais fortes devido às chuvas recentes. Nesse trecho havia matacões maiores que nos outros trechos e, conseqüentemente, mais quedas da água.

O trecho 5, alguns metros do P4, estava a 50m de elevação. Alguns matacões grandes no meio do canal formam uma pequena piscina natural, fazendo com que a velocidade da água diminua, possibilitando maior depósito de sedimentos no leito, diferentemente do ponto anterior. O ponto apresentava total transparência da água, com cor de chá fraco pelas chuvas, e maior incidência de luz solar em relação aos outros trechos, que possuíam matas com dosséis quase totalmente fechados (Figura 28, imagem 5).

O trecho 6 é área de propriedade privada de veraneio, destinada a hospedagens turísticas. Está a 34m de elevação e também possui formação de piscina natural, com água cor de chá forte pelas chuvas e fluxo menos rápido, com boa incidência de luz solar (Figura 28, imagem 6). Em 12m de largura, a parte mais funda possuía 50cm de profundidade. Fundo visível coberto por cascalho fino, areia e acúmulo de galhos e folhas. Demais características muitos similares aos pontos anteriores.

Figura 28 – Trechos enumerados 4, 5 e 6, todos em condição de referência e desaguam na Praia do Gato



Fonte: imagens tiradas pela autora, 2022.

4.2.4 Ponte dos Cavalos

Diferente dos outros pontos, o P9 encontra-se no interior do PEIb, à 318m de elevação, na Zona Primitiva, e foi escolhido por ser de fácil acesso, pois nesse trecho passa uma ponte da Estrada de Castelhanos, que conecta a área urbana à Baía de Castelhanos. Pela maior elevação e declividade, possui fluxo mais rápido com pequenas corredeiras. O trecho é um dos afluentes da maior bacia hidrográfica do município, a bacia hidrográfica do Rio Paquera/Cego. Com 9m de largura, o ponto mais fundo do canal possui 90cm de profundidade. Mesmo com uma significativa diferença de altitude em relação aos outros pontos, as características continuam muitos semelhantes entre os trechos (Figura 29).

Figura 29 – Trecho enumerado 9, em condição de referência no interior do PEIb



Fonte: imagem tirada pela autora, 2022.

4.2.5 Conclusões da caracterização

Após análise dos 9 pontos amostrais em condições de referência, além de considerar o que foi observado durante o primeiro trabalho de campo, constatou-se características principais em todos os trechos que possibilitam uma padronização na descrição biofísica dos cursos hídricos em Ilhabela. Essa padronização é importante para elaboração de um PAR adaptado, estabelecendo parâmetros que estão de acordo à paisagem local, garantindo resultados mais próximos da realidade. Além disso, a caracterização dos pontos em condição de referência

permite estabelecer um gradiente de condições ambientais, que será discutido no próximo tópico.

Mesmo com as variações de elevação, largura e profundidade dos trechos, as características gerais permanecem as mesmas: margens formadas por matacões (grandes afloramentos de blocos rochosos), com presença de raízes e processos erosivos leves devido a declividade do terreno, intensificadas durante as chuvas (Figura 30). Ainda assim, apresentam estabilidade e, pela velocidade do fluxo da água, não há formação de bancos de areia ou depósito de sedimentos no leito, a não ser após chuvas fortes.

Figura 30 – Características dos trechos em condição de referência



Fonte: imagens tiradas pela autora, 2022.

Os leitos costumam ter boa disponibilidade de habitats e esconderijos, com areia, cascalhos e seixos de diferentes tamanhos, galhos e folhas, matacões e afloramento de rocha. Em trechos de maior largura ou profundidade e mais lentos, há predominância de areia e/ou cascalho. A água é transparente, sendo que, após chuvas, os trechos com maior concentração de matéria orgânica pela vegetação possuem coloração cor de chá fraco ou forte, mas ainda sendo possível visualizar o fundo. Quando não têm ocorrência de chuvas recentes, não há sólidos em suspensão, seja em fluxo lento ou rápido, e a coloração costuma ser de transparência esverdeada ou azulada nos trechos em que formam piscinas naturais.

A vegetação no leito e canal é composta de musgos bem desenvolvidos, com raízes e pequenas plantas aquáticas nas margens. A zona ripária apresenta vegetação nativa remanescente em diferentes estágios sucessionais, sendo comum trechos com apenas espécies em estágio inicial de sucessão nas faixas das margens, devido ao alagamento da planície de

inundação em dias de chuvas torrenciais, fazendo com que a vegetação seja constantemente renovada. As em estágio secundário apresentam raízes e copas bem desenvolvidas.

4.3 Gradiente de condições ambientais

Após a realização de 2 trabalhos de campo, foi possível estabelecer um gradiente de condições ambientais, representando as 4 principais classes encontradas na Ilha de São Sebastião, da mais conservada a mais alterada. O modelo de gradiente foi replicado de Callisto *et al.* (2019), livro que detalha algumas bases conceituais para o manejo de bacias hidrográficas, dando enfoque a comunidades aquáticas e as condições de seus habitats.

Visto que a Ilha de São Sebastião ainda possui boas condições de conservação, mesmo na área urbana, foram definidas 4 classes de perturbação, para que trechos menos alterados (representados pela cor azul) não fossem classificados como impactados (cor amarela), indicando estado de alerta.

Como apontado em Callisto *et al.* (2019), o nível de alteração no ambiente reflete diretamente na diversidade das comunidades aquáticas e, no caso tratado no livro deste autor, nas comunidades de macroinvertebrados bentônicos: organismos que vivem nos substratos de habitats aquáticos e refletem as alterações ou distúrbios ocorridos no ambiente, por serem tolerantes ou intolerantes a estresses, dependendo da classificação taxonômica. Mas, esse é apenas um exemplo dentre os diversos organismos e aspectos ecossistêmicos que sofrem com a descaracterização do ambiente.

Apesar do projeto não utilizar ou aprofundar, neste momento, a análise dos organismos aquáticos, é sabido da relação direta entre as condições ambientais e as comunidades bióticas. Distúrbios e estresses modificam as dinâmicas ecossistêmicas em diferentes níveis, sendo que distúrbios são eventos causadores de danos severos e/ou irreversíveis nos ecossistemas, enquanto estresse é associado a fatores limitantes de crescimento e reprodução de indivíduos, sem mortalidade (CALLISTO *et al.*, *op. cit.*).

Isso significa que, apesar dos PARs simplificados tratarem apenas de aspectos biofísicos e não terem sido sondados indicadores mais complexos nesta pesquisa, é comprovada a relação indissociável entre os sistemas biológicos, físicos, químicos e sociais. Portanto, é justificado relacionar resultados qualitativos, derivados de uma observação da paisagem, à impactos gerados aos diversos ecossistemas e às causas desses impactos.

Para o gradiente ambiental dos rios, riachos e córregos da Ilha de São Sebastião, visualizado na figura 31, relaciona-se a cor verde para os ecossistemas em condição de

referência, com ausência ou mínimo impacto ambiental; cor azul para os ecossistemas com alguma pressão ambiental, mas ainda capazes de manter suas características e dinâmicas pouco alteradas; amarelo para os ecossistemas impactados, que possuem alterações significativas em suas características e dinâmicas; vermelho para os ecossistemas severamente degradados, aqueles que tiveram suas características drasticamente alteradas por distúrbios antrópicos, com intensa pressão e perda de parte das suas funções ecossistêmicas.

Figura 31 – Gradiente de condições ambientais nos cursos hídricos da Ilha de São Sebastião, Ilhabela/SP



Fonte: elaborado pela autora, 2023.

Na ilha de São Sebastião, os trechos em condição de referência (situação ótima) são aqueles descritos na seção anterior, que apresentam bom estado de conservação, processos ecológicos sem ou com mínima interferência antrópica, mantendo as características biofísicas esperadas de acordo com sua morfologia e fitofisionomia. Os trechos alterados (situação regular¹¹), no caso deste projeto, podem ser descritos como aqueles que mantêm boa parte dessas características, possibilitando a manutenção de habitats aquáticos, mas apresentam um grau visível de alteração e estresse, geralmente nas margens ou mata ciliar imediata, devido a localização em meio a área urbanizada. Apesar de alterações, é considerada uma situação

¹¹ Significado de regular [adjetivo]: conforme as regras, as leis, as praxes, a natureza (dicio.com.br); sinônimo de comum, normal, de acordo com o esperado. Optou-se por usar a palavra “regular” ao invés de “boa”, pois, a primeira expressa melhor a classe mediana no gradiente de condições ambientais.

regular, ou seja, normal, devido ao contexto ao qual estão inseridos, onde é esperado modificações antrópicas.

Para os trechos chamados de impactados (situação ruim), atribui-se características demasiado modificadas e pressionadas para ainda apresentarem habitats diversificados e condições razoáveis, entretanto, ainda não estão no extremo oposto das condições de referência. Essa posição vai para os trechos severamente degradados (situação péssima), descaracterizados na maior parte dos aspectos biofísicos e incapazes de executar as mesmas dinâmicas ocorridas em trechos de situação ótima ou regular.

Com o estabelecimento desse gradiente de condições ambientais para a ilha, fica mais claro classificar os trechos de bacias hidrográficas utilizando os PARs. Na seção a seguir, são detalhadas as condições dos parâmetros incluídos no protocolo adaptado, representando essas 4 classes de gradientes através de breves definições.

4.4 Adaptação do PAR: parâmetros e pontuação

Após a aplicação do protocolo de Callisto *et al.* (2002) e a caracterização da área de estudo, alguns parâmetros foram modificados, além da redução de 22 para 10 parâmetros, com 4 classes condizentes com o gradiente de condições ambientais identificado, assim como em Callisto, Moretti e Goulart (2001), que adaptaram 11 parâmetros de Hannaford *et al.* (1997). A escolha da redução de parâmetros foi tomada para sintetizar o protocolo, pois, ao testar o protocolo de Rodrigues (2008), que também possui 10 parâmetros, a aplicação fluiu melhor, considerando a expectativa de formulários simplificados.

Apesar de uma maior quantidade de parâmetros tornar mais complementar a análise, considera-se que os 10 parâmetros definidos são o suficiente para cumprir com a proposta inicial, de oferecer, através de método acessível, um diagnóstico fiel ao estado de conservação e dos aspectos biofísicos de trechos de rios e córregos, para complementação de outras ferramentas de monitoramento ambiental. Além disso, para o contexto da ilha, que possui poucos programas de monitoramento relacionado aos rios, um protocolo simples é mais acessível e fácil de incorporar nas políticas públicas e projetos sociais locais.

A agilidade da aplicação é também um fator importante nesse sentido. Por isso, ao contrário de Rodrigues (2008), que atribuiu um gradiente de pontuação de 0 a 20 aos seus parâmetros, optou-se por seguir o modelo de Callisto *et al.* (2002) e Callisto, Moretti e Goulart (2001), com valores pré-estabelecidos para cada classe. O teste com o PAR de Rodrigues (2008) demonstrou mais subjetividade, pela ampla possibilidade de escolha entre os números em um

gradiente, causando maior dúvida entre os aplicadores. Rodrigues (2008) utilizou como base o PAR de Barbour (1999), que também pontua gradualmente de 0 a 20 (Hannaford *et al.*, 1997, também utiliza esse gradiente). Em sua proposta de 1999, o autor ressalta a importância de minimizar a subjetividade através de opções quantitativas ou categóricas, entretanto, a utilização de numeração gradual demonstrou-se mais subjetiva e menos viável para aplicações em Ilhabela.

Com 10 parâmetros e valores pré-estabelecidos, a aplicação é mais objetiva, facilitando o trabalho em campo e a posterior análise. Levando em conta a possibilidade de as comunidades também utilizarem o PAR para monitoramento de seus territórios, esses são aspectos que importam para uma maior adesão ao método. Além disso, conversas com servidores ambientais da ilha apontaram a sobrecarga de serviço e escassez de recursos humanos e financeiros, portanto, o PAR simplificado poderia contribuir nas análises sem acrescentar excessiva carga de trabalho.

Em relação à modificação dos parâmetros de Callisto *et al.* (2002), houve o agrupamento de parâmetros, e a ordem de parâmetros também foi alterada. A estrutura se assemelha à ordem dos parâmetros de Rodrigues (2008), além de ter sido incorporado a distinção entre trechos de alto e baixo curso que a autora inseriu em alguns parâmetros, para que algumas características naturais de baixo curso não sejam pontuadas como negativas devido as características de alto curso, e vice-versa.

Foi estabelecida a pontuação 10 para trechos em situação ótima, e as outras 3 classes recebem numeração gradativa: 7, 4 e 0. Assim, o resultado das somatórias fica dividido em: 0 a 25 para situação péssima; 26 a 50 para situação ruim; 51 a 75 para situação regular e 76 a 100 para situação ótima (Quadro 5).

Quadro 5 – Classes e pontuações referentes ao PAR Ilhabela

Classes	Pontuação individual	Somatória
Ótima (Condição de referência)	10	76 a 100
Regular (Alterado)	7	51 a 75
Ruim (Impactado)	4	26 a 50
Péssima (Severamente degradado)	0	0 a 25

Fonte: elaborado pela autora, 2022.

4.4.1 Parâmetro 1: Tipos de fundo

Esse parâmetro trata dos sedimentos que compõem o fundo do canal natural, ou se é artificial. Não engloba a presença de folhas, galhos e demais orgânicos que são avaliados no “Parâmetro 2” a seguir. Os tipos de fundo indicam uma parte do grau de alteração no rio, além de estarem diretamente relacionados com a disponibilidade de habitats (RODRIGUES, 2008).

Fundos de composição mais diversificada oferecem locais para abrigo e reprodução da fauna aquática (BARBOUR, 1999). Ainda, considerando a característica do relevo local, com correntezas e afloramento rochoso em área conservada, é esperado encontrar um fundo formado por seixos rochosos de tamanhos variados em alto e médio curso do rio, assim como uma quantidade razoável de areia, que se aloja no fundo nas áreas de fluxo lento da água, onde formam poços ou piscinas naturais.

Se o trecho analisado for baixo curso, próximo à foz, é provável a predominância de areia ou lama, o que é normal para esse tipo de ambiente, que recebe e concentra os sedimentos carreados rio abaixo. Também há trechos com a presença de muitos seixos, de variados tamanhos, em baixo curso. Entretanto, em trechos de alto e médio curso, caso haja predominância de areia ou lama no fundo, há duas possibilidades: ocorrência de chuvas nos dias anteriores a coleta, ou algum desequilíbrio ocorrendo rio acima (como a remoção da mata ripária ou construções muito próximas ao curso hídrico), causando excesso de sedimentos sendo carreados até o rio.

No caso de chuvas fortes, o tempo deve ser levado em conta pelo avaliador, evitando realizar aplicações em dias chuvosos, pois isso influenciará negativamente os resultados, uma vez que as alterações momentâneas pela chuva são naturais e não indicam um mau ou bom estado de conservação. Se não for possível evitar coleta pós chuva, deve-se levar em consideração os efeitos desencadeados por ela no trecho avaliado, e comparar ao estado do trecho em dias sem chuva de coletas passadas ou futuras. O microhabitat de um trecho (cascalho, seixos, etc.) tem alta sensibilidade a perturbações, mas necessidade de curto período de tempo para se reestabelecer (Rodrigues, 2008).

Levando em consideração essas características, esse parâmetro, retirado de Callisto *et al.* (2002), sofreu leve alteração na adaptação, tendo sua descrição mais detalhada, além de ter sido atribuído pontuações diferentes para alto e médio curso (10, 7, 4 ou 0 pontos) ou baixo curso (10, 7 e 0 pontos), devido ao relevo, assim como é feito em Rodrigues (2008). Não seria apropriado atribuir uma pontuação baixa para predominância de areia e lama em baixo curso, por isso a remoção da pontuação 4 nesses trechos. Na Figura 32, exemplos de trechos em condição de referência.

Figura 32 – Condições referência de tipos de fundo. Imagem A) interior do Parque Estadual de Ilhabela (PEIb), exemplo de trecho em alto curso. Imagem B) trecho em baixo curso na zona de amortecimento do parque.



Fonte: imagens tiradas pela autora, 2022.

Em casos de trechos com fundo totalmente alterado e acimentado, a pontuação é 0, considerando que não há os aspectos biofísicos necessários para uma manutenção minimamente equilibrada do ecossistema aquático, especialmente para os organismos bentônicos, que vivem no fundo e dependem do fornecimento de abrigo para existirem e se reproduzirem, além de superfícies apropriadas para estabilidade da comunidade (CARVALHO; UIEDA, 2004). O quadro 6 apresenta como ficou o parâmetro no protocolo, e as imagens (Figura 33) ilustram as condições citadas.

Figura 33 – Exemplo de tipos de fundo em condição péssima (severamente degradado) em área urbana, sendo que nas imagens C e D nota-se fundo coberto por lama e areia em diferentes trechos avaliados



Fonte: imagens tiradas pela autora, 2022.

Quadro 6 – Gradiente ambiental e pontuações estabelecidas para o parâmetro “tipos de fundo” em trechos de alto, médio e baixo curso de rios no PAR Ilhabela

Parâmetro 1: Tipos de fundo			
Alto e médio curso			
10	7	4	0
Predominância de seixos e cascalho fino, podendo haver presença de areia	Predominância de areia, mas ainda com presença de cascalho	Lama e/ou areia	Cimento/canalização
Baixo curso			
10	7	0	
Presença de cascalho e areia, podendo haver lama	Lama e/ou areia	Cimento/canalização	

Fonte: elaborado pela autora, 2022.

4.4.2 Parâmetro 2: Substratos e habitats disponíveis

Os substratos e habitats disponíveis são um aspecto fundamental na composição do fundo, essencial na manutenção do ecossistema aquático e sua biodiversidade. Trata da quantidade e variedade de substratos naturais do rio, tais como: galhos, seixos, folhas, troncos etc. Quando essas condições são alteradas, as comunidades bióticas sofrem modificações diretas, tais como perda de locais para abrigo e alimentação, refletindo na reprodução, sendo que essa perda de habitats pode ser resultante de processos de assoreamento (RODRIGUES; MALAFAIA; CASTRO, 2010).

Esse parâmetro não diferencia trechos de alto, médio e baixo curso, visto que trechos bem conservados em baixo curso também apresentaram boa diversidade de substratos. Uma

porcentagem maior que 50% (estimada visualmente) é pontuada como “ótima”, pois, esse foi o padrão observado em trechos em condição de referência, considerando a velocidade, nível da água e tipo de fundo (Figura 34). Onde há predomínio de fundo rochoso sem presença considerável de folhagens, há menor aporte de biodiversidade em comparação aos fundos com raízes e plantas aquáticas (NOVAES, 2010; RODRIGUES; MALAFAIA; CASTRO, op. cit.). No geral, a diversidade aumenta com a estabilidade dos substratos e a presença de componentes orgânicos, como fungos e detritos provenientes da mata ciliar (CARVALHO; UIEDA, 2004; KIKUCHI; UIEDA, 2005).

Figura 34 – Condições referência de substratos e habitats disponíveis no leito e margens (zona de amortecimento do PEIb), com diversidade de substratos no leito (A) e nas margens (B)



Fonte: imagens tiradas pela autora, 2022.

Nos trechos impactados, é comum a homogeneização de substratos, seja por assoreamento e consequente soterramento dos substratos no leito (RODRIGUES; MALAFAIA; CASTRO, 2010), ausência de vegetação marginal e ripária para prover detritos (NOVAES, 2010), alteração nos regimes de fluxo da água (UIEDA; RAMOS, 2007) ou concretização do canal. Na Figura 35, exemplos de trechos em condição ruim e péssima para esse parâmetro.

Figura 35 – Exemplo de substratos e habitats disponíveis em situação ruim (impactado) e péssima (severamente degradado), respectivamente, sendo a imagem C na zona de amortecimento do PEIb,



Fonte: imagens tiradas pela autora, 2022.

Deve ser atribuída pontuação 10 em trechos que apresentam mais de 50% de sua área com habitats diversificados, servindo para manutenção da epifauna (fauna bentônica que habita a superfície do substrato), insetos aquáticos, anfíbios e peixes. Para trechos com 30 a 50% observado, pontuação 7. Se os habitats disponíveis visualmente aparentam mínima diversidade, 4 pontos. Em trechos onde há predominância de habitat monótono, pontuação 0 (Quadro 7).

Quadro 7 – Gradiente ambiental e pontuações estabelecidas para o parâmetro “substratos e habitats disponíveis” em trechos de rios no PAR Ilhabela

Parâmetro 2: Substratos e habitats disponíveis			
10	7	4	0
Mais de 50% do trecho com habitats diversificados, boa disponibilidade de habitats para abrigo e colonização da fauna; presença de troncos submersos, galhos, folhas, seixos ou outros habitats favoráveis	30 a 50% do trecho com habitats diversificados, com habitats adequados para a presença de diferentes organismos aquáticos	10 a 30% do trecho ainda apresenta habitats diversificados, mas significativamente pouca para a manutenção das populações aquáticas – substratos instáveis para fixação de organismos	Ausência óbvia de habitats diversificados, com predominância de algum habitat monótono – ausência de cascalhos, seixos ou vegetação aquática equilibrada

Fonte: elaborado pela autora, 2022.

4.4.3 Parâmetro 3: Plantas aquáticas e folhas caídas

O parâmetro trata da presença, distribuição e acúmulo de plantas aquáticas e folhas caídas ao longo do trecho. Esses aspectos são indicadores pois as plantas também respondem

às perturbações, além de disponibilizarem alimentos e abrigo (BARBOUR, 1999; CARVALHO; UIEDA, 2004). A mata ciliar é um fator importante para esse parâmetro, pois é a principal fonte de matéria orgânica em trechos sombreados de pequeno porte (CALLISTO *et al.*, 2019). Na Figura 36, exemplos de pequenas plantas e folhas em trechos em condição de referência.

Figura 36 – Condições referência de plantas aquáticas e folhas caídas no leito e margens, sendo a imagem A na zona de amortecimento do PEIb e a B no interior do parque, mostrando a presença de musgos, pequenas plantas aquáticas e folhas no leito



Fonte: imagens tiradas pela autora, 2022.

A ausência deles implica em menor diversidade de comunidades bióticas (como visto no parâmetro anterior), assim como o acúmulo provoca excesso de matéria orgânica e nutrientes, gerando um desequilíbrio nos níveis de oxigênio, que também afeta a riqueza de populações sensíveis a alterações na água (CALLISTO *et al.*, 2019). Na Figura 37, exemplos de acúmulo em trechos de baixo curso.

Figura 37 – Exemplo de plantas aquáticas e folhas caídas em trechos de situação péssima (severamente degradado) em área urbana, sendo C e D trechos com acúmulo de folhas caídas



Fonte: imagens tiradas pela autora, 2022.

Em trechos com presença equilibrada de macrófitas aquáticas ou musgos no leito, margens e/ou matacões, a pontuação é 10. Conforme é notado algum desequilíbrio, deve-se observar o grau e escolher pontuação 7 ou 4. Para trechos com total ausência ou acúmulo de vegetação aquática/folhas, a pontuação é 0, indicando ambiente muito perturbado (Quadro 8).

Quadro 8 - Gradiente ambiental e pontuações estabelecidas para o parâmetro “plantas aquáticas e folhas caídas” em trechos de rios no PAR Ilhabela

Parâmetro 3: Plantas aquáticas e folhas caídas			
10	7	4	0
Pequenas macrófitas aquáticas ou musgos presentes de forma equilibrada pelo leito e nos matacões – folhas caídas presentes nos remansos, poços e carregadas pelas corredeiras, sem acúmulo no leito	Macrófitas aquáticas, algas filamentosas e/ou musgos distribuídas no leito, substrato com perífíton	Acúmulo ou escassez de algas filamentosas, macrófitas e/ou folhas caídas, perífíton e biofilme em abundância	Ausência de vegetação aquática no leito, acúmulo de folhas caídas não carregadas ou grandes bancos de macrófitas

Fonte: elaborado pela autora, 2022.

4.4.4 Parâmetro 4: Transparência, turbidez e oleosidade

Optou-se por juntar os aspectos transparência e turbidez à oleosidade em um único parâmetro, ao contrário de Callisto *et al.* (2002), que os dividiu em 3, sendo: transparência, oleosidade da água e oleosidade do fundo. Em seu documento de 1999, Barbour indica que caso não haja equipamento para medir a turbidez da água, o mesmo pode ser feito com observação

visual, escolhendo a opção que mais se adequa ao que foi observado, e isso também se aplica a oleosidade. A transparência determina o quanto de luz solar penetra a água, e é um dos aspectos da turbidez, que mensura como a luz penetra e trata da quantidade de partículas em suspensão. Na Figura 48, exemplos de condição referência, e deve ser levado em conta que em dias chuvosos esses aspectos serão naturalmente alterados.

Figura 38 – Condições referência para alto/médio curso (imagem A), no interior do PEIb, e baixo curso (imagem B), em sua zona de amortecimento



Fonte: imagens tiradas pela autora, 2022.

A turbidez também pode ser gerada por sedimentos finos de origem antrópica, e são reconhecidos como os maiores contaminantes do ecossistema aquático. O excesso de sedimentos em suspensão é uma das causas de deterioração na qualidade da água, e se esse aspecto está em desequilíbrio, pode causar mudança no comportamento dos organismos aquáticos, que reflete nas populações e comunidades, além de mortalidade conforme a gravidade. A diminuição da transparência da água, se ocorrida de forma sistêmica, além de alterar os padrões de comportamento dos organismos (alimentação, caça, reprodução, desova, migração etc.), também influencia na produção de fotossíntese e pode afetar o sistema respiratório de algumas espécies de peixes (VILLARDI; GIORDANO; BARBOSA, 2016).

A oleosidade, apesar de não estar atrelada à turbidez, é um aspecto que por si só indica péssima situação pela óbvia contaminação da água, independentemente do nível de transparência, então, para otimizar a quantidade de parâmetros, esse aspecto foi incluso aqui, assim como a coloração da água em caso de padrões incomuns (como acinzentada), que também indicam contaminação. Na Figura 39, exemplos de trechos com oleosidade e/ou coloração

incomum. Não foram observados trechos pontuados com 0 por problemas com turbidez ou transparência (fora as ocorrências no período de chuvas).

Figura 39 – Exemplo de transparência, turbidez e oleosidade em situação péssima (severamente degradado), observado em trecho de baixo curso na área urbana, onde pousadas foram denunciadas por descarte incorreto de materiais de limpeza, sendo imagens C e D trechos com água turva de coloração incomum e presença de oleosidade



Fonte: imagens tiradas pela autora, 2022.

O parâmetro foi dividido em alto/médio e baixo curso, visto que há aumento de sedimentos em suspensão mais próximo a foz (Quadro 9). Com base nos levantamentos *in loco*, para rios de alto/médio curso, foi definida a pontuação 10 àqueles transparentes, sem sedimentos em suspensão (em dias não chuvosos) e sem oleosidade. Pontuação 7 ou 4 conforme há o aumento da turbidez, mas ainda sem oleosidade. Para trechos com oleosidade ou coloração incomum, pontuação 0. Para baixo curso, sendo normal maior turvamento da água, a pontuação 4 foi removida, pois *in loco* observou-se apenas 3 gradientes para esse tipo de trecho. Portanto, 10 para transparência, podendo haver sedimentos em suspensão, 7 com turbidez, sem oleosidade, e 0 para coloração incomum ou oleosidade.

Quadro 9 – Gradiente ambiental e pontuações estabelecidas para o parâmetro “Transparência, turbidez e oleosidade” em trechos de rios no PAR Ilhabela

Parâmetro 4: Transparência, turbidez e oleosidade			
Alto e médio curso			
10	7	4	0
Transparente, ausência de sedimentos em suspensão e de oleosidade	Presença de um pouco de sedimento em suspensão, mas ainda possível visualizar o fundo, sem oleosidade	Turva, muito sedimento em suspensão, sem oleosidade	Água opaca/leitosa, pode haver oleosidade aparente ou coloração incomum

Baixo curso		
10	7	0
Transparente, podendo haver um pouco de sedimentos em suspensão, sem oleosidade	Turva, com moderado ou muito sedimento em suspensão e/ou lamosa, sem oleosidade	Água opaca/leitosa, pode haver oleosidade aparente ou coloração incomum

Fonte: elaborado pela autora, 2022.

4.4.5 Parâmetro 5: Regimes de velocidade e profundidade

Em Callisto *et al.* (2002), parte desses aspectos são tratados como “extensão de rápidos” e “frequência de rápidos”, entretanto, o modelo de Rodrigues (2008) demonstrou-se mais apropriado para esse parâmetro do PAR adaptado. Os 3 principais regimes de velocidade são: lento, moderado e rápido, que podem estar em ambientes rasos ou profundos. Como Ilhabela possui relevo acentuado e dissecado, os trechos em alto e médio curso não costumam ser profundos, característica que muda quando o rio principal de uma bacia hidrográfica possui muitos afluentes, tornando-se mais largo e profundo conforme a altitude e inclinação diminuem até a foz. Apesar de alguns poucos trechos se encaixarem nessa descrição, a maioria é composta por rios estreitos e rasos, parte de pequenos sistemas hidrográficos, sem a contribuição significativa de volume de água proveniente de afluentes.

Diferentes regimes de velocidade e profundidade em um mesmo trecho fornecem maior estabilidade e diversidade de habitats para os organismos aquáticos (RODRIGUES, 2008). Além disso, estudos apontam que algumas comunidades biológicas, como de macroinvertebrados bentônicos, possuem mais riqueza e diversidade em corredeiras, visto que são adaptadas a esse ambiente (UIEDA; RAMOS, 2007). Barbour *et al.* (1999) afirma que os trechos em melhor condição são aqueles com 4 tipos de regime: rápido/raso, lento/raso, rápido/profundo e lento/profundo. Na figura 40, trechos que apresentaram ao menos 3 tipos de regime, e na figura 41 exemplos de apenas 1 tipo ou água parada em ambiente lótico.

Figura 40 – Condições referência para regimes de velocidade/profundidade em alto/médio curso (Figura A), no interior do PEIb, e baixo curso (Figura B), na zona de amortecimento do parque



Fonte: imagens tiradas pela autora, 2022.

Figura 41 – Exemplo de regimes de velocidade/profundidade em condição péssima (severamente degradado) em baixo curso, na zona de amortecimento do parque (Figura C), onde havia alguns diques artificiais, e na área urbana (Figura D), ambos com fluxo parado/lento



Fonte: imagens tiradas pela autora, 2022.

Para esse parâmetro também há a divisão alto/médio curso e baixo curso, sendo que para o primeiro, a pontuação 10 trata de trechos com ao menos 3 tipos de regime e obrigatório a presença do regime rápido/raso, 7 e 4 para trechos com menor diversidade de regimes e 0 para apenas 1 regime, como água parada (Quadro 10). Para baixo curso, a pontuação 10 requer 3 tipos de regime, não sendo obrigatório o rápido/raso.

Quadro 10 – Gradiente ambiental e pontuações estabelecidas para o parâmetro “Regimes de velocidade e profundidade” em trechos de rios no PAR Ilhabela

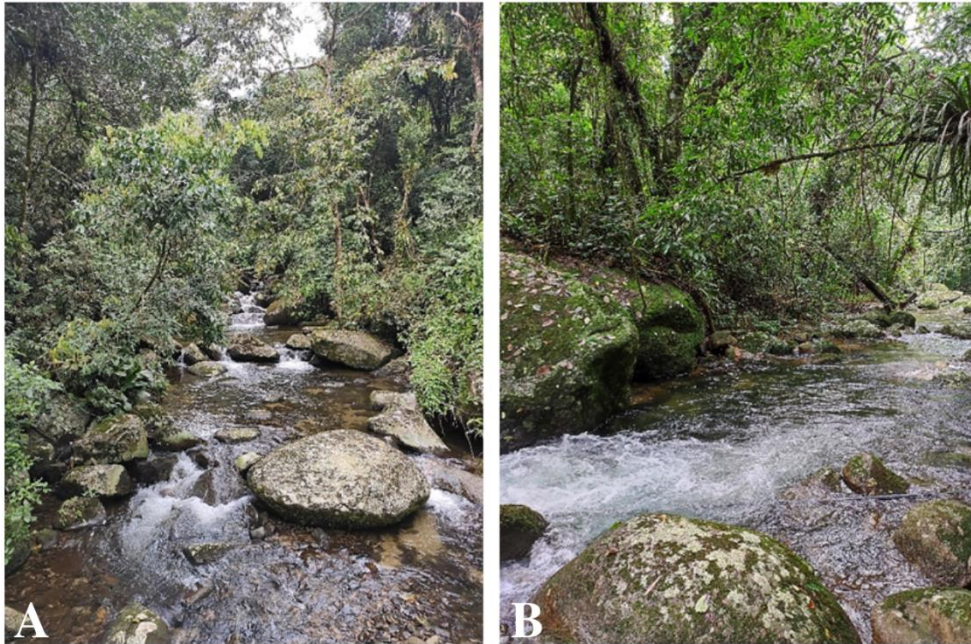
Parâmetro 5: Regimes de velocidade e profundidade			
Alto e médio curso			
10	7	4	0
Ao menos 3 tipos de regime, com o regime rápido/raso sendo obrigatório, com corredeiras frequentes – poços grandes ou pequenos com fluxo mais lento ou remansos – pode haver represamentos naturais causados por matacões	Pelo menos 2 tipos de regime, com presença do rápido/raso, mas com menor quantidade de poços e/ou remansos	Presença de 2 tipos de regime, mas pouca ou inexistente presença de corredeiras ou regime rápido/raso	Dominância de apenas 1 tipo de regime, podendo ser do tipo lento – água parada
Baixo curso			
10	7	4	0
Presença de 3 tipos de regime, com corredeiras, poços e remansos, podendo ser predominantemente rápido/raso ou lento/profundo	2 tipos de regime, podendo ser predominantemente rápido/raso ou lento/profundo	2 tipos de regime, com predominância de poços e remansos rasos, regime lento/raso frequente	Apenas 1 tipo de regime, água muito lenta ou quase parada

Fonte: elaborado pela autora, 2022.

4.4.6 Parâmetro 6: Deposição de sedimentos

Em Callisto *et al.* (2002), esses aspectos são tratados em “depósitos sedimentares” e “deposição de lama”. No adaptado, foi deixado apenas 1 parâmetro, devido a escolha de simplificar o protocolo-base, diminuindo a quantidade de parâmetros. Os sedimentos têm papel indispensável nos ecossistemas aquáticos, influenciando na presença e distribuição de comunidades aquáticas. Podem ser mais arenosos, cascalhosos ou argilosos e, havendo alguma perturbação, o acúmulo prejudica as comunidades de organismos bentônicos e as que dependem deles, além de alterarem o canal e seu fluxo a partir dos bancos que se formam no leito ou nas margens do rio (CARVALHO; UIEDA, 2004; KIKUCHI; UIEDA, 2005; RODRIGUES; MALAFAIA; CASTRO, 2008). É importante que, durante aplicação, seja levado em conta se houve chuvas fortes nos dias anteriores, para que os resultados não sejam prejudicados, pois alteram o acúmulo de sedimentos temporariamente. Na figura 42, exemplos de trechos em condição de referência, e na figura 43 aqueles com acúmulo e formação de bancos de areia.

Figura 42 – Condições referência para deposição de sedimentos, sendo que a Figura A se encontra em alto/médio curso (interior do PEIb), e B em baixo curso (zona de amortecimento do parque)



Fonte: imagens tiradas pela autora, 2022.

Figura 43 – Exemplo de regimes de deposição de sedimentos em condição péssima (severamente degradado), na zona de amortecimento do PEIb (Figura C) e na área urbana (Figura D), ambos com fundo coberto por areia e lama, e formação de bancos de areia na D.



Fonte: imagens tiradas pela autora, 2022.

Em trechos com 0 a 25% do fundo coberto por sedimento ou lama, a pontuação é 10. Foi observado que, mesmo em baixo curso, o aporte de sedimentos não é acentuado, a não ser em casos de desequilíbrio rio acima ou após chuvas torrenciais. Pontuação 7 ou 4 para trechos de 25% a 75% do fundo coberto, e 0 caso mais de 75% encontrem-se coberto, com formação de bancos de areias ou lama no canal (Quadro 11).

Quadro 11 – Gradiente ambiental e pontuações estabelecidas para o parâmetro “Deposição de sedimentos” em trechos de rios no PAR Ilhabela

Parâmetro 6: Deposição de sedimentos			
10	7	4	0
Entre 0 a 25% do fundo coberto por sedimento ou lama	Entre 25% a 50% do fundo coberto por sedimento ou lama	Entre 50 a 75% do fundo coberto por sedimento ou lama	Mais de 75% do fundo coberto por sedimento ou lama, formação de grandes bancos de areia ou lama

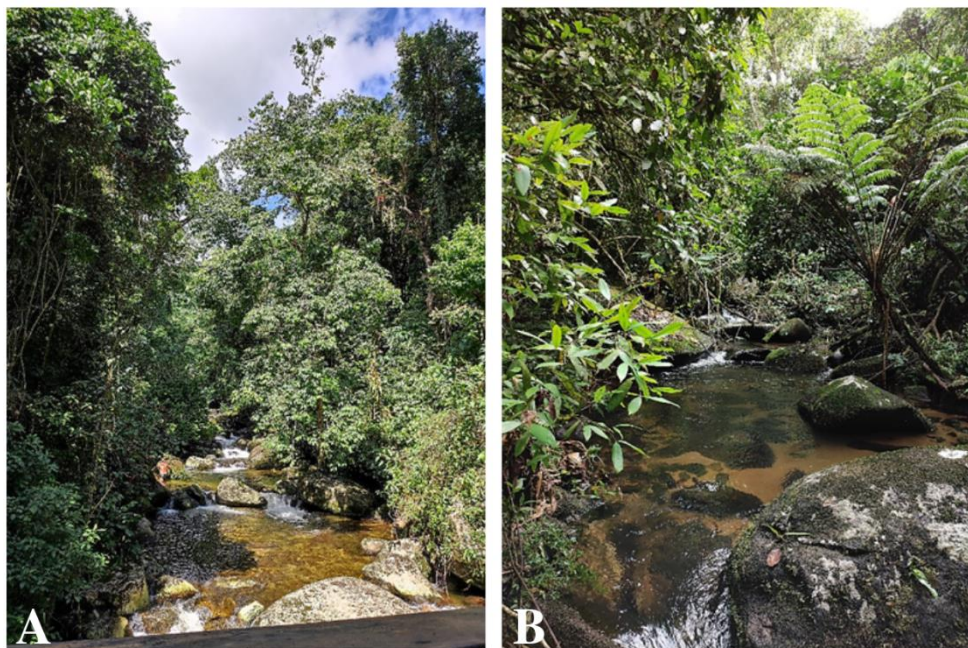
Fonte: elaborado pela autora, 2022.

4.4.7 Parâmetro 7: Condições do escoamento do canal

Como não há período de estiagem na Ilha de São Sebastião propriamente (MILANESI, 2016), não se considerou necessário dividir esse parâmetro em pontuação para época chuvosa e estiagem, como fez Rodrigues (2008). Em Callisto *et al.* (2002), esse parâmetro é chamado de “características do fluxo da água”. Há diferença no volume de água quando ocorrem chuvas torrenciais, algo que deve ser levado em conta na escolha do dia de aplicação e na análise.

Quando a água não é o suficiente para cobrir os substratos do rio, as comunidades aquáticas são prejudicadas. O preenchimento do canal determina as condições de escoamento da água e, portanto, as condições necessárias para a permanência dos organismos que ali residem (RODRIGUES; MALAFAIA; CASTRO, 2008). Nas figuras 44 e 45, exemplos de condição de referência e em situação péssima.

Figura 44 – Condições referência para escoamento do canal, sendo que a imagem A se encontra em alto/médio curso (interior do PEIb), e B em baixo curso (zona de amortecimento do parque)



Fonte: imagens tiradas pela autora, 2022.

Figura 45 – Exemplo de condições do escoamento do canal em situação péssima (severamente degradado), observado em trechos de baixo curso na área urbana, sendo C e D trechos com pouco volume de água



Fonte: imagens tiradas pela autora, 2022.

Se a água preenche todo (ou quase todo) o canal, com mínima quantidade de substratos expostos, a pontuação é 10. Pontuação 7 para lâmina da água cobrindo entre 25 a 75% do canal, ou menos de 25% do substrato exposto. Se a maior parte dos substratos estão expostos, pontuação 4. Se a lâmina da água é quase escassa, presente apenas em poços, pontuação 0. Pelo que foi observado, é característico dos rios da ilha canais não profundos, com trechos mais rasos e outros com poços ou piscinas naturais (Quadro 12).

Quadro 12 – Gradiente ambiental e pontuações estabelecidas para o parâmetro “Deposição de sedimentos” em trechos de rios no PAR Ilhabela

Parâmetro 7: Condições de escoamento do canal			
10	7	4	0
A água preenche todo ou quase todo o canal, com mínima quantidade de substratos expostos	Lâmina da água entre 25 e 75% do canal, ou menos de 25% do substrato exposto	A água preenche menos de 25% do canal do rio, ou maior parte dos substratos expostos	Lâmina da água presente apenas nos remansos ou canal quase seco

Fonte: elaborado pela autora, 2022.

4.4.8 Parâmetro 8: Estabilidade das margens

Este parâmetro mede a erosão, natural ou produzida de forma antrópica, presente nas margens, ou o potencial para isso. A Ilha de São Sebastião possui alta declividade, e margens mais íngremes são mais suscetíveis a processos erosivos (BARBOUR, 1999; MINATTI-FERREIRA; BEAUMORD, 2006). Mesmo em trechos considerados em condição de

referência, nota-se a presença de erosões, muitas vezes provocadas pelo deslocamento e rolamento de matacões e força da água em dias de tempestades. Não necessariamente significam alterações antrópicas, apenas parte das características locais, visto que, nesses trechos, as margens estão protegidas por raízes e vegetação nativa, mas há a força de elementos naturais, devido a uma geomorfologia suscetível a erosões (FURLAN, 2000).

Conforme interferências ocorrem, a presença de erosões tende a ser maior e mais complexa, especialmente onde não há vegetação nas margens. Como os parâmetros se relacionam, a presença de erosão causada por margens desmatadas em um trecho de cabeceira pode ser o que provoca maior deposição de sedimentos e assoreamento em trechos rio abaixo. Na figura 46, exemplos em condição de referência. Os exemplos em situação ruim e péssima (Figura 47) são, respectivamente, aqueles onde os processos erosivos são desencadeados por remoção da vegetação marginal, e, substituição por margem artificial.

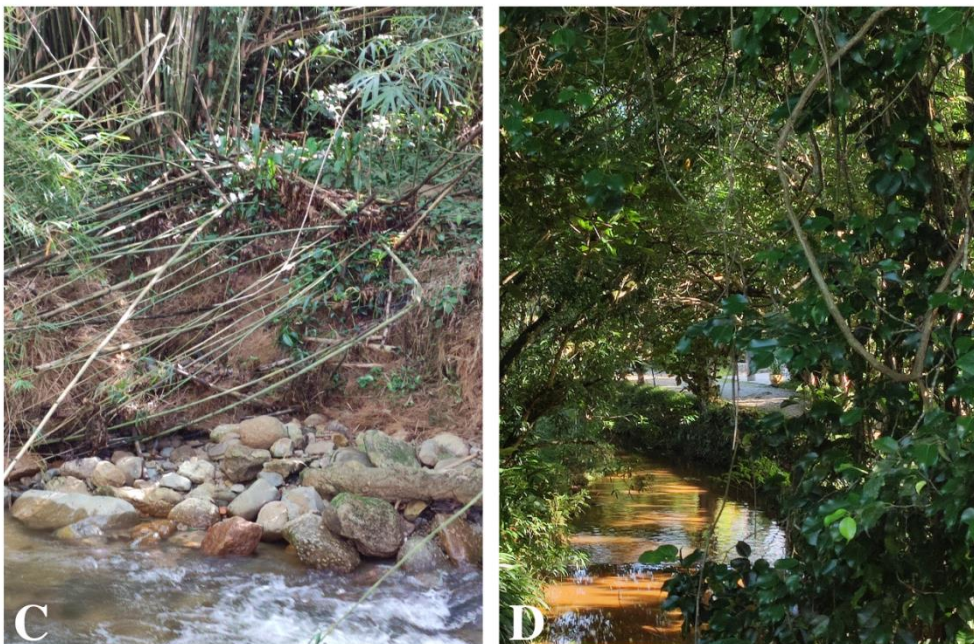
Alterações nas margens, como a retirada da vegetação, influencia na infiltração da água da chuva e na velocidade de escoamento superficial (intensificado pela declividade do relevo). Conseqüentemente, há aumento na carga sedimentar e aporte de sedimentos no curso hídrico, diminuindo a disponibilidade de habitats, não só para organismos que vivem em esconderijos na margem, como também para os bentônicos no leito (RODRIGUES; MALAFAIA; CASTRO, 2008; CASTRO; CASTRO; SOUZA, 2013). Apesar das margens artificiais serem tratadas no próximo parâmetro “Alterações no canal”, aqui também representam situação péssima, pois inviabilizam os processos ecológicos relacionados à estrutura das margens, como os citados esconderijos e freio para o escoamento superficial.

Figura 46 – Condições referência para estabilidade das margens na zona de amortecimento do PEIb, sendo que A e B retratam margens com raízes, matacões e solo estável



Fonte: imagens tiradas pela autora, 2022.

Figura 47 – Exemplo de estabilidade das margens observado em trechos de baixo curso na área urbana: em situação ruim (impactado) na imagem C, com processos erosivos, e péssima (severamente degradado) na imagem D, com margens artificiais



Fonte: imagens tiradas pela autora, 2022.

Tanto Callisto *et al.* (2002) quanto Rodrigues (2008) utilizaram a porcentagem como medidor desse aspecto, mas, aqui foi escolhido mensurar sem estimar porcentagem, como pode ser visualizado no Quadro 13. Pontuação 10 se as margens aparentam estabilidade, 7 se estão moderadamente estáveis e 4 se moderadamente instáveis. Se houve deslizamento ou margens desfeitas por erosão, pontuação 0. Em caso de deslizamentos, deve ser levado em conta se

ocorreu naturalmente, ou se foi provocado por desmatamento, construções ou outras modificações na área.

Quadro 13 – Gradiente ambiental e pontuações estabelecidas para o parâmetro “Estabilidade das margens” em trechos de rios no PAR Ilhabela

Parâmetro 8: Estabilidade das margens			
10	7	4	0
Margens aparentemente estáveis, podendo haver presença de processos erosivos não graves – composta por matacões, solo argiloso e raízes entrelaçadas	Margens moderadamente estáveis, com maior risco de deslocamento de matacões e deslizamento da margem	Moderadamente instáveis, com processos erosivos agravados ou muitos deslizamentos – pouca presença de raízes entrelaçadas	Instável, margens desfeitas por ação erosiva ou deslizamento, ausência de raízes entrelaçadas ou de matacões estáveis – ou margens artificiais

Fonte: elaborado pela autora, 2022.

4.4.9 Parâmetro 9: Alterações no canal

Alterações no canal, a depender do nível de modificação, impactam diretamente nas comunidades que ali vivem ou que dependem daquele ecossistema, além de modificar as dinâmicas naturais da paisagem ribeirinha, especialmente os padrões de alagamento e sinuosidade que ocorrem na várzea do rio, além de interferir na capacidade de drenagem em casos mais extremos. Também pode acarretar mudanças na vazão e aumento de sedimentos, características determinantes para a sobrevivência de organismos sensíveis às transformações do *habitat* (HANNAFORD *et al.*, 1997; BARBOUR, 1999). Na figura 48, exemplos de trechos com situação péssima para alterações no canal.

Essas alterações podem ser mínimas, como a presença de manilhas ou gabiões para sustentação de pontes pequenas, não interferindo no curso natural do rio, passando para uma situação moderada, em que um trecho do rio possui alguma estrutura para estabilização artificial das margens, até extremas modificações, de canalização das margens ao longo do curso hídrico. Para a primeira situação, a pontuação é 10 e, na figura 49, exemplos de canais seguindo seu curso natural.

Figura 48 – Condições referência para alterações no canal, sendo que a Figura A se encontra na zona de amortecimento do PEIb, e B em área urbana



Fonte: imagens tiradas pela autora, 2022.

Figura 49 – Exemplo de alterações no canal em condição péssima (severamente degradado), observado em trechos de baixo curso na área urbana, sendo que C e D apresentam canal modificado por margens artificiais



Fonte: imagens tiradas pela autora, 2022.

Para a presença de pontes com mais estrutura e canalização ou alterações similares, ainda sem grandes interferências no canal, pontuação 7. Se parte das margens se encontram modificadas, com interferência no canal/fluxo/vazão, pontuação 4. rios totalmente modificados, com mais de 80% das margens canalizadas ou formadas por gabiões, pontuação 0 (Quadro 14).

Quadro 14 – Gradiente ambiental e pontuações estabelecidas para o parâmetro “Alterações no canal” em trechos de rios no PAR Ilhabela

Parâmetro 9: Alterações no canal			
10	7	4	0
Ausência ou mínima presença de canalizações, drenagem ou dragagens: o rio segue seu curso natural	Alguma canalização, geralmente servindo de apoio para pontes, sem grandes interferências no canal	Trecho visivelmente modificado, com presença de estruturas artificiais modificando as margens, curso ou fluxo do rio – boa parte do canal se encontra canalizado	Margens formadas por gabiões ou mais de 80% do curso canalizado

Fonte: elaborado pela autora, 2022.

4.4.10 Parâmetro 10: Vegetação do entorno e tipo de uso/ocupação

A vegetação marginal, mata ciliar ou zona ripária, exerce funções primordiais para o bom funcionamento dos sistemas locais. Para começar, a vegetação e suas raízes servem de proteção contra agentes externos, naturais ou antropogênicos, evitando erosão nas margens, assoreamento no leito e contaminação da água, pois as raízes ajudam a filtrar os compostos carregados pela água da chuva. Nesse tipo de ambiente, floresta tropical, as árvores nas margens de riachos também são importantes reguladoras de luz solar, com suas copas controlando a quantidade de luz que entra e, conseqüentemente, a temperatura e a fotossíntese. Contribuem com matéria orgânica, pelas raízes, folhas e galhos caídos, atuando também na ciclagem de nutrientes. As comunidades aquáticas sofrem diretamente com alterações ocorridas no entorno do rio, gerando impactos negativos na organização de populações da fauna e flora aquática (CARVALHO; UIEDA, 2004; RODRIGUES; MALAFAIA; CASTRO, 2008; NOVAES, 2010; CASTRO; CASTRO; SOUZA, 2013; CALLISTO *et al.*, 2019).

É importante que essa vegetação seja nativa, pois, espécies que evoluem em determinado ecossistema estão preparadas para suas demandas e contribuem para que as funções ecossistêmicas sejam cumpridas, acarretando nos serviços ecossistêmicos, como provisão e regulação da água. Além disso, sua extensão (em cada lado da margem), deve ser significativa, com no mínimo 30m de vegetação em cada lado (para cursos hídricos de até 10m de largura em área rural, ou independente da largura em área urbana - Lei nº 12.651 de maio de 2012), garantindo mínima proteção do curso hídrico – conforme a largura do curso, maior deve ser a área de mata ciliar.

Rodrigues (2008) aponta que as fitofisionomias ribeirinhas não são padronizadas, portanto, não se deve limitar a largura da zona ripária. Callisto *et al.* (2002) estabeleceu “largura da vegetação ripária maior que 18m” como “ótimo”. Para o PAR Ilhabela, foi definido ao menos

os 30m apontados na legislação. Na figura 50, exemplos de trechos em condição de referência, e na 51 trechos com ausência de mata ciliar.

Figura 50 – Condições referência para vegetação do entorno e tipo de uso/ocupação, sendo que a imagem A se encontra no interior do PEIb, e B em área urbana



Fonte: imagens tiradas pela autora, 2022.

Figura 51 – Exemplo de vegetação do entorno e tipo de uso/ocupação em condição péssima (severamente degradado), observado em trechos de baixo curso na área urbana, sendo que C não possui vegetação no entorno e D apenas pouca vegetação na margem direita



Fonte: imagens tiradas pela autora, 2022.

Atribui-se pontuação 10 aos trechos com mata ciliar nativa presente em ao menos 30m de cada margem. Pontuação 7 se a largura da vegetação está entre 30 ou 10m em cada margem,

mas mantendo a prevalência de espécies nativas. Se a largura é inferior a 10m, com maior presença de espécies exóticas, pontuação 4. Se não há vegetação, ou há construções/ plantio nas margens, pontuação 0 (Quadro 15).

Quadro 15 – Gradiente ambiental e pontuações estabelecidas para o parâmetro “Vegetação do entorno e tipo de uso/ocupação” em trechos de rios no PAR Ilhabela

Parâmetro 10: Vegetação do entorno e tipo de uso/ocupação			
10	7	4	0
Mata ciliar não apresenta alterações antrópicas significativas – ao menos 30m de mata ciliar (nativa) em cada margem	Largura da mata ciliar de 30m a 10m em cada margem, com mínima presença de alteração antrópica, podendo haver maior presença de espécies exóticas	Largura da mata ciliar menor que 10m, maior presença de alterações antrópicas próximas a margem, como plantio, roças, construções	Ausência ou mínima presença de vegetação nas margens e entorno formado por construções, plantio, etc.

Fonte: elaborado pela autora, 2022.

4.4.11 Parâmetros não utilizados

O PAR que serviu como base possui 22 parâmetros, mas, o adaptado apenas 10. Essa discrepância é justificada pela intenção de deixar a avaliação mais sucinta: com resultados relevantes, porém simples. Além disso, Callisto, Moretti e Goulart (2001) utilizaram um PAR com 11 parâmetros, preliminar a Callisto *et al.* (2002). Uma das vantagens do protocolo é exatamente essa adaptabilidade às características, contexto e objetivos dos aplicadores. Outro exemplo de redução no número de parâmetros de Callisto *et al.* (2002) é a dissertação de Silva (2015), que o adaptou para a Ilha de Santa Catarina/SC, utilizando 15 parâmetros.

Mesmo com a redução numérica, a maioria dos aspectos presentes nos 22 parâmetros estão reproduzidos e/ou reformulados na adaptação. Com exceção de “odor da água”, “odor do sedimento”, “extensão de rápidos” e “frequência de rápidos”, todos os outros foram incorporados no protocolo. Os odores não pontuam, mas podem ser apontados nas observações, assim como outras características não contempladas que o aplicador considere relevante.

Com a ambição de que o protocolo também possa, eventualmente, servir às comunidades caiçaras, às organizações não-governamentais e ao setor ambiental da prefeitura, optou-se por compactar os aspectos mais relevantes observados em trabalho de campo exploratório, diminuindo a subjetividade e o tempo de aplicação e análise. Posteriormente, podem ser incluídos novos ou mais detalhados parâmetros.

SEÇÃO V – PAR ILHABELA

5.1 Protocolo adaptado

Abaixo (Quadro 16), o protocolo adaptado na íntegra, da forma como foi aplicado no terceiro trabalho de campo, cujos resultados são apresentados na seção seguinte. Apesar da área de estudo com aplicação do PAR ter sido apenas na Ilha de São Sebastião, não incluindo as outras ilhas do município, o nome do protocolo foi definido como PAR Ilhabela.

Quadro 16 - Formulário de Avaliação do PAR Ilhabela, adaptado por Freitas, S. C. (2023)

Protocolo de Avaliação Rápida de Rios adaptado de Callisto <i>et al.</i> (2002) e Rodrigues (2008)	
PAR ILHABELA	
Trecho avaliado:	
Coordenadas:	Elevação (Alt.):
Data da avaliação:	Hora da avaliação:
Tempo (situação do dia):	
Choveu nos últimos 2 dias? () Sim () Não	
Largura:	Profundidade:
Trecho: () Alto curso () Médio curso () Baixo curso	
Aplicador (a):	

Avaliação rápida das condições biofísicas e da diversidade de habitats em trechos de cursos hídricos

Classes	Pontuação
Ótima (Condição de referência)	10
Regular (Alterado)	7
Ruim (Impactado)	4
Péssima (Severamente degradado)	0

Recomendações: em caso de dias com chuvas fortes, se possível aguardar ao menos 2 dias para aplicação do protocolo, garantindo que as condições estejam mais próximas de seu normal; se atentar se o trecho é alto/médio ou baixo curso para pontuar corretamente.

FICHA DE AVALIAÇÃO

Parâmetro 1: Tipos de fundo			
Alto e médio curso			
10	7	4	0
Predominância de seixos e cascalho fino, podendo haver presença de areia	Predominância de areia, mas ainda com presença de cascalho	Lama e/ou areia	Cimento/canalização
Baixo curso			
10	7	0	
Presença de cascalho e areia, podendo haver lama	Lama e/ou areia	Cimento/canalização	

Parâmetro 2: Substratos e habitats disponíveis			
10	7	4	0
Mais de 50% do trecho com habitats diversificados, boa disponibilidade de habitats para abrigo e colonização da fauna; presença de troncos submersos, galhos, folhas, seixos ou outros habitats favoráveis	30 a 50% do trecho com habitats diversificados, com habitats adequados para a presença de diferentes organismos aquáticos	10 a 30% do trecho ainda apresenta habitats diversificados, mas significativamente pouca para a manutenção das populações aquáticas, ou, substratos instáveis para fixação de organismos	Ausência óbvia de habitats diversificados, com predominância de algum habitat monótono – ausência de cascalhos, seixos ou vegetação aquática equilibrada

Parâmetro 3: Plantas aquáticas e folhas caídas			
10	7	4	0
Pequenas macrófitas aquáticas ou musgos presentes de forma equilibrada pelo leito e nos matacões – folhas caídas presentes nos remansos, poços e carregadas pelas corredeiras, sem acúmulo no leito	Macrófitas aquáticas, algas filamentosas e/ou musgos distribuídas no canal, pode haver substrato com perifíton	Acúmulo ou escassez de algas filamentosas, macrófitas ou folhas caídas, e/ou perifíton e biofilme em abundância	Ausência de vegetação aquática no leito ou acúmulo de folhas caídas ou grandes bancos de macrófitas

Parâmetro 4: Transparência, turbidez e oleosidade			
Alto e médio curso			
10	7	4	0
Transparente, ausência de sedimentos em suspensão e de oleosidade	Presença de um pouco de sedimento em suspensão, mas ainda possível visualizar o fundo, sem oleosidade	Turva, muito sedimento em suspensão, sem oleosidade	Água opaca/leitosa, pode haver oleosidade aparente ou coloração incomum
Baixo curso			
10	7	0	
Transparente, podendo haver um pouco de sedimentos em suspensão, sem oleosidade	Turva, com moderado ou muito sedimento em suspensão e/ou lamosa, sem oleosidade	Água opaca/leitosa, pode haver oleosidade aparente ou coloração incomum	

Parâmetro 5: Regimes de velocidade e profundidade			
Alto e médio curso			
10	7	4	0
Ao menos 3 tipos de regime, com o regime rápido/raso sendo obrigatório, com corredeiras frequentes – poços grandes ou pequenos com fluxo mais lento ou remansos – pode haver represamentos naturais causados por matacões	Pelo menos 2 tipos de regime, com presença do rápido/raso, mas com menor quantidade de poços e/ou remansos	Presença de 2 tipos de regime, mas pouca ou inexistente presença de corredeiras ou regime rápido/raso	Dominância de apenas 1 tipo de regime, podendo ser do tipo lento – água parada
Baixo curso			
10	7	4	0
Presença de 3 tipos de regime, com corredeiras, poços e remansos, podendo ser predominantemente rápido/raso ou lento/profundo	2 tipos de regime, podendo ser predominantemente rápido/raso ou lento/profundo	2 tipos de regime, com poços e remansos rasos, regime lento/raso frequente	Apenas 1 tipo de regime, água muito lenta ou quase parada

Parâmetro 6: Deposição de sedimentos			
10	7	4	0
Entre 0 a 25% do fundo coberto por sedimento ou lama	Entre 25% a 50% do fundo coberto por sedimento ou lama	Entre 50 a 75% do fundo coberto por sedimento ou lama	Mais de 75% do fundo coberto por sedimento ou lama, pode haver formação de grandes bancos de areia ou lama

Parâmetro 7: Condições de escoamento do canal			
10	7	4	0
A água preenche todo ou quase todo o canal, com mínima quantidade de substratos expostos	Lâmina da água entre 25 e 75% do canal, ou menos de 25% do substrato exposto	A água preenche menos de 25% do canal do rio, ou maior parte dos substratos expostos	Lâmina da água presente apenas nos remansos ou canal quase seco

Parâmetro 8: Estabilidade das margens			
10	7	4	0
Margens aparentemente estáveis, podendo haver presença de processos erosivos não graves – composta por matacões, solo argiloso e raízes entrelaçadas	Margens moderadamente estáveis, com maior risco de deslocamento de matacões e deslizamento da margem	Moderadamente instáveis, com processos erosivos agravados ou muitos deslizamentos – pouca presença de raízes entrelaçadas	Instável, margens desfeitas por ação erosiva ou deslizamento, ausência de raízes entrelaçadas ou de matacões estáveis; margens artificiais

Parâmetro 9: Alterações no canal			
10	7	4	0
Ausência ou mínima presença de canalizações, drenagem ou dragagens: o rio segue seu curso natural	Alguma canalização, geralmente servindo de apoio para pontes, sem grandes interferências no canal	Trecho visivelmente modificado, com presença de estruturas artificiais modificando as margens, curso ou fluxo do rio – boa parte do canal se encontra canalizado	Margens formadas por gabiões ou mais de 80% do curso canalizado

Parâmetro 10: Vegetação do entorno e tipo de uso/ocupação			
10	7	4	0
Mata ciliar não apresenta alterações antrópicas significativas – ao menos 30m de mata ciliar (nativa) em cada margem	Largura da mata ciliar de 30m a 10m em cada margem, com presença de alteração antrópica; pode haver maior presença de espécies exóticas	Largura da mata ciliar menor que 10m, maior presença de alterações antrópicas próximas a margem, como plantio, roças, construções	Ausência ou mínima presença de vegetação nas margens e entorno formado por construções, plantio, etc.

Observações (odor, temperatura da água...):

Fonte: elaboração própria, 2022.

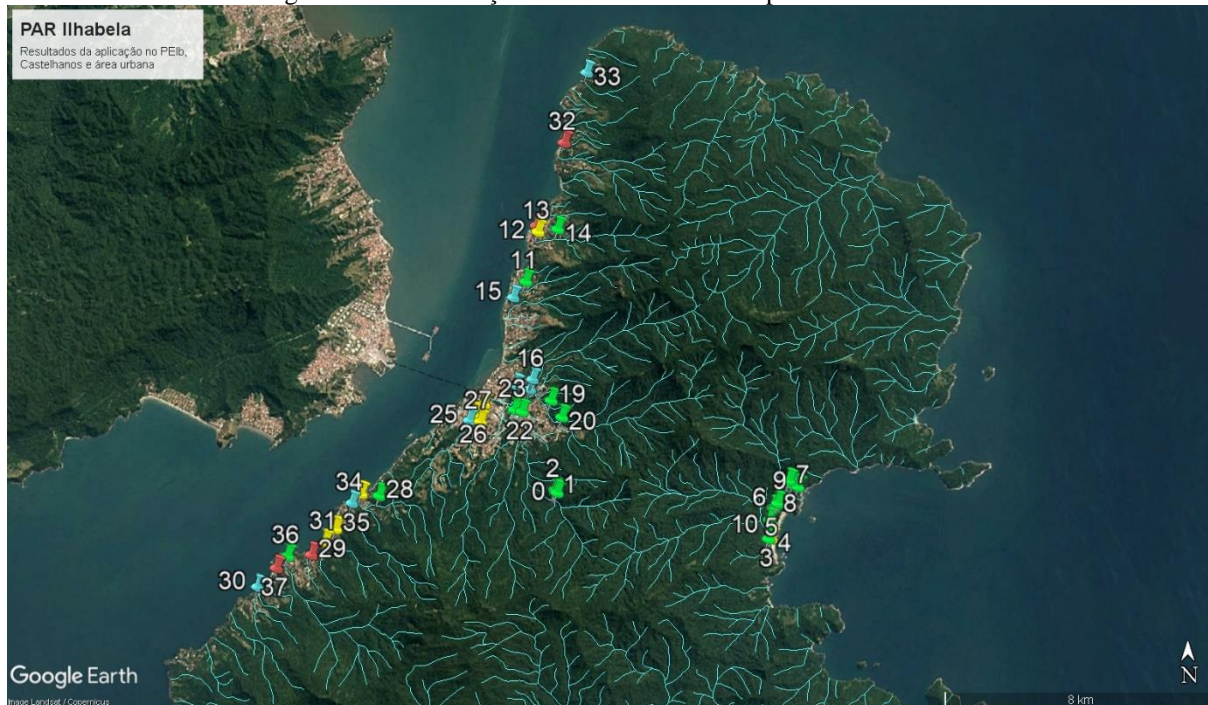
5.2 Aplicação do PAR Ilhabela

Para validação do PAR Ilhabela, foi realizado um 3º trabalho de campo, de 11 a 18 de abril de 2022, final da estação mais chuvosa. Com 2 aplicadores, foram coletados 38 pontos amostrais espalhados pela área urbana, Estrada de Castelhanos e Baía de Castelhanos (Figura 52). Não houve definição dos pontos previamente ao trabalho de campo. A amostragem foi escolhida conforme os setores da ilha eram percorridos, em busca de trechos que se encaixassem nas características passíveis de serem avaliadas pelo PAR. O objetivo de cobrir os 3 setores principais da área urbana com maior distribuição de pontos foi alcançado, e ainda foi possível avaliar trechos da maior bacia hidrográfica em diferentes elevações do curso principal, assim como alguns de seus afluentes.

Sobre as características necessárias para se enquadrar no protocolo, é necessário esclarecer: PARs mais simples, como esse, são inapropriados para avaliar rios de maior largura e profundidade, pois não há visibilidade do leito, e nem incluem parâmetros mais complexos em relação às proporções. Por isso, córregos e riachos são os que se encaixam nos requisitos de avaliação. Além disso, como na ilha os cursos hídricos mantêm características de riacho até muito próximo a foz ou na foz, é possível avaliá-los, permitindo também fazer a correlação com

a avaliação do IQA_{SOSMA} aplicado pelo IIS, pois coletam em baixo curso para garantir que os impactos ao longo do riacho sejam representados nos resultados.

Figura 52 – Distribuição dos trechos avaliados pelo PAR Ilhabela



Fonte: elaborado pela autora, 2022.

Além de mim como aplicadora (“SCF” na figura 53), houve participação de um segundo aplicador (“JEB” na figura 53), que não possui experiência prévia com os protocolos, mas, antes de iniciarmos as avaliações, recebeu um treinamento básico, com explicação dos parâmetros e solução de dúvidas. A formação em Geografia do segundo aplicador facilitou o rápido entendimento, que também é uma característica de PARs simplificados. Os resultados da avaliação dos 2 podem ser visualizados na Figura 58.

Figura 53 – Pontuações obtidas nos pontos amostrados pelo PAR Ilhabela

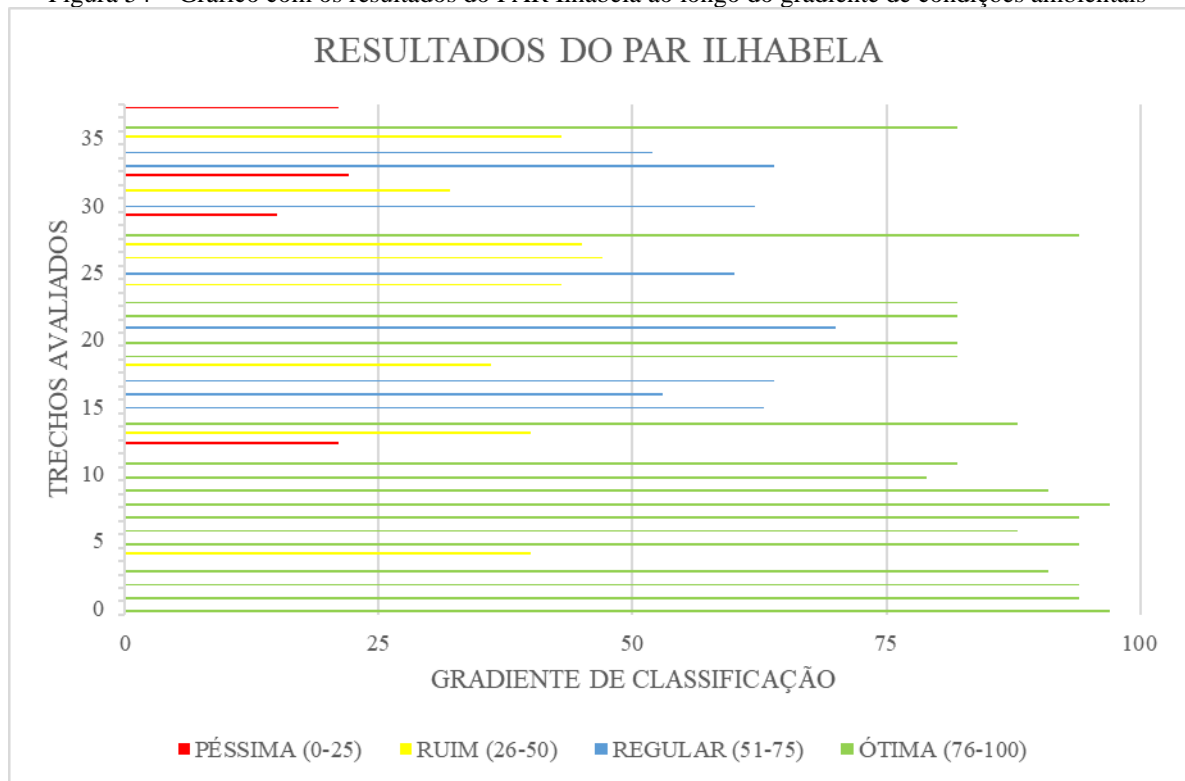
PONTOS AMOSTRAIS (PA)	PARÂMETROS (P)										PONTUAÇÃO SCF	PARÂMETROS (P)										PONTUAÇÃO JEB	ELEVAÇÃO (M)
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10		
0 Ponte dos Cavalos	10	10	10	10	10	10	7	10	10	10	97	10	10	10	10	10	10	10	10	10	100	318	
1 Cachoeira Jabuti PEIb	10	7	7	10	10	10	10	10	10	10	94	10	10	10	10	10	7	10	10	10	97	314	
2 Cachoeira Jequitibá PEIb	10	10	7	10	10	7	10	10	10	10	94	10	10	10	10	10	7	10	10	10	97	310	
3 Trilha Fonte Camping do Leo	10	10	10	10	10	4	7	10	10	10	91	10	10	10	10	10	4	7	10	10	88	21	
4 Fundo Camping do Leo	4	4	4	7	0	0	10	4	7	0	40	4	4	4	7	0	0	10	10	7	4	50	13
5 Ponte 1 - Ribeirão do Gato	10	10	10	10	10	7	10	10	7	10	94	10	10	10	10	10	7	10	10	7	10	94	20
6 Ponte 2 - Ribeirão do Gato	10	10	10	10	10	4	7	10	10	7	88	7	7	10	10	10	7	10	10	7	10	88	22
7 Ponte Cachoeira do Gato	10	10	10	10	10	10	7	7	10	10	94	10	10	10	10	10	7	10	10	10	97	56	
8 Jusante Ponte pra Cachoeira	10	10	10	10	10	7	10	10	10	10	97	10	10	10	10	10	7	10	10	10	97	50	
9 Propriedade particular do Gato	10	10	10	10	10	4	7	10	10	10	91	10	10	10	10	10	7	10	10	10	97	34	
10 Ponte estacionamento	10	7	4	10	10	7	7	10	7	7	79	10	7	10	10	7	10	10	10	7	10	91	12
11 Engenho d'água - Vagalumes	10	10	10	10	10	4	7	7	7	7	82	7	7	7	10	10	4	7	7	4	67	29	
12 Vila - Restaurante Manjerição	7	0	0	7	0	0	7	0	0	0	21	7	0	0	7	0	0	10	10	0	0	34	3
13 Intersecção Hostel Vila	7	0	0	10	4	0	7	4	4	4	40	7	0	0	7	0	0	7	0	4	4	29	7
14 Condomínio Particular	10	7	10	10	10	4	7	10	10	10	88	10	10	10	10	10	7	7	10	10	4	88	73
15 Praia Itaquanduba	10	7	7	10	7	7	7	0	4	4	63	10	7	0	10	10	7	10	0	4	0	58	8
16 Cocaia - Sabesp	10	7	4	10	7	4	7	0	0	4	53	10	7	4	10	10	4	10	0	0	4	59	13
17 Ponte Cocaia	10	7	4	10	4	4	7	7	7	4	64	7	7	4	10	7	4	7	7	4	0	57	5
18 Praia da Feiteira	7	0	0	10	0	4	7	0	4	4	36	7	7	7	7	0	0	10	0	0	4	42	11
19 Reino - Av. Faria Lima	10	7	7	10	7	7	10	10	7	7	82	10	10	10	7	10	7	10	10	10	4	88	35
20 Toca	10	10	7	10	10	4	10	7	4	7	82	10	7	10	7	7	7	10	7	4	7	76	79
21 Intersecção Água Branca	10	7	7	10	10	7	7	4	4	4	70	10	7	7	10	7	7	10	4	4	4	70	9
22 Água Branca - Barra	10	7	7	10	10	7	7	10	10	4	82	10	7	4	10	10	7	10	10	7	4	79	13
23 Instituto Tiê	10	10	7	10	10	7	7	10	7	4	82	10	7	7	10	10	7	10	10	7	4	82	11
24 Barra Velha - Hamburgueria	7	0	4	7	7	0	4	10	4	0	43	7	4	4	7	4	0	7	7	7	0	47	9
25 Estrada do Camarão I	7	7	7	7	7	0	7	7	7	4	60	7	4	4	7	10	0	10	4	7	4	57	23
26 Estrada do Camarão II	7	4	0	7	7	0	4	7	7	4	47	7	4	0	7	4	0	7	10	4	4	47	18
27 Zabumba	7	4	4	7	4	4	4	7	4	0	45	7	4	4	7	4	4	7	7	4	0	48	34
28 Portinho	10	10	10	10	10	7	7	10	10	10	94	10	10	10	10	10	7	10	10	10	10	97	64
29 Ribeirão	7	0	4	0	0	0	4	0	0	0	15	7	0	0	0	4	0	7	0	0	0	18	31
30 Ponte Veloso	10	7	4	10	10	10	7	0	4	0	62	10	7	4	10	10	10	7	0	4	0	62	15
31 Praia Grande	10	0	4	0	7	7	4	0	0	0	32	7	0	0	0	4	4	7	7	4	0	33	8
32 Ponte Siriúba	7	4	4	0	0	0	7	0	0	0	22	7	4	0	0	4	0	7	0	0	0	22	2
33 Ponte Armação	10	4	4	10	7	10	7	4	4	4	64	10	7	7	10	7	10	7	10	7	0	75	13
34 Polícia Militar - Feiteira	10	7	4	10	7	7	7	0	0	0	52	7	4	4	10	7	7	10	0	0	0	49	34
35 Praia do Julião	10	4	4	7	7	7	4	0	0	0	43	10	4	4	10	7	7	7	0	0	0	49	16
36 Curral Pousada Catamarã	10	7	4	10	10	10	7	10	7	7	82	10	7	4	10	10	7	10	10	7	4	79	30
37 Praia Curral	7	0	0	0	0	7	7	0	0	0	21	7	0	0	0	0	0	7	4	4	0	22	8

Fonte: elaborado pela autora, 2022.

Houve pequenas discrepâncias entre as 2 aplicações. No geral, os trechos obtiveram a mesma categoria, com algumas variações nas pontuações dos parâmetros. As exceções foram 3 trechos que, apesar de acabarem em categorias diferentes, a diferença numérica não foi tão significativa, a exemplo do P34 que, na avaliação da autora (SCF), pontuou como qualidade “regular”, e na do segundo aplicador (JEB), como “ruim”, mas a diferença numérica foi de apenas 3 pontos. Para os pontos 11 e 12, essa diferença foi um pouco maior pelos mesmos terem sido os primeiros a serem avaliados na área urbana por Bonini, após uma sequência de avaliação de trechos em condição de referência. Como primeira experiência de aplicador, ainda havia algumas dúvidas até adquirir maior confiança na observação dos parâmetros.

Abaixo, os resultados em forma de gráfico (Figura 54), em que o eixo Y representa os 38 pontos amostrais e os resultados do PAR Ilhabela ao longo do gradiente de classificação ou gradiente de condições ambientais, estabelecido na seção anterior em 4 classes.

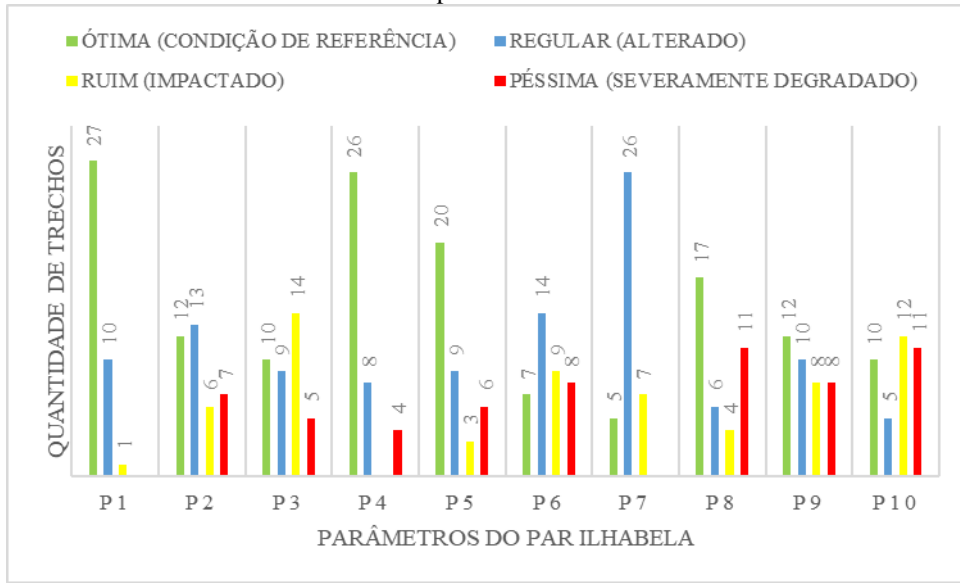
Figura 54 – Gráfico com os resultados do PAR Ilhabela ao longo do gradiente de condições ambientais



Fonte: elaborado pela autora, 2023.

Entre os 10 parâmetros, os que mais tiveram classificação “ótima” entre os 38 trechos avaliados foram: “tipos de fundo” (1), “transparência, turbidez e oleosidade” (4) e “regimes de velocidade e profundidade” (5), seguidos por “estabilidade das margens” (8) e “alterações no canal” (9). A maioria dos trechos pontuaram “regular” no parâmetro “condições de escoamento do canal” (7). Nenhum dos trechos avaliados pontuaram situação “péssima” para “tipos de fundo” (1) e “condições de escoamento do canal” (7). Apenas um trecho pontuou como “ruim” em “tipos de fundo” (1). Os parâmetros com mais trechos avaliados em situação “péssima” são o 8, “estabilidade das margens”, e o 10, “vegetação do entorno e tipo de uso/ocupação”, com 11 trechos para cada (Figura 55).

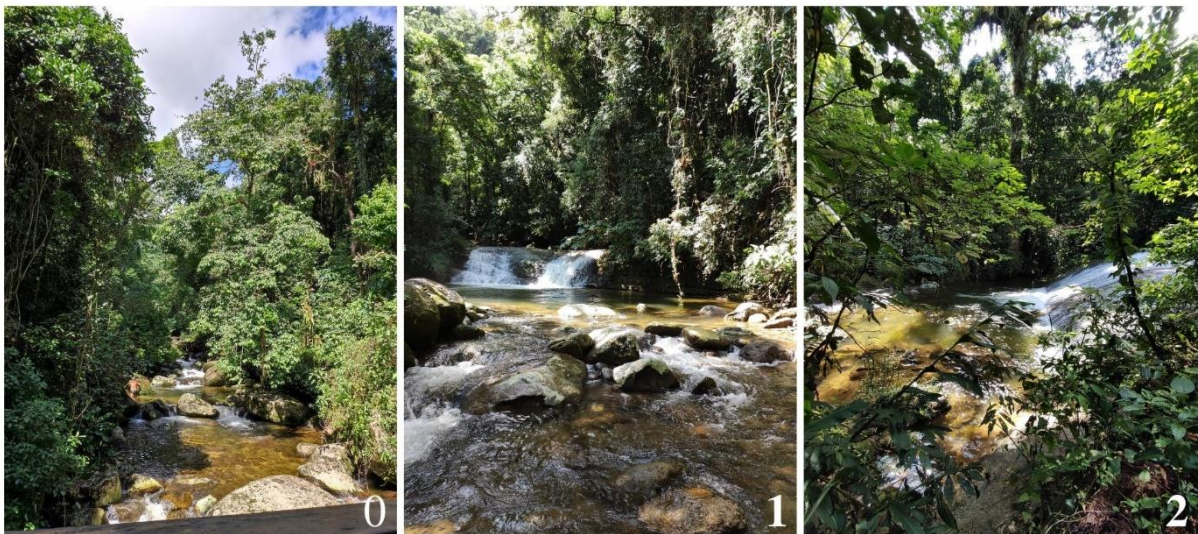
Figura 55 – Gráfico com os parâmetros do PAR Ilhabela e a quantidade de trechos que pontuaram por classe do protocolo



Fonte: elaborado pela autora, 2023.

Para investigar as principais condições causais por trás dos resultados, inicialmente as áreas de aplicação de uso e ocupação distintos são analisadas separadas, começando pelo PEIb. Foram 3 pontos amostrais coletados no início da Estrada de Castelhanos, pois, eram os trechos de fácil acesso, sendo que as agências de turismo fazem paradas rápidas para que os grupos de visitantes possam observar ou se banhar quando as condições do tempo estão favoráveis (Figura 56). Fazem parte do alto curso de um mesmo rio, o de maior largura na foz, que deságua no centro urbano citado acima.

Figura 56 – Trechos avaliados no interior do PEIb: 0) Ponte dos Cavalos, 1) Cachoeira do Jabuti e 2) Cachoeira do Jequitibá



Fonte: imagens tiradas pela autora, 2022.

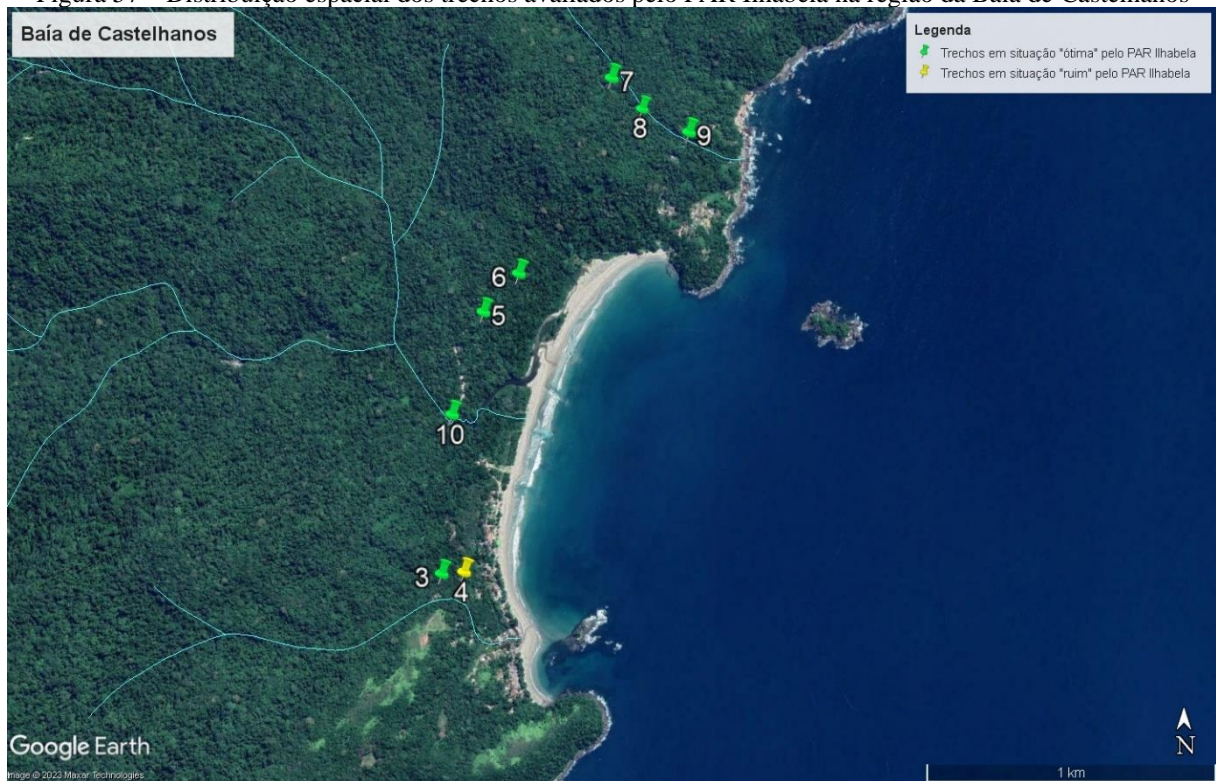
Os trechos 0, 1 e 2 foram classificados como situação “ótima (condição de referência)” pelo PAR adaptado. É claro que, estando sob a proteção integral do PEIb, esse era um resultado esperado e, apesar de haver constante presença de turistas, os trechos mantêm sua integridade biofísica.

De acordo com o plano de manejo do parque (2015), a partir dos registros de visitantes que atravessam a guarita da estrada em 2014, foram estimadas 100.000 pessoas por ano. Há limitação de veículos por dia na travessia, para controle da capacidade de carga transitória, sendo permitido 65 jipeiros, 42 particulares (4x2 ou 4x4) e 60 motocicletas, limitação não aplicada aos moradores da Baía de Castelhanos (Portaria Normativa FF/DE 199/2013). Os horários para trânsito também são limitados, com sentido único de direção: das 07h às 14h fluxo apenas no sentido para Castelhanos, das 15h às 18h apenas sentido Perequê, com a partida de Castelhanos no máximo até as 17h (Portaria Normativa FF/DE nº 211/2014). Não há limitação para visitantes que queiram fazer a travessia a pé ou de bicicleta, mas, por ser um percurso demorado (22km), são poucos que o fazem. Também é possível acessar a Baía pelo mar, com lanchas particulares ou de agências de turismo.

Todas essas medidas de controle do acesso ao PEIb auxiliam na conservação dos rios, riachos e cachoeiras. Além disso, a equipe de guardas parque, mesmo que defasada em quantidade de funcionários, faz constante monitoramento em busca de atividades que vão contra as políticas do parque, como a caça e resíduos sólidos descartados. Os jipeiros e guias turísticos também ajudam, orientando os visitantes a não poluírem ou interferirem na fauna e flora, além de participarem de manutenções na estrada.

Passando para os trechos na Baía de Castelhanos, que foram 8 no total, apenas 1 (P4) não pontuou como “ótima (condição de referência)”, recebendo classificação “ruim (impactado)”. Foram avaliados 3 cursos principais em baixo curso (Figura 57), próximos a desaguarem na Baía, mas ainda mantendo características de riacho.

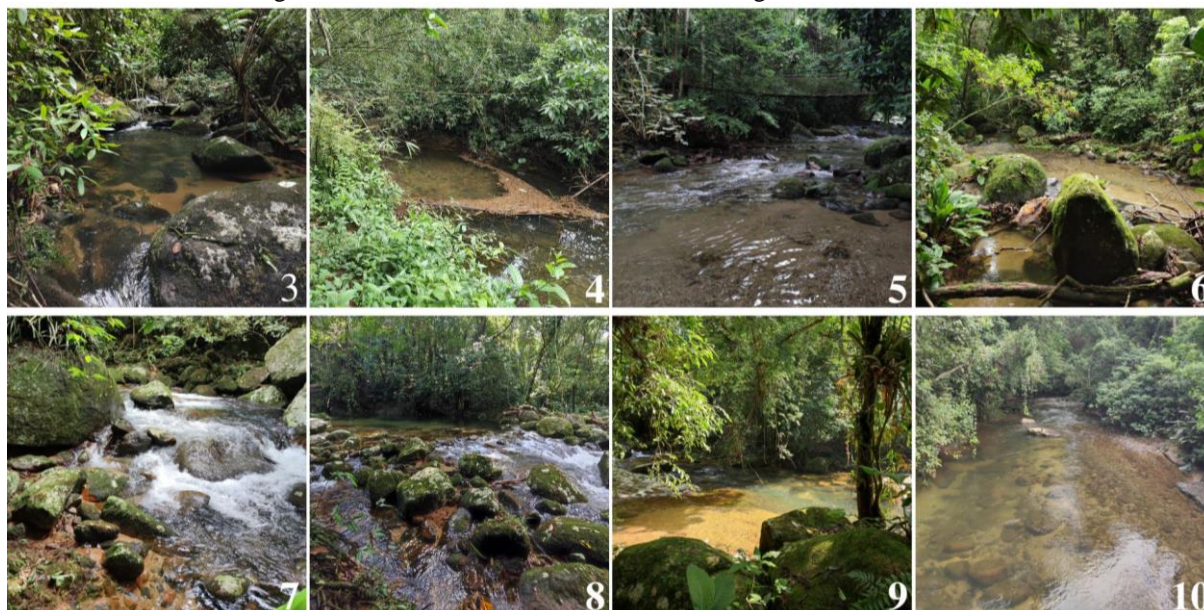
Figura 57 – Distribuição espacial dos trechos avaliados pelo PAR Ilhabela na região da Baía de Castelhanos



Fonte: elaborado pela autora, 2022.

Os trechos com as condições biofísicas em qualidade “ótima” possuem as características descritas na seção sobre o 2º trabalho de campo, sendo que alguns deles são os mesmos pontos utilizados como condição referência para elaboração do PAR adaptado (Figura 58). Mesmo que essa área não esteja nos limites de proteção integral do parque, pertencem a zona de amortecimento, que também é uma categoria de proteção e regula atividades que podem ocorrer, porém com maior permissividade. Inclusive, esse aspecto tem sido negociado nos últimos anos com as comunidades locais, pois, pelas normativas passadas, os caiçaras e moradores tinham mais limitações quanto a criação de roças e outros usos. Conforme foram reivindicando seus direitos de uso e ocupação como povos e comunidades tradicionais (PCTs), encontram-se em posição de maior autonomia sobre seus territórios, mesmo que a regulação do Estado ainda seja forte.

Figura 58 – Trechos avaliados no sistema hidrográfico que desagua na Baía de Castelhanos: 3, 4, 5, 6 e 7 desaguam na Praia de Castelhanos; 8, 9 e 10 desaguam na Praia do Gato



Fonte: imagens tiradas pela autora, 2022.

Como o objetivo do trabalho não era aprofundar as dinâmicas entre as comunidades e a gestão governamental da ilha, atem-se ao fato de que as comunidades da Baía de Castelhanos também exercem função de proteção dos cursos hídricos e seus entornos. Até porque, seus pontos de coleta da água para consumo humano estão nesses mesmos riachos, sem contar as próprias características que marcam os PCTs, como o modo de vida que, em muitos casos, consiste em tirar da terra o sustento e, nesse caso, também do mar.

Claro que, com uma área tão visada para atividades turísticas, também há influência externa, como novos moradores, da área urbana ou de outras cidades, que possuem propriedades na Baía. Inevitavelmente, isso provoca maior pressão sobre os ecossistemas locais, pois a demanda crescente pela área é uma realidade. Os protetores da ilha, sejam caiçaras ou ambientalistas, tentam frear essa especulação imobiliária que busca adentrar partes ainda bem protegidas.

A equipe do PEIb também luta contra essas tentativas que visam lucro em detrimento da conservação, possuindo um importante papel político nas tomadas de decisão municipais. Como mencionado, mesmo com bem menos recursos humanos que o necessário para lidar com todas as demandas do parque, seguem tomando medidas dentro do possível para manter e melhorar o cumprimento dos objetivos de criação da UC.

Voltando ao estado dos aspectos biofísicos de riachos na Baía, o único trecho não classificado como qualidade “ótima” está em área de camping, mas os parâmetros que mais pontuaram negativamente têm a ver com ações que podem ser revertidas com educação

ambiental e disponibilização de ferramentas para descarte correto de óleos e combustíveis. O P4 está bem próximo do P3, poucos metros a jusante do trecho que pontuou como “ótima”, mas, nessa distância, há uma mudança na paisagem, saindo de um trecho com mata conservada para outro com efeito de borda e espécies exóticas, além de visíveis poças de óleo ao redor do trecho (Figura 59).

Figura 59 – Entorno do trecho P4, sendo A) efeito de borda na paisagem e B) manchas de óleo ao redor



Fonte: imagens tiradas pela autora, 2022.

Com o desenvolvimento turístico e crescimento populacional na Baía, normalmente haverá impactos, mas, a problemática está nas medidas governamentais para minimizar os impactos negativos, que deveriam ser mais eficazes enquanto os impactos não estão alarmantes. Ao mesmo tempo que Ilhabela está entre as cidades com maior PIB per capita, também apresenta alta desigualdade e, mesmo com a cobrança de lideranças e comunitários, a implementação de ferramentas que melhorem a qualidade do bem-estar social anda a passos lentos. Uma situação que representa isso foi a contaminação da fonte de água da comunidade do Ribeirão do Gato por turistas e, ao invés da prefeitura implementar alguma estrutura de saneamento básico, deu aval para vetar a entrada de turistas na Cachoeira do Gato, “fechada” por 6 anos, reabrindo em 2023, agora que a comunidade conta com sistema de tratamento da água. Apesar de eventualmente ter sido tomada alguma medida estrutural, foi após um longo período, e ainda há muitas melhorias a serem implementadas.

Na área urbana, por mais que a maioria dos trechos tenham pontuado como “ótima” e “regular”, os impactos são mais complexos e característicos de áreas urbanizadas. Pelo perfil de turismo ecológico que o município sustenta, faz sentido esses resultados positivos,

entretanto, poderia haver mais projetos de mitigação dos pontos que sofrem maior impacto. A leitura dos resultados nesse setor da ilha foi feita, primeiramente, por classe do PAR, começando pelos trechos em situação “ótima” (Figura 60).

Figura 60 – Trechos avaliados como situação “ótima” na área urbana de Ilhabela pelo PAR adaptado



Fonte: imagens tiradas pela autora, 2022.

Como pode ser visualizado na Figura 61, os trechos em condição de referência estão no limite da malha urbana, com maior área de mata ciliar, menos adensamento e menor pressão sobre o curso hídrico. Como não há ocupação rio acima, diminuem as possibilidades de contaminação da água, supressão da mata ciliar ou modificações no canal.

Figura 61 – Distribuição espacial dos trechos classificados como situação “ótima” pelo PAR Ilhabela



Fonte: Google Earth Pro, 2022.

Mas, mesmo que a pontuação do PAR tenha sido “ótima”, retrata o estado de conservação dos aspectos biofísicos do trecho, não sendo possível discutir sobre a água em si, por isso a importância de complementação com outros métodos de avaliação ambiental. Outro ponto importante é que, se a cidade continuar a crescer no ritmo das 2 últimas décadas, pode ser que em breve essa situação seja alterada pela mudança na paisagem.

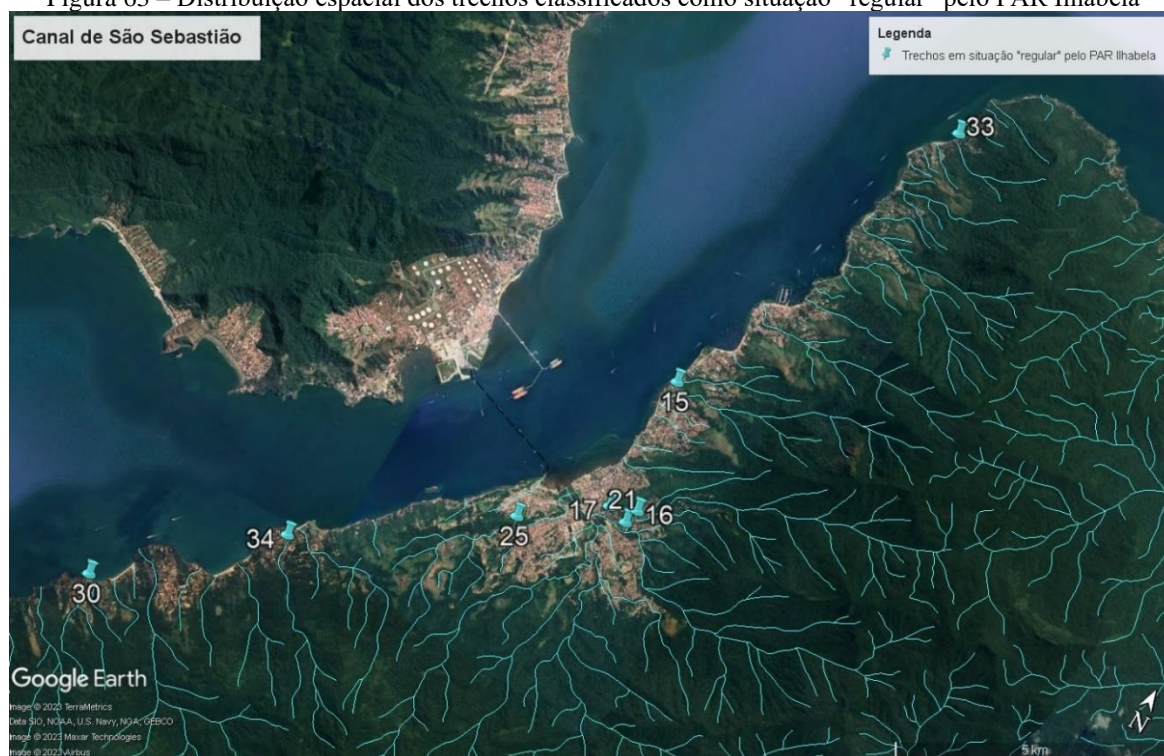
Indo para os trechos que pontuaram como situação “regular” no PAR, observa-se que mantém algumas características dos em situação “ótima” (Figura 62), como o tamanho da mata ciliar em alguns dos pontos amostrais, mas, em áreas mais adensadas, com ocupação no entorno e maior pressão (Figura 63). A conservação da mata ciliar diminui a influência dos fatores externos, por isso é imprescindível o apoio à manutenção dessas zonas ripárias, evitando sua supressão ou construções em Áreas de Preservação Permanente (APPs). Quanto maior a largura de mata em cada margem, melhor a proteção.

Figura 62 - Trechos avaliados como situação “regular” na área urbana de Ilhabela pelo PAR adaptado



Fonte: imagens tiradas pela autora, 2022.

Figura 63 – Distribuição espacial dos trechos classificados como situação “regular” pelo PAR Ilhabela



Fonte: Google Earth Pro, 2022.

Os pontos classificados como “ruim” encaixam-se em situações em que, por exemplo, as margens foram substituídas por muros, diretamente ligados a casas ou ruas asfaltadas, alterando o canal, mas, ainda com uma mínima diversidade de *habitats* (Figura 64). Na ilha, diferente de outras cidades, são poucos os casos de cursos canalizados, sendo mais comum

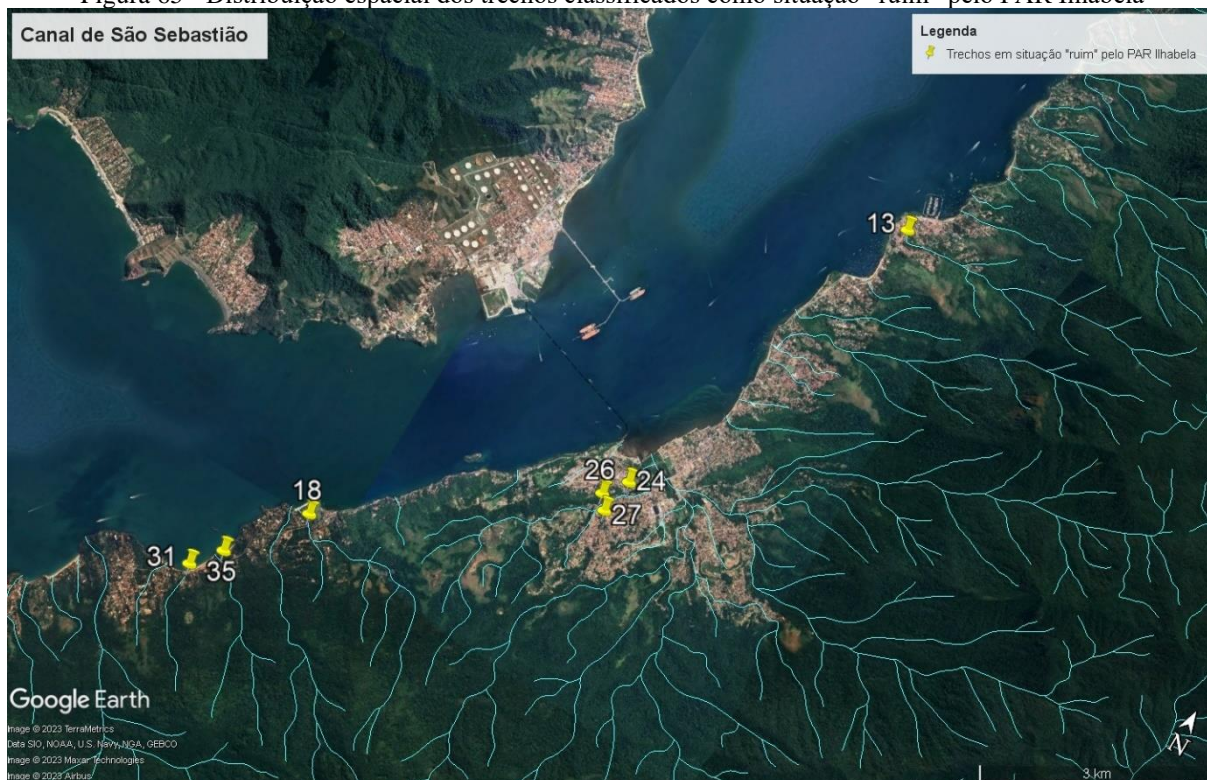
muros de contenção. Na figura 65, a distribuição espacial dos pontos amostrais na área urbana da ilha.

Figura 64 - Trechos avaliados como situação “ruim” na área urbana de Ilhabela pelo PAR adaptado



Fonte: imagens tiradas pela autora, 2022.

Figura 65 - Distribuição espacial dos trechos classificados como situação “ruim” pelo PAR Ilhabela



Fonte: Google Earth Pro, 2022.

Dos 27 pontos avaliados no setor ocidental, apenas 4 foram classificados como situação “péssima” em relação ao estado biofísico (Figura 66). São trechos que, além da pressão pelo adensamento, muros nas margens e mata ciliar reduzida ou suprimida, apresentaram coloração

incomum ou oleosidade, provocada por esgoto não tratado e/ou despejo irregular de produtos químicos.

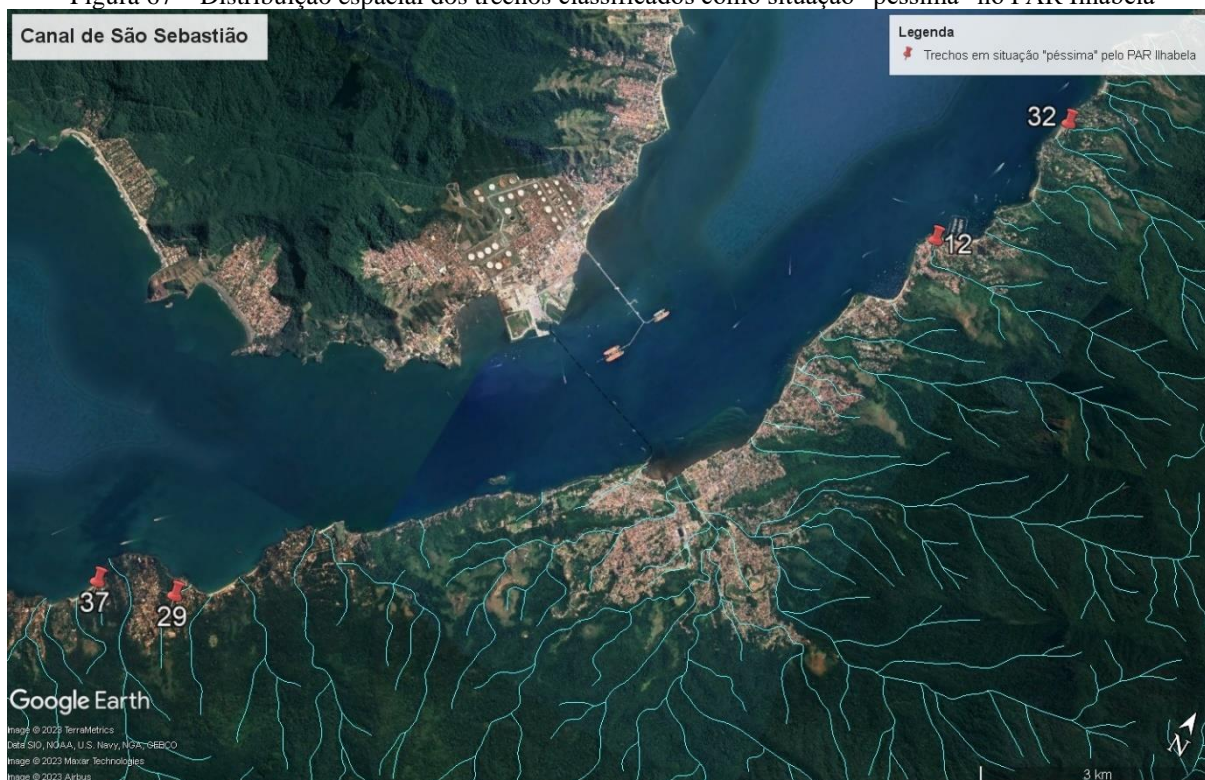
Figura 66 – Trechos avaliados como situação “péssima” na área urbana da Ilha de São Sebastião pelo PAR adaptado



Fonte: imagens tiradas pela autora, 2022.

Curiosamente, esses trechos não estão no setor mais adensado, que seria o centro da cidade, e sim no setor norte, P37 e P29, e no sul, P12 e P32 (Figura 67). Olhando um a um, o P12 é o final de uma bacia hidrográfica que desagua no Centro Histórico, com o curso principal denominado Córrego Nossa Senhora d’Ajuda. Com construções antigas e históricas próximo à orla, o bairro mescla uso comercial e turístico com o residencial (Figura 69). O trecho classificado como “péssima” teve suas margens substituídas por muros, sendo que a margem esquerda é colada ao asfalto. Foi um dos trechos avaliados na aplicação-teste, e também ficou na pior classificação do protocolo de Callisto *et al.* (2002).

Figura 67 – Distribuição espacial dos trechos classificados como situação “péssima” no PAR Ilhabela



Fonte: Google Earth Pro, 2022.

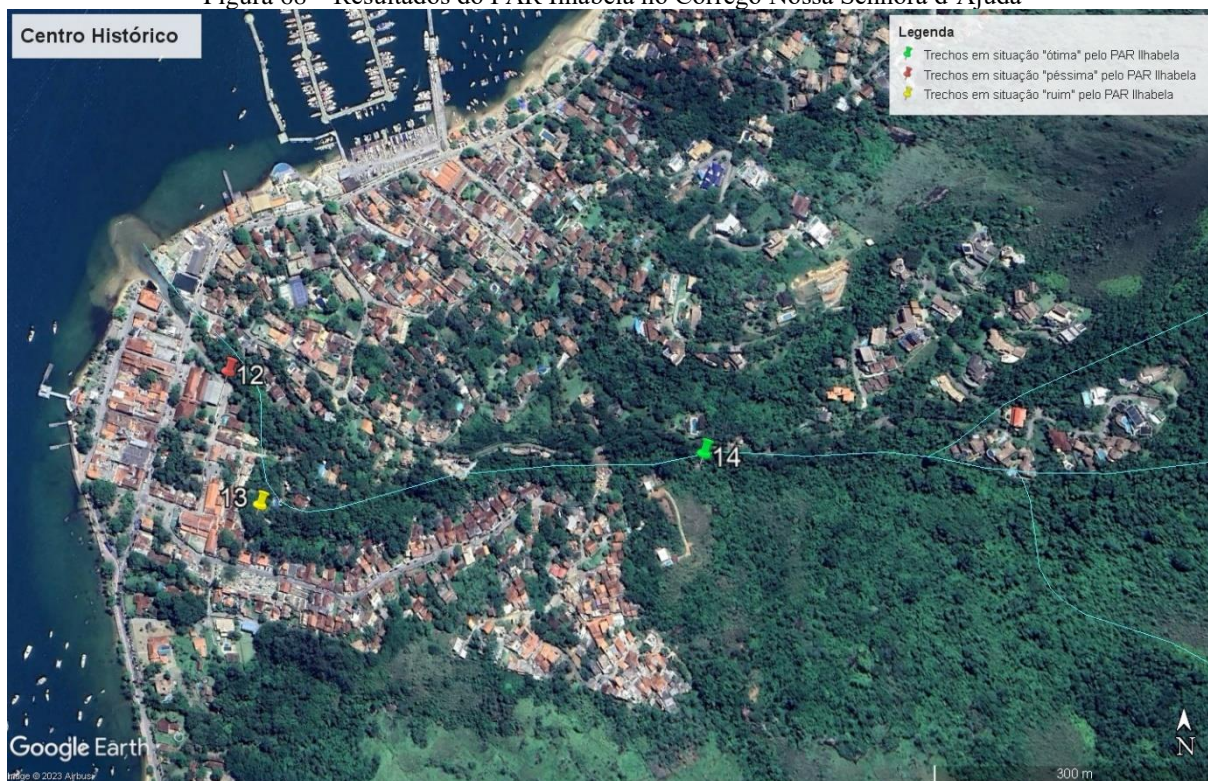
É no entorno do P12 que acontece o maior fluxo turístico durante as noites, pois algumas ruas paralelas são destinadas totalmente para restaurantes e lojas que visam o público visitante. Quando há eventos diurnos, como festivais, também costumam ocorrer por perto, portanto, apesar de não ser o centro comercial da vida cotidiana, é o que abarca grande fluxo de pessoas, especialmente em alta temporada, o verão, época que apresenta diminuição na qualidade da água pela matéria orgânica carregada pelas chuvas, e ainda é intensificada pelo acolhimento de turistas. Aumento de pessoas na cidade também significa sobrecarga no sistema de esgoto, incapaz de suprir a demanda dos próprios moradores e, para os estabelecimentos que despejam ilegalmente produtos químicos provenientes de lavanderia e cozinha, o maior consumo dos serviços acaba refletindo nos rios também.

Nesse curso principal, foram coletados 3 pontos (Figura 68), sendo que o P13 pontuou como “ruim” e o P14 como “ótima”. A figura ilustra o que costuma ser a realidade de BHs urbanas: maior conservação no limite da malha urbana e, conforme passa pela cidade, piora da qualidade ambiental. Além disso, é esperada qualidade baixa para trechos no exutório, por acumularem as cargas despejadas nos rios, ainda mais em Ilhabela que, como visto, possui uma das menores taxas de coleta e tratamento de esgoto do litoral norte.

Antes de chegar na cota 200, que delimita o início do PEIb na face do canal, condomínios de alto padrão ocupam a área do lado direito rio acima, e o trecho do meio, que

apresenta impactos negativos como assoreamento e margens concretadas, passa entre hotéis, restaurantes e residências. Entre o P13 e P14, do lado esquerdo, é uma área de residências populares.

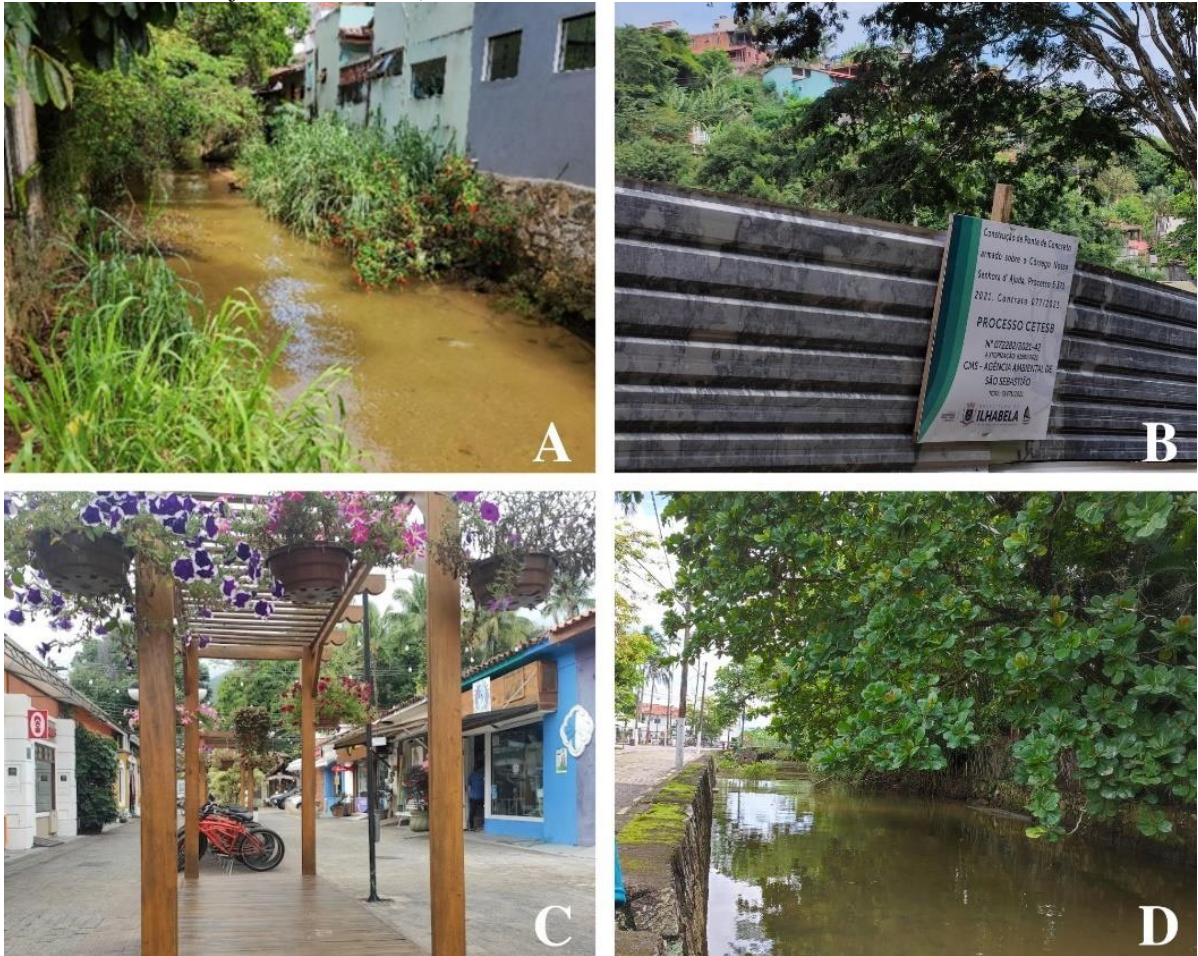
Figura 68 – Resultados do PAR Ilhabela no Córrego Nossa Senhora d’Ajuda



Fonte: Google Earth Pro, 2022.

Desses 3, o único em que é coletado o IQA_{SOSMA} é o P13, com média de resultados em qualidade “regular” pelo índice desde que o programa de monitoramento iniciou em 2016 (com pausa em 2020 e 2021). Em anos anteriores, também foi coletado IQA no P12 que, sendo área de estuário, quando há chuvas fortes e maré alta são reportadas enchentes.

Figura 69 – Aspectos do Córrego Nossa Senhora d'Ajuda: A) Trecho P13; B) Aviso de construção de ponte à jusante do P14; C) Área comercial do centro histórico; D) Trecho P12



Fonte: imagens tiradas pela autora, 2022.

Considerando a situação dos trechos P12 e P13, o desejável é que as modificações mais drásticas deles não sejam repetidas rio acima, onde os aspectos biofísicos ainda estão conservados. Com o crescimento acelerado de Ilhabela, muitas áreas de risco são povoadas por ocupações irregulares, e projetos de condomínios de luxo seguem aumentando. Se não houver controle e estratégias de ordenamento territorial pela prefeitura e estado, em alguns anos muitas áreas ainda conservadas passarão por degradações que poderiam ser evitadas.

Outro ponto é a urgência de um sistema de coleta e tratamento de esgoto que atenda toda a população, e realize todas as etapas do tratamento antes do despejo nos rios. Assim, mesmo com as alterações biofísicas existentes e dificilmente revertidas, ao menos será possível uma diversidade mínima das comunidades aquáticas, não restando somente organismos resistentes à poluição.

Seguindo do P12 para mais ao norte da ilha, ao P32, as alterações realizadas e os impactos observados são similares. Uma foz que concentra as pressões de um curso único, sem afluentes, cercado por propriedades de alto padrão (Figura 70). O curso passa no interior das

propriedades, e retoma-se o último argumento: esses trechos devem servir de exemplo para que outros trechos e cursos não cheguem a estados irreversíveis. Não havia outros pontos com fácil acesso nos sistemas hidrográficos vizinhos, por isso essa única aplicação de PAR na área.

Figura 70 – Distribuição espacial dos trechos avaliados no norte de Ilhabela pelo PAR adaptado e zoom em trecho com situação “péssima”



Fonte: Google Earth Pro, 2022.

Como mostra a figura 70, o P32 está entre o centro histórico e o bairro Armação, onde fica o P33 (pontuado como “regular” no PAR) – Figura 71 – que é monitorado pelo IIS e tem média “regular” no IQA_{SOSMA}, que, apesar da mesma nomenclatura para a classe de pontuação, tratam de aspectos diferentes, e reitera-se a necessidade de complementação entre métodos de monitoramento. A soma do PAR do P33 deu 64 pontos, mas, os parâmetros que pontuaram maior nota tratam das características físicas do canal e fluxo da água (tipo de fundo, transparência, regimes de velocidade, sedimentos e escoamento). Os outros 5 parâmetros tiveram nota mais baixa, e tratam da diversidade de habitats, alterações no canal e conservação da mata ciliar. Isso significa que também é importante conferir os parâmetros separadamente e pensar estratégias de recuperação, visto que um único aspecto sob perturbação acaba influenciando na dinâmica dos ecossistemas locais.

Figura 71 – Aspectos de trechos no setor norte de Ilhabela, sendo que o P32 pontuou como situação “péssima” no PAR adaptado, e o P33 como “regular”

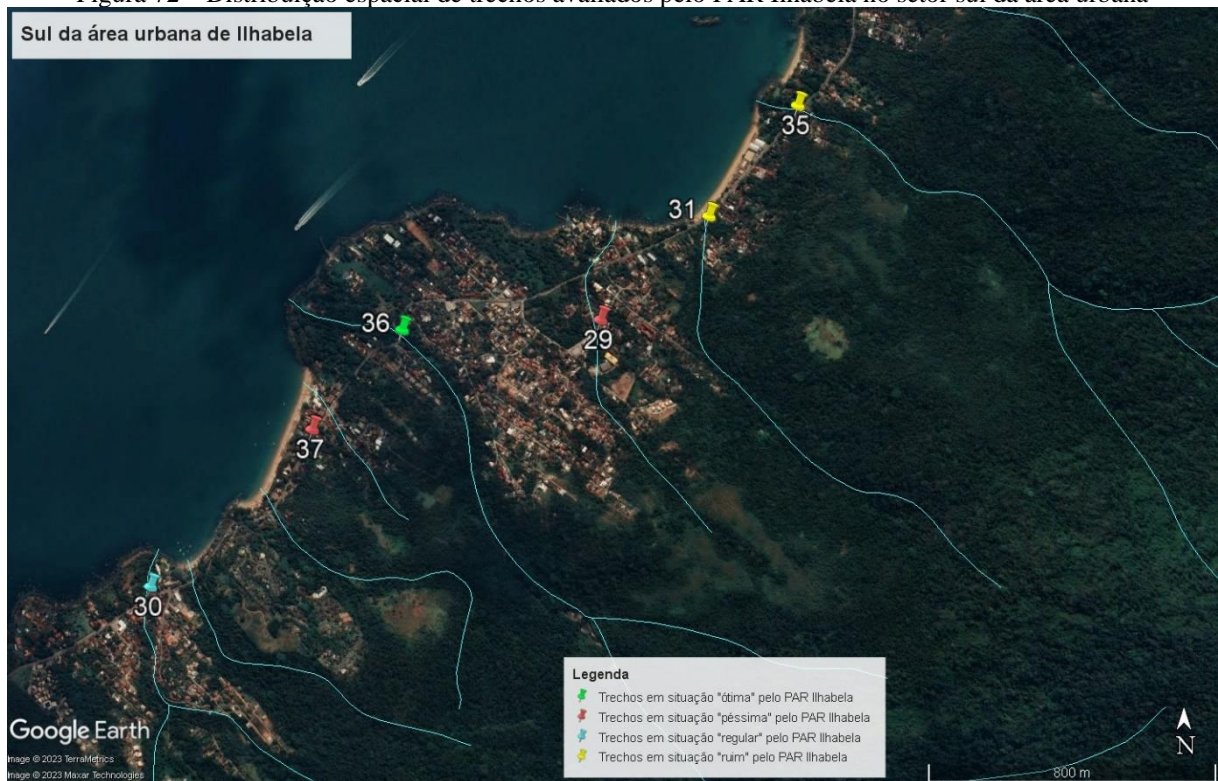


Fonte: imagens tiradas pela autora, 2022.

Ao sul da área urbana, os outros 2 trechos em situação “péssima” estão mais próximos, P29 e P37, e, assim como o P32, são sistemas de apenas um curso hídrico (Figura 72). O P37 também foi coletado no primeiro trabalho de campo, pontuando como “impactado”, a pior classificação pelo PAR de Callisto *et al.* (2002). Como afirmado na seção sobre a aplicação-teste, esse trecho é cercado por pousadas que, de acordo com denúncias oficiais e relatos, despejam os resíduos químicos de lavanderias e cozinha nesse riacho, sempre apresentando coloração anormal ou oleosidade (Figura 73). Pelo IQA_{SOSMA} aplicado pelo IIS, a média dos últimos anos é qualidade “regular” para o riacho.

Entre os 2 trechos há o P36, que pontuou como qualidade “ótima” no PAR, mas pelo IQA_{SOSMA} também tem média “regular”. Próximo a esse ponto está um dos dois sistemas de abastecimento de água da cidade, o sistema Pombo, que coleta água a cerca de 600m do trecho e é responsável pelo abastecimento do setor sul (SÃO PAULO, 2011).

Figura 72 – Distribuição espacial de trechos avaliados pelo PAR Ilhabela no setor sul da área urbana



Fonte: Google Earth Pro, 2022.

O trecho P29 passa no fundo de duas escolas e segue passando por residências até a foz. Seus maiores problemas são o assoreamento e o acúmulo de folhas caídas e raízes carregadas pelas chuvas (Figura 73). Uma possível justificativa para esse assoreamento, mais acentuado do que em outros trechos analisados, é uma área descampada, em torno de 180m riacho acima, que, por imagens da linha do tempo no Google Earth (Figura 74), notou-se vegetação sendo suprimida a partir de 2016. Desde então, é um terreno com solo exposto em preparação para alguma construção, de finalidade não descoberta, sabe-se apenas que é propriedade particular pertencente à uma empresa de engenharia.

Figura 73 – Aspectos dos trechos classificados como situação “péssima” no setor sul da área urbana pelo PAR Ilhabela



Fonte: imagens tiradas pela autora, 2022.

Figura 74 – Mudanças no uso e ocupação da terra em área a montante do P29 ao longo de 8 anos

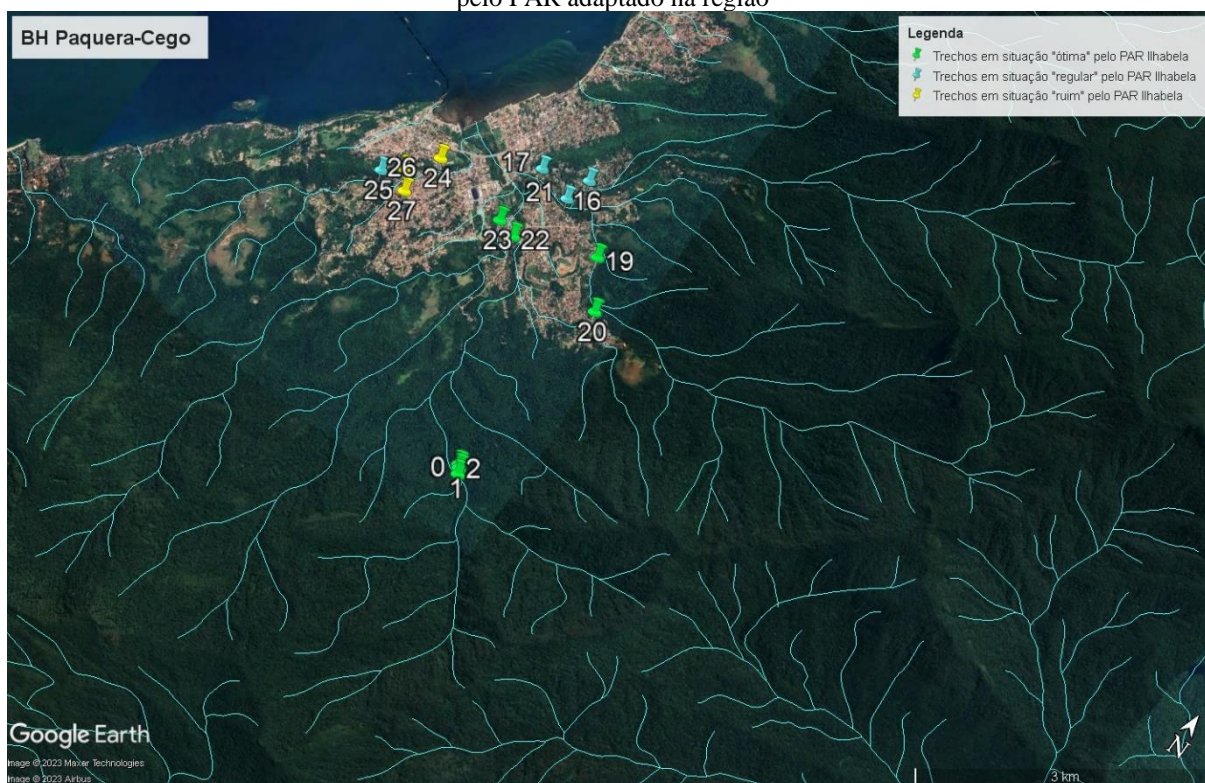


Fonte: Google Earth Pro, imagens históricas (2016, 2018, 2020, 2022).

Para finalizar os tópicos mais relevantes da análise, trataremos a seguir da bacia hidrográfica do rio Paquera-Cego. Essa BH é a maior da ilha em termos de área e em quantidade de afluentes, com 96 cursos hídricos, desaguando próxima à Balsa de Ilhabela, que conecta a ilha ao continente (Figura 75). Seu curso principal é o de maior largura e profundidade entre as áreas percorridas da ilha, chegando na média de 30m de largura no meio do centro urbano. A profundidade não foi medida por falta de equipamento adequado, mas, diferente dos outros trechos de baixo curso, não é possível ver o fundo.

Suas principais nascentes estão no interior do PEIb, e é no curso principal um dos dois sistemas de captação de água da Sabesp (Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo), atendendo a região central e norte. De acordo com a Proposta de Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico (2011), havia 3 estações de coleta e tratamento da água, uma para cada setor, mas, de acordo com o site da Sabesp, atualmente há apenas 2.

Figura 75 – Bacia hidrográfica do rio Paquera-Cego, a maior da Ilha de São Sebastião, e os trechos avaliados pelo PAR adaptado na região



Fonte: Google Earth Pro, 2022.

Foi possível aplicar o PAR em diferentes níveis de elevação da BH, incluindo os 3 pontos que estão no interior do PEIb e fazem parte do curso principal (Figura 75). Nenhum deles pontuou como “péssima”, mas, chegando mais próximo da foz, 3 trechos foram classificados como “ruim”, que fazem parte da sub-bacia do Córrego Camarão e consiste numa área bem adensada.

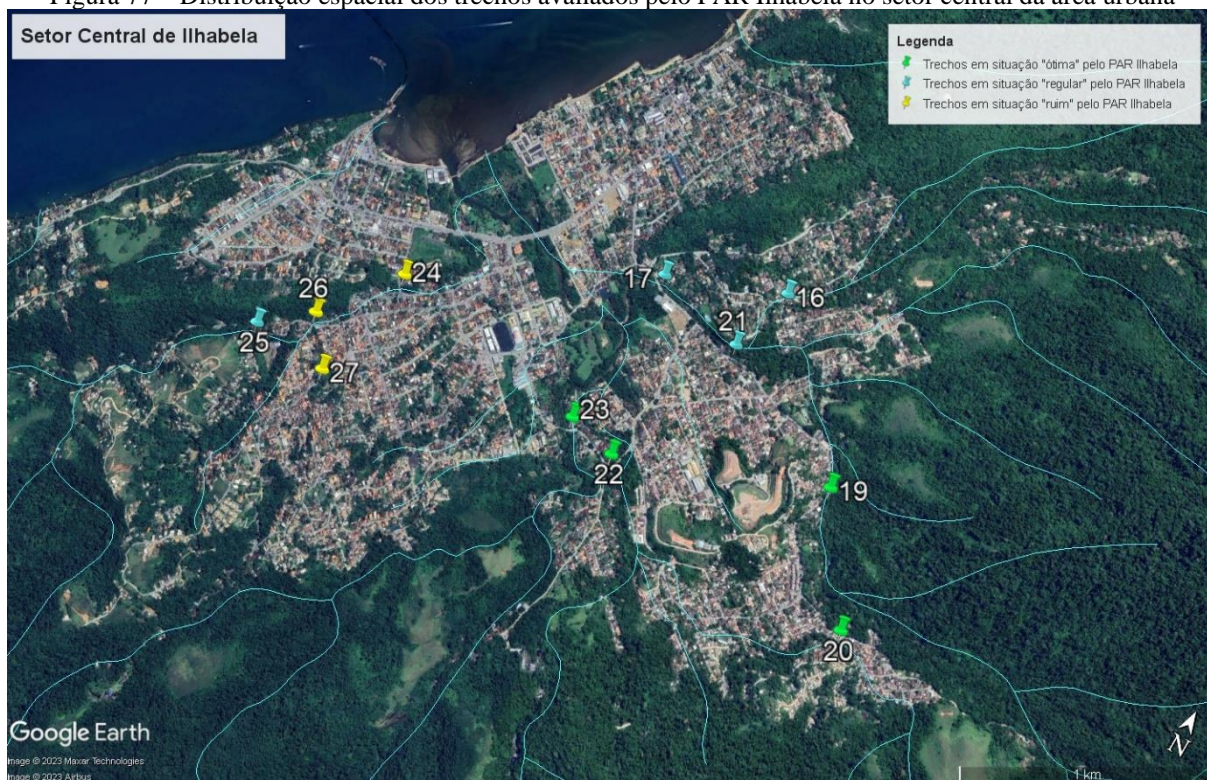
O P25, no limite desse adensamento, ainda pontuou como “regular”, e os pontos 24, 26 e 27 (“ruim”) apresentaram maiores impactos, como mata ciliar precária e assoreamento (figuras 76 e 77). O P24 é um trecho que passou a ser monitorado pelo IIS em 2022, com uma média “ruim” pelo IQA_{SOSMA}. São trechos que merecem atenção e ainda estão passíveis de melhorias nas condições biofísicas, especialmente o P24. Dos outros 7 trechos, 3 em condição “regular” e 4 em “ótima” pelo PAR, apenas um também é monitorado pelo IIS, o P16, e apresenta média regular nos últimos anos. No geral, os demais trechos apresentam boa conservação, especialmente considerando um contexto urbano, porém, maiores estudos são indispensáveis para um acompanhamento e manutenção a longo prazo.

Figura 76 – Aspectos dos trechos avaliados como “regular” (16) e “ruim” (24, 26 e 27) pelo PAR Ilhabela



Fonte: imagens tiradas pela autora, 2022.

Figura 77 – Distribuição espacial dos trechos avaliados pelo PAR Ilhabela no setor central da área urbana



Fonte: Google Earth Pro, 2022.

Para fechar essa seção de resultados e partirmos para maiores discussões, segue a Figura 78 correlacionando a média do IQA_{SOSMA} em 2022 e os resultados do PAR Ilhabela nos pontos em que os 2 foram aplicados, para fins de ilustração do que foi dito acima. Como apontado repetidamente, são métodos e objetivos distintos, mas, juntos podem melhorar o monitoramento atual e as proposições a partir de diferentes análises e perspectivas.

Figura 78 – Trechos avaliados pelo PAR Ilhabela (abril/2022) e IQA_{SOSMA} (média de 2022)

PONTOS AMOSTRAIS		PAR ILHABELA	IQA _{SOSMA} 2022
13	Intersecção Hostel Vila	40	32
16	Cocaia - Sabesp	53	31
18	Praia da Feiticeira	36	36
22	Água Branca - Barra	82	33
24	Barra Velha - Hamburgueria	43	25
33	Ponte Armação	64	27
36	Curral Pousada Catamarã	82	34
37	Praia Curral	21	31

Fonte: dados do IQA_{SOSMA} obtidos no Portal SOS Mata Atlântica; elaborado pela autora, 2023.

Além desses 8 pontos, em 2022 outros 2 trechos foram avaliados pelo IIS (Figura 79), nos Córregos Itaguaçu (média “ruim”) e Paquera (média “regular”). Não foi aplicado o PAR adaptado no Itaguaçu por ser um córrego em sua maior parte “encaixotado”, mas, na aplicação-

teste foi feita uma avaliação em um trecho de canalização aberta, obtendo a pior classificação, “impactado”, pelo PAR de Callisto *et al.* (2002). O trecho em que é coletado o IQA_{SOSMA} no Paquera-Cego é o que não é possível visualização do fundo. A principal influência nesses resultados é o esgoto não tratado, e as últimas medidas tomadas pela prefeitura são apresentadas na seção seguinte.

Figura 79 – Classes do IQA_{SOSMA} aplicado pelo IIS e resultados mensais de coletas no ano 2022

		Ótima Maior que 40		Boa Entre 35 e 40		Regular Entre 26 e 35		Ruim Entre 20 e 26		Péssima Menor que 20			
		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
IIS/ AMAB Sul	Córrego da Feiticeira	•	•	35	29,2	37,3	32,7	36,2	35	36,9	36,9	40,8	37,3
IIS/ AMAB Sul	Córrego Ribeirão (Curral)	•	•	31,5	29,2	37,3	33,8	33,8	37,3	•	32,7	36,2	37,3
IIS/ AMAB Sul	Córrego do Meio (Curral)	•	•	30,3	24,8	31,5	31,5	30,3	•	31,5	29,2	35	33,8
IIS/ Associação Barreiros	Córrego da Armação	•	•	•	•	24,5	29,1	•	25,7	29,2	26,8	25,7	26,7
IIS/ Associação Barreiros	Córrego Cachoeira (Vila)	•	•	•	•	33,1	31,5	•	30,3	30,3	•	33,8	31,5
IIS/ EE Dr Gabriel Ribeiro dos Santos	Córrego Cocaia	•	•	•	30,5	25,9	26,9	•	•	35	•	35,6	33,8
IIS/ EE Dr Gabriel Ribeiro dos Santos	Córrego Itaguaçu/ Itaquanduba	•	•	•	26	21	23,3	•	•	31,8	28	•	26,8
IIS/ EM Paulo Renato Costa Souza	Córrego Camarão	•	•	•	•	25,9	21	•	27	•	25,7	•	25,5
IIS/ Instituto Tiê	Córrego Paquera (Fórum)	•	•	31,5	31,5	34	33,1	31,8	35,6	29,2	30,3	38,5	33,8
IIS/ Instituto Tiê	Ribeirão Água Branca	•	•	•	32,7	32,7	33,1	33,1	34,4	29,2	32	36,2	32,7

Fonte: Portal SOS Mata Atlântica, 2023.

SEÇÃO VI – DISCUSSÕES FINAIS

6.1 Dinâmicas e impactos do uso e ocupação da terra na Ilha de São Sebastião

Antes de discutir sobre o PAR em si, é debatido o crescimento populacional acelerado de Ilhabela e os impactos derivados que envolvem a conservação da qualidade ecológica dos rios, começando pelos dados demográficos apresentados na introdução da dissertação. Esse crescimento resultou na maior taxa geométrica de crescimento anual do litoral norte de SP, com 1,69% ao ano de 2010 a 2021, dados alarmantes considerando que, no estado mais populoso do Brasil, foi uma ilha com diversas restrições de ocupação a apresentar esse volume de crescimento. Essa taxa expressa, em percentual, o crescimento médio da população em um determinado espaço de tempo (SEADE/SÃO PAULO, 2021). Ou seja, a população foi de 28.196 habitantes em 2010 para 36.194 hab. em 2021 (IBGE, 2010; IBGE, 2021), com um crescimento populacional de 23% entre 2012 e 2021 (CETESB, 2022).

Mas, isso não passou a ocorrer somente na última década. De acordo com pesquisadores do Programa de Pós-Graduação em Planejamento e Desenvolvimento Regional da Universidade de Taubaté, nos últimos 30 anos, o aumento populacional da ilha teve como principal motivo as atividades econômicas de turismo, petróleo e setor portuário, que valorizaram as terras disponíveis, fortalecendo a especulação imobiliária (UNITAU, 2023). A profa. Dra. Sandra Costa (UNIVAP) afirma que muitos migraram em busca de ofertas de trabalho e não tiveram suas expectativas realizadas, se inserindo no mercado informal de trabalho e, conseqüentemente, aumentando áreas de ocupação irregular ou em vulnerabilidade social, que não contam com infraestrutura adequada uma vez que, além de 2 décadas de negligência na gestão governamental, expansões aceleradas inibem a capacidade de suprir as novas demandas em tempo hábil (G1, 2017; UNITAU, op. cit.). Noffs (2007), ao apresentar um panorama detalhado da construção do espaço urbano na ilha (e que será pincelado abaixo), corrobora com essas afirmações.

Não é somente Ilhabela que apresenta elevada taxa de crescimento anual. Nessas 3 décadas, o litoral norte de São Paulo teve expansão populacional superior a 134%. Esse percentual é quase 3 vezes maior que as médias nacional (45,25%) e estadual (47,68%) e, mesmo considerando essa tendência de crescimento, são necessárias estratégias que freiem a expansão, ao mesmo tempo que políticas públicas gerenciem as novas demandas (G1, op. cit.; UNITAU, op. cit.). De acordo com Ross (2019, p. 217): “O crescimento rápido de cidades não pode ser acompanhado no mesmo ritmo pelo atendimento de infraestrutura para a melhoria da

qualidade de vida.”, o que ocasiona sobrecarga nas cidades e deficiência nas redes de água tratada, de coleta e tratamento de esgoto, e outras estruturas essenciais.

Voltando um pouco mais, Furlan (2000) afirma que, até 1970, o crescimento populacional que atingia o litoral norte ainda não havia chegado à Ilhabela, que mantinha uma estabilidade. Mas, com a pavimentação de rodovias, investimentos na construção civil e melhorias no sistema de balsas, também associados ao êxodo rural em seu ápice, a cidade passou a acompanhar os índices de crescimento e expansão urbana. Nessa época os fatores causais eram associados ao turismo, com explosão de condomínios, hotéis e restaurantes, fomentados pela especulação imobiliária. Com oferta de trabalho para construções e turismo, o processo de urbanização acompanhou o aumento de habitantes, com o agravante de não haver relevo apropriado para essa expansão e a condição insular. Com terrenos íngremes e sujeitos a erosão, o saneamento básico, desde então, passou a ser um problema devido ao concentrado adensamento urbano em áreas possíveis de ocupação e sem estrutura adequada, causando a poluição de cursos hídricos.

Em 1970, a população da ilha era de 5.857, passando para 26.167 em 2006 (NOFFS, 2007), ou seja, o crescimento acelerado apontado na última década, na verdade, é a continuação de um processo intensificado no final do século XX e ainda dando frutos, ressaltando que a especulação imobiliária foi mais intensa durante o processo de urbanização, posteriormente dando lugar para a influência dos empreendedores imobiliários, sendo que em alguns casos as mesmas pessoas exercem essas duas funções, lucrando nos dois lados (o de especulação e venda de terras, e o de construções e disponibilização de imóveis residenciais e comerciais).

Esse processo não se restringiu ao setor ocidental, no canal, alcançando também o lado oceânico, que, mesmo possuindo difícil acesso, era alvo de vendas de terras e projetos de empreendimentos residenciais. Tratando da Baía de Castelhanos, Noffs (2007) considera que em 1992 passou a ficar claro a dinâmica complexa de produção do espaço, com a disponibilização de um documento chamado “Ilhabela – Diagnóstico Sócio-econômico e Ambiental”, do Instituto Florestal da Secretaria do Meio Ambiente de São Paulo, que cita as transferências de posse de terra de caiçaras para especuladores imobiliários e, nessa época, foi apontado que a maioria das propriedades caiçaras havia sido vendidas. Mesmo que não houvesse ainda estrutura que valorizasse as terras em Castelhanos, era sabido que em algum momento isso ocorreria, considerando que a prefeitura, sob gestão de Leonardo Reale, promulgou a lei nº 28 de 1968, com destaque ao artigo 3º que aprovava um plano de urbanização para Castelhanos, e especuladores se beneficiam (em relação a lucro) conforme obras públicas são realizadas, atribuindo maior valor à suas terras.

Recentemente, houve organização das atuais lideranças caiçaras e apoiadores contra tentativas da prefeitura de passar por cima de regulamentações em favor de empreendimentos, como condomínios de luxo. Em 2020, foi sinalizada a criação de uma Reserva Extrativista (RESEX) em Castelhanos, um tipo de unidade de conservação de uso sustentável do SNUC (Sistema Nacional de Unidades de Conservação) no qual são concedidas áreas de domínio público a populações extrativistas tradicionais. Após mais de uma década de luta dos caiçaras, com famílias residindo na área há gerações, a prefeita até então, Maria das Graças (2019 -2020), assinou o decreto municipal nº 8.351 de 29 de dezembro de 2020, criando a Reserva Extrativista da Baía de Castelhanos.

Essa foi uma conquista das comunidades locais, que viviam na insegurança provocada pela falta de títulos de posse, com o risco de despejo e impedimento de criação de roças etc. Entretanto, o alívio não durou muito tempo. Com a posse do prefeito Antônio Luiz Colucci (2021-atual), voltaram às tentativas – iniciadas em seus mandatos cumpridos – de ocupar áreas na Baía, extinguindo a RESEX com a lei municipal nº 1.546/22, oficialmente sob alegação de que não houve cumprimento de algumas etapas na criação do Conselho Gestor da UC pelas comunidades.

Os empreendimentos pretendidos, além de avançarem sobre territórios tradicionais, colocam em risco a conservação (da floresta e dos sistemas fluviais) conquistada após o intenso uso da terra pelas antigas fazendas de cana-de-açúcar e café. Em resposta, um coletivo caiçara organizou uma petição contra a extinção da RESEX, que foi realizada sem cumprir a obrigatoriedade de consultar a comunidade previamente, contando com quase 3 mil assinaturas¹². Foi feito um pedido na justiça para revogação da lei, cuja ação foi ajuizada e resultou em suspensão da lei municipal pelo Tribunal de Justiça de São Paulo (TJ-SP), afirmando inconstitucionalidade na extinção da UC (MPF, 2022).

Assim, a RESEX segue existindo, com o objetivo de cumprir a demanda histórica de regularização fundiária caiçara após diversos entraves e toda a complexidade que envolve o assunto ao longo das últimas 4 décadas. Para aprofundamento do tema, sugere-se leitura das teses de doutorado de Furlan (2000) e Noffs (2007), e a dissertação de mestrado de Maldonado (2001), que apresentam estudos completos e com diferentes abordagens sobre Ilhabela.

Passando para uma das consequências desse crescimento populacional estimulado pelo capital imobiliário e desprovido de estrutura concomitante, atingindo diretamente a qualidade

¹² Texto da petição disponível em:

https://secure.avaaz.org/community_petitions/po/prefeito_municipal_de_ilhabela_revogar_a_lei_que_extinguiu_a_resex_castelhanos_2/

dos cursos hídricos, é abordada abaixo a (não) coleta e tratamento de esgoto em todo o município. Felizmente, esse cenário tem apresentado melhorias nos últimos 2 anos, após 20 anos de negligência, sem verbas ou projetos específicos destinados a esse aspecto. Mas, importante ponderar que, se não houver políticas de controle ao setor imobiliário, essas melhorias também significarão um gás aos grandes empreendimentos, algo não desejável considerando o que foi posto aqui.

Com muita cobrança de ambientalistas e sociedade civil, residentes ou não na ilha, mudanças passaram a acontecer de 2021 pra cá, após protestos impulsionados pelas inúmeras praias impróprias para banho e riachos com mal cheiro, além da propagação de doenças relatadas por moradores, que se intensificam no verão, quando a água da chuva dispersa o esgoto pela cidade, seja proveniente de residências ou das chamadas “águas difusas”, quando dejetos de animais e fossas clandestinas chegam ao curso hídrico e ao mar.

No início de janeiro de 2019, o g1 publicou uma notícia com a seguinte chamada: “Ilhabela coleta apenas 43% do esgoto produzido e enfrenta crise no saneamento”¹³. Posteriormente, em novembro do mesmo ano, a notícia foi atualizada com um pronunciamento da Sabesp, no qual afirmava que essa porcentagem havia passado para 60%, e que 849 imóveis poderiam solicitar a conexão com a rede de esgoto, após R\$ 93 milhões terem sido investidos em abastecimento e esgotamento sanitário ao longo de 9 anos.

A notícia apresentava algumas polêmicas recentes na época, como os R\$ 700 milhões em *royalties* do petróleo recebidos em 2018, contrastando com um sistema precário de saneamento básico (SECRETARIA DO TESOURO NACIONAL, 2018¹⁴; CASEMIRO, 2019). A imagem de destino turístico da ilha estava sendo questionada em redes sociais e portais de notícias. Os questionamentos também vinham de empresários e moradores locais, preocupados com o impacto econômico na diminuição de turistas por conta da balneabilidade imprópria das praias, considerando que em janeiro de 2019, no verão, a Sabesp apontava apenas 1 das 19 praias como própria para banho.

Para que uma praia receba a bandeira vermelha da Cetesb, os índices de coliformes termotolerantes, *E. coli* e enterococos, devem ser significativos por cinco semanas consecutivas. A prefeitura determinou “situação emergencial” e protestos foram mobilizados por ilhabelenses. Ao mesmo tempo que o turismo era incentivado, não era disponibilizada

¹³ Notícia no link: <https://g1.globo.com/sp/vale-do-paraiba-regiao/noticia/2019/01/27/ilhabela-coleta-de-43-do-esgoto-produzido-e-enfrenta-crise-no-saneamento.ghtml>

¹⁴ Dados sobre os *royalties* disponíveis em:

<https://sisweb.tesouro.gov.br/apex/f?p=2600:1::MOSTRA:NO:RP::esouro.gov.br/apex/f?p=2600:1::MOSTRA:NO:RP>

estrutura para atender a sobrecarga da rede de saneamento. Sem contrato formal com a Sabesp até então, não havia um planejamento para lidar com o problema a longo prazo (CASEMIRO, 2019).

No final de janeiro de 2019, outra notícia chamou atenção para o tema, dessa vez no portal Nova Imprensa¹⁵, que publica matérias sobre o litoral norte. A chamada falava de uma força-tarefa criada para combater o esgoto clandestino, formada por representantes de vários setores da prefeitura. O objetivo era fiscalizar e notificar as autoridades estaduais sobre esses lançamentos ilegais, principalmente nas localidades onde não havia sistema público de saneamento, sendo responsabilidade dos proprietários de imóveis o tratamento e disposição correta do esgoto. O prefeito declarou que medidas a médio e longo prazos estavam ocorrendo, como projetos de regularização fundiária (visto que parte do esgoto clandestino é proveniente de ocupações irregulares) e implantação de redes de coleta, elevatórias e cinco estações de tratamento de esgoto (ROSSI, 2019).

Avançando para junho de 2021, pois em 2020 muitos projetos ficaram paralisados pela pandemia da Covid-19, a notícia é do portal Costa Norte¹⁶, divulgando a ampliação da rede de saneamento básico. A prefeitura, sob gestão do prefeito Antônio Colucci (2021 – atual), em parceria com a Sabesp, anunciava que 530 imóveis poderiam solicitar a conexão à rede coletora de esgoto.

Alguns meses depois, em dezembro de 2021, o portal Tamoios News¹⁷ divulgava que a balneabilidade das praias de Ilhabela ao longo de 2021 apresentou melhora em comparação a 2019. De acordo com a prefeitura, essa melhora era graças ao investimento que possibilitou a ligação de 1500 imóveis à rede Sabesp no decorrer do ano.

Um dos pontos interessantes desse apanhado de informações midiáticas é o enfoque à balneabilidade das praias, e isso diz muito sobre como é tratada a conservação dos rios pela sociedade. Mesmo que o impacto inicial seja nos córregos urbanos, são as praias que levam turistas e giram a economia local, portanto, é quando há impacto direto e imediato no financeiro, especialmente o de comerciantes, que as problemáticas passam a ser levadas com maior seriedade e surge a urgência em buscar soluções.

A conservação das características biofísicas de rios é fundamental para a proteção da diversidade ecológica e sua manutenção, que provê serviços ecossistêmicos e estabilidade de

¹⁵ Notícia no link: <https://novaimprensa.com/2019/01/ilhabela-cria-forca-tarefa-contr.html>

¹⁶ Notícia no link: <https://costanorte.com.br/cidades/ilhabela/ilhabela-amplia-rede-de-coleta-de-esgoto-1.320924>

¹⁷ Notícia no link: <https://www.tamoiosnews.com.br/noticias/balneabilidade-das-praias-de-ilhabela-em-2021-apresentou-melhora-em-comparacao-com-2019/>

ciclos, como os ciclos de carbono, nitrogênio e fósforo (TUNDISI; MATSUMURA-TUNDISI, 2011), portanto, deve ser posta acima dos lucros, pois, mesmo que muitas vezes as consequências não sejam diretas ou imediatas, eventualmente prejudicarão a qualidade de vida humana e as atividades econômicas.

Os problemas derivados da ineficácia do sistema de saneamento básico, que foram sendo abordados no decorrer do trabalho junto à apresentação dos resultados e descrição dos pontos amostrais, são intensificados em alta temporada, quando a quantidade de pessoas na ilha é quadruplicada pela presença de turistas. Além disso, pelas características mencionadas que atraem migrantes em busca de trabalho, crescem os núcleos de moradias irregulares na cidade, outro agravante para o quadro de tratamento do esgoto. Ao mesmo tempo, a Sabesp alega atuar apenas em bairros regularizados, contrastando com as estimativas de seis mil pessoas em áreas consideradas irregulares. Sobre isso, a prefeitura informou que há um projeto de regularização em andamento e que, com o apoio do Ministério Público, pretende congelar a expansão ilegal e regularizar a moradia de pelo menos 4 mil pessoas na cidade (CASEMIRO, 2019).

Em resumo, são diversas camadas pertinentes ao planejamento ambiental e gestão da cidade se chocando, enquanto agentes com interesses diversos atuam e influenciam nas tomadas de decisão. As soluções, seguindo uma fala do prof. dr. Moacir dos Santos, são de conhecimento geral: revisão do zoneamento das cidades, controle da especulação imobiliária e de empreendimentos derivados, e investimento em espaços de construção social (UNITAU, 2023).

6.2 Protocolo de Avaliação Rápida de rios: ferramenta de avaliação da paisagem fluvial

Para fechar o que foi apresentado dos resultados dos PARs e discussões referentes aos pontos amostrais, separo novamente a leitura em Baía de Castelhanos e área urbana. Nas figuras 80 e 81, uma comparação temporal de evolução da ocupação na Praia de Castelhanos e Praia do Gato, onde foram avaliados trechos pelo PAR Ilhabela. Nas imagens é possível ver claro aumento na quantidade de imóveis, o que demanda e potencializa a necessidade de acompanhamento de infraestrutura ao crescimento populacional.

Há tempos são reivindicadas melhorias na qualidade de vida da população caiçara e, além da questão social, os rios passam a refletir essa lenta assistência governamental, prejudicando diversos ecossistemas interligados na área terrestre e marinha, cuja deterioração interferirá também nos modos de vida tradicionais. O P4 (Fundo do Camping do Leo) em Castelhanos é um reflexo a se preocupar, e o PAR Ilhabela foi capaz de retratar isso.

Figura 80 – Evolução temporal (2011-2022) da ocupação na Praia de Castelhanos



Fonte: Google Earth Pro, imagens históricas (2011 e 2022).

Figura 81 – Evolução temporal (2011-2022) da ocupação na Praia do Gato



Fonte: Google Earth Pro, imagens históricas (2011 e 2022).

Destaca-se as condições de referência de todos os outros trechos nesse lado da ilha, reafirmando a relevância dos territórios ocupados imemorialmente pelos povos e comunidades tradicionais na proteção dos bens naturais, em concordância com estudos que afirmam os indígenas, quilombolas e PCTs como agentes indispensáveis na conservação ambiental e na sustentabilidade (OVIEDO; DOBLAS, 2022).

Para que essas condições se mantenham assim, os intensos esforços das comunidades, apoiadores, servidores ambientais e demais preocupados com o tema, deverão seguir firmes nos próximos anos, pois, mesmo com a mudança na política ambiental brasileira e a esperança de investimentos, os atores sociais que visam o lucro seguirão realizando tentativas de reproduzir atividades predatórias e explorar áreas ainda não tão modificadas.

No geral, as observações e aplicações de PARs na região da Baía de Castelhanos serviram mais como exemplo de conservação e trechos em condição de referência, de acordo com o uso e ocupação predominante no lado oceânico, prevalecendo os costumes tradicionais de produção sustentável. É apenas necessário investimentos em infraestrutura não degradante, como os sistemas biodigestores para coleta e tratamento de esgoto, além de outros suportes que as comunidades necessitam para garantia de equidade e qualidade de vida. Os atuais problemas observados são passíveis de melhorias e, enquanto os comunitários lutarem por suas terras e terem seus direitos garantidos, impactos irreversíveis são evitados.

A área urbana, contrastando com essa realidade, apresenta os problemas clássicos esperados do modelo de urbanização, mas, muitos deles já deveriam ter sido solucionados ou ao menos mitigados se não fosse a negligência socioambiental e entraves nos repasses de verbas. Espera-se que, para a rede de saneamento básico, seja mantido o ritmo recente de investimentos e instalações até cumprimento das metas para toda a população ilhabelense.

Para os cursos hídricos que apresentam modificações estruturais irreversíveis (independente da classificação obtida no gradiente de condições ambientais) como a substituição de margens por muretas, ações mitigatórias podem ser direcionadas à qualidade bruta da água, controle do assoreamento proveniente de construções a montante de trechos e conservação dos habitats ainda disponíveis no leito. Dos que foram classificados como “regulares” no PAR Ilhabela, um dos principais problemas é em relação a vegetação marginal. Nesses trechos, havia predominância de bambuzais, diferentemente dos trechos em condição de referência, algo que pode ser solucionado com recuperação de mata ciliar nativa.

Os trechos considerados “ruins” apresentam um grau alarmante dos problemas citados, com alguns aspectos biofísicos em situação irreversível, mas outros que podem ser recuperados, citando novamente a vegetação do entorno, para garantia de uma ao menos razoável

biodiversidade aquática. Os trechos classificados em situação “péssima” também podem ser recuperados, apesar de necessitarem medidas mais complexas para lidar com a contaminação da água e/ou assoreamento agravado.

Esse é um dos aspectos que diferencia os rios da Ilha de São Sebastião dos de outras cidades, nas quais o processo de urbanização foi mais agressivo e concretou corpos hídricos inteiros, não restando muitos aspectos para recuperação. O estado privilegiado de conservação na maior parte da Ilha de São Sebastião possibilita ações mitigatórias com efeitos notáveis na qualidade ecológica, beneficiando as comunidades aquáticas, a biodiversidade florística e a manutenção dos serviços ecossistêmicos.

Com características biofísicas que permanecem similares do alto ao baixo curso, mesmo muito próximo a foz, a maioria dos rios e córregos podem ser avaliados pelo PAR Ilhabela, com exceção do rio Paquera-Cego quando está em área estuarina. Sem contar que, em caso de demanda, parâmetros podem ser adicionados ou alterados.

Apesar de sua simplicidade, estudos mais completos corroboram com a afirmativa de que os resultados dos protocolos estão alinhados aos resultados de métodos que utilizam organismos aquáticos, como os macroinvertebrados bentônicos, que são reconhecidos internacionalmente como bioindicadores eficazes das condições ambientais e fazem parte de programas de monitoramento nacionais em alguns países (PARSONS; THOMS; NORRIS, 2002; MACEDO *et al.*, 2012; DOLL *et al.*, 2016; FEIO *et al.*, 2021).

Foi citado ao longo do trabalho o papel das ferramentas de avaliação da paisagem fluvial para os diagnósticos e monitoramentos, que embasam denúncias e cobrança popular, especialmente ao tratar de corpos hídricos alvos de contaminação por coliformes termotolerantes ou produtos químicos. O PAR Ilhabela, apesar de ter sido aplicado apenas 1 vez devido à entraves logísticos e financeiros dentro do prazo da pesquisa, mostrou-se uma boa ferramenta para complementação do monitoramento físico e químico realizado pelo IIS, além de ter proporcionado um diagnóstico parcial, mas, relevante da paisagem, atribuindo perspectiva qualitativa e abordagem distinta das usuais no Brasil.

6.3 Importância da complementação entre métodos de monitoramento ambiental

Recapitulando quais os atuais monitoramentos contínuos referentes aos rios da Ilha de São Sebastião, são apenas 3: o IQA_{SOSMA} e os índices microbiológicos aplicados pela Cetesb, sendo que ambos foram interrompidos em 2020 e 2021, além do IQA_{CETESB}, que possui ínfima

quantidade de pontos. Ou seja, métodos focados na qualidade bruta da água, relacionando ao monitoramento da balneabilidade das praias urbanas, também realizado pela Cetesb.

O monitoramento do IIS em parceria com a SOS MA tem caráter participativo, na tentativa de cobrir lacunas do monitoramento governamental, enquanto o monitoramento da Cetesb faz parte do programa nacional de acompanhamento da qualidade da água em relação a coliformes termotolerantes e à balneabilidade das praias, tanto que é aplicado nos córregos que desaguam nas praias monitoradas.

Na comparação dos resultados do IQA_{SOSMA} de 2022 com os do PAR Ilhabela (Figura 78), dos 8 trechos avaliados em mesmo local, apenas 1 teve classes correspondentes (em termos de nomenclatura, pois representam dados distintos) nos 2 métodos, o ponto 24, classificado como “ruim” em ambos. Importante lembrar que as cores atribuídas às classes do protocolo (Quadro 6) são diferentes das cores estabelecidas pela SOS MA (Figura 23). Além disso, o IQA da fundação possui 5 classes, incluindo a qualidade “boa”, não presente do PAR adaptado.

Esses resultados demonstram que, pode haver casos em que a qualidade bruta da água está boa para uso humano, mas os aspectos biofísicos estão impactados, repercutindo na conservação e diversidade de habitats aquáticos, como o P18, classificado como situação “ruim” pelo PAR Ilhabela, e qualidade “boa” pelo IQA_{SOSMA}. Ou os trechos 22, 33 e 36, classificados como situação “ótima” no protocolo, por conservação da paisagem fluvial, e “regular” no índice físico e químico pelo esgoto não tratado (Figura 78).

Enquanto não há investimento para complementação de métodos, o monitoramento do IIS cumpre um papel importante, tendo oferecido respaldo a denúncias que culminaram em multas à estabelecimentos poluidores. Gilda Nunes, coordenadora do setor de saneamento do IIS, e responsável por parte das coletas do IQA_{SOSMA} (Figura 7), em conversa informal durante avaliação do P37 pelo protocolo, no qual a mesma estava coletando água para as análises de abril/22, afirmou que há apoio dos moradores locais tanto durante as coletas, oferecendo ajuda, quanto no monitoramento em si, com disponibilização de informações ou participação dos grupos de coleta, que é realizado em boa parte por estudantes de escolas municipais e estaduais sob supervisão de professores/adultos, fortalecendo a educação ambiental.

De parte da prefeitura, houve sinalização pelo Secretário do Meio Ambiente de Ilhabela, em 2021, de que seria iniciado um monitoramento da qualidade dos recursos hídricos em vários pontos do município, não somente na área urbana, para acompanhamento do sistema de saneamento, além de afirmar que a Sabesp havia realizado coletas iniciais e que, com a ajuda de um grupo chamado Movimento Somos Ilhabela, estavam organizando essa rede de

monitoramento dos córregos¹⁸. Não foram encontradas mais informações públicas acessíveis sobre o assunto até o momento.

O fato é que, como afirmam Feio *et al.* (2021), obstáculos políticos e financeiros seguem como um dos principais motivos pelo atraso da criação de programas nacionais de monitoramento integrado e não restrito à qualidade bruta da água. Por isso, monitoramentos complementares costumam ser oferecidos por instituições ambientais ou universidades, geralmente as públicas, por meio de projetos de pesquisa e parcerias. No artigo, é focado no monitoramento com bioindicadores, especialmente os métodos adaptados da Agência de Proteção Ambiental dos EUA para macroinvertebrados bentônicos e outros organismos aquáticos. O Brasil parece estar longe de oferecer um programa padronizado que utilize esses organismos e, até que isso aconteça, segue a busca por alternativas viáveis para incorporar nos programas existentes.

Em Minas Gerais (e no Brasil), o laboratório sob responsabilidade do Prof. Dr. Marcos Callisto, na Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), segue como referência em monitoramento da qualidade ecológica da água, e, nesse aspecto de alternativas, possui projetos de monitoramento participativo que, mais do que gerar diagnósticos, envolve indivíduos na chamada Ciência Cidadã, para que a população possa ser parte das investigações sem necessariamente ter formação na área. Em um dos livros lançados sobre o tema e direcionado à professores de ensino fundamental e médio, França e Callisto (2019) iniciam a obra afirmando que, para eficácia das ações de conservação dos rios, não bastam iniciativas governamentais e empresariais, sendo indispensável a participação dos cidadãos na reivindicação de soluções para os impactos, como colaboradores cientificamente bem-informados.

Seguindo essa linha, mesmo que não tratando de bioindicadores, mas sim dos protocolos de avaliação rápida de rios, seria uma grande conquista aproveitar o embalo do monitoramento realizado pelo IIS e colaboradores para acrescentar a utilização de PARs, e atribuir complexidade às avaliações conformes novas demandas, possibilidades e adaptações. Não só o instituto, mas também equipes do PEIb, associações caiçaras e quaisquer outros grupos ou indivíduos que queiram contribuir ou estejam cientes do estado de conservação de rios, ampliando e fortificando o ordenamento e gestão territorial e ambiental.

¹⁸ Fala ao portal de notícias Tamoios News: <https://www.tamoiosnews.com.br/noticias/ilhabela-inicia-trabalho-para-implantacao-de-saneamento-por-biodigestores-no-bonete/>

SEÇÃO VII - CONCLUSÕES

O PAR Ilhabela, com importantes resultados na avaliação rápida dos rios, é essencial para complementação de outros métodos de análise. A análise geográfica, junto aos resultados do PAR Ilhabela, permitiu um olhar para aspectos negligenciados em relação à conservação dos rios e córregos da área de estudo, e às diferenças entre os usos e ocupações da terra. Ainda, através de observação *in loco*, foi possível estabelecer um padrão de características biofísicas da paisagem fluvial local, além de um gradiente de condições ambientais, que podem servir de fundamentação para estudos e investigações futuras.

Os protocolos de avaliação rápida de rios se mostraram ferramentas úteis para a identificação de trechos impactados, apontando também quais aspectos necessitam maior atenção e recuperação. Esses diagnósticos podem dar início a um monitoramento contínuo, conforme interesse e iniciativa da comunidade ilhabelense.

Tanto os resultados do PAR de Callisto *et al.* (2002) quanto o PAR Ilhabela, aplicados na Baía de Castelhanos, indicaram ótimo estado de conservação dos sistemas hidrográficos, com exceção de um trecho, muito próximo de moradias e campings, que merece atenção e recuperação a partir de medidas como instalação de sistemas para saneamento básico e descarte correto de poluentes. Essa conservação é graças ao modo de vida tradicional das comunidades caiçaras, que seguem na luta para garantia de seus direitos, e aos instrumentos de gestão ambiental do PEIb, que, apesar de equipes sobrecarregadas e politicamente pressionadas, realizam excelente trabalho de manutenção no parque, com a ajuda de parceiros e colaboradores. Com investimento, esse trecho impactado pode ser recuperado a partir de trabalho de ordenamento territorial, instalação de estruturas adequadas e educação ambiental, mitigando os impactos inerentes à ocupação humana.

Os resultados da área urbana ofereceram um panorama do estado de conservação biofísica e diversidade de habitats nos córregos, e, aliados a análise do uso e ocupação da terra, as discussões atenderam aos objetivos da pesquisa. Os cursos hídricos urbanos, em seus diferentes graus de alteração, demandam atenção pública e popular, para que Ilhabela mantenha sua imagem de destino ecológico e proteja as dinâmicas ecossistêmicas particulares do município-arquipélago, não repetindo o histórico intenso processo de degradação e total descaracterização dos rios observado em outras cidades.

O contraste e diferentes abordagens entre os métodos de avaliação ambiental executados na ilha reforçam a importância de complementações, para que não só uma parte dos problemas

seja reportado. Porém, considerando o contexto de sucateamento e obstáculos políticos e financeiros, é indispensável e louvável a iniciativa realizada pelo Instituto Ilhabela Sustentável e SOS Mata Atlântica, cobrindo lacunas na gestão ambiental municipal e estadual, além de acenderem o interesse da população pelo monitoramento participativo e acessível.

Com uma perspectiva otimista, espera-se que os próximos anos sejam de fortalecimento dos órgãos e programas ambientais, sociais e culturais, após anos de sucateamento escancarado; que os povos e comunidades tradicionais tenham mais autonomia em seus territórios e utilizem os instrumentos e ferramentas disponíveis para manutenção de suas demandas e modos de vida; que o Brasil avance na padronização de um monitoramento que considere a qualidade ecológicas das paisagens, e não somente aspectos isolados; e que, nesse meio tempo, os protocolos acessíveis possam suprir brechas em prol de um planejamento e gestão eficazes.

Os objetivos do projeto foram contemplados, oferecendo um diagnóstico e panorama do estado atual das características biofísicas de rios e seus entornos imediatos na Ilha de São Sebastião, Ilhabela/SP, além de apontar e discutir algumas das ações causadoras de impactos negativos para a conservação ambiental e sociocultural da ilha.

REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A. N. Os domínios de Natureza do Brasil: potencialidades paisagísticas. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.
- ABREU-TARDELLI, L. S.; CRISTOVÃO, V. L. L. (Orgs). Linguagem e educação: o ensino e a aprendizagem de gêneros textuais. Campinas; Mercado de letras, 2009.
- AGRA, J. U.M.; CALLISTO, M.; SANTOS, R. Condições de referência em rios tropicais: bases para monitoramento e conservação de recursos hídricos. *In: Anais do VIII Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação, Curitiba (PR), 2015.*
- AGRA, J.U.M.; LIGEIRO, R.; MACEDO, D.R.; HUGHES, R.M.; CALLISTO, M. Ecoregions and stream types help us understand ecological variability in Neotropical reference streams. *Marine and Freshwater Research*, 2018.
- ALBUQUERQUE, U. P. A qualidade das publicações científicas: considerações de um Editor de área ao final do mandato. *Acta Botanica Brasilica*, v. 23, n. 1, p. 292-296, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/abb/v23n1/v23n1a31.pdf>. Acesso em: mai. 2021.
- ALVES, E. R. A.; SOUZA, G. S.; MARRA, R. Êxodo e sua contribuição à urbanização de 1950 a 2010. 2011. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/910778>. Acesso em: mar. 2023.
- ALVES-MAZZOTTI, A. J. Usos e abusos dos estudos de caso. *Cadernos de pesquisa*, v. 36, p. 637-651, 2006.
- ANA – Agência Nacional das Águas. Indicadores de Qualidade. Índice de Qualidade das Águas. Disponível em: <http://pnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx>. Acesso em: nov. 2021.
- ARRUDA, G. Bacias hidrográficas, história ambiental e temporalidades. *Revista de História Regional*, v. 20, n. 2, 2015. Disponível em: <https://revistas.uepg.br/index.php/rhr/article/view/8061>. Acesso em: mar. 2023.
- BAILEY, R. C.; NORRIS, R. H.; REYNOLDSON, T. B. The Reference Condition Approach: In a nutshell. Springer US, 2004. ISBN 978-1-4419-8885-0 (eBook). DOI 10.1007/978-1-4419-8885-0.
- BARBOSA, L.; GONÇALVES, D. A paisagem em geografia: diferentes escolas e abordagens. *Élisée Revista de Geografia da UEG*, v. 3, n. 2, p. 92-110, 2014.
- BARBOUR, M.T.; GERRITSEN, J.; SNYDER, B.D.; STRIBLING, J.B. Stribling. Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish, Second Edition. EPA 841-B-99-002. U.S. Environmental Protection Agency; Office of Water; Washington, D.C. 1999.
- BARCELOS, E. A. S. Desregulação ambiental e disputas políticas: Uma breve retrospectiva do desmonte do licenciamento ambiental no Brasil *AMBIENTES*, v. 2, n. 2, p. 278, 2020.

BERTOLO, L. S. Fronteiras, fluxos e mosaicos em paisagem sob mudança: caminho metodológico para identificar unidades de planejamento e serviços ecossistêmicos. 2020. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Campinas. São Paulo, 2014.

BERTOLO, L. S.; DE AGAR, P. M.; DE PABLO, C. L.; SANTOS, R. F. Boundaries and mosaics: an approach to evaluate changes and to profit landscape planning, São Sebastião Island, SP/Brazil. *Bosque*, v. 33, n. 3, p. 303-308, 2012.

BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global – esboço metodológico. *RA’E GA*, n. 8, p. 141-152, 2004.

BRAZ, A. M. Zoneamento turístico das paisagens para o município de Mineiros (GO), Brasil. 2020. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal de Goiás, Jataí, 2020.

CALLISTO, M.; MACEDO, D. R.; CASTRO, D.M.P.; ALVES, C.B.M. Bases Conceituais Para Conservação e Manejo de Bacias Hidrográficas. 1 ed. Belo Horizonte, Cemig. Série Peixe Vivo 7, 2019.

CALLISTO, M; FERREIRA, W. R.; MORENO, P.; GOULART, M.; PETRUCIO, M. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividade de ensino e pesquisa (MG-RJ). *Acta Limnologica Brasiliensia*, 2002. Disponível em: <http://jbb.ibict.br/handle/1/708>. Acesso em: mar. 2020.

CÂMARA, J. B. D. Governança ambiental no Brasil: ecos do passado. *Revista de sociologia e política*, v. 21, p. 125-146, 2013.

CARDOSO JR, J. C. Desmonte do Estado no governo Bolsonaro: menos república, menos democracia e menos desenvolvimento. In: AZEVEDO, J. S.; POCHMANN, M. (Orgs.). *Brasil: incertezas e submissão*. 2019. P. 151-169.

CARVALHO, E. M.; UIEDA, V. S. Colonização por macroinvertebrados bentônicos em substrato artificial e natural em um riacho da serra de Itatinga, São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 21, p. 287-293, 2004.

CASEMIRO, P. Ilhabela coleta apenas 43% do esgoto produzido e enfrenta crise no saneamento. *G1 Vale do Paraíba e Região*. 2019. Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/vale-do-paraiba-regiao/noticia/2019/01/27/ilhabela-coleta-de-apenas-43-do-esgoto-produzido-e-enfrenta-crise-no-saneamento.ghtml>. Acesso em: abr. 2023.

CASTRO, M. N.; CASTRO, R. M.; SOUZA, C. A importância da mata ciliar no contexto da conservação do solo. *Revista Uniaraguaia*, v. 4, n. 4, p. 230-241, 2013.

CBH LN – Comitê das Bacias Hidrográficas do Litoral Norte. Plano de Bacias Hidrográficas do Litoral Norte 2016-2019. Relatório II. 2017. Disponível em: <https://sigrh.sp.gov.br/public/uploads/documents/CBH-LN/13694/relatorio-2-ugrhi3.pdf>. Acesso em: jul. 2023.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Apêndice D - Índices de Qualidade das Águas. 2019. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp->

content/uploads/sites/12/2018/03/Ap%C3%AAndice-D-%C3%8Dndices-de-Qualidade-das-%C3%81guas-1.pdf. Acesso em: dez. 2021.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Histórico da legislação hídrica no Brasil. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/informacoes-basicas/tpos-de-agua/historico-da-legislacao-hidrica-no-brasil/>. Acesso em: dez. 2021.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Qualidade das Praias Litorâneas no Estado de São Paulo 2019. 2020. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/praias/publicacoes-relatorios/>. Acesso em: abr. 2023.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Qualidade das Praias Litorâneas no Estado de São Paulo 2020. 2021. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/praias/publicacoes-relatorios/>. Acesso em: abr. 2023.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Qualidade das Praias Litorâneas no Estado de São Paulo 2021. 2022. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/praias/publicacoes-relatorios/>. Acesso em: abr. 2023.

CUSTÓDIO, V. A crise hídrica na região metropolitana de São Paulo (2014-2015). GEOUSP Espaço e Tempo (Online), v. 19, n. 3, p. 445-463, 2015.

DA CAMARA, M. R. G; DE SOUZA, R. B. Crise Ambiental e Desenvolvimento Sustentável: a nanotecnologia como uma das soluções de longo prazo. Revista Capital Científico-Eletrônica, v. 7, n. 1, p. 21-34, 2009. ISSN 2177-4153.

DANTAS, C. Atual proposta de orçamento para Ministério do Meio Ambiente é a menor em 21 anos, aponta relatório. G1, 22 de janeiro de 2021. Disponível em: <https://g1.globo.com/natureza/noticia/2021/01/22/atual-proposta-de-orcamento-para-ministerio-do-meio-ambiente-e-a-menor-em-21-anos-aponta-relatorio.ghtml>. Acesso em: nov. 2021.

DIAS, E. S. Os (des) encontros internacionais sobre meio ambiente: da conferência de Estocolmo à Rio+ 20: expectativas e contradições. Caderno Prudentino de Geografia, v. 1, n. 39, p. 06-33, 2017. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/cpg/article/view/3538>. Acesso em: abr.2023.

DINIZ, E. M. Os resultados da Rio+ 10. Revista do Departamento de Geografia, v. 15, p. 31-35, 2002.

DOLL, B.; JENNINGS, G.; SPOONER, J.; PENROSE, D.; USSET, J.; BLACKWELL, J.; FERNANDEZ, M. Can rapid assessments predict the biotic condition of restored streams?. Water, v. 8, n. 4, p. 143-165. 2016. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4441/8/4/143>. Acesso em: abr. 2023.

FANTINATO, M. Métodos de pesquisa. São Paulo: USP, 2015. Disponível em: <https://atualiza.aciaraxa.com.br/ADMArquivo/arquivos/arquivo/M%C3%A9todos-de-Pesquisa.pdf>. Acesso em: jan. 2022.

FEIO, M. J.; HUGHES, R. M.; CALLISTO, M.; NICHOLS, S. J.; ODUME, O. N.; QUINTELLA, B. R.; KUEMMERLEM M; AGUIAR, F.C.; ALMEIDA, S.F.P.; ALONSO-EGUÍALIS, P.; ARIMORO, F.O.; DYER, F.J.; HARDING, J.S.; JANG, S.; KAUFMANN, P.R.; LEE, S.; LI, J.; MACEDO, D.R.; MENDES, A.; MERCADO-SILVA, N.; MONK, W.; NAKAMURA, K.; NDIRITU, G.G.; OGDEN, R.; PEAT, M.; REYNOLDSON, T.B.; RIOS-TOUMA, B.; SEGURADO, P.; YATES, A.G. The Biological Assessment and Rehabilitation of the World's Rivers: An Overview. *Water*, n. 13, p. 371-416. 2021. <https://doi.org/10.3390/w13030371>

FIGUEIRÓ, A. Definição e classificação de paisagens antropocênicas. [S. l.]: Laboratório de Geocologia FAENG/UFMS, 27 de outubro de 2021. 1 vídeo (93 min:24 seg). [Webnar]. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=b1Jek9P9SSE>. Acesso em: nov. 2021.

FORMAGGIA, D. M. E. Uma breve história do Programa de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo humano do Estado de São Paulo. *Fala SEVISA*, n. 01, 2007. Disponível em: http://www.cvs.saude.sp.gov.br/pdf/artigo_sevisa_01.pdf. Acesso em: dez. 2021.

FRANÇA, J. S.; CALLISTO, M. Monitoramento participativo de rios urbanos: por estudantes-cientistas. Belo Horizonte, MG: UFMG, 144 p., 2019.

FRANCO, J. L. A.; SCHITTINI, G. M.; BRAZ, V. S. História da conservação da natureza e das áreas protegidas: panorama geral. *Historiæ*, Rio Grande do Sul, v. 6, n. 2, p. 233-270, 2015. Disponível em: <https://repositorio.furg.br/handle/1/7122>. Acesso em: abr. 2023.

FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS – SEADE. Disponível em: <<http://www.seade.gov.br>>. Acesso em: out. 2021.

FURLAN, S. A. Indicadores Biogeográficos em fragmentos de Mata Atlântica insular e continental e suas possíveis implicações paleoambientais. *Revista do Departamento de Geografia – FFLCH- USP*, 1996, v. 10, p. 13-28.

FURLAN, S. A. Lugar e cidadania: implicações socioambientais das políticas de Conservação Ambiental (situação do Parque Estadual da Ilhabela na Ilha de São Sebastião-SP). 2000. 584 f. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Universidade de São Paulo, São Paulo. 2000. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/T.8.2000.tde-07032023-191946>. Acesso em: abr. 2023.

FURLAN, S. A. Unidade de Conservação Insular: considerações sobre a dinâmica insular, planos de manejo e turismo ambiental, in Geraiges Lemos, A. I. (org.) *Turismo: impactos socioambientais*, São Paulo. Hucitec, 1996: 114-136.

FURLAN, S. A.; NUCCI, J. *Conservação de Florestas Tropicais*. São Paulo: Atual, 1999, 96p.

G1. População das cidades do litoral norte cresce acima da média da região, aponta IBGE. 2017. Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/vale-do-paraiba-regiao/noticia/populacao-das-cidades-do-litoral-norte-cresce-acima-da-media-da-regiao-aponta-ibge.ghtml>. Acesso em: abr. 2023.

GOMES, A. A. Estudo de caso - planejamento e métodos. Nuances: estudos sobre Educação, v. 15, n. 16, 2008.

HANNAFORD, M. J.; BARBOUR, M. T.; RESH, V. H. Training reduces observer variability in visual-based assessments of stream habitat. *Journal of the North American Benthological Society*, v. 16, n. 4, p. 853-860, 1997.

HOGAN, D. J. População e meio ambiente: a emergência de um novo campo de estudos. Dinâmica populacional e mudança ambiental: cenários para o desenvolvimento brasileiro (Org. Daniel Joseph Hogan). Campinas: Núcleo de Estudos de População – Nepo/Unicamp. 2007. 240 p.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE Cidades – Censo 2010. 2010. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/160deposito/panorama>. Acesso em: out. 2021.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE Cidades – Estimativa 2021. 2021. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/160deposito/panorama>. Acesso em: out. 2021.

JACOBI, P. R. Participação na gestão ambiental no Brasil: os comitês de bacias hidrográficas e o desafio do fortalecimento de espaços públicos colegiados. In: *Los tormentos de la materia. Aportes para una ecología política latinoamericana*. Alimonda, Héctor. CLACSO, Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales, Buenos Aires. 2006. ISBN: 987-1183-37-2. Disponível em: <https://bibliotecavirtual.clacso.org.ar/ar/libros/grupos/hali/C7PJacobi>. Acesso em: mar. 2023.

JOLY, C. A.; METZGER, J. P.; TABARELLI, M. Experiences from the Brazilian Atlantic Forest: ecological findings and conservation initiatives. *New Phytologist*, 2014, v. 204, p. 459–473.

KIKUCHI, R. M.; UIEDA, V. S. Composição e distribuição dos macroinvertebrados em diferentes substratos de fundo de um riacho no município de Itatinga, São Paulo, Brasil. *Entomologia y Vectores*, v. 12, p. 193-231, 2005.

LA O OSORIO, J.A.; SALINAS CHÁVEZ, E.; LICEA SANCHÉZ, J.E. Aplicación del diagnóstico geoecológico del paisaje en la gestión del turismo litoral: caso destino turístico Litoral Norte de Holguín, Cuba. *Investigaciones Turísticas* 3. 2012. DOI:10.14198/inturi2012.3.01.

LIGEIRO, R.; HUGHES, R. M.; KAUFMANN, P. R.; MACEDO, D. R.; FIRMIANO, K. R.; FERREIRA, W.; OLIVEIRA, D.R.; MELO, A. S.; CALLISTO, M. Defining quantitative stream disturbance gradients and the additive role of habitat variation to explain macroinvertebrate taxa richness. *Ecological Indicators*, 2012.

LIMA, A. Instrumentos para a conservação da diversidade biológica: o Zoneamento Ecológico-Econômico, as unidades de conservação, o Código Florestal e o sistema de recursos hídricos. In: *Seria melhor mandar ladrilhar?* (Org. Nurit Bensusan), p. 63-80, 2008.

- LOPES DE SOUZA, M. O enfoque da Geografia Ambiental como Aufhebung: Rejeitando o dualismo, abraçando a dialética. *AMBIENTES: Revista de Geografia e Ecologia Política*, [S. l.], v. 3, n. 1, p. 9, 2021. DOI: 10.48075/amb.v3i1.27691. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/ambientes/article/view/27691>. Acesso em: out. 2021.
- LOPES, M. M.; NEVES, F. F. A gestão de recursos hídricos no Brasil: um panorama geral dos estados. *FACEF Pesquisa-Desenvolvimento e Gestão*, v. 20, n. 3, 2017. Disponível em: <http://periodicos.unifacef.com.br/index.php/facefpesquisa/article/view/1393>. Acesso em: mar. 2023.
- MACEDO, D.R.; LIGEIRO, R.; FERREIRA, W.; JUNQUEIRA, N. T.; SANCHES, B.O.; OLIVEIRA, D.R.; ALVES, C.B.M.; HUGHES, R.M.; KAUFMANN, P.R.; POMPEU, P.S.; SANTOS, G.B.; CALLISTO, M. Adaptação e validação de um protocolo de avaliação biológica e de habitats físicos no estudo de assembléias de peixes e macroinvertebrados bentônicos em bacias hidrográficas no cerrado brasileiro. *Ação Ambiental (UFV)*, 2012.
- MALDONADO, W. T. P. V. Da mata para o mar: a construção da canoa caiçara em Ilhabela/SP. 2001. Dissertação (Mestrado em Ciência Ambiental) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.
- MARANDOLA JR, E.; MARQUES, C.; DE PAULA, L. T.; CASSANELI, L. B. Crescimento urbano e áreas de risco no litoral norte de São Paulo. *Revista Brasileira de Estudos de População*, v. 30, p. 35-56, 2013.
- MARCONDES, D. S. Os conflitos decorrentes do veraneio e do turismo sobre o território tradicional caiçara na Praia de Castelhanos a partir da década de 1950. 2018. Tese (Doutorado em Turismo) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.
- MARCUZZO, F. F. N. Bacias hidrográficas e regiões hidrográficas do Brasil: cálculo de áreas, diferenças e considerações. *In: Anais do XXII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*. Florianópolis, SC, 2017.
- MARTINS, G. A. Estudo de caso: uma reflexão sobre a aplicabilidade em pesquisas no Brasil. *Revista de Contabilidade e Organizações*, v. 2, n. 2, p. 8-18, 2008.
- MATEO RODRIGUEZ, J.; DA SILVA, E. La geocología del paisaje, como fundamento para el análisis ambiental. *REDE-Revista Eletrônica do PRODEMA*, v. 1, n. 1, 2007.
- MATEO RODRIGUEZ, J.; DA SILVA, E. *Planejamento e Gestão Ambiental: subsídios da Geocologia das Paisagens e da Teoria Geossistêmica*. 3. Ed. Reimpressão – Fortaleza: Edições UFC. 370 p. 2018. ISBN 978-85-7282-478-1.
- MATEO-RODRIGUEZ, J. *Planificación ambiental*. La Habana: Universidade de La Habana, 2000.
- MEDEIROS, R. Evolução das tipologias e categorias de áreas protegidas no Brasil. *Ambiente & Sociedade*, v. 9, p. 41-64, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asoc/a/C4CWbLFTKrTPGzcN68d6N5v/abstract/?lang=pt>. Acesso em: abr. 2023.

MILANESI, M. A. Identificação de unidades climáticas na Ilha de São Sebastião. 2016. 305 f. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017. DOI 10.11606/T.8.2017.tde-09062017-114749.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. Monitoramento Ambiental dos biomas Brasileiros. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/biomas/monitoramento-ambiental.html>. Acesso em: nov. 2021.

MONTEIRO, C. A. F. A Questão ambiental no Brasil (1960-1980). São Paulo: IGEO/USP, 1981.

MPF – Ministério Público Federal. Justiça suspende lei municipal que revogava criação da Reserva Extrativista Baía dos Castelhanos em Ilhabela (SP). 2022. Disponível em: <https://www.mpf.mp.br/sp/sala-de-imprensa/noticias-sp/justica-suspende-lei-municipal-que-revogava-criacao-da-reserva-extrativista-baia-dos-castelhanos-em-ilhabela-sp>. Acesso em: abr. 2023.

NICHOLS, S. J.; DYER, F. J. Contribution of national bioassessment approaches for assessing ecological water security: an AUSRIVAS case study. *Frontiers of Environmental Science & Engineering*, v. 7, p. 669-687, 2013.

NOFFS, P. S. A disputa pela hegemonia do espaço na Baía dos Castelhanos. 2007. 261 f. Tese (Doutorado em Geografia Humana) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008. DOI 10.11606/T.8.2008.tde-22042008-132220.

NOVAES, M. C. A integridade ambiental e o tamanho do riacho afetam a diversidade e a abundância de Trichoptera (Insecta) associada ao substrato rochoso em riachos de montanha?. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade de São Paulo, SP. 2010. 56 f.

OVIEDO, A. F. P.; DOBLAS, J. As florestas precisam das pessoas. ISA – Instituto Socioambiental. São Paulo. 2022. Disponível em: <https://acervo.socioambiental.org/acervo/documentos/florestas-precisam-das-pessoas>. Acesso em: abr. 2023.

PARSONS, M.; THOMS, M.; NORRIS, R. Australian river assessment system: AusRivAS physical assessment protocol. *Monitoring river health initiative technical report*, v. 22, 2002.

PEIXOTO, F. S.; SOARES, J. A.; RIBEIRO, V. S. Conflitos pela água no Brasil. *Sociedade & Natureza, Uberlândia/MG*, v. 34, 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sn/a/9zK6YFrTGYYmD6hJT3CNhzv/abstract/?lang=pt>. Acesso em: mar. 2023.

PINTO, L. F. G.; FERREIRA, J.; BERENGUER, E.; ROSA, M. Governance lessons from the Atlantic Forest to the conservation of the Amazon. *Perspectives in Ecology and Conservation*, v. 21, n. 1, p. 1-5, 2023. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2530064422000724>. Acesso em: abr. 2023.

PORTO, M. F. A.; PORTO, R. L. Gestão de bacias hidrográficas. Estudos avançados, v. 22, p. 43-60, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/ccyh4cf7NMdbpJdhSzCRNtR/?lang=pt>. Acesso em: mar. 2023.

POTT, C.M., ESTRELA, C.C., 2017. Histórico ambiental: desastres ambientais e o despertar de um novo pensamento. Estudos Avançados, v.31, p. 271–283. DOI:10.1590/s0103-40142017.31890021.

RIBEIRO, H.; VARGAS, H. C. Qualidade Ambiental Urbana: Ensaio de uma Definição. *In*: RIBEIRO, H.; VARGAS, H. C. (Orgs.) Novos Instrumentos de Gestão Ambiental Urbana. São Paulo, Edusp, p.13-19, 2001.

RIBEIRO, M. C., METZGER, J.P., MARTENSEN, A. C., PONZONI, F., HIROTA, M. M. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. Biological conservation, v. 142, n. 6, p. 1141-1153, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.02.021>.

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

RODRIGUES, A. S. L.; CASTRO, P. T. A. Protocolos de avaliação rápida: instrumentos complementares no monitoramento dos recursos hídricos. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 13, p. 161-170, 2008. Disponível em: <https://www.abrh.org.br/SGCv3/index.php?PUB=1&ID=15&SUMARIO=188>. Acesso em: mar. 2020.

RODRIGUES, A. S. L.; CASTRO, P. T. A. Protocolos de avaliação rápida: instrumentos complementares no monitoramento dos recursos hídricos. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 13, n. 1, p. 161-170. 2008. Disponível em: <https://www.abrh.org.br/SGCv3/index.php?PUB=1&ID=15&SUMARIO=188>. Acesso em: mar. 2020.

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

RODRÍGUEZ, J. M. M.; DA SILVA, E. V. Planejamento e gestão ambiental: subsídios da geocologia das paisagens e da teoria geossistêmica. Edições UFC, 2018.

ROSS, J. L. S. Geografia do Brasil. Jurandyr L. Sanches Ross (org.). 6 ed., 3º reimpr. São Paulo: Edusp, 2019. ISBN: 978-85-314-0242-5.

ROSS, J. L. S., DEL PRETTE, M. E. Recursos hídricos e as bacias hidrográficas: âncoras do planejamento e gestão ambiental. Revista do Departamento de Geografia, n. 12, pag. 89–121, 1998. DOI:10.7154/rdg.1998.0012.005.

ROSSI, D. Ilhabela cria Força Tarefa contra esgoto clandestino nas praias. Portal Nova Imprensa. 2019. Disponível em: <https://novaimprensa.com/2019/01/ilhabela-cria-forca-tarefa-contra.html>. Acesso em: abr. 2023.

SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. A Sabesp nos municípios. Disponível em: <http://site.sabesp.com.br/site/interna/Municipio.aspx?secaoId=18&id=504>. Acesso em: jan. 2022.

SALINAS CHÁVEZ, E. Características de la naturaleza y los paisajes de Cuba. Estudios Geográficos v. 57, p. 201, 2018. DOI:10.3989/egeogr.1996.i223.663.

SANTOS, A. L. G.; FURLAN, S. A. Quem ganha e quem perde com a falta de proteção aos manguezais?: Aspectos da Resolução Conama n° 303/2002. Revista do Departamento de Geografia, v. 41, p. e184973-e184973, 2021.

SANTOS, J. V.; FERREIRA, R. C. Planejamento Ambiental. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia. Curitiba, PR. 2011. Disponível em: <http://proedu.rnp.br/handle/123456789/418>. Acesso em: abr. 2023.

SANTOS, M. Metamorfoses do espaço habitado. São Paulo: Hucitec, v. 5, 1997.

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

SÃO PAULO. Plano de Manejo do Parque Estadual de Ilhabela. Dezembro de 2015. Disponível em: <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/fundacaoflorestal/planos-de-manejo/planos-de-manejo-planos-concluidos/plano-de-manejo-pe-ilhabela>. Acesso em: jan. 2021.

SÃO PAULO. Plano municipal integrado de saneamento básico de Ilhabela. 2011. Disponível em: https://smastr20.blob.core.windows.net/conesan/Ilhabela_AE_DU_RS_2011.pdf. Acesso em: abr. 2023.

SECRETARIA DO TESOURO NACIONAL. Transferências Constitucionais. Disponível em: <https://sisweb.tesouro.gov.br/apex/f?p=2600:1::MOSTRA:NO:RP>. Acesso em: jul. 2023.

SEIXAS, C. L. Planejamento turístico responsável das praias Perequê e Castelhanos (Ilhabela-SP). 2020. 121f. Dissertação (Mestrado em Sustentabilidade na Gestão Ambiental) - Universidade Federal de São Carlos, Campus Sorocaba, Sorocaba.

SHALDERS, A. Com Bolsonaro, área ambiental do governo já perdeu 10% dos servidores. G1, 05 de fevereiro de 2021. Disponível em: <https://g1.globo.com/natureza/noticia/2021/02/05/com-bolsonaro-area-ambiental-do-governo-ja-perdeu-10-dos-servidores.ghtml>. Acesso em: nov. 2021.

SICHE, R; AGOSTINHO, F; ORTEGA, E.; ROMEIRO, A. Índices versus Indicadores: precisões conceituais na discussão da sustentabilidade de países. Ambiente e Sociedade, Campinas, v. 10, n. 2, p.137-148, jul./dez. 2007.

SILVA, A. C. da. Notas sobre o método científico e a observação em Geografia. São Paulo: Isso. Do IG-USP (Métodos em Questão, n.2), 1971.

SILVA, P. A. A. 'É na terra e no mar que tá nossa subsistência': resistência caiçara na Baía dos Castelhanos, Ilhabela. 2022. Dissertação (Mestrado em Antropologia Social) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2022.

SILVA, V. B.; QUEIROZ CRISPIM, J. Um breve relato sobre a questão ambiental. Revista GEOMAE, v. 2, n. 1, p. 163-175, 2011.

SOS MATA ATLÂNTICA. Observando os rios 2022: O retrato da qualidade da água nas bacias da Mata Atlântica. SOS Mata Atlântica. 2022. Disponível em: https://cms.sosma.org.br/wp-content/uploads/2022/03/SOSMA_Observando-os-Rios_2022.pdf. Acesso em: abr. 2023.

SOS MATA ATLANTICA. Observando os rios. Município: Ilhabela - SP (2016 a 2022). Disponível em: <http://observandoosrios.sosma.org.br/projetos/2/observando-os-rios-sp>. Acesso em: jan. 2023.

TADEU, N.; SINISGALLI, P. Escalas da injustiça hídrica: estudo de caso em Ilhabela–Litoral Norte de São Paulo. Desenvolvimento e Meio Ambiente, v. 52, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/dma.v52i0.66732>. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/made/article/view/66732>. Acesso em: jan. 2021.

TEBALDI, I. M; LOURENÇO, I. B.; VERÓL, A. P.; MIGUEZ, M. G. Projeto e gestão da paisagem nos sistemas de drenagem urbana – caso da Bacia do Rio Joana. In: Gestão de recursos hídricos e sustentabilidade (Org. L. M. SCHIEBELBEIN) – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, v.1, 2018. P. 66-82.

TUCCI, C. E. M. Gestão da drenagem urbana. Brasília, DF: CEPAL. Escritório no Brasil/IPEA, 2012. (Textos para Discussão CEPAL-IPEA, 48). 50p. ISSN: 2179-5495.

TUCCI, C. E. M.; HESPANHOL, I.; CORDEIRO NETTO, O. de M. Gestão da água no Brasil. 2001.

TUNDISI, J. G., MATSUMURA-TUNDISI, T., PARESCHI, D. C., LUZIA, A. P., VON HAELING, P. H.; FROLLINI, E. H. A bacia hidrográfica do Tietê/Jacaré: estudo de caso em pesquisa e gerenciamento. Estudos Avançados, v. 22, n. 63, p. 159-172. 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-40142008000200010>. Acesso em: abr. 2023.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. Recursos hídricos no século XXI. Oficina de Textos, 2011.

UIEDA, V. S.; RAMOS, L. H. B. Distribuição espacial da comunidade de macroinvertebrados bentônicos de um riacho tropical (Sudeste do Brasil). Bioikos, Campinas, v. 21, n. 1, 2007.

UNITAU – Universidade de Taubaté. Litoral Norte sofre com a expansão populacional em três décadas. 2023. Disponível em: <https://unitau.br/noticias/detalhes/5631/litoral-norte-sofre-com-expansao-populacional-em-tres-decadas>. Acesso em: abr. 2023.

VADAS JR, R. L.; HUGHES, R. M.; BAE, Y. J.; BAEK, M. J.; GONZÁLES, O. C. B.; CALLISTO, M.; ... & YODER, C. O. Assemblage-based biomonitoring of freshwater ecosystem health via multimetric indices: A critical review and suggestions for improving their applicability. *Water Biology and Security*, v. 1, n. 3, p. 100054, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.watbs.2022.100054>. Acesso em: dez. 2023.

VENTURA, M. M. O estudo de caso como modalidade de pesquisa. *Revista SoCERJ*, v. 20, n. 5, p. 383-386, 2007.

VILANI, R. M. Legislation and environmental policy in Brazil: the possibilities of sustainable development and the risks of environmental retrocession. *Revista Brasileira de Pós-Graduação*, vol. 10, no. 21, Oct. 2013, p. 829.

VILLARDI, B.; GIORDANO, G.; BARBOSA, O. Turbidez em organismos aquáticos: revisão bibliográfica e suas implicações legais. In: *Tecnologia & Cultura - CEFET/RJ*, n. 28, p. 83-92, 2016.

VIOLA, E. J. O movimento ecológico no Brasil (1974-1986): do ambientalismo à ecopolítica. ANPOCS. 1987. Disponível em: <https://acervo.socioambiental.org/index.php/acervo/documentos/o-movimento-ecologico-no-brasil-1974-1986-do-ambientalismo-ecopolitica>. Acesso em: abr. 2023.

VITTE, A. C. O desenvolvimento do conceito de paisagem e a sua inserção na geografia física. *Mercator-Revista de Geografia da UFC*, v. 6, n. 11, p. 71-78, 2007.

YIN, R. K. *Estudo de Caso: Planejamento e métodos*. Bookman Editora, 2015.

YIN, R. K. *Pesquisa qualitativa do início ao fim*. Penso Editora, 2016.

ANEXOS

Anexo A – Protocolo de Callisto *et al.* (2002)

Protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em trechos de bacias hidrográficas, modificado da Agência de Proteção Ambiental de Ohio - EUA (EPA, 1987) por Callisto *et al.* (2002); (4 pontos: situação natural; 2 e 0 pontos: situações leve ou severamente alteradas)

Localização:			
Data de Coleta:		Hora da coleta:	
Tempo (situação do dia):			
Aplicador:			
Tipo de ambiente: Córrego () Rio ()			
Largura:			
Profundidade:			
Temperatura da água:			
PARÂMETROS	PONTUAÇÃO		
	4	2	0
1. Tipo de ocupação das margens do corpo d'água (principal atividade)	Vegetação Natural	Campo de pastagem/agricultura/monocultura/reflorestamento	Residencial/Comercial/Industrial
2. Erosão próxima e/ou nas margens do rio e assoreamento em seu leito	Ausente	Moderada	Acentuada
3. Alterações antrópicas	Ausente	Alterações de origem doméstica (esgoto, lixo)	Alteração de origem industrial/urbana (fábricas, siderurgias/canalização/retilização do curso do rio)
4. Cobertura vegetal no leito	Parcial	Total	Ausente
5. Odor da água	Nenhum	Esgoto (ovo podre)	Óleo/Industrial
6. Oleosidade da água	Ausente	Moderada	Abundante
7. Transparência da água	Transparente	Turva/Cor de chá forte	Opaca ou colorida
8. Odor do sedimento (fundo)	Nenhum	Esgoto (ovo podre)	Óleo/Industrial
9. Oleosidade do fundo	Ausente	Moderado	Abundante
10. Tipo de fundo	Pedras/Cascalho	Lama/Areia	Cimento/Canalizado

Protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em trechos de bacias hidrográficas, modificado do protocolo de Hannaford *et al.* (1997) por Callisto *et al.* (2002); (5 pontos: situação natural; 3, 2 e 0 pontos: situações leve ou severamente alteradas)

PARÂMETROS	PONTUAÇÃO			
	5	3	2	0
11. Tipos de fundo	Mais de 50% com habitats diversificados; pedaços de	30 a 50% de habitats diversificados; habitats	10 a 30% de habitats diversificados; disponibilidade de	Menos que 10% de habitats diversificados; ausência de

	troncos submersos; cascalho ou outros habitats estáveis.	adequados para a manutenção das populações dos organismos aquáticos.	habitats insuficiente; substratos frequentemente modificados.	habitats óbvia; substrato rochoso instável para fixação dos organismos.
12. Extensão de rápidos	Rápidos e corredeiras bem desenvolvidas; rápidos tão largos quanto o rio e com o comprimento igual ao dobro da largura do rio.	Rápidos com a largura igual à do rio, mas com o comprimento menor que o dobro da largura do rio.	Trechos rápidos podem estar ausentes; rápidos não tão largos quanto o rio e seu comprimento menor que o dobro da largura do rio.	Rápidos ou corredeiras inexistentes.
13. Frequência de rápidos	Rápidos relativamente frequentes; distância entre rápidos dividida pela largura do rio entre 3 e 7.	Rápidos não frequentes; distância entre rápidos dividida pela largura do rio entre 7 e 15.	Rápidos ou corredeiras ocasionais; habitats formados pelos contornos do fundo; distância entre rápidos dividida pela largura do rio entre 15 e 25.	Geralmente com lâmina d'água "lisa" ou com rápidos rasos; pobreza de habitats; distância entre rápidos dividida pela largura do rio maior que 25.
14. Tipos de substrato	Seixos abundantes (prevalendo em nascentes).	Seixos abundantes: cascalho comum.	Fundo formado predominantemente por cascalho: alguns seixos presentes.	Fundo pedregoso: seixos ou lamoso.
15. Deposição de lama	Entre 0 a 25% do fundo coberto por lama.	Entre 25% a 50% do fundo coberto por lama.	Entre 50% a 75% do fundo coberto por lama.	Mais de 75% do fundo coberto por lama.
16. Depósitos sedimentares	Menos de 5% do fundo com deposição de lama; ausência de deposição nos remansos.	Alguma evidência de modificação no fundo, principalmente como aumento de cascalho, areia ou lama; 5 a 30% do fundo afetado; suave deposição nos remansos.	Deposição moderada de cascalho novo, areia ou lama nas margens; 30 a 50% do fundo afetado; deposição moderada nos remansos.	Grandes depósitos de lama, maior desenvolvimento das margens; mais de 50% do fundo modificado; remansos ausentes devido a significativa deposição de sedimentos.
17. Alterações no canal do rio	Canalização (retificação) ou drenagem ausente ou mínima; rio com padrão normal.	Alguma canalização presente, normalmente próxima de pontes; evidência de modificações há mais de 20 anos.	Alguma modificação presente nas duas margens: 40 a 80% do córrego modificado.	Margens modificadas: acima de 80% do rio modificado.
18. Características do fluxo de água	Fluxo relativamente igual em toda	Lâmina de água acima de 75% do canal do rio; ou	Lâmina de água entre 25 e 75% do canal do rio, e/ou	Lâmina da água escassa e presente

	largura do rio: mínima quantidade de substrato exposta.	menos de 25% do substrato exposto.	maior parte do substrato nos “rápidos” exposto.	apenas nos remansos.
19. Presença de mata ciliar	Acima de 90% com vegetação ripária nativa, incluindo árvores, arbustos ou macrófitas; mínima evidência de deflorestamento; todas as plantas atingindo altura “normal”.	Entre 70 e 90% com vegetação ripária nativa; deflorestamento evidente, mas não afetando o desenvolvimento da vegetação; maioria das plantas atingindo a altura “normal”.	Entre 50 e 70% com vegetação ripária nativa; deflorestamento óbvio; trechos com solo exposto ou vegetação eliminada; menos da metade das plantas atingindo a altura “normal”.	Menos de 50% da mata ciliar nativa; deflorestamento muito acentuado.
20. Estabilidade das margens	Margens estáveis; evidência de erosão mínima ou ausente; pequeno potencial para problemas futuros; menos de 5% da margem afetada.	Moderadamente estáveis; pequenas áreas de erosão frequentes; entre 5 a 30% das margens com erosão.	Moderadamente instável; entre 30 a 50% da margem com erosão; risco elevado de erosão durante enchentes.	Instável: muitas áreas com erosão; frequentes áreas descobertas nas curvas do rio; erosão óbvia entre 50 a 100% da margem.
21. Extensão de mata ciliar	Largura da vegetação ripária maior que 18m; sem influência de atividades antrópicas (agropecuária, estradas etc.).	Largura da vegetação ripária entre 12 e 18m; mínima influência antrópica.	Largura da vegetação ripária entre 6 e 12m; influência antrópica intensa.	Largura da vegetação ripária menor que 6m; vegetação restrita ou ausente devido a atividade antrópica.
22. Presença de plantas aquáticas	Pequenas macrófitas aquáticas e/ou musgos distribuídos pelo leito.	Macrófitas aquáticas ou algas filamentosas ou musgos distribuídos no rio, substrato com perifíton.	Algas filamentosas ou macrófitas em poucas pedras ou alguns remansos, perifíton abundante e biofilme.	Ausência de vegetação aquática no leito do rio ou grandes bancos de macrófitas (p.ex.: aguapé).

Anexo B – Protocolo de Rodrigues (2008)

Protocolo de Rodrigues (2008), adaptado de Barbour et al. (1999)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
Escola de Minas, Departamento de Geologia, Programa de Pós-
Graduação em Evolução Crustal e Conservação de Recursos
Naturais



FICHA DE AVALIAÇÃO
GRADIENTE: ALTO CURSO

Local avaliado:	
Posição GPS:	
Data da avaliação: __ / __ / _____	Hora da avaliação:
Tempo (situação do dia):	Choveu nos últimos 7 dias? () sim () não
Largura do corpo d' água:	Profundidade:

Parâmetro 1: “Substratos e/ou habitats disponíveis”

OTIMA	BOA	REGULAR	PESSIMA
Mais de 70% do trecho avaliado apresenta substratos favoráveis à colonização da epifauna e abrigo para insetos aquáticos, anfíbios ou peixes. Observa-se também uma mistura de galhos, margens escavadas, seixos ou outros habitats disponíveis.	De 50 a 70% do trecho avaliado apresenta substratos apropriados à colonização e manutenção da epifauna. Existem substratos adicionais aptos à colonização, como por exemplo, troncos ou galhos inclinados sobre o curso da água, mas que ainda não fazem parte do substrato do rio.	Entre 21 e 50% do trecho avaliado apresenta habitats estáveis mesclados, apropriados à colonização de espécies aquáticas. Pode haver trechos em que a velocidade da água não permite a estabilização dos substratos que podem ser algumas vezes removidos.	A falta de habitats é óbvia, ou mais de 80% do trecho avaliado apresenta habitats monótonos ou com pouca diversificação. Não há presença de cascalhos, seixos rolados ou vegetação aquática.
20 19 18 17 16	15 14 13 12 11	10 9 8 7 6	5 4 3 2 1 0

Parâmetro 2: “Soterramento”

OTIMA	BOA	REGULAR	PESSIMA
Cascalhos, seixos, partículas de clastos e galhos têm menos de 20% de suas superfícies cobertas por sedimento fino. Os seixos mergulhados fornecem grande diversidade de nichos.	Cascalhos, seixos, partículas de clastos e galhos têm de 20 a 40% de suas áreas superficiais cobertas por sedimento fino.	Cascalhos, seixos, partículas de clastos e galhos têm de 60 a 80% de suas áreas superficiais cobertas por sedimento fino.	Cascalhos, seixos, partículas de clastos e galhos têm mais de 80% de suas áreas superficiais cobertas por sedimento fino.
20 19 18 17 16	15 14 13 12 11	10 9 8 7 6	5 4 3 2 1 0

Parâmetro 3: “Regimes de velocidade/profundidade”

OTIMA	BOA	REGULAR
Presença de pelo menos 2 regimes, com presença obrigatória do regime RÁPIDO/RASO.	Presença de 2 regimes, com ausência do regime RÁPIDO/RASO.	Dominância de apenas 1 dos regimes existentes. Se prevalecer o regime do tipo LENTO, a pontuação deve ser menor.
20 19 18 17 16	15 14 13 12 11	10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0

Parâmetro 4: "Deposição de sedimentos"																				
ÓTIMA					BOA					REGULAR					PÉSSIMA					
Ausência ou pequeno alargamento de ilhas ou barras de pontal. Menos de 5% do fundo é afetado pela deposição de sedimentos.					Alguns acréscimos recentes na formação de barras, predomínio de cascalho, areia ou sedimento fino. De 5 a 30% do fundo é afetado pela deposição, e nos poços a deposição é fraca.					Deposição moderada de cascalhos novos, areia ou sedimento fino em barras recentes e antigas. De 30 a 50% do fundo é afetado pela deposição de sedimentos. Nos poços a deposição é moderada.					Elevada deposição de material fino e aumento no desenvolvimento de barras. Mais de 50% do fundo é afetado pela deposição, não sendo possível observar quase nenhum poço devido à substancial deposição nos mesmos.					
20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

Parâmetro 5: "Condições de escoamento do canal"																				
Período de chuva – compreendido entre os meses de outubro a março																				
ÓTIMA					BOA					REGULAR					PÉSSIMA					
A água atinge a base inferior de ambas as margens e há uma quantidade mínima de substratos expostos.					A água preenche mais de 75% do canal e menos de 25% de substratos estão expostos.					A água preenche entre 25 e 75% do canal, e/ou a maioria dos substratos das corredeiras estão expostos.					Pouquíssima água no canal, sendo a maioria de água parada em poços.					
20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

Período de estiagem – compreendido entre os meses de abril a setembro																							
ÓTIMA					BOA										PÉSSIMA								
A água atinge a base inferior de ambas as margens e há uma quantidade mínima de substratos expostos.					A água preenche mais de 75% do canal e menos de 25% de substratos estão expostos.					A água preenche entre 25 e 75% do canal, e/ou a maioria dos substratos das corredeiras estão expostos.					Pouquíssima água no canal, sendo a maioria de água parada em poços					O canal encontra-se completamente seco.			
20					19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	0								

Parâmetro 6: "Alterações no canal"																				
ÓTIMA					BOA					REGULAR					PÉSSIMA					
Ausência ou mínima presença de pequenas canalizações e dragagens. O curso d'água segue com padrão natural.					Presença de alguma canalização, em geral em área para apoio de pontes ou evidência de canalizações antigas e de dragagem, mas com ausência de canalizações recentes.					Presença de diques, terraplanagens, aterros, barragens, enrocamentos ou estruturas de escoramentos em ambas as margens. De 40 a 60% do canal se encontra canalizado ou com rupturas.					Margens revestidas com gabiões ou cimento e cerca de 80% do curso d'água encontra-se canalizado e com rupturas.					
20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

Parâmetro 7: "Frequência de corredeiras"																				
ÓTIMA					BOA					REGULAR					PÉSSIMA					
Ocorrência freqüente de corredeiras. Entre as corredeiras há formação de pequenos remansos ou poços, com aumento significativo da quantidade de <i>habitats</i> .					As corredeiras são freqüentes, porém não há condições favoráveis à presença da <i>habitats</i> diversificados.					Em geral toda a superfície da água é plana ou com corredeiras rasas; pobreza de <i>habitat</i>					Rara presença de corredeiras. Na maior parte do trecho a água encontra-se parada em poços.					
20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

Parâmetro 8: “Estabilidade das margens”											
ÓTIMA			BOA			REGULAR			PÉSSIMA		
Margens estáveis, ausência ou mínima evidência de erosão ou falhas nas margens; pouco potencial para problemas futuros. Menos de 5% da extensão das margens encontram-se afetadas.			Margens moderadamente estáveis, com presença de áreas com erosões cicatrizadas e de 5 a 30% da extensão das margens apresentam-se erodidas.			Margens moderadamente instáveis. De 30 a 60% da extensão das margens apresenta-se erodida e o potencial à erosão é alto durante as cheias.			Margens instáveis e muitas áreas erodidas. A erosão é freqüente ao longo da seção reta e nas curvas. Em termos relativos, de 60 a 100% da extensão das margens apresenta-se erodida.		
<i>ME</i>	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
<i>MD</i>	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

Parâmetro 9: “Proteção das margens pela vegetação”											
ÓTIMA			BOA			REGULAR			PÉSSIMA		
Mais de 90% da superfície das margens e imediata zona ripária é coberta por vegetação nativa. Ausência de áreas de cultivo (agricultura) ou áreas de pastagens. A maioria das plantas pode crescer naturalmente.			De 70 a 90% da superfície marginal é coberta por vegetação nativa; não sendo observadas grandes descontinuidades. Mínima evidência de campos de cultivo ou áreas de pastagens é observada.			De 50 a 70% da superfície das margens está coberta pela vegetação, havendo uma mistura de locais onde o solo está coberto e locais onde não há presença de vegetação. Locais de agricultura ou pastagens são observados			Menos de 50% da superfície das margens está coberta por vegetação. É evidente a descontinuidade da vegetação do entorno sendo esta praticamente inexistente.		
<i>ME</i>	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
<i>MD</i>	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

Parâmetro 10: “Estado de conservação da vegetação do entorno”											
ÓTIMA			BOA			REGULAR			PESSIMA		
A vegetação do entorno é composta por espécies nativas em bom estado de conservação; não apresenta sinais de degradação causada por atividades humanas.			A vegetação é composta não só por espécies nativas, mas também por exóticas, contudo está bem preservada. Mínima evidência de impactos causados por atividades humanas.			A vegetação presente é constituída por espécies exóticas e há pouca vegetação nativa. É possível perceber impactos de atividades humanas.			A vegetação do entorno é praticamente inexistente e o solo está exposto às intempéries naturais. Atividades humanas como queimadas e desmatamentos são evidentes.		
<i>ME</i>	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
<i>MD</i>	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0



UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
Escola de Minas, Departamento de Geologia, Programa de Pós-Graduação em Evolução Crustal e Conservação de Recursos Naturais



**FICHA DE AVALIAÇÃO
GRADIENTE: BAIXO CURSO**

Local avaliado:	
Posição GPS:	
Data da avaliação: __ / __ / _____	Hora da avaliação:
Tempo (situação do dia):	Choveu nos últimos 7 dias? () sim () não
Largura do corpo d'água:	Profundidade:

Parâmetro 1: "Substratos e/ou habitats disponíveis"																				
ÓTIMA					BOA					REGULAR					PÉSSIMA					
Mais de 50% do trecho avaliado apresenta vários tipos e tamanhos de substratos favoráveis à colonização da epifauna e abrigo para insetos aquáticos, anfíbios ou peixes. Observa-se também uma mistura de folhas, galhos e troncos submersos, margens escavadas, seixos ou outros <i>habitats</i> estáveis.					De 31 a 50% do trecho avaliado apresenta substratos apropriados à colonização e manutenção da epifauna. Existência de alguns <i>habitats</i> em potencial como, por exemplo, troncos e galhos inclinados sobre o curso da água, mas que ainda não fazem parte do substrato do rio.					Entre 21 e 30% do trecho avaliado apresenta <i>habitats</i> estáveis mesclados apropriados à colonização. Em alguns trechos a velocidade da água não permite a estabilização dos substratos que são algumas vezes removidos.					Mais de 80% do trecho avaliado apresenta <i>habitats</i> monótonos ou com pouca diversificação. Não há presença de galhos, cascalhos, seixos rolados ou vegetação aquática.					
20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

Parâmetro 2: "Substratos em poços"																				
ÓTIMA					BOA					REGULAR					PÉSSIMA					
Poços com vários tipos e tamanhos de substratos, há predominância de cascalho e areia. Comum a presença de raízes entrelaçadas e vegetação submersa.					No fundo há uma mistura de areia não compactada e argila. Algumas raízes entrelaçadas e pouca vegetação submersa podem ser observadas.					Fundo dos poços com predomínio de lodo e com pouca areia e argila. Poucas raízes entrelaçadas e ausência de vegetação submersa.					Poços com fundo rochoso ou argiloso. Ausência de raízes entrelaçadas e de vegetação submersa.					
20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

Parâmetro 3: "Regimes de velocidade/profundidade"																				
ÓTIMA					BOA					REGULAR					PÉSSIMA					
Presença dos 4 tipos de regimes.					Presença de 3 regimes, sendo obrigatória a presença do regime do tipo rápido/raso.					Presença de 2 tipos de regimes; se o regime rápido/raso ou lento/profundo estiver ausente a pontuação é menor.					Prevalência de apenas 1 tipo de regime, geralmente, lento/profundo.					
20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

Parâmetro 4: "Diversidade de poços"																				
ÓTIMA					BOA					REGULAR					PÉSSIMA					
Proporções semelhantes entre os quatro tipos de poços.					Predomínio de poços grandes e profundos. Poucos poços rasos são observados.					Em geral há mais poços rasos do que profundos.					Ausência de poços ou predomínio de apenas um tipo de poço, em geral poços pequenos e rasos.					
20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

Parâmetro 5: "Deposição de sedimentos"																				
ÓTIMA					BOA					REGULAR					PÉSSIMA					
Presença de pequenas barras de pontal ou ilhas, não afetando o curso normal do rio. Menos de 20% do fundo é afetado pela deposição de sedimentos.					Presença de cascalho, areia ou sedimentos finos nas barras recentemente formadas. Nos poços a deposição de sedimentos é pequena. O fundo é afetado de 20 a 50% pela deposição de sedimentos.					Deposição moderada de cascalhos, areia ou sedimento fino em barras já existentes ou em formação. Nos poços a deposição é moderada e, de 50 a 80% do fundo é afetado pela deposição de sedimentos.					Evidente desenvolvimento de barras ocasionado pela elevada deposição de material fino. Os poços são praticamente ausentes devido a grande quantidade de material depositado. Mais de 80% do fundo é afetado pela deposição de sedimentos.					
20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

Parâmetro 6: "Condições de escoamento do canal"																				
Período de chuva – compreendido entre os meses de outubro a março																				
ÓTIMA					BOA					REGULAR					PÉSSIMA					
A água atinge a base inferior de ambas as margens e há uma quantidade mínima de substratos expostos.					A água preenche mais de 75% do canal e menos de 25% de substratos estão expostos.					A água preenche entre 25 e 75% do canal, e/ou a maioria dos substratos das corredeiras estão expostos.					Pouquíssima água no canal, sendo a maioria de água parada em poços.					
20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

Período de estiagem – compreendido entre os meses de abril a setembro																								
ÓTIMA					BOA					PÉSSIMA														
A água atinge a base inferior de ambas as margens e há uma quantidade mínima de substratos expostos.					A água preenche mais de 75% do canal e menos de 25% de substratos estão expostos.					A água preenche entre 25 e 75% do canal, e/ou a maioria dos substratos das corredeiras estão expostos.					Pouquíssima água no canal, sendo a maioria de água parada em poços					O canal encontra-se completamente seco.				
20					19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	0									

Parâmetro 7: "Alterações no canal"																				
ÓTIMA					BOA					REGULAR					PÉSSIMA					
Ausência ou mínima presença de pequenas canalizações e dragagens. O curso d'água segue com padrão natural.					Presença de alguma canalização, em geral em área para apoio de pontes ou evidência de canalizações antigas e de dragagem, mas com ausência de canalizações recentes.					Presença de diques, terraplanagens, aterros, barragens, enrocamentos ou estruturas de escoramentos em ambas as margens. De 40 a 60% do canal se encontra canalizado ou com rupturas.					Margens revestidas com gabões ou cimento e cerca de 80% do curso d'água encontra-se canalizado e com rupturas.					
20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

Parâmetro 8: "Sinuosidade do canal"																				
ÓTIMA					BOA					REGULAR					PÉSSIMA					
A ocorrência de curvas é evidente no trecho avaliado, propiciando um aumento na diversidade de <i>habitats</i> para a biota local.					A sinuosidade do canal não é tão evidente, podendo ser observadas curvas distantes e uma diversificação de <i>habitats</i> para a biota local.					O trecho apresenta poucas curvas e os <i>habitats</i> ocorrentes são monótonos, havendo poucos locais disponíveis para refúgio e reprodução da biota local					O trecho apresenta-se retilíneo. Caso a canalização for oriunda de uma ação humana atribuir uma pontuação menor.					
20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

Parâmetro 9: "Estabilidade das margens"											
ÓTIMA			BOA			REGULAR			PÉSSIMA		
Margens estáveis, ausência ou mínima evidência de erosão ou falhas nas margens; pouco potencial para problemas futuros. Menos de 5% da extensão das margens encontram-se afetadas.			Margens moderadamente estáveis, com presença de áreas com erosões cicatrizadas e de 5 a 30% da extensão das margens apresentam-se erodidas.			Margens moderadamente instáveis. De 30 a 60% da extensão das margens apresenta-se erodida e o potencial à erosão é alto durante as cheias.			Margens instáveis e muitas áreas erodidas. A erosão é freqüente ao longo da seção reta e nas curvas. Em termos relativos, de 60 a 100% da extensão das margens apresenta-se erodida.		
ME	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
MD	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

Parâmetro 10: "Proteção das margens pela vegetação"											
ÓTIMA			BOA			REGULAR			PÉSSIMA		
Mais de 90% da superfície das margens e imediata zona ripária é coberta por vegetação nativa. Ausência de áreas de cultivo (agricultura) ou áreas de pastagens. A maioria das plantas pode crescer naturalmente.			De 70 a 90% da superfície marginal é coberta por vegetação nativa; não sendo observadas grandes descontinuidades. Mínima evidência de campos de cultivo ou áreas de pastagens é observada.			De 50 a 70% da superfície das margens está coberta pela vegetação, havendo uma mistura de locais onde o solo está coberto e, locais onde não há presença de vegetação. Locais de agricultura ou pastagens são observados			Menos de 50% da superfície das margens está coberta por vegetação. É evidente a descontinuidade da vegetação do entorno sendo esta praticamente inexistente.		
ME	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
MD	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

Parâmetro 11: "Estado de conservação da vegetação do entorno"											
ÓTIMA			BOA			REGULAR			PÉSSIMA		
A vegetação do entorno é composta por espécies nativas em bom estado de conservação; não apresenta sinais de degradação causada por atividades humanas.			A vegetação é composta não só por espécies nativas, mas também por exóticas, contudo está bem preservada. Mínima evidência de impactos causados por atividades humanas.			A vegetação presente é constituída por espécies exóticas e há pouca vegetação nativa. É possível perceber impactos de atividades humanas.			A vegetação do entorno é praticamente inexistente e o solo está exposto às intempéries naturais. Atividades humanas como queimadas e desmatamentos são evidentes.		
ME	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
MD	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0