



Universidade Federal do Rio de Janeiro
Escola Politécnica & Escola de Química
Programa de Engenharia Ambiental

Fernanda Rodrigues

SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS PROMOVIDOS POR UNIDADES DE CONSERVAÇÃO:
UMA ANÁLISE RELACIONADA À PROVISÃO HÍDRICA PARA ABASTECIMENTO
HUMANO EM PARATY, RJ.

Rio de Janeiro

2022



UFRJ

Fernanda Rodrigues

SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS PROMOVIDOS POR UNIDADES DE CONSERVAÇÃO:
UMA ANÁLISE RELACIONADA À PROVISÃO HÍDRICA PARA ABASTECIMENTO
HUMANO EM PARATY, RJ.

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica & Escola de Química, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental.

Orientadora: Maria Fernanda Santos Quintela da Costa Nunes, D.Sc.

Coorientadora: Monika Richter, D.Sc.

Rio de Janeiro

2022

CIP - Catalogação na Publicação

R696s Rodrigues, Fernanda
Serviços Ecossistêmicos promovidos por Unidades de Conservação: uma análise relacionada à provisão hídrica para abastecimento humano em Paraty, RJ. / Fernanda Rodrigues. -- Rio de Janeiro, 2022. 164 f.

Orientadora: Maria Fernanda Santos Quintela da Costa Nunes.
Coorientadora: Monika Richter.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica, Escola de Química, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, 2022.

1. unidades de conservação. 2. serviço ecossistêmico de provisão hídrica. 3. abastecimento humano. 4. pagamento por serviços ambientais. 5. Paraty. I. Nunes, Maria Fernanda Santos Quintela da Costa, orient. II. Richter, Monika, coorient. III. Título.



UFRJ

SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS PROMOVIDOS POR UNIDADES DE CONSERVAÇÃO:
UMA ANÁLISE RELACIONADA À PROVISÃO HÍDRICA PARA ABASTECIMENTO
HUMANO EM PARATY, RJ.

Fernanda Rodrigues

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica & Escola de Química, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental.

Aprovada pela Banca:

Presidente, Prof^a. Maria Fernanda Santos Quintela da Costa Nunes, D.Sc., UFRJ

Prof^a. Monika Richter, D.Sc., UFF

Prof^a. Monica Pertel, D.Sc., UFRJ

Prof. Dr. Sérgio Bonecker

Prof. Sérgio Luiz Costa Bonecker, D.Sc., UFRJ

Prof. Paulo Jorge Vaitsman Leal, D.Sc., UFF

Rio de Janeiro

2022

*A Deus,
ao meu amado esposo,
aos meus queridos pais e irmã
e ao meu anjinho canino que está no céu.*

AGRADECIMENTOS

A Deus, por iluminar meus caminhos e por proporcionar-me saúde ao longo desta jornada tão árdua e sofrida em tempos de pandemia.

Ao meu amado esposo, por ter sido o grande incentivador para eu cursar este mestrado, por todo amor e zelo comigo, por acreditar sempre em meu potencial, pela paciência do dia a dia e por dizer-me sinceramente que já sou uma excelente profissional da área ambiental.

À minha querida família, em especial aos meus pais e à minha irmã, que sempre estiveram ao meu lado, apoiando-me, dando-me o suporte necessário e acreditando que é pelos estudos que se vai longe.

Ao meu filho canino, que partiu cedo demais, mas que me trouxe alegrias imensas em tão curto tempo. Pelo tempo que ele esteve comigo ao longo de minhas longas pesquisas e escrita da dissertação, sentadinho bem aos meus pés e sendo o meu guardião. Por receber-me todo feliz quando eu voltava do campo.

Às minhas estimadas orientadoras, por todos os ensinamentos e por serem exemplos de profissionais que lutam pela causa ambiental, ainda que em tempos tão difíceis em que vivemos.

Aos servidores da Prefeitura Municipal de Paraty que tive contato durante a parte aplicada do estudo, especialmente pelos dados e informações imprescindíveis a esta pesquisa e por levaram-me a campo, bem como às demais instituições que também colaboraram com dados de grande relevância para este trabalho.

Aos meus verdadeiros amigos, pelas palavras de perseverança e determinação.

RESUMO

RODRIGUES, Fernanda. **Serviços Ecosistêmicos promovidos por Unidades de Conservação: uma análise relacionada à provisão hídrica para abastecimento humano em Paraty, RJ.** Rio de Janeiro, 2022. Dissertação (Mestrado) – Programa de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica e Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2022.

As Unidades de Conservação foram estabelecidas pela legislação brasileira em 2000 e são espaços especialmente protegidos que possibilitam a gestão mais eficaz de áreas de uso humano direto e indireto, bem como a conservação da biodiversidade e a promoção de Serviços Ecosistêmicos. Alterações socioambientais ocorridas nas últimas décadas refletem-se em maior pressão sobre mananciais, portanto, preservar ambientes naturais que possam garantir a oferta de água de qualidade à população é essencial. O objetivo desta pesquisa foi realizar uma análise sobre a contribuição das Unidades de Conservação do município de Paraty para a manutenção do Serviço Ecosistêmico de provisão hídrica para fins de abastecimento humano. A metodologia aplicada foi de análise exploratória a partir de revisão de literatura sobre a relação entre Unidades de Conservação e Serviço Ecosistêmico de provisão hídrica, bem como entre Pagamentos por Serviços Ambientais e Serviços Ecosistêmicos prestados por Unidades de Conservação. Também foi realizado levantamento de dados secundários cartográficos e outros, assim como mapeamento das captações de água do município com análise expedita das condições locais e por geoprocessamento. Os resultados mostraram que ambientes protegidos por cobertura florestal nativa podem ofertar Serviços Ecosistêmicos de alta relevância relacionados à água. Além disso, com o mapeamento das captações em Paraty e a análise do uso e cobertura da terra das microbacias contribuintes a estas captações, evidenciou-se a importância do Parque Nacional da Serra da Bocaina para sua provisão hídrica. Finalmente, foi inferido que existe um potencial de aplicação de Pagamento por Serviços Ambientais a Unidades de Conservação e aos proprietários rurais de áreas de uso sustentável de Paraty.

Palavras-chave: unidades de conservação; serviço ecosistêmico de provisão hídrica; abastecimento humano; pagamento por serviços ambientais; Paraty.

ABSTRACT

RODRIGUES, Fernanda. **Serviços Ecosistêmicos promovidos por Unidades de Conservação: uma análise relacionada à provisão hídrica para abastecimento humano em Paraty, RJ.** Rio de Janeiro, 2022. Dissertação (Mestrado) – Programa de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica e Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2022.

The Conservation Units, which were enacted by the Brazilian legislation in 2000, are specially protected territories that allow a more effective management of direct and indirect human use areas, as well as the conservation of biodiversity and the promotion of Ecosystem Services. In the last decades, socio environmental changes have caused great pressure on rivers, thus it is essential to preserve natural environments in order to provide the population with water quality. This research aimed to analyse the contribution of Conservation Units in Paraty for maintenance of water provision Ecosystem Service for human supply purposes. The methodology applied was the exploratory analysis by literature revision about the relation between Conservation Units and water provision Ecosystem Service, as well as the relation between payment for Environmental Services and Ecosystem Services offered by the Conservation Units. Besides, secondary cartographic and other data were searched and examined, and the mapping of catchments in the city with the analysis of local conditions and by geoprocessing was done. The results showed that areas which are protected by native forest cover may offer highly relevant Ecosystem Services related to water. Moreover, by mapping the catchments in Paraty and analysing the land use and land cover of the contributing microbasins, it was evidenced that Serra da Bocaina National Park is important to water provision. Finally, it was inferred that there is a potential of applying Payment for Environmental Services to the Conservation Units and rural landowners of sustainable use areas of Paraty.

Keywords: conservation units; water provision ecosystem service; human supply; payment for environmental services; Paraty.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Classificação de Serviços Ecosistêmicos	25
Quadro 2 – Unidades de Conservação de Paraty	29
Quadro 3 – Informações gerais sobre as visitas de campo às captações.	37
Quadro 4 – Impactos negativos nos Serviços Ecosistêmicos hídricos por ações antrópicas.	51
Quadro 5 – Características gerais das captações visitadas e de seus mananciais.	60
Quadro 6 – Informações sobre a gestão das captações visitadas.	62
Quadro 7 – Características estruturais das captações visitadas e condições da redondeza. ...	63
Quadro 8 – Informações geográficas das captações visitadas e existência de tratamento da água e reservatórios.	70
Quadro 9 – Características gerais das captações não visitadas e de seus mananciais.	80
Quadro 10 – Informações sobre a gestão das captações não visitadas.	82
Quadro 11 – Características das condições locais e da redondeza das captações não visitadas.	83
Quadro 12 – Informações geográficas das captações não visitadas e existência de tratamento da água e reservatórios.	84
Quadro 13 – Porcentagem da área das microbacias das captações de Paraty com UCs.	92
Quadro 14 – Porcentagem de cada classe de uso e ocupação do solo por microbacia de captação de Paraty.	96
Quadro 15 – Detalhamento da captação Vila de Mambucaba.....	132
Quadro 16 – Detalhamento da captação Tarituba.	134
Quadro 17 – Detalhamento da captação São Gonçalo.	135
Quadro 18 – Detalhamento da captação Taquari 1.....	136
Quadro 19 – Detalhamento da captação Taquari 2.....	137
Quadro 20 – Detalhamento da captação São Roque.....	138
Quadro 21 – Detalhamento da captação Barra Grande.	139
Quadro 22 – Detalhamento da captação Graúna 1.	140
Quadro 23 – Detalhamento da captação Praia Grande.	141
Quadro 24 – Detalhamento da captação Corumbê.	142
Quadro 25 – Detalhamento da captação Pedra Branca.....	143
Quadro 26 – Detalhamento da captação Corisco Antiga.....	145
Quadro 27 – Detalhamento da captação Cabral.	147
Quadro 28 – Detalhamento da captação Paraty-Mirim.	149

Quadro 29 – Detalhamento da captação Pedras Azuis.....	150
Quadro 30 – Detalhamento da captação Quilombo do Campinho.....	151
Quadro 31 – Detalhamento da captação Novo Horizonte.....	152
Quadro 32 – Detalhamento da captação Patrimônio.....	153
Quadro 33 – Detalhamento da captação Trindade.....	154
Quadro 34 – ETAs de Paraty.....	157
Quadro 35 – Reservatórios de água de Paraty.....	159
Quadro 36 – ETEs de Paraty.....	161

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	– Unidades de Conservação de Paraty.....	30
Figura 2	– Fluxograma metodológico do levantamento de dados secundários sobre Áreas Especialmente Protegidas <i>versus</i> Serviço Ecosistêmico de provisão hídrica....	33
Figura 3	– Fluxograma metodológico do levantamento de dados primários e secundários para mapeamento e análise das captações de Paraty.....	36
Figura 4	– Fluxograma metodológico do levantamento de dados secundários sobre aplicação de PSA a Unidades de Conservação.	46
Figura 5	– Benefícios proporcionados pelas florestas e áreas preservadas.....	56
Figura 6	– Captações visitadas em Paraty.....	59
Figura 7	– Intervenções antrópicas em raio de 500 m de cada captação visitada em Paraty.	68
Figura 8	– Captação Vila de Mambucaba.	72
Figura 9	– Captação Tarituba.	72
Figura 10	– Captação São Gonçalo.	73
Figura 11	– Captação Taquari 1.	73
Figura 12	– Captação Taquari 2.	73
Figura 13	– Captação São Roque.	74
Figura 14	– Captação Barra Grande.....	74
Figura 15	– Captação Graúna 1.....	74
Figura 16	– Captação Praia Grande.....	75
Figura 17	– Captação Corumbê.....	75
Figura 18	– Captação Pedra Branca.	75
Figura 19	– Captação Corisco Antiga.	76
Figura 20	– Captação Cabral.....	76
Figura 21	– Captação Paraty-Mirim.....	76
Figura 22	– Captação Pedras Azuis.....	77
Figura 23	– Captação Quilombo do Campinho.....	77
Figura 24	– Captação Novo Horizonte.....	77
Figura 25	– Captação Patrimônio.....	78
Figura 26	– Captação Trindade.	78
Figura 27	– Captações não visitadas em Paraty.	79

Figura 28 – Intervenções antrópicas em raio de 500 m de captações não visitadas em Paraty.	83
Figura 29 – Captações e UCs de Paraty.	87
Figura 30 – Microbacias das captações e UCs de Paraty.	89
Figura 31 – Detalhes das microbacias das captações (zona norte), suas drenagens e UCs de Paraty.....	90
Figura 32 – Detalhes das microbacias das captações (zonas centro e sul), suas drenagens e UCs de Paraty.	91
Figura 33 – Áreas das microbacias das captações de Paraty com e sem a presença do PNSB.	93
Figura 34 – Porcentagem da área das microbacias das captações de Paraty presentes no PNSB.	94
Figura 35 – Classes de uso e ocupação do solo nas microbacias das captações (zona norte) de Paraty.....	98
Figura 36 – Classes de uso e ocupação do solo nas microbacias das captações (zonas centro e sul) de Paraty.	99
Figura 37 – Porcentagem da classe “Floresta Atlântica” nas microbacias das captações de Paraty.....	100
Figura 38 – Cronologia de atos legais que culminaram na promulgação da PNPSA.	105
Figura 39 – Processo cíclico referente a PSA hídrico.	109
Figura 40 – ETAs de Paraty.	158
Figura 41 – Reservatórios de água de Paraty.	160
Figura 42 – ETEs de Paraty.....	162
Figura 43 – ETA Vila de Mambucaba.	162
Figura 44 – ETA Pedra Branca.	162
Figura 45 – ETA Corisquinho.	163
Figura 46 – Reservatório Vila de Mambucaba.....	163
Figura 47 – Reservatório Tarituba.	163
Figura 48 – Reservatório São Gonçalo.	163
Figura 49 – Reservatório São Roque.....	163
Figura 50 – Reservatório Barra Grande.	164
Figura 51 – Reservatório Graúna 1.	164
Figura 52 – Reservatório Praia Grande.	164
Figura 53 – Reservatório Corumbê.	164

Figura 54 – Reservatório Caborê.	164
Figura 55 – Reserv. Quilombo do Campinho.	164
Figura 56 – Reservatório Patrimônio.	165
Figura 57 – Reservatório Trindade.....	165
Figura 58 – ETE Vila de Mambucaba.....	165
Figura 59 – ETE Tarituba.....	165
Figura 60 – ETE Praia Grande.	165

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

a.a.	Ao ano
AGEVAP	Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul
AIDA	Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental
ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
AP	Área Protegida
APA	Área de Proteção Ambiental
APP	Área de Preservação Permanente
ARIE	Área de Relevante Interesse Ecológico
BAS	Biofiltro Aerado Submerso
CA	Conservador das Águas
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CAPY	Concessionária Águas de Paraty
CBH-BIG	Comitê de Bacia Hidrográfica da Baía da Ilha Grande
CNARH	Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos
CNP	Contribuições da Natureza para as Pessoas
Cond.	Condomínio
COORD.	Coordenadas
COP	Conferência das Partes
DAE	Departamento de Águas e Esgotos
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DF	Diversidade Funcional
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ESEC	Estação Ecológica
ETA	Estação de Tratamento do Água
ETE	Estação de Tratamento de Esgoto
FAO	<i>Food and Agriculture Organization</i>
FECAM	Fundo Estadual de Conservação Ambiental e Desenvolvimento Urbano
FLONA	Floresta Nacional
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
GPS	<i>Global Positioning System</i>
hab.	Habitante

hab/km ²	Habitante por quilômetro quadrado
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMBio	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
ICMS	Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços
IDHM	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
IE	Instrumento Econômico
Inea	Instituto Estadual do Ambiente
IPBES	<i>Intergovernmental Science Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services</i>
ITPA	Instituto de Preservação Ambiental
km	Quilômetro
km ²	Quilômetro quadrado
L	Litro
L/dia	Litro por dia
L/hab.dia	Litro por habitante por dia
L/s	Litro por segundo
LAT.	Latitude
LO	Licença de Operação
LONG.	Longitude
m	Metro
m ³	Metro cúbico
m ³ /h	Metro cúbico por hora
MDE	Modelo Digital de Elevação
MEA	<i>Millennium Ecosystem Assessment</i>
MGB	Modelo de Grandes Bacias
min	Minuto
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MONA	Monumento Natural
na	Não aplicável
nd	Não determinado
NGI	Núcleo de Gestão Integrada
ni	Não informado
nº	Número

ONG	Organização Não Governamental
OUT	Outorga do Direito de Uso de Recursos Hídricos
PA	Produtor de Água
PAF	Produtores de Água e Floresta
PARNA	Parque Nacional
PFPSA	Programa Federal de Pagamento por Serviços Ambientais
PL	Projeto de Lei
PMP	Prefeitura Municipal de Paraty
PMSB	Plano Municipal de Saneamento Básico
PNAP	Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas
PNPSA	Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais
PPP	Parceria Público Privada
PRH-BIG	Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica da Baía da Ilha Grande
PROHIDRO	Programa Estadual de Conservação e Revitalização de Recursos Hídricos
PRO-PSA	Programa Estadual de Pagamento por Serviços Ambientais
PSA	Pagamento por Serviços Ambientais
RDS	Reserva de Desenvolvimento Sustentável
RE	Reserva Ecológica
REBIO	Reserva Biológica
REEJ	Reserva Ecológica Estadual da Juatinga
REFAU	Reserva de Fauna
Reserv.	Reservatório
RESEX	Reserva Extrativista
REVIS	Refúgio da Vida Silvestre
RL	Reserva Legal
RPPN	Reserva Particular do Patrimônio Natural
RVH	Regulação de Vazão Hídrica
SE	Serviços Ecológicos
SIG	Sistema de Informação Geográfica
sn	Sem nome
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza
SRC	Sistema de Referência de Coordenadas
TNC	<i>The Nature Conservancy</i>

UASB	<i>Upflow Anaerobic Sludge Blanket</i>
UC	Unidade de Conservação
UERJ	Universidade do Estado do Rio de Janeiro
UICN	União Internacional para a Conservação da Natureza
UNESCO	<i>United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization</i>
UNT	Unidade Nefelométrica de turbidez
UTM	<i>Universal Transverse Mercator</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	18
1.1	JUSTIFICATIVA	19
1.2	OBJETIVOS	20
1.3	ESTRUTURA DA PESQUISA	20
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	22
2.1	UNIDADES DE CONSERVAÇÃO.....	22
2.2	SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS	23
2.3	PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS	26
3	METODOLOGIA	29
3.1	ÁREA DE ESTUDO	29
3.2	ETAPAS METODOLÓGICAS.....	32
4	RESULTADOS	48
4.1	CORRELAÇÃO ENTRE ÁREAS ESPECIALMENTE PROTEGIDAS E SERVIÇO ECOSISTÊMICO DE PROVISÃO HÍDRICA	48
4.2	MAPEAMENTO E ANÁLISE DAS CAPTAÇÕES DE PARATY.....	58
4.3	PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS A UNIDADES DE CONSERVAÇÃO	102
5	CONCLUSÕES.....	116
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	117
7	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	119
	REFERÊNCIAS	120
	APÊNDICES	131

1 INTRODUÇÃO

A degradação dos recursos naturais tem-se acentuado ao longo do último século devido às ações antrópicas¹ em prol do desenvolvimento acelerado das atividades econômicas. Esse fato está vinculado, principalmente, ao uso indevido da terra (FIDALGO *et al.*, 2017). Com isso, diversos benefícios que esses recursos prestam ao homem estão comprometidos, como o controle de erosão, a preservação da biodiversidade, a polinização, a regulação do clima, o fornecimento de alimentos, etc. (LIMA, 2017).

No contexto do Brasil, há algumas décadas a questão da sustentabilidade vem se tornando assunto de relevância, o que mostra a recente, mas expressiva preocupação da sociedade brasileira com os problemas de cunho ambiental que apresentam reflexos na área social (PENSAMENTO VERDE, 2013).

A Constituição Federal brasileira, promulgada no ano de 1988, traz em seu conteúdo o importante artigo 225, que trata, implicitamente, da necessidade de se aplicar práticas ambientais corretas que possam garantir os recursos naturais à atual e às gerações futuras, na medida em que assegura: “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações” (BRASIL, 1988, *on-line*).

A favor da preservação e conservação ambiental, as Unidades de Conservação (UCs) foram estabelecidas no Brasil pela lei do SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000 (BRASIL, 2000), o que possibilita a gestão mais eficaz de áreas de uso direto e de uso indireto, com responsabilidade ambiental e respeito ao direito das futuras gerações a um ecossistema equilibrado e sustentável. Esses espaços territoriais especialmente protegidos² promovem Serviços Ecossistêmicos (SEs) essenciais à qualidade de vida das pessoas que ali vivem ou de sua proximidade, destacando-se a provisão hídrica.

Um município brasileiro que vem passando por mudanças socioambientais nas últimas décadas é Paraty, localizado no sul do Estado do Rio de Janeiro, no qual ocorreu aumento populacional (IBGE, 2010a, 2020a). Esses fatos refletem-se em maior pressão sobre os mananciais locais, bem como na necessidade de captações adequadas para atender às demandas

¹ Causadas por atividade humana.

² Também chamados de “áreas especialmente protegidas” ou simplesmente “áreas protegidas”, englobam UCs, mosaicos e corredores ecológicos.

de água dos moradores e do fluxo turístico intenso no território, que ocorre ao longo de todo o ano (INEA, 2020a).

Apesar do município apresentar UCs relevantes para a proteção de recursos naturais na região em que se situa, com riqueza em termos de mananciais, algumas fontes hídricas de Paraty já se encontram fragilizadas, principalmente do ponto de vista de qualidade da água. Esse fenômeno acontece justamente pela pressão oriunda de fatores como aumento da carga orgânica de esgoto sanitário não tratado, degradação de mata ciliar – com consequente assoreamento de corpos d’água (FERNANDES; BOTELHO, 2016), alteração no uso e ocupação do solo (antes ocupado por Floresta Atlântica) para pastagens e construção imobiliária (TANSCHKEIT; RUA, 2010), etc.

Além disso, parte da população paratiense possui uma visão inadequada de impedimento ou restrição de uso sobre os espaços de protegidos por UCs (GOMES; CARMO; SANTOS, 2004), o que se reflete no fato de que ainda não existe uma compreensão ou informação generalizada que estes são os locais mais importantes para a manutenção e provisão de água para abastecimento. Ademais, há ainda uma certa dificuldade de compreensão pela sociedade em geral de que existem direitos que são difusos, como por exemplo o uso do solo, portanto, a promoção do serviço hídrico é para a coletividade.

Diante deste cenário, esta pesquisa tem como tema o estudo do Serviço Ecológico de Provisão Hídrica promovido por Unidades de Conservação em Paraty, com foco no abastecimento humano.

1.1 JUSTIFICATIVA

Esta pesquisa justifica-se pela importância da valorização das áreas protegidas de Paraty, pois promovem serviços fundamentais à vida da população, entre eles a provisão hídrica.

Espera-se que os resultados aqui apresentados possam contribuir para a conscientização e sensibilização da população e do poder público de que é primordial que a floresta permaneça “em pé”, tornando-se uma ferramenta para a tomada de decisão no planejamento da ocupação do solo, para manter a floresta e para garantir a água no território.

Adicionalmente, de forma mais prática e direta, espera-se que esta pesquisa possa ajudar na realização das ações do recente Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica da Baía da Ilha Grande (PRH-BIG) – datado de 2020 – instrumento fundamental de trabalho da Região Hidrográfica I do Estado do Rio de Janeiro, na qual Paraty é um dos municípios

integrantes, bem como no avanço da revisão do Plano Municipal de Saneamento Básico, em execução³.

Por fim, esta pesquisa também justifica-se por si só por ser mais uma contribuição para a união de esforços em prol dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030 da ONU, com destaque para os objetivos 6 (Água potável e saneamento) e 11 (Cidades e comunidades sustentáveis).

1.2 OBJETIVOS

O objetivo geral da pesquisa é realizar uma análise sobre a importância das UCs no território de Paraty para a manutenção do SE de provisão hídrica para fins de abastecimento humano.

Os objetivos específicos da pesquisa são:

- 1) Correlacionar as áreas especialmente protegidas, como no caso das UCs, e a manutenção dos SEs, com destaque para a provisão hídrica;
- 2) Mapear as captações do município que são abastecidas por água provida pelo SE das UCs;
- 3) Analisar o Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) enquanto uma possibilidade de retorno para as UCs com relação à provisão da água para o município.

1.3 ESTRUTURA DA PESQUISA

Com relação à pesquisa realizada, considerando-se sua abordagem, ela é do tipo qualitativa, pois foram obtidas informações em textos e também dados numéricos (dados de campo), e do tipo interdisciplinar, pois várias disciplinas estiveram integradas ao longo de seu desenvolvimento, tais como gestão ambiental, geoprocessamento, geografia, ecologia, entre outras.

Quanto à natureza, a pesquisa é do tipo aplicada, já que a meta é tentar resolver uma necessidade concreta, no caso, de investigação da situação atual das captações de Paraty, dentro

³ Mais informações: <https://paraty.rj.gov.br/servicos/saneamento-basico> | www.cbhbig.org.br/plano-de-saneamento-basico.

do contexto da provisão hídrica pelas UCs, e da possível aplicabilidade de Pagamentos por Serviços Ambientais hídricos no município.

Em relação aos objetivos, a pesquisa é do tipo exploratória, pois deseja-se obter maior familiaridade com o tema e seus desdobramentos, bem como com os problemas que ocorrem no município de Paraty em relação às captações para abastecimento humano.

Por fim, quanto aos procedimentos, por apresentar metodologia desmembrada em etapas com aspectos tanto teórico e quanto prático, a pesquisa abrange os tipos bibliográfica e documental, assim como de campo e de levantamento.

A presente pesquisa foi organizada de forma a atender aos objetivos propostos e para a compreensão por parte do leitor sobre as interligações entre os diversos capítulos, conforme descrito a seguir.

A revisão bibliográfica abarca os principais assuntos e conceitos relacionados ao tema escolhido, a saber, Unidades de Conservação, Serviços Ecosistêmicos e Pagamento por Serviços Ambientais.

A metodologia apresenta inicialmente um panorama da área de estudo, ou seja, do município de Paraty, com informações diversas sobre suas principais características, para o melhor entendimento sobre o local em foco nesta pesquisa. Na sequência, são apresentadas as etapas metodológicas realizadas, correspondentes a cada um dos objetivos específicos propostos, em sua devida ordenação.

É importante esclarecer que a primeira etapa foi uma base teórica para discussão e reflexão iniciais sobre a importância de áreas preservadas para que se tenha SE de provisão hídrica, portanto, ela pode ser definida como um embasamento geral, argumentativo, para a realização das etapas seguintes. Na segunda etapa, de cariz mais prático, a intenção foi realmente focar na área de estudo para observar a aplicabilidade do que a teoria da primeira etapa revelou, por meio do mapeamento das captações existentes no território. Já na terceira etapa, a partir do que foi revelado nas etapas anteriores, buscou-se avançar nos assuntos abordados, realizando-se a análise fundamentada de uma alternativa (PSA) de valorização do SE de provisão hídrica às UCs, especialmente para o contexto do município de Paraty.

Os resultados obtidos pela aplicação dessas etapas metodológicas, bem como a discussão sobre eles, por conseguinte, também são apresentados de forma respectiva aos objetivos específicos. Em seguida, as conclusões da pesquisa sintetizam o que foi verificado a partir dos resultados e o atendimento aos objetivos inicialmente propostos (geral e específicos). Por fim, são realizadas considerações finais, com reflexões e contribuições da pesquisa, bem como sugestões para trabalhos futuros.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

O artigo 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal de 1988 (BRASIL, 1988) foi regulamentado pela Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000 (BRASIL, 2000), a qual instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC.

Essa lei define Unidade de Conservação (UC) como:

Espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob um regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção (BRASIL, 2000, *on-line*).

A partir dessa conceituação, o SNUC divide as UCs em dois grupos, com características de gestão específicas, a saber (INEA, 2020a):

- Unidades de Proteção Integral: o principal objetivo dessas unidades é a proteção da natureza, por isso as regras e normas são mais restritivas, permitido apenas o uso indireto dos recursos naturais, ou seja, aquele que não envolve consumo, coleta ou danos a estes recursos. Exemplos de atividades de uso indireto dos recursos naturais são: recreação em contato com a natureza, turismo ecológico, pesquisa científica, educação e interpretação ambiental, entre outras. As categorias de Proteção Integral são: Estação Ecológica (ESEC), Reserva Biológica (REBIO), Parque Nacional (PARNA), Monumento Natural (MONA) e Refúgio da Vida Silvestre (REVIS).
- Unidades de Uso Sustentável: são áreas que visam conciliar a conservação da natureza com o uso sustentável dos recursos naturais, permitindo atividades que envolvem coleta e uso destes recursos, mas desde que praticadas de uma forma que a perenidade dos recursos ambientais renováveis e dos processos ecológicos esteja assegurada. As categorias de Uso Sustentável são: Área de Proteção Ambiental (APA), Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE), Floresta Nacional (FLONA), Reserva Extrativista (RESEX), Reserva de Fauna (REFAU), Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS) e Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN).

Segundo o Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas – PNAP, instituído pelo Decreto nº 5.758, de 13 de abril de 2006 (BRASIL, 2006), a criação e consolidação das UCs são consideradas ações prioritárias para a conservação da diversidade biológica e sociocultural, assim como dos recursos naturais (INEA, 2020a).

2.2 SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS

De forma simplificada, porém bastante significativa e, portanto, utilizada por vários autores, o *Millennium Ecosystem Assessment* (MEA) definiu Serviços Ecosistêmicos como benefícios que o ser humano obtém dos ecossistemas (MEA, 2005), sendo estes serviços derivados, de acordo com Groot (1992 apud JOLY *et al.*, 2019), direta ou indiretamente das funções ecosistêmicas⁴.

Já Zolin (2010) apud Guglielmeli (2017) aplicou essa mesma definição para Serviços Ambientais, igualando os dois termos, e complementou que estes serviços podem trazer benefícios diretos, indiretos e regulatórios. No primeiro caso, são benefícios obtidos com o uso de um certo recurso natural, tais como o uso da água, a geração da energia ou a produção de alimentos. No segundo, são aqueles benefícios obtidos pela preservação de uma área ambiental, observando-se aspectos como ciclagem de nutrientes, produção de solos e fotossíntese. Já no terceiro caso, os benefícios são obtidos da avaliação de redução de riscos, isto é, de controle de enchentes, controle da erosão, purificação da água, etc.

Para Dailey (1997) apud Lima (2017, p. 38), Serviços Ecosistêmicos são “os serviços prestados pelos ecossistemas naturais e as espécies que os compõem, na sustentação e preenchimento das condições para a permanência da vida humana na Terra”, o que indica uma relação estreita e de dependência do homem a estes serviços.

Ao diferenciar Serviços Ambientais de Serviços Ecosistêmicos, May (2010 apud LIMA, 2017) comentou que os Serviços Ambientais são relacionados com os resultados dos processos identificados por Dailey ou, ainda, pela associação das ações antrópicas à restauração e manutenção dos serviços ecosistêmicos, de forma que as funções em si dos ecossistemas são associadas à origem dos Serviços Ambientais e não ao que estes realmente são. Isso significa que para haver Serviços Ambientais, na visão de May, necessariamente precisa ocorrer algum

⁴ Interações entre os elementos de um ecossistema. Alguns exemplos são: transferência de energia; ciclagem de nutrientes; regulação de gases; regulação climática e do ciclo da água. Geram serviços ecosistêmicos quando os processos naturais subjacentes a suas interações desencadeiam uma série de benefícios direta ou indiretamente apropriáveis pelo ser humano, de forma que um único serviço ecosistêmico pode ser o produto de duas ou mais funções, ou uma única função pode gerar mais do que um serviço ecosistêmico (MMA, 2020).

tipo de ação antrópica que ajudará a restaurar e manter os serviços ecossistêmicos, portanto, as funções ecossistêmicas são a base (origem) para os Serviços Ambientais, o que não significa que sejam exatamente estes serviços, pois supostamente estes devem ocorrer sem a necessidade de ação humana numa situação ecologicamente natural, seja de equilíbrio ou de regeneração.

Por sua vez, a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) tratou o termo Serviços Ambientais, em seu importante relatório chamado *The State of Food and Agriculture*⁵ (FAO, 2007), como um subconjunto de Serviços Ecossistêmicos que podem ser gerados como externalidades⁶ positivas de atividades humanas, o que proporciona, por exemplo, benefícios às sociedades como melhorias à saúde e à qualidade de vida (FIDALGO *et al.*, 2017).

Segundo o 1º Diagnóstico Brasileiro de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (JOLY *et al.*, 2019), o termo mais utilizado nas últimas décadas na literatura internacional tem sido Serviços Ecossistêmicos. Entretanto, no contexto da América Latina e especificamente no Brasil, o termo Serviços Ambientais (PRADO, 2014 apud JOLY *et al.*, 2019) também é usado, designando os serviços prestados pela natureza que são decorrentes de alguma intervenção humana (manejo conservacionista, restauração ambiental, por exemplo) e que resultam no fornecimento de serviços ecossistêmicos. Ainda de acordo com o referido diagnóstico, este termo, inclusive, é aplicado para sistemas de compensações ambientais, bem como na legislação e nas políticas públicas.

Desta forma, para seguir a tendência internacional e a prática de órgãos federais responsáveis por UCs, adotou-se nesta pesquisa, de forma geral, a nomenclatura “Serviços Ecossistêmicos” e não “Serviços Ambientais”. Entretanto, mais adiante neste texto quando se tratar do pagamento por esses serviços, o termo adotado foi PSA – Pagamento por Serviços Ambientais, pois esta é a nomenclatura usual neste contexto, inclusive com definição em base legal.

Com relação à classificação dos Serviços Ecossistêmicos, para melhor caracterizá-los, a maioria dos autores baseia-se na proposta apresentada originalmente por MEA (2003). O quadro 1 apresenta, de forma resumida, a classificação de Serviços Ecossistêmicos.

⁵ A Situação da Alimentação e da Agricultura (tradução livre).

⁶ Efeitos colaterais não intencionados, oriundos de ações de um indivíduo, que beneficiam (externalidades positivas) ou prejudicam (externalidades negativas) outra parte (FAO, 2012).

Quadro 1 – Classificação de Serviços Ecossistêmicos

CLASSE	DESCRIÇÃO	EXEMPLOS
Serviços de Provisão	Serviços que geram produtos diretamente dos ecossistemas naturais ou seminaturais (agricultura). Também chamados de Serviços de Abastecimento.	Água Alimentos Fibras Madeira e outros materiais biológicos para combustível Produtos bioquímicos e medicinais Recursos genéticos Recursos ornamentais
Serviços de Suporte	Serviços necessários à produção dos demais serviços ecossistêmicos. Os impactos dos serviços de suporte sobre o homem são indiretos ou ocorrem em longo prazo, sendo mais difíceis de serem percebidos.	Ciclagem de nutrientes e da água Formação e retenção de solo Produção de oxigênio (fotossíntese) Provisão de habitat Produção primária
Serviços de Regulação	Serviços relacionados às características regulatórias dos processos ecossistêmicos.	Controle biológico e de erosão Manutenção da qualidade do ar Mitigação de danos naturais Polinização Regulação climática, de doenças e de pragas Regulação e purificação da água
Serviços Culturais	Serviços que resultam em benefícios não materiais obtidos dos ecossistemas. Emergem da interação íntima das sociedades com o meio natural.	Diversidade cultural Ecoturismo e recreação Geração de conhecimento (formal e tradicional) Inspiração Valor de herança cultural Valor educacional Valor estético Valores religiosos e espirituais Relação social Senso de localização

Fonte: MEA, 2003, com adaptações.

É possível fazer uma associação entre os benefícios apresentados por Zolin (2010) e as classes propostas por MEA (2003), visto que os benefícios diretos são frutos dos serviços de provisão, os benefícios indiretos são resultados dos serviços de suporte e os benefícios

reguladores são consequências dos serviços de regulação. Quanto aos serviços culturais, pode-se considerar que estes trazem benefícios também classificados como indiretos.

Para o caso desta pesquisa, é importante deixar claro que foi adotada como definição para Serviços Ecosistêmicos aquela apresentada por MEA (2005) e complementada por Groot (1992 apud JOLY *et al.*, 2019), conforme exposto e justificado no primeiro parágrafo desta seção, bem como foi adotada como classificação destes serviços aquela apresentada por MEA (2003), de acordo com o quadro 1, pois esta ainda é amplamente utilizada.

2.3 PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS

Conforme May (2010), os Instrumentos Econômicos de Gestão Ambiental são um dos tipos de instrumentos que dão suporte, juntamente com as metas, à Política Ambiental, a qual visa reduzir impactos negativos da ação antrópica sobre o meio ambiente. Ainda segundo o mesmo autor, os Instrumentos Econômicos podem ser taxas e tarifas, subsídios, certificados de emissão transacionáveis e sistema de devolução de depósitos, focando estes instrumentos na internalização dos custos (ou externalidade negativas) que não seriam normalmente incorridos pelo poluidor/usuário. Cabe aqui introduzir o princípio de usuário-pagador que “indica que aqueles que fazem uso dos recursos naturais e serviços ecosistêmicos devem pagar pela quantidade e qualidade utilizada.” (LIMA, 2017, p. 32).

Em geral, os Instrumentos Econômicos (IEs) são instrumentos que envolvem valores financeiros (monetários), de forma a influenciar pessoas e empresas a adotarem comportamentos e ações mais desejáveis ambientalmente.

Entretanto, os IEs também podem fornecer pagamentos por benefícios (externalidades positivas) ao meio ambiente oriundos de intervenções humanas, resultado do que Fidalgo *et al.* (2017) nomeia como valoração dos serviços ecosistêmicos, que atribui valores econômicos aos diversos serviços providos à sociedade pelo ecossistema.

Nesse contexto, há a figura do provedor do serviço ecosistêmico, que recebe pela provisão do serviço, ao invés da figura do poluidor, o qual deve pagar pela degradação causada, por exemplo. Isso configura outro princípio, o do provedor-recebedor (ou protetor-recebedor, como utilizado por alguns autores), que “tem como ideia central remunerar aqueles que se comprometem com a melhoria da qualidade ambiental, como forma de incentivo à continuidade de suas práticas.” (LIMA, 2017, p. 35). Segundo Mostagi e Frois (2016), os IEs podem envolver não só pagamento, mas também concessão ou compensação de benefícios fiscais, sendo uma alternativa eficiente.

O IE pagamento é considerado como uma estratégia inovadora, voluntária e negociada que se distingue dos instrumentos de comando e controle, mais usualmente implantados e que são caracterizados por penalizações como forma de forçar mudanças no comportamento do agente econômico gerador de algum impacto ambiental (VEIGA NETO, 2008).

Mostagi e Frois (2016) defenderam que o IE pagamento é complementar aos instrumentos de comando e controle, mas acentuaram que a formulação e implementação de IEs requerem uma capacitação adicional aos órgãos ambientais e que o maior obstáculo para os estados ainda é empregar um conjunto de instrumentos eficazes e compatíveis.

O IE Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) foi definido por diversos autores nos últimos anos, a saber:

[...] Transações voluntárias em que um provedor de serviços é pago por (ou em nome de) beneficiários de serviços por práticas de manejo de terras agrícolas, florestais, costeiras ou marinhas, resultando em provisão de serviço continuada ou aprimorada além do que seria fornecido sem o pagamento. (FAO, 2007, p. 7)⁷.

“Os pagamentos podem ser vistos como [...] uma forma de ressarcir os custos encarados pelas práticas conservacionistas do solo que permitem o fornecimento dos serviços ecossistêmicos.” (ANA, 2012, p. 10).

O Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) é um mecanismo de transferência de recursos monetários ou não-monetários (EMBRAPA) aos que ajudam a manter ou a produzir os serviços ambientais, recompensando os que garantem a oferta dos serviços voluntariamente, não somente apoiando a proteção dos recursos naturais como também melhorando a qualidade de vida de pequenos produtores rurais em áreas de florestas tropicais, por meio do reconhecimento do valor econômico da proteção de ecossistemas e promoção de incentivos econômicos aos fornecedores de serviços ambientais (GUEDES; SEEHUSEN, 2011 apud MOSTAGI; FROIS, 2016, p. 6).

“O PSA é um instrumento econômico que busca recompensar todo aquele que, em virtude de suas práticas de conservação, proteção, manejo e recuperação de ecossistemas, mantém ou incrementa [...] um serviço ecossistêmico (benefícios providos pela natureza).” (FGB *et al.*, 2017, p. 17).

FAO (2004) apud Mostagi e Frois (2016) listou oportunidades relevantes que o PSA pode proporcionar, tais como:

- Servir como instrumento para educar a população do valor dos recursos naturais;

⁷ Tradução livre.

- Mensurar um preço e dar valor de mercado à serviços ambientais que antes não recebiam atenção;
- Facilitar a solução de conflitos sobre usos alternativos da terra e água;
- Aumentar a eficiência na alocação de recursos naturais, sociais e econômicos;
- Gerar novas fontes de financiamentos para a conservação, restauração e avaliação de recursos naturais;
- Transferir recursos a setores vulneráveis socioeconomicamente que ofereçam serviços ambientais.

Quanto à abrangência dos benefícios de PSA, verifica-se que podem ser de escala global, regional ou local. De acordo com Guedes e Seehusen (2011), existem inter-relações entre os três níveis, mas cada benefício tem um nível de alcance principal.

Para o caso desta pesquisa, adotou-se como definição para PSA aquela indicada por FGB *et al.* (2017), apresentada anteriormente nesta seção, pois entendeu-se que se trata de uma definição simples, entretanto completa para o referido IE.

3 METODOLOGIA

3.1 ÁREA DE ESTUDO

O município de Paraty, recorte para este estudo, está localizado no extremo sul do Estado do Rio de Janeiro, em região costeira, fazendo divisa com o município de Angra dos Reis e com o Estado de São Paulo. O território paratiense apresenta área de 924,296 km² e, segundo o Censo de 2010, a densidade populacional naquele ano era de 40,57 hab/km² e o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) de 0,693 (IBGE, 2020a), este último considerado como mediano. Sua economia é fortemente dependente do turismo, de forma que é bastante visitado não só por brasileiros, mas também por estrangeiros. Apresenta uma agenda cultural intensa ao longo do ano, com atividades artísticas, esportivas e religiosas, o que fomenta ainda mais a presença constante de turistas.

Paraty apresenta uma particularidade com relação à população, pois ainda estão presentes em seu território comunidades tradicionais como indígenas, quilombolas e caiçaras, o que lhe confere uma diversidade de culturas. Assim, é notadamente um patrimônio não só ambiental como cultural.

Seu bioma é a Mata Atlântica e a respeito dos recursos naturais e da preservação ambiental, foram instituídas no território cinco UCs, conforme apresentado no quadro 2, que abrangem boa parte do município.

Quadro 2 – Unidades de Conservação de Paraty.

UNIDADE DE CONSERVAÇÃO	GRUPO	CATEGORIA	GESTÃO
PARNA da Serra da Bocaina (PNSB)	Proteção Integral	Parque Nacional	Federal
ESEC Tamoios ⁽¹⁾	Proteção Integral	Estação Ecológica	Federal
APA Caiçu	Uso Sustentável	Área de Proteção Ambiental	Federal
RE Estadual da Juatinga (REEJ)	Proteção Integral	Reserva Ecológica ⁽²⁾	Estadual
APA da Baía de Paraty ⁽¹⁾	Uso Sustentável	Área de Proteção Ambiental	Municipal

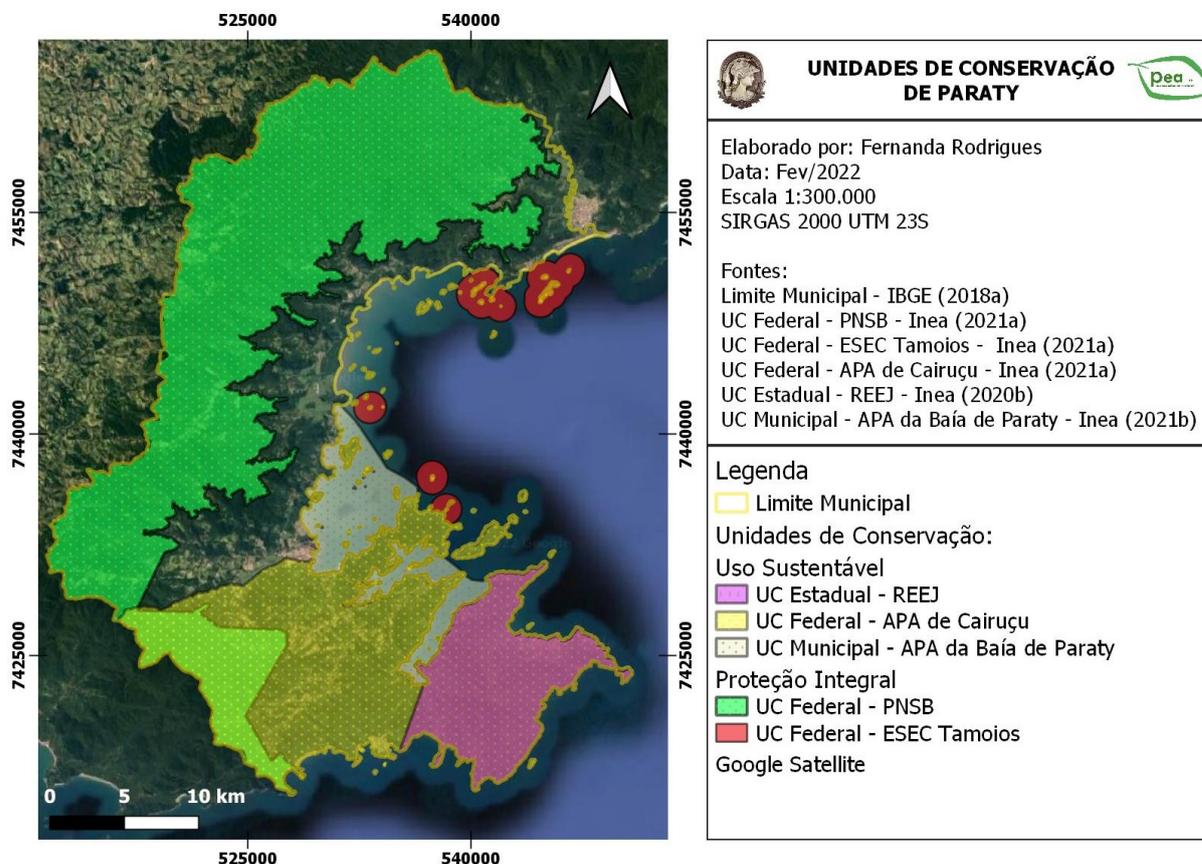
Fonte: Autoria própria, 2022.

¹ Localizadas exclusivamente na faixa marinha do território.

² Encontra-se em processo de recategorização para atendimento ao SNUC, já que ele não prevê a categoria de “Reserva Ecológica”. Entretanto, a gestão desta UC tem características de proteção integral na maior parte do território e de uso sustentável nas vilas caiçaras (INEA, 2015a apud INEA, 2020a).

A figura 1 apresenta o mapa das UCs presentes no território de Paraty.

Figura 1 – Unidades de Conservação de Paraty.



Fonte: Autoria própria, 2022.

Quanto à gestão das UCs, destaca-se o NGI ICMBio Paraty⁸ (Núcleo de Gestão Integrada do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade em Paraty). Recentemente criado em 2020, esse núcleo tem por objetivo integrar os processos de gestão das UCs Federais presentes no município e otimizar seus recursos humanos e financeiros (ICMBIO, 2020). Essa integração é vista como bastante importante, pois deverá simplificar e tornar mais fácil a gestão dessas UCs, com uma proposta clara de manutenção delas, porém de forma a resguardar suas diferentes pressões e vocações.

Em 2019, Paraty e Ilha Grande (localizada no território vizinho do município de Angra dos Reis) tornaram-se Patrimônio Mundial Misto pela UNESCO, devido ao seu valor universal excepcional por suas características naturais e culturais, bem como a interação entre elas (UNESCO, 2019).

⁸ Optou-se por trazer algumas informações apenas deste órgão gestor, pois as UCs de nível federal foram mais abordadas nesta pesquisa.

Alinhado à realidade paratiense, observa-se que um dos objetivos do já comentado SNUC é a proteção aos recursos naturais necessários à população. Entretanto, observa-se que, embora as comunidades tradicionais sejam um dos principais agentes contribuintes para que ainda existam remanescentes florestais, muitas vezes há conflitos entre as UCs e estas populações. Entende-se que o ideal seria uma coexistência, isto é, a permanência dessas comunidades nesses territórios protegidos, respeitando-se as devidas restrições das categorias de UCs, mas muitas vezes observa-se que eles são os mais sacrificados nesta conjuntura.

A despeito do recente título de relevância mundial e da presença de UCs, mudanças sociais, econômicas e ambientais vêm ocorrendo nos últimos anos em Paraty, tais como aumento populacional, especulação imobiliária (TANSCHKEIT; RUA, 2010) e problemas de desmatamento, assoreamento e poluição da água (FERNANDES; BOTELHO, 2016).

Comparando-se dados populacionais, o Censo de 2010 informou que a população de Paraty era de 37.533 pessoas (IBGE, 2010a), já na estimativa para 2020 foi de 43.680 pessoas (IBGE, 2020a), o que mostrou um crescimento populacional de 16,4% em apenas uma década. Com relação aos seus setores censitários, delimitados com base na quantidade de domicílios existentes, passaram de 80 em 2010 (IBGE, 2010b) para 147 em 2019 (IBGE, 2020b). Comparando esses dois dados oficiais, observa-se que o aumento expressivo do número de setores censitários não acompanhou o aumento populacional. Neste caso, entende-se que houve uma subestimação da população ou, de fato, cresceu muito o número de segundas residências, aumentando a pressão sobre a ocupação do solo. Consequentemente, é possível inferir que haja maior demanda de água para suprir as necessidades humanas, especialmente na estação do verão.

Por ser um município turístico, Paraty apresenta demanda de fornecimento de água para fins de abastecimento humano não só para sua população em geral e comunidades tradicionais (população fixa), mas também para seus visitantes, que ocupam a vasta rede hoteleira ou mesmo alugam residências (população flutuante). Mesmo com o fluxo turístico mais constante ao longo do ano se comparado aos demais municípios de sua bacia hidrográfica (INEA, 2020a), devido a seu vasto calendário cultural, há aumento da demanda por água principalmente na já comentada temporada de verão, em datas comemorativas como Reveillon e Carnaval, quando o município recebe muitos visitantes que são atraídos pelas diversas opções costeiras (praias, cachoeiras, etc).

Segundo ANA (2003 apud INEA, 2020a), o consumo de água per capita na área urbana de municípios como Paraty é de 300 L/hab.dia, enquanto na área rural esse valor se reduz para 125 L/hab.dia. Entretanto, na área central do município, no entorno do Rio Perequê-Açú que

margeia a cidade e desemboca ao lado do seu centro histórico, onde a população é mais elevada, o consumo é de 350 L/hab.dia (INEA, 2020a). No caso da população flutuante, importante de ser considerada no caso de Paraty, uma estimativa dada por Fecomércio SP (2014) indica que um turista que se hospeda em “hotéis com cozinha e lavanderia” consome cerca de 250 a 350 L/dia. Assim, acredita-se que o consumo no entorno do Rio Perequê-Açú seja maior devido ao grande número de hotéis e pousadas, bem como casas de aluguel temporário, ali localizadas. Dados mais recentes disponibilizados pelo SNIS (Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento) – ano de referência 2020 – mostraram que o consumo médio de água per capita no Brasil é de 152,1 L/hab.dia, já na região Sudeste é de 171,7 L/hab.dia (MDR, 2021). Portanto, mesmo que Paraty tenha acompanhado a estatística de sua região de localização, ainda assim o consumo per capita pode ser considerado alto com relação à média nacional.

Em 2014, iniciou-se a prestação de serviços de abastecimento de água e tratamento de esgoto para a área urbana de Paraty pela Concessionária Águas de Paraty (CAPY), a partir de uma Parceria Público Privada (PPP), com recursos da própria concessionária e de contraprestações públicas da Prefeitura de Municipal de Paraty (PMP), do Fundo Estadual de Conservação Ambiental e Desenvolvimento Urbano (FECAM) e da Eletronuclear (CAPY, 2021). Anteriormente, apenas a PMP era a responsável por esses serviços, tanto na zona urbana quanto nas demais zonas do território.

Recentemente, em 2020, foi criado o Departamento de Águas e Esgoto (DAE) da PMP, com a função de fiscalizar a CAPY e a prestadora de serviços de águas e esgoto da zona costeira e rural, a empresa Conser do Brasil (PMP, 2021a).

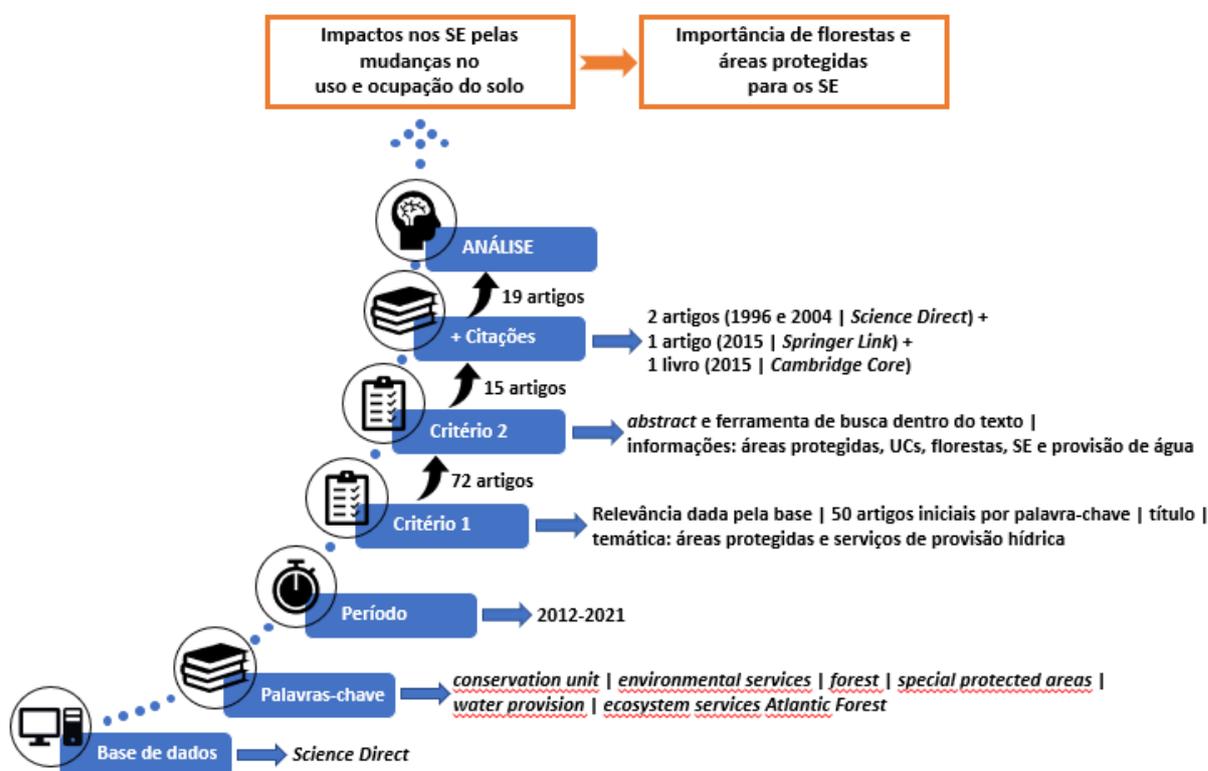
Quanto ao esgotamento sanitário, segundo dados coletados durante a elaboração do PRH-BIG, entre 2017 e 2019, Paraty não possui tratamento coletivo (INEA, 2020a), contando apenas com tratamentos individuais ou mesmo nenhum tratamento.

3.2 ETAPAS METODOLÓGICAS

3.2.1 LEVANTAMENTO DE DADOS SECUNDÁRIOS - CORRELAÇÃO ENTRE ÁREAS ESPECIALMENTE PROTEGIDAS E SERVIÇO ECOSISTÊMICO DE PROVISÃO HÍDRICA

A figura 2 apresenta o fluxograma simplificado da busca de referências bibliográficas realizada nesta primeira etapa metodológica.

Figura 2 – Fluxograma metodológico do levantamento de dados secundários sobre áreas especialmente protegidas *versus* Serviço Ecossistêmico de provisão hídrica.



Fonte: Autoria própria, 2022.

A fim de buscar informações sobre a correlação entre áreas especialmente protegidas, com destaque para as UCs, e o SE de provisão hídrica, foi realizada uma pesquisa bibliográfica na internet utilizando-se a base de dados *Science Direct*, disponível no Portal de Periódicos da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), uma vez que esta base possui expressividade e credibilidade nacional e internacional.

Para filtrar e otimizar a pesquisa, foi selecionado o período de publicações de 2012 a 2021, ou seja, dos últimos 10 anos, e foram utilizadas seis palavras-chave para o refinamento dos resultados (*conservation unit*; *environmental services*; *forest*; *special protected areas*; *water provision*; *ecosystem services Atlantic Forest*)⁹. Foram escolhidas palavras-chave na língua inglesa, pois este é o idioma amplamente utilizado pela comunidade científica e, conseqüentemente, nas publicações disponíveis na base de dados consultada.

⁹ Tradução livre: unidade de conservação; serviços ambientais; florestas; áreas especialmente protegidas; provisão de água; serviços ecossistêmicos Floresta Atlântica.

Para cada palavra-chave, a base de dados retornou extensa lista de publicações¹⁰, então, considerando a própria ordem de relevância dada pela base de dados e os cinquenta artigos iniciais, observou-se em um primeiro momento apenas o título de cada um deles para escolher aqueles que poderiam contribuir com informações sobre a temática áreas protegidas e serviços de provisão hídrica. Somando-se os artigos escolhidos para a lista de cada palavra-chave¹¹, excluindo-se as repetições, chegou-se ao total de 72 artigos.

Então, em um segundo momento, essas 72 publicações foram verificadas basicamente pelo *abstract* e por ferramenta de busca de palavras dentro do texto sob a ótica de informações relevantes sobre áreas protegidas, UCs, florestas, serviços ecossistêmicos e provisão de água, resultando em uma seleção mais restrita de 15 artigos.

Em um terceiro momento, observou-se que algumas citações presentes nessa oferta de 15 publicações mereciam aprofundamento. Duas dessas citações tratavam-se de artigos científicos, que foram encontrados na própria base de dados *Science Direct* e foram considerados, embora datados de 1996 e 2004, ou seja, mais antigos se comparados ao período de publicações inicialmente selecionado (2012-2021). Outras duas citações, ambas datadas de 2015 e correspondentes a um artigo científico e a um livro, também foram consideradas, entretanto, foram obtidas respectivamente das bases *Springer Link* e *Cambridge Core*, igualmente de relevância científica. Ao final desse processo, em um quarto momento, chegou-se ao quantitativo de 19 referências.

Finalmente, foi analisado o conteúdo desses 19 artigos e foram registradas e comparadas as informações que pudessem correlacionar áreas especialmente protegidas a serviço ecossistêmico de provisão hídrica.

Vale ressaltar que a busca das referências aqui relatadas foi realizada entre maio e julho de 2021 e que as citações apresentadas nos resultados desta etapa tiveram tradução livre, no caso de referências em inglês.

Para a apresentação dos resultados obtidos, optou-se por uma primeira abordagem sobre os impactos nos serviços ecossistêmicos devido às mudanças no uso e ocupação do solo. Assim, foi preparado um quadro para relacionar impactos negativos nos serviços ecossistêmicos hídricos a diversas ações antrópicas, com base nas bibliografias consultadas.

¹⁰ Total de publicações por palavra-chave: *conservation unit* – 191.156 | *environmental services* – 379.606 | *forest* – 289.721 | *special protected areas* – 142.924 | *water provision* – 83.335 | *ecosystem services Atlantic Forest* – 4.882.

¹¹ Total de publicações escolhidas por palavra-chave: *conservation unit* – 13 | *environmental services* – 9 | *forest* – 15 | *special protected areas* – 13 | *water provision* – 15 | *ecosystem services Atlantic Forest* – 7.

Na sequência, optou-se por uma segunda e última abordagem sobre a importância de florestas e áreas protegidas para os serviços ecossistêmicos. Para isso, os benefícios proporcionados pelas florestas e áreas preservadas, devidamente identificados a partir das diversas bibliografias selecionadas, foram apresentados através de um esquema bastante usado atualmente, chamado “nuvem de palavras”, criado com uma ferramenta disponível na internet¹².

Com essa ferramenta *on-line* foi escolhida uma representação gráfica em forma de árvore para melhor relacionar este elemento à questão dos benefícios promovidos pelas florestas. Quanto aos parâmetros de *design* para apresentar as palavras em si (benefícios identificados), isto é, tipo de fonte, tamanho da fonte, direção e cores, foi mantida a opção de *default* para cada um deles. Assim, a ferramenta apresentou as palavras de forma randômica, ou seja, aleatoriamente.

Para finalizar a segunda abordagem, foi realizada uma síntese das referências bibliográficas identificadas que foram favoráveis à correlação entre florestas/áreas protegidas e SEs hídricos.

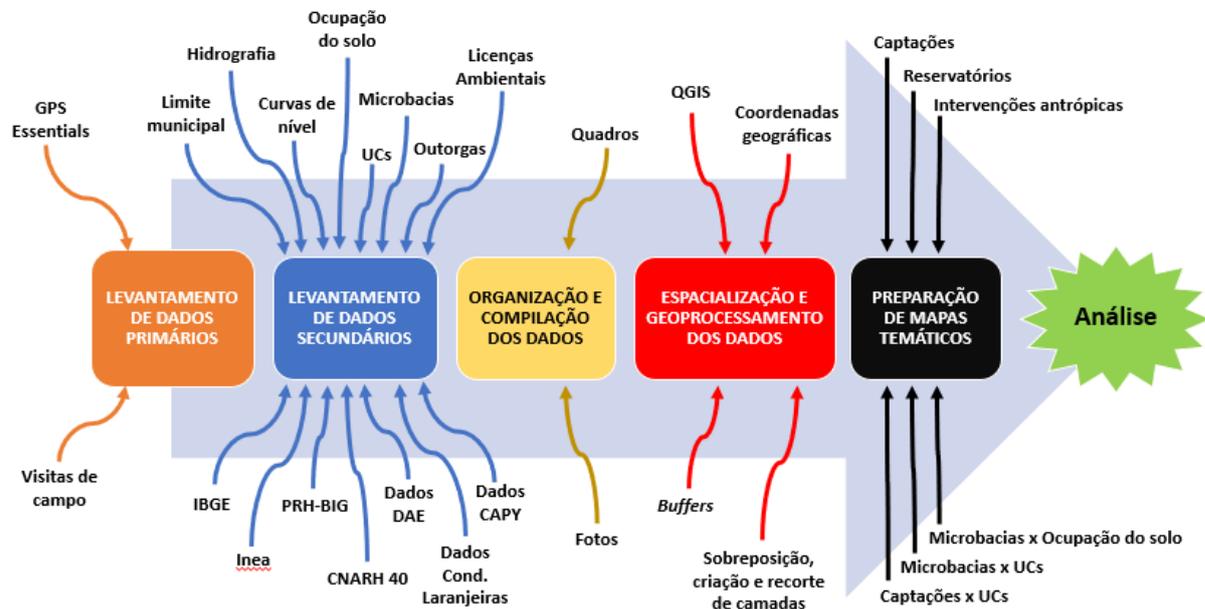
3.2.2 LEVANTAMENTO DE DADOS PRIMÁRIOS E SECUNDÁRIOS - MAPEAMENTO E ANÁLISE DAS CAPTAÇÕES DE PARATY

A figura 3 apresenta o fluxograma simplificado das diversas atividades realizadas nesta segunda etapa metodológica.

Para a realização do mapeamento e da análise das captações presentes no território, tomou-se como base não apenas dados primários, mas também dados secundários, devido à impossibilidade de visita a todas as captações, por questões de tempo e recursos.

¹² www.wordclouds.com

Figura 3 – Fluxograma metodológico do levantamento de dados primários e secundários para mapeamento e análise das captações de Paraty.



Fonte: Autoria própria, 2022.

A seguir, são apresentadas cada uma das atividades realizadas nesta etapa metodológica.

- Levantamento de dados primários:

Para a coleta de dados primários, foi solicitado junto à Prefeitura Municipal de Paraty (PMP), mais especificamente a servidor do Departamento de Águas e Esgotos (DAE), membro do Comitê de Bacia Hidrográfica da Baía da Ilha Grande (CBH-BIG), visita de campo para verificar as captações presentes no município, em maior número possível, explicando-se previamente o objetivo da pesquisa. O contato foi realizado por telefone no segundo semestre de 2020 e as visitas ocorreram no primeiro trimestre de 2021. Durante a conversa inicial com o servidor do DAE, observou-se que o mapeamento das captações ativas/oficiais à época seria de grande valia para a própria PMP, pois estavam em momento de revisão do PMSB e foi informado que o PRH-BIG, datado de 2020, não contemplara a real situação dessas captações ativas no território.

As visitas foram realizadas de acordo com a disponibilidade do servidor do DAE contactado, de outros servidores deste departamento, de servidores de outros departamentos/setores da PMP e da equipe de operação e manutenção das captações da área

rural do município (empresa contratada Conser do Brasil - Conser). Em algumas visitas, houve também a integração com empresas, tais como CAPY, Eletronuclear e Normatel¹³, bem como com instituições relacionadas, como a Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (AGEVAP)¹⁴ e até moradores locais.

Foram realizadas 9 visitas, totalizando cerca de 45 horas e 30 minutos em campo, o que permitiu o mapeamento de 19 captações. O quadro 3 apresenta as informações gerais sobre as visitas realizadas.

Quadro 3 – Informações gerais sobre as visitas de campo às captações.

CAMPO	DATA	TEMPO MÉDIO DA VISITA (H)	CAPTAÇÕES VISITADAS	ACOMPANHAMENTO
1	29/01/2021	5	1 - Corisco Antiga 2 - Pedra Branca	PMP, CAPY e AGEVAP
2	05/02/2021	4	3 - Patrimônio 4 - Novo Horizonte 5 - Quilombo do Campinho Pedras Azuis ⁽¹⁾	PMP
3	13/02/2021	8	6 - Tarituba 7 - São Gonçalo 8 - São Roque Barra Grande ⁽¹⁾	PMP
4	03/03/2021	7	9 - Vila de Mambucaba Prainha de Mambucaba ⁽¹⁾ 10 - Barra Grande 11 - Graúna 1 ⁽²⁾	PMP, Conser, Eletronuclear e Normatel
5	05/03/2021	4	12 - Taquari 1 13 - Taquari 2 ⁽³⁾	PMP e Conser
6	19/03/2021	4	14 - Trindade	PMP e Conser
7	24/03/2021	6	15 - Cabral Mato Dentro ⁽⁴⁾ Pedras Azuis ⁽⁴⁾	PMP e Conser
8	25/03/2021	4	16 - Paraty Mirim 17 - Pedras Azuis	PMP e Conser
9	31/03/2021	3,5	18 - Corumbê 19 - Praia Grande	PMP, Conser e morador do bairro Corumbê

Fonte: Autoria própria, 2022.

¹ Não foi possível acessar a captação durante a visita indicada, apenas parte do percurso até ela. No caso das captações Pedras Azuis e Prainha de Mambucaba, o acesso não foi possível porque os acompanhantes da visita na referida data não conheciam muito bem o percurso completo. Já no caso da captação Barra Grande, o acesso não

¹³ Empresa que presta serviços de captação e tratamento de água à Eletronuclear.

¹⁴ Empresa que presta serviços técnico-administrativos ao CBH-BIG.

foi possível porque o nível da água da cachoeira que deveria ser atravessada para se chegar à trilha para a captação estava bastante alto para permitir a passagem do veículo de transporte (não havia ponte no local).

² Numeração meramente para fins didáticos, pois foi informado pela PMP/DAE que havia outra captação na mesma localidade, entretanto, não foi possível visitá-la.

³ Captação auxiliar à captação Taquari 1 para suprir a demanda da população da mesma localidade, porém da área do sertão (numeração meramente para fins didáticos).

⁴ Captações futuras da PMP que foram visitadas.

Anteriormente às visitas, foi preparada uma lista de verificação para preenchimento dos dados a serem coletados em campo, para cada captação a ser visitada. Esta lista continha as seguintes informações a serem registradas:

- Captação: nome da captação informada pelo acompanhante da visita, mas para algumas das captações este nome foi adaptado para fins didáticos;
- Zona: por questões práticas e didáticas, o território de Paraty foi dividido em três zonas (norte, centro e sul). Foi considerada zona “centro” a área territorial que contempla os bairros dos mapas do centro urbano e de expansão urbana, referentes ao cadastro imobiliário da Prefeitura Municipal de Paraty (PMP, 2015), assim como foi considerada zona “norte” a área territorial acima da zona centro e zona “sul” a área territorial abaixo desta zona. Para cada captação, foi indicada a zona em que está localizada e/ou que abastece;
- Manancial: nome do manancial informado pelo acompanhante da visita, mas posteriormente foi verificado o nome oficial dado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2016);
- Localidades atendidas: bairros abastecidos pela captação, conforme informado pelo acompanhante da visita e, para algumas captações, conforme a nomenclatura de PMP (2015);
- População atendida: quantidade de pessoas abastecidas pela captação, em número de habitantes, conforme informado pelo acompanhante da visita;
- Vazão média: vazão média informada pelo acompanhante da visita, em L/s;

- Tipo de captação: superficial ou subterrânea;
- Gestão e manutenção: instituição ou empresa responsável pela gestão e pela manutenção da captação;
- Tipo de abastecimento: público ou privado;
- Situação da captação: qualidade da infraestrutura de captação e presença de bombeamento. Foi considerada “boa infraestrutura” a situação que apresentava barramento artificial construído com concreto/cimento, com passarela metálica e guarda-corpo para acesso e manutenção (inclusive permitindo a passagem sobre o barramento), com tubulação bem ancorada, com sustentação em concreto/cimento ao longo da adução e tubulação em material reforçado, de diâmetro grande. Foi considerada “rústica” a situação que apresentava barramento simples, geralmente com as próprias pedras do local (natural), com a tubulação fixada nelas e escorada ao longo da adução sobre as pedras existentes, e “bastante rústica” a situação que apresentava barramento muito simples, com as próprias pedras do local (natural), com a tubulação basicamente escorada nelas, com amarração em algumas árvores, e escorada ao longo da adução também apenas sobre as pedras existentes;
- Condições da vegetação local: condições de preservação da vegetação no local e área próxima à captação, por percepção visual da vegetação predominante, na visão da autora. Foi considerada “bastante preservada” a condição da vegetação com predominância de espécimes da Mata Atlântica, “preservada” a condição também com espécimes da Mata Atlântica, porém bastante próxima a intervenções antrópicas, e “pouco preservada” a condição com poucas espécimes da Mata Atlântica e bastante próxima a intervenções antrópicas;
- Acesso à captação: descrição do caminho percorrido desde o ponto de encontro até a captação, descrevendo trajeto de carro e a pé;

- Intervenções antrópicas na redondeza¹⁵: condições da redondeza da captação, por percepção visual das intervenções antrópicas predominantes nas suas imediações, na visão da autora, observando-se aspectos como supressão de vegetação, presença de edificações, estradas, pastos, entre outros;
- Coordenadas geográficas: latitude e longitude, em UTM (metros);
- Informações gerais sobre o tratamento da água: presença (sim) ou ausência (não), e características gerais daqueles existentes (tipo de tratamento: tratamento básico, ou seja, no local, ou até mesmo tratamentos mais refinados em Estações de Tratamento de Água (ETAs));
- Informações gerais sobre reservatórios: presença (sim) ou ausência (não), e características gerais daqueles existentes.

Também foram realizadas diversas anotações extras em campo, com as constatações e os relatos do grupo de pessoas presentes. Com aspecto complementar, algumas informações sobre as ETEs do território também foram registradas.

Nas visitas de campo também foi utilizado celular com câmera, para registro fotográfico e de vídeo, com microfone, para gravação de áudios, e com o aplicativo gratuito GPS Essentials, ajustado para o Datum “SIRGAS, South America” e para medição de coordenadas geográficas em UTM, inclusive com informação sobre incerteza da medição. É importante comentar que, mesmo em se tratando de um período de uso de apenas 3 meses, a versão deste aplicativo foi alterando-se ao longo das visitas, de forma que foram utilizadas as versões 4.4.32, 4.4.56, 4.4.62, devidamente identificadas junto aos resultados obtidos.

Os deslocamentos para as captações tiveram como partida um ponto de encontro na área urbana do município (bairro Portal de Paraty) para o destino da primeira captação do dia, seguindo-se para as demais captações a serem visitadas, de acordo com programação e disponibilidade da PMP. Os deslocamentos ocorreram com uso de carro da PMP ou da Conser, até a entrada das trilhas, atentando-se às medidas de prevenção de Covid-19 (uso de máscaras e álcool gel, trânsito com janelas abertas para ventilação adequada). Por se tratar de vistas em meio à Mata Atlântica, as visitas foram realizadas no período diurno, em condição

¹⁵ O objetivo foi observar as condições de uso e ocupação do solo, principalmente nas áreas à montante das captações, contribuintes a elas.

preferencialmente não chuvosa e, sempre que possível, com apoio de funcionários de manutenção com experiência de campo (trilhas conhecidas).

- Levantamento de dados secundários:

Com relação ao levantamento de dados secundários, para fins de comparação e geoprocessamento com os dados primários, foi necessária a busca de informações geoespaciais (arquivos do tipo *shapefiles*) para limite municipal, drenagem (hidrografia), curvas de nível, uso e ocupação do solo, UCs e microbacias, as quais foram selecionadas a partir de bases de dados de instituições oficiais como IBGE e Inea.

Outros dados secundários também foram necessários, tais como os limites dos bairros do centro urbano e de expansão urbana de Paraty (obtidos pelo já comentado cadastro imobiliário do município), informações diversas sobre as captações anteriormente identificadas e caracterizadas (presentes no PRH-BIG, datado de 2020, e no Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos - CNARH 40, com dados de novembro de 2020) e informações sobre Outorgas dos Direitos de Uso de Recursos Hídricos e Licenças Ambientais (obtidas em sua maioria pelo site do órgão ambiental competente, o Inea, e no caso da outorga para captação em UC de Proteção Integral, ou seja, de competência da Agência Nacional de Águas, a ANA, a informação foi obtida diretamente pela PMP/DAE).

Adicionalmente, para complementação dos dados primários, obteve-se informações sobre outras captações localizadas no território e seus reservatórios (bem como ETAs e ETEs, quando existentes), diretamente com PMP, CAPY e Condomínio Laranjeiras. Essas captações, portanto, foram nomeadas neste estudo como captações não visitadas.

O levantamento dos dados secundários ocorreu entre o segundo semestre de 2020 e o primeiro semestre de 2021, buscando-se as referências mais recentes nas bases de dados, nos sites verificados e no contato com responsáveis. A exceção se deu no caso da informação sobre outorga em UC de Proteção Integral, que ocorreu no início de setembro de 2021, quando o ato administrativo foi liberado.

No caso dos dados geoespaciais das microbacias foram utilizados aqueles apresentados no PRH-BIG, datado de 2020, o que simplificou a obtenção de informações para etapas posteriores da análise. É importante comentar que, uma vez que os dados de drenagem utilizados para a geração dessas microbacias foram relativos à publicação de 2016 do IBGE (com escala 1:25.000), utilizaram-se os mesmos dados de drenagem nesta pesquisa, ou seja,

não foram utilizados os dados mais recentes neste caso, que seriam aqueles publicados pelo mesmo órgão em 2018 (com a mesma escala). Entretanto, foi realizada uma comparação entre os dados dos dois anos e foi constatado que não houve informações novas ou alterações nas feições apresentadas na espacialização para as áreas territoriais sob análise.

Comentando sobre os dados geoespaciais das microbacias utilizados, eles foram gerados durante a elaboração do PRH-BIG para a fins de estudo da disponibilidade hídrica superficial. Na discretização das bacias presentes no território, elas foram divididas em microbacias a partir da representação topográfica do terreno, por Modelo Digital de Elevação (MDE) com 12,5 m de resolução espacial (JAXA, 2007 apud INEA, 2020c). Como resultado, cada microbacia passou a conter um único trecho de rio, associado a uma planície de inundação e a um balanço vertical de água no solo. Os cursos hídricos foram determinados a partir de uma discretização espacial de 1 km², resultando em 479 microbacias em Paraty (INEA, 2020c).

- Organização e compilação dos dados primários e secundários:

Em primeiro lugar, os dados primários registrados em campo (texto e áudio) foram organizados e compilados em informações descritivas para cada captação, com apresentação em formato de quadros. Em seguida, foram acrescentados a esses quadros os dados secundários relacionados e necessários para complementar as informações primárias. Esses dados secundários complementares foram avaliados e registrados conforme segue:

- Regime do manancial: permanente ou temporário, de acordo com a classificação de IBGE (2016);
- Presença no PRH-BIG: presença (sim) ou ausência (não) da captação no PRH-BIG, de acordo com Inea (2020d);
- Presença no CNARH 40: presença (sim) ou ausência (não) da captação no CNARH 40, de acordo com Inea (2020e);
- Outorga: presença (sim) ou ausência (não) de outorga pelo direito de uso do recursos hídricos junto ao órgão ambiental, de acordo com Inea (2021c), e informações gerais daquelas existentes.

- Altitude¹⁶: faixa de altitude da captação, de acordo com as curvas de nível apresentadas por IBGE (2018b).

Também foram selecionadas fotos de cada captação visitada para ilustração do que foi observado em campo, em especial para destaque de aspectos vegetativos e de infraestrutura na área das captações, seus reservatórios e tratamentos da água, assim como das trilhas percorridas.

O detalhamento do levantamento de dados das captações visitadas, ou seja, os dados pormenorizadas sobre essas captações, bem como de seus reservatórios, e das ETAs e ETEs visitadas foram colocados em apêndices para melhor disponibilização de informações complementares.

Os dados secundários sobre captações não visitadas também foram organizados em quadros, contemplando o máximo de informações como ocorreu com os quadros das captações visitadas.

- Espacialização e geoprocessamento dos dados primários e secundários:

O Sistema de Informação Geográfica (SIG) foi estruturado no *software* livre QGIS 3.10.10 (A Coruña) e o Sistema de Referência de Coordenadas (SRC) do projeto foi configurado para projeção SIRGAS 2000 UTM 23S. Os dados primários e secundários foram colocados na mesma projeção do projeto e recortados para o limite territorial do município.

No caso dos dados primários, as coordenadas geográficas das captações, reservatórios, ETAs e ETEs foram lançadas manualmente no QGIS. As tabelas de atributos para as camadas vetoriais dos dados primários foram construídas com as informações relevantes dos quadros anteriormente preparados, para obter-se um banco de dados geográfico mais completo e informativo possível. O mesmo procedimento foi realizado com relação aos dados secundários das captações não visitadas.

Para auxiliar a descrição da situação das captações previamente verificada em campo, foi criada uma camada vetorial com *buffers* de raio de 50 m a partir de cada captação e outra de raio de 500 m, para observação das características mais atuais do uso e ocupação do solo, em

¹⁶ A altitude registrada pelo aplicativo gratuito GPS Essentials para o celular utilizado não apresentava confiabilidade dos dados, portanto, optou-se por verificar a faixa de altitude das captações pelo dado oficial de curvas de nível disponível.

especial no que se refere a possíveis intervenções antrópicas, a partir do mapa base (imagem de 2021 do Google Satellite)¹⁷.

Para verificar a localização das captações em uma ou mais UCs do território, foi feita a sobreposição das camadas relativas às captações e às UCs. No caso das captações visitadas, quando verificado que alguma delas não se encontravam no interior das UCs, mas apenas em suas proximidades, foi realizada medição prévia, por ferramenta de linha, da distância entre a captação e o ponto do limite da UC considerado mais próximo. Para a confirmação desse ponto e, conseqüentemente, dessa distância, foi utilizada a ferramenta *buffer*.

De forma a verificar a contribuição de microbacias presentes em UCs para as captações, em primeiro lugar tomou-se como base a camada vetorial das microbacias geradas nos estudos do PRH-BIG e identificou-se as microbacias contribuintes para cada captação superficial¹⁸, de acordo com a camada vetorial de drenagem. Em seguida, criaram-se camadas vetoriais para essas microbacias contribuintes, mesclando-as em uma única feição poligonal para cada captação correspondente. Foi realizada a sobreposição dessas novas camadas com as camadas vetoriais das UCs, permitindo-se verificar, finalmente, se os mananciais das captações e/ou os mananciais que os abastecem são oriundos de microbacias pertencentes a UCs presentes no município.

Posteriormente, foi realizado o recorte da informação espacial correspondente à área das UCs presentes nas microbacias delimitadas para as captações, de forma que foi possível quantificar estas áreas em relação à área total das microbacias, em termos percentuais, para a análise da contribuição das UCs às microbacias. Os resultados obtidos foram colocados em forma de quadro e gráfico.

Além disso, também foi feito o recorte da informação espacial de uso e ocupação do solo (com escala 1:25.000, dados de 2012, produzidos pelo Inea¹⁹) para as microbacias delimitadas neste estudo. Para verificação da ocorrência percentual correspondente a cada classe de uso e ocupação do solo nessas microbacias, foi necessário dissolver o campo da classe na camada vetorial da microbacia e, em seguida, recalculer suas respectivas áreas, permitindo a identificação da classe predominante e, portanto, obtendo-se informação relevante sobre a

¹⁷ Foi escolhido *buffer* com raio de 50 m, pois entendeu-se que este era o raio que melhor se aproximava à visualização que se teve em campo para o local da captação, por outro lado, foi escolhido *buffer* com raio de 500 m para a análise da situação da redondeza da captação já que este raio atendia à maioria das distâncias mínimas entre as captações e as UCs (medições destas distâncias realizadas por ferramentas de SIG).

¹⁸ Optou-se por realizar uma análise restrita a microbacias de captações superficiais, ou seja, não foi feita uma análise para o caso de captações subterrâneas.

¹⁹ Optou-se por utilizar esta informação, mesmo que já obtida há alguns anos, pois ela foi usada em análises do PRH-BIG, datado de 2020, e por ainda ser reconhecida como dado oficial até então de uso e ocupação do solo no estado do Rio de Janeiro.

condição de conservação da microbacia. Os resultados obtidos foram colocados em forma de quadro e gráfico.

- Elaboração dos mapas temáticos e análise:

Os mapas temáticos foram elaborados no compositor de impressão do QGIS. Foram definidos como mapas temáticos:

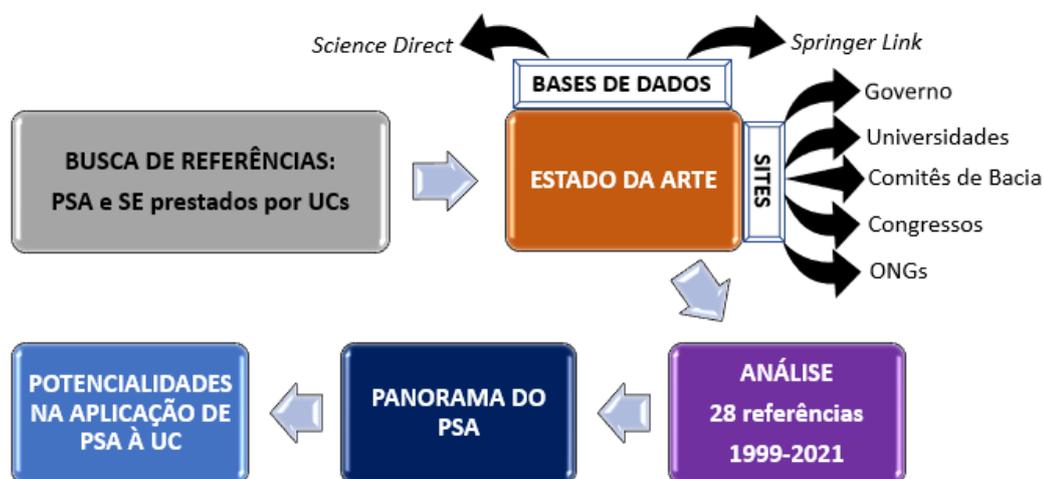
- Mapas das captações, dos reservatórios, das ETAs e das ETEs;
- Mapas das intervenções antrópicas em raio de 500 m das captações visitadas;
- Mapa das captações e UCs;
- Mapas das microbacias delimitadas para as captações e UCs;
- Mapas das microbacias delimitadas para as captações e uso e ocupação do solo.

A análise compreendeu a verificação de: localização e condições das captações e de seu entorno; localização dos mananciais das captações e/ou seus contribuintes nas UCs; área das UCs presentes nas microbacias delimitadas; predominância de classes de uso e ocupação do solo nas microbacias delimitadas. Por fim, foi realizada uma análise geral sobre o mapeamento das captações e sobre a importância das UCs de Paraty para a provisão hídrica com fins de abastecimento humano.

3.2.3 LEVANTAMENTO DE DADOS SECUNDÁRIOS – ANÁLISE SOBRE PSA E SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS PRESTADOS POR UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

A figura 4 apresenta o fluxograma simplificado da busca de referências bibliográficas e documentais realizada nesta terceira etapa metodológica.

Figura 4 – Fluxograma metodológico do levantamento de dados secundários sobre aplicação de PSA a Unidades de Conservação.



Fonte: Autoria própria, 2022.

Esta última etapa metodológica teve por finalidade realizar uma análise sobre PSA e serviços ecossistêmicos prestados por UCs. Para isso, foram utilizadas referências cuja busca ocorreu em diversos períodos, desde maio de 2019 até outubro de 2021, por meio de pesquisa na internet de forma mais abrangente, ou seja, não só do tipo bibliográfica, focada em base de dados científica de credibilidade, mas essencialmente documental, que pudessem retratar algumas discussões já realizadas sobre aplicação de PSA em UCs, inclusive do ponto de vista da legislação brasileira. Assim, a abordagem teórica aqui presente nesta etapa metodológica, justamente pela necessidade de verificar o que foi efetivamente realizado, aplicado e avançado até então sobre o assunto PSA a UCs (aspectos fundamentados e casos práticos), foi diferenciada com relação àquela realizada na seção 3.2.1, pois não ficou restrita apenas a informações disponibilizadas pela comunidade científica, mas abarcou documentos complementares muito importantes para a análise.

As 28 referências utilizadas contemplaram período de publicação de 1999 a 2021 e as citações apresentadas nos resultados desta etapa tiveram tradução livre, no caso de texto original em inglês.

Para essa pesquisa, foram visitados, além das bases de dados *Science Direct* e *Springer Link*, sites de órgãos governamentais e de universidades do Brasil, bem como sites de ONGs (Organização Não Governamental), reconhecidas nacional e internacionalmente, de congressos científicos e de comitês de bacia hidrográfica.

Foi realizada uma análise dos textos selecionados para obter elementos que pudessem evidenciar o potencial das UCs em tornarem-se receptoras desse benefício (PSA), inclusive no município de Paraty.

Para a apresentação dos resultados, optou-se por uma primeira abordagem sobre o panorama do PSA, com informações sobre os principais projetos e programas nacionais desenvolvidos, a legislação brasileira relacionada e a efetividade da implantação deste instrumento econômico. Para ilustrar a cronologia de atos legais relacionados a PSA, foi realizado um esquema gráfico utilizando-se recursos do *software* Power Point.

Na segunda e última abordagem foram destacadas as potencialidades na aplicação de PSA a UCs. Para isso, foram apresentados e discutidos assuntos como: exemplo prático apresentado em texto científico que demonstrou o potencial de aplicação de PSA a uma UC de Proteção Integral e a base legal para esta aplicação; dinâmica existente entre PSA – proteção das UCs (nascentes e rios) – benefícios para responsáveis por captação de água – PSA; necessidade de investimentos em conservação no Brasil; instrumentos em nível nacional, estadual e até local que corroboram com a necessidade de ações e regulamentações de PSA, incluindo aqui o caso específico para UCs; importância dos cuidados com as redondezas das UCs; evidências (dados) da importância das UCs para a garantia de água para fins de abastecimento humano; comparativo de PSA com outro instrumento econômico já aplicado devido à presença de UCs em municípios e proposição de alternativa como fonte de recurso financeiro. Para ilustrar a dinâmica identificada e citada neste parágrafo, também foi realizado um esquema gráfico utilizando-se recursos do *software* Power Point.

Ainda nessa segunda abordagem, foi discutido o caso específico de aplicação de PSA a UCs de Paraty, com destaque para seus potenciais provedores de SE e seus beneficiários (e devidos pagadores), bem como possíveis barreiras e entraves a esta aplicação e suas reais consequências.

4 RESULTADOS

4.1 CORRELAÇÃO ENTRE ÁREAS ESPECIALMENTE PROTEGIDAS E SERVIÇO ECOSISTÊMICO DE PROVISÃO HÍDRICA

4.1.1 OS IMPACTOS NOS SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS PELAS MUDANÇAS NO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

As alterações no uso e ocupação do solo nas últimas décadas têm se intensificado devido a ações antrópicas. Vários autores relataram na literatura que isso vem prejudicando diversos serviços ecossistêmicos essenciais, como por exemplo a provisão de água às populações. Conseqüentemente, a importância da cobertura vegetal de áreas preservadas e das florestas é frequentemente mencionada em estudos, correlacionando-as aos serviços ecossistêmicos, conforme é apresentado na próxima seção desta pesquisa.

Segundo Salman e Martinez (2015), o processo de expansão da agricultura, às custas das áreas florestadas, tem levado a mudanças no uso do solo, o que se reflete em impacto negativo nos serviços ecossistêmicos, especialmente naqueles relacionados à regulação dos processos ecossistêmicos. Os autores citaram o caso dos ecossistemas florestais e informaram que podem ter um papel importante na regulação climática, na medida que afetam tanto a temperatura quanto a precipitação. Além disso, destacaram o efeito negativo que pode ocorrer nos serviços de regulação de água, de forma que o tempo e a magnitude de *runoff*²⁰, inundação e recarga de aquífero podem ser fortemente influenciados. O mesmo efeito se dá com outros serviços de regulação como controle de erosão, purificação de água e tratamento de resíduos, controle biológico e de doenças.

Por outro lado, no estudo de Bruijnzeel (2004) foi observado que embora as florestas são conhecidas por terem grande influência nas chuvas e que medidas de reflorestamento e conservação do solo sejam capazes de reduzir o aumento de escoamento de pico e tempestades associadas com degradação do solo, não havia até aquela época um exemplo bem documentado onde estas medidas também produziram um correspondente aumento em escoamentos rasos²¹. Ele relatou que uma boa cobertura vegetal é geralmente capaz de prevenir erosão superficial e,

²⁰ No contexto da hidrologia, é a quantidade de água que é despejada em um curso d'água, incluindo não só a água que escoar sob a superfície do solo e por canais até atingir este curso d'água, mas também a água que infiltra na superfície do solo e chega até ele por gravidade.

²¹ Escoamento com profundidade limitada por uma superfície de fundo e por sua superfície livre, com a dimensão vertical significativamente menor do que as dimensões na horizontal.

quando bem desenvolvida, deslizamento de terras rasas também, mas isso não ocorre para faixas de terra mais compactas (> 3 m), pois fatores geológicos e climáticos são determinantes nestes casos. Esse estudo revisou uma ampla gama de evidências científicas a respeito da influência exercida pela presença ou ausência de uma boa cobertura florestal sobre a chuva, a oferta de água total e sazonal (inundações, escoamentos rasos), assim como em diferentes formas de erosão e quantidade de sedimento depositado sob condições tropicais úmidas em geral. O autor ainda recomendou: “[...] mais atenção deveria ser dada para os controles geológicos relacionados com o comportamento hidrológico quando se analisa o efeito de mudanças no uso do solo em fluxos baixos ou produção de sedimento.” (BRUIJNZEEL, 2004, p. 185-186).

A favor do que abordaram Salman e Martinez (2015), ainda no contexto de mudanças no uso do solo, Sahin e Hall (1996) informaram que elas perturbam o ciclo hidrológico de uma bacia de drenagem, de forma que alteram tanto o balanço entre precipitação e evaporação quanto a resposta de *runoff* da área. Hall (1984 apud SAHIN; HALL, 1996) abordou a questão da introdução de sistemas de drenagem artificiais, bastantes comuns em processos de urbanização, que causam uma série de efeitos que podem aumentar volumes de escoamento e taxas de escoamento de pico, reduzir escoamentos rasos ou até mesmo intensificar atividade de tempestades locais. Essas perturbações nos processos hidrológicos também trazem consequências à captação de água, o que reforça ainda mais a recomendação de Sahin e Hall (1996) da expansão de diretrizes para os estudos de planejamento de recursos hídricos.

Quanto à relação entre florestas e ciclagem da água, Wu *et al.* (2021, p. 1) afirmou:

As florestas são uma componente chave nos ciclos hidrológicos e, portanto, o desmatamento afeta a disponibilidade e qualidade da água [...]. O desmatamento tropical afeta os serviços ecossistêmicos em múltiplas escalas. Enquanto impactos em bens públicos globais como a biodiversidade e a estabilidade climática têm atraído maior atenção na literatura científica, impactos em serviços ecossistêmicos localmente valiosos são mais diretamente relevantes para tomadas de decisão local sobre expansão da agricultura em florestas tropicais. Esses incluem os efeitos de desmatamento em processos de bacias hidrográficas, tais como evapotranspiração, deposição de sedimento, química da água, escoamento total, escoamento base e recarga de água subterrânea (BIGGS *et al.*, 2004; GERTEN *et al.*, 2005; NEILL *et al.*, 2001; SCANLON *et al.*, 2007; LELE, 2009). [...] o desmatamento é fortemente associado a efeitos negativos aos usuários de água a jusante [...].

Também complementou: “Serviços de bacia hidrográfica são apenas um de vários serviços providos pelas florestas, e serviços de bacias hidrográficas locais são apenas uma forma que as florestas afetam o sistema hidrológico.” (LIMA *et al.*, 2014; DE SALES *et al.*, 2020 apud WU *et al.*, 2021, p. 12).

Assim, observa-se que o autor destacou a importância da provisão hídrica pelas florestas, tal como fez Ashagre *et al.* (2018, p. 50-51), principalmente com relação à qualidade da água:

Embora o impacto das florestas e matas na quantidade de água tem sido duramente debatido (BRUIJNZEEL, 2004; SAHIN; HALL, 1996), tem-se argumentado que a remoção desses habitats lenhosos de altas bacias e sua substituição pela agricultura afeta os padrões de escoamento e a qualidade da água a jusante, variando com as características biofísicas das florestas (PONETTE-GONZÁLEZ *et al.*, 2015; SALMAN; MARTINEZ, 2015).

Em se tratando de condições hidrológicas, Cui *et al.* (2007) e Ellison *et al.* (2012) apud Ashagre *et al.* (2018) citaram o fato de que a redução da vazão de um rio em estações secas pode afetar os benefícios de serviços ecossistêmicos, tais como água potável e provisão de energia hidrelétrica, enquanto altas vazões nas estações úmidas pode aumentar o risco de inundações e erosão do solo. Nesse sentido, Cunha *et al.* (2016 apud ASHAGRE *et al.*, 2018) explicou que a proporção potencialmente maior de *runoff* terrestre direto, quando ocorre ausência de vegetação lenhosa, pode afetar o suprimento de água, já que aumenta a taxa de sedimentação e, conseqüentemente, o sedimento adicional enche os reservatórios e as cargas de sedimentos maiores nos rios forçam as companhias de água a desligarem suas bombas. Tudo isso impõe um custo significativo aos cidadãos a jusante, que terão volumes reduzidos de água ou com qualidade prejudicada, principalmente nas estações secas, com efeitos em cadeia para sua saúde e bem-estar, além de aumento nos custos de tratamento de água (KEELER *et al.*, 2012; ROZARIO *et al.*, 2016 apud ASHAGRE *et al.*, 2018).

Outros autores destacaram o impacto no *runoff*, tais como Hurkmans *et al.* (2009), Wang *et al.* (2018) e Yan *et al.* (2017) apud Chen *et al.* (2020, p. 10), dizendo:

[...] variações em uso e cobertura do solo irão impactar as características hidrológicas de *runoff* (por exemplo, tempo de resposta, vazão e frequência), e outros efeitos na distribuição e disponibilidade espacial e temporal de recursos hídricos na bacia.

Quanto à impermeabilização de superfícies, Chen *et al.* (2020) ainda explicaram que paisagens naturais, como áreas florestais e de pastagem densa, podem diminuir a formação de *runoff* superficial através da interceptação da precipitação e aumento de infiltração, em contraposto a superfícies impermeáveis artificiais que podem prevenir a infiltração e acelerar o *runoff* superficial. Em comentário sobre essa aceleração da resposta hidrológica com a urbanização, Chen *et al.* (2020, p. 11) também concluíram: “Futuras investigações serão necessárias para fortalecer a avaliação e quantificação de características de resposta hidrológica

e distribuição espaço-temporal de recursos hídricos sob diferentes mudanças de uso do solo.”. Além da precipitação, as variações em temperatura também causam impacto adverso na disponibilidade hídrica, segundo Kundzewicz (2008), Pervez e Henebry (2015) e Shrestha *et al.* (2017b) apud Chen *et al.* (2020), o que também pode ser associado à redução de florestas.

No caso de introdução de agricultura, uma mudança comum no uso do solo, e consequentemente de irrigação, regimes de precipitação regional são afetados pela alteração no fluxo evaporativo (DESTOUNI *et al.*, 2013 apud PONETTE-GONZALEZ *et al.*, 2015). Portanto, focar nos fluxos hidrológicos locais para medição e monitoramento resultam em um potencial para melhorar a entrega de serviços hídricos, de acordo com Ponette-Gonzalez *et al.* (2015).

O quadro 4 apresenta um resumo dos impactos negativos nos Serviços Ecossistêmicos Hídricos devido a ações antrópicas, conforme pesquisas anteriormente citadas.

Quadro 4 – Impactos negativos nos Serviços Ecossistêmicos hídricos por ações antrópicas.

AÇÃO ANTRÓPICA	IMPACTOS NEGATIVOS NOS SE HÍDRICOS
Expansão da agricultura ^{1,2,3}	Alteração da resposta de <i>runoff</i> (tempo, magnitude e frequência) Inundação Alteração da recarga de aquífero Alteração de padrões de escoamento Alteração da qualidade da água a jusante Alteração do fluxo evaporativo Alteração dos regimes de precipitação regional
Desmatamento ⁴	Alteração de evapotranspiração Aumento da taxa de deposição de sedimento Alteração na química da água Alteração no escoamento total Alteração no escoamento base Alteração na recarga de água subterrânea
Drenagem artificial ⁵	Aumento de volumes de escoamento Aumento de taxas de escoamento de pico Redução de escoamentos rasos Intensificação de atividades de tempestades locais
Impermeabilização de superfícies ⁶	Prevenção da infiltração Aceleração do <i>runoff</i> superficial

Fonte: Autoria própria, 2022, com base na literatura.

¹ Salman e Martinez (2015).

² Ponette-González *et al.* (2015); Salman e Martinez (2015) apud Ashagre *et al.* (2018).

³ Destouni *et al.* (2013) apud Ponette-Gonzalez *et al.* (2015).

⁴ Biggs *et al.* (2004); Gerten *et al.* (2005); Neill *et al.* (2001); Scanlon *et al.* (2007); Lele (2009) apud Wu *et al.* (2021).

⁵ Hall (1984) apud Sahin e Hall (1996).

⁶ Chen *et al.* (2020).

A partir das literaturas citadas nesta seção, pode-se observar que, para a maioria dos autores, as mudanças no uso e ocupação do solo realmente impactam os serviços ecossistêmicos, inclusive sob o aspecto da redução florestal em serviços envolvendo água, tanto de provisão quanto de regulação e suporte.

4.1.2 A IMPORTÂNCIA DE FLORESTAS E ÁREAS PROTEGIDAS PARA OS SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS

Diversos autores são categóricos em afirmar uma relação entre florestas/áreas preservadas e serviços ecossistêmicos. Bonan (2008 apud RICHIT *et al.*, 2021) afirmou que a importância das florestas já é amplamente difundida no que concerne à manutenção da biodiversidade, à proteção das bacias hidrográficas, ao sequestro de carbono e à mitigação de mudanças climáticas, enquanto Pires e Costa (2013 apud RICHIT *et al.*, 2021) destacaram essa importância para o equilíbrio bioclimático e a manutenção dos níveis de precipitação. Por sua vez, Cao *et al.* (2020) e Miura *et al.* (2015) apud Richit *et al.* (2021) relataram a relevância para qualidade da água, controles de desertificação, inundação e de avalanche, fertilidade do solo, entre outros serviços ecossistêmicos.

É interessante observar que há uma troca constante entre fatores bióticos e abióticos sob a perspectiva dos serviços ecossistêmicos, por exemplo, no caso da manutenção da biodiversidade. Segundo Golding (1970), Měch e Prusinkiewicz (1996), Sheil e Murdiyarso (2009) e Antony e Lal (2013) apud Richit *et al.* (2021, p. 16):

A resposta da biota não é baseada somente em fatores ambientais abióticos, uma vez que a biota também interfere diretamente nos fatores ambientais abióticos, alterando ou potencializando certos padrões, tais como disponibilidade hídrica, humidade e precipitação.

Um incremento de área protegida, mesmo que pequeno, pode prover benefícios associados, tais como um impacto positivo no aumento da qualidade de vida da população, uma vez que estas áreas são importantes provedores de serviços ecossistêmicos, como relatado por Comini *et al.* (2019) a respeito de uma área protegida de Minas Gerais.

A proteção à integridade de formações florestais, enquanto áreas importantes para provisão de serviços ecossistêmicos como madeira, água, recreação, habitat para espécies e sequestro de carbono, foi exemplificada por Rocha (2020), que destacou o papel de Unidades de Conservação (parque e área de proteção ambiental) em uma grande área também em Minas Gerais, no município de Araponga.

Mais um autor que comentou sobre áreas legalmente protegidas e seus serviços ecossistêmicos, a partir de publicações anteriores, foi Campos *et al.* (2021, p. 1):

Áreas protegidas (APs) como os parques nacionais e reservas são cruciais para a manutenção da biodiversidade. Eles conservam o habitat que preserva muitas espécies de extinção (LE SAOUT *et al.*, 2013) assim como proveem serviços ecossistêmicos essenciais para os humanos tais como a manutenção da qualidade do ar e da água, a polinização para a agricultura, e locais para atividades externas (WATSON *et al.*, 2014).

A relação com serviços ecossistêmicos é também explícita na definição dada pela União Internacional para a Conservação da Natureza (UICN) à área protegida (SILVA, 2019, p. 104-105): “[...] um espaço geográfico claramente definido, reconhecido, dedicado e gerenciado, por meio legal ou outro, para atingir a conservação da natureza a longo prazo com serviços ecossistêmicos e valores culturais associados.”.

O estudo realizado por Das *et al.* (2019) trouxe contribuições de outros autores sobre o impacto positivo do ambiente florestal para os diversos serviços ecossistêmicos, a saber:

Florestas são consideradas contribuidores para serviços hidrológicos. Seu papel ecológico em promover infiltração aumenta o teor de umidade do solo e a recarga de água subterrânea, que contribuem para a liberação gradual de água (CALDER, 2002; BRUIJNZEEL, 2004).

A questão das florestas na redução do *runoff* superficial e na manutenção da estabilidade do solo e conseqüentemente aumentando a qualidade da água em termos de carregamento de sedimento foi estabelecida (ILSTEDT *et al.*, 2007; LELE, 2009; VINCENT *et al.*, 2016).

Bacias hidrográficas florestadas são consideradas sistemas hidrológicos estáveis (FAO, 2007) e o processo biofísico da interação floresta-água tem sido estabelecido pelos pesquisadores.

Adicionalmente, coberturas florestais apresentam efeito positivo perceptível na produtividade hídrica, especialmente em uma microescala (BRUIJNZEEL; BREMMER, 1989).

Entretanto, o mesmo estudo informou que, segundo Calder (2002, 2007) e Negi e Joshi (2004), as condições biofísicas da área agem como um forte modificador nos serviços de provisão hídrica de florestas. Desta forma, embora haja um consenso no ‘papel da cobertura florestal a montante em garantir a entrega de água de alta qualidade’, não há o mesmo consenso

em observações como ‘a cobertura florestal a montante confere um efeito positivo nas vazões anuais e sazonais a jusante’, uma vez que eles são dependentes do contexto, especialmente em ecossistemas áridos e semiáridos (MALAGNOUX *et al.*, 2007; VAN DIJK; KEENAN, 2007; TOBELLA *et al.*, 2014; ILSTEDT *et al.*, 2016 apud DAS *et al.*, 2019).

No caso de floresta perene, como a Mata Atlântica, estudos constataram que ela é (SONE *et al.*, 2019, p. 1203):

[...] fortemente correlacionada com a diminuição de *runoff* superficial, contribuindo para infiltração de água para dentro do solo (OLIVEIRA *et al.*, 2015b; TARIGAN *et al.*, 2018) e para a capacidade de armazenamento de água no solo (MARHAENTO *et al.*, 2017b; TARIGAN *et al.*, 2018).

Recentemente, Esquivel *et al.* (2020) publicaram que um importante argumento para a gestão e conservação ecossistêmica é a forte ligação entre biodiversidade e serviços ecossistêmicos. Eles quantificaram a ligação entre a diversidade funcional (DF) – usada como um protocolo de biodiversidade – de diferentes ecossistemas florestais e seus serviços ecossistêmicos de regulação de vazão hídrica (RVH), e concluíram que DF tem uma relação espacial positiva com RVH.

Segundo Guo *et al.* (2000) apud Esquivel *et al.* (2020, p. 2), “A provisão de RVH é o resultado de interações entre vários tipos de ecossistemas que convergem em escala de bacia”. Calder (2002 apud ESQUIVEL *et al.* 2020), explicou que nessa escala qualquer ecossistema pode ser potencialmente importante para a provisão de RVH, mas as florestas são consideradas as principais contribuintes. Citando outros autores, Esquivel *et al.* (2020) detalhou que isso ocorre porque as florestas podem prover grandes estoques de água dentro do solo, segundo Thomas e Nisbet (2007), assim como regular o fluxo de umidade atmosférica, segundo Ellison *et al.* (2017).

De acordo com Chapin *et al.* (2011 apud ESQUIVEL *et al.*, 2020), a DF das florestas, entendida como os tipos de espécies de plantas presentes e suas abundâncias relativas e variações espaciais e temporais, podem influenciar os processos hidrológicos tanto quanto as grandes diferenças no clima ou em materiais de origem dos solos. Neste ponto, é importante o comentário de Turner *et al.* (2013) de que o padrão espacial de uma paisagem (configuração e composição) e seus processos ecológicos estão em constante mudança devido às pressões humanas e, de acordo com Rodríguez-Echeverry *et al.* (2018 apud ESQUIVEL *et al.*, 2020), isto afetar a biodiversidade, e conseqüentemente, a capacidade de uma dada paisagem prover serviços ecossistêmicos essenciais, conforme constatado na seção anterior.

No caso de grande escala, resultados mostraram que houve altos valores para DF no caso de florestas mistas (caducifolia e perene), onde espécies utilizaram estratégias ecológicas diversas e o funcionamento ecossistêmico foi eficiente (DENG *et al.*, 2018; DIAZ; CABIDO, 2001; MASON *et al.*, 2005 apud ESQUIVEL *et al.*, 2020), o que foi ao encontro de vários estudos que relataram que ecossistemas florestais com alta provisão de serviços ecossistêmicos têm alto grau de riqueza com relação à diversidade de espécies e DF (LAVOREL *et al.*, 2011; TURNER *et al.*, 2013 apud ESQUIVEL *et al.*, 2020).

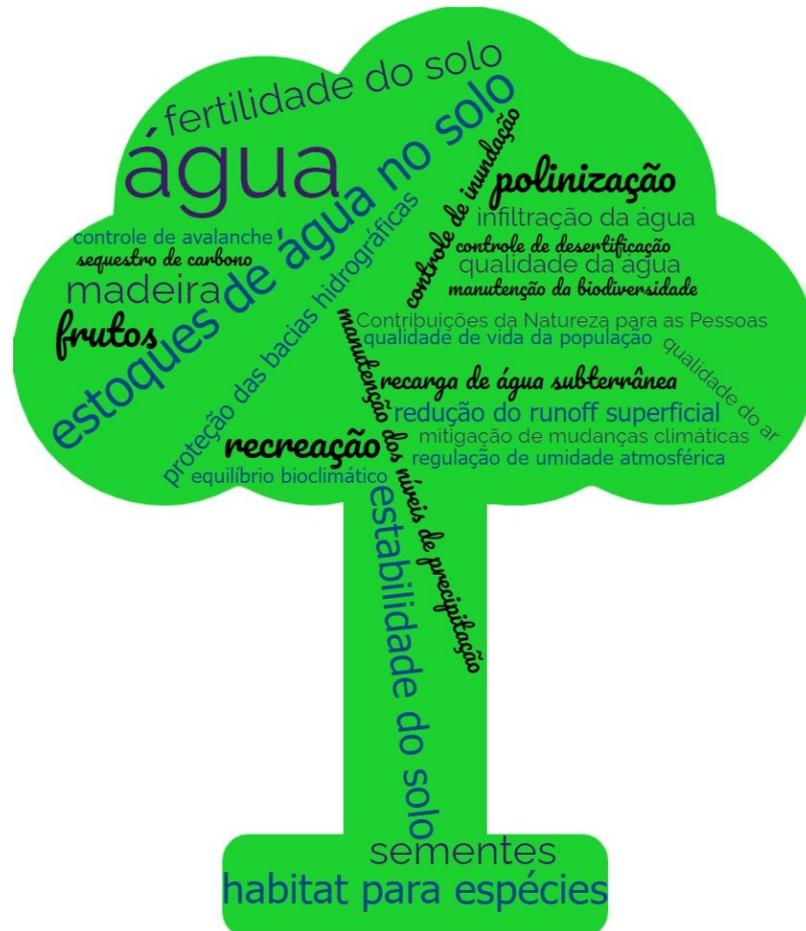
Como prevê o SNUC, já citado anteriormente aqui, os benefícios oferecidos pelas áreas preservadas ultrapassam suas fronteiras, o que foi reconhecido por Hipólito *et al.* (2016) e Small *et al.* (2017) apud Hipólito *et al.* (2019), estendendo-se a fatores financeiros e nas múltiplas dimensões econômico e socioambiental.

Hipólito *et al.* (2019) fizeram um estudo pelo qual combinaram abordagem monetária e não monetária para analisar os serviços de polinização providos por duas áreas protegidas brasileiras na região norte (Serra da Bocaina, Pará) e na região sudeste (Mata do Jambreiro, Minas Gerais) dentro dos biomas Floresta Amazônica e Mata Atlântica, respectivamente. A partir de seus resultados, eles reforçaram declarações anteriores de Watson *et al.* (2018) e Franklin Jr. e Pindyck (2018) de que florestas intactas fornecem Contribuições da Natureza para as Pessoas (CNPs)²² importantes e com alto valor para sociedades e de Nobre *et al.* (2016) de que deveriam ser preservadas como um bem público para futuras gerações.

A figura 5 apresenta uma lista de benefícios que as florestas e áreas preservadas podem proporcionar, incluindo seus serviços ecossistêmicos, identificados a partir das referências citadas anteriormente nesta seção.

²² Conjunto de todas as contribuições da natureza para o bem-estar humano, com base no conceito de serviços ecossistêmicos (nova nomenclatura trazida por *Intergovernmental Science Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services* - IPBES).

Figura 5 – Benefícios proporcionados pelas florestas e áreas preservadas.



Fonte: Autoria própria, 2022.

Sobre esse assunto da associação com a redondeza de áreas preservadas, Perello *et al.* (2012 apud LOPES; VEETIL; SALDANHA, 2021) declararam que qualquer impacto positivo ou negativo nas áreas ao redor podem afetar o interior da unidade e, portanto, faz-se necessária uma gestão adequada das redondezas. Neste sentido, Robinson *et al.* (2013 apud LOPES; VEETIL; SALDANHA, 2021) complementaram que a zona de amortecimento é essencial para a gestão das unidades de conservação e para que o objetivo de proteção do ecossistema naquela região seja realmente alcançado, a partir de medidas de controle do uso dessas áreas ao redor.

Em 2010, quando foi realizada a COP-10 (Conferência das Partes, da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança Climática), traçou-se um Plano Estratégico para Biodiversidade com prazo para 2011-2020. A expectativa era que em 2020 pelo menos 17% das áreas terrestres e águas interiores e 10% de áreas costeiras e marítimas, especialmente áreas de particular importância para biodiversidade e serviços ecossistêmicos, fossem conservados

por meio de sistemas de áreas protegidas, geridos de forma efetiva e equitativa, ecologicamente representativos e bem conectados (CBD, 2010 apud SILVA, 2019). De acordo com dados de Pacheco *et al.* (2018 apud HIPOLITO *et al.*, 2019, p. 8), “No Brasil, áreas protegidas respondem por 2251 unidades que cobrem a área total de 1,54 milhões km²”, o que equivale a cerca de 18% do território nacional. Além delas, a política de proteção ambiental brasileira adota também o Código Florestal Nacional - Áreas de Preservação Permanente (APPs) e Reservas Legais (RLs) (OLIVEIRA *et al.*, 2017).

Entretanto, apesar do Brasil parecer atender à meta da COP-10, a conservação tem sido fortemente ameaçada, já que as áreas protegidas brasileiras estão sofrendo ameaças drásticas com as novas políticas implementadas pela administração brasileira nos últimos anos, principalmente devido ao enfraquecimento de leis ambientais e instituições (ABESSA *et al.*, 2020; FERRANTE; FEARNSSIDE, 2019; LEVIS *et al.*, 2020 apud RIBEIRO *et al.*, 2020), o que coloca em risco esses ambientes protegidos e a biodiversidade dos biomas brasileiros.

Pode-se observar que a importância de florestas e áreas protegidas, tais como as UCs, para os serviços ecossistêmicos perpassa aspectos relevantes como:

- Provisão de água em quantidade e qualidade;
- Escalas de bacia ou maiores;
- Fatores ambientais abióticos;
- Tipos de florestas;
- Diversidade funcional;
- Regulação da vazão hídrica;
- Dimensões econômica e socioambiental;
- Efeitos da redondeza;
- Projeções de áreas protegidas em nível internacional.

Entre as principais referências citadas nesta seção, em ordem crescente de ano de publicação, que foram favoráveis à correlação entre florestas/áreas protegidas e SEs hídricos, destacam-se:

- Bruijnzeel e Bremmer (1989), Calder (2002), Bruijnzeel (2004), Ilstedt *et al.* (2007), FAO (2007), Lele (2009), Vincent *et al.* (2016) apud Das *et al.* (2019);

- Malagnoux *et al.* (2007), Van Dijk e Keenan (2007), Tobella *et al.* (2014), Ilstedt *et al.* (2016) apud Das *et al.* (2019) – informaram que a cobertura florestal a montante não confere necessariamente aumento na quantidade de água a jusante, pois há dependência das condições biofísicas da área, especialmente em ecossistemas áridos e semiáridos;
- Oliveira *et al.* (2015b), Marhaento *et al.* (2017b), Tarigan *et al.* (2018) apud Sone *et al.* (2019) – realizaram estudos na Mata Atlântica;
- Rocha (2020);
- Guo *et al.* (2000), Calder (2002), Thomas e Nisbet (2007), Chapin *et al.* (2011), Ellison *et al.* (2017) apud Esquivel *et al.* (2020);
- Bonan (2008), Miura *et al.* (2015), Cao *et al.* (2020) apud Richit *et al.* (2021);
- Watson *et al.* (2014) apud Campos *et al.* (2021).

Portanto, foram identificadas 24 referências favoráveis à correlação em estudo. Além disso, também merece destaque o fato que 3 referências identificadas relataram esta correlação justamente na Mata Atlântica, ou seja, no mesmo bioma da área de estudo desta pesquisa.

É importante relembrar que, conforme comentado anteriormente, já há um consenso na comunidade científica de que a cobertura florestal a montante é uma garantia para a entrega de água de alta qualidade. Entretanto, foram identificadas 4 referências que relataram que o mesmo não ocorre de forma direta no caso da quantidade de água provida pelas florestas, principalmente em alguns ecossistemas mais secos.

Baseando-se nos aspectos citados e nas referências identificadas, mesmo com alguns contrapontos, pode-se ressaltar que há diversos relatos científicos que mostram que um ambiente protegido, com riquezas florestais, pode ofertar serviços ecossistêmicos de alta relevância relacionados à água.

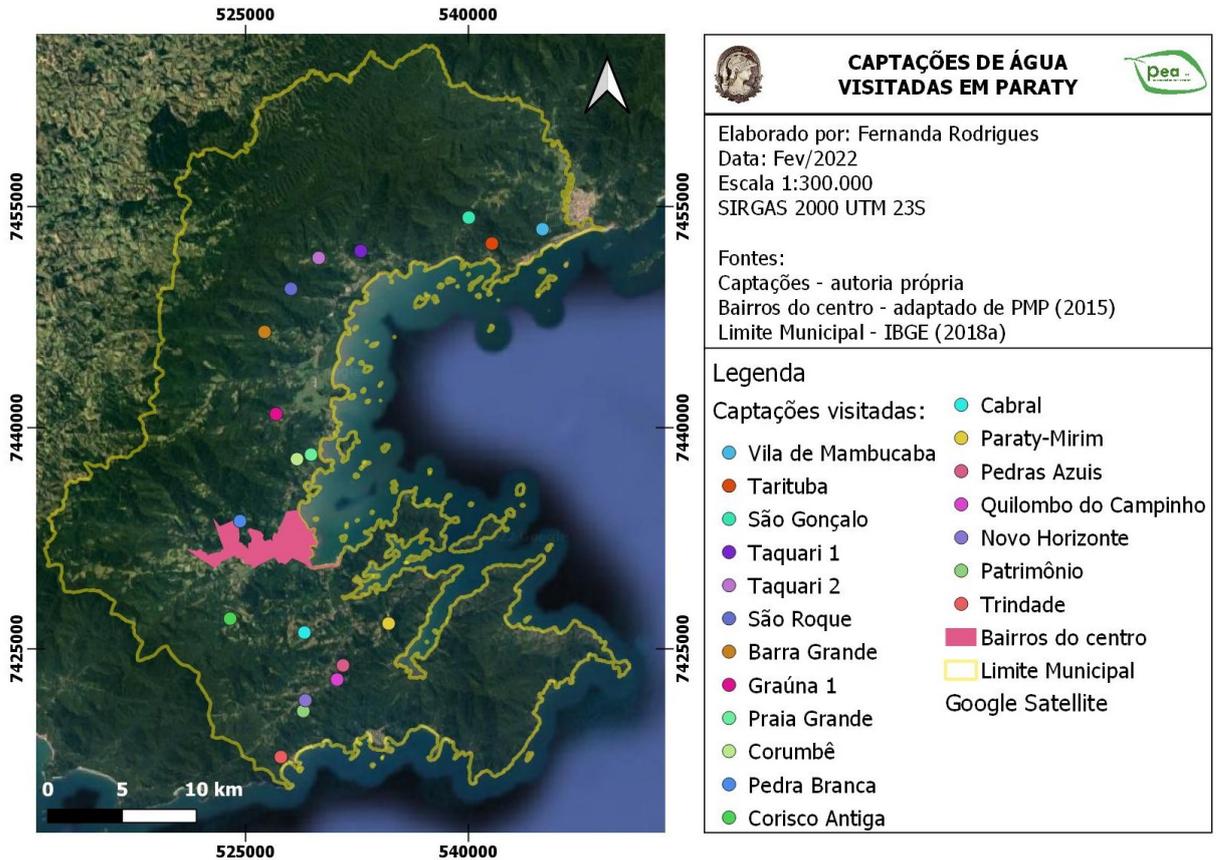
4.2 MAPEAMENTO E ANÁLISE DAS CAPTAÇÕES DE PARATY

4.2.1 CAPTAÇÕES VISITADAS

Os resultados obtidos nas visitas de campo são apresentados a partir da figura 6, ou seja, tomando como partida a espacialização das 19 captações visitadas no território

paratiense²³. A legenda da figura seguiu a ordem das captações de norte (a partir da fronteira com o município de Angra dos Reis) a sul (até a fronteira com o município de Ubatuba).

Figura 6 – Captações visitadas em Paraty.



Fonte: Autoria própria, 2022.

A seguir, pelos quadros 5, 6 e 7, são apresentadas informações gerais obtidas em campo, bem como dados disponibilizados por órgãos ambientais ou órgãos relacionados a recursos hídricos e por análise das condições das captações utilizando-se Sistema de Informação Geográfica (SIG).

²³ Não foi objeto desta pesquisa realizar o levantamento de captações localizadas nas ilhas de Paraty, a não ser aquela que atende à população da Ilha do Araújo, já que é a mesma que abastece a localidade Praia Grande. Entretanto, há informações da PMP/DAE que algumas ilhas já possuem problemas de abastecimento de água, tal como a Ilha do Cedro.

Quadro 5 – Características gerais das captações visitadas e de seus mananciais.

CAPTAÇÃO	ZONA	MANANCIAL ⁽³⁾	REGIME DO MANANCIAL ⁽³⁾	LOCALIDADES ATENDIDAS ⁽⁴⁾	POPULAÇÃO ATENDIDA (HAB.)	VAZÃO MÉDIA (L/S)	TIPO DE CAPTAÇÃO
Vila de Mambucaba	norte	Córrego do Alemão	permanente	Vilas Residenciais da Eletronuclear	ni	19 ⁽⁴⁾	superficial
Tarituba	norte	sn	permanente	Tarituba	ni	± 10 ⁽⁴⁾	superficial
São Gonçalo	norte	sn	temporário	São Gonçalo	ni	± 10 ⁽⁴⁾	superficial
Taquari 1	norte	Rio da Carranca da Usina	permanente	Taquari e Sertão do Taquari	ni	ni	superficial
Taquari 2	norte	Córrego da Fazenda	permanente	Sertão do Taquari	ni	ni	superficial
São Roque	norte	sn	permanente	São Roque	ni	± 20 ⁽⁴⁾	superficial
Barra Grande	norte	Rio da Barra Grande	permanente	Barra Grande	ni	± 28 ⁽⁴⁾	superficial
Graúna 1	norte	Rio da Graúna	permanente	Graúna	ni	± 18 ⁽⁴⁾	superficial
Praia Grande	norte	sn	temporário	Praia Grande e Ilha do Araújo	ni	ni	superficial
Corumbê	norte	sn	temporário	Corumbê	ni	ni	superficial
Pedra Branca	centro ⁽¹⁾	Rio da Pedra Branca	permanente	bairros urbanos e de expansão urbana ⁽⁵⁾	25.000 ^(4,7)	40 ⁽⁴⁾	superficial
Corisco Antiga	centro ⁽²⁾	Rio do Corisquinho	permanente	bairros urbanos ⁽⁶⁾	25.000 ^(4,7)	40 ⁽⁴⁾	superficial
Cabral	sul	sn	temporário	Cabral	ni	ni	superficial
Paraty-Mirim	sul	Córrego do Curupira	permanente	Paraty-Mirim	ni	ni	superficial
Pedras Azuis	sul	Córrego das Carneiras	temporário	Pedras Azuis	ni	ni	superficial
Quilombo do Campinho	sul	Córrego da Olaria	temporário	Quilombo do Campinho	ni	± 10 ⁽⁴⁾	superficial
Novo Horizonte	sul	Córrego da Limeira	temporário	Novo Horizonte e Independência	ni	ni	superficial

Patrimônio	sul	Córrego da Mãe d'Água	permanente	Patrimônio	ni	± 7 ⁽⁴⁾	superficial
Trindade	sul	Córrego da Trindade	permanente	Trindade	ni	ni	superficial

Fonte: Autoria própria, 2022.

sn: sem nome | ni: não informado

¹ Localizada na região norte, mas abastece localidades da região centro.

² Localizada na região sul, mas abastece localidades da região centro.

³ Nomenclatura apresentada por IBGE (2016).

⁴ Informação obtida junto ao gestor da captação.

⁵ Ponte Branca, Jardim Ponte Branca, Pantanal, Vila Princesa Isabel, Condado, Portão Vermelho, Jardim Riviera, Parque Verde, Parque da Mata, Portal de Paraty, Fazenda Santa Edwiges, Jabaquara, Caborê, Pontal, Parque Ypê, Portão de Ferro 1, Chácara, Fátima, Centro Histórico, Vila Colonial, Portão de Ferro 2, Chácara da Saudade, Parque Imperial, Patitiba, Portão de Ferro 3, Parque da Mangueira, Ilha das Cobras, Vila Dom Pedro I, Ribeirinho, Porto Imperial, Boa Vista (nomenclatura de acordo com PMP (2015)).

⁶ Portal de Paraty, Fazenda Santa Edwiges, Jabaquara, Caborê, Pontal, Parque Ypê, Portão de Ferro 1, Chácara, Fátima, Centro Histórico, Vila Colonial, Portão de Ferro 2, Chácara da Saudade, Parque Imperial, Patitiba, Portão de Ferro 3, Parque da Mangueira, Ilha das Cobras, Vila Dom Pedro I, Ribeirinho, Porto Imperial, Boa Vista, Corisco, Coriscão (nomenclatura de acordo com PMP (2015)).

⁷ Valor estimado a partir de dados do Censo 2010, considerando crescimento populacional de 0,133% a.a. e consumo *per capita* de 200 a 250 L/hab.dia.

Quadro 6 – Informações sobre a gestão das captações visitadas.

CAPTAÇÃO	GESTÃO E MANUTENÇÃO	TIPO DE ABASTECIMENTO	PRESEÇA NO PRH-BIG	PRESEÇA NO CNARH 40	OUTORGA
Vila de Mambucaba	Eletronuclear e Normatel	privado	sim ⁽¹⁾	sim ⁽¹⁾	sim
Tarituba	PMP e Conser	público	não	não	não
São Gonçalo	PMP e Conser	público	não	não	não
Taquari 1	PMP e Conser	público	não	não	não
Taquari 2	PMP e Conser	público	não	não	não
São Roque	PMP e Conser	público	não	não	não
Barra Grande	PMP e Conser	público	não	não	não
Graúna 1	PMP e Conser	público	não	não	não
Praia Grande	PMP e Conser	público	não	não	não
Corumbê	PMP e Conser	público	não	não	não
Pedra Branca	CAPY	público	sim ⁽¹⁾	sim ⁽¹⁾	sim
Corisco Antiga	CAPY	público	sim ⁽¹⁾	sim ⁽¹⁾	sim
Cabral	PMP e Conser	público	não	não	não
Paraty-Mirim	PMP e Conser	público	não	não	não
Pedras Azuis	PMP e Conser	público	não	não	não
Quilombo do Campinho	PMP e Conser	público	não	não	não
Novo Horizonte	PMP e Conser	público	não	não	não
Patrimônio	PMP e Conser	público	não	não	não
Trindade	PMP e Conser	público	sim ⁽¹⁾	não	não ⁽²⁾

Fonte: Autoria própria, 2022.

¹ Considerou-se que as coordenadas geográficas apresentadas no PRH-BIG (INEA, 2020d) e/ou CNARH 40 (INEA, 2020e) são bastante próximas das coordenadas medidas em campo.

² Considerou-se que a captação não possuía outorga, pois durante a visita de campo realmente não havia outorga emitida para o a captação com o posicionamento geográfico obtido. Entretanto, já estava em processo um pedido de outorga para atender à localidade de Trindade, a qual foi liberada em setembro de 2021 (ANA, 2021), mas observou-se que as coordenadas geográficas da captação outorgada não se encontravam dentro da incerteza da medição feita em campo e, por isso, todas as informações apresentadas neste estudo sobre a captação de Trindade mantiveram-se relacionadas aos dados primários obtidos.

Quadro 7 – Características estruturais das captações visitadas e condições da redondeza.

CAPTAÇÃO	SITUAÇÃO DA CAPTAÇÃO	CONDIÇÕES DA VEGETAÇÃO LOCAL ⁽¹⁾	ACESSO À CAPTAÇÃO ⁽²⁾	INTERVENÇÕES ANTRÓPICAS NA REDONDEZA ⁽³⁾
Vila de Mambucaba	boa infraestrutura, bombeamento	bastante preservada	trilha curta	estrada de terra, poucas edificações e pastagens
Tarituba	rústica	bastante preservada	trilha média, em aclave, com mata fechada	estrada de terra e algumas edificações
São Gonçalo	bastante rústica	bastante preservada	trilha média, em aclave, com mata fechada	estrada asfaltada e várias edificações
Taquari 1	rústica	bastante preservada	trilha longa, em aclave acentuado, com mata fechada	poucas pastagens
Taquari 2	rústica	bastante preservada	trilha longa, em aclave, com pastagens e mata fechada	várias pastagens
São Roque	rústica	bastante preservada	estrada de terra e trilha média, em aclave, com mata fechada	poucas edificações
Barra Grande	rústica	bastante preservada	trilha média, em aclave, com mata fechada	estrada de terra e poucas pastagens
Graúna 1	rústica	bastante preservada	trilha média, em aclave, com mata fechada	estrada de terra, algumas edificações e várias pastagens
Praia Grande	rústica	bastante preservada	estrada asfaltada e trilha média, em aclave, com mata fechada	estrada asfaltada e de terra e várias edificações
Corumbê	rústica	bastante preservada	trilha longa, em aclave acentuado, com pastagens e mata fechada	poucas edificações e pastagens
Pedra Branca	boa infraestrutura	bastante preservada	trilha curta	estrada asfaltada e de terra, poucas edificações e pastagens
Corisco Antiga	boa infraestrutura	preservada	trilha curta	estrada asfaltada e de terra, várias edificações e pastagens
Cabral	rústica	pouco preservada	trilha curta, com pastagem e mata fechada	estrada asfaltada e de terra, algumas edificações e várias pastagens

Paraty-Mirim	rústica	bastante preservada	trilha média, em aclive, com pastagens e mata fechada	várias pastagens
Pedras Azuis	rústica	bastante preservada	estrada de terra e trilha média, em aclive, com mata fechada	estrada de terra, poucas edificações e pastagens
Quilombo do Campinho	rústica	pouco preservada	trilha curta	estrada de terra, algumas edificações e várias pastagens
Novo Horizonte	rústica	bastante preservada	estrada de terra e trilha média, em declive acentuado, com mata fechada	estrada asfaltada e de terra, algumas edificações e várias pastagens
Patrimônio	rústica	bastante preservada	trilha média, em declive, com mata fechada	estrada asfaltada, poucas edificações e pastagens
Trindade	bastante rústica	bastante preservada	trilha longa, em aclive, com mata fechada	poucas edificações e pastagens

Fonte: Autoria própria, 2022.

- ¹ Verificado em campo, por percepção visual da vegetação predominante no local da captação, bem como em um raio de 50 m da captação por ferramenta de *buffer* no QGIS, observando-se imagem do Google Satellite.
- ² Informação sobre trecho realizado por caminhada. Tipos de trilha: curta (menos de 5 min); média (5 a 20 min); longa (20 a 40 min).
- ³ Verificado em campo, por percepção visual das intervenções antrópicas predominantes nas imediações da captação, bem como em um raio de 500 m da captação por ferramenta de *buffer* no QGIS, observando-se imagem do Google Satellite.

O quadro 5 apresenta as características gerais das captações visitadas e de seus mananciais, com informação de zona de localização (norte, centro ou sul), nome e regime do manancial, localidades atendidas, quantidade da população beneficiada, vazão média captada²⁴ e tipo de captação (superficial ou subterrânea). No total, foram visitadas 10 captações da zona norte, 2 da zona centro (captações que abastecem localidades da zona centro) e 7 da zona sul.

Observou-se que alguns mananciais que abastecem localidades em crescimento nos últimos anos, tais como São Gonçalo, Praia Grande e Pedras Azuis, apresentam regime temporário (classificação dada pelo IBGE), o que deve ser alvo de preocupação. Verificou-se também uma falta de dados a respeito do quantitativo de população atendida pela maioria das captações (todas da zona norte e da zona sul), ou seja, das captações não abastecidas pela PPP e que localizam-se fora da área mais urbanizada.

Observou-se que os dados do quantitativo populacional atendido pelas captações Pedra Branca e Corisco Antiga são iguais, embora fora informado que a primeira abrange as localidades da segunda (bairros urbanos) e mais algumas localidades (bairros de expansão urbana), o que significa que precisa atender maior número de pessoas, portanto, pode haver uma possível inconsistência nestes dados. Há falta de dados quanto à vazão média da maioria das captações (muitas são apenas estimativas).

O quadro 6 apresenta informações relacionadas à gestão da captação, tais como instituição/empresa responsável pela gestão e pela manutenção da captação e tipo de abastecimento (público ou privado). Também são apresentadas as informações que foram pesquisadas a respeito da presença ou não da localização de cada captação no PRH-BIG e no CNARH 40²⁵, bem como se estas captações possuem ou não outorga de direito de uso de água²⁶.

A maior parte das captações estão sob gestão direta do poder público e não possuem outorga. Além disso, poucas são as captações identificadas tanto no PRH-BIG quanto no CNARH 40. Nesse ponto vale comentar que, com relação ao CNARH 40, as únicas captações visitadas que constavam neste cadastro, com pequenas diferenças nas coordenadas geográficas, foram Vila de Mambucaba, Corisco Antiga e Pedra Branca. No caso do PRH-BIG, essas mesmas captações visitadas acrescidas da captação Trindade, também com pequenas diferenças

²⁴ Não foi alvo desta pesquisa analisar se a vazão de captação atende às necessidades da população de cada localidade.

²⁵ Na verificação da presença ou não de cada captação no CNARH 40 foram consideradas apenas captações cujo tipo de autorização constava como “Outorgado” ou “Uso Insignificante”.

²⁶ Embora sejam temas transversais, não foi foco desta pesquisa adentrar em questões detalhadas sobre os instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos relacionados, tais como o Plano de Recursos Hídricos, o enquadramento dos corpos de água, a outorga do direito de uso de recursos hídricos e a cobrança pelo uso destes recursos, nem mesmo realizar uma análise do cadastro de usuários de água do município de Paraty.

geográficas, foram apresentadas. Ainda quanto às captações que constam no PRH-BIG, outras que constam no referido documento foram visitadas (São Gonçalo, Taquari, Barra Grande e Graúna 1), mas observou-se um deslocamento espacial delas para cotas superiores, conforme explicado pela PMP/DAE²⁷.

O quadro 7 apresenta características das captações observadas durante as visitas, em termos de situação da infraestrutura da captação, condições da vegetação no local, acesso à captação por trilha e intervenções antrópicas na redondeza.

Observou-se que a maior parte das captações apresenta estrutura rústica e que em apenas duas delas as condições da vegetação local são de pouca preservação. O acesso realizado por trilha (já nas proximidades das captações) é em geral íngreme e com mata fechada, o que de certa forma evita a presença de pessoas e a degradação da qualidade da água localmente. Entretanto, nas redondezas de várias captações já se observa o avanço de pastagens e algumas características de urbanização (estradas e edificações).

A situação rústica das captações de gestão direta da PMP é precária do ponto de vista do fornecimento do serviço. A adução^{28,29} fica vulnerável³⁰, sujeita às intempéries, à pressão externa do curso da água, à passagem de animais, a folhas e galhos, etc. Também há questões relacionadas à segurança dos funcionários de manutenção, dadas essas condições de trabalho com estrutura rústica. Além disso, o acesso livre ao local da captação e a falta de placas e avisos permitem a presença de pessoas que podem comprometer a qualidade da água e danificar os

²⁷ Não foi foco desta pesquisa verificar e comparar dados de referências mais antigas como o PMSB (UERJ, 2011), mas sim de referências mais recentes, como o PRH-BIG (INEA, 2020d), lançado em março de 2020, e o CNARH 40 (INEA, 2020e), com dados atualizados em novembro de 2020. Entretanto, é importante registrar que a PMP/DAE informou que várias captações identificadas anteriormente foram deslocadas para cotas superiores nos últimos anos, pois houve aumento da população em cotas acima de sua localização e/ou em áreas de seu entorno, o que demandou melhor qualidade e maior pressão da água a ser entregue aos moradores, como foi o caso das captações São Gonçalo, Taquari 2, São Roque, Barra Grande, Graúna 1 e Pedras Azuis.

²⁸ Não foi foco desta pesquisa obter detalhes das tubulações de adução das captações visitadas, tais como tipo de material, diâmetro e extensão. Entretanto, ao longo de diversas trilhas, observou-se que várias tubulações encontravam-se escoradas nos próprios elementos naturais dos locais (em pedras, galhos, troncos ou mesmo no chão) e por vezes estavam até envergadas. Foi informado pela Conser que o tipo de tubo utilizado na maioria das aduções permite estas envergaduras. Além disso, informaram que é comum fazerem alguns pequenos furos na tubulação ao longo da adução para aliviar a pressão interna devido à força da água.

²⁹ A PMP/DAE informou que em várias localidades os diâmetros das tubulações são reduzidos ao longo da adução, a fim de permitir que a água chegue com maior pressão às edificações, uma vez que não há sistema de bombeamento em nenhuma das captações de sua gestão.

³⁰ Não necessariamente apenas com aduções sob gestão pública. Durante a visita de campo à captação da localidade Vila de Mambucaba, foi informado pela empresa responsável por sua manutenção que há algum tempo são observadas em determinados locais ao longo da adução ações de supressão de vegetação e desbaste de encostas para retirada ilegal de saibro, o que pode tornar o solo vulnerável e, conseqüentemente, incorrer em um comprometimento da integridade da adução. Vale comentar que locais como esses foram realmente observados ao longo do acesso a essa captação e igualmente na visita à localidade Prainha de Mambucaba.

materiais utilizados e os equipamentos básicos de desinfecção³¹. Por outro lado, do ponto de vista ambiental, essa situação rústica da captação e a falta de barreiras ao acesso conferem menor intervenção por elementos antrópicos no ambiente natural do manancial.

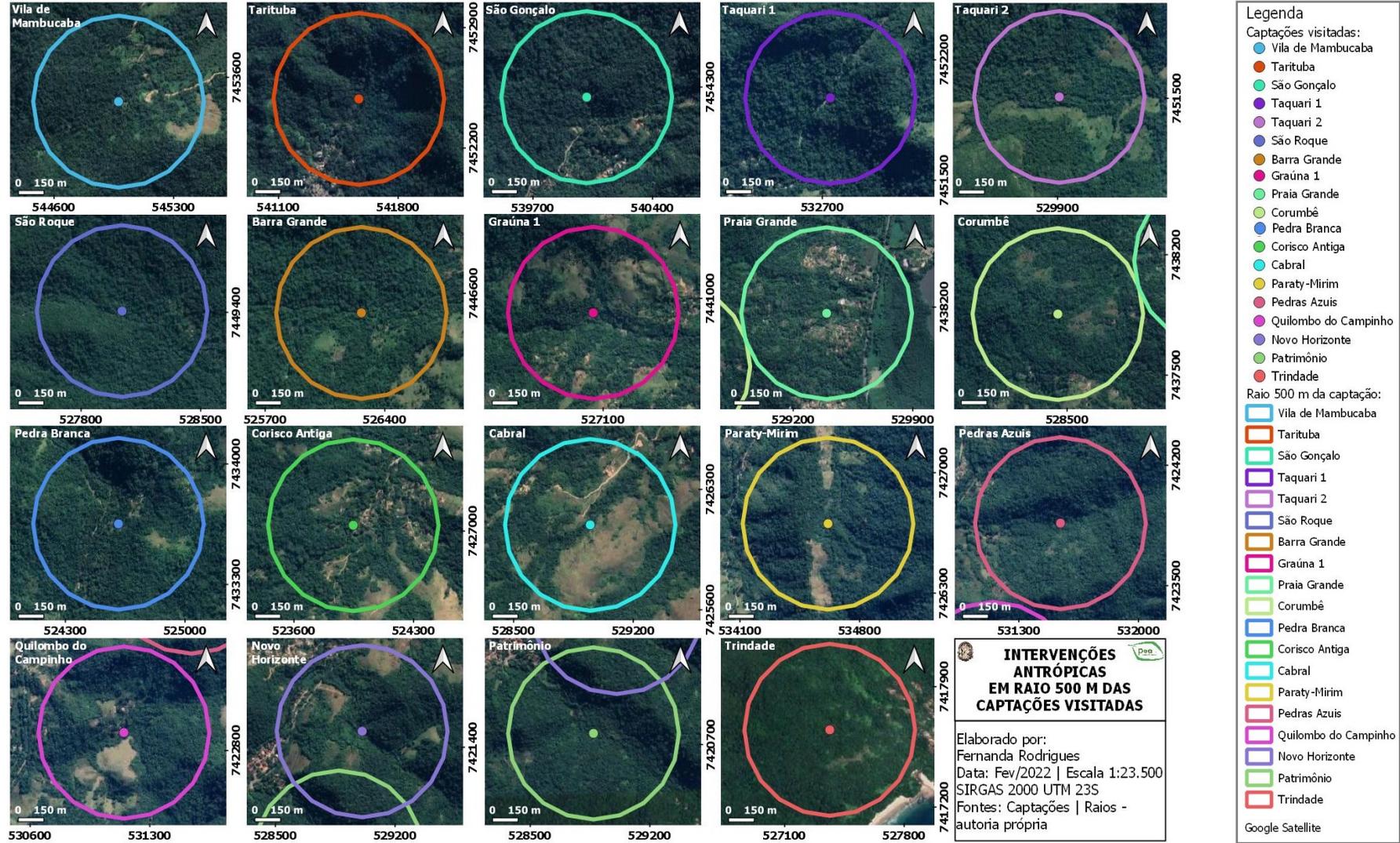
Ainda quanto à situação das captações sob gestão direta da PMP, embora tenha-se verificado a presença de barramentos e tratamentos básicos como gradeamento, desarenação e/ou desinfecção na maioria delas, observou-se que eles também são bastante precários, muitas vezes improvisados com materiais do próprio local (pedras, galhos, troncos, etc) ou outros que não são adequados e eficazes (telas simples, cordas, fios, caixas d'água de tamanho reduzido para o volume de água e até filtro motor de caminhão). Foi informado pela PMP/DAE que os dispositivos de desinfecção não passam por manutenção constante e as pastilhas de cloro não são repostas com frequência, o que torna o tratamento de desinfecção ineficaz.

Aliado ao fato de que são várias as captações sob gestão direta da PMP e que elas se encontram dispersas no território, é relevante comentar que estão localizadas basicamente em áreas rurais e, em geral, o acesso é difícil, o que prejudica a regularidade da manutenção tanto da própria captação quanto das estruturas para o tratamento básico da água e dos reservatórios. Além disso, o corpo técnico e operacional é reduzido e precisa revezar-se para atender às ordens de serviços cotidianas e emergenciais. Dadas essas dificuldades, por diversas vezes, são os próprios moradores que precisam tomar algumas medidas para não ficarem desprovidos de água até a equipe de manutenção atendê-los, como por exemplo desobstruir a tubulação devido à queda de folhas e galhos nos barramentos das captações.

Na figura 7 são apresentados os mapas da redondeza de cada captação (raio de 500 m) para evidenciar as intervenções antrópicas, conforme indicado no quadro 7.

³¹ Houve relatos da PMP/DAE ao longo das visitas de que estes itens são avariados com frequência, dependendo da localidade, e as pastilhas de cloro no interior deles são por vezes retiradas, pois há muitos moradores que alegam ter receio do uso de cloro para tratamento da água.

Figura 7 – Intervenções antrópicas em raio de 500 m de cada captação visitada em Paraty.



Fonte: Autoria própria, 2022.

Pelos mapas apresentados na figura 7, fica claro que as redondezas de Graúna 1, Praia Grande, Corisco Antiga, Cabral, Paraty-Mirim, Quilombo do Campinho e Novo Horizonte apresentam maior grau de uso do solo e, portanto, são áreas que requerem mais atenção quanto às medidas necessárias para conter o avanço antrópico em direção às captações. Isso significa que é de suma importância que haja não só o manejo florestal adequado nas redondezas das captações, inclusive no sentido de recuperação das áreas já degradadas, mas também que existam medidas governamentais de controle da ocupação do solo, tais como o zoneamento municipal, com efetiva fiscalização, para impedir que intervenções antrópicas diversas, cada vez mais próximas das captações, possam comprometer a qualidade ambiental da microbacia e, conseqüentemente, o melhor aproveitamento dos recursos hídricos.

Vale comentar que a redondeza da captação Cabral encontra-se bastante degradada, com pouca mata ciliar. A legislação ambiental brasileira, por si só, já deveria assegurar a preservação ao redor do manancial, pelo estabelecimento de APP nas faixas marginais de curso d'água, definida claramente no Código Florestal Brasileiro – Lei nº 12.651/2012 (BRASIL, 2012). Entretanto, no caso do Cabral, verificou-se pela análise do raio de 50 m da captação que essa faixa marginal não atinge os necessários 30 m de preservação estabelecidos pela referida lei.

O quadro 8 apresenta as características relacionadas à localização das captações como suas coordenadas geográficas, faixa de altitude e o raio de distância em relação às UCs e/ou UC onde se localiza, assim como informações se há ou não presença de reservatório e de algum tipo de tratamento da água captada.

Verificou-se que as captações encontram-se em sua maioria em cotas superiores a 100 m, chegando à marca de 340 m para o caso da captação do Corumbê.

Quanto à localização das captações em relação às UCs, pode-se dizer que: na zona norte a maioria apresenta-se nas proximidades do PNSB (em distância até cerca de 500 m); na zona centro uma das captações localiza-se distante quase 1,5 km do PNSB enquanto a outra está localizada dentro da APA de Cairuçu e nas proximidades (a menos de 200 m) do PNSB; na zona sul todas localizam-se dentro da APA de Cairuçu, porém a maioria está relativamente longe do PNSB, com exceção da captação da Trindade que localiza-se dentro deste parque, ou seja, é a única das captações visitadas que encontra-se em UC de Proteção Integral. Mais adiante, será apresentada a espacialização das captações visitadas com relação às UCs para melhor ilustrar estas distâncias.

Quadro 8 – Informações geográficas das captações visitadas e existência de tratamento da água e reservatórios.

CAPTAÇÃO	COORDENADAS GEOGRÁFICAS LONG. E LAT. ⁽¹⁾ (M)	ALTITUDE ⁽²⁾ (M)	RAIO DE DISTÂNCIA À UC E/OU UC ONDE SE LOCALIZA ⁽³⁾	TRATAMENTO DA ÁGUA	RESERVA-TÓRIO
Vila de Mambucaba	544978 e 7453458	30 a 40	± 456 m do PNSB	ETA	sim
Tarituba	541570 e 7452485	70 a 80	± 207 m do PNSB	gradeamento e desinfecção	sim
São Gonçalo	540014 e 7454241	120 a 130	± 113 m do PNSB	desinfecção	sim
Taquari 1	532746 e 7451978	120 a 130	± 155 m do PNSB	não	não
Taquari 2	529910 e 7451508	150 a 160	± 193 m do PNSB	não	não
São Roque	528040 e 7449406	190 a 200	± 24 m do PNSB	gradeamento e desinfecção	sim
Barra Grande	526264 e 7446485	170 a 180	± 574 m do PNSB	desinfecção	sim
Graúna 1	527042 e 7440916	140 a 150	± 505 m do PNSB	gradeamento e desarenação	sim
Praia Grande	529395 e 7438164	40 e 50	± 1.276 m do PNSB	não	sim
Corumbê	528447 e 7437855	330 a 340	± 482 m do PNSB	gradeamento	sim
Pedra Branca	524610 e 7433651	100 a 110	± 1.475 m do PNSB	ETA	sim
Corisco Antiga	523947 e 7427033	130 a 140	APA de Cairuçu e ± 158 m do PNSB	ETA	sim
Cabral	528948 e 7426093	110 a 120	APA de Cairuçu e ± 1.350 m do PNSB	gradeamento	não
Paraty-Mirim	534616 e 7426704	160 a 170	APA de Cairuçu	desarenação	não
Pedras Azuis	531543 e 7423863	140 a 150	APA de Cairuçu	gradeamento e desarenação	não
Quilombo do Campinho	531149 e 7422905	130 a 140	APA de Cairuçu	gradeamento, desarenação e desinfecção	sim
Novo Horizonte	529007 e 7421494	120 a 130	APA de Cairuçu	não	não
Patrimônio	528870 e 7420765	160 a 170	APA de Cairuçu	desinfecção	sim
Trindade	527365 e 7417649	60 a 70	APA de Cairuçu e PNSB	gradeamento, desarenação e pré-filtragem	sim

Fonte: Autoria própria, 2022.

¹ Dado obtido pelo aplicativo gratuito para celular GPS Essentials, Datum SIRGAS.

² Dado obtido a partir das curvas de nível apresentadas por IBGE (2018b).

³ Verificado por sobreposição de camadas e por ferramentas de linha e *buffer* no QGIS.

Avaliando-se ainda os dados do quadro 8, observou-se que são poucas as captações cuja água é direcionada para tratamento em ETAs, sendo que a maioria passa apenas por um tratamento básico ou mesmo não apresenta tratamento. Quanto aos reservatórios, a maioria das captações apresenta algum tipo de estrutura em sua sequência para reservar a água.

O detalhamento das informações dos quadros 5 a 8 para cada captação são apresentadas no apêndice 1.

Em visita à Prainha de Mambucaba, obteve-se a informação de que a PMP/DAE não é responsável pelas captações da localidade. Por meio de contato com representante da associação de moradores, foi informado que os próprios residentes instalaram três captações no passado e que a manutenção delas é feita desde então por um único morador. Também foi informado que a vazão de água em todas essas captações é baixa para atender à população local³², a qual ocupa cerca de 2.500 residências e aumenta em alta temporada. Houve relatos de que a falta de água é constante e que os moradores e pousadas frequentemente precisam contratar caminhão-pipa para suprir a demanda. Não foi possível realizar visita a essas captações, pois o morador que realiza as manutenções não se encontrava na localidade no dia agendado. Todos esses fatores refletem a vulnerabilidade da oferta hídrica para essa localidade.

Durante esta etapa de campo, foram visitadas duas futuras captações da PMP/DAE, a saber: Mato Dentro, para abastecer a localidade Mato Dentro, na zona do centro, com vazão estimada de 20 L/s, aproveitando dois barramentos já construídos e que ficam em uma área particular, com previsão também de instalação de um reservatório em um local próximo da captação; Pedras Azuis (nº 2), para complementar o abastecimento da localidade Pedras Azuis, com vazão estimada de 8 L/s, para atendimento a 115 residências (cerca de 483 pessoas) – possivelmente atenderá também à localidade Pedreira e a entrada da localidade Paraty-Mirim. Além disso, foi informado pela PMP/DAE que está em processo de instalação uma nova captação na Graúna para abastecer as localidades Graúna, Água Boa, Praia Grande e Ilha do Araújo, que terá vazão de 26,7 L/s, contando com 8 km de adução, para abastecer 2.146 pessoas. Está previsto também nova captação e o aproveitamento de antigo reservatório instalado pela FUNASA (Fundação Nacional de Saúde) nas proximidades da localidade Campinho.

Foi observado em campo que as captações cujos mananciais apresentavam disponibilidade hídrica mais expressiva eram³³: Mambucaba, Taquari 1, Taquari 2, São Roque

³² Nos últimos cinco anos, a localidade Prainha de Mambucaba vêm passando por um crescimento acelerado, inclusive ocupando uma das margens da rodovia BR-101 que antes era apenas coberta por vegetação.

³³ Não foi foco desta pesquisa apresentar dados quantitativos de disponibilidade hídrica específicos dos mananciais das captações visitadas.

(devido a uma transposição), Barra Grande, Graúna 1, Pedra Branca, Pedras Azuis e Trindade. Por outro lado, observou-se que as captações cujos mananciais apresentavam disponibilidade hídrica menos expressiva e, conseqüentemente, vazão ecológica aparentemente comprometida eram: Praia Grande, Corumbê, Cabral e Paraty-Mirim. Vale ressaltar que o regime dos mananciais que atendem às captações São Gonçalo, Praia Grande, Corumbê, Cabral, Pedras Azuis, Quilombo do Campinho e Novo Horizonte foi classificado por IBGE (2016) como temporário, o que pode agravar ainda mais a situação da oferta de água das captações Praia Grande, Corumbê e Cabral.

Embora várias captações ao longo do território foram mapeadas, a PMP/DAE informou que havia outras sob sua gestão (algumas delas serão apresentadas ainda nesta pesquisa) e muitas outras captações individuais não legalizadas, que provavelmente seriam classificadas como “uso insignificante” para fins de outorga. Faz-se necessário um estudo futuro sobre essas captações individuais, inclusive pelo fato de que juntas podem comprometer a disponibilidade hídrica, dependendo da bacia em que se encontram.

A seguir, é apresentado o registro fotográfico das visitas às captações (figuras 8 a 26).

Figura 8 – Captação Vila de Mambucaba.



Trilha, cachoeira e barramento.

Fonte: Autoria própria, 2021.

Figura 9 – Captação Tarituba.



Trilha, barramento e detalhe do barramento.

Fonte: Autoria própria, 2021.

Figura 10 – Captação São Gonçalo.



Cachoeira, barramento e tubulação.

Fonte: Autoria própria, 2021.

Figura 11 – Captação Taquari 1.



Trilha, cachoeira e tubulação.

Fonte: Autoria própria, 2021.

Figura 12 – Captação Taquari 2.



Trilha, rio e barramento.

Fonte: Autoria própria, 2021.

Figura 13 – Captação São Roque.



Barramento, transposição e tubulação.

Fonte: Autoria própria, 2021.

Figura 14 – Captação Barra Grande.



Cachoeira, barramento e tubulação.

Fonte: Autoria própria, 2021.

Figura 15 – Captação Graúna 1.



Cachoeira e barramento.

Fonte: Autoria própria, 2021.

Figura 16 – Captação Praia Grande.



Trilha, barramentos e tubulação.

Fonte: Autoria própria, 2021.

Figura 17 – Captação Corumbê.



Trilha, barramento e tubulação.

Fonte: Autoria própria, 2021.

Figura 18 – Captação Pedra Branca.



Rio, barramento, tubulação e plataforma de acesso.

Fonte: Autoria própria, 2021.

Figura 19 – Captação Corisco Antiga.



Trilha, barramento, tubulação e plataforma de acesso.

Fonte: Aatoria própria, 2021.

Figura 20 – Captação Cabral.



Trilha, barramento e tubulação.

Fonte: Aatoria própria, 2021.

Figura 21 – Captação Paraty-Mirim.



Trilha, barramento e tubulação.

Fonte: Aatoria própria, 2021.

Figura 22 – Captação Pedras Azuis.



Trilha, cachoeira, barramento e tubulação.

Fonte: Autoria própria, 2021.

Figura 23 – Captação Quilombo do Campinho.



Barramento e tubulação.

Fonte: Autoria própria, 2021.

Figura 24 – Captação Novo Horizonte.



Rio, barramento e tubulação.

Fonte: Autoria própria, 2021.

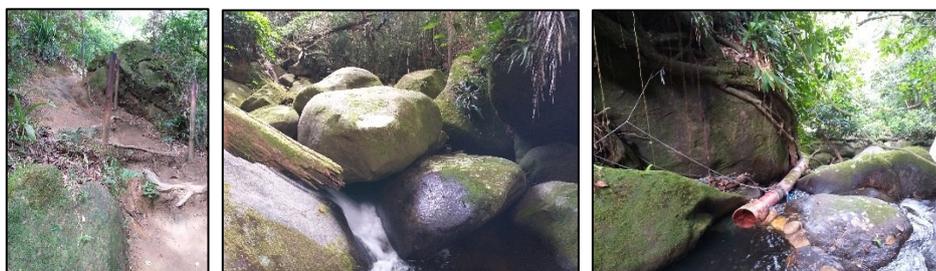
Figura 25 – Captação Patrimônio.



Cachoeira, barramento e tubulação.

Fonte: Autoria própria, 2021.

Figura 26 – Captação Trindade.



Trilha, cachoeira, barramento e tubulação.

Fonte: Autoria própria, 2021.

As fotos apresentadas evidenciam a situação das captações descritas anteriormente, bem como algumas de suas trilhas. Em várias das trilhas percorridas, foi necessário adentrar a mata e percorrer caminhos íngrimes, por vezes lameados e com bastantes pedras e materiais que caíam das próprias árvores. As fotos das captações de Tarituba, Taquari 1 e Trindade ilustram isso. Quanto às captações, a maioria apresenta estrutura rústica, tanto do barramento quanto da adução, inclusive com diversos improvisos, como é o caso de Corumbê, Cabral e Novo Horizonte. As captações de Vila de Mambucaba, Pedra Branca e Corisco Antiga, por outro lado, já possuem melhor infraestrutura. Quanto à presença de vegetação no local, podem ser destacadas, por exemplo, São Roque, Barra Grande e Pedras Azuis, pela boa preservação.

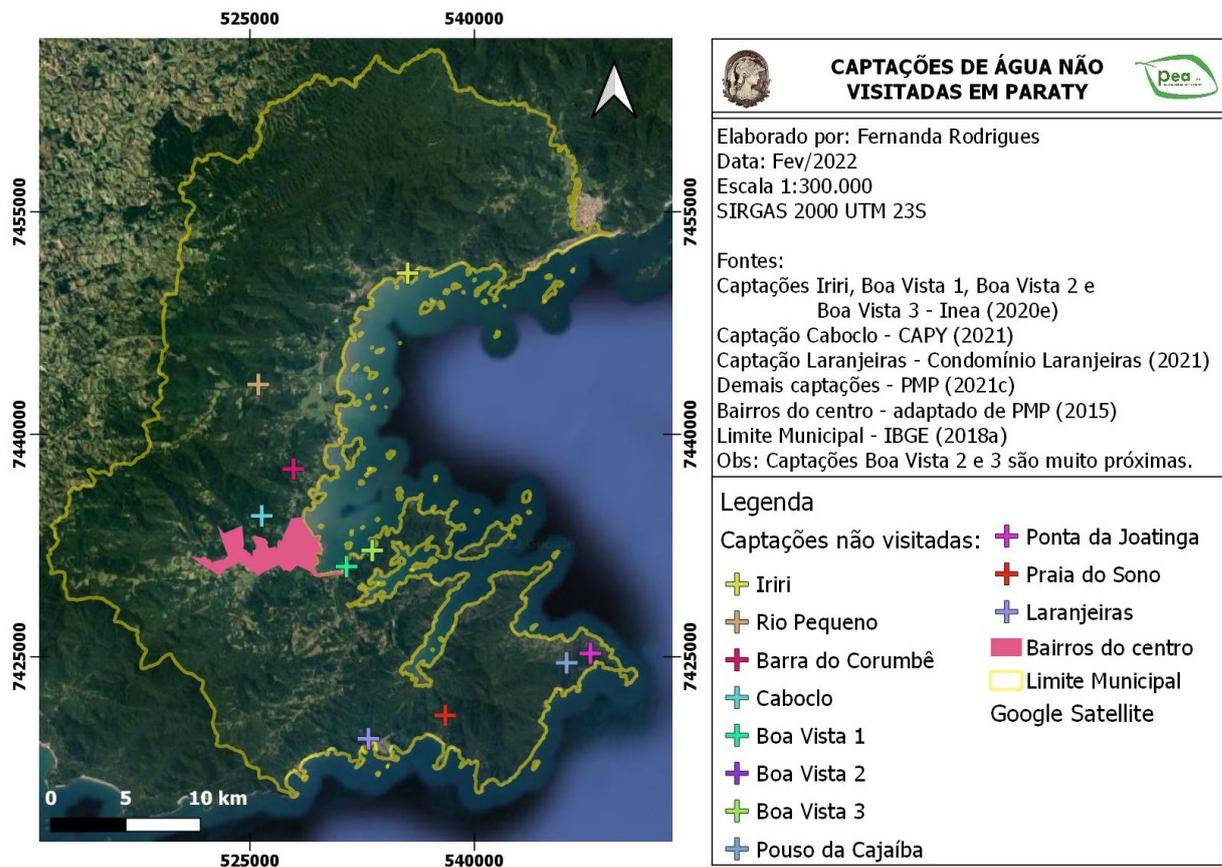
4.2.2 CAPTAÇÕES NÃO VISITADAS

Para contemplar de forma ampla as captações de abastecimento humano no território de Paraty, foram obtidas informações sobre outras captações em que não foi possível realizar o

acompanhamento em campo junto à PMP/DAE (PMP, 2021c). Ademais, outras captações existentes no território foram identificadas por dados do CNARH 40 (INEA, 2020e), da CAPY (2021) e do Condomínio Laranjeiras (2021).

A figura 27 apresenta a espacialização das 11 captações não visitadas no território paratiense³⁴, sendo 3 da zona norte, 4 da zona centro (captações que abastecem localidades da zona centro) e 4 da zona sul. A legenda da figura seguiu a ordem das captações de norte (a partir da fronteira com o município de Angra dos Reis) a sul (até a fronteira com o município de Ubatuba).

Figura 27 – Captações não visitadas em Paraty.



Fonte: Autoria própria, 2022.

Os quadros 9, 10, 11 e 12 apresentam as informações acerca dessas captações não visitadas. Na figura 28 são apresentados os mapas da redondeza dessas captações (raio de 500 m) para evidenciar as intervenções antrópicas, conforme indicado no quadro 11.

³⁴ Por uma questão de escala, a captação Boa Vista 3 encontram-se sobreposta à captação Boa Vista 2, pois são muito próximas.

Quadro 9 – Características gerais das captações não visitadas e de seus mananciais.

CAPTAÇÃO	ZONA	MANANCIAL	REGIME DO MANANCIAL	LOCALIDADES ATENDIDAS	POPULAÇÃO ATENDIDA (HAB.)	VAZÃO MÉDIA (L/S)	TIPO DE CAPTAÇÃO
Iriri	norte	nd ⁽³⁾	nd	propriedade particular na localidade Iriri ⁽⁸⁾	ni	0,25 ^(8,13)	superficial
Rio Pequeno	norte	Rio Pequeno ⁽⁴⁾	permanente ⁽⁴⁾	Rio Pequeno ⁽⁹⁾	ni	ni	superficial
Barra do Corumbê	norte	sn ⁽⁴⁾	temporário ⁽⁴⁾	Barra do Corumbê ⁽⁹⁾	ni	ni	superficial
Caboclo	centro ⁽¹⁾	sn ⁽⁴⁾	temporário ⁽⁴⁾	Pontal e Jabaquara, além do Centro Histórico (em momentos de manutenção do sistema) ⁽¹⁰⁾	ni	20 ⁽¹⁰⁾	superficial
Boa Vista 1	centro ⁽²⁾	na	na	propriedade particular na localidade Boa Vista ⁽⁸⁾	ni	1,90 ^(8,14)	subterrânea
Boa Vista 2	centro ⁽²⁾	na	na	propriedade particular na localidade Boa Vista ⁽⁸⁾	ni	0,28 ^(8,14)	subterrânea
Boa Vista 3	centro ⁽²⁾	na	na	propriedade particular na localidade Boa Vista ⁽⁸⁾	ni	0,28 ^(8,14)	subterrânea
Pouso da Cajaíba	sul	nd ⁽⁵⁾	nd	Pouso da Cajaíba ⁽⁹⁾	ni	ni	superficial
Ponta da Joatinga	sul	nd ⁽⁶⁾	nd	Ponta da Joatinga ⁽⁹⁾	ni	ni	superficial
Praia do Sono	sul	nd ⁽⁷⁾	nd	Praia do Sono ⁽⁹⁾	ni	ni	superficial
Laranjeiras	sul	Córrego da Toca do Boi ⁽⁴⁾	permanente ⁽⁴⁾	Condomínio Laranjeiras e parte da Vila Oratório ⁽¹¹⁾	ni ⁽¹²⁾	17,41 ^(11,14)	superficial

Fonte: Autoria própria, 2022.

nd: não determinado | sn: sem nome | na: não se aplica | ni: não informado

¹ Localizada na região norte, mas abastece localidades da região centro.

² Localizada na região sul, mas abastece localidades da região centro.

³ O rio mais perto fica a um raio de cerca de 65 m de distância.

⁴ Nomenclatura apresentada por IBGE (2016).

⁵ O rio mais perto fica a um raio de cerca de 220 m de distância.

⁶ O rio mais perto fica a um raio de cerca de 210 m de distância.

⁷ O rio mais perto fica a um raio de cerca de 125 m de distância.

⁸ Informação do CNARH 40 obtida de Inea (2020e).

⁹ Informação fornecida por PMP (2021c).

¹⁰ Informação fornecida por CAPY (2021).

¹¹ Informação fornecida por Condomínio Laranjeiras (2021).

¹² Foi informado pelo gestor da captação que além das casas do condomínio, inicialmente eram atendidas 20 casas da Vila Oratório, mas atualmente são atendidas cerca de 130 casas. A Vila Oratório também possui captações individuais.

¹³ Vazão igual à vazão máxima instantânea declarada na Certidão Ambiental.

¹⁴ Vazão igual à vazão média declarada na Outorga.

Quadro 10 – Informações sobre a gestão das captações não visitadas.

CAPTAÇÃO	GESTÃO E MANUTENÇÃO	TIPO DE ABASTECIMENTO	PRESEÇA NO PRH-BIG	PRESEÇA NO CNARH 40	OUTORGA
Iriri	Cesar Augusto Moser Coelho da Fonseca	privado	não	sim	na ^(2,3)
Rio Pequeno	PMP e Conser	público	não	não	não
Barra do Corumbê	PMP e Conser	público	não	não	não
Caboclo	CAPY	público	não ⁽¹⁾	não	não
Boa Vista 1	Amyr Klink Planejamentos e Pesquisa Ltda.	privado	não	sim	OUT N° IN038153, de 02/01/2017, válida até 29/12/2021 ⁽²⁾
Boa Vista 2	Regimar Comercial S.A.	privado	não	sim	OUT N° IN018128, de 09/11/2011, válida até 09/11/2016 ^(2,4)
Boa Vista 3	Regimar Comercial S.A.	privado	não	sim	OUT N° IN018128, de 09/11/2011, válida até 09/11/2016 ^(2,4)
Pouso da Cajaíba	PMP e Conser	público	não	não	não
Ponta da Joatinga	PMP e Conser	público	não	não	não
Praia do Sono	PMP e Conser	público	não	não	não
Laranjeiras	Condomínio Laranjeiras	privado	sim	sim	OUT N° IN037427, de 09/11/2016, válida até 09/11/2021 ⁽²⁾

Fonte: Autoria própria, 2022.

na: não se aplica

¹ Esta captação consta no PRH-BIG, mas com coordenadas geográficas localizadas no reservatório do Caborê, portanto, não foi considerada a presença desta captação neste plano.

² Informação obtida de Inea (2021c).

³ Por ser classificada como "Uso insignificante", só possui Certidão Ambiental - CA N° IN019489, de 02/05/2012, validade indeterminada.

⁴ Não foi encontrada licença mais recente em Inea (2021c).

Quadro 11 – Características das condições locais e da redondeza das captações não visitadas.

CAPTAÇÃO	CONDIÇÕES DA VEGETAÇÃO LOCAL	INTERVENÇÕES ANTRÓPICAS NA REDONDEZA
Iriri	nd	nd
Rio Pequeno	bem preservada ⁽¹⁾	estrada de terra, poucas edificações e pastagens ⁽²⁾
Barra do Corumbê	bem preservada ⁽¹⁾	poucas edificações e pastagens ⁽²⁾
Caboclo	bem preservada ⁽¹⁾	não identificadas ⁽²⁾
Boa Vista 1	na	na
Boa Vista 2	na	na
Boa Vista 3	na	na
Pouso da Cajaíba	nd	nd
Ponta da Joatinga	nd	nd
Praia do Sono	nd	nd
Laranjeiras	bem preservada ⁽¹⁾	algumas edificações ⁽²⁾

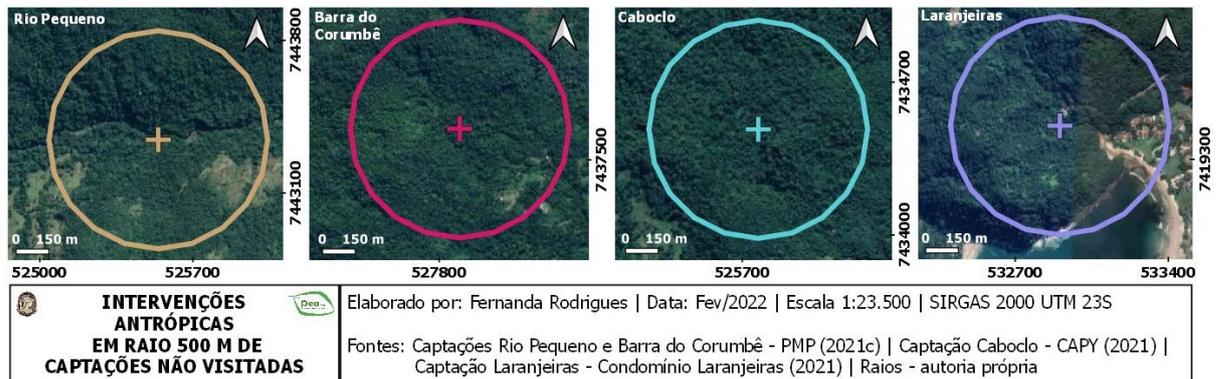
Fonte: Autoria própria, 2022.

nd: não determinado | na: não se aplica

¹ Verificado em um raio de 50 m da captação por ferramenta de *buffer* no QGIS, observando-se imagem do Google Satellite.

² Verificado em um raio de 500 m da captação por ferramenta de *buffer* no QGIS, observando-se imagem do Google Satellite.

Figura 28 – Intervenções antrópicas em raio de 500 m de captações não visitadas em Paraty.



Legenda			
Captações não visitadas:			
+	Rio Pequeno	+	Barra do Corumbê
+	Caboclo	+	Laranjeiras
Raio 500 m da captação:			
	Rio Pequeno		Barra do Corumbê
	Caboclo		Laranjeiras
Google Satellite			

Fonte: Autoria própria, 2022.

Quadro 12 – Informações geográficas das captações não visitadas e existência de tratamento da água e reservatórios.

CAPTAÇÃO	COORDENADAS GEOGRÁFICAS LONG. E LAT. (M)	ALTITUDE (M)	RAIO DE DISTÂNCIA À UC E/OU UC ONDE SE LOCALIZA	TRATAMENTO DA ÁGUA	RESERVA-TÓRIO
Iriri	535525 e 7450857 ^(1,5)	nd	nd	ni	ni
Rio Pequeno	525542 e 7443345 ⁽²⁾	180 a 190 ⁽⁷⁾	± 537 m do PNSB ⁽⁸⁾	ni	ni
Barra do Corumbê	527894 e 7437643 ⁽²⁾	390 a 400 ⁽⁷⁾	± 274 m do PNSB ⁽⁸⁾	ni	sim ⁽²⁾
Caboclo	525773 e 7434485 ⁽³⁾	170 a 180 ⁽⁷⁾	± 1.062 m do PNSB ⁽⁸⁾	gradeamento e desinfecção ⁽³⁾	sim ⁽³⁾
Boa Vista 1	531437 e 7431069 ^(1,6)	20 a 30 ⁽⁷⁾	na	ni	ni
Boa Vista 2	533142 e 7432162 ^(1,6)	0 a 10 ⁽⁷⁾	na	ni	ni
Boa Vista 3	533157 e 7432155 ^(1,6)	0 a 10 ⁽⁷⁾	na	ni	ni
Pouso da Cajaíba	546156 e 7424577 ⁽²⁾	nd	nd	ni	sim ⁽²⁾
Ponta da Joatinga	547746 e 7425213 ⁽²⁾	nd	nd	ni	sim ⁽²⁾
Praia do Sono	538039 e 7421033 ⁽²⁾	nd	nd	ni	sim ⁽²⁾
Laranjeiras	532903 e 7419454 ^(4,6)	10 a 20 ⁽⁷⁾	Dentro da APA de Cairuçu ⁽⁸⁾	ETA ^(4,9)	sim ⁽⁴⁾

Fonte: Autoria própria, 2022.

nd: não determinado | na: não se aplica | ni: não informado

¹ Informação do CNARH 40 obtida de Inea (2020e).

² Informação fornecida por PMP (2021c).

³ Informação fornecida por CAPY (2021).

⁴ Informação fornecida por Condomínio Laranjeiras (2021).

⁵ Coordenadas iguais às coordenadas declaradas na Certidão Ambiental.

⁶ Coordenadas iguais às coordenadas declaradas na Outorga.

⁷ Dado obtido a partir das curvas de nível apresentadas por IBGE (2018b).

⁸ Verificado por sobreposição de camadas e por ferramentas de linha e *buffer* no QGIS.

⁹ Foi informado pelo gestor da captação que como a Vila Oratório também apresenta captações individuais, não é garantido que as casas que recebem água tratada não a misturem com água não tratada.

Pelas características das captações apresentadas no quadro 9, observou-se que os mananciais de algumas captações não puderam ser determinados (identificados no quadro como “nd”), pois as coordenadas indicadas nas respectivas referências não são de um ponto em um rio nem de sua proximidade. Nesses casos, o rio mais perto fica a um raio de distância muito grande, isto é, maior que um possível erro de medição e que o raio considerado neste estudo para a observação local (50 m). Consequentemente, não se pode indicar o regime do manancial e não se estimou a condição da vegetação local, as intervenções antrópicas, a faixa de altitude e a distância à UC mais próxima.

A respeito das demais captações, o quadro 9 mostrou que algumas estão em mananciais temporários e outras em mananciais permanentes, mas não há informações disponíveis sobre o quantitativo populacional que é abastecido por elas. As captações são majoritariamente superficiais, mas também estão presentes captações subterrâneas e é importante comentar que várias delas possuem suas vazões médias determinadas em licenças (outorga ou certidão ambiental).

Com relação à gestão das captações cujas informações são apresentadas no quadro 10, verificou-se que há tanto captações privadas quanto públicas, sendo que apenas uma foi citada no PRH-BIG, entretanto, algumas foram declaradas no CNARH 40 e possuem (ou possuíram) outorga.

Observou-se pelas informações do quadro 11 que as condições da vegetação local são de boa preservação. Quanto às redondezas, são poucas as intervenções antrópicas identificadas para essas captações.

Pelas informações do quadro 12, verificou-se que no caso das captações não visitadas, há algumas também em cotas superiores a 100 m, chegando à marca de 400 m para o caso da captação da Barra do Corumbê. Mas existem outras captações em cotas baixas, com destaque para aquelas do tipo subterrâneas, que inclusive encontram-se bastante próximas ao mar, o que talvez possa comprometer a qualidade da água quando trata-se de captação de água doce.

Quanto à localização das captações em relação às UCs, pode-se dizer que: na zona norte apresentam-se nas proximidades do PNSB (em distância até cerca de 500 m); na zona centro a captação localiza-se a cerca de 1 km do PNSB; na zona sul a captação localiza-se dentro da APA de Cairuçu. Mais adiante, será apresentada a espacialização dessas captações com relação às UCs para melhor ilustrar estas distâncias.

Avaliando-se ainda os dados do quadro 12, observou-se que são poucas as informações disponíveis, sendo que uma das captações possui apenas um tratamento básico e a outra direciona a água para uma ETA. Quanto aos reservatórios, a maioria das captações apresenta

algum tipo de estrutura em sua sequência para reservar a água, mas também há falta de informação para algumas delas.

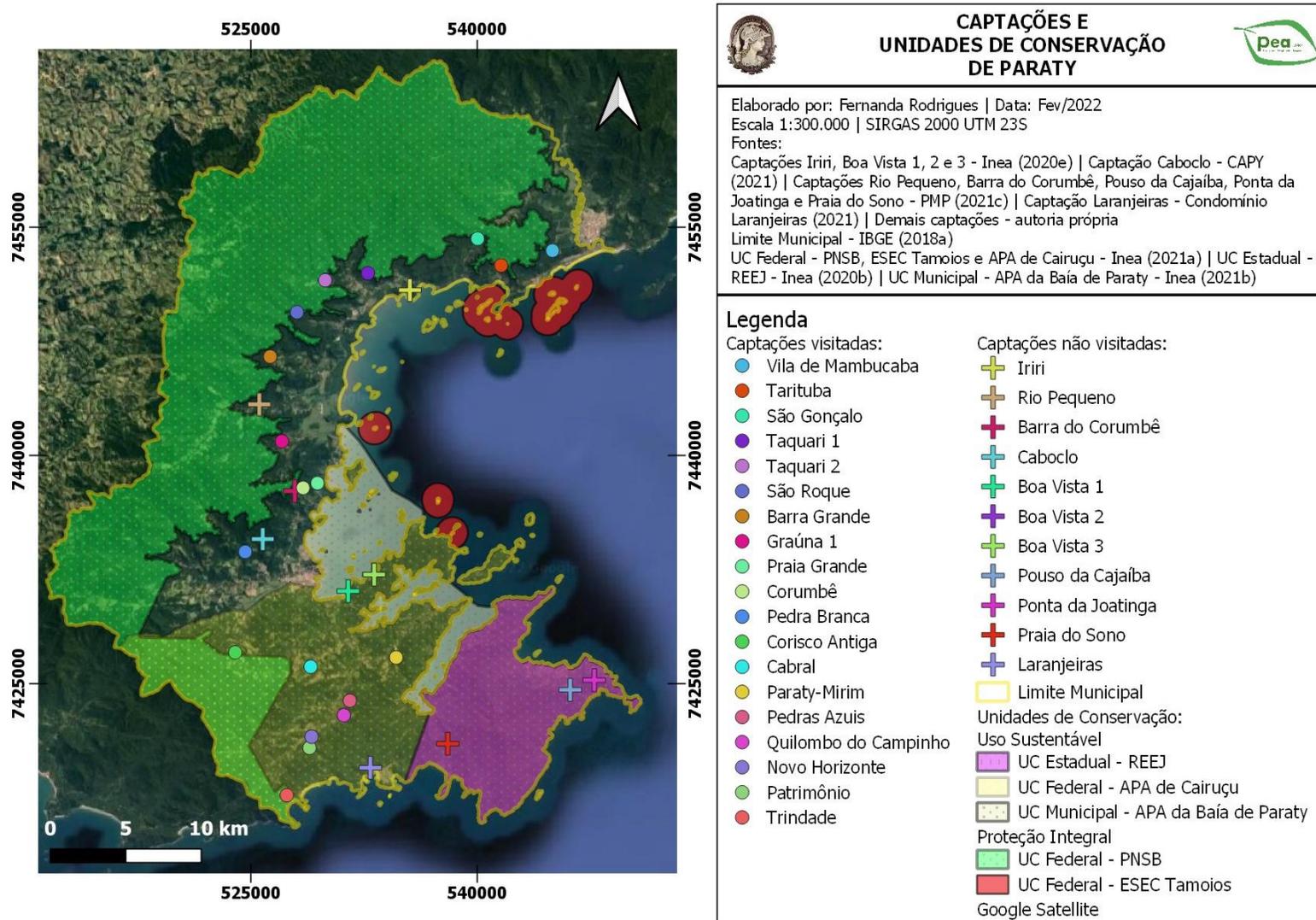
Além das captações não visitadas e de gestão do poder público que foram apresentadas anteriormente, a PMP/DAE informou que havia outras captações superficiais sob sua responsabilidade, entretanto, não foram fornecidos mais detalhes sobre elas, tais como suas coordenadas geográficas, pois estas ainda não estavam catalogadas. Foi informado apenas que essas captações encontravam-se na zona norte para atendimento às localidades Areal do Taquari, Graúna, Água Boa e Várzea do Corumbê, bem como na zona sul (área costeira) para atendimento às localidades Ponta Grossa, Mamanguá, Calhaus e Ponta Negra.

4.2.3 ESPACIALIZAÇÃO DAS CAPTAÇÕES COM RELAÇÃO ÀS UCs

A figura 29 apresenta a espacialização das captações (visitadas e não visitadas) e das UCs em um mesmo mapa para melhor visualização da proximidade das primeiras em relação às segundas, ou mesmo a sobreposição delas. Observou-se que a maioria das captações está localizada dentro de UCs ou em suas redondezas, conforme inicialmente observado pelos quadros 8 e 12.

Vale comentar que adiante, ainda nos resultados da pesquisa, poderá ser observada em maior detalhe essa proximidade, quando da análise das microbacias das captações.

Figura 29 – Captações e UCs de Paraty.



Fonte: Autoria própria, 2022.

4.2.4 ANÁLISE DAS MICROBACIAS DAS CAPTAÇÕES

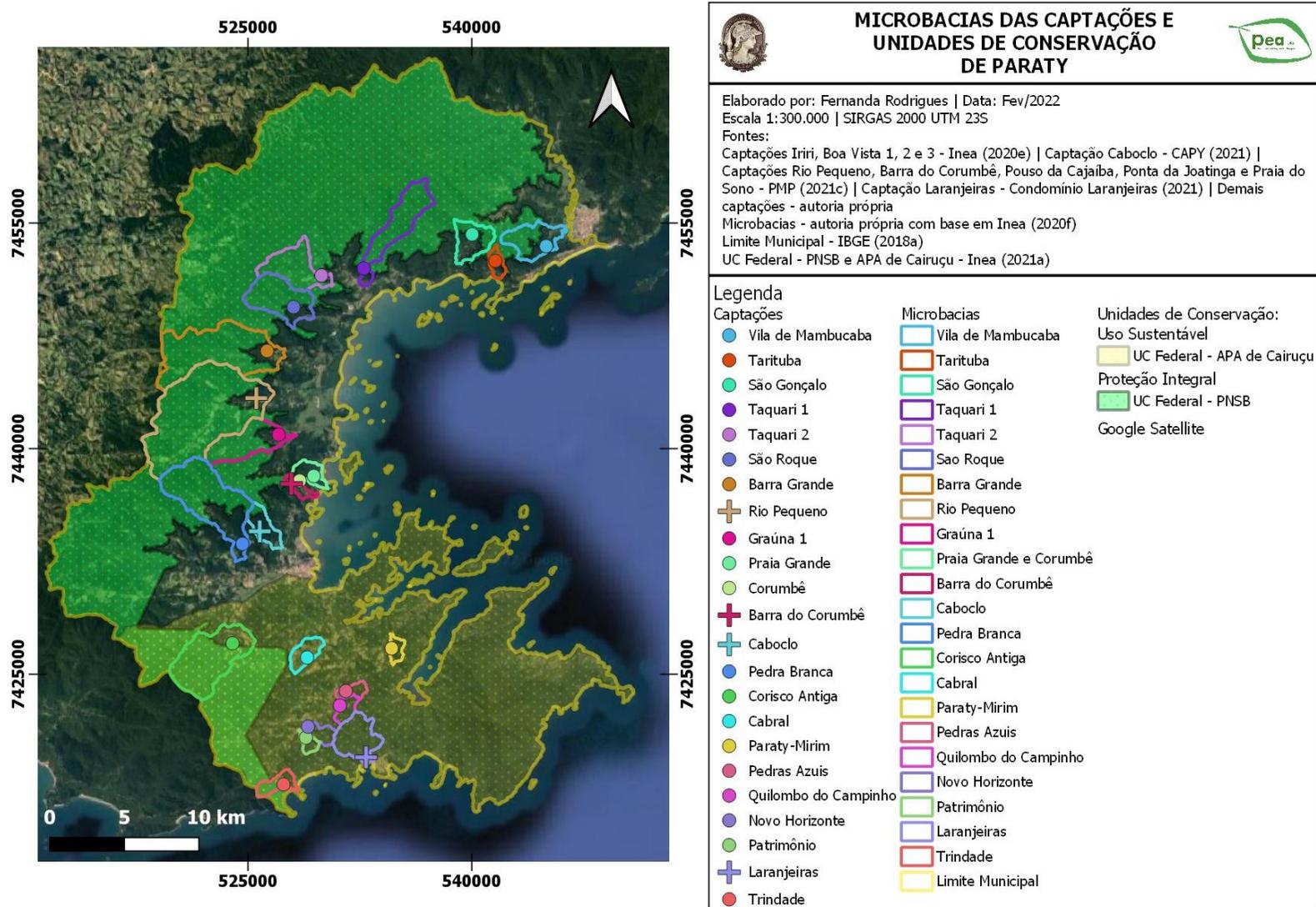
A figura 30 apresenta a espacialização das microbacias das captações que foram identificadas em Paraty e que puderam ser determinadas, ou seja, as microbacias de captações superficiais e que possuíam coordenadas geográficas identificáveis nas proximidades de um manancial. Isso significa que não foram determinadas microbacias para as captações Boa Vista 1, 2 e 3, pois tratam-se de captações subterrâneas, bem como para as captações superficiais Iriri, Pouso da Cajaíba, Ponta da Joatinga e Praia do Sono, pois as coordenadas geográficas obtidas não permitiram identificar seus respectivos mananciais, conforme informado no quadro 9. Cabe destacar que por captarem água de um mesmo manancial, foi determinada uma única microbacia para as captações Praia Grande e Corumbê.

Além das microbacias das captações, também são apresentadas na figura 30 as UCs que foram relevantes para a análise dessas microbacias, ou seja, apenas o PNSB e a APA de Cairuçu.

As figuras 31 e 32 apresentam mais detalhes das captações, suas microbacias, a drenagem dentro dessas microbacias e as UCs relevantes para elas. Verificou-se que a maior parte dos mananciais que abastecem as captações são oriundos de UCs.

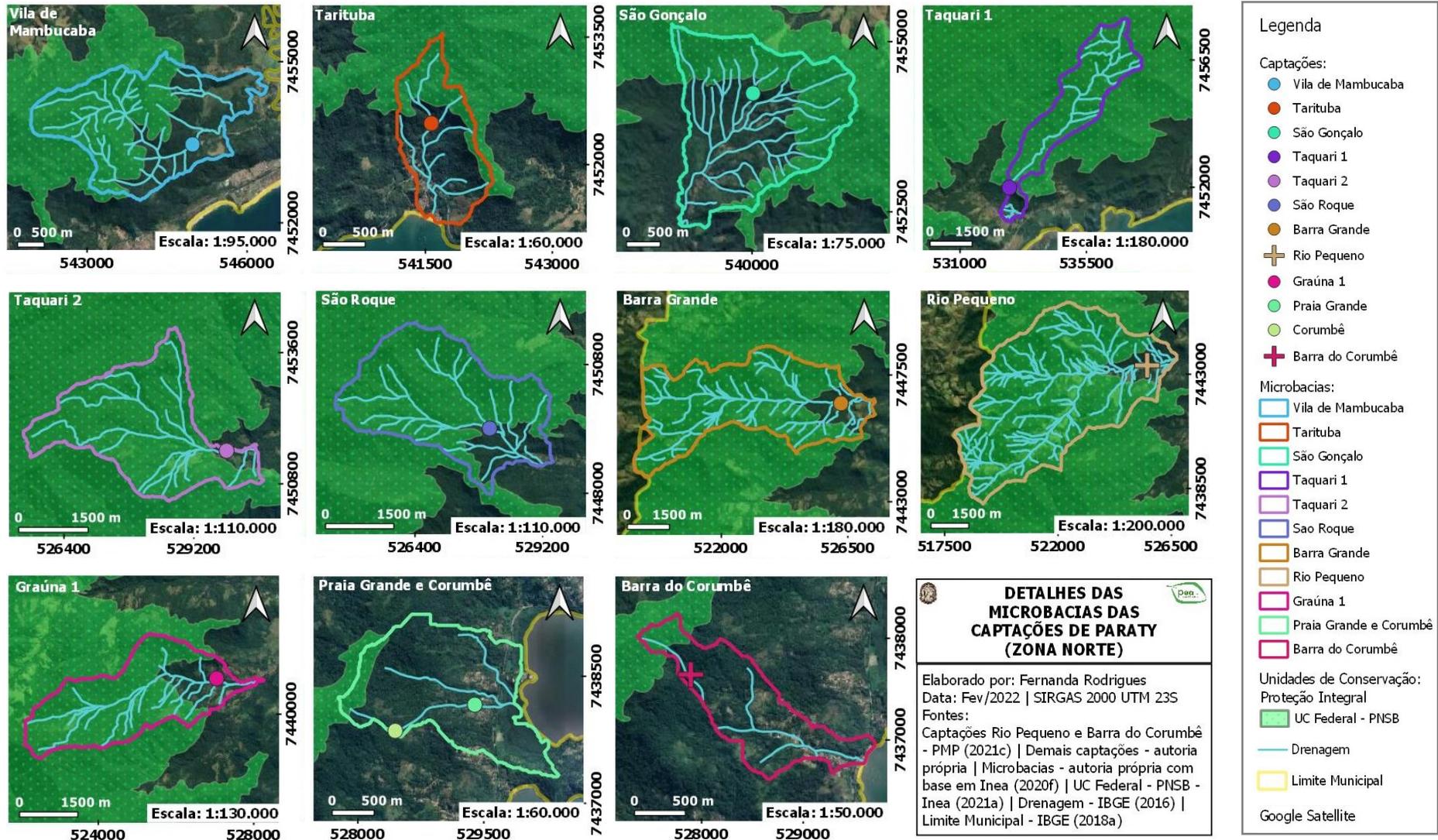
Há microbacias de grandes proporções e com muitos mananciais, tais como Barra Grande, Rio Pequeno, Pedra Branca e Corisco Antiga, bem como microbacias menores e com poucos mananciais, como por exemplo Praia Grande e Corumbê, Barra do Corumbê e Pedras Azuis.

Figura 30 – Microbacias das captações e UCs de Paraty.



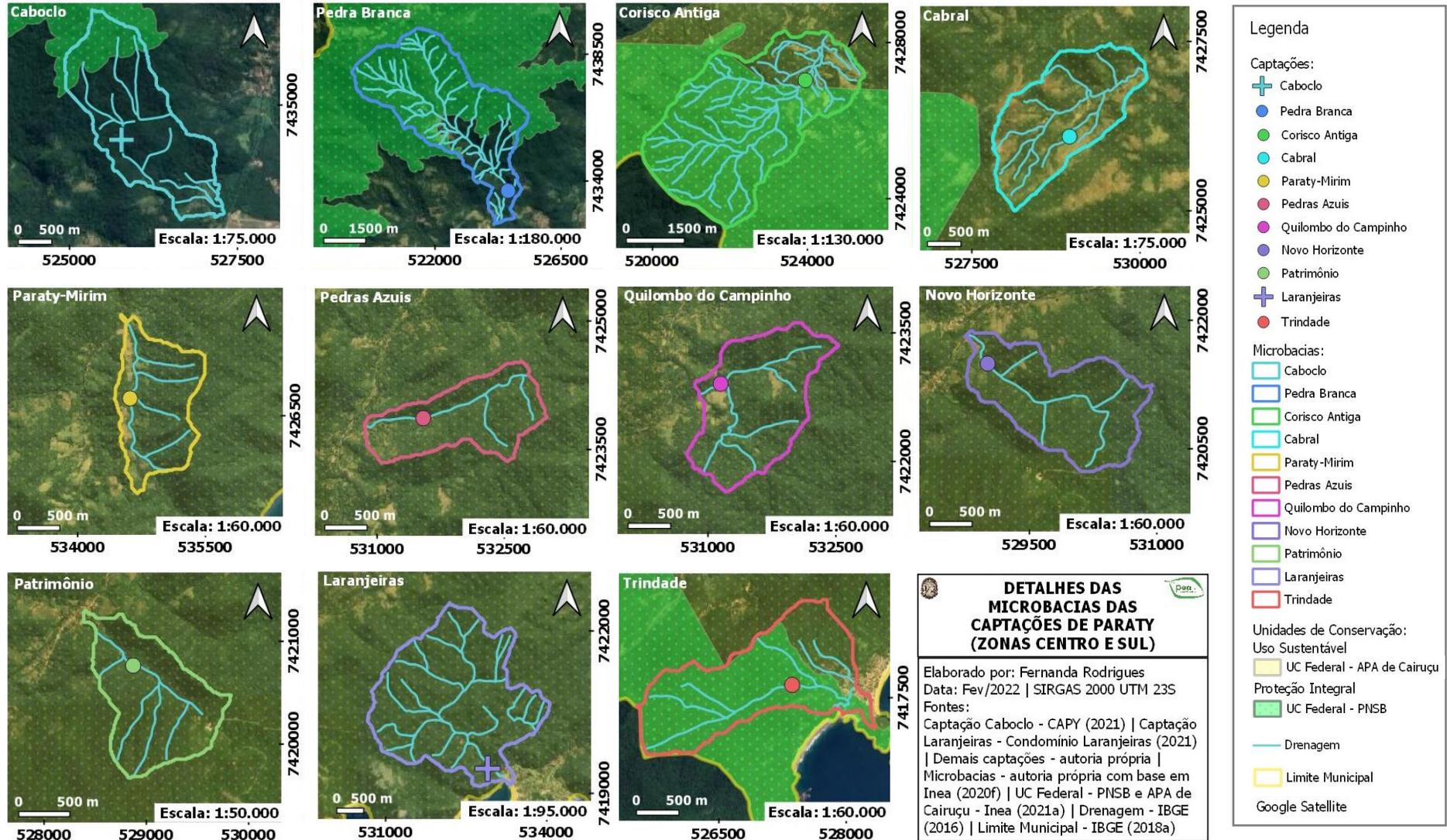
Fonte: Autoria própria, 2022.

Figura 31 – Detalhes das microbacias das captações (zona norte), suas drenagens e UCs de Paraty.



Fonte: Autoria própria, 2022.

Figura 32 – Detalhes das microbacias das captações (zonas centro e sul), suas drenagens e UCs de Paraty.



Fonte: Autoria própria, 2022.

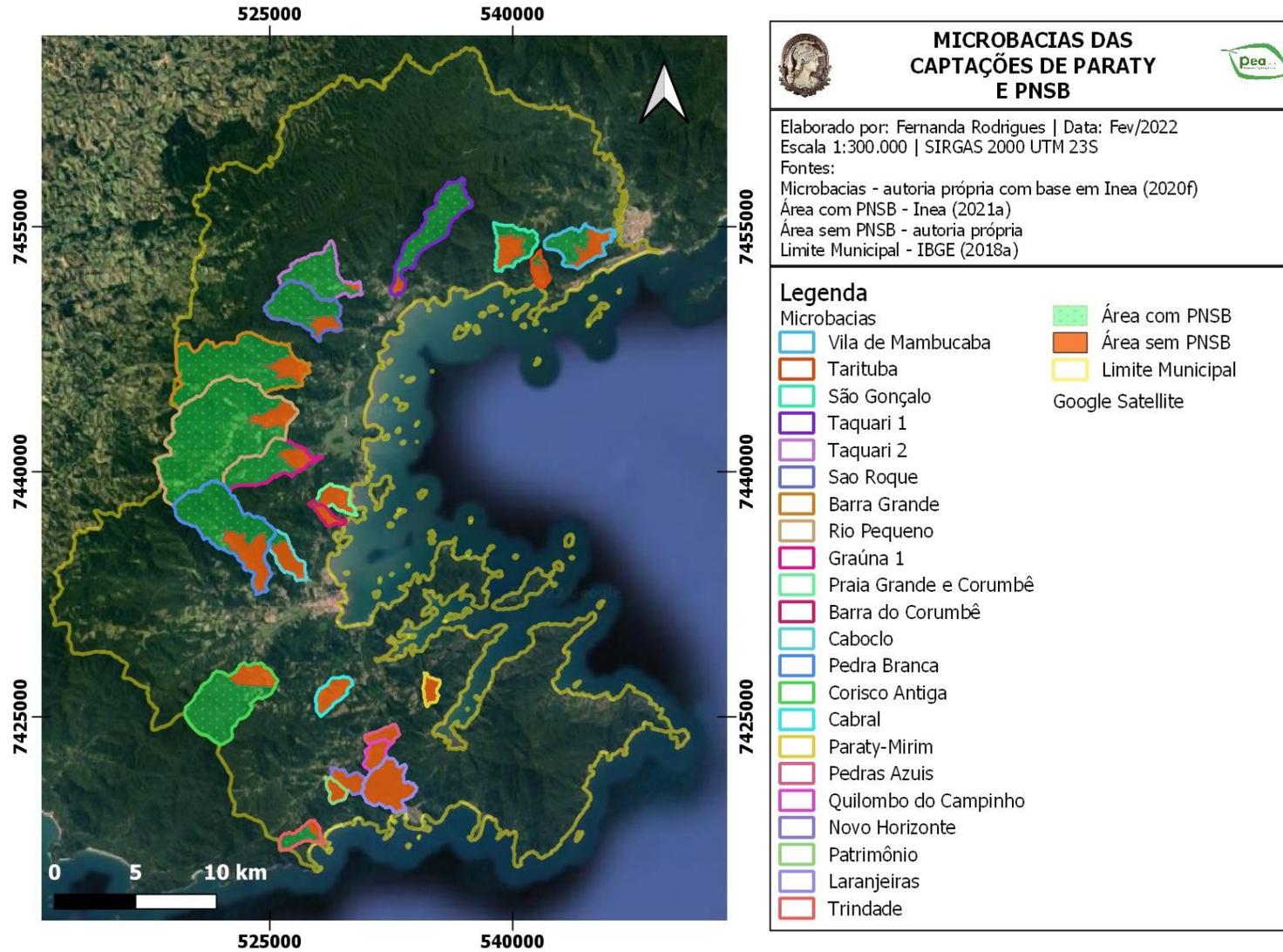
O quadro 13 apresenta a porcentagem de área das UCs nas microbacias das captações de Paraty e a figura 33 apresenta a espacialização das áreas dessas microbacias com e sem a presença do PNSB. Complementarmente, a figura 34 apresenta o gráfico da porcentagem de área das microbacias das captações presentes no PNSB.

Quadro 13 – Porcentagem da área das microbacias das captações de Paraty em UCs.

MICROBACIA	ÁREA DA MICROBACIA (KM ²)	ÁREA NO PNSB (KM ²)	ÁREA NO PNSB (%)	ÁREA NA APA DE CAIRUÇU (KM ²)	ÁREA NA APA DE CAIRUÇU (%)
Vila de Mambucaba	6,62	3,71	56,08	0	0
Tarituba	1,52	0,49	32,02	0	0
São Gonçalo	5,20	2,44	47,00	0	0
Taquari 1	9,75	9,04	92,68	0	0
Taquari 2	8,27	7,90	95,55	0	0
São Roque	9,63	8,12	84,30	0	0
Barra Grande	21,56	18,96	87,95	0	0
Rio Pequeno	36,97	33,98	91,91	0	0
Graúna 1	9,25	7,31	79,04	0	0
Praia Grande e Corumbê	2,70	0,16	6,05	0	0
Barra do Corumbê	1,23	0,11	8,58	0	0
Caboclo	3,48	0,63	18,01	0	0
Pedra Branca	18,76	13,21	70,38	0	0
Corisco Antiga	15,64	12,42	79,43	15,64	100
Cabral	2,99	0	0	2,99	100
Paraty-Mirim	1,38	0	0	1,38	100
Pedras Azuis	1,45	0	0	1,45	100
Quilombo do Campinho	1,98	0	0	1,98	100
Novo Horizonte	2,04	0	0	2,04	100
Patrimônio	1,27	0	0	1,27	100
Laranjeiras	6,86	0	0	6,86	100
Trindade	2,51	1,90	75,78	2,51	100

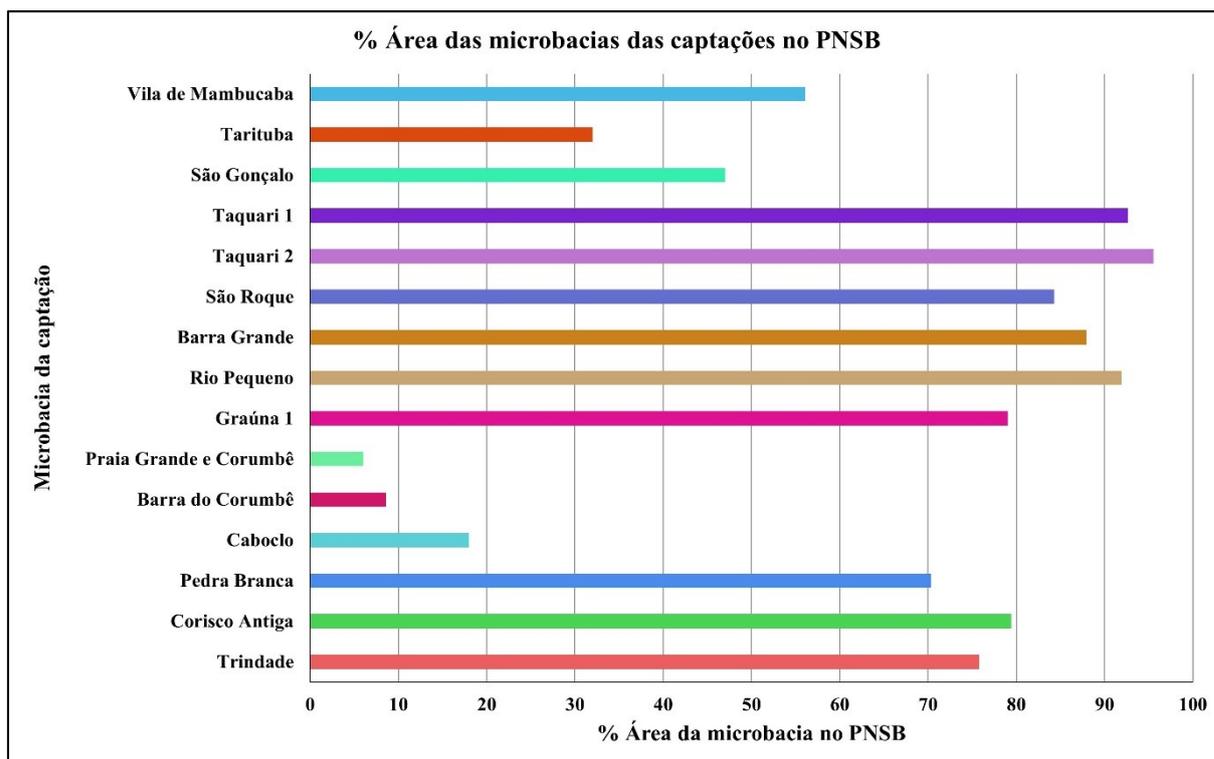
Fonte: Autoria própria, 2022.

Figura 33 – Áreas das microbacias das captações de Paraty com e sem a presença do PNSB.



Fonte: Autoria própria, 2022.

Figura 34 – Porcentagem da área das microbacias das captações de Paraty presentes no PNSB.



Fonte: Autoria própria, 2022.

Observou-se que a maioria das microbacias possui fração de área dentro do PNSB, com destaque em ordem decrescente para Taquari 2, Taquari 1, Rio Pequeno e Barra Grande, todas com mais de 85% da área coberta pela UC. Vale comentar que, conforme informado anteriormente, durante a visita de campo foi observada expressiva disponibilidade hídrica nos mananciais das captações Taquari 1, Taquari 2 e Barra Grande, o que pode ser um indicativo da importância da preservação ambiental para a provisão hídrica nestas microbacias.

Como há uma sobreposição de parte da área da APA de Cairuçu sobre o PNSB, duas microbacias possuem fração de área nestas duas UCs, nomeadamente as microbacias Corisco Antiga e Trindade. Além disso, algumas microbacias encontram-se integralmente na APA de Cairuçu, a saber: Cabral, Paraty-Mirim, Pedras Azuis, Quilombo do Campinho, Novo Horizonte, Patrimônio e Trindade.

Cabe destacar que as áreas a montante das microbacias são muito importantes, pois nestas partes altas é que se originam os mananciais que as compõem e chegam às captações. Assim, essas são frações de áreas das microbacias que precisam estar bem preservadas para uma boa provisão hídrica. No caso de Paraty, observa-se que as áreas a montante das microbacias analisadas estão localizadas nas UCs.

Assim, as microbacias precisam de manejo adequado para a garantia de água em qualidade e quantidade, portanto, aquelas que possuem menor fração de área de proteção integral (ou que estão fora destas áreas) devem ficar mais sujeitas a ações antrópicas e, portanto, merecem atenção. Destacam-se, neste caso, as microbacias que encontram-se apenas na APA de Cairuçu e, por exemplo, as microbacias de Praia Grande e Corumbê e de Barra do Corumbê.

4.2.5 ANÁLISE DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NAS MICROBACIAS DAS CAPTAÇÕES

O quadro 14 apresenta a porcentagem de cada classe de uso e ocupação do solo nas microbacias das captações de Paraty e as figuras 35 e 36 apresentam os detalhes da dessas classes em cada uma das microbacias. Complementarmente, a figura 37 apresenta o gráfico da porcentagem de área da classe “Floresta Atlântica” nas microbacias das captações, uma vez que esta classe pode ser considerada como um importante indicativo de preservação ambiental.

Observou-se que em grande parte das microbacias há relevante fração de Floresta Atlântica, com destaque em ordem decrescente para as microbacias Laranjeiras, São Roque, Taquari 1 e Novo Horizonte, todas com mais de 95% da área com esta cobertura vegetal. Conforme informado anteriormente, durante a visita de campo foi observada expressiva disponibilidade hídrica nos mananciais das captações São Roque e Taquari 1, o que pode reforçar a relevância desta cobertura vegetal para a provisão hídrica nestas microbacias. Entretanto, pode-se inferir que a microbacia Cabral encontra-se bastante degradada, o que se reflete provavelmente em sua baixa provisão hídrica, conforme observado em campo.

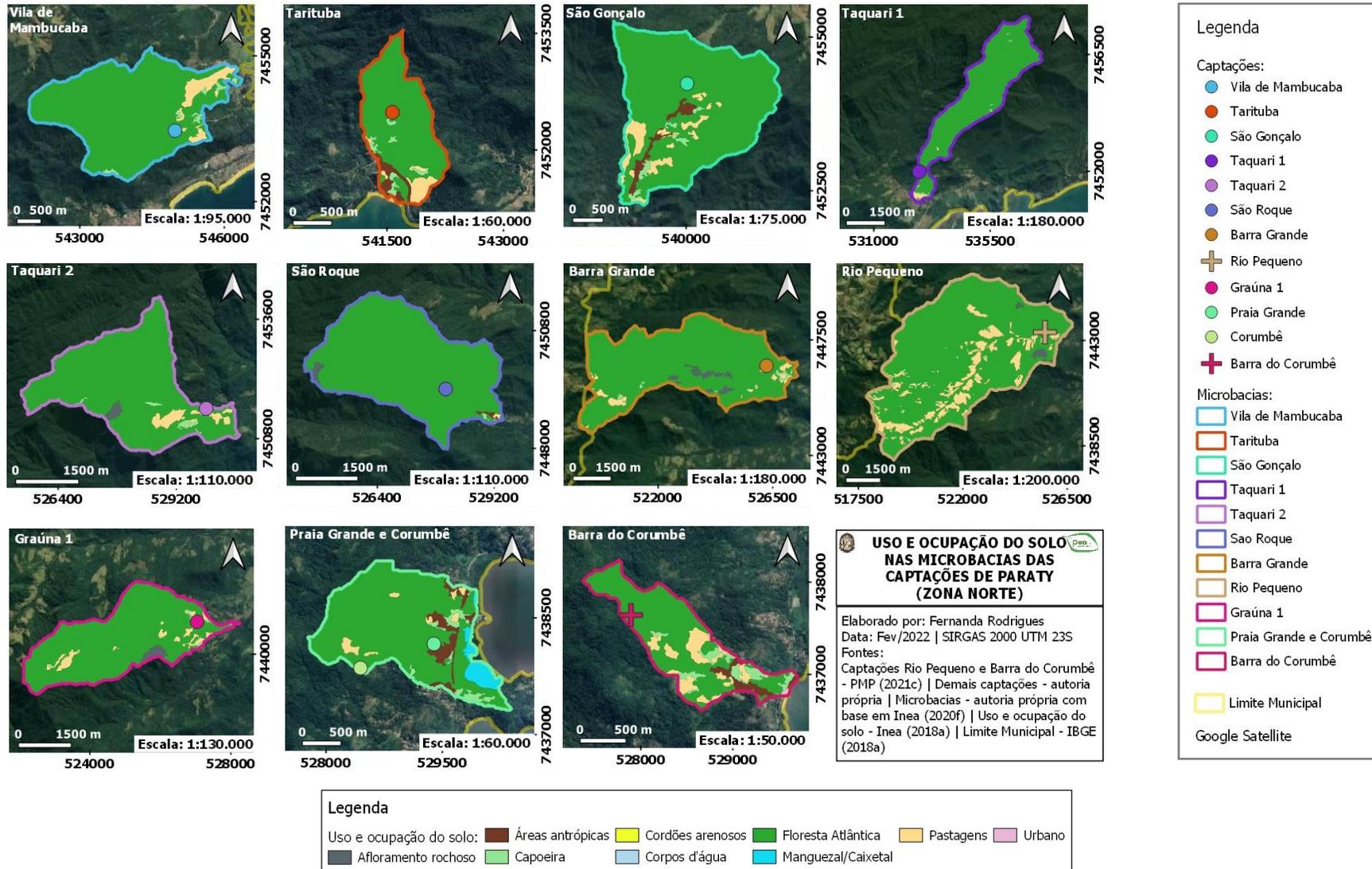
Quadro 14 – Porcentagem de cada classe de uso e ocupação do solo por microbacia de captação de Paraty.

MICRO-BACIA	ÁREA TOTAL (KM ²)	FLORESTA ATLÂNTICA	MANGUEZAL / CAIXETAL	CAPOEIRA	AFLORAMENTO ROCHOSO	CORPOS D'ÁGUA	CORDÕES ARENOSOS	PASTAGENS	ÁREAS ANTRÓPICAS	URBANO
		KM ² (%)								
Vila de Mambucaba	6,62	6,08952 (91,95)	- (0,00)	0,12472 (1,88)	0,00002 (0,00)	- (0,00)	- (0,00)	0,40855 (6,17)	- (0,00)	- (0,00)
Tarituba	1,52	1,25870 (83,03)	- (0,00)	0,05988 (3,95)	- (0,00)	- (0,00)	0,00110 (0,07)	0,10497 (6,92)	0,09127 (6,02)	- (0,00)
São Gonçalo	5,20	4,56640 (87,82)	- (0,00)	0,09517 (1,83)	- (0,00)	- (0,00)	- (0,00)	0,37360 (7,18)	0,16460 (3,17)	- (0,00)
Taquari 1	9,75	9,53962 (97,84)	- (0,00)	0,07763 (0,80)	0,00248 (0,03)	0,00018 (0,00)	- (0,00)	0,11492 (1,18)	0,00181 (0,02)	0,01331 (0,14)
Taquari 2	8,27	7,70496 (93,14)	- (0,00)	0,10881 (1,32)	0,09910 (1,20)	- (0,00)	- (0,00)	0,35931 (4,34)	- (0,00)	- (0,00)
São Roque	9,63	9,47466 (98,40)	- (0,00)	0,02102 (0,22)	0,07959 (0,83)	- (0,00)	- (0,00)	0,01634 (0,17)	0,03679 (0,38)	- (0,00)
Barra Grande	21,56	20,11601 (93,35)	- (0,00)	0,19342 (0,90)	0,47938 (2,22)	- (0,00)	0,00318 (0,01)	0,75615 (3,51)	- (0,00)	- (0,00)
Rio Pequeno	36,97	31,77915 (86,01)	- (0,00)	0,57886 (1,57)	0,25447 (0,69)	- (0,00)	- (0,00)	4,33558 (11,73)	- (0,00)	- (0,00)
Graúna 1	9,25	8,51307 (91,98)	- (0,00)	0,09311 (1,01)	0,16571 (1,79)	- (0,00)	- (0,00)	0,47632 (5,15)	0,00675 (0,07)	- (0,00)
Praia Grande e Corumbê	2,70	2,15482 (79,93)	0,16701 (6,20)	0,10567 (3,92)	- (0,00)	- (0,00)	- (0,00)	0,07603 (2,82)	0,19119 (7,09)	0,00116 (0,04)
Barra do Corumbê	1,23	0,86558 (70,11)	- (0,00)	0,10217 (8,28)	- (0,00)	- (0,00)	- (0,00)	0,19292 (15,63)	0,06694 (5,42)	0,00691 (0,56)
Caboclo	3,48	3,30774 (94,94)	- (0,00)	0,02656 (0,76)	- (0,00)	0,00068 (0,02)	- (0,00)	0,14890 (4,27)	- (0,00)	- (0,00)

Pedra Branca	18,76	17,78601 (94,80)	- (0,00)	0,12317 (0,66)	0,03460 (0,18)	- (0,00)	- (0,00)	0,81858 (4,36)	- (0,00)	- (0,00)
Corisco Antiga	15,64	14,11879 (90,38)	- (0,00)	0,10732 (0,69)	- (0,00)	- (0,00)	- (0,00)	1,39473 (8,93)	- (0,00)	- (0,00)
Cabral	2,99	1,08259 (36,17)	- (0,00)	0,34669 (11,58)	- (0,00)	- (0,00)	- (0,00)	1,55710 (52,02)	0,00698 (0,23)	- (0,00)
Paraty-Mirim	1,38	1,17279 (85,21)	- (0,00)	0,01415 (1,03)	- (0,00)	- (0,00)	- (0,00)	0,18935 (13,76)	- (0,00)	- (0,00)
Pedras Azuis	1,45	1,20136 (82,86)	- (0,00)	0,08566 (5,91)	- (0,00)	- (0,00)	- (0,00)	0,15373 (10,60)	0,00916 (0,63)	- (0,00)
Quilombo do Campinho	1,98	1,69620 (85,55)	- (0,00)	0,08830 (4,45)	- (0,00)	- (0,00)	- (0,00)	0,19822 (10,00)	- (0,00)	- (0,00)
Novo Horizonte	2,04	1,93844 (95,25)	- (0,00)	0,01737 (0,85)	- (0,00)	- (0,00)	- (0,00)	0,07883 (3,87)	0,00051 (0,02)	- (0,00)
Patrimônio	1,27	1,16584 (92,01)	- (0,00)	0,03060 (2,41)	- (0,00)	- (0,00)	- (0,00)	0,06444 (5,09)	0,00626 (0,49)	- (0,00)
Laranjeiras	6,86	6,77576 (98,93)	- (0,00)	- (0,00)	0,00085 (0,01)	- (0,00)	0,01501 (0,22)	0,01814 (0,26)	0,02121 (0,31)	0,01813 (0,26)
Trindade	2,51	2,31854 (92,54)	- (0,00)	0,05430 (2,17)	- (0,00)	- (0,00)	0,00380 (0,15)	0,03455 (1,38)	0,01960 (0,78)	0,07464 (2,98)

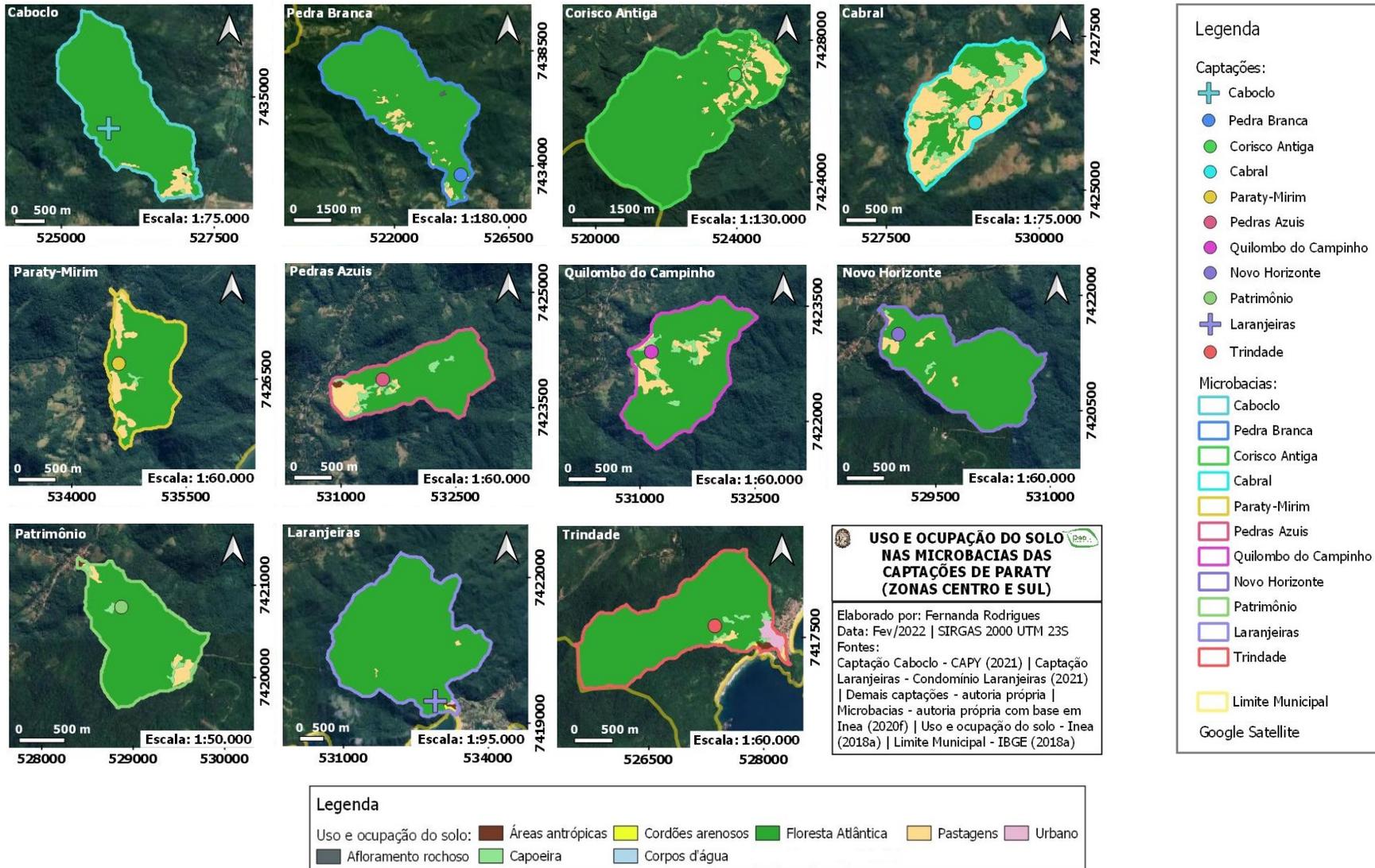
Fonte: Aatoria própria, 2022.

Figura 35 – Classes de uso e ocupação do solo nas microbacias das captações (zona norte) de Paraty.



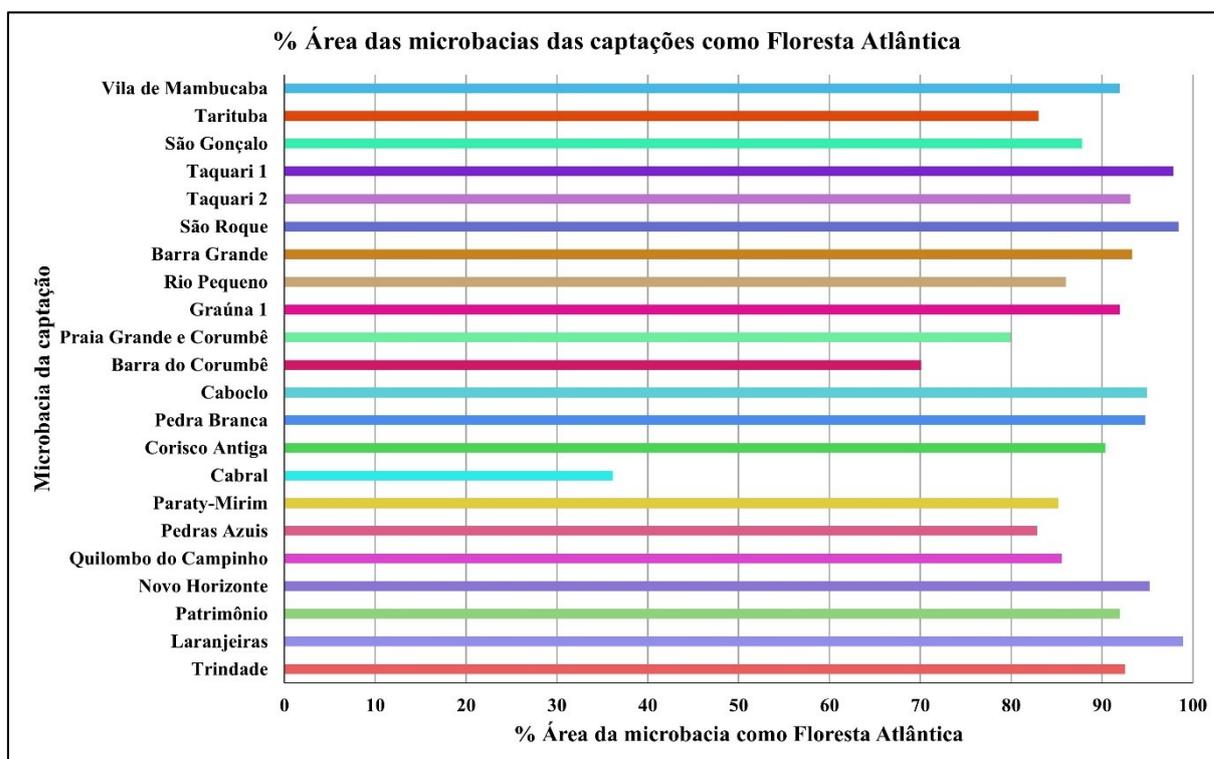
Fonte: Autoria própria, 2022.

Figura 36 – Classes de uso e ocupação do solo nas microbacias das captações (zonas centro e sul) de Paraty.



Fonte: Autoria própria, 2022.

Figura 37 – Porcentagem da classe “Floresta Atlântica” nas microbacias das captações de Paraty.



Fonte: Autoria própria, 2022.

4.2.6 ANÁLISE GERAL SOBRE O MAPEAMENTO DAS CAPTAÇÕES

Foram identificadas diversas captações de água para fins de abastecimento humano em Paraty, sendo a maioria delas de gestão pública e do tipo superficial. Entre as 30 captações identificadas, foi possível analisar 23 microbacias. É importante destacar que apenas 9 dessas captações identificadas³⁵ estavam mapeadas oficialmente pelo PRH-BIG e/ou CNARH 40 antes desta pesquisa. Também foi possível corrigir a localização de 6 captações³⁶, as quais encontravam-se em partes mais baixas das microbacias, em mapeamentos anteriores, mas precisaram ser realocadas devido às intervenções antrópicas nas redondezas. Além disso, outra questão relevante é que pela extensão do território e pelas várias localidades dispersas, é provável que existem muitas captações individuais.

³⁵ Vila de Mambucaba, Iriri, Pedra Branca, Boa Vista 1, Boa Vista 2, Boa Vista 3, Corisco Antiga, Laranjeiras e Trindade.

³⁶ São Gonçalo, Taquari 2, São Roque, Barra Grande, Graúna 1 e Pedras Azuis.

Há carência de dados importantes de várias captações, o que prejudica a melhor caracterização delas, em especial com relação à vazão captada e quantidade populacional atendida. Muitas captações ainda são rústicas e até precárias no que se refere à estrutura, o que se replica quando se trata do tratamento da água captada (poucas são as ETAs presentes no território). Em geral, os locais das captações são preservados, mas a redondeza de várias delas já sofre com algumas pressões antrópicas, mesmo pelo fato de muitas estarem próximas ou dentro de UCs. Quanto às comunidades tradicionais, foi identificada captação apenas para o Quilombo do Campinho, ou seja, não foram identificadas captações para terras indígenas, outras comunidades quilombolas e comunidades específicas de caiçaras.

Quanto à análise das microbacias com relação às UCs, observou-se a relevância do PNSB, especialmente na parte alta das microbacias, e da APA de Cairuçu, embora a última já apresente evidências de degradação ambiental em parte de seu território. A maior parte dos mananciais que abastecem as captações são oriundos das UCs. As captações Pedra Branca e Corisco Antiga, que abastecem a região centro do município, isto é, onde há grande índice populacional, possuem microbacias relevantes (com muitos mananciais), ainda com boa cobertura de Floresta Atlântica, bem como com grande parte destas microbacias localizadas no PNSB.

Foi possível identificar microbacias com grandes áreas no PNSB, cujas captações observadas em campo refletiram expressiva disponibilidade hídrica. Além disso, foi verificado que as captações de algumas microbacias com cobertura vegetal de Floresta Atlântica em maiores proporções também foram identificadas em campo com condições de disponibilidade hídrica expressiva. Entretanto, foi verificado que algumas microbacias com áreas mais degradadas encontram-se na APA de Cairuçu (UC de Uso Sustentável), como é o caso da microbacia Cabral, que inclusive tem a menor proporção dessa classe de cobertura vegetal.

Portanto, no caso de Paraty, observou-se que as UCs presentes no município, em especial o PNSB, mas também a APA de Cairuçu, são importantes para o SE de provisão hídrica, que permite o abastecimento humano.

Como informação complementar, o apêndice 2 apresenta dados, mapas e registro fotográfico das ETAs, reservatórios e ETEs identificados para o território de Paraty.

4.3 PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS A UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

4.3.1 PANORAMA DO PSA

Com o reconhecimento de que é importante proteger áreas estratégicas em biodiversidade e em serviços ecossistêmicos, conforme relatado na seção 4.1, ou mesmo um bioma como um todo, tal como a Mata Atlântica, diversas ações têm ocorrido com o propósito de incentivar iniciativas que recuperem áreas impactadas ou de preservar e até mesmo potencializar os efeitos daquelas que ainda estão com suas funções latentes no que concerne estes serviços. Assim, o Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), no caso do Brasil, e outros programas de investimento voltados a bacias hidrográficas têm se desenvolvido nos últimos anos.

Segundo FGB *et al.* (2017), a adoção de políticas de incentivo como o instrumento PSA tem sido uma alternativa recente na política pública ambiental do Brasil, com o objetivo de estimular a proteção e conservação dos ecossistemas. O autor ainda complementa informando que, embora a abordagem do PSA tenha sido adicionada recentemente ao conjunto de instrumentos de política ambiental (por meio da inclusão de instrumentos econômicos, em 2006), o Brasil tem avançado na área, em especial nos níveis estadual e municipal.

Ainda de acordo com FGB *et al.* (2017), o PSA tem posição de destaque na política ambiental brasileira, não só pelo seu potencial de apoiar a proteção e o uso sustentável dos recursos naturais, mas inclusive por possibilitar melhorias na qualidade de vida das populações que dependem economicamente do uso e exploração destes recursos, clarificando-se que o objetivo deste instrumento não é ser uma ação assistencialista.

O projeto pioneiro de PSA no Brasil foi o “Conservador das Águas” (CA), do município de Extrema, localizado em Minas Gerais, criado pela Lei Municipal nº 2.100, de 21 de dezembro de 2005. Esse projeto foi criado para implementar o conceito de PSA baseando-se na relação entre florestas e os benefícios que elas proveem, como conservação do solo e da quantidade e qualidade da água (TNC, 2009 apud ZOLIN *et al.*, 2014).

O projeto “Produtores de Água e Floresta” (PAF), uma iniciativa iniciada em 2008 como uma parceria entre *The Nature Conservancy* (TNC), Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Guandu, Governo do Estado do Rio de Janeiro, prefeitura do município de Rio Claro e o parceiro local Instituto de Preservação Ambiental (ITPA), foi criado para aumentar a qualidade

da água e da biodiversidade no referido município, localizado no Rio de Janeiro (FIORINI *et al.*, 2020).

Para Inea (2015), o PAF vai além disso, pois visa incentivar práticas de conservação e restauração ambiental para a manutenção da quantidade e qualidade de água na bacia do rio Guandu, que é estratégica para o abastecimento da região metropolitana do Rio de Janeiro. Ainda de acordo com Fiorini *et al.* (2020), a área de intervenção (Rio Claro) foi escolhida devido à sua provisão de serviços hidrológicos para a bacia hidrográfica.

Já na esfera estadual, um instrumento de grande relevância no caso do Rio de Janeiro, é a Lei Estadual nº 3.239, de 2 de agosto de 1999 (RIO DE JANEIRO, 1999), que estabeleceu como um dos instrumentos da Política Estadual de Recursos Hídricos o Programa Estadual de Conservação e Revitalização de Recursos Hídricos, o PROHIDRO. Esse programa foi regulamentado pelo Decreto Estadual nº 42.029, de 15 de junho de 2011 (RIO DE JANEIRO, 2011), de maneira que estabeleceu o mecanismo de Pagamento por Serviços Ambientais como um de seus subprogramas, sob a forma do Programa Estadual de Pagamento por Serviços Ambientais (PRO-PSA).

Ainda em nível estadual, destaca-se para o estado de São Paulo a Lei nº 13.798, de 9 de novembro de 2009, que dispõe sobre a Política Estadual de Mudanças Climáticas, regulamentada pelo Decreto nº 55.947, de 24 de junho de 2010, o qual instituiu o “Programa de Remanescentes Florestais” com a possibilidade de pagamento por serviços ambientais aos proprietários rurais conservacionistas (SÃO PAULO, 2010). No estado de Santa Catarina, pela Lei nº 15.133, de 19 de janeiro de 2010, foi instituída a Política Estadual de Serviços Ambientais e regulamentado o Programa Estadual de Pagamento por Serviços Ambientais (SANTA CATARINA, 2010).

De acordo com Mostagi e Frois (2016), até 2014, 8 estados já possuíam legislação para PSA, enquanto 5 estados estavam em fase de elaboração de legislação específica. Vale destacar que foi publicado em 2017 um guia para que estados e municípios possam formular políticas públicas de PSA (FGB *et al.*, 2017), o que poderá ampliar o desenvolvimento deste instrumento econômico nos próximos anos. Ademais, cabe ressaltar que também foi disponibilizado pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) em 2011 uma obra sobre lições aprendidas e desafios da implementação de PSA na Mata Atlântica (GUEDES; SEEHUSEN, 2011).

Entre as ações em nível nacional voltadas à aplicação de PSA, destaca-se programa “Produtor de Água” (PA), da ANA, criado em 2006, tendo como foco principal o controle da poluição rural, principalmente nas bacias hidrográficas de importância estratégica para o país.

Esse programa promove projetos de proteção hídrica, ou seja, que visam melhorar a qualidade das águas, ampliar a oferta hídrica e regularizar a vazão fluvial, através da redução da erosão do solo e do assoreamento de mananciais (FIDALGO *et al.*, 2017).

No Brasil, o estabelecimento de políticas públicas sobre PSA ganhou ainda mais relevância com a promulgação da Lei de Proteção da Vegetação Nativa (Lei nº 12.651/2012 – também conhecida por Código Florestal Brasileiro), uma vez que o artigo 41 dessa norma legal passou a autorizar o poder público federal a instituir programas de PSA como forma de apoio e incentivo à conservação do meio ambiente (FGB *et al.*, 2017). É importante mencionar que o referido artigo não se estabeleceu como uma norma legal geral sobre PSA, mas sim como uma autorização legal para que o Governo Federal pudesse criar programas de incentivo à proteção da vegetação nativa. Com isso, até que fosse promulgada uma lei federal que determinasse regras gerais sobre PSA, os estados e municípios teriam capacidade plena para estabelecerem suas normas legais sobre esse tema (FGB *et al.*, 2017).

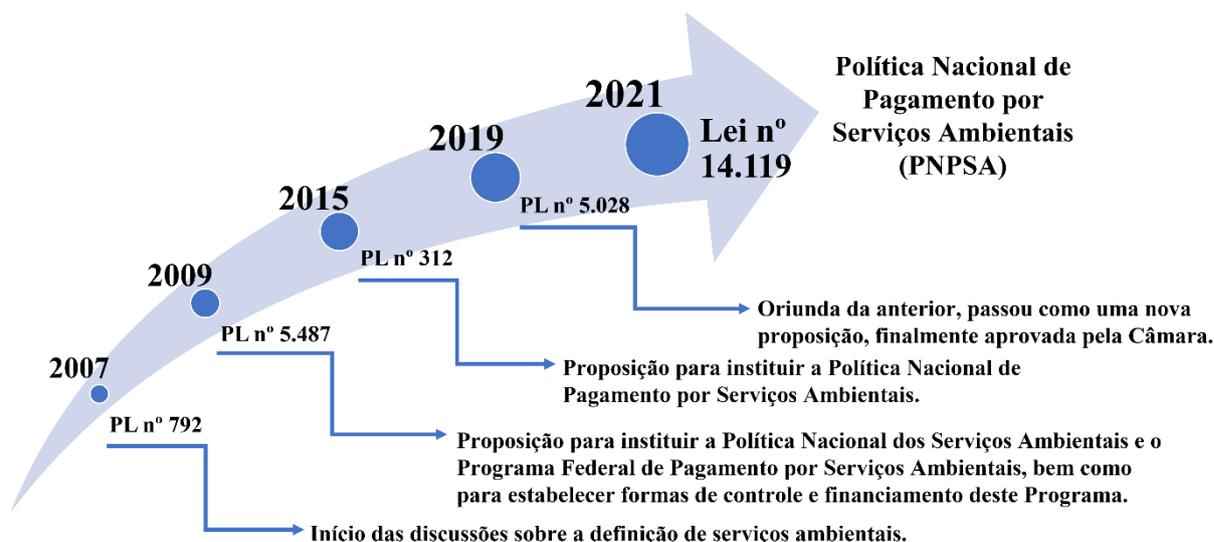
Com relação à lei federal com regras gerais sobre PSA, seu processo tramitou por vários anos até sua finalização. Houve longas discussões a respeito do tema e a ausência de uma lei federal de PSA, além de gerar a falta de padronização técnica, causava insegurança a essas iniciativas (SOS MATA ATLÂNTICA, 2012).

O início das discussões se deu através do Projeto de Lei nº 792, de 19 e abril de 2007, que tratava da definição de serviços ambientais (BRASIL, 2007). Em seguida, foi colocado o Projeto de Lei nº 5.487, de 24 de junho de 2009, que tratava de instituir a Política Nacional dos Serviços Ambientais e o Programa Federal de Pagamento por Serviços Ambientais, bem como de estabelecer formas de controle e financiamento deste Programa (BRASIL, 2009).

Posteriormente, houve outra proposição, o Projeto de Lei nº 312, de 10 de fevereiro de 2015, para instituir a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais (BRASIL, 2015), que depois passou para uma proposição mais nova como Projeto de Lei nº 5.028/2019, que finalmente foi aprovado pela Câmara dos Deputados em 3 de setembro de 2019. Então, depois de mais de um ano, foi finalmente promulgada a Lei nº 14.119, de 13 de janeiro de 2021, que realmente instituiu a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais – PNPSA (BRASIL, 2021).

A figura 38 apresenta a cronologia com os diversos atos legais até a promulgação da PNPSA, conforme informações anteriormente apresentadas.

Figura 38 – Cronologia de atos legais que culminaram na promulgação da PNPSA.



Fonte: Autoria própria, 2022.

Com relação à efetividade da implantação de ações de PSA, muito se questiona sobre a métrica e valoração dos serviços ecossistêmicos. Assim, alguns pesquisadores têm realizado avaliações sob esse aspecto.

Ruggiero *et al.* (2019) avaliaram a efetividade de duas iniciativas de PSA de bacias hidrográficas, uma primeira referente ao programa “Produtor de Água”, da ANA, no município de Joanópolis (estado de São Paulo), e outra do projeto municipal “Conservador das Águas”, em Extrema (estado de Minas Gerais), ambos aplicados ao bioma Mata Atlântica. O objetivo de ambas as iniciativas é aumentar a qualidade e quantidade de água no sistema de abastecimento da Cantareira pelas atividades de conservação de solo e floresta (ANA, 2012; ZANELLA *et al.*, 2014; RICHARDS *et al.*, 2015 apud RUGGIERO *et al.*, 2019), uma vez que o solo do local foi dominado por pastos e plantação de eucaliptos, embora possua remanescentes florestais (WHATELY; CUNHA, 2007 apud RUGGIERO *et al.*, 2019).

As principais atividades propostas por ambas as iniciativas do estudo de Ruggiero *et al.* (2019) foram a manutenção de áreas florestadas e a restauração florestal ativa, tanto dentro quanto fora de áreas protegidas legalmente como as APPs e RLs (RICHARDS *et al.*, 2015; VIANI; BRACALE, 2015 apud RUGGIERO *et al.*, 2019). Foi observado pelos pesquisadores que para um período de cinco anos de aplicação de PSA, houve um efeito positivo, mesmo que de baixo impacto, na cobertura florestal, com um adicional de 2,8-5,6% de cobertura de pastagem em Floresta Atlântica, por regeneração florestal, entretanto, o PSA foi associado a

uma tendência não significativa no sentido de diminuição de perda de vegetação, o que fez os autores sugerirem que os gestores ambientais não deveriam contar exclusivamente com mecanismos de PSA para alcançar objetivos de conservação.

Em outro estudo, realizado por Sone *et al.* (2019), foram avaliados os efeitos de práticas de conservação de solo e água na provisão hídrica com a aplicação de PSA na bacia do rio Guariroba, localizado na região centro-oeste do Brasil. Durante cerca de seis anos em que o PSA se desenvolveu, foi realizada análise de tendência na precipitação, no fluxo de escoamento, no fluxo de base e no *runoff* direto, além de análise das mudanças na cobertura do solo ao longo da bacia e de práticas de conservação na parte alta da bacia. Como resultado, foi observado sinal de aumento da disponibilidade hídrica no curso mais baixo da bacia e foi destacada a importância de práticas de conservação não apenas para restaurar ecossistemas degradados, mas inclusive para que os serviços ecossistêmicos sejam mais resilientes a variáveis climáticas.

Segundo Engel *et al.* (2008) e Porras *et al.* (2013) (apud PONETTE-GONZALEZ *et al.*, 2015), os programas de investimento em bacias hidrográficas visam promover adoção de atividades seletivas de uso do solo (conservação e proteção de ecossistema, boas práticas de agricultura, reflorestamento e restauração de áreas degradadas). Para Ponette-Gonzalez *et al.* (2015), as coberturas de solo comumente associadas com essas atividades incluem floresta, pastagem alpina, plantação de árvores e agrofloresta.

Quintero *et al.* (2009 apud PONETTE-GONZALEZ *et al.*, 2015) criticaram o fato que, até então, os investimentos em bacias hidrográficas utilizavam predominantemente essas coberturas do solo como um protocolo para a provisão de serviço hídrico. Passados alguns anos, Ponette-Gonzalez *et al.* (2015) ratificaram a constatação daquele autor pela informação de que programas geralmente não consideram medição e monitoramento de vazão de água, mas apenas se baseiam em relações presumidas entre a cobertura do solo e os serviços hídricos.

Nesse sentido, uma questão importante apontada por Ponette-Gonzalez *et al.* (2015) consiste na identificação de características de cobertura do solo, como área de folhagem do dossel e profundidade das raízes da vegetação, pois ambas influenciam os principais fluxos hidrológicos locais, inclusive considerando-se os diferentes ecossistemas florestais. Os autores ainda reforçaram que as características biofísicas relevantes precisam ser consideradas para que ações de gestão do solo sejam eficientes. Por fim, Ponette-Gonzalez *et al.* (2015, p. 370-371) tratou da relevância da avaliação considerando-se as espécies envolvidas, a saber:

A composição das espécies também pode alterar a disponibilidade hídrica para os usuários a jusante porque as espécies de plantas diferem em suas características de

uso da água (KAGAWA *et al.*, 2009). Portanto, nem todas as florestas resultarão em captura ou perda hidrológica similar e, por sua vez, em serviços hidrológicos de bacia hidrográfica. Embora deva haver incerteza substancial com relação à função hidrológica de diferentes tipos de vegetação em sistemas tropicais, identificar o serviço e o fluxo de interesse torna possível verificar e refinar quais elementos do ecossistema são melhor gerenciados e monitorados.

Observou-se pelas informações presentes nas referências desta seção que o ambiente florestal é foco de grande parte das escolhas de locais para aplicação de PSA, principalmente para ações de conservação e restauração ambiental com objetivos voltados aos recursos hídricos (PSA hídrico). No Brasil, há vários programas/projetos de PSA que tiveram sucesso, inclusive quando aplicados em pequenos municípios, como os mencionados anteriormente. Alguns estados avançaram com relação à aplicação de PSA, mesmo sem uma regulamentação em nível nacional. Quanto à lei da Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais, esta demorou bastante a ser finalmente promulgada, perdurando suas discussões de 2007 até 2021.

Com relação à efetividade da implantação de PSA, verificou-se que ainda há questionamentos se a forma utilizada comumente para mensurar e valorar os serviços ecossistêmicos é correta e se resulta em dados e afirmativas consistentes. Entretanto, autores citados acima informam que é possível sim medir corretamente a aplicação de PSA para quantificar seus benefícios, mas é preciso que isto seja feito da forma atenta e com metodologia, considerando-se no caso da relação cobertura vegetal x recursos hídricos, por exemplo, as características da vegetação e os aspectos biofísicos quando da avaliação.

4.3.2 POTENCIALIDADES NA APLICAÇÃO DE PSA À UC

Nesta seção será analisada a questão do potencial de aplicação de PSA a UCs, com especial atenção ao caso do município de Paraty, abordado na seção 4.2. Para iniciar a discussão, um exemplo argumentativo sobre PSA de provisão hídrica a uma UC de Proteção Integral será apresentado.

Segundo Souza, Richter e Costa (2019), além da legislação ambiental brasileira apresentar o Código Florestal, já citado anteriormente, e a Lei das Águas (Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos) como fundamentais para a conservação dos recursos hídricos, a fim de manter a qualidade e quantidade da água, outra estratégia legal com o mesmo objetivo é a criação de UCs, em especial aquelas de Proteção Integral, já que não permitem o uso direto dos recursos.

Com essa perspectiva, o estudo de caso da REBIO Tinguá, localizada na Baixada Fluminense, foi realizado por Souza, Richter e Costa (2019) para analisar aspectos relacionados ao Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) pela sua produção hídrica enquanto compensação financeira pelo serviço ecossistêmico prestado, vislumbrando-se este instrumento econômico como uma significativa fonte alternativa de recurso, já que há carência de investimentos para a maioria das UCs. Os pesquisadores concluíram que mesmo que o recurso seja para abastecimento humano, ou seja, para um serviço essencial, a captação deveria ocorrer conforme prevê o SNUC. Isso significa que, de acordo com o art. 47 do SNUC, deveria haver uma compensação, como PSA por exemplo, por esse serviço ecossistêmico promovido pela floresta existente e protegida enquanto REBIO.

Art. 47. O órgão ou empresa, público ou privado, responsável pelo abastecimento de água ou que faça uso de recursos hídricos, beneficiário da proteção proporcionada por uma unidade de conservação, deve contribuir financeiramente para a proteção e implementação da unidade, de acordo com o disposto em regulamentação específica (BRASIL, 2000, *on-line*).

A partir desse exemplo, pode-se fazer um paralelo com as UCs de Paraty e o fato de elas serem as provedoras de água para o abastecimento público, em especial o PARNA da Serra da Bocaina, como observado na seção 4.2, e, portanto, também deveriam ter direito à compensação por fornecerem tão importante serviço ecossistêmico de provisão à população paratiense.

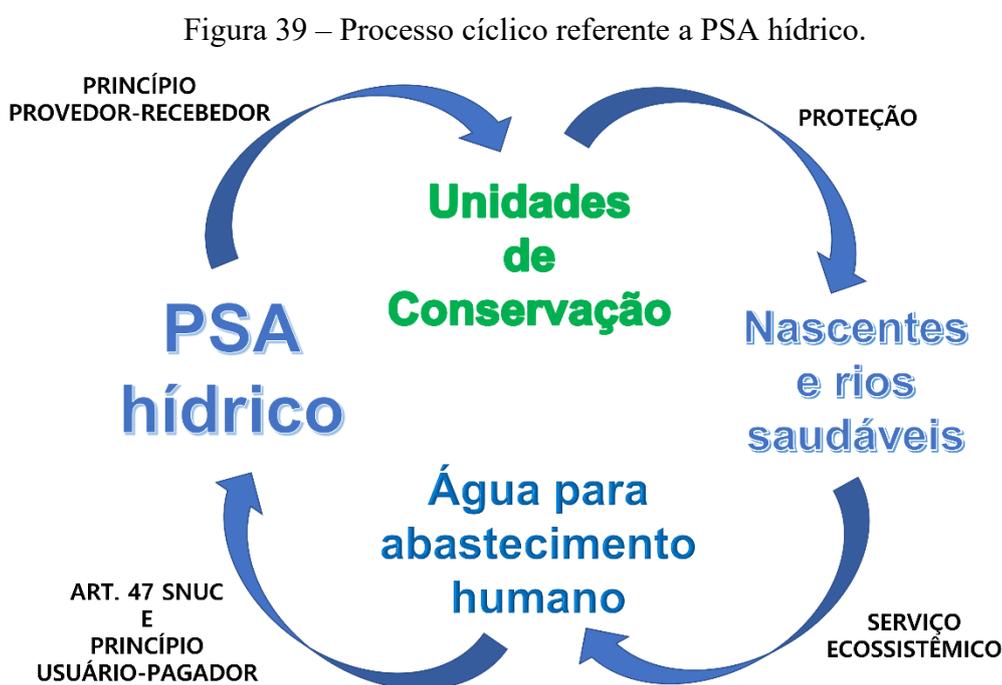
Assim, ainda de acordo com o art. 47 do SNUC, entende-se que tanto a empresa Águas de Paraty quanto a Prefeitura Municipal de Paraty, enquanto empresa e órgão público, respectivamente, responsáveis pela captação de água e, portanto, mesmo que de forma indireta, beneficiários dos recursos hídricos oriundos da proteção proporcionada pelas UCs presentes no município, deveriam contribuir financeiramente para a proteção destas unidades como uma forma de compensação, o que poderia ocorrer pelo instrumento econômico PSA.

Entretanto, observa-se que a implementação desse pagamento pelos beneficiários de provisão hídrica de Paraty, ou seja, seus potenciais pagadores (CAPY e PMP) pode acarretar possíveis conflitos, uma vez que já é obrigatório o pagamento devido à outorga (cobrança pelo uso dos recursos hídricos) e teriam que pagar também pela proteção para se ter o serviço ecossistêmico em si.

Outra discussão provável seria a necessidade de repasse desse valor a pagar ao consumidor final da água, ou seja, à população, o que poderia prejudicar de alguma forma a

relação entre os moradores e os responsáveis pela captação e até mesmo as UCs, caso o processo não seja realizado com a devida transparência e conscientização.

A questão do valor financeiro para a proteção das UCs nesse contexto do PSA hídrico pode ser compreendida como um reforço para a preservação das nascentes e rios, ou seja, origina um processo cíclico em que o PSA ajuda à UC a manter a proteção destas nascentes e rios e, por sua vez, isso traz um benefício aos responsáveis pela captação de água para abastecimento humano, o que justifica o próprio PSA. A figura 39 representa o processo cíclico citado.



Fonte: Autoria própria, 2022.

Apesar dessa relação parecer um tanto quanto perceptível, mesmo que não estivesse expressamente determinada no SNUC, observa-se que os investimentos em conservação no Brasil são ainda bastante limitados, se não insuficientes no caso das UCs, por isso, as temáticas PSA e conservação da biodiversidade chegaram a ser discutidas há alguns anos em um encontro empresarial, conforme WWF (2013, *on-line*):

De acordo com o levantamento do consultor Marcos Tito, da organização Forest Trends, existem atualmente no país 205 iniciativas de PSA. Segundo Tito, essas iniciativas são importantes para complementar o investimento insuficiente na conservação no Brasil. Como um exemplo de projeto de pagamentos por serviços ambientais, a Fundação Amazônia Sustentável (FAS) compartilhou a sua experiência

com a Bolsa Floresta. O Programa, realizado em parceria com o governo do estado do Amazonas, remunera populações tradicionais que vivem dentro ou no entorno de 15 unidades de conservação estaduais para recompensá-las pela manutenção dos serviços ambientais prestados pelas florestas tropicais e, assim, melhorar a sua qualidade de vida.

Aqui vale observar que, conforme comentado na seção 4.1.2 e exposto por WWF (2013), a redondeza das UCs são muito relevantes para a proteção da própria unidade e, portanto, também são merecedoras de PSA.

Dentro dos limites das UCs de Paraty, no caso da PARNA da Serra da Bocaina e da REEJ, UCs de Proteção Integral, o PSA seria destinado diretamente aos seus respectivos órgãos gestores, ou seja, ao ICMBio e ao Inea. Já no caso da APA Cairuçu, UC de Uso Sustentável, o entendimento é que, por mais que o valor correspondente ao PSA não seja demasiadamente expressivo, parte poderia ser direcionado à própria UC, ou seja, ao ICMBio, e parte aos proprietários rurais das áreas por onde passam os mananciais que proveem água para abastecimento público ou aqueles que possuem nascentes em suas propriedades e que dão origem às águas captadas a jusante para o uso humano.

Para que esse instrumento econômico seja factível, não basta reconhecer que o SNUC é taxativo quanto à contribuição financeira necessária às UCs por seus beneficiários. É de suma importância que sejam desenvolvidas ações e regulamentações de PSA não só no âmbito do município de Paraty, propriamente dito, mas também seguindo a legislação federal que já avançou nesta temática, conforme apresentado na seção 4.3.1 e que será explicada detalhadamente mais adiante neste texto.

É interessante destacar que a necessidade dessas ações e regulamentações de PSA relacionadas à captação da água vai ao encontro, em nível nacional, aos objetivos da Lei das Águas e é indicada pela criação e desenvolvimento do programa “Produtor de Água” da ANA, mas também é expressa, em nível estadual, pelo panorama trazido pelo Atlas dos Mananciais (INEA, 2018b) e o pela implementação do PRO-PSA, bem como em nível mais local por ações diretas e indiretas apontados no plano de ações do PRH-BIG. Voltando aos conceitos apresentados na seção 2.3, pode-se afirmar que a aplicação de PSA também se sustenta pelo reconhecido princípio jurídico provedor-recebedor.

Do ponto de vista legal a respeito de PSA especificamente para UCs, alguns estados adiantaram-se em relação à normativa nacional, porém especificamente para as RPPNs. Embora não seja o foco de UCs nesta pesquisa e pelo fato de Paraty não ter até o momento nenhuma unidade desta categoria, vale comentar que o Estado de São Paulo criou a Resolução SMA nº

89, em 18 de setembro de 2013, para instituir as diretrizes para a execução do Projeto de PSA para as RPPNs no âmbito do Programa de Remanescentes Florestais (SÃO PAULO, 2013). Logo após, foi o Estado do Paraná que apresentou a Resolução SEMA nº 80, de 21 de dezembro de 2015, para instituir diretrizes e normas para a execução de projetos de PSA destinados às RPPNs e critérios de priorização para seleção (PARANÁ, 2016).

Tratando-se agora do instrumento legal para PSA em nível nacional, recentemente aprovado, a Lei nº 14.119/21 instituiu a PNPSA e finalmente trouxe diretrizes que relacionam PSA a UCs, a saber (BRASIL, 2021, *on-line*):

Art. 8º Podem ser objeto do PFPSA:

[...]

III - unidades de conservação de proteção integral, reservas extrativistas e reservas de desenvolvimento sustentável, nos termos da Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000;

§ 1º Os recursos decorrentes do pagamento por serviços ambientais pela conservação de vegetação nativa em unidades de conservação serão aplicados pelo órgão ambiental competente em atividades de regularização fundiária, elaboração, atualização e implantação do plano de manejo, fiscalização e monitoramento, manejo sustentável da biodiversidade e outras vinculadas à própria unidade, consultado, no caso das unidades de conservação de uso sustentável, o seu conselho deliberativo, o qual decidirá sobre a destinação desses recursos.

[...]

Art. 9º Em relação aos imóveis privados, são elegíveis para provimento de serviços ambientais:

[...]

III - as Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPNs) e as áreas das zonas de amortecimento e dos corredores ecológicos cobertas por vegetação nativa, nos termos da Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000.

Observa-se que a PNPSA trouxe explicitamente como um dos objetos do Programa Federal de Pagamento por Serviços Ambientais (PFPSA) as UCs de Proteção Integral, inclusive indicando em que atividades os recursos devem ser aplicados. No caso de Paraty, cabe lembrar que o PARNA da Serra da Bocaina é a UC que contribui expressivamente com a oferta hídrica para as captações levantadas em campo e apresentadas na seção 4.2 e, portanto, deveriam receber PSA.

Além disso, a PNPSA ainda destaca que, no âmbito de imóveis privados, podem receber PSA as RPPN e as propriedades que estejam presentes nas redondezas das UCs, ou seja, nas zonas de amortecimento e nos corredores ecológicos, reforçando ainda mais a importância dos cuidados com áreas ao redor destas unidades para salvaguardar sua função protetiva, conforme mencionado na seção 4.1.2.

Do ponto de vista de evidências ao merecimento de PSA pelas UCs, em se tratando de captação de água para abastecimento público, Medeiros *et al.* (2011, p. 31) apresentou alguns dados relevantes:

Cerca de um terço das maiores cidades do mundo obtém uma proporção significativa de sua água potável diretamente de áreas florestadas (DUDLEY; STOLTON, 2003). No estudo de onde provém essa constatação, muitos municípios citam a necessidade de garantir uma fonte de água pura como razão para a implantação de medidas de proteção a áreas florestadas ou de reflorestamento. Outro estudo, feito por Troughton e comentado por Salati & Vose (1983), concluiu que a manutenção de 65% da vegetação natural de uma bacia garante 50% do volume médio do rio. [...]
O custo específico com produtos químicos se eleva à medida que o percentual de cobertura florestal da bacia de abastecimento é reduzido (REIS, 2004). Segundo Reis (2004), os dados de cobertura florestal per se podem funcionar como um indicativo da qualidade das águas e, por conseguinte, da saúde de determinada bacia.

Os mesmos autores ainda complementaram informando que estudos realizados em diferentes países atestaram que as UCs cumprem papel relevante para a conservação dos recursos hídricos, de forma que garantem sua qualidade e a vazão necessárias ao atendimento às necessidades humanas. Adicionalmente, Medeiros *et al.* (2011, p. 32) destacaram que ao “assegurar o provimento de água com qualidade, a manutenção da cobertura florestal em bacias hidrográficas, especialmente por meio de unidades de conservação, contribui para a redução dos custos decorrentes de seu tratamento visando o abastecimento público.”.

Ainda quanto ao estudo realizado por Medeiros *et al.* (2011), dados do Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos (CNDARH), levantados à época, e cruzados com a localização das UCs federais, possibilitaram extrair a informação de que cerca de 34,7% (1.326.879.131 m³) do volume anual não sazonal de captação de água (3.819.610.238 m³) eram provenientes de fontes de captação localizadas dentro ou a jusante destas UCs.

Com relação à efetividade da aplicação de PSA, diferentemente de áreas rurais comuns, como aquelas reportadas pelo estudo de Ruggiero *et al.* (2019), na seção 4.3.1, é bastante provável que o saldo positivo de restauração florestal e até mesmo de diminuição da perda de vegetação seja significativo no caso de UCs, uma vez que possuem maior controle sobre a área. Entretanto, é de suma importância a medição e monitoramento de aspectos florestais que possam evidenciar os serviços ecossistêmicos prestados pelas UCs.

No processo geral de discussão sobre aplicação de PSA no contexto do Brasil, vale considerar alguns aspectos comparativos com outro instrumento econômico de relevância a vários municípios brasileiros, o ICMS-Ecológico (por alguns chamado de ICMS-Verde). É importante deixar claro que não foi objeto deste estudo apresentar as nuances referentes ao

surgimento, regramento (base legal) e aplicação deste instrumento, mas apenas uma comparação com o IE em análise (PSA).

Segundo Guedes e Seehusen (2011), em 1992, o Paraná foi o primeiro estado a criar o ICMS-Ecológico, no qual considera a área municipal em UCs e outros critérios como existência de reservas indígenas e comunidades tradicionais, situação das Áreas de Preservação Permanente e Reservas Legais, bem como existência de corredores de biodiversidade. Os autores, inclusive, relataram que o ICMS-Ecológico foi adotado na sequência por vários outros estados, como uma opção para subsidiar e incentivar as ações de conservação e uso sustentável dos recursos naturais em nível municipal.

Guedes e Seehusen (2011) também informaram que o ICMS-Ecológico é considerado por muitos como a primeira experiência de PSA do Brasil, já que quando é articulado com outras ferramentas, ele tem potencial para contribuir expressivamente para a conservação da biodiversidade e dos serviços ambientais. Ainda destacaram que ele tem contribuído para a expansão e melhoria da rede de áreas protegidas.

Entretanto, os mesmos autores destacaram o fato que o ICMS-Ecológico nasceu num contexto um tanto quanto diferente, como um mecanismo de compensação orçamentária aos municípios que abrigavam em seu território áreas protegidas, as quais até então não geravam impostos nem outros retornos orçamentários aos municípios que as abrigavam. Loureiro (2002 apud GUEDES; SEEHUSEN, 2011) explicou que o ICMS-Ecológico é um mecanismo de redistribuição fiscal, pelo qual se determina a distribuição aos municípios de percentual dos ICMS arrecadados pelos estados em função de critérios ambientais, tais como a existência de UCs no território municipal.

Assim, estabelecida essa relação entre ICMS-Ecológico e UCs, como um reconhecimento pela contribuição destas áreas protegidas ao município, e considerando que a lei federal vigente de PSA (Lei nº 14.119/21) não cogita o ICMS-Ecológico como uma forma de PSA, entende-se que, ao menos até a efetiva implementação de PSA nos municípios, em especial no contexto do uso dos recursos hídricos que é trazido pelo SNUC, é possível inferir que parte do ICMS-Ecológico recebido pelos municípios que atendem ao critério de presença de UCs no território deveria ser destinada aos seus reais provedores de SEs. Esses provedores poderiam ser os próprios órgãos gestores, no caso de UCs de Proteção Integral, ou mesmo os proprietários rurais que fornecem os serviços ecossistêmicos hídricos à população, no caso de UCs de Uso Sustentável. Entende-se que, nesse último caso, a utilização do recurso aparenta ser mais simples do ponto de vista do repasse financeiro, já que seria negociada por apenas uma

esfera governamental (município) junto ao proprietário rural, o que poderia não ocorrer no primeiro caso, em que haveria diferentes esferas do Governo envolvidas (diversos órgãos gestores das UCs).

Brito e Marques (2017) identificaram que até junho de 2015, havia dezesseis estados brasileiros que faziam uso de critérios ambientais para distribuição do ICMS. Pela análise realizada por esses mesmos autores, foi verificado que os elementos mais utilizados nos indicadores para distribuição do ICMS são realmente áreas de conservação da natureza, o que evidenciou ainda mais a importância destas áreas para atribuição de pontuação.

É relevante observar que, no caso do ICMS-Ecológico, o critério para pontuação é simplesmente a presença de UCs no município. Brito e Marques (2017) posicionaram-se com relação a isso, pois seus estudos apontaram que a análise específica dos indicadores que utilizam as UCs revelou a incipiência do uso de elementos qualitativos. Desta forma, compreende-se que a implementação real de PSA é necessária para suprir esta análise meramente qualitativa inicial para avaliar a importância das UCs no município, dada pelos critérios para pontuação do ICMS-Ecológico.

Para fins de ilustração, é interessante comentar o resultado provisório do ICMS-Ecológico de 2021 (INEA, 2021d): no critério de presença de UCs, o município de Paraty ficou em 1º lugar, considerando apenas UCs Federais e Estaduais, e em 3º lugar, considerando todas as UCs (incluindo municipais), sendo que no Índice Final de Conservação Ambiental assumiu o 6º lugar geral.

Ainda para o caso de Paraty, além da já comentada opção provisória de PSA a UCs baseada nos recursos do ICMS-Ecológico, é importante voltar à discussão sobre a cobrança pelo uso dos recursos hídricos, devido à outorga do direito de uso destes recursos, pois o valor arrecadado ou parte dele também deveria ser uma alternativa de repasse financeiro para que as UCs possam manter a provisão hídrica, pelo menos até a efetivação de ações de PSA no território. Isso evitaria possíveis conflitos pela criação de mais uma cobrança àqueles que captam água em Paraty, nomeadamente CAPY e PMP.

Entende-se que é totalmente plausível a utilização do valor da cobrança pelo uso dos recursos hídricos para a finalidade de aqui proposta, ou seja, para que se possa ter o direito de captar água, antes disso é preciso que o SE de provisão hídrica esteja disponível e seja devidamente mantido. Esse repasse financeiro tornaria-se efetivamente um reconhecimento da importância de quem de fato oferece este SE, ou seja, as UCs.

Um forte argumento para a utilização do valor da cobrança pelo uso de recursos hídricos provém da própria Política Nacional de Recursos Hídricos – Lei nº 9.433/1997 (BRASIL, 1997), que estabeleceu em que devem ser aplicados os valores arrecadados:

Art. 22. Os valores arrecadados com a cobrança pelo uso de recursos hídricos serão aplicados prioritariamente na bacia hidrográfica em que foram gerados e serão utilizados:

I - no financiamento de estudos, programas, projetos e obras incluídos nos Planos de Recursos Hídricos;

[...].

Assim, uma vez que esta parte do valor da cobrança é repassado aos Comitês de Bacia Hidrográfica com a finalidade justamente de financiar programas e projetos do Plano de Recursos Hídricos e, no caso de Paraty, o PRH-BIG (datado de 2020) apresentar ações voltadas à preservação ambiental de nascentes e rios, incluindo atividades junto às UCs, e até mesmo já visando à implantação de PSA hídrico, o valor arrecadado pela cobrança seria aplicado de forma coerente com a lei citada acima.

Da mesma forma que comentado para o caso do ICMS-Ecológico, mesmo que haja inicialmente certo impasse quanto ao repasse do valor da cobrança pelo uso de recursos hídricos para os órgãos gestores, inclusive porque muitos deles são integrantes dos próprios Comitês de Bacias, este valor arrecadado pela cobrança seria provavelmente mais simples de ser repassado no caso dos proprietários rurais com propriedades em UCs, o que já seria um começo relevante.

Por fim, fazer parcerias com instituições, empresas e outras organizações, com finalidade de compensações ambientais, por exemplo, também poderia ser uma solução até que se estabeleça PSA às UCs de Paraty.

Diante de tudo o que foi exposto nesta seção, verifica-se que há um grande potencial das UCs serem receptoras de PSA e que no caso de Paraty, certamente esta compensação será muito bem-vinda para complementação dos recursos financeiros das UCs presentes no território e dos proprietários rurais presentes nas áreas de Uso Sustentável, valorizando ainda mais a produção dos serviços ecossistêmicos.

5 CONCLUSÕES

Há diversas contribuições científicas no que se refere à correlação (e conseqüente importância) de áreas protegidas, como as UCs, com a provisão hídrica, inclusive há autores que citam como benefícios à sociedade os serviços ecossistêmicos do ponto de vista não só da qualidade, mas também da quantidade de água provida por essas áreas. A cobertura florestal das UCs é um fator primordial para este SE de provisão hídrica.

No caso do município de Paraty, a presença de captações ocorre ao longo de toda sua extensão e pode-se confirmar que há ainda forte presença de áreas florestadas, justamente por conta das UCs que se encontram no território. Conforme verificado, a maioria das microbacias das captações que foram identificadas apresentam área, especialmente nas porções superiores, dentro do PNSB, cuja cobertura florestal é bastante importante para o SE de provisão hídrica destas microbacias, as quais atendem à população com água para fins de abastecimento humano. Entretanto, é necessário ter atenção às medidas para conter as intervenções antrópicas que levem à remoção da floresta.

Há justificativa plausível de que o PSA pode ser um instrumento econômico interessante para a continuidade ou reforço das ações em áreas protegidas, tais como as UCs, ou seja, podem contribuir para que ações voltadas ao SE de provisão hídrica, que são essenciais ao abastecimento humano, sejam realizadas. No caso de Paraty, baseando-se inclusive nos resultados obtidos pelo mapeamento de suas captações, pode-se concluir que as UCs do território possuem potencial para receber PSA, bem como os proprietários rurais presentes na UC de Uso Sustentável, que promovam ações de melhoria voltadas à qualidade e/ou quantidade da água dos mananciais.

Diante do que foi exposto acima, foi possível confirmar a importância das UCs no território de Paraty para a manutenção do SE de provisão hídrica para fins de abastecimento humano, atingindo-se o objetivo geral desta pesquisa.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Entende-se que este trabalho de pesquisa produziu informações relevantes para a gestão dos recursos hídricos do município de Paraty, que ainda não estavam disponíveis nas bases georreferenciadas disponíveis, destacando-se o mapeamento e georreferenciamento de várias captações existentes ao longo do território e também a correção de localizações de captações anteriormente mapeadas.

Certamente, a carência de dados ainda presente neste contexto é preocupante, embora já se tenha avançado bastante em relação à Lei das Águas e com o lançamento do PRH-BIG, mas percebe-se que há um longo caminho pela frente.

Entretanto, o resultado da análise das microbacias das captações realizado nesta pesquisa conseguiu evidenciar a importância das UCs do território paratiense, principalmente do PNSB. Além disso, ainda no contexto da correlação entre UCs e SE de provisão hídrica, merece destaque a REEJ, que mesmo com as dificuldades em se conseguir informações sobre ela, observa-se que sua cobertura florestal é vasta, portanto, uma área bastante preservada e de valor precioso para o município.

Embora a APA de Cairuçu apresente fragilidades em termos de corte e retirada da floresta por ter propriedades de domínio privado, entende-se que ainda assim ela tem papel fundamental na preservação das nascentes e rios. Conforme verificado nesta pesquisa, as UCs são espaços territoriais criados para melhorar a condição e qualidade de vida da população, inclusive pela provisão hídrica. Assim, imagine como poderiam estar as microbacias das captações mapeadas (e outras) caso não existissem as UCs, inclusive de Uso Sustentável, para manter a floresta em pé? Portanto, as UCs não devem ser vistas como territórios de disputa ou conflito, mas sim como agentes ambientais aliados da gestão de recursos hídricos.

Dessa forma, constata-se que zelar pelas UCs e suas redondezas é essencial. É preciso evitar que intervenções antrópicas avancem para o sentido das captações e áreas altas de suas microbacias (a montante dessas captações), evitando-se realocações para captar água de melhor qualidade e para a própria preservação das nascentes e margens dos rios.

O PSA pode ser uma ferramenta muito útil no sentido da preservação da floresta e da manutenção das condições ideais para a saúde ambiental dos recursos hídricos. Ainda que se tenha observado durante esta pesquisa que a maioria dos autores tratam este pagamento como um Instrumento Econômico, ou seja, uma forma operacional para suporte a ações positivas em prol dos SEs, espera-se que o PSA não seja visto como um recurso assistencialista ou

meramente financeiro, pois os SEs precisam ser valorizados por si só, eles apresentam valor intrínseco. Isso é o que realmente importa; a questão econômica do PSA deve ser sempre secundária. Nesse sentido, os SEs precisam ser desvencilhados da visão antropocentrista de seu valor.

O PSA ainda precisa ser bastante discutido, mas é uma alternativa valiosa. Através dele é possível reconhecer quem preserva e, conseqüentemente, ajudar a manter os SEs e os Comitês de Bacia são o “espaço” ideal onde estas discussões podem perfeitamente avançar.

Para finalizar, cabe reforçar que a água é um bem essencial ao homem. Ela é fonte de vida. Ela é tudo. E as UCs são instrumentos fundamentais para a manutenção da vida.

7 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Como sugestões para futuros trabalhos de pesquisa, podem ser citadas:

- Mapeamento ainda mais abrangente das captações de Paraty, pois há outras captações no território e não houve a possibilidade de ir a campo verificá-las ou conseguir informações a respeito delas, incluindo captações individuais;
- Busca de dados faltantes sobre as captações identificadas e demais captações de Paraty, tais como a vazão de água captada, a quantidade da população que é atendida, etc;
- Contribuição das UCs para a disponibilidade hídrica das microbacias, com base nas informações da modelagem hídrica realizada no contexto do PRH-BIG;
- Proposição de PSA a proprietários rurais, que promovam a conservação ambiental de mananciais importantes para o abastecimento humano em Paraty e outras localidades da Baía da Ilha Grande.

REFERÊNCIAS

AGEVAP. **Coordenadas geográficas da ETA Pedra Branca**. 2021. (Coordenadas em UTM cedidas pela AGEVAP em 30 jan. 2021).

ANA. **Manual Operativo do Programa Produtor de Água**. 2. ed. Brasília, DF: ANA, 2012. 84 p. Disponível em: http://produtordeagua.ana.gov.br/Portals/0/DocsDNN6/documentos/Manual%20Operativo%20Vers%C3%A3o%202012%20%2001_10_12.pdf. Acesso em: 25 jan. 2020.

ANA. Outorga nº 1777, de 8 de setembro de 2021. Documento nº 02500.041757/2021-81. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, n. 172, p. 24, 10 set. 2021. (Documento cedido pela PMP/DAE em 14 set. 2021).

ASHAGRE, Biniam B. *et al.* Integrated modelling for economic valuation of the role of forests and woodlands in drinking water provision to two African cities. **Ecosystem Services**, [S. l.], v. 32, p. 50-61, ago. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2018.05.004>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2212041617305089>. Acesso em: 28 mai. 2021.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República, 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaoconsolidado.htm. Acesso em: 4 mai. 2019.

BRASIL. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Brasília, DF: Presidência da República, 1997. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm. Acesso em: 4 mai. 2019.

BRASIL. **Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000**. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2000. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9985.htm. Acesso em: 4 mai. 2019.

BRASIL. **Decreto nº 5.758, de 13 de abril de 2006**. Institui o Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas – PNAP, seus princípios, diretrizes, objetivos e estratégias, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2006. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Decreto/D5758.htm. Acesso em: 16 nov. 2019.

BRASIL. Câmara dos Deputados. **Projeto de Lei nº 792, de 19 de abril de 2007**. Dispõe sobre a definição de serviços ambientais e dá outras providências. Brasília, DF: Câmara dos Deputados, 2007. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=348783&ord=1>. Acesso em: 26 jan. 2020.

BRASIL. Câmara dos Deputados. **Projeto de Lei nº 5.487, de 24 de junho de 2009**. Institui a Política Nacional dos Serviços Ambientais, o Programa Federal de Pagamento por Serviços Ambientais, estabelece formas de controle e financiamento desse Programa, e dá outras providências. Brasília, DF: Câmara dos Deputados, 2009. Disponível em: http://www.camara.gov.br/sileg/Prop_Detalhe.asp?id=439941. Acesso em: 26 jan. 2020.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2012. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm. Acesso em: 28 mai. 2021.

BRASIL. Câmara dos Deputados. **Projeto de Lei 312, de 10 de fevereiro de 2015**. Institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais e dá outras providências. Brasília, DF: Câmara dos Deputados, 2015. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=946475>. Acesso em: 26 jan. 2020.

BRASIL. **Lei nº 14.119, de 13 de janeiro de 2021**. Institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais; e altera as Leis nº 8.212, de 24 de julho de 1991, 8.629, de 25 de fevereiro de 1993, e 6.015, de 31 de dezembro de 1973, para adequá-las à nova política. Brasília, DF: Presidência da República, 2021. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2021/Lei/L14119.htm. Acesso em: 22 jul. 2021.

BRITO, Rosane de Oliveira; MARQUES, Cícero Fernandes. Pagamento por Serviços Ambientais: uma análise do ICMS Ecológico nos estados brasileiros. **Planejamento e Políticas Públicas**, Brasília, DF, n. 49, p. 357-383, jul./dez. 2017. Disponível em: http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/8247/1/ppp_n49_pagamento.pdf. Acesso em: 2 jul. 2021.

BRUIJNZEEL, L. A. Hydrological functions of tropical forests: Not seeing the soil for the trees? **Agriculture, Ecosystems & Environment**, [S. l.], v. 104, n. 1, p. 185-228, set. 2004. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2004.01.015>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167880904000404>. Acesso em: 19 jul. 2021.

CAMPOS, Ivan Braga *et al.* Assessing the potential of acoustic indices for protected area monitoring in the Serra do Cipó National Park, Brazil. **Ecological Indicators**, [S. l.], v. 120, p. 106953, jan. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106953>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X2030892X>. Acesso em: 28 mai. 2021.

CAPY. **Quem somos**. 2021. Disponível em: <https://www.grupoaguasdobrasil.com.br/paraty/a-concessionaria/quem-somos/>. Acesso em 1 ago. 2021.

CAPY. **Coordenadas geográficas da captação Caboclo**. 2021. (Coordenadas em UTM cedidas pela CAPY em 16 abr. 2021).

CHEN, Dengshuai *et al.* Quantifying water provision service supply, demand and spatial flow for land use optimization: A case study in the YanHe watershed. **Ecosystem Services**, [S. l.], v. 43, p. 101117, jun. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2020.101117>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2212041620300590>. Acesso em: 28 mai. 2021.

COMINI, Indira Bifano *et al.* Contribution of conservation units to Ecological ICMS generation for municipalities and environmental conservation. **Land Use Policy**, [S. l.], v. 86, p. 322-327, jul. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.05.015>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0264837718314431>. Acesso em: 28 mai. 2021.

CONDOMÍNIO LARANJEIRAS. **Coordenadas geográficas dos reservatórios, ETA e ETE do Condomínio Laranjeiras**. 2021. (Coordenadas em graus cedidas por funcionária da área ambiental deste empreendimento em 30 mar. 2021).

DAS, Saudamini *et al.* Valuing water provisioning service of Broadleaf and Chir Pine forests in the Himalayan region. **Forest Policy and Economics**, [S. l.], v. 105, p. 40-51, ago. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2019.05.017>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1389934118305057>. Acesso em: 28 mai. 2021.

ESQUIVEL, Jocelyn *et al.* High functional diversity of forest ecosystems is linked to high provision of water flow regulation ecosystem service. **Ecological Indicators**, [S. l.], v. 115, p. 106433, ago. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106433>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1470160X20303708>. Acesso em: 28 mai. 2021.

FAO. **The State of Food and Agriculture: Paying farmers for environmental services**. Rome: FAO, 2007. 240 p. (FAO Agriculture Series, n. 38). Disponível em: <http://www.fao.org/3/a1200e/a1200e00.htm>. Acesso em: 17 jan. 2020.

FAO. **The State of Food and Agriculture: Investing in Agriculture for a better future**. Rome: FAO, 2012. 182 p. Disponível em: <https://www.fao.org/publications/sofa/2012/en/>. Acesso em: 17 jan. 2020.

FECOMÉRCIO SP. **Água: o que o empresário do setor do comércio e de serviços precisa saber e fazer para preservar este precioso recurso**. São Paulo: Fecomercio, 2014. 64 p. Disponível em: <https://www.fecomercio.com.br/upload/pdf/2015/13/cartilha-agua-preservar.pdf>. Acesso em: 4 set. 2020.

FERNANDES, Leonardo Silva; BOTELHO, Rosangela Garrido Machado. Proposta metodológica de priorização de municípios para implantação de programas de pagamento por serviços ambientais (PSA). **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 19, n. 4, p. 85-104, out./dez. 2016. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/asoc/v19n4/pt_1809-4422-asoc-19-04-00101.pdf. Acesso em: 16 ago. 2019.

FGB *et al.* **Guia para formulação de políticas públicas estaduais e municipais de Pagamento por Serviços Ambientais**. Curitiba: Candyshop, abr. 2017. 80 p. Disponível em: <https://www.tnc.org.br/content/dam/tnc/nature/en/documents/brasil/guia-politicas-publicas-PSA.pdf>. Acesso em: 30 nov. 2019.

FIDALGO, Elaine Cristina Cardoso *et al.* **Manual para pagamento por serviços ambientais hídricos: seleção de áreas e monitoramento**. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 78 p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1071113/manual-para-pagamento-por-servicos-ambientais-hidricos-selecao-de-areas-e-monitoramento>. Acesso em: 16 ago. 2019.

FIORINI, Ana Carolina Oliveira *et al.* Forest cover effects of payments for ecosystem services: Evidence from an impact evaluation in Brazil. **Ecological Economics**, [S. l.], v. 169, p. 106522, mar. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2019.106522>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921800919305373>. Acesso em: 24 jul. 2021.

GOMES, Laura Jane; CARMO, Maristela Simões do; SANTOS, Rozely Ferreira dos. Conflitos de interesses em Unidades de Conservação do município de Parati, Estado do Rio de Janeiro. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 34, n. 6, p. 17-27, jun. 2004. Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br/ftp/iea/ie/2004/tec2-0604.pdf>. Acesso em: 13 fev. 2022.

GUEDES, Fátima Becker; SEEHUSEN, Susan Edda (org.). **Pagamento por Serviços Ambientais na Mata Atlântica: lições aprendidas e desafios**. Brasília, DF: MMA, 2011. 272 p. (Série Biodiversidade, v. 42). Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/educacaoambiental/images/stories/biblioteca/educacao_ambiental/psa_na_mata_atlantica_licoas_aprendidas_e_desafios.pdf. Acesso em: 25 jan. 2020.

GUGLIELMELI, Aline Claro de Oliveira. **Modelagem do controle da erosão como suporte à identificação de áreas provedoras de serviços ambientais: estudo de caso na Área de Proteção Ambiental Municipal do Rio Uberaba – Uberaba, MG**. Orientador: Amarildo da Cruz Fernandes. 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Programa de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica e Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <http://dissertacoes.poli.ufrj.br/dissertacoes/dissertpoli2213.pdf>. Acesso em: 30 nov. 2019.

HIPÓLITO, Juliana *et al.* Valuing nature's contribution to people: The pollination services provided by two protected areas in Brazil. **Global Ecology and Conservation**, [S. l.], v. 20, p. e00782, out. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2019.e00782>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351989419301611>. Acesso em: 28 mai. 2021.

IBGE. **Censo Demográfico**. 2010a. (Censo 2010 | Tabelas - Características da População e dos Domicílios | Municípios | Tabelas - Mesorregiões, microrregiões, municípios, distritos, subdistritos e bairros | Rio de Janeiro). Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9662-censo-demografico-2010.html?edicao=10503&t=resultados>. Acesso em: 3 set. 2020.

IBGE. **Mapas**. 2010b. (Recortes para fins estatísticos | Malhas de setores censitários | 2010 | Rio de Janeiro - Setores Censitários 2010 (SHP)). Disponível em: <https://mapas.ibge.gov.br/bases-e-referenciais/bases-cartograficas/malhas-digitais.html>. Acesso em: 10 ago. 2020.

IBGE. **Drenagem do Estado do Rio de Janeiro**. 2016. (Arquivo shapefile | Nome do arquivo: HID_Trecho_Drenagem_L | Escala: 1:25.000 | SRC: SIRGAS 2000). Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html>. Acesso em: 16 ago. 2020.

IBGE. **Limites municipais do Estado do Rio de Janeiro**. 2018a. (Arquivo shapefile | Nome no GeoInea: RJ25 Município (Área) - 1:25.000 | Nome do arquivo: BC25_Municipio_A | Escala: 1:25.000 | SRC: SIRGAS 2000). Disponível em: <https://inea.maps.arcgis.com/apps/MapSeries/index.html?appid=00cc256c620a4393b3d04d2c34acd9ed>. Acesso em: 30 mar. 2021.

IBGE. **Curvas de nível do Estado do Rio de Janeiro**. 2018b. (Arquivo shapefile | Nome no GeoInea: RJ25 Curva Nível (Linha) - 1:25.000 | Nome do arquivo: BC25_Curva_Nivel_L | Escala: 1:25.000 | SRC: SIRGAS 2000). Disponível em: <https://inea.maps.arcgis.com/apps/MapSeries/index.html?appid=00cc256c620a4393b3d04d2c34acd9ed>. Acesso em: 30 mar. 2021.

IBGE. **Brasil / Rio de Janeiro / Paraty: Panorama**. 2020a. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/paraty/panorama>. Acesso em: 3 set. 2020.

IBGE. **Malha de Setores Censitários**. 2020b. (2019 Malha Censitária | Acesso ao produto | Malha de setores - por Município (kml)). Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/26565-malhas-de-setores-censitarios-divisoes-intramunicipais.html>. Acesso em: 18 ago. 2020.

ICMBIO. **Núcleo de Gestão Integrada ICMBio Paraty unifica a gestão das três Unidades Federais do território no sul fluminense**. 2020. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/eseectamoios/destaques/78-nucleo-de-gestao-integrada-icmbio-paraty-unifica-a-gestao-das-tres-unidades-federais-do-territorio-no-sul-fluminense.html>. Acesso em: 13 fev. 2022.

INEA. **Projeto Produtores de Água e Floresta (PAF)**. 2015. Disponível em: <http://www.inea.rj.gov.br/Portal/Agendas/GESTAODEAGUAS/PagamentosproServiosAmbie ntais/ProjetosdePSA/ProjetoProdutores/index.htm%26lang=#ad-image-0>. Acesso em: 24 jul. 2021.

INEA. **Uso e ocupação do solo**. 2018a. (Arquivo shapefile | Nome no GeoInea: Uso e Cobertura do Solo RHI 1:25.000 – 2012 | Nome do arquivo: uso_cobertura_rhi_2012_25k | Escala: 1:25.000 | SRC: SIRGAS 2000 | Dados de 2012). Disponível em: <https://inea.maps.arcgis.com/apps/MapSeries/index.html?appid=68ed6955a37e4c4a8ebda9f5c3eb4b2f>. Acesso em: 10 ago. 2020.

INEA. **Atlas dos mananciais de abastecimento público do Estado do Rio de Janeiro: subsídios ao planejamento e ordenamento territorial**. Rio de Janeiro: Inea, 2018b. 464 p.

Disponível em: www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2019/01/Livro_Atlas-dos-Mananciais-de-Abastecimento-do-Estado-do-Rio-de-Janeiro.pdf. Acesso em: 6 set. 2020.

INEA. **Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica da Baía da Ilha Grande – PRH-BIG: RPRH** – Relatório do Plano de Recursos Hídricos. Rio de Janeiro: Inea, 2020a. 352 p. Disponível em: <https://www.cbhbig.org.br/plano-de-recursos-hidricos>. Acesso em: 16 ago. 2020.

INEA. **Unidade de Conservação Estaduais no Estado do Rio de Janeiro**. 2020b. (Arquivo shapefile | Nome no GeoInea: UCs Estaduais | Nome do arquivo: GPL_UCS_ESTADUAIS | SRC: SIRGAS 2000 | Dados de 2018). Disponível em: <https://inea.maps.arcgis.com/apps/MapSeries/index.html?appid=00cc256c620a4393b3d04d2c34acd9ed>. Acesso em: 9 ago. 2020.

INEA. **Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica da Baía da Ilha Grande – PRH-BIG: RD10** – Relatório Síntese de Diagnóstico. Rio de Janeiro: Inea, 2020c. 476 p. Disponível em: <https://www.cbhbig.org.br/plano-de-recursos-hidricos>. Acesso em: 16 ago. 2020.

INEA. **Captações para fins de abastecimento da RH-I – Estado do Rio de Janeiro**. 2020d. (Arquivo shapefile | Nome do arquivo: Captacoes_Abastecimento | SRC: SIRGAS 2000 - UTM 23S | Dados de 2018 | Arquivo cedido por e-mail pela Profill Engenharia – empresa executora do PRH-BIG – em 13 ago. 2020).

INEA. **Captações 2020**. 2020e. (Tabela: Pontos de interferência cadastrados - CNARH 40 | Captações | Barragens | Pontos de referência | Região Hidrográfica I – Baía da Ilha Grande | Nome do arquivo: RH_01_BIG_CAP | Data-base: 27 nov. 2020). Disponível em: <http://www.cbhbig.org.br/cadastro-de-usuarios>. Acesso em: 4 jan. 2021.

INEA. **Microbacias da RH-I – Estado do Rio de Janeiro**. 2020f. (Arquivo shapefile | Nome do arquivo: Minibacias | SRC: SIRGAS 2000 - UTM 23S | Dados de 2019 | Arquivo cedido por e-mail pela Profill Engenharia – empresa executora do PRH-BIG – em 13 ago. 2020).

INEA. **Unidades de Conservação Federais no Estado do Rio de Janeiro**. 2021a. (Arquivo shapefile | Nome no GeoInea: UCs Federais ERJ - ICMBio | Nome do arquivo: gpl_ucs_federais_jun_2020_v1 | SRC: SIRGAS 2000 | Dados de 2010). Disponível em: <https://inea.maps.arcgis.com/apps/MapSeries/index.html?appid=00cc256c620a4393b3d04d2c34acd9ed>. Acesso em: 31 mar. 2021.

INEA. **Unidades de Conservação Municipais no Estado do Rio de Janeiro**. 2021b. (Arquivo shapefile | Nome no GeoInea: Unidades de Conservação - Municipais 2020 | Nome do arquivo: gpl_ucs_mun_2020 | SRC: SIRGAS 2000 | Dados de 2020). Disponível em: <https://inea.maps.arcgis.com/apps/MapSeries/index.html?appid=00cc256c620a4393b3d04d2c34acd9ed>. Acesso em: 31 mar. 2021.

INEA. **Licenças**. 2021c. Disponível em: <http://200.20.53.7/ListaLicencas/Views/pages/Lista.aspx>. Acesso em: 25 jun. 2021.

INEA. **Seas e Inea divulgam primeiros resultados do ICMS Ecológico 2021**. 2021d. Disponível em: <http://www.inea.rj.gov.br/seas-e-inea-divulgam-primeiros-resultados-do-icms-ecologico-2021/>. Acesso em: 31 out. 2021.

JOLY, Carlos A. *et al.* **1º Diagnóstico Brasileiro de Biodiversidade e Serviços Ecosistêmicos**. São Carlos: Editora Cubo, 2019. 351 p. DOI: <https://doi.org/10.4322/978-85-60064-88-5>. Disponível em: <https://doi.org/10.4322/978-85-60064-88-5>. Acesso em: 13 jan. 2020.

LIMA, Ana Carolina Assmar Correia de. **O pagamento por serviços ambientais como instrumento de mitigação e adaptação às mudanças climáticas no Brasil**. Orientador: Eduardo Gonçalves Serra. 2017. 108 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Programa de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica e Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <http://dissertacoes.poli.ufrj.br/dissertacoes/dissertpoli2108.pdf>. Acesso em: 30 nov. 2019.

LOPES, Manoela Sacchis; VEETTIL, Bijeesh Kozhikkodan; SALDANHA, Dejanira Lüderitz. Buffer zone delimitation of conservation units based on map algebra and AHP technique: A study from Atlantic Forest Biome (Brazil). **Biological Conservation**, [S. l.], v. 253, p. 108905, jan. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108905>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006320720309630>. Acesso em: 28 mai. 2021.

MAY, Peter H. (org.). **Economia do Meio Ambiente: teoria e prática**. 2. ed. Rio de Janeiro: GEN LTC, 2010. 400 p.

MEA. **Ecosystems and Human Well-being: A Framework for Assessment**. Washington: Island Press, 2003. Disponível em: <https://www.millenniumassessment.org/en/Reports.html>. Acesso em: 15 jan. 2020.

MEA. **Ecosystems and Human Well-being: Synthesis**. Washington: Island Press, 2005. 155 p. Disponível em: <https://www.millenniumassessment.org/en/Reports.html>. Acesso em: 15 jan. 2020.

MEDEIROS, Rodrigo *et al.* **Contribuição das unidades de conservação brasileiras para a economia nacional: Sumário Executivo**. Brasília, DF: UNEP-WCMC, 2011. 44 p. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/comunicacao/estudocontribuicao.pdf>. Acesso em: 24 out. 2021.

MDS. **Diagnóstico Temático Serviços de Água e Esgoto: visão geral – ano de referência 2020**. Brasília, DF: Ministério do Desenvolvimento Regional, 2021. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/diagnosticos>. Acesso em: 13 fev. 2022.

MMA. **Serviços Ecosistêmicos: funções dos ecossistemas**. 2020. Disponível em: <https://mma.gov.br/biodiversidade/economia-dos-ecossistemas-e-da-biodiversidade/servi%C3%A7os-ecossist%C3%A7%C3%AAs.html#fun%C3%A7%C3%B5es-dos-ecossistemas>. Acesso em: 15 jan. 2020.

MOSTAGI, Nicole Cerci; FROIS, Amanda Keren. A internalização dos instrumentos econômicos nos estados: um estudo exploratório do caso brasileiro. *In*: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ADMINISTRAÇÃO, 29., 2016, Natal. **Anais [...]**. Ponta Grossa: UEPG, 2016. [12] p. Disponível em: <http://anteriores.admpg.com.br/2016/selecionados.php>. Acesso em: 25 jan. 2020.

OLIVEIRA, Sandro Nunes de *et al.* Deforestation analysis in protected areas and scenario simulation for structural corridors in the agricultural frontier of Western Bahia, Brazil. **Land Use Policy**, [S. l.], v. 61, p. 40-52, fev. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.10.046>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0264837716302320>. Acesso em: 28 mai. 2021.

PARANÁ. **Resolução SEMA nº 80, de 21 de dezembro de 2015**. Institui diretrizes e normas para a execução de projetos de Pagamento por Serviços Ambientais destinados às Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN) no Estado do Paraná. Curitiba: Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos, 2016. Disponível em: <https://www.legislacao.pr.gov.br/legislacao/listarAtosAno.do?action=exibir&codAto=151160&indice=1&totalRegistros=86&anoSpan=2019&anoSelecionado=2015&mesSelecionado=0&isPaginado=true>. Acesso em: 16 ago. 2019.

PENSAMENTO VERDE. **Exemplos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil**. 2013. Disponível em: <https://www.pensamentoverde.com.br/economia-verde/exemplos-de-desenvolvimento-sustentavel-no-brasil/>. Acesso em: 13 fev. 2022.

PMP. **Cadastro imobiliário**: mapas do centro urbano. Paraty: PMP, 2015. (Arquivos de imagem fornecidos por e-mail pela PMP/DAE em 27 ago. 2020).

PMP. **Um ano do Departamento de Águas e Esgoto (DAE)**. 2021a. Disponível em: <https://paraty.rj.gov.br/informativo/noticias/um-ano-do-departamento-de-aguas-e-esgoto-dae>. Acesso em: 1 ago. 2021.

PMP. **Coordenadas geográficas da captação Trindade**. 2021b. (Coordenadas em UTM cedidas pela PMP/DAE em 19 mar. 2021).

PMP. **Tabela com coordenadas geográficas de captações e reservatórios não visitados do território de Paraty**. 2021c. (Coordenadas em UTM cedidas pela PMP/DAE em 2 mai. 2021).

PONETTE-GONZÁLEZ, Alexandra G. *et al.* Managing water services in tropical regions: From land cover proxies to hydrologic fluxes. **Ambio**, [S. l.], v. 44, n. 5, p. 367-375, set. 2015. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13280-014-0578-8>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13280-014-0578-8>. Acesso em: 19 jul. 2021.

RIBEIRO, Soraya *et al.* Land use in Brazilian continental wetland Ramsar sites. **Land Use Policy**, [S. l.], v. 99, p. 104851, dez. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104851>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0264837719308889>. Acesso em: 28 mai. 2021.

RICHIT, L. A. *et al.* Forest recovery prognostics in conservation units of the Atlantic rainforest. **Ecological Informatics**, [S. l.], v. 61, p. 101199, mar. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2020.101199>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1574954120301497>. Acesso em: 28 mai. 2021.

RIO DE JANEIRO (Estado). **Lei Estadual nº 3.239, de 2 de agosto de 1999**. Institui a Política Estadual de Recursos Hídricos; cria o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos; regulamenta a Constituição Estadual, em seu artigo 261, parágrafo 1º, inciso VII; e dá outras providências. Rio de Janeiro: Assembleia Legislativa do Estado do Rio de Janeiro, 1999. Disponível em: <https://gov-rj.jusbrasil.com.br/legislacao/205541/lei-3239-99>. Acesso em: 24 jul. 2021.

RIO DE JANEIRO (Estado). **Decreto Estadual nº 42.029, 15 de junho de 2011**. Regulamenta o Programa Estadual de Conservação Revitalização de Recursos Hídricos - PROHIDRO, previsto nos artigos 5º e 11 da Lei nº 3.239, de 02 de agosto de 1999, que instituiu a política estadual de recursos hídricos, e dá outras providências. Rio de Janeiro: Assembleia Legislativa do Estado do Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <http://cbhbaixoparaiba.org.br/downloads/decreto-42029.2011.pdf>. Acesso em: 24 jul. 2021.

ROCHA, Samuel José Silva Soares da *et al.* Ecological ICMS enables forest restoration in Brazil. **Land Use Policy**, [S. l.], v. 91, p. 104381, fev. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.104381>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0264837719311111>. Acesso em: 28 mai. 2021.

RUGGIERO, Patricia G. C. *et al.* Payment for ecosystem services programs in the Brazilian Atlantic Forest: Effective but not enough. **Land Use Policy**, [S. l.], v. 82, p. 283-291, mar. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.11.054>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0264837718304319>. Acesso em: 24 jul. 2021.

SAHIN, Vildan; HALL, Michael J. The effects of afforestation and deforestation on water yields. **Journal of Hydrology**, [S. l.], v. 178, n. 1-4, p. 293-309, 15 abr. 1996. DOI: [https://doi.org/10.1016/0022-1694\(95\)02825-0](https://doi.org/10.1016/0022-1694(95)02825-0). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0022169495028250>. Acesso em: 19 jul. 2021.

SALMAN, Maher; MARTINEZ, Alba. Water for agriculture and energy: the frican quest under the lenses of an ecosystem services-based approach. *In*: MARTIN-ORTEGA, Julia *et al.* **Water Ecosystem Services: A Global Perspective**. [S. l.]: Cambridge University Press, 2015. p. 35-46. DOI: <https://doi.org/10.1017/CBO9781316178904>. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/books/water-ecosystem-services/water-for-agriculture-and-energy-the-african-quest-under-the-lenses-of-an-ecosystem-servicesbased-approach/4177D1C347855968D98C56869F0BF3C2>. Acesso em: 19 jul. 2021.

SANTA CATARINA. **Lei nº 15.133, de 19 de janeiro de 2010**. Institui a Política Estadual de Serviços Ambientais e regulamenta o Programa Estadual de Pagamento por Serviços Ambientais no Estado de Santa Catarina, instituído pela Lei nº 14.675, de 2009, e estabelece

outras providências. Florianópolis: Assembleia Legislativa do Estado de Santa Catarina, 2010. Disponível em: http://leis.alesc.sc.gov.br/html/2010/15133_2010_Lei.html. Acesso em: 2 jul. 2021.

SÃO PAULO (Estado). **Decreto nº 55.947, de 24 de junho de 2010**. Regulamenta a Lei nº 13.798, de 9 de novembro de 2009, que dispõe sobre a Política Estadual de Mudanças Climáticas. São Paulo: Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo, 2010. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/2010/decreto-55947-24.06.2010.html>. Acesso em: 2 jul. 2021.

SÃO PAULO (Estado). **Resolução SMA nº 89, 18 de setembro de 2013**. Institui as diretrizes para a execução do Projeto de Pagamento por Serviços Ambientais para as Reservas Particulares do Patrimônio Natural – RPPN, no âmbito do Programa de Remanescentes Florestais. São Paulo: Secretaria Estadual do Meio Ambiente, 2013. Disponível em: <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/legislacao/2013/09/resolucao-sma-89-2013/>. Acesso em: 16 ago. 2019.

SILVA, Alexandre Pereira da. Brazilian large-scale marine protected areas: Other “paper parks”? **Ocean and Coastal Management**, [S. l.], v. 169, p. 104-112, 1 mar. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2018.12.012>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0964569118303843>. Acesso em: 28 mai. 2021.

SONE, Jullian S. *et al.* Water provisioning improvement through payment for ecosystem services. **Science of the Total Environment**, [S. l.], v. 655, p. 1197-1206, 10 mar. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.11.319>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969718346758>. Acesso em: 28 mai. 2021.

SOS MATA ATLÂNTICA. **Fundação cria subsídios para o projeto de lei sobre Pagamentos por Serviços Ambientais**. 2012. Disponível em: <https://www.sosma.org.br/noticias/fundacao-cria-subsidios-para-o-projeto-de-lei-sobre-pagamentos-por-servicos-ambientais/>. Acesso em: 26 jan. 2020.

SOUZA, Sílvia Maria Varela de; RICHTER, Monika; COSTA, Alexander Josef Sá Tobias da. Unidades de Conservação, Serviços Ambientais e o Pagamento por Serviços Ambientais: uma análise a partir da REBIO Tinguá. **Espaço & Geografia**, [S. l.], v. 22, n. 1, p. 189-220, 2019. Disponível em: <http://lsie.unb.br/espacoegografia/index.php/espacoegografia/article/view/614>. Acesso em: 2 jul. 2021.

TANSCHKEIT, Fernando São Thiago; RUA, João. **O impacto da especulação imobiliária no cotidiano das populações caiçaras de Paraty**. Rio de Janeiro: PUC Rio, 2010. (Resumos do Departamento de Geografia da PUC Rio). Disponível em: http://www.puc-rio.br/pibic/relatorio_resumo2010/resumos/ccs/geo/GEO-Fernando%20S%C3%A3o%20Thiago%20Tanscheit.pdf. Acesso em: 16 ago. 2019.

UERJ. **Plano Municipal de Saneamento Básico da Prefeitura Municipal de Paraty: abastecimento de água e esgotamento sanitário**. Rio de Janeiro: UERJ, 2011. Disponível em: <https://paraty.rj.gov.br/servicos/saneamento-basico>. Acesso em: 16 ago. 2020.

UNESCO. **Paraty e Ilha Grande se tornam o primeiro sítio misto do Patrimônio Mundial localizado no Brasil**. 2019. Disponível em: http://www.unesco.org/new/pt/rio-20/single-view/news/paraty_becomes_the_first_mixed_world_heritage_site_in_brazil/. Acesso em: 30 jul. 2021.

VEIGA NETO, Fernando César da. **A construção dos mercados de serviços ambientais e suas implicações para o desenvolvimento sustentável no Brasil**. Orientador: Peter Herman May. 2008. 286 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Instituto de Ciências Humanas e Sociais, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: http://institucional.ufrj.br/portalcpsda/files/2018/08/2008.tese_fernando_veiga_neto.pdf. Acesso em: 25 jan. 2020.

WU, Yu *et al.* Do forests provide watershed services for farmers in the humid tropics? Evidence from the Brazilian Amazon. **Ecological Economics**, [S. l.], v. 183, p. 106965, mai. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2021.106965>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921800921000239>. Acesso em: 28 mai. 2021.

WWF. **Pagamentos por serviços ambientais e conservação da biodiversidade são debatidos por empresas**. 2013. Disponível em: <https://www.wwf.org.br/?36122/Pagamentos-por-servios-ambientais-e-conservao-da-biodiversidade-so-debatidos-por-empresas>. Acesso em: 2 jul. 2021.

ZOLIN, C. A. *et al.* The first Brazilian municipal initiative of payments for environmental services and its potential for soil conservation. **Agricultural Water Management**, [S. l.], v. 137, p. 75-83, 1 maio 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2014.02.006>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378377414000456>. Acesso em: 28 mai. 2021.

APÊNDICES

Apêndice 1 – Detalhamento das captações visitadas em Paraty.

Apêndice 2 – Informações sobre ETAs, reservatórios e ETEs de Paraty.

APÊNDICE 1 - Detalhamento das captações visitadas.

Quadro 15 – Detalhamento da captação Vila de Mambucaba.

Captação VILA DE MAMBUCABA			
Zona	Norte	Tipo de captação	Superficial
Manancial	Córrego do Alemão ⁽¹⁾	Gestão e manutenção	Eletronuclear e Normatel, respectivamente.
Regime do manancial	Permanente ⁽¹⁾	Tipo de abastecimento	Privado
Localidades atendidas	Vilas Residenciais da Eletronuclear ⁽²⁾	Presença no PRH-BIG	Sim, considerando que a coordenada geográfica apresentada no PRH-BIG é bastante próxima da coordenada medida em campo.
População atendida	Não informado	Presença no CNARH 40	Sim, considerando que a coordenada geográfica apresentada no CNARH 40 é bastante próxima da coordenada medida em campo.
Vazão média	19,17 L/s ou 69 m ³ /h ^(2,3)	Outorga	Sim. OUT N° IN043828, de 01/02/2018, válida até 01/02/2023 ⁽⁴⁾ .
Situação da captação	Barramento artificial construído com concreto/cimento, com passarela metálica e guarda-corpo, para acesso e manutenção, inclusive permitindo a passagem sobre as duas partes deste barramento. Em cada uma dessas partes, há um gradeamento na vertical para equalização do fluxo de entrada no barramento. A saída de distribuição, cuja adução é direcionada à ETA, é bem ancorada, com sustentação em concreto/cimento ao longo da adução. Possui uma tubulação em aço galvanizado, de diâmetro grande. Adução é feita por bombeamento até a ETA (duas bombas).		
Condições da vegetação local	Mata Atlântica bastante preservada ⁽⁵⁾ .	Acesso à captação	Partindo da BR-101 de automóvel, estrada de terra. Depois, seguindo a pé, trilha curta (até 5 min), arborizada, mantida, com cerca e portão com tranca, além de sinalização informando ser uma área de captação da empresa e, portanto, possui acesso restrito a funcionários da Eletronuclear/Normatel.
Intervenções antrópicas na redondeza	Estrada de terra, poucas edificações e pastagens ⁽⁶⁾ .	Coordenadas geográficas	Long.(X) = 544978 m Lat.(Y) = 7453458 m (± 5,36 m) ⁽⁷⁾
Altitude	30 a 40 m ⁽⁸⁾	Localização em relação às UCs	A cerca de 456,419 m do PNSB ⁽⁹⁾ .
Tratamento da água	ETA de ciclo composto pelas etapas de Desarenação, Decantação, Filtração e Desinfecção. A entrada da água bruta é por uma Calha Parshall, mas não há adição de produtos químicos, pois foi informado que a turbidez é de cerca de 70 UNT e que a decantação é suficiente para diminuí-la. Por esse fato, a bancada de adição de produtos químicos com misturadores está desativada. A desarenação ocorre em duas calhas, a água passa por um tanque antes da entrada no decantador do tipo colmeia e, posteriormente, por filtros a pressão. Por fim, a desinfecção é feita por adição de hipoclorito de sódio (utiliza o produto que é vendido diretamente em bombonas, apenas diluindo-o). Possui laboratório próprio para realização de algumas análises, como cloro, pH e turbidez, mas envia amostras para análise microbiológica para laboratório externo.		
Reservatório	Localizado ao lado da ETA, com capacidade de 1.000.000 L (1.000 m ³), em alvenaria e com passarela de acesso com calçamento e guarda-corpo ao longo de seu perímetro. A área onde se localiza possui acesso restrito a funcionários da Eletronuclear/Normatel.		

Fonte: Autoria própria, 2022.

¹ Nomenclatura apresentada por IBGE (2016).

² Informação obtida junto à Eletronuclear.

³ Vazão média outorgada e declarada no CNARH 40 como vazão média (INEA, 2020e). A vazão máxima outorgada e atualmente captada é 21,39 L/s ou 77 m³/h.

⁴ Informação obtida de Inea (2021c).

- ⁵ Verificado em campo, bem como em um raio de 50 m da captação por ferramenta de *buffer* no QGIS, observando-se imagem do Google Satellite.
- ⁶ Verificado em campo, bem como em um raio de 500 m da captação por ferramenta de *buffer* no QGIS, observando-se imagem do Google Satellite.
- ⁷ Dado obtido pelo aplicativo gratuito para celular GPS Essentials (versão 4.4.32), Datum SIRGAS.
- ⁸ Dado obtido a partir das curvas de nível apresentadas por IBGE (2018b).
- ⁹ Verificado por sobreposição de camadas e por ferramentas de linha e *buffer* no QGIS.

Quadro 16 – Detalhamento da captação Tarituba.

Captação TARITUBA			
Zona	Norte	Tipo de captação	Superficial
Manancial	Sem nome ⁽¹⁾	Gestão e manutenção	PMP/DAE e Conser do Brasil, respectivamente.
Regime do manancial	Permanente ⁽¹⁾	Tipo de abastecimento	Público
Localidades atendidas	Tarituba ⁽²⁾	Presença no PRH-BIG	Não
População atendida	Não informado	Presença no CNARH 40	Não
Vazão média	10 L/s ou 36 m ³ /h (estimada) ⁽²⁾	Outorga	Não
Situação da captação	Rústica, com barramento artificial construído com pedras locais e cimentado. Possui uma tubulação em material plástico reforçado fixada no barramento, porém escorada ao longo da adução apenas nas próprias pedras do local. A captação localiza-se dentro de uma propriedade particular. Adução é feita por gravidade.		
Condições da vegetação local	Mata Atlântica bastante preservada ⁽³⁾ .	Acesso à captação	Partindo da BR-101 de automóvel, estrada asfaltada e um trecho de estrada de terra. Em seguida, abre-se uma porteira de uma propriedade particular (que se mantém destrancada). Depois, seguindo a pé, trilha média (cerca de 10 min), em aclave, com mata fechada.
Intervenções antrópicas na redondeza	Estrada de terra e algumas edificações ⁽⁴⁾ .	Coordenadas geográficas	Long.(X) = 541570 m Lat.(Y) = 7452485 m (± 3,50 m) ⁽⁵⁾
Altitude	70 a 80 m ⁽⁶⁾	Localização em relação às UCs	A cerca de 206,964 m do PNSB ⁽⁷⁾ .
Tratamento da água	Simplificado, apenas com gradeamento improvisado no barramento, antes da entrada da água na tubulação, utilizando-se uma tela metálica fixada nele, e com um dispositivo para desinfecção mínima (pastilha de cloro), localizado após a saída de distribuição do reservatório.		
Reservatório	Localizado em cota levemente inferior à captação, com capacidade de 35.000 L, em alvenaria. Possui uma tubulação de entrada e uma saída de distribuição, esta última com válvula, porém há alguns metros do reservatório. Também apresenta uma tubulação do tipo "ladrão" e um acesso para manutenção, o qual se mantém parcialmente aberto, contando apenas com uma tela metálica apoiada na superfície do reservatório com pedras do local. A área onde se localiza possui acesso também por dentro da mesma propriedade particular da captação.		

Fonte: Autoria própria, 2022.

¹ Nomenclatura apresentada por IBGE (2016).² Informação obtida junto à PMP/DAE.³ Verificado em campo, bem como em um raio de 50 m da captação por ferramenta de *buffer* no QGIS, observando-se imagem do Google Satellite.⁴ Verificado em campo, bem como em um raio de 500 m da captação por ferramenta de *buffer* no QGIS, observando-se imagem do Google Satellite.⁵ Dado obtido pelo aplicativo gratuito para celular GPS Essentials (versão 4.4.32), Datum SIRGAS.⁶ Dado obtido a partir das curvas de nível apresentadas por IBGE (2018b).⁷ Verificado por sobreposição de camadas e por ferramentas de linha e *buffer* no QGIS.

Quadro 17 – Detalhamento da captação São Gonçalo.

Captação SÃO GONÇALO			
Zona	Norte	Tipo de captação	Superficial
Manancial	Sem nome, mas é um afluente do Rio São Gonçalo ⁽¹⁾ .	Gestão e manutenção	PMP/DAE e Conser do Brasil, respectivamente.
Regime do manancial	Temporário ⁽¹⁾	Tipo de abastecimento	Público
Localidades atendidas	São Gonçalo ⁽²⁾	Presença no PRH-BIG	Não
População atendida	Não informado	Presença no CNARH 40	Não
Vazão média	10 L/s ou 36 m ³ /h (estimada) ⁽²⁾	Outorga	Não
Situação da captação	Bastante rústica, com barramento natural, aproveitando um represamento devido a grandes pedras locais. Possui uma tubulação em material plástico reforçado apenas encaixada entre duas pedras grandes. A área possui acesso livre. Adução é feita por gravidade.		
Condições da vegetação local	Mata Atlântica bastante preservada ⁽³⁾ .	Acesso à captação	Partindo da BR-101 de automóvel, estrada asfaltada. Depois, seguindo a pé, trilha média (cerca de 7 min), em aclive, com mata fechada.
Intervenções antrópicas na redondeza	Estrada asfaltada e várias edificações ⁽⁴⁾ . Observou-se no início da trilha uma placa de RPPN perto de uma casa e do rio, inclusive com número de registro no IBAMA e de AIDA, entretanto, em consulta à internet, verificou-se que o registro não está válido.	Coordenadas geográficas	Long.(X) = 540014 m Lat.(Y) = 7454241 m (± 6,20 m) ⁽⁵⁾
Altitude	120 a 130 m ⁽⁶⁾	Localização em relação às UCs	A cerca de 113,051 m do PNSB ⁽⁷⁾ .
Tratamento da água	Simplificado, apenas com um dispositivo para desinfecção mínima (pastilha de cloro), localizado dentro da área do reservatório.		
Reservatório	Localizado em cota inferior à captação, com capacidade total 20.000 L (dois reservatórios de 10.000 L), em material plástico resistente e com acesso para manutenção. Possui duas válvulas para controle de fluxo de entrada aos reservatórios. A área onde se localiza possui acesso restrito, com cerca e portão de madeira e com tranca. Há uma casa bem próxima ao reservatório, no limite da cerca.		

Fonte: Autoria própria, 2022.

¹ Nomenclatura apresentada por IBGE (2016).

² Informação obtida junto à PMP/DAE.

³ Verificado em campo, bem como em um raio de 50 m da captação por ferramenta de *buffer* no QGIS, observando-se imagem do Google Satellite.

⁴ Verificado em campo, bem como em um raio de 500 m da captação por ferramenta de *buffer* no QGIS, observando-se imagem do Google Satellite.

⁵ Dado obtido pelo aplicativo gratuito para celular GPS Essentials (versão 4.4.32), Datum SIRGAS.

⁶ Dado obtido a partir das curvas de nível apresentadas por IBGE (2018b).

⁷ Verificado por sobreposição de camadas e por ferramentas de linha e *buffer* no QGIS.

Quadro 18 – Detalhamento da captação Taquari 1.

Captação TAQUARI 1			
Zona	Norte	Tipo de captação	Superficial
Manancial	Rio da Carranca da Usina ⁽¹⁾	Gestão e manutenção	PMP/DAE e Conser do Brasil, respectivamente.
Regime do manancial	Permanente ⁽¹⁾	Tipo de abastecimento	Público
Localidades atendidas	Taquari e Sertão do Taquari ⁽²⁾	Presença no PRH-BIG	Não
População atendida	Não informado	Presença no CNARH 40	Não
Vazão média	Não informado	Outorga	Não
Situação da captação	Rústica, com barramento artificial construído com pedras locais e cimentado. Possui uma tubulação em material plástico reforçado fixada no barramento, porém escorada ao longo da adução apenas nas próprias pedras do local e por ganchos confeccionados com vergalhão metálico, fixados nelas. A área possui acesso livre. Adução é feita por gravidade. Em uma cota inferior à captação, a tubulação se desmembra em duas por meio de uma conexão em Y, de forma que uma tubulação é direcionada à comunidade do Taquari e a outra à comunidade do Sertão do Taquari.		
Condições da vegetação local	Mata Atlântica bastante preservada ⁽³⁾ .	Acesso à captação	Partindo da BR-101 de automóvel, estrada asfaltada e um trecho de estrada de terra. Depois, seguindo a pé, trilha longa (25 min), em aclive acentuado, com mata fechada.
Intervenções antrópicas na redondeza	Poucas pastagens ⁽⁴⁾ .	Coordenadas geográficas	Long.(X) = 532746 m Lat.(Y) = 7451978 m (± 8,58 m) ⁽⁵⁾
Altitude	120 a 130 m ⁽⁶⁾	Localização em relação às UCs	A cerca de 154,809 m do PNSB ⁽⁷⁾ .
Tratamento da água	Não possui		
Reservatório	Não possui, mas foi informado pela PMP/DAE que, futuramente, serão instalados cinco reservatórios em material plástico resistente de 5.000 L cada, totalizando 25.000 L, que já estavam dispostos quando da visita de campo em local definido, em cota inferior à captação.		

Fonte: Autoria própria, 2022.

¹ Nomenclatura apresentada por IBGE (2016).

² Informação obtida junto à PMP/DAE.

³ Verificado em campo, bem como em um raio de 50 m da captação por ferramenta de *buffer* no QGIS, observando-se imagem do Google Satellite.

⁴ Verificado em campo, bem como em um raio de 500 m da captação por ferramenta de *buffer* no QGIS, observando-se imagem do Google Satellite.

⁵ Dado obtido pelo aplicativo gratuito para celular GPS Essentials (versão 4.4.32), Datum SIRGAS.

⁶ Dado obtido a partir das curvas de nível apresentadas por IBGE (2018b).

⁷ Verificado por sobreposição de camadas e por ferramentas de linha e *buffer* no QGIS.

Quadro 19 – Detalhamento da captação Taquari 2.

Captação TAQUARI 2			
Zona	Norte	Tipo de captação	Superficial
Manancial	Córrego da Fazenda ⁽¹⁾	Gestão e manutenção	PMP/DAE e Conser do Brasil, respectivamente.
Regime do manancial	Permanente ⁽¹⁾	Tipo de abastecimento	Público
Localidades atendidas	Sertão do Taquari ⁽²⁾	Presença no PRH-BIG	Não
População atendida	Não informado	Presença no CNARH 40	Não
Vazão média	Não informado	Outorga	Não
Situação da captação	Rústica, com barramento artificial construído com pedras locais e cimentado. Possui uma tubulação em material plástico reforçado fixada no barramento, ancorada logo após o barramento em um único ponto com estruturas de cimento, sobre uma pedra, porém em outros pontos ao longo da adução é escorada apenas nas próprias pedras do local. A área possui acesso livre. Adução é feita por gravidade.		
Condições da vegetação local	Mata Atlântica bastante preservada ⁽³⁾ .	Acesso à captação	Partindo da BR-101 de automóvel, estrada asfaltada e um trecho de estrada de terra. Depois, seguindo a pé, trilha longa (40 min), em aclive, com pastagens (criação de gado, inclusive) e mata fechada.
Intervenções antrópicas na redondeza	Várias pastagens ⁽⁴⁾ .	Coordenadas geográficas	Long.(X) = 529910 m Lat.(Y) = 7451508 m (± 4,29 m) ⁽⁵⁾
Altitude	150 a 160 m ⁽⁶⁾	Localização em relação às UCs	A cerca de 192,911 m do PNSB ⁽⁷⁾ .
Tratamento da água	Não possui		
Reservatório	Não possui		

Fonte: Autoria própria, 2022.

¹ Nomenclatura apresentada por IBGE (2016).

² Informação obtida junto à PMP/DAE.

³ Verificado em campo, bem como em um raio de 50 m da captação por ferramenta de *buffer* no QGIS, observando-se imagem do Google Satellite.

⁴ Verificado em campo, bem como em um raio de 500 m da captação por ferramenta de *buffer* no QGIS, observando-se imagem do Google Satellite.

⁵ Dado obtido pelo aplicativo gratuito para celular GPS Essentials (versão 4.4.32), Datum SIRGAS.

⁶ Dado obtido a partir das curvas de nível apresentadas por IBGE (2018b).

⁷ Verificado por sobreposição de camadas e por ferramentas de linha e *buffer* no QGIS.

Quadro 20 – Detalhamento da captação São Roque.

Captação SÃO ROQUE			
Zona	Norte	Tipo de captação	Superficial
Manancial	Sem nome, mas é um afluente do Rio São Roque ⁽¹⁾ .	Gestão e manutenção	PMP/DAE e Conser do Brasil, respectivamente.
Regime do manancial	Permanente ⁽¹⁾	Tipo de abastecimento	Público
Localidades atendidas	São Roque ⁽²⁾	Presença no PRH-BIG	Não
População atendida	Não informado	Presença no CNARH 40	Não
Vazão média	20 L/s ou 72 m ³ /h (estimada) ⁽²⁾	Outorga	Não
Situação da captação	Rústica, com barramento artificial construído com pedras locais e cimentado. Possui uma tubulação em material plástico reforçado fixada no barramento, porém escorada ao longo da adução apenas nas próprias pedras do local. Foi colocada uma tubulação apenas escorada em pedras do local para trazer água de cota superior para o barramento, a fim de aumentar a vazão a ser captada. A área possui acesso livre. Adução é feita por gravidade.		
Condições da vegetação local	Mata Atlântica bastante preservada ⁽³⁾ .	Acesso à captação	Partindo da BR-101 de automóvel, estrada asfaltada e um trecho de estrada de terra. Depois, seguindo a pé, estrada de terra e trilha média (cerca de 15 min), em aclive, com mata fechada.
Intervenções antrópicas na redondeza	Poucas edificações ⁽⁴⁾ .	Coordenadas geográficas	Long.(X) = 528040 m Lat.(Y) = 7449406 m (± 3,60 m) ⁽⁵⁾
Altitude	190 a 200 m ⁽⁶⁾	Localização em relação às UCs	A cerca de 23,998 m do PNSB ⁽⁷⁾ .
Tratamento da água	Simplificado, apenas com gradeamento improvisado no barramento, antes da entrada da água na tubulação, utilizando-se uma tela plástica ao redor de uma estrutura feita de tubos de PVC, fixada com pedras locais e troncos de árvores, além de um dispositivo para desinfecção mínima (pastilha de cloro), localizado dentro da área do reservatório.		
Reservatório	Localizado em cota inferior à captação, com capacidade de 50.000 L, em alvenaria. Possui uma tubulação de entrada e uma saída de distribuição, esta última com válvula, além de uma tubulação do tipo "ladrão". A área onde se localiza possui acesso restrito, com cerca e portão gradeado e com tranca.		

Fonte: Autoria própria, 2022.

¹ Nomenclatura apresentada por IBGE (2016).² Informação obtida junto à PMP/DAE.³ Verificado em campo, bem como em um raio de 50 m da captação por ferramenta de *buffer* no QGIS, observando-se imagem do Google Satellite.⁴ Verificado em campo, bem como em um raio de 500 m da captação por ferramenta de *buffer* no QGIS, observando-se imagem do Google Satellite.⁵ Dado obtido pelo aplicativo gratuito para celular GPS Essentials (versão 4.4.32), Datum SIRGAS.⁶ Dado obtido a partir das curvas de nível apresentadas por IBGE (2018b).⁷ Verificado por sobreposição de camadas e por ferramentas de linha e *buffer* no QGIS.

Quadro 21 – Detalhamento da captação Barra Grande.

Captação BARRA GRANDE			
Zona	Norte	Tipo de captação	Superficial
Manancial	Rio da Barra Grande ⁽¹⁾	Gestão e manutenção	PMP/DAE e Conser do Brasil, respectivamente.
Regime do manancial	Permanente ⁽¹⁾	Tipo de abastecimento	Público
Localidades atendidas	Barra Grande ⁽²⁾	Presença no PRH-BIG	Não
População atendida	Não informado	Presença no CNARH 40	Não
Vazão média	28 L/s ou 100,8 m ³ /h (estimada) ⁽²⁾	Outorga	Não
Situação da captação	Rústica, com barramento artificial construído com pedras locais e cimentado. Possui uma tubulação em material plástico reforçado fixada no barramento, porém escorada ao longo da adução apenas nas próprias pedras do local e em troncos de árvores, além de amarrada com cordas a pedras grandes. A área possui acesso livre. Adução é feita por gravidade.		
Condições da vegetação local	Mata Atlântica bastante preservada ⁽³⁾ .	Acesso à captação	Partindo da BR-101 de automóvel, estrada asfaltada e um trecho de estrada de terra. Em seguida, atravessa-se uma cachoeira em que foi construída uma espécie de calçamento pelos próprios moradores. Depois, seguindo a pé, trilha média (cerca de 7 min), em aclave, com mata fechada.
Intervenções antrópicas na redondeza	Estrada de terra e poucas pastagens ⁽⁴⁾ .	Coordenadas geográficas	Long.(X) = 526264 m Lat.(Y) = 7446485 m (± 5,36 m) ⁽⁵⁾
Altitude	170 a 180 m ⁽⁶⁾	Localização em relação às UCs	A cerca de 573,826 m do PNSB ⁽⁷⁾ .
Tratamento da água	Simplificado, apenas com um dispositivo para desinfecção mínima (pastilha de cloro), localizado após a saída de distribuição do reservatório. Esse dispositivo fica à beira da estrada de terra, em meio à vegetação.		
Reservatório	Localizado em cota inferior à captação, com capacidade de 40.000 L, em material de fibra injetada. Possui uma tubulação de entrada e uma saída de distribuição, ambas com válvula. A área onde se localiza possui acesso restrito, com cerca e portão gradeado e com tranca.		

Fonte: Autoria própria, 2022.

¹ Nomenclatura apresentada por IBGE (2016).

² Informação obtida junto à PMP/DAE.

³ Verificado em campo, bem como em um raio de 50 m da captação por ferramenta de *buffer* no QGIS, observando-se imagem do Google Satellite.

⁴ Verificado em campo, bem como em um raio de 500 m da captação por ferramenta de *buffer* no QGIS, observando-se imagem do Google Satellite.

⁵ Dado obtido pelo aplicativo gratuito para celular GPS Essentials (versão 4.4.32), Datum SIRGAS.

⁶ Dado obtido a partir das curvas de nível apresentadas por IBGE (2018b).

⁷ Verificado por sobreposição de camadas e por ferramentas de linha e *buffer* no QGIS.

Quadro 22 – Detalhamento da captação Graúna 1.

Captação GRAÚNA 1			
Zona	Norte	Tipo de captação	Superficial
Manancial	Rio da Graúna ⁽¹⁾	Gestão e manutenção	PMP/DAE e Conser do Brasil, respectivamente.
Regime do manancial	Permanente ⁽¹⁾	Tipo de abastecimento	Público
Localidades atendidas	Graúna ⁽²⁾	Presença no PRH-BIG	Não
População atendida	Não informado	Presença no CNARH 40	Não
Vazão média	18 L/s ou 64,8 m ³ /h (estimada) ⁽²⁾	Outorga	Não
Situação da captação	Rústica, com barramento artificial construído recentemente com cimentado e algumas pedras locais. Possui uma tubulação em material plástico reforçado fixada no barramento. A área possui acesso livre. Adução é feita por gravidade.		
Condições da vegetação local	Mata Atlântica bastante preservada ⁽³⁾ .	Acesso à captação	Partindo da BR-101 de automóvel, estrada asfaltada e um trecho de estrada de terra. Depois, seguindo a pé, trilha média (cerca de 15 min), em aclive, com mata fechada e pedras grandes.
Intervenções antrópicas na redondeza	Estrada de terra, algumas edificações e várias pastagens ⁽⁴⁾ .	Coordenadas geográficas	Long.(X) = 527042 m Lat.(Y) = 7440916 m (± 3,22 m) ⁽⁵⁾
Altitude	140 a 150 m ⁽⁶⁾	Localização em relação às UCs	A cerca de 504,769 m do PNSB ⁽⁷⁾ .
Tratamento da água	Simplificado, apenas com uma estrutura modular em alvenaria, localizada um pouco antes do reservatório, contendo um módulo de gradeamento (caixa de grade) e um de desarenação. Como a disposição do cano de saída dessa estrutura, que é direcionada ao reservatório, fica um pouco acima da metade de sua altura, a equipe de gestão e manutenção considera que o módulo que possui esta saída funciona também como um "decantador". Foi informado pela PMP/DAE que ainda será instalado um dispositivo para desinfecção mínima (pastilha de cloro) dentro da estrutura modular. Há uma tubulação lateral que funciona como "bypass", dotada de válvula, para permitir a adução direta da água da captação para a população em momentos de manutenção da estrutura modular e do reservatório.		
Reservatório	Localizado em cota inferior à captação, com capacidade de 15.000 L, em material plástico resistente e com acesso para manutenção. Possui duas tubulações de entrada (com válvula) e uma saída de distribuição. A área onde se localiza possui acesso livre, mas há previsão de instalação de cerca, bem como da estrutura modular de tratamento da água.		

Fonte: Autoria própria, 2022.

¹ Nomenclatura apresentada por IBGE (2016).

² Informação obtida junto à PMP/DAE.

³ Verificado em campo, bem como em um raio de 50 m da captação por ferramenta de *buffer* no QGIS, observando-se imagem do Google Satellite.

⁴ Verificado em campo, bem como em um raio de 500 m da captação por ferramenta de *buffer* no QGIS, observando-se imagem do Google Satellite.

⁵ Dado obtido pelo aplicativo gratuito para celular GPS Essentials (versão 4.4.32), Datum SIRGAS.

⁶ Dado obtido a partir das curvas de nível apresentadas por IBGE (2018b).

⁷ Verificado por sobreposição de camadas e por ferramentas de linha e *buffer* no QGIS.

Quadro 23 – Detalhamento da captação Praia Grande.

Captação PRAIA GRANDE			
Zona	Norte	Tipo de captação	Superficial
Manancial	Sem nome, mas é um afluente do Rio Perequê ⁽¹⁾ .	Gestão e manutenção	PMP/DAE e Conser do Brasil, respectivamente.
Regime do manancial	Temporário ⁽¹⁾	Tipo de abastecimento	Público
Localidades atendidas	Praia Grande e Ilha do Araújo ⁽²⁾	Presença no PRH-BIG	Não
População atendida	Não informado	Presença no CNARH 40	Não
Vazão média	Não informado	Outorga	Não
Situação da captação	Rústica, com dois barramentos artificiais interligados e construídos com tijolos de cimento, fixados a grandes pedras do local. Possui duas tubulações em material plástico reforçado fixadas no segundo barramento e ancoradas no início da adução com estruturas de cimento sobre uma pedra. A área possui acesso livre. A adução por ambas as tubulações segue a BR-101 até Praia Grande, onde uma delas abastece o reservatório desta localidade e a outra segue por baixo d'água até a Ilha do Araújo. Adução é feita por gravidade.		
Condições da vegetação local	Mata Atlântica bastante preservada ⁽³⁾ .	Acesso à captação	Partindo da BR-101 de automóvel, curto trecho de estrada asfaltada. Em seguida, abre-se um portão de uma propriedade particular (que se mantém trancado) e, seguindo a pé, trecho de estrada asfaltada, ainda dentro desta propriedade. Depois, ainda a pé, porém já fora da propriedade particular, trilha média (15 min), em aclive, com mata fechada.
Intervenções antrópicas na redondeza	Estrada asfaltada e de terra e várias edificações ⁽⁴⁾ .	Coordenadas geográficas	Long.(X) = 529395 m Lat.(Y) = 7438164 m (± 4,29 m) ⁽⁵⁾
Altitude	40 e 50 m ⁽⁶⁾	Localização em relação às UCs	A cerca de 1.275,740 m do PNSB ⁽⁷⁾ .
Tratamento da água	Não possui		
Reservatório	Localizado em cota inferior à captação, com capacidade total de 40.000 L (dois reservatórios de 20.000 L), em material plástico reforçado com fibra de vidro. A área onde se localiza possui acesso restrito, com muro de alvenaria e portão gradeado e com tranca.		

Fonte: Autoria própria, 2022.

¹ Nomenclatura apresentada por IBGE (2016).² Informação obtida junto à PMP/DAE.³ Verificado em campo, bem como em um raio de 50 m da captação por ferramenta de *buffer* no QGIS, observando-se imagem do Google Satellite.⁴ Verificado em campo, bem como em um raio de 500 m da captação por ferramenta de *buffer* no QGIS, observando-se imagem do Google Satellite.⁵ Dado obtido pelo aplicativo gratuito para celular GPS Essentials (versão 4.4.62), Datum SIRGAS.⁶ Dado obtido a partir das curvas de nível apresentadas por IBGE (2018b).⁷ Verificado por sobreposição de camadas e por ferramentas de linha e *buffer* no QGIS.

Quadro 24 – Detalhamento da captação Corumbê.

Captação CORUMBÊ			
Zona	Norte	Tipo de captação	Superficial
Manancial	Sem nome, mas é um afluente do Rio Perequê ^(1,2) .	Gestão e manutenção	PMP/DAE e Conser do Brasil, respectivamente.
Regime do manancial	Temporário ⁽¹⁾	Tipo de abastecimento	Público
Localidades atendidas	Corumbê ⁽³⁾	Presença no PRH-BIG	Não
População atendida	Não informado, mas um morador local que acompanhou a visita informou que o bairro possui cerca de 48 casas.	Presença no CNARH 40	Não
Vazão média	Não informado	Outorga	Não
Situação da captação	Rústica, com barramento artificial construído com pedras locais e cimentado. Possui uma tubulação em material plástico reforçado fixada no barramento, porém escorada ao longo da adução apenas nas próprias pedras do local. Foi colocada uma mangueira para trazer água de cota superior para o barramento, a fim de aumentar a vazão a ser captada, devido à escassez. A área possui acesso livre. Adução é feita por gravidade.		
Condições da vegetação local	Mata Atlântica bastante preservada, mas também há presença de algumas bananeiras bem próximas à captação ⁽⁴⁾ .	Acesso à captação	Partindo da BR-101 de automóvel, estrada asfaltada e um trecho de estrada de terra. Depois, seguindo a pé, trilha longa (35 min), em aclive acentuado, com trechos de pastagens e de mata fechada.
Intervenções antrópicas na redondeza	Poucas edificações e pastagens ⁽⁵⁾ .	Coordenadas geográficas	Long.(X) = 528447 m Lat.(Y) = 7437855 m (± 3,22 m) ⁽⁶⁾
Altitude	330 a 340 m ⁽⁷⁾	Localização em relação às UCs	A cerca de 482,049 m do PNSB ⁽⁸⁾ .
Tratamento da água	Simplificado, apenas com gradeamento improvisado no barramento, antes da entrada da água na tubulação, utilizando-se um filtro de caminhão fixado com pedras locais e um pedaço de fio.		
Reservatório	Localizado em cota inferior à captação, com capacidade total de 10.000 L (dois reservatórios de 5.000 L em série), em material plástico resistente e com acesso para manutenção. Possui uma tubulação de entrada e uma saída de distribuição, bem como válvula após esta saída. A área onde se localiza possui acesso livre.		

Fonte: Autoria própria, 2022.

¹ Nomenclatura apresentada por IBGE (2016).² Mesmo manancial da captação Praia Grande, entretanto sua captação localiza-se em cota mais alta.³ Informação obtida junto à PMP/DAE.⁴ Verificado em campo, bem como em um raio de 50 m da captação por ferramenta de *buffer* no QGIS, observando-se imagem do Google Satellite.⁵ Verificado em campo, bem como em um raio de 500 m da captação por ferramenta de *buffer* no QGIS, observando-se imagem do Google Satellite.⁶ Dado obtido pelo aplicativo gratuito para celular GPS Essentials (versão 4.4.62), Datum SIRGAS.⁷ Dado obtido a partir das curvas de nível apresentadas por IBGE (2018b).⁸ Verificado por sobreposição de camadas e por ferramentas de linha e *buffer* no QGIS.

Quadro 25 – Detalhamento da captação Pedra Branca.

Captação PEDRA BRANCA			
Zona	Centro ⁽¹⁾	Tipo de captação	Superficial
Manancial	Rio da Pedra Branca ⁽²⁾	Gestão e manutenção	Concessionária Águas de Paraty S.A. (CAPY)
Regime do manancial	Permanente ⁽²⁾	Tipo de abastecimento	Público
Localidades atendidas	Ponte Branca, Jardim Ponte Branca, Pantanal, Vila Princesa Isabel, Condado, Portão Vermelho, Jardim Riviera, Parque Verde, Parque da Mata, Portal de Paraty, Fazenda Santa Edwiges, Jabaquara, Caborê, Pontal, Parque Ypê, Portão de Ferro 1, Chácara, Fátima, Centro Histórico, Vila Colonial, Portão de Ferro 2, Chácara da Saudade, Parque Imperial, Patitiba, Portão de Ferro 3, Parque da Mangueira, Ilha das Cobras, Vila Dom Pedro I, Ribeirinho, Porto Imperial, Boa Vista ^(3,4) .	Presença no PRH-BIG	Sim, considerando que a coordenada geográfica apresentada no PRH-BIG é bastante próxima da coordenada medida em campo.
População atendida	25.000 habitantes ^(3,5)	Presença no CNARH 40	Sim, considerando que a coordenada geográfica apresentada no CNARH 40 é bastante próxima da coordenada medida em campo.
Vazão média	40 L/s ou 144 m ³ /h ^(3,6)	Outorga	Sim. OUT N° IN033851, de 30/03/2016, válida até 30/03/2021 ⁽⁷⁾ .
Situação da captação	Barramento artificial construído com pedras locais, outras pedras e concreto/cimento, com passarela metálica para acesso e manutenção, com guarda-corpo, inclusive permitindo a passagem sobre o rio, e válvula. Melhorias foram realizadas há poucos anos, com o início da Concessão. Foram colocados sacos de areia no represamento para diminuir um pouco a energia com que a água chega a ele. A tubulação é bem ancorada, com sustentação em concreto/cimento ao longo da adução. Possui uma tubulação em material plástico reforçado, de diâmetro grande. Adução é feita por gravidade.		
Condições da vegetação local	Mata Atlântica bastante preservada ⁽⁸⁾ .	Acesso à captação	Partindo da BR-101 de automóvel, estrada asfaltada e um trecho de estrada de terra. Depois, seguindo a pé, trilha curta (até 5 min), arborizada, bem mantida, com cerca, corrimão e sinalização da empresa informando entrada proibida.
Intervenções antrópicas na redondeza	Estrada asfaltada e de terra, poucas edificações e pastagens ⁽⁹⁾ .	Coordenadas geográficas	Long.(X) = 524610 m Lat.(Y) = 7433651 m (± 3,10 m) ⁽¹⁰⁾
Altitude	100 a 110 m ⁽¹¹⁾	Localização em relação às UCs	A cerca de 1.475,423 m do PNSB ⁽¹²⁾ .
Tratamento da água	ETA Pedra Branca: ETA de ciclo completo com etapas de Floculação, Decantação, Filtração, Fluoretação, Desinfecção e Correção de pH. Apresenta Calha Parshall, onde são feitas medições de vazão e adição de produtos químicos, sistema de floculação com pás rotativas e decantadores do tipo colmeia. Geração de peróxido de hidrogênio e hipoclorito de sódio por eletrólise in loco, a partir de cloreto de sódio, para a		

	etapa de Desinfecção (cloração). Apresenta leito de secagem de bolsa geotêxtil de armazenamento de lodo, o qual é destinado periodicamente para outra empresa para tratamento adequado. Possui gerador de energia, dada a instabilidade na rede elétrica do município. Construída há poucos anos, com o início da Concessão. Localizada em cota inferior à captação, em sua proximidade. Possui laboratório próprio para realização de algumas análises, mas também envia algumas amostras para laboratório externo. As análises básicas são realizadas semanalmente e há outras que são realizadas semestralmente, em atendimento à portaria específica do Ministério da Saúde. A empresa possui em sua gestão laboratorial a prática de auditorias independentes.
Reservatório	Localizado no bairro Caborê (em cota inferior à captação), com capacidade de 1.000.000 L (1.000 m ³), em alvenaria, recebe água dos sistemas Corisquinho, Pedra Branca e Caboclo. Dotado de uma válvula própria, uma válvula para o sistema Caboclo e outra para os sistemas Corisquinho e Pedra Branca (em conjunto), permitindo abertura e fechamento quando necessário. Apresenta acesso para manutenção, sistema de cloração, caixa de acesso para o regulador de vazão e macromedidores (entrada e saída dos sistemas). A área onde se localiza possui acesso restrito a funcionários da CAPY. Abastece as localidades Pontal e Jabaquara, além do Centro Histórico em momentos de manutenção do sistema.

Fonte: Aatoria própria, 2022.

¹ Localizada na região norte, mas abastece localidades da região centro.

² Nomenclatura apresentada por IBGE (2016).

³ Informação obtida junto à CAPY.

⁴ Nomenclatura de acordo com PMP (2015).

⁵ Valor estimado a partir de dados do Censo 2010, considerando crescimento populacional de 0,133% a.a. e consumo *per capita* de 200 a 250 L/hab.dia.

⁶ Vazão média outorgada. A vazão máxima outorgada e atualmente captada é 60 L/s ou 216 m³/h, mas há capacidade para aumento até 95 L/s ou 342 m³/h (declarada no CNARH 40 como vazão média (INEA, 2020e)).

⁷ Informação obtida de Inea (2021c); não foi encontrada licença mais recente.

⁸ Verificado em campo, bem como em um raio de 50 m da captação por ferramenta de *buffer* no QGIS, observando-se imagem do Google Satellite.

⁹ Verificado em campo, bem como em um raio de 500 m da captação por ferramenta de *buffer* no QGIS, observando-se imagem do Google Satellite.

¹⁰ Dado obtido pelo aplicativo gratuito para celular GPS Essentials (versão 4.4.32), Datum SIRGAS.

¹¹ Dado obtido a partir das curvas de nível apresentadas por IBGE (2018b).

¹² Verificado por sobreposição de camadas e por ferramentas de linha e *buffer* no QGIS.

Quadro 26 – Detalhamento da captação Corisco Antiga.

Captação CORISCO ANTIGA			
Zona	Centro ⁽¹⁾	Tipo de captação	Superficial
Manancial	Rio do Corisquinho ⁽²⁾	Gestão e manutenção	Concessionária Águas de Paraty S.A. (CAPY)
Regime do manancial	Permanente ⁽²⁾	Tipo de abastecimento	Público
Localidades atendidas	Portal de Paraty, Fazenda Santa Edwiges, Jabaquara, Caborê, Pontal, Parque Ypê, Portão de Ferro 1, Chácara, Fátima, Centro Histórico, Vila Colonial, Portão de Ferro 2, Chácara da Saudade, Parque Imperial, Patitiba, Portão de Ferro 3, Parque da Mangueira, Ilha das Cobras, Vila Dom Pedro I, Ribeirinho, Porto Imperial, Boa Vista ^(3,4) . Corisco, Coriscão ^(3,5) .	Presença no PRH-BIG	Sim, considerando que a coordenada geográfica apresentada no PRH-BIG é bastante próxima da coordenada medida em campo.
População atendida	25.000 habitantes ^(3,6)	Presença no CNARH 40	Sim, considerando que a coordenada geográfica apresentada no CNARH 40 é bastante próxima da coordenada medida em campo.
Vazão média	40 L/s ou 144 m ³ /h ^(3,7)	Outorga	Sim. OUT N° IN033850, de 30/03/2016, válida até 30/03/2021 ⁽⁸⁾ .
Situação da captação	Barramento artificial construído com pedras locais e concreto/cimento, dotado de grades na proximidade da tubulação para conter folhas e galhos, com passarela metálica para acesso e manutenção, com guarda-corpo, e válvula. Melhorias foram realizadas há poucos anos, com o início da Concessão. Possui duas tubulações em material plástico reforçado, de diâmetro grande e bem ancoradas, com sustentação em concreto/cimento. Adução é feita por gravidade.		
Condições da vegetação local	Mata Atlântica preservada, mas há intervenções antrópicas bem próximas à captação ⁽⁹⁾ .	Acesso à captação	Partindo da BR-101 de automóvel, estrada asfaltada e um trecho de estrada de terra. Depois, seguindo a pé, trilha curta (até 5 min), arborizada, bem mantida, com cerca, corrimão e sinalização da empresa informando entrada proibida.
Intervenções antrópicas na redondeza	Estrada asfaltada e de terra, várias edificações e pastagens ⁽¹⁰⁾ .	Coordenadas geográficas	Long.(X) = 523947 m Lat.(Y) = 7427033 m (± 4,50 m) ⁽¹¹⁾
Altitude	130 a 140 m ⁽¹²⁾	Localização em relação às UCs	Dentro da APA de Cairuçu e a cerca de 157,764 m do PNSB ⁽¹³⁾ .
Tratamento da água	ETA Corisquinho: ETA de ciclo completo com etapas de Floculação, Decantação, Filtração, Fluoretação, Desinfecção e Correção de pH. Apresenta Calha Parshall, onde são feitas medições de vazão e adição de produtos químicos, sistema de floculação com pás rotativas e decantadores do tipo colmeia. Geração de peróxido de hidrogênio e hipoclorito de sódio por eletrólise in loco, a partir de cloreto de sódio, para a etapa de Desinfecção (cloração). Apresenta leito de secagem de bolsa geotêxtil de armazenamento de lodo, o qual é destinado periodicamente para outra empresa para tratamento adequado. Possui gerador de energia, dada a instabilidade na rede elétrica do município. Construída há poucos anos, com o início da Concessão. Localizada em cota inferior à captação, em sua proximidade. Há um desarenador entre a captação e a ETA, localizado a cerca de 160 m da estação. Possui laboratório próprio para realização de algumas análises, mas também envia algumas		

	amostras para laboratório externo. As análises básicas são realizadas semanalmente e há outras que são realizadas semestralmente, em atendimento à portaria específica do Ministério da Saúde. A empresa possui em sua gestão laboratorial a prática de auditorias independentes.
Reservatório	Localizado no bairro Caborê (em cota inferior à captação), com capacidade de 1.000.000 L (1.000 m ³), em alvenaria, recebe água dos sistemas Corisquinho, Pedra Branca e Caboclo. Dotado de uma válvula própria, uma válvula para o sistema Caboclo e outra para os sistemas Corisquinho e Pedra Branca (em conjunto), permitindo abertura e fechamento quando necessário. Apresenta acesso para manutenção, sistema de cloração, caixa de acesso para o regulador de vazão e macromedidores (entrada e saída dos sistemas). A área onde se localiza possui acesso restrito a funcionários da CAPY. Abastece as localidades Pontal e Jabaquara, além do Centro Histórico em momentos de manutenção do sistema.

Fonte: Autoria própria, 2022.

¹ Localizada na região sul, mas abastece localidades da região centro.

² Nomenclatura apresentada por IBGE (2016).

³ Informação obtida junto à CAPY.

⁴ Nomenclatura de acordo com PMP (2015).

⁵ Parte da água captada é canalizada diretamente para as localidades Corisco e Coriscão, sem passar pela ETA Corisquinho. Foi feita uma mobilização social por moradores dessas localidades quando do início das obras da concessão, de forma que solicitaram que a água não fosse fornecida aos moradores com tratamento.

⁶ Valor estimado a partir de dados do Censo 2010, considerando crescimento populacional de 0,133% a.a. e consumo *per capita* de 200 a 250 L/hab.dia.

⁷ Vazão média outorgada. A vazão máxima outorgada e atualmente captada é 60 L/s ou 216 m³/h, mas há capacidade para aumento até 63 L/s ou 226,8 m³/h (declarada no CNARH 40 como vazão média (INEA, 2020e)).

⁸ Informação obtida de Inea (2021c); não foi encontrada licença mais recente.

⁹ Verificado em campo, bem como em um raio de 50 m da captação por ferramenta de *buffer* no QGIS, observando-se imagem do Google Satellite.

¹⁰ Verificado em campo, bem como em um raio de 500 m da captação por ferramenta de *buffer* no QGIS, observando-se imagem do Google Satellite.

¹¹ Dado obtido pelo aplicativo gratuito para celular GPS Essentials (versão 4.4.32), Datum SIRGAS.

¹² Dado obtido a partir das curvas de nível apresentadas por IBGE (2018b).

¹³ Verificado por sobreposição de camadas e por ferramentas de linha e *buffer* no QGIS.

Quadro 27 – Detalhamento da captação Cabral.

Captação CABRAL			
Zona	Sul	Tipo de captação	Superficial
Manancial	Sem nome, mas é um afluente do Córrego da Caçada ⁽¹⁾ .	Gestão e manutenção	PMP/DAE e Conser do Brasil, respectivamente.
Regime do manancial	Temporário ⁽¹⁾	Tipo de abastecimento	Público
Localidades atendidas	Cabral ⁽²⁾	Presença no PRH-BIG	Não
População atendida	Não informado, mas a empresa contratada (Conser do Brasil) estima que a captação atende a cerca de 100 casas e uma escola.	Presença no CNARH 40	Não
Vazão média	Não informado	Outorga	Não
Situação da captação	Rústica, com dois barramentos artificiais construídos com pedras locais e cimentado. Cada barramento possui uma tubulação em material plástico reforçado fixada e aquela que sai do segundo barramento é escorada ao longo da adução apenas nas próprias pedras do local. Há cerca de dois anos é observada uma grande estiagem no local pela equipe de manutenção, por isso, frequentemente acoplam as tubulações fixadas nos barramentos para captar a água do primeiro barramento. Adução é feita por gravidade. A captação localiza-se dentro da área do Quilombo do Cabral.		
Condições da vegetação local	Mata Atlântica pouco preservada, pois há intervenções antrópicas bem próximas à captação, destacando-se pastagens, de forma que localiza-se em apenas um fragmento florestal ⁽³⁾ .	Acesso à captação	Partindo da BR-101 de automóvel, estrada de terra, estrada com concreto comunitário (feito pela própria comunidade) e estrada de terra novamente. Depois, seguindo a pé, trilha curta (até 5 min), com trechos de pastagem e de mata fechada.
Intervenções antrópicas na redondeza	Estrada asfaltada e de terra, algumas edificações e várias pastagens ⁽⁴⁾ .	Coordenadas geográficas	Long.(X) = 528948 m Lat.(Y) = 7426093 m (± 3,22 m) ⁽⁵⁾
Altitude	110 a 120 m ⁽⁶⁾	Localização em relação às UCs	Dentro da APA de Cairuçu e a cerca de 1.350,227 m do PNSB ⁽⁷⁾ .
Tratamento da água	Simplificado, apenas com gradeamento improvisado no barramento, antes da entrada da água na tubulação, utilizando-se uma tela plástica ao redor de uma estrutura feita de tubos de PVC, fixada com pedras locais e troncos de árvores.		
Reservatório	Não possui		

Fonte: Autoria própria, 2022.

¹ Nomenclatura apresentada por IBGE (2016).

² Informação obtida junto à PMP/DAE. Não abastece o Quilombo do Cabral, embora a captação esteja localizada dentro de sua área. Abastece apenas as demais edificações da localidade Cabral, inclusive parte da água utilizada por uma cachaçaria local é proveniente desta captação e o restante é captada de forma particular. Há algumas casas novas e em construção um pouco abaixo da captação, ainda na área do Quilombo, cuja água é captada em cota acima da captação da PMP e possuem reservatório próprio localizado também nesta área acima.

³ Verificado em campo, bem como em um raio de 50 m da captação por ferramenta de *buffer* no QGIS, observando-se imagem do Google Satellite.

⁴ Verificado em campo, bem como em um raio de 500 m da captação por ferramenta de *buffer* no QGIS, observando-se imagem do Google Satellite.

⁵ Dado obtido pelo aplicativo gratuito para celular GPS Essentials (versão 4.4.56), Datum SIRGAS.

⁶ Dado obtido a partir das curvas de nível apresentadas por IBGE (2018b).

⁷ Verificado por sobreposição de camadas e por ferramentas de linha e *buffer* no QGIS.

Quadro 28 – Detalhamento da captação Paraty-Mirim.

Captação PARATY-MIRIM			
Zona	Sul	Tipo de captação	Superficial
Manancial	Córrego do Curupira ⁽¹⁾	Gestão e manutenção	PMP/DAE e Conser do Brasil, respectivamente.
Regime do manancial	Permanente ⁽¹⁾	Tipo de abastecimento	Público
Localidades atendidas	Paraty-Mirim ⁽²⁾	Presença no PRH-BIG	Não
População atendida	Não informado	Presença no CNARH 40	Não
Vazão média	Não informado	Outorga	Não
Situação da captação	Rústica, com dois barramentos artificiais construídos com pedras locais e cimentado. Possui uma tubulação em material plástico reforçado fixada nos barramentos e ancorada entre eles em alguns pontos com estruturas de cimento. Após o segundo barramento, há uma válvula e a tubulação é escorada ao longo da adução apenas nas próprias pedras do local. A captação localiza-se dentro de uma propriedade particular, porém não há cercas no local. Adução é feita por gravidade.		
Condições da vegetação local	Mata Atlântica bastante preservada ⁽³⁾ .	Acesso à captação	Partindo da BR-101 de automóvel, estrada asfaltada e um trecho de estrada de terra. Em seguida, abre-se uma porteira de uma propriedade particular (que se mantém trancada) e trecho de estrada de terra. Depois, seguindo a pé, ainda dentro da propriedade particular, trilha média (15 min), em aclive, com trechos de pastagens e de mata fechada.
Intervenções antrópicas na redondeza	Várias pastagens ⁽⁴⁾ .	Coordenadas geográficas	Long.(X) = 534616 m Lat.(Y) = 7426704 m (± 3,22 m) ⁽⁵⁾
Altitude	160 a 170 m ⁽⁶⁾	Localização em relação às UCs	Dentro da APA de Cairuçu ⁽⁷⁾ .
Tratamento da água	Simplificado, apenas com a adução direcionada a uma caixa d'água de material plástico para desarenação, que apresenta uma tubulação do tipo "ladrão" e uma saída de distribuição, escorada ao longo da adução nas próprias pedras do local e com auxílio de troncos de árvores.		
Reservatório	Não possui		

Fonte: Autoria própria, 2022.

¹ Nomenclatura apresentada por IBGE (2016).² Informação obtida junto à PMP/DAE.³ Verificado em campo, bem como em um raio de 50 m da captação por ferramenta de *buffer* no QGIS, observando-se imagem do Google Satellite.⁴ Verificado em campo, bem como em um raio de 500 m da captação por ferramenta de *buffer* no QGIS, observando-se imagem do Google Satellite.⁵ Dado obtido pelo aplicativo gratuito para celular GPS Essentials (versão 4.4.56), Datum SIRGAS.⁶ Dado obtido a partir das curvas de nível apresentadas por IBGE (2018b).⁷ Verificado por sobreposição de camadas e por ferramentas de linha e *buffer* no QGIS.

Quadro 29 – Detalhamento da captação Pedras Azuis.

Captação PEDRAS AZUIS			
Zona	Sul	Tipo de captação	Superficial
Manancial	Córrego das Carneiras ⁽¹⁾	Gestão e manutenção	PMP/DAE e Conser do Brasil, respectivamente.
Regime do manancial	Temporário ⁽¹⁾	Tipo de abastecimento	Público
Localidades atendidas	Pedras Azuis ⁽²⁾	Presença no PRH-BIG	Não
População atendida	Não informado	Presença no CNARH 40	Não
Vazão média	Não informado	Outorga	Não
Situação da captação	Rústica, com barramento artificial construído com pedras locais e cimentado. Possui uma tubulação em material plástico reforçado fixada no barramento, porém escorada ao longo da adução apenas nas próprias pedras do local e com auxílio de troncos de árvores. A área possui acesso livre. Adução é feita por gravidade. A captação localiza-se nos limites da área do Quilombo do Campinho.		
Condições da vegetação local	Mata Atlântica bastante preservada ⁽³⁾ .	Acesso à captação	Partindo da BR-101 de automóvel, estrada de terra. Depois, seguindo a pé, estrada de terra e trilha média (10 min), em aclive, com mata fechada.
Intervenções antrópicas na redondeza	Estrada de terra, poucas edificações e pastagens ⁽⁴⁾ .	Coordenadas geográficas	Long.(X) = 531543 m Lat.(Y) = 7423863 m (± 3,22 m) ⁽⁵⁾
Altitude	140 a 150 m ⁽⁶⁾	Localização em relação às UCs	Dentro da APA de Cairuçu ⁽⁷⁾ .
Tratamento da água	Simplificado, apenas com a adução direcionada a uma caixa d'água de material plástico para desarenação, com uma tela plástica amarrada à parte superior da caixa para gradeamento. A caixa d'água apresenta uma tubulação do tipo "ladrão" e uma saída de distribuição com válvula ⁽⁸⁾ .		
Reservatório	Não possui		

Fonte: Autoria própria, 2022.

¹ Nomenclatura apresentada por IBGE (2016).

² Informação obtida junto à PMP/DAE.

³ Verificado em campo, bem como em um raio de 50 m da captação por ferramenta de *buffer* no QGIS, observando-se imagem do Google Satellite.

⁴ Verificado em campo, bem como em um raio de 500 m da captação por ferramenta de *buffer* no QGIS, observando-se imagem do Google Satellite.

⁵ Dado obtido pelo aplicativo gratuito para celular GPS Essentials (versão 4.4.56), Datum SIRGAS.

⁶ Dado obtido a partir das curvas de nível apresentadas por IBGE (2018b).

⁷ Verificado por sobreposição de camadas no QGIS.

⁸ A alguns metros da entrada da trilha da captação foi construída uma ETA em 2008, com recurso da FUNASA da ordem de R\$ 700.000,00. Entretanto, de acordo com informações da própria PMP/DAE, essa ETA nunca entrou em operação, pois iria requerer manutenção e operadores constantes, o que, por questões políticas, nunca foi uma prioridade da prefeitura. Dispondo de acesso restrito, a estrutura da ETA contemplava um sistema de filtração e um reservatório de água tratada em alvenaria com capacidade para 10.000 L, que atenderia às localidades de Pedras Azuis e Quilombo do Campinho. Mas, atualmente, a estrutura encontra-se abandonada e há reclamação por parte de moradores da proximidade sobre o dinheiro público que foi investido em uma obra que nem sequer chegou a funcionar, bem como sobre as precárias condições atuais da construção.

Quadro 30 – Detalhamento da captação Quilombo do Campinho.

Captação QUILOMBO DO CAMPINHO			
Zona	Sul	Tipo de captação	Superficial
Manancial	Córrego da Olaria ⁽¹⁾	Gestão e manutenção	PMP/DAE e Conser do Brasil, respectivamente.
Regime do manancial	Temporário ⁽¹⁾	Tipo de abastecimento	Público
Localidades atendidas	Quilombo do Campinho ⁽²⁾	Presença no PRH-BIG	Não
População atendida	Não informado	Presença no CNARH 40	Não
Vazão média	10 L/s ou 36 m ³ /h (estimada) ⁽²⁾	Outorga	Não
Situação da captação	Rústica, com barramento artificial construído com pedras locais e cimentado. Possui uma tubulação em material plástico reforçado fixada no barramento, ancorada ao longo da adução em alguns pontos com estruturas de cimento, porém em outros pontos é apenas escorada nestas estruturas ou nas próprias pedras do local. A captação localiza-se dentro de uma propriedade particular, porém não há cercas no local. Adução é feita por gravidade. A captação localiza-se dentro da área do Quilombo do Campinho.		
Condições da vegetação local	Mata Atlântica pouco preservada, pois há intervenções antrópicas bem próximas à captação e uma das margens do manancial no local não possui mais vegetação ⁽³⁾ .	Acesso à captação	Partindo da BR-101 de automóvel, estrada de terra. Depois, seguindo a pé, trilha curta (até 5 min), por dentro de uma propriedade particular, porém sem cerca.
Intervenções antrópicas na redondeza	Estrada de terra, algumas edificações e várias pastagens ⁽⁴⁾ .	Coordenadas geográficas	Long.(X) = 531149 m Lat.(Y) = 7422905 m (± 1,80 m) ⁽⁵⁾
Altitude	130 a 140 m ⁽⁶⁾	Localização em relação às UCs	Dentro da APA de Cairuçu ⁽⁷⁾ .
Tratamento da água	Simplificado, apenas com a adução direcionada a uma caixa de alvenaria para desarenação, com uma tela metálica para distribuição do fluxo e tela plástica para gradeamento antes da entrada da água na caixa, com fixações improvisadas destas telas com pedras, troncos e pedaços de tubulação, além de um dispositivo para desinfecção mínima (pastilha de cloro), localizado dentro da área do reservatório.		
Reservatório	Localizado em cota inferior à captação, em sua proximidade, com capacidade de 10.000 L, em material plástico resistente e com acesso para manutenção. Possui duas tubulações de entradas e uma saída de distribuição, bem como cerca ao seu redor e portão gradeado, porém sem tranca. A área onde se localiza possui acesso também por dentro de uma propriedade particular.		

Fonte: Autoria própria, 2022.

¹ Nomenclatura apresentada por IBGE (2016).² Informação obtida junto à PMP/DAE.³ Verificado em campo, bem como em um raio de 50 m da captação por ferramenta de *buffer* no QGIS, observando-se imagem do Google Satellite.⁴ Verificado em campo, bem como em um raio de 500 m da captação por ferramenta de *buffer* no QGIS, observando-se imagem do Google Satellite.⁵ Dado obtido pelo aplicativo gratuito para celular GPS Essentials (versão 4.4.32), Datum SIRGAS.⁶ Dado obtido a partir das curvas de nível apresentadas por IBGE (2018b).⁷ Verificado por sobreposição de camadas no QGIS.

Quadro 31 – Detalhamento da captação Novo Horizonte.

Captação NOVO HORIZONTE			
Zona	Sul	Tipo de captação	Superficial
Manancial	Córrego da Limeira ⁽¹⁾	Gestão e manutenção	PMP/DAE e Conser do Brasil, respectivamente.
Regime do manancial	Temporário ⁽¹⁾	Tipo de abastecimento	Público
Localidades atendidas	Novo Horizonte, Independência ⁽²⁾	Presença no PRH-BIG	Não
População atendida	Não informado	Presença no CNARH 40	Não
Vazão média	Não informado	Outorga	Não
Situação da captação	Rústica, com barramento artificial construído com pedras locais e cimentado, e válvula. Possui uma tubulação em material plástico reforçado fixada no barramento, porém escorada ao longo da adução apenas nas próprias pedras do local. A área possui acesso livre. Adução é feita por gravidade.		
Condições da vegetação local	Mata Atlântica bastante preservada ⁽³⁾ .	Acesso à captação	Partindo da BR-101 de automóvel, estrada de terra. Depois, seguindo a pé, estrada de terra e trilha média (cerca de 10 min), em declive acentuado, com mata fechada.
Intervenções antrópicas na redondeza	Estrada asfaltada e de terra, algumas edificações e várias pastagens ⁽⁴⁾ .	Coordenadas geográficas	Long.(X) = 529007 m Lat.(Y) = 7421494 m (± 4,40 m) ⁽⁵⁾
Altitude	120 a 130 m ⁽⁶⁾	Localização em relação às UCs	Dentro da APA de Cairuçu ⁽⁷⁾ .
Tratamento da água	Não possui		
Reservatório	Não possui		

Fonte: Autoria própria, 2022.

¹ Nomenclatura apresentada por IBGE (2016).² Informação obtida junto à PMP/DAE.³ Verificado em campo, bem como em um raio de 50 m da captação por ferramenta de *buffer* no QGIS, observando-se imagem do Google Satellite.⁴ Verificado em campo, bem como em um raio de 500 m da captação por ferramenta de *buffer* no QGIS, observando-se imagem do Google Satellite.⁵ Dado obtido pelo aplicativo gratuito para celular GPS Essentials (versão 4.4.32), Datum SIRGAS.⁶ Dado obtido a partir das curvas de nível apresentadas por IBGE (2018b).⁷ Verificado por sobreposição de camadas no QGIS.

Quadro 32 – Detalhamento da captação Patrimônio.

Captação PATRIMÔNIO			
Zona	Sul	Tipo de captação	Superficial
Manancial	Córrego da Mãe d'Água ⁽¹⁾	Gestão e manutenção	PMP/DAE e Conser do Brasil, respectivamente.
Regime do manancial	Permanente ⁽¹⁾	Tipo de abastecimento	Público
Localidades atendidas	Patrimônio ⁽²⁾	Presença no PRH-BIG	Não
População atendida	Não informado	Presença no CNARH 40	Não
Vazão média	7 L/s ou 25,2 m ³ /h (estimada) ⁽²⁾	Outorga	Não
Situação da captação	Rústica, com barramento artificial construído com pedras locais e cimentado, e válvula. Possui uma tubulação em material plástico reforçado fixada no barramento, porém escorada ao longo da adução apenas nas próprias pedras do local. A área possui acesso livre. Adução é feita por gravidade.		
Condições da vegetação local	Mata Atlântica bastante preservada ⁽³⁾ .	Acesso à captação	Partindo da BR-101 de automóvel, estrada asfaltada. Depois, seguindo a pé, trilha média (cerca de 10 min), em declive, com mata fechada.
Intervenções antrópicas na redondeza	Estrada asfaltada, poucas edificações e pastagens ⁽⁴⁾ .	Coordenadas geográficas	Long.(X) = 528870 m Lat.(Y) = 7420765 m (± 4,00 m) ⁽⁵⁾
Altitude	160 a 170 m ⁽⁶⁾	Localização em relação às UCs	Dentro da APA de Cairuçu ⁽⁷⁾ .
Tratamento da água	Simplificado, apenas com um dispositivo para desinfecção mínima (pastilha de cloro), localizado após a saída de distribuição do reservatório.		
Reservatório	Localizado em cota inferior à captação, em sua proximidade, com capacidade de 35.000 L, em alvenaria e com acesso para manutenção. A área onde se localiza possui acesso livre, embora ainda tenha algumas partes com antiga cerca.		

Fonte: Autoria própria, 2022.

¹ Nomenclatura apresentada por IBGE (2016).² Informação obtida junto à PMP/DAE.³ Verificado em campo, bem como em um raio de 50 m da captação por ferramenta de *buffer* no QGIS, observando-se imagem do Google Satellite.⁴ Verificado em campo, bem como em um raio de 500 m da captação por ferramenta de *buffer* no QGIS, observando-se imagem do Google Satellite.⁵ Dado obtido pelo aplicativo gratuito para celular GPS Essentials (versão 4.4.32), Datum SIRGAS.⁶ Dado obtido a partir das curvas de nível apresentadas por IBGE (2018b).⁷ Verificado por sobreposição de camadas no QGIS.

Quadro 33 – Detalhamento da captação Trindade.

Captação TRINDADE			
Zona	Sul	Tipo de captação	Superficial
Manancial	Córrego da Trindade ⁽¹⁾	Gestão e manutenção	PMP/DAE e Conser do Brasil, respectivamente.
Regime do manancial	Permanente ⁽¹⁾	Tipo de abastecimento	Público
Localidades atendidas	Trindade ⁽²⁾	Presença no PRH-BIG	Sim, considerando que a coordenada geográfica apresentada no PRH-BIG é bastante próxima da coordenada medida em campo.
População atendida	Não informado	Presença no CNARH 40	Não
Vazão média	Não informado	Outorga	Não ⁽³⁾
Situação da captação	Bastante rústica, com barramento natural, aproveitando um represamento devido a grandes pedras locais. Possui uma tubulação em material plástico reforçado apenas apoiada em pequenas pedras na parte mais superior do barramento e amarrada a troncos de árvores, escorada ao longo da adução só nas próprias pedras do local. Durante a visita de campo, o volume de água que entrava na tubulação preenchia apenas a metade de seu diâmetro. A área possui acesso livre. Adução é feita por gravidade.		
Condições da vegetação local	Mata Atlântica bastante preservada ⁽⁴⁾ .	Acesso à captação	Partindo da BR-101 de automóvel, estrada asfaltada. Depois, seguindo a pé, trilha longa (30 min), em aclive, com mata fechada. Há algumas toras de madeira na vertical (servem como apoio) e alguns degraus no solo ao longo da trilha até uma bifurcação que divide o caminho para a cachoeira da "Pedra que Engole" e o caminho para a captação, onde há uma cerca em arame farpado e um portão improvisado, porém avariado.
Intervenções antrópicas na redondeza	Poucas edificações e pastagens ⁽⁵⁾ .	Coordenadas geográficas	Long.(X) = 527365 m Lat.(Y) = 7417649 m (± 4,20 m) ⁽⁶⁾
Altitude	60 a 70 m ⁽⁷⁾	Localização em relação às UCs	Dentro da APA de Cairuçu e do PNSB ⁽⁸⁾ .
Tratamento da água	Simplificado, apenas com a adução direcionada a uma caixa d'água de material plástico para desarenação, com uma tela plástica amarrada à tubulação para gradeamento antes da entrada da água na caixa, seguida de outra caixa d'água do mesmo tipo, também para desarenação, localizadas entre a captação e o reservatório. No reservatório, há um compartimento desarenador e um "pré-filtro", feito com brita.		
Reservatório	Localizado em cota inferior à captação, é dividido em um reservatório maior, com capacidade estimada de 72.000 L, e um reservatório menor, que fica ao lado, porém em nível mais baixo, com capacidade estimada de 22.500 L, ambos em alvenaria, totalizando cerca de 94.500 L. O reservatório maior apresenta acesso para manutenção e recebe a água captada por meio de uma tubulação ascendente, mas também recebe água de uma antiga captação, em pequena vazão, por uma tubulação fixada precariamente, o que ocasiona uma abertura no reservatório, expondo-o a folhas, galhos, pequenos animais, etc. pela não vedação apropriada. Apresenta duas tubulações de saída de distribuição de água, ambas com válvula. Além disso, este reservatório maior apresenta algumas rachaduras e o acesso à sua área superior é feito por uma escada também de alvenaria, porém não há corrimão nem guarda-corpo, inclusive em seu topo. Ambos os reservatórios são antigos e apresentam crescimento de musgos. No reservatório menor, há duas tubulações do tipo "ladrão" e uma saída de distribuição com válvula. Os reservatórios não têm regularidade de manutenção, a área onde se localizam possui acesso livre e ficam a alguns metros de edificações em construção e de outras já		

	construídas e habitadas recentemente. Foi informado pela PMP/DAE que este reservatório deverá ser substituído em breve por dois reservatórios novos, em fibra de vidro, em localização mais próxima à captação, com um volume total de 40.000 L.
--	--

Fonte: Autoria própria, 2022.

¹ Nomenclatura apresentada por IBGE (2016).

² Informação obtida junto à PMP/DAE.

³ Foi considerado que a captação não possuía outorga, pois durante a visita de campo realmente não havia outorga emitida para o a captação com o posicionamento geográfico obtido. Entretanto, já estava em processo um pedido de outorga para atender à localidade de Trindade, a qual foi liberada em setembro de 2021 (ANA, 2021), mas observou-se que as coordenadas geográficas da captação outorgada não se encontravam dentro da incerteza da medição feita em campo e, por isso, todas as informações apresentadas neste estudo sobre a captação de Trindade mantiveram-se relacionadas aos dados primários obtidos.

⁴ Verificado em campo, bem como em um raio de 50 m da captação por ferramenta de *buffer* no QGIS, observando-se imagem do Google Satellite.

⁵ Verificado em campo, bem como em um raio de 500 m da captação por ferramenta de *buffer* no QGIS, observando-se imagem do Google Satellite.

⁶ Dado obtido pelo aplicativo gratuito para celular GPS Essentials, Datum SIRGAS. Houve um problema na marcação destas coordenadas pela pesquisadora e, portanto, este dado foi obtido junto à PMP/DAE, que realizou a medição no mesmo dia e horário da medição feita pela pesquisadora, em visita conjunta (PMP, 2021b).

⁷ Dado obtido a partir das curvas de nível apresentadas por IBGE (2018b).

⁸ Verificado por sobreposição de camadas no QGIS.

APÊNDICE 2 - Informações sobre ETAs, reservatórios e ETEs.

O quadro 34 apresenta as informações obtidas sobre as ETAs do município paratiense e a figura 40 evidencia a espacialização destas estações ao longo do território.

Identificou-se que as únicas quatro ETAs presentes em Paraty estão sob a gestão direta de empresas privadas, duas delas localizadas no centro e uma a norte e outra ao sul. Embora grande parte da população ainda esteja concentrada na região do centro, com água tratada pela PPP, a maioria da população das zonas norte e sul não dispõe de água em condições adequadas, ou seja, as ETAs citadas para estas zonas atendem exclusivamente a pequenos grupos populacionais sob gestão privada.

Com relação às Licenças de Operação (LOs) das ETAs, foram encontradas informações a respeito de quase todas, entretanto, constatou-se que até o período de coleta de dados secundários desta pesquisa, uma delas não foi disponibilizada no site do órgão ambiental (Inea) – LO da ETA Vila de Mambucaba – e outra parece ainda estar em seu documento anterior (licença já vencida) ou não foi realmente renovada – LO da ETA Laranjeiras.

Quadro 34 – ETAs de Paraty.

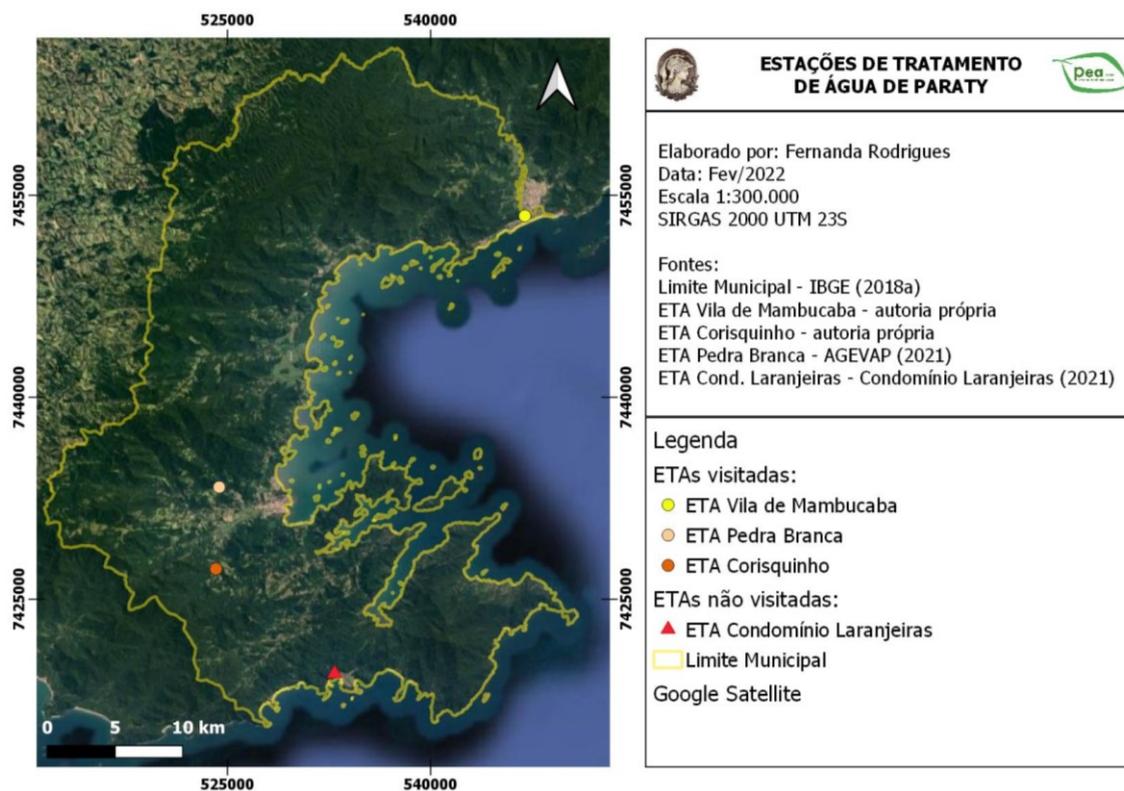
ETA	ZONA	CAPTAÇÃO DE ORIGEM	GESTÃO E MANUTENÇÃO	COORDENADAS GEOGRÁFICAS LONG. E LAT. (M)	TIPO DE TRATAMENTO	LICENÇA DE OPERAÇÃO	VAZÃO MÁXIMA (L/S)
Vila de Mambucaba	norte	Vila de Mambucaba	Eletronuclear e Normatel	546951 e 7453466 ($\pm 3,22$) ⁽²⁾	Desarenação, Decantação, Filtração e Desinfecção	ne	ne
Pedra Branca	centro	Pedra Branca	CAPY	524373 e 7433309 ⁽³⁾	Floculação, Decantação, Filtração, Fluoretação, Desinfecção e Correção de pH	LO N° IN049517, de 10/06/2019, válida até 10/06/2024 ⁽⁵⁾	60 ⁽⁵⁾
Corisquinho	centro ⁽¹⁾	Corisco Antiga	CAPY	524131 e 7427237 ($\pm 4,90$) ⁽²⁾	Desarenação, Floculação, Decantação, Filtração, Fluoretação, Desinfecção e Correção de pH	LO N° IN045502, de 28/06/2018, válida até 28/06/2023 ⁽⁵⁾	60 ⁽⁵⁾
Laranjeiras	sul	Laranjeiras	Condomínio Laranjeiras	532903 e 7419454 ⁽⁴⁾	ni	LO N° IN000714, de 10/09/2009, válida até 10/09/2014 ^(5,6)	33,3 ⁽⁴⁾

Fonte: Autoria própria, 2022.

ni: não informado | ne: não encontrada em Inea (2021c)

¹ Localizada na região sul, mas trata água que abastece localidades da região centro.² Dado obtido pelo aplicativo gratuito para celular GPS Essentials (versão 4.4.32), Datum SIRGAS.³ Foi realizada visita de campo, entretanto, houve problema na marcação das coordenadas e, portanto, a informação foi fornecida pela empresa Agevap, que acompanhou a visita e realizou a medição com um GPS Garmin Montana 600 (AGEVAP, 2021).⁴ Não foi realizada visita de campo. Informação fornecida por Condomínio Laranjeiras (2021).⁵ Informação obtida de Inea (2021c).⁶ Não foi encontrada licença mais recente em Inea (2021c).

Figura 40 – ETAs de Paraty.



Fonte: Autoria própria, 2022.

O quadro 35 apresenta as informações obtidas sobre os reservatórios das captações do município de Paraty e a figura 41 evidencia a espacialização destas infraestruturas de reserva de água ao longo do território.

A maioria das captações na zona norte possui algum sistema de reservatório de água, com destaque para o reservatório que atende às vilas da Eletronuclear, com capacidade para 1.000 m³. Já na zona centro há um grande reservatório na localidade Caborê, também de 1.000 m³, que recebe água da ETA Corisquinho e da ETA Pedra Branca³⁷. Na zona sul, algumas das captações possuem reservatórios, destacando-se o volume total de 1.500 m³ de capacidade para atender somente ao Condomínio Laranjeiras e a três localidades de difícil acesso (Pouso da Cajaíba, Ponta da Joatinga e Praia do Sono), na área costeira.

³⁷ Foi informado pela CAPY que o reservatório do Caborê também recebe água da captação Caboclo, que passa apenas por tratamento simplificado. Assim, embora a vazão da captação Caboclo seja pequena se comparada à vazão de água tratada das ETAs citadas, observa-se que nesse reservatório são misturadas água tratada e água praticamente não tratada, o que deveria ser reavaliado para não comprometer a qualidade da água fornecida.

Quadro 35 – Reservatórios de água de Paraty.

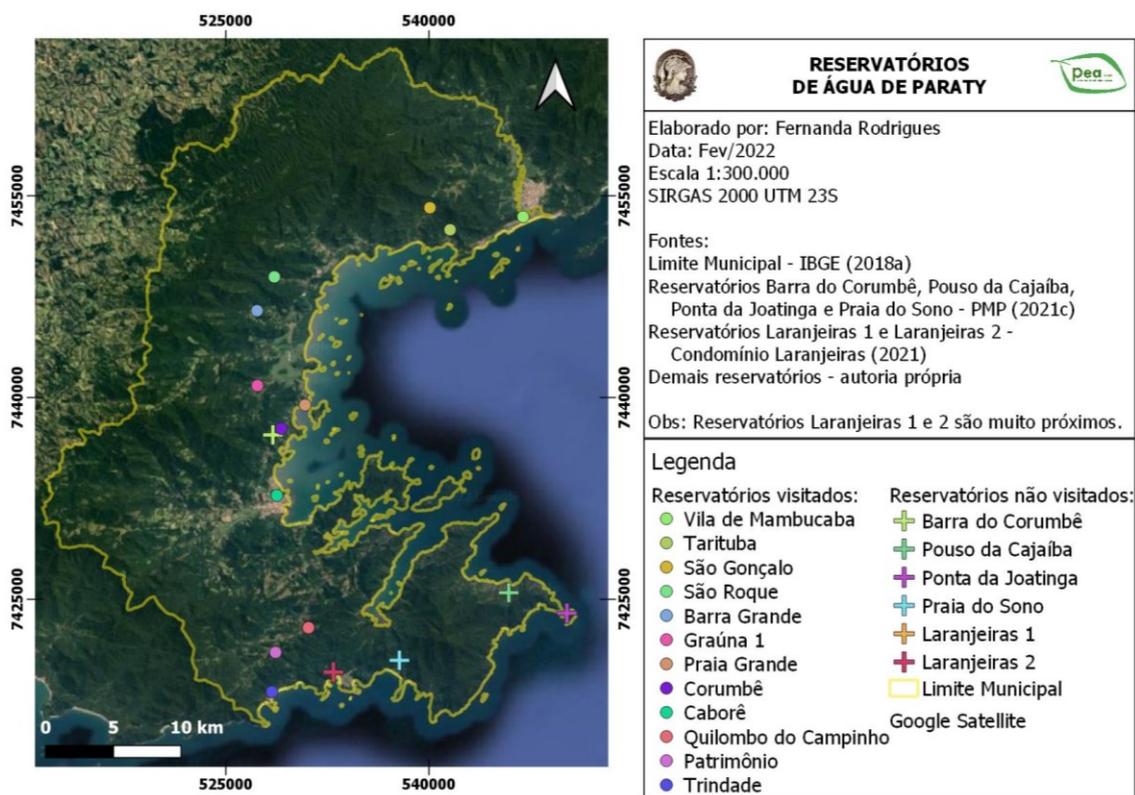
RESERVATÓRIO	ZONA	CAPTAÇÃO DE ORIGEM	GESTÃO E MANUTENÇÃO	COORD. GEOGRÁFICAS LONG. E LAT. (M)	VOLUME (M ³)
Vila de Mambucaba	norte	Vila de Mambucaba	Eletronuclear e Normatel	546949 e 7453438 ($\pm 3,22$) ⁽¹⁾	1.000 ⁽⁴⁾
Tarituba	norte	Tarituba	PMP e Conser	541556 e 7452469 ($\pm 2,90$) ⁽¹⁾	35 ⁽⁴⁾
São Gonçalo	norte	São Gonçalo	PMP e Conser	540062 e 7454109 ($\pm 3,60$) ⁽¹⁾	20 ⁽⁴⁾
São Roque	norte	São Roque	PMP e Conser	528566 e 7448964 ($\pm 4,60$) ⁽¹⁾	50 ⁽⁴⁾
Barra Grande	norte	Barra Grande	PMP e Conser	527290 e 7446449 ($\pm 2,10$) ⁽¹⁾	40 ⁽⁴⁾
Graúna 1	norte	Graúna 1	PMP e Conser	527320 e 7440876 ($\pm 3,22$) ⁽¹⁾	15 ⁽⁴⁾
Praia Grande	norte	Praia Grande	PMP e Conser	530838 e 7439432 ($\pm 3,22$) ⁽¹⁾	40 ⁽⁴⁾
Corumbê	norte	Corumbê	PMP e Conser	529091 e 7437677 ($\pm 3,22$) ⁽¹⁾	10 ⁽⁴⁾
Barra do Corumbê	norte	Barra do Corumbê	PMP e Conser	528463 e 7437210 ⁽²⁾	ni
Caborê	centro	Pedra Branca, Corisco Antiga e Caboclo	CAPY	528755 e 7432702 ($\pm 5,00$) ⁽¹⁾	1.000 ⁽⁴⁾
Quilombo do Campinho	sul	Quilombo do Campinho	PMP e Conser	531091 e 7422870 ($\pm 3,40$) ⁽¹⁾	10 ⁽⁴⁾
Pouso da Cajaíba	sul	Pouso da Cajaíba	PMP e Conser	545885 a 7425471 ⁽²⁾	ni
Ponta da Joatinga	sul	Ponta da Joatinga	PMP e Conser	550187 e 7423948 ⁽²⁾	ni
Praia do Sono	sul	Praia do Sono	PMP e Conser	537806 e 7420440 ⁽²⁾	ni
Patrimônio	sul	Patrimônio	PMP e Conser	528660 e 7421031 ($\pm 3,30$) ⁽¹⁾	35 ⁽⁴⁾
Trindade	sul	Trindade	PMP e Conser	528386 e 7418094 ($\pm 3,22$) ⁽¹⁾	± 95 ⁽⁴⁾
Laranjeiras 1	sul	Laranjeiras	Condomínio Laranjeiras	532918 e 7419513 ⁽³⁾	500 ⁽³⁾
Laranjeiras 2	sul	Laranjeiras	Condomínio Laranjeiras	532928 e 7419569 ⁽³⁾	1.000 ⁽³⁾

Fonte: Autoria própria, 2022.

ni: não informado

¹ Dado obtido pelo aplicativo gratuito para celular GPS Essentials (versão 4.4.32 para todos, exceto para Praia Grande e Corumbê, cuja versão foi 4.4.62), Datum SIRGAS.² Não foi realizada visita de campo. Informação fornecida por PMP (2021c).³ Não foi realizada visita de campo. Informação fornecida por Condomínio Laranjeiras (2021).⁴ Informação obtida junto ao gestor do reservatório.

Figura 41 – Reservatórios de água de Paraty.



Fonte: Autoria própria, 2022.

O quadro 36 apresenta as informações obtidas sobre as ETEs do município paratiense e a figura 42 evidencia a espacialização destas estações ao longo do território.

É notável a deficiência de ETEs para atender à população paratiense e que algumas das estações que já estão em operação ainda não possuem a devida licença. Foi informado pela PMP/DAE que em breve seria instalada uma ETE em Trindade e que a PMP possui uma ETE no hospital da cidade, entretanto, não foram fornecidas mais informações sobre ela, nem foi encontrada no site do Inea a licença vigente para sua operação.

Quadro 36 – ETEs de Paraty.

ETE	ZONA	GESTÃO E MANUTENÇÃO	COORDENADAS GEOGRÁFICAS LONG. E LAT. (M)	TIPO DE TRATAMENTO	LICENÇA DE OPERAÇÃO	VAZÃO MÁXIMA (L/S)
Vila de Mambucaba	norte	Eletronuclear e Normatel	546745 e 7453788 (± 4,29) ⁽¹⁾	Lodo ativado e Decantação ⁽³⁾	LO N° IN038826, de 21/02/2017, válida até 22/02/2023 ⁽⁷⁾	16,7 ⁽⁷⁾
Tarituba	norte	PMP e Conser	541622 e 7451789 (± 3,40) ⁽¹⁾	Gradeamento, Reator Anaeróbio, Reator Aeróbio, Decantação e Filtração ⁽⁴⁾	não	2,5 ⁽⁸⁾
Praia Grande	norte	PMP e Conser	530994 e 7439764 (± 3,22) ⁽¹⁾	Reator Anaeróbio e Reator Aeróbio ⁽⁵⁾	não	ni
Laranjeiras	sul	Condomínio Laranjeiras	534028 e 7418402 ⁽²⁾	ni ⁽⁶⁾	LO N° IN050887, de 23/12/2019, válida até 23/12/2024 ⁽⁷⁾	35,3 ⁽⁷⁾

Fonte: Autoria própria, 2022.

ni: não informado

¹ Dado obtido pelo aplicativo gratuito para celular GPS Essentials (versão 4.4.32 para Vila de Mambucaba e Tarituba; versão 4.4.62 para Praia Grande), Datum SIRGAS.

² Não foi realizada visita de campo. Informação fornecida por Condomínio Laranjeiras (2021).

³ Há cinco leitos de secagem, mas dificilmente são usados. O lodo retorna basicamente todo para o aerador (recircula) e raramente vai para secagem para ser destinado.

⁴ Estação recentemente instalada, com tanques e duas elevatórias em material plástico resistente. O atendimento em fevereiro de 2021 era de 40% da população. Pode receber até três caminhões limpa-fossa de 8 m³ por dia. Apresenta calha Parshall, dois bags para acondicionar lodo, dois reatores anaeróbios do tipo UASB, um reator aeróbio do tipo BAS, dois filtros pressurizados e um pequeno laboratório para análises básicas. No início da operação, apresentava 95% de eficiência para DBO.

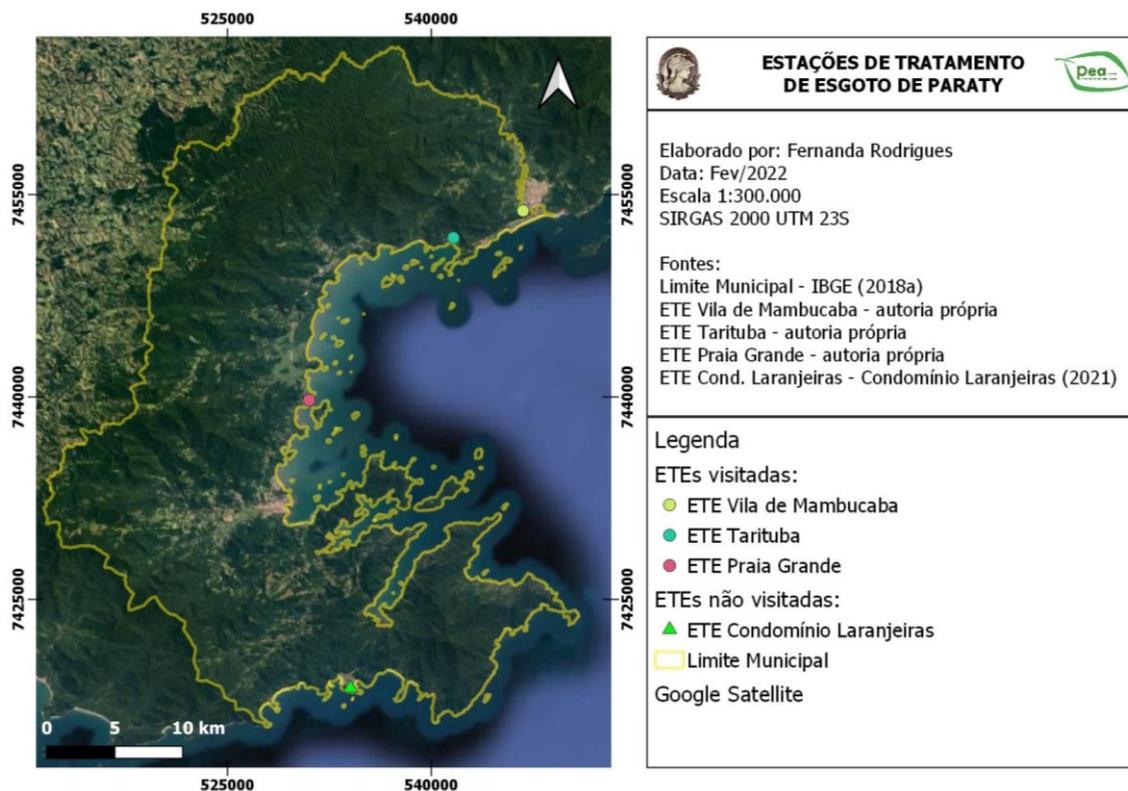
⁵ Estação recentemente reativada. Possui estrutura toda em alvenaria, com uma caixa de entrada, dois tanques anaeróbios e um sistema ascendente aeróbio com bombas e recirculação, com biofiltros. Apresenta 85 a 90% de eficiência para DBO.

⁶ Todo o esgoto tanto do condomínio quanto da Vila Oratório é tratado na ETE. Não foi realizada visita de campo. Informação fornecida por Condomínio Laranjeiras (2021).

⁷ Informação obtida de Inea (2021c).

⁸ Informação obtida junto ao gestor da ETE.

Figura 42 – ETEs de Paraty.



Fonte: Autoria própria, 2022.

A seguir, nas figuras 43 a 60, são apresentadas fotos das ETAs, dos reservatórios e das ETEs visitadas.

Figura 43 – ETA Vila de Mambucaba.



Sistema de decantação e filtros a pressão.

Fonte: Autoria própria, 2021.

Figura 44 – ETA Pedra Branca.



Vista externa dos tanques da ETA.

Fonte: Autoria própria, 2021.

Figura 45 – ETA Corisquinho.



Desarenador, calha Parshall, tanques de floculação, decantadores e vista geral da ETA.

Fonte: Autoria própria, 2021.

Figura 46 – Reservatório Vila de Mambucaba.



Fonte: Autoria própria, 2021.

Figura 47 – Reservatório Tarituba.



Fonte: Autoria própria, 2021.

Figura 48 – Reservatório São Gonçalo.



Fonte: Autoria própria, 2021.

Figura 49 – Reservatório São Roque.



Fonte: Autoria própria, 2021.

Figura 50 – Reservatório Barra Grande.



Fonte: Autoria própria, 2021.

Figura 51 – Reservatório Graúna 1.



Sistema gradeamento, desarenador e decantador e reservatório.

Fonte: Autoria própria, 2021.

Figura 52 – Reservatório Praia Grande.



Fonte: Autoria própria, 2021.

Figura 53 – Reservatório Corumbê.



Fonte: Autoria própria, 2021.

Figura 54 – Reservatório Caborê.



Fonte: Autoria própria, 2021.

Figura 55 – Reserv. Quilombo do Campinho.



Desarenador e reservatório.

Fonte: Autoria própria, 2021.

Figura 56 – Reservatório Patrimônio.



Desarenador e reservatório.

Fonte: Autoria própria, 2021.

Figura 57 – Reservatório Trindade.



Fonte: Autoria própria, 2021.

Figura 58 – ETE Vila de Mambucaba.



Tanques de aerção e de decantação.

Fonte: Autoria própria, 2021.

Figura 59 – ETE Tarituba.



Vista geral da ETE.

Fonte: Autoria própria, 2021.

Figura 60 – ETE Praia Grande.



Vista geral da ETE e elevatória.

Fonte: Autoria própria, 2021.