



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CAMPUS ARARANGUÁ  
DEPARTAMENTO DE ENERGIA E SUSTENTABILIDADE  
CURSO ENGENHARIA DE ENERGIA

Diana Paula Hoffmann

**Estimativa do Potencial Hidroelétrico para Micro e Minigeração na Bacia  
Hidrográfica do Rio Tubarão, SC**

Araranguá

2023

Diana Paula Hoffmann

**Estimativa do Potencial Hidroelétrico para Micro e Minigeração na Bacia  
Hidrográfica do Rio Tubarão, SC**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao curso de Engenharia de Energia do Campus Araranguá da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel(a) em Engenharia de Energia.

Orientadora: Profa. Dra. Carla de Abreu D'Aquino

Araranguá

2023

Hoffmann, Diana Paula

Estimativa do Potencial Hidroelétrico para Micro e Minigeração na Bacia Hidrográfica do Rio Tubarão, SC / Diana Paula Hoffmann ; orientadora, Carla de Abreu D'Aquino, 2023.

122 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Araranguá, Graduação em Engenharia de Energia, Araranguá, 2023.

Inclui referências.

1. Engenharia de Energia. 2. Geração de Energia Hidrelétrica. 3. Potencial Hidrelétrico. 4. Central Geradora Hidrelétrica . 5. Aproveitamento Hidrelétrico. I. D'Aquino, Carla de Abreu. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Engenharia de Energia. III. Título.

Diana Paula Hoffmann

**Estimativa do Potencial Hidroelétrico para Micro e Minigeração na Bacia  
Hidrográfica do Rio Tubarão, SC**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do título de Engenheira de Energia e aprovado em sua forma final pelo Curso de Engenharia de Energia.

Araranguá, 06 de dezembro de 2023.

Insira neste espaço  
a assinatura

Profa. Dra. Carla de Abreu D'Aquino  
Coordenação do Curso

**Banca examinadora**

Insira neste espaço  
a assinatura

Prof. Dr. Leonardo Elizeire Bremermann  
Universidade Federal de Santa Catarina

Insira neste espaço  
a assinatura

Enga. Ma. Maria Luísa Tonetto  
Universidade Federal de Santa Catarina

Insira neste espaço  
a assinatura

Enga. Lauanne Oliveira Pimentel  
Universidade Federal de Santa Catarina

Araranguá, 2023.

Este trabalho é dedicado aos meus pais Rogério e Noelina,  
aos meus irmãos Rodrigo e Daiana, e ao  
meu amado avô João Luciano (*in memoriam*).

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me permitir chegar até aqui, me capacitando e me dando força para concluir esta graduação.

Aos meus pais Rogério e Noelina, que sempre estiveram ao meu lado me dando todo o amor e suporte para que eu chegasse até aqui, me incentivando a sempre buscar o meu melhor e nunca me deixarem desistir, nada seria possível sem vocês.

Aos meus irmãos Rodrigo e Daiana, por sempre estarem comigo, me apoiando e me incentivando.

Ao meu avô João Luciano (*in memoriam*), que não pode assistir a minha formatura, mas sempre me apoiou e que com suas incríveis histórias de pesca e acampamentos na beira do rio, despertaram em mim ainda criança uma paixão pela água e suas maravilhas, motivo pelo qual escolhi a área hídrica para aplicar meus conhecimentos adquiridos na graduação.

Aos amigos que fiz durante a graduação e que tornaram este período mais leve, me apoiando e proporcionando momentos de descontração, por entenderem os meus momentos de ausência, mas me acolherem quando mais precisei. Em especial as minhas amigas Ana Claudia, Cibeli, Larisse e Amanda, que foram fundamentais nessa caminhada, dividindo alegrias e frustrações, ao amigo e colega das noites de estudos Igor e minha amiga e colega de laboratório Bruna, que acabaram se tornando como irmãos, eu não teria chegado até aqui sem a ajuda e o incentivo de vocês.

A minha orientadora, Professora Dra. Carla de Abreu D'Aquino, por acreditar em mim e me acolher quando eu estava perdida e desesperada, que com seus ensinamentos e muita paciência, me pedindo para respirar e ajudando a controlar minhas crises de perfeccionismo e autocobrança, me fez retomar a confiança e acreditar que eu era capaz.

Aos professores que fizeram parte da minha graduação, pelos seus ensinamentos, ajuda, incentivo e cobranças que foram fundamentais para a minha formação.

A Universidade Federal de Santa Catarina, seu corpo docente, direção e administração por criarem um ambiente propício ao crescimento intelectual, pessoal e profissional de todos os envolvidos.

Aos meus colegas de curso pelas experiências compartilhadas, pelas risadas, pelas conversas sobre a vida pessoal e profissional, e pelos momentos divertidos que vivemos juntos.

A todos aqueles que fizeram parte da minha graduação e me apoiaram, o meu **MUITO OBRIGADA.**

## RESUMO

O acesso à eletricidade desempenha um papel fundamental no desenvolvimento socioeconômico de uma nação. O Brasil possui um dos maiores potenciais hidroenergéticos do mundo, devido à sua extensa rede de rios e recursos hídricos abundantes. As Centrais Geradoras Hidrelétricas (CGHs), desempenham um papel importante, podendo ser implantadas em rios de menor porte, com vazões reduzidas, aproveitando os recursos hídricos disponíveis na região, sem a obrigatoriedade de contar com grandes reservatórios, limitando o impacto nas comunidades e nos ecossistemas locais. O estado de Santa Catarina, possui potencial de aproveitamento hidrelétrico devido aos inúmeros cursos d'água que cortam o seu território e ao regime de chuvas abundante. Este estudo investigou o potencial de geração de energia hidrelétrica na bacia hidrográfica do rio Tubarão, focado em rios de quarta, quinta e sexta ordem, segundo classificação de Strahler, os quais apresentassem estações fluviométricas próximas e que não estivessem inventariados. O objetivo foi buscar locais com potencial para aproveitamento por Centrais Geradoras Hidrelétricas (CGHs) de Micro e Minigeração, utilizando vazão diária de referência para Santa Catarina com permanência no tempo de 98% do tempo, Q98, e queda líquida resultante da declividade natural do terreno. O que resultou em aproveitamentos com uma extensa variedade de potências, desde microgerações até projetos superiores a 1000 kW, oferecendo oportunidades para diferentes investidores e podendo influenciar na redução dos custos de produção para comunidades locais. Notavelmente, o rio Capivari se mostrou como ponto-chave, exibindo sete aproveitamentos com potências acima da média para empreendimento desse tipo na mesma área de estudo. Ao todo foram analisados 97 aproveitamentos, dos quais 50 mostram capacidade de geração acima de 100 kW de potência, e 7 deles apresentaram capacidade para geração acima de 500 kW. Os resultados indicam que a bacia hidrográfica do rio Tubarão não é apenas um ecossistema rico, mas também promissora para o desenvolvimento de Centrais Hidrelétricas de Micro e Minigeração.

**Palavras-chave:** Aproveitamento Hidrelétrico; Central Hidrelétrica; Central Geradora Hidrelétrica; Santa Catarina.



## ABSTRACT

Access to electricity plays a fundamental role in the socio-economic development of a nation. Brazil has one of the greatest hydroelectric potentials in the world, due to its extensive network of rivers and abundant water resources. Hydroelectric Generating Plants (CGHs) play an important role and can be implemented on smaller rivers, with reduced flows, taking advantage of the water resources available in the region, without having to rely on large reservoirs, limiting the impact on local communities and ecosystems. The state of Santa Catarina has hydroelectric potential due to the numerous watercourses that cut through its territory and the abundant rainfall. This study investigated the potential for generating hydroelectric power in the Tubarão river basin, focusing on fourth, fifth and sixth order rivers, according to Strahler's classification, which had fluviometric stations nearby and which had not been inventoried. The aim was to search for sites with potential for Micro and Mini-Generation Hydroelectric Generating Plants (CGHs), using a daily reference flow for Santa Catarina with a permanence in time of 98% of the time, Q98, and a net drop resulting from the natural slope of the terrain. This has resulted in plants with a wide range of power outputs, from micro-generations to projects over 1000 kW, offering opportunities for different investors and potentially influencing the reduction of production costs for local communities. Notably, the Capivari River proved to be a key point, boasting seven projects with power outputs above the average for a project of this type in the same study area. A total of 97 projects were analyzed, 50 of which had a generating capacity of over 100 kW, and 7 of which had a generating capacity of over 500 kW. The results indicate that the Tubarão river basin is not only a rich ecosystem, but also promising for the development of Micro and Mini-generation Hydroelectric Power Plants.

**Keywords:** Hydroelectric Utilization; Hydroelectric Power Plant; Hydroelectric Generating Station; Santa Catarina.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Tipo de turbina por faixa de operação.....	26
Figura 2 - Esquema da metodologia empregada. ....	32
Figura 3 - Mapa da Bacia Hidrográfica do Rio Tubarão. ....	33
Figura 4 - Mapa das PCHs e CGHs instaladas na Bacia Hidrográfica do Rio Tubarão. .....	35
Figura 5 - Mapa das Estações Fluviométricas na Bacia Hidrográfica do Rio Tubarão- SC. ....	38
Figura 6 - Modelo Digital de Elevação da Bacia Hidrográfica do Rio Tubarão .....	40
Figura 7 - Mapa dos rios Inventariados da Bacia Hidrográfica do Rio Tubarão. ....	48
Figura 8 - Perfil Longitudinal do Rio Capivari. ....	50
Figura 9 - Perfil Longitudinal do Rio Laranjeiras.....	52
Figura 10 - Perfil Longitudinal do Rio do Ponche. ....	53
Figura 11 - Perfil Longitudinal do Rio Povoamento. ....	54
Figura 12 - Perfil Longitudinal do Rio do Meio.....	55
Figura 13 - Perfil Longitudinal do Rio dos Bugres. ....	56
Figura 14 - Perfil Longitudinal do Rio Espreado ou Pequeno. ....	57
Figura 15 - Perfil Longitudinal do Rio Braço Esquerdo.....	58
Figura 16 - Perfil Longitudinal do Rio Hipólito. ....	60
Figura 17 - Perfil Longitudinal do Rio Oratório. ....	61
Figura 18 - Perfil Longitudinal do Rio Pedras Grandes. ....	62
Figura 19 - Perfil Longitudinal do Rio Pinheiros. ....	63
Figura 20 - Perfil Longitudinal do Rio Correias.....	64
Figura 21 - Perfil Longitudinal do Rio Bravo. ....	65
Figura 22 - Perfil Longitudinal do Rio Paulo. ....	67
Figura 23 - Perfil Longitudinal do Rio Engano. ....	68
Figura 24 - Perfil Longitudinal do Rio Sete.....	69
Figura 25 - Perfil Longitudinal do Rio Capivaras. ....	70
Figura 26 - Perfil Longitudinal do Rio Gabiroba.....	71
Figura 27 - Perfil Longitudinal do Rio Peroba Sanga Morta. ....	72
Figura 28 - Perfil Longitudinal do Rio das Corujas. ....	73
Figura 29 - Perfil Longitudinal do Rio Cachoeira dos Macacos.....	74
Figura 30 - Perfil Longitudinal do Rio Gravatal.....	75

Figura 31 - Mapa dos aproveitamentos analisados nos rios de 6ª ordem.....	79
Figura 32 - Mapa dos aproveitamentos analisados nos rios de 5ª ordem.....	81
Figura 33 - Mapa dos aproveitamentos analisados nos rios de 4ª ordem.....	85

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Classificação do tipo de empreendimento hidrelétrico pela potência instalada.....	21
Quadro 2 - Classificação das Centrais Hidrelétricas quanto a potência segundo a Resolução Vigente .....	30
Quadro 3 - Cartas Topográficas constituintes da Bacia Hidrográfica do Rio Tubarão. ....	39
Quadro 4 - Rios selecionados para análise.....	49

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Estações Fluviométricas da Bacia Hidrográfica do Rio Tubarão.....	37
Tabela 5 - Equações de Regionalização para vazões Diárias e Mensais da Região Hidrográfica da Bacia do Rio Tubarão. ....	45
Tabela 3 - Dados dos Aproveitamentos do Rio Capivari.....	51
Tabela 4- Dados dos Aproveitamentos do Rio Laranjeiras. ....	52
Tabela 5- Dados dos Aproveitamentos do Rio do Ponche.....	53
Tabela 6 - Dados dos Aproveitamentos do Rio Povoamento.....	55
Tabela 7- Dados dos Aproveitamentos do Rio do Meio. ....	56
Tabela 8- Dados dos Aproveitamentos do Rio dos Bugres.....	57
Tabela 9- Dados dos Aproveitamentos do Rio Espreado ou Pequeno.....	58
Tabela 10 - Dados dos Aproveitamentos do Rio Braço Esquerdo - Rio de 4ª Ordem .....	59
Tabela 11- Dados dos Aproveitamentos do Rio Hipólito. ....	60
Tabela 12 - Dados dos Aproveitamentos do Rio Oratório. ....	61
Tabela 13 - Dados dos Aproveitamentos do Rio Pedras Grandes.....	62
Tabela 14 - Dados dos Aproveitamentos do Rio Pinheiros. ....	63
Tabela 15- Dados dos Aproveitamentos do Rio Correias. ....	65
Tabela 16 - Dados dos Aproveitamentos do Rio Bravo.....	66
Tabela 17 - Dados dos Aproveitamentos do Rio Paulo.....	67
Tabela 18- Dados dos Aproveitamentos do Rio Engano.....	69
Tabela 19 - Dados dos Aproveitamentos do Rio Sete.....	70
Tabela 20 - Dados dos Aproveitamentos do Rio Capivaras.....	71
Tabela 21 - Dados dos Aproveitamentos do Rio Gabiroba. ....	72
Tabela 22 - Dados dos Aproveitamentos do Rio Peroba Sanga Morta. ....	73
Tabela 23 - Dados dos Aproveitamentos do Rio das Corujas - Rio de 4ª Ordem. ....	74
Tabela 24 - Dados dos Aproveitamentos do Rio Cachoeira dos Macacos - Rio de 4ª Ordem. ....	75
Tabela 25 - Dados dos Aproveitamentos do Rio Gravatal. ....	76
Tabela 26 - Resultados encontrados para os rios de 6ª Ordem.....	78
Tabela 27 - Resultados encontrados para os rios de 5ª Ordem.....	80
Tabela 28 - Resultados encontrados para os rios de 4ª Ordem.....	82

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A	Área de drenagem
ABRAPCH	Associação Brasileira de PCH e CGH
ANA	Agência Nacional das Águas
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
BEN	Balanço Energético Nacional
BH	Bacia Hidrográfica
BHRT	Bacia Hidrográfica do Rio Tubarão
BRDE	Banco Regional de Desenvolvimento do Extremo Sul
Cfa	Clima subtropical úmido
Cfb	Clima subtropical temperado
CGH	Central Geradora Hidrelétrica
CH	Central Hidrelétrica
Dd	Densidade de drenagem
DNAEE	Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica
EFe	Energia Firme estimada
EPAGRI	Empresa de Pesquisa Agropecuária
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
Fc	Fator de capacidade
GW	Gigawatt
HB	Queda Bruta
Hd	Queda de Projeto
HIDROWEB	Portal de dados hidrometeorológicos da ANA
HL	Queda Líquida
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IEA	Agência Internacional de Energia
IH	Inventário Hidrelétrico
IMA	Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina
kW	Quilo Watt
L	Comprimento
MCH	Manual de Microcentrais Hidrelétricas
MDE	Modelo Digital de Elevação
MDT	Modelo Digital de Elevação

MME	Ministério de Minas e Energia
MMH	Manual de Minicentraís Hidrelétricas
MTDSC	Mapoteca Topográfica Digital de Santa Catarina
NA	Nível de Água
PCH	Pequena Central Hidrelétrica
Pot.	Potência Instalada
Q	Vazão
Q50%	Vazão com permanência de 50% do tempo
Q95%	Vazão com permanência de 95% do tempo
Q98%	Vazão com permanência de 98% do tempo
Qsanit.	Vazão sanitária
RH	Região Hidrográfica
SB	Declividade Média da Bacia
SDE	Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável
SDS	Secretaria do Desenvolvimento Econômico Sustentável
SHP	Shapefile
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SIGEL	Sistema de Informações Georreferenciadas do Setor Elétrico
SIGSC	Sistema de Informações Geográficas de Santa Catarina
SIRGAS2000	Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas
SIRHESC	Sistema de Informações de Recursos Hídricos de Santa Catarina
SNIRH	Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos
SR	Declividade média do rio
SRTM	Shuttle Radar Topography Mission (Missão Topográfica Radar Shuttle)
TWh	Terawatt-hora
UHE	Usina Hidrelétrica
UTM	Universal Transverse Mercator
W	Watts

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>16</b>
1.1	OBJETIVOS .....	18
1.1.1	<b>Objetivo Geral</b> .....	<b>18</b>
1.1.2	<b>Objetivos Específicos</b> .....	<b>18</b>
<b>2.</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>19</b>
2.1	POTENCIAL HIDRELÉTRICO BRASILEIRO E SUL CATARINENSE .....	19
2.2	CENTRAIS HIDRELÉTRICAS DE PEQUENO PORTE.....	20
2.3	COMPONENTES BÁSICOS DE UMA CENTRAL HIDRELÉTRICA.....	23
2.4	CLASSIFICAÇÃO DAS CENTRAIS HIDRELÉTRICAS.....	27
2.4.1	<b>Classificação quanto a capacidade de regularização</b> .....	<b>28</b>
2.4.2	<b>Classificação quanto ao sistema de adução</b> .....	<b>29</b>
2.4.3	<b>Classificação quanto a potência instalada e a queda de projeto</b> .....	<b>29</b>
2.5	CONTEXTO REGULATÓRIO .....	30
<b>3.</b>	<b>METODOLOGIA PARA ESTIMATIVA DO POTENCIAL HIDRELÉTRICO</b>	<b>32</b>
3.1	ÁREA DE ESTUDO.....	33
3.2	COLETA DE DADOS .....	36
3.2.1	<b>Dados Hidrológicos</b> .....	<b>36</b>
3.2.2	<b>Dados Topográficos</b> .....	<b>39</b>
3.3	AVALIAÇÃO DAS ÁREAS COM POTENCIAL PARA APROVEITAMENTO DE ENERGIA HIDRELÉTRICA .....	41
3.4	ESTIMATIVA DA ENERGIA FIRME E DA POTÊNCIA INSTALADA .....	45
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>47</b>
4.1	DA SELEÇÃO DOS RIOS .....	47
4.2	PERFIL HIPSOMÉTRICO E SELEÇÃO DOS APROVEITAMENTOS .....	50
4.3	POTENCIAIS E ARRANJOS ESTIMADOS .....	77
<b>5.</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>87</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>89</b>
	<b>APÊNDICE A – DADOS DOS TRECHOS DELIMITADOS NOS PERFIS DOS RIOS</b> .....	<b>96</b>
	<b>APÊNDICE B – VAZÕES REGIONALIZADAS</b> .....	<b>101</b>
	<b>APÊNDICE C – ENERGIA FIRME CALCULADA PARA OS APROVEITAMENTOS ANALISADOS</b> .....	<b>107</b>



<b>APÊNDICE D – POTÊNCIA INSTALADA CALCULADA PARA OS APROVEITAMENTOS ANALISADOS. ....</b>	<b>113</b>
---	------------

## 1. INTRODUÇÃO

O acesso à energia elétrica é um elemento crucial para o desenvolvimento socioeconômico de um país (Sartori, 2023). A eletricidade desempenha um papel fundamental em quase todos os aspectos da vida moderna, desde a iluminação de residências até o suporte às indústrias e tecnologias avançadas. Quando discutimos o acesso à energia elétrica, é importante considerar tanto a escala global quanto os desafios específicos enfrentados por diferentes regiões e comunidades.

A utilização de fontes de energia renovável, como hídrica de pequeno porte, pode ser uma solução viável para o abastecimento de regiões carentes de eletricidade. Essas tecnologias permitem a geração de eletricidade de forma descentralizada, diminuindo a dependência de grandes infraestruturas de energia. O acesso à energia elétrica não é apenas uma questão de comodidade, mas também tem um impacto direto nas condições de vida. Ele possibilita iluminação adequada, facilita o uso de tecnologias, melhora os serviços de saúde e educação, e impulsiona oportunidades econômicas (Neiva, 2023).

O Brasil, possui um dos maiores potenciais energéticos do mundo, principalmente devido à sua extensa rede de rios e recursos hídricos abundantes. Apesar dos benefícios da geração hidrelétrica, a construção de grandes usinas com grandes reservatórios pode acarretar desafios ambientais e sociais, como a alteração dos ecossistemas fluviais, o deslocamento de comunidades locais e preocupações com os impactos a longo prazo.

Nesse sentido, as Centrais Geradoras Hidrelétricas (CGHs), empreendimentos com capacidade instalada de até 5 MW, desempenham um papel importante, fornecendo uma fonte de energia renovável e de baixo impacto ambiental. Entre as vantagens das CGHs, destaca-se o fato de poderem ser construídas em rios menores, com menores vazões, aproveitando recursos hídricos disponíveis localmente, sem a necessidade de conterem grandes reservatórios. Com isso, acabam limitando o impacto nas comunidades e nos ecossistemas locais, além de não precisarem passar por processo de outorga junto a ANEEL (Resolução Nº 875, de 10/03/2020), devendo apenas serem comunicados ao poder concedente (ENEBRAS, 2022). Além disso, podem ainda ser construídas para autoconsumo, sem necessidade de serem ligadas a rede.

A tecnologia de estudo e implantação de empreendimentos hidrelétricos, seja ele de pequeno ou grande porte, já é bastante difundida no Brasil, de modo que já existem cerca de 1330 empreendimentos em operação pelo país (ANEEL, 2023). De acordo com a EPE (2023), por meio do Balanço Energético Nacional (BEN), a geração de energia por fonte hidráulica no Brasil, composta por Usinas Hidrelétricas (UHEs), Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) e CGHs, atingiu em 2022 os 64,3 TWh, representando um crescimento de 17,7% em relação ao ano anterior.

Diferentemente das UHEs e PCHs, CGHs não são consideradas obras de interesse público. Em geral, seu foco é de interesse privado, exigindo a posse de propriedade de terras para obter solicitação. No entanto, a energia gerada pode ser comercializada em leilões realizados pela ANEEL (ENEBRAS, 2022), por ser uma estrutura de menor porte e com menor impacto ambiental, além de complexidade de implantação reduzida, resultando em um custo de investimento menor.

Apesar de não necessitar de concessões e autorizações, as CGHs necessitam passar pelos mesmos processos de estudos preliminares, tendo que levar em consideração as questões ambientais, sociais e econômicas. Para se obter a potência hídrica de um local, são necessárias várias etapas de estudo, desde levantamento e tratamento de dados topográficos e hídricos, até a estimativa de um arranjo construtivo envolvendo aspectos de construção e equipamentos eletromecânicos (DAHMER, 2019).

Sob essa perspectiva, o estado de Santa Catarina possui um grande potencial de aproveitamento hidrelétrico, devido aos inúmeros cursos de água que cortam o seu território e ao regime de chuvas abundante, especialmente através de PCHs e CGHs (ANEEL, 2023). A Bacia Hidrográfica do Rio Tubarão (BHRT), por exemplo, já possui alguns empreendimentos de geração por CGHs, no entanto, diversos rios da bacia ainda não foram estudados. Assim, o enfoque desse trabalho foi analisar os rios que ainda não apresentam aproveitamentos hidrelétricos na Bacia Hidrográfica do Rio Tubarão, a fim de estimar o potencial para CGHs de micro e minigeração.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Geral

Avaliar as características hidrológicas da Bacia Hidrográfica do Rio Tubarão para estimativa do potencial hidroelétrico para micro e minigeração.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

- a) Verificar a ordem dos rios e se já possuem ou não algum aproveitamento hídrico;
- b) Avaliar a queda bruta e líquida;
- c) Avaliar a disponibilidade hídrica Q50%, Q95% e Q98%;
- d) Determinar a classificação de geração;
- e) Estimar o potencial hidroelétrico.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

Embora a energia hidrelétrica continue sendo a maior tecnologia de eletricidade renovável por capacidade e geração, as tendências atuais de crescimento da capacidade não são suficientes para colocá-la na trajetória do cenário emissões líquidas zero, onde atingir cerca de 5.700 TWh de geração anual de eletricidade até 2030 exigirá um crescimento médio anual de geração de aproximadamente 3% entre 2021 e 2030, o que pode ser um desafio adicional, levando em consideração os distúrbios acelerados na disponibilidade de água causados pelas mudanças climáticas e uma frota de usinas hidrelétricas envelhecidas. No que tange à capacidade, uma média de 50 GW de novas usinas hidrelétricas precisam ser conectadas à rede anualmente até 2030, o que é mais que o dobro da média dos últimos cinco anos. Assim, verifica-se que um esforço muito maior globalmente, será necessário para atingir esse ritmo de crescimento, especialmente nos mercados em desenvolvimento e emergentes (IEA, 2022).

### 2.1 POTENCIAL HIDRELÉTRICO BRASILEIRO E SUL CATARINENSE

Segundo o relatório da Agência Internacional de Energia (IEA, 2022), a geração de energia hidrelétrica sofreu uma queda de 0,4% em 2021, em decorrência dos eventos de seca em diversas regiões do mundo onde a energia hidrelétrica é consolidada, mesmo com aumento na capacidade de geração de 50% acima da média dos cinco anos anteriores. O relatório ainda estima que a persistência das secas em 2022 pode continuar resultando na baixa geração hidrelétrica.

A energia hidráulica representa hoje a maior parte da matriz energética brasileira, assumindo 61,9% da energia ofertada no país, representando um aumento de 14,0% em relação ao ano anterior, que devido à escassez de chuvas no ano de 2021, provocou uma baixa nos reservatórios das principais hidrelétricas e resultou em uma menor capacidade de geração de energia (EPE, 2022; EPE 2023). Esse aumento na geração é resultado da operação de 215 UHEs, 427 PCHs e 688 CGHs, com capacidade total instalada de 109,8 gigawatts (ANEEL, 2023).

Com uma potência total outorgada de 7.222.043,22 kW, as PCHs, incluindo as já em operação, aquelas em construção e as que ainda não tiveram sua construção iniciada, representam uma porcentagem de apenas 1,94% na geração de energia

elétrica (ANEEL, 2023). Devido sua capacidade de geração sem a necessidade de grandes reservatórios de água ou grandes empreendimentos, as PCHs causam um menor impacto ambiental e são uma melhor alternativa a geração de energia, podendo serem implementadas num menor tempo do que as usinas hidrelétricas de maior potência (SOUZA, 2019).

Na região Sul e Sudeste, Facuri (2004) diz restarem apenas as regiões remotas e economicamente menos desenvolvidas para serem exploradas quanto ao potencial hidráulico, como as bacias hidrográficas montanhosas do Sul do país, que são o objeto/área de estudo deste trabalho.

Em Santa Catarina, numa medida de enfrentar a crise diante do ajuste fiscal do governo federal, o governo do estado lançou o programa SC+Energia que incentiva o investimento em energias alternativas, de fonte limpa e renovável, como as PCHs, CGHs, eólica, solar e de biomassa. Entre as ações do programa para as Centrais Hidrelétricas, destacam-se as concessões de benefícios fiscais e o crédito para projetos de eficiência energética e energias renováveis ofertado pelo Banco Regional de Desenvolvimento do Extremo Sul, por meio do BRDE Energia (IMA, 2018).

Localizados apenas na BHRT, os empreendimentos hidrelétricos da região sul de Santa Catarina, do tipo PCH e CGH, apresentam juntas uma potência instalada de 69,51 MW, das quais fazem parte 5 Centrais Hidrelétricas de pequeno porte, com potência total outorgada de 50,01 MW, e 19 empreendimentos do tipo Central Geradora Hidrelétrica, com potência outorgada de 19,43 MW (ANEEL, 2023). Segundo dados da ANEEL (2023), as CGHs instaladas na BHRT, dividem-se em 2 Centrais de Microgeração e 17 centrais de Minigerção, com potências variando entre 100 e 4100 kW.

## 2.2 CENTRAIS HIDRELÉTRICAS DE PEQUENO PORTE

O potencial de geração elétrica é determinado pela vazão hidráulica e concentração de quedas d'água existentes ao longo do curso do rio (BRITO, 2010). A definição básica de uma usina hidrelétrica é um empreendimento que tenha por finalidade transformar uma queda d'água em potencial elétrico, sendo classificada pela ANEEL, de acordo com sua potência instalada, conforme mostra o Quadro 1.

Quadro 1 - Classificação do tipo de empreendimento hidrelétrico pela potência instalada.

<b>Tipo de empreendimento</b>	<b>Potência instalada</b>
Central Geradora Hidrelétrica – CGH	Até 5,0 MW
Pequena Central Hidrelétrica – PCH	entre 5,0 MW e 30 MW
Usina Hidrelétrica – UHE	Acima de 30MW

Fonte: ANEEL, 2020

Por definição, as CGHs são usinas hidrelétricas com capacidade reduzida, apresentando menor tamanho e menor potência que as PCHs. Assim como, as PCHs são menores em relação as UHEs de grande porte.

O primeiro enquadramento de PCH foi apresentado pela publicação da primeira edição do Manual de Pequenas Centrais Hidrelétricas pela Eletrobrás em 1982 (ELETROBRAS, 2000), onde eram considerados PCH os empreendimentos onde:

- A potência total instalada fosse maior que 1 MW e menor que 10 MW;
- A capacidade do conjunto turbina-gerador estivesse entre 1,0 MW e 5,0 MW;
- Não fossem necessárias obras em túneis, tais como, conduto forçado, conduto adutor, desvio de rio, entre outros;
- A altura máxima das estruturas de barramento do rio, não ultrapassasse 10 m;
- A vazão de dimensionamento de tomada de água não ultrapassasse 20 m<sup>3</sup>/s.

Porém, devido as mudanças institucionais e da legislação vigente no país, e também em virtude da experiência acumulada nos últimos anos, foram necessárias adequações a esse enquadramento. Segundo então, a Resolução da ANEEL 875 de 10/03/2020, passaram a ser consideradas CGH os aproveitamentos cuja potência não ultrapasse os 5.000 kW. E PCH, aqueles com potência instalada superior a 5.000 kW e igual ou inferior a 30.000 kW, e que possuam área de reservatório de até 13 km<sup>2</sup>, com exceção daquelas com regularização, no mínimo, semanal ou que originalmente tenham sido dimensionadas para outros fins que não a geração de energia elétrica.

Ambas podem ser geridas por produtor independente, pessoa jurídica que recebe concessão para produzir e comercializar energia elétrica por conta própria, ou autoprodutor, podendo ser tanto pessoa física quanto jurídica que recebe concessão

para produção de energia elétrica para seu consumo exclusivo, podendo comercializar o excedente com autorização especial da ANEEL (DAHMER, 2019).

Além da potência, outra característica importante que diferenciam as CGHs das PCHs são os processos de licenciamento e os prazos totais de implantação (ABRAPCH, 2023). Enquanto as PCHs necessitam da realização de um Estudo de Inventário Hidrelétrico para obtenção de outorga de autorização a exploração, as CGHs estão dispensadas de concessão, permissão ou autorização, necessitando apenas de serem comunicados ao poder concedente – ANEEL, conforme o Art. 8º da Lei nº 9.074, de 7 de julho de 1995 (retificada pela Lei nº 13.360, de 17/11/2016) e a Resolução Normativa Nº 875, de 10/03/2020. No entanto, as CGHs ainda estão sujeitas a obtenção das Licenças Ambientais, mas com impactos ambientais menores.

A distinção entre elas também é evidente no prazo total de implantação. Enquanto as PCHs podem ser concluídas em aproximadamente 5 anos em média, as CGHs têm um tempo de implementação significativamente menor, demandando apenas 2 anos e meio. (ABRAPCH, 2023).

O funcionamento de uma Central Hidrelétrica de pequeno porte engloba os mesmos princípios de uma grande usina hidrelétrica (ALBARELLO, 2014). Instaladas em rios de pequeno e médio porte, essas estruturas são compostas pela barragem, sistema de adução, tomada d'água, vertedouro, casa de força e subestação. Sua finalidade é gerar energia elétrica através da conversão do potencial hidráulico contido no desnível de uma queda de água.

A água do rio, quando necessário, é represada por uma barragem que interrompe o fluxo natural do rio, formando uma espécie de lago artificial chamado reservatório, de onde a água é canalizada por um sistema adutor, até a casa de força, onde a água passa por uma turbina hidráulica e é restituída para o leito do rio, através do canal de fuga. A passagem da água pela turbina faz com que suas pás rotacionem devido a força e velocidade da água, transformando a potência hidráulica em potência mecânica, acionando um gerador acoplado, que transforma essa potência em energia elétrica. Essa energia gerada é então levada através de cabos ou barras condutoras dos terminais do gerador até o transformador elevador, onde a tensão é elevada a níveis adequados a condução, por meio de linhas de transmissão, até os centros de consumo. Por meio de transformadores abaixadores, a energia é transformada a níveis de tensão adequados para uso pelos consumidores (ALBARELLO, 2014; BRITO, 2010).



As atividades de funcionamento de uma PCH devem ser homologadas e autorizadas pela ANEEL, mediante Inventário Hidrelétrico. Já as CGHs, necessitam apenas de levantamento de impactos ambientais e de serem comunicadas junto a Aneel, conforme Resolução Normativa Nº 875, de 10 de março de 2020.

## 2.3 COMPONENTES BÁSICOS DE UMA CENTRAL HIDRELÉTRICA

As CGHs de Micro e Minigeração, possuem arranjos construtivos semelhantes aos das PCHs e UHEs, porém, em tamanho reduzido. Os elementos de uma CH, são os responsáveis pelo funcionamento do sistema e a transformação de energia, por isso, a necessidade desse arranjo ser bem estruturado. Dessa forma, uma CGH deve incluir infraestruturas que facilitem a captação da água e sua condução ao longo do declive do terreno até chegar à casa das máquinas (MOTA, 2018). A seguir estão delineados os elementos construtivos fundamentais de uma CH.

➤ Barragem: a barragem desempenha o papel de reter a água, com o objetivo de elevar o nível do rio e permitir a captação de água pela tomada d'água. Em áreas de baixa elevação, a barragem também é responsável por gerar a queda necessária para a geração da energia desejada. Podem ser construídas de terra, concreto convencional ou compactado, ou ainda de enrocamento (ELETROBRÁS, 2000). Conforme ELETROBRÁS e DNAEE (1985 a; b), a altura das barragens de Micro e Minigeração, são na ordem de 3 e 5 metros, respectivamente. Podendo ainda serem do tipo soleira livre.

➤ Vertedouro: tem a função de permitir o escoamento do excedente de água do reservatório, impedindo que o nível da água atinja a crista do barramento, mantendo a integridade da barragem e do rio. Pode ser do tipo canal lateral; barragem vertedora, onde um trecho da barragem é rebaixado para permitir a descarga da água; ou uma junção dos dois métodos (ELETROBRÁS, 2000).

➤ Tomada d'água: a função da tomada d'água é a captação e condução da água do reservatório pelo canal de adução. Ela controla a entrada de água e sedimentos do canal de adução para o conduto forçado, a fim de evitar que sedimentos ingressem no duto de alimentação das turbinas (ELETROBRÁS, 2000).

➤ Canal de adução: tem por finalidade transportar a água da tomada d'água para o conduto forçado, por meio de um canal de superfície livre ou tubulação

de baixa pressão, com desnível suficiente apenas para o deslocamento da água. A escolha da melhor estrutura para o canal dependerá das características topográficas e geológico-geotécnicas específicas de cada local onde o canal será construído. Pode-se optar por canais trapezoidais em áreas de solo, ou retangulares em regiões rochosas, com ou sem revestimento (ELETROBRÁS, 2000).

➤ Câmara de carga: é uma estrutura localizada entre o canal de adução e a tomada d'água, que possui a função de facilitar a transição do fluxo de superfície livre no canal de adução para o fluxo pressurizado no conduto forçado; mitigar o golpe de aríete que ocorre no conduto forçado durante o fechamento abrupto do dispositivo de controle de vazão para as turbinas; e fornecer água ao conduto forçado quando ocorre uma abertura súbita desse mesmo dispositivo, garantindo o estabelecimento do fluxo permanente no canal de adução (ELETROBRÁS, 2000).

➤ Chaminé de equilíbrio: é um reservatório de formato vertical, geralmente colocado no final da coluna de baixa pressão e acima do conduto forçado. Possui a função de atenuar as flutuações de pressão, propagadas pelo conduto forçado, especialmente o golpe de aríete resultante do fechamento rápido da turbina e armazenar água para fornecer o fluxo inicial gerado pela reabertura da turbina, até que o fluxo contínuo seja atingido. Em caso de necessidade de adoção, a chaminé deve ser posicionada o mais próximo possível da casa de força, reduzindo o comprimento do conduto forçado e minimizando os efeitos do golpe de aríete (ELETROBRÁS, 2000).

➤ Conduto forçado: possui a função de direcionar a água sob pressão até a entrada da turbina, sendo necessário dimensioná-lo para suportar a velocidade e a pressão interna da água. Variações bruscas de velocidade e pressão ocorrem em decorrência de fechamento ou abertura rápida, parcial ou total, do dispositivo que controla o fluxo para a turbina (GOMES, 2019).

➤ Casa de força: é considerada o elemento mais importante de um empreendimento hidrelétrico, pois é onde estão instalados os elementos responsáveis pela geração de energia. É o local que abriga as turbinas, geradores, sistemas de proteção e controle e demais elementos de uma CH. O arranjo da casa de força é condicionado pelo tipo de turbinas e geradores empregados. Além disso, para micro, mini e pequenas centrais, a casa de força deve sempre ser do tipo exterior e abrigada, diferentemente das grandes usinas que podem apresentar casa de força subterrânea (ELETROBRÁS, 2000).

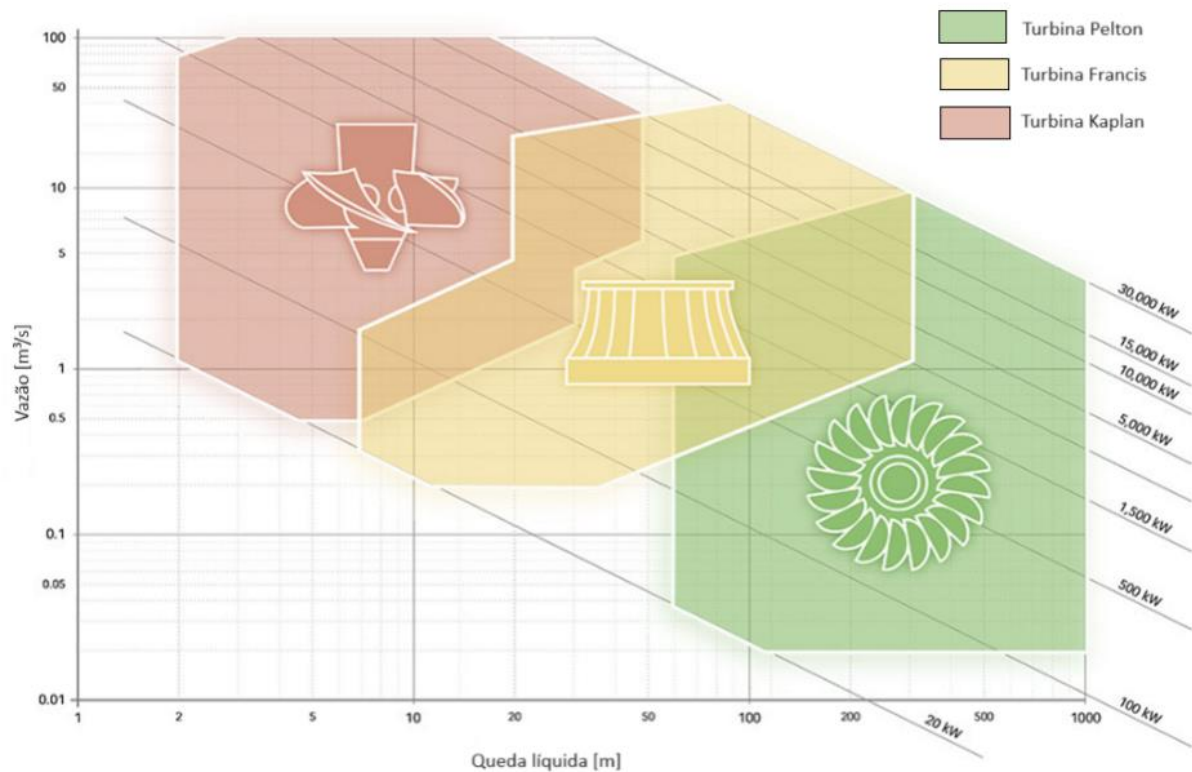
➤ Canal de fuga: localizado a jusante do tubo de sucção e entre a casa de força e o rio, o canal de fuga é o responsável por devolver a vazão turbinada ao rio. O design de sua geometria está sempre sujeito às características da casa de força, incluindo seu tipo e dimensões, assim como a distância entre a casa de força e o rio (ELETROBRÁS, 2000).

➤ Turbina hidráulica: são componentes conectados ao eixo dos geradores e que possuem a habilidade de converter a energia hidráulica em energia mecânica. A direção do fluxo de água é feita de acordo com a configuração da turbina (SOUZA, 2019).

As turbinas podem ser do tipo ação ou reação, sendo as turbinas de ação aquelas onde a passagem da água pelo rotor não causa variação de pressão, diferentemente das turbinas de reação, em que o escoamento da água ocorre através de perda de pressão (SOUZA, 2019). As principais turbinas empregadas nas CH de Micro e Minigeração são do tipo Pelton, Francis e Kaplan.

Os critérios iniciais para a seleção do tipo de turbina baseiam-se nos parâmetros da queda líquida (m) e da vazão de projeto por turbina ( $m^3/s$ ), conforme ilustrado nos gráficos da Figura 1. A estimativa de potência na saída (kW) pode ser derivada diretamente da mesma figura, sendo necessário apenas realizar interpolação nos valores das linhas diagonais.

Figura 1 - Tipo de turbina por faixa de operação.



Fonte: HIDROENERGIA, 2018.

A potência representada no gráfico da Figura 1 reflete a saída do gerador e presume uma eficiência constante de 85% para a combinação turbina-gerador, no cálculo da energia firme (ELETROBRÁS, 2000).

➤ Gerador: desempenha o papel de conversor de energia mecânica proveniente da turbina em energia elétrica. Os geradores podem ser classificados como síncronos ou assíncronos, sendo que a potência elétrica ativa é influenciada tanto pela potência mecânica quanto pela eficiência do gerador (MOTA, 2018).

Cada projeto hidrelétrico possui características únicas, onde a disposição das estruturas é determinada principalmente pelos aspectos topográficos, geológicos e geotécnicos do local. Além desses fatores, ressalta-se a importância das características socioambientais na definição do arranjo global do empreendimento (ELETROBRÁS, 2000). Com base nesses fatores, as Diretrizes para estudos e Projetos para PCHs, classifica os arranjos em dois tipos:

- a) Locais com Queda Natural Localizada: o arranjo geralmente incorpora um barramento a montante da queda, incluindo vertedouro e tomada d'água. Uma casa de força é frequentemente situada a certa distância do barramento. O circuito hidráulico de adução, em uma das margens, é composto por dois segmentos: um de baixa pressão e outro de alta pressão. Entre esses dois segmentos, considerando o desnível, o tipo e o comprimento da adução, está prevista a presença de uma câmara de carga e/ou chaminé de equilíbrio. A jusante do(s) conduto(s) convocado(s), encontra-se a casa de força e o canal de fuga.
- b) Locais sem Queda Natural Localizada: o desnível é criado pela própria barragem, geralmente, observa-se um arranjo compacto com estruturas alinhadas, e a casa de força é posicionada na base da barragem. A condução da água é realizada por meio de uma estrutura convencional de tomada d'água, integrada ao barramento e à casa de força.

A Eletrobrás (2000), destaca ainda que é necessário realizar uma avaliação cuidadosa dos impactos na fauna e flora, tanto a nível local quanto regional. Além disso, deve-se realizar uma avaliação minuciosa sobre a vazão residual mínima a ser mantida a jusante para manter o rio, levando em consideração tanto a legislação quanto às características específicas de cada empreendimento. Essa consideração torna-se importante em aproveitamentos de derivação, nos quais os arranjos incluem uma casa de força posicionada a jusante do barramento.

## 2.4 CLASSIFICAÇÃO DAS CENTRAIS HIDRELÉTRICAS

A classificação apresentada pelas Diretrizes para estudos e projetos de PCH, elaborada pela Eletrobrás no ano de 2000, mostra que as CH são classificadas de acordo com a capacidade de regularização do reservatório, quanto ao sistema de adução adotado e quanto a potência instalada e a queda de projeto. Suas características físicas dependem do local de instalação e do arranjo empregado.

### **2.4.1 Classificação quanto a capacidade de regularização**

As CH são classificadas conforme a capacidade de regularização do reservatório, em a) fio d'água; b) de acumulação, com regularização diária do reservatório e; c) de acumulação, com regularização mensal do reservatório.

Uma CH a fio d'água é empregada quando as vazões de estiagem do rio são iguais ou maiores que a descarga necessária à potência a ser instalada para atender à demanda máxima prevista (ELETROBRÁS, 2000). O sistema de adução deve ser projetado para fornecer a descarga necessária para gerar a potência que atenda a demanda máxima.

Nesses empreendimentos, o vertedouro funciona quase que o tempo todo, escoando o excesso de água, com isso o volume do reservatório é desprezado e as barragens são, normalmente, baixas, já que sua finalidade é apenas desviar a água para o circuito de adução. Devido a isso, a área inundada será pequena e por consequência, os valores despendidos com indenizações serão reduzidos (ELETROBRÁS, 2000; ALBARELLO, 2014; BATISTA FILHO, 2017; BRITO, 2010; CORRÊA, 2008; DAHMER, 2019; FERREIRA, 2014; SOUZA, 2019; WISSMANN, 2022).

Esse tipo de empreendimento, quando comparada as demais, apresenta três simplificações: dispensa estudos de regularização de vazões; dispensa estudos de sazonalidade da carga elétrica do consumidor; e facilita os estudos e a concepção da tomada d'água.

As características da CH a fio d'água a tornam um projeto mais sustentável, com menores custos financeiros e causam menores impactos sociais. No entanto, podem apresentar uma menor segurança energética, uma vez que eventos de seca prolongada pode restringir a produção de energia, devido aos reservatórios reduzidos que não possuem capacidade de funcionamento por longos períodos (BATISTA FILHO, 2017). São o principal modelo de construção utilizado pelos empreendimentos de CGHs.

As CHs de acumulação em geral, são aquelas onde a vazão de estiagem do rio não é suficiente para manter a potência necessária para suprir a demanda máxima do mercado consumidor e ocorrem com risco acima do previsto no projeto (acumulação com regularização diária do reservatório). Nesta situação, o reservatório

fornecerá o aditivo de geração da vazão regularizada. No caso das PCHs de acumulação com regulação diária, as vazões não supridas são as vazões diárias.

Esse tipo de projeto possui maior custo financeiro, social e ambiental, devido a dimensão da barragem e da área de inundação decorrente de seu porte (BATISTA FILHO, 2017). Quando o projeto de uma CH leva em conta as vazões médias mensais para o dimensionamento energético, analisando as vazões de estiagem médias mensais, sendo estes os valores de vazão a serem supridos, são chamadas então de centrais hidrelétricas de acumulação com regularização mensal do reservatório.

#### **2.4.2 Classificação quanto ao sistema de adução**

Outra maneira de se classificar as CH é quanto ao seu sistema de adução, podendo ser de dois tipos: a) adução em baixa pressão com escoamento livre em canal/alta pressão em conduto forçado; e b) adução em baixa pressão por meio de tubulação/alta pressão em conduto forçado.

Os critérios de escolha do tipo a ser utilizado dependerá das condições geológicas e topográficas apresentadas pelo local do aproveitamento, assim como de estudo econômico comparativo. Um sistema de adução longo, ou seja, quando a inclinação da encosta e as condições das funções forem favoráveis a construção de um canal, tende a ser a alternativa mais recomendada, visto que seria também a mais econômica. O sistema de adução curto, quando é composto por tubulação única é indicado para os trechos de baixa e alta pressão, deve ser considerado (ELETROBRÁS, 2000).

#### **2.4.3 Classificação quanto a potência instalada e a queda de projeto**

Atualmente os empreendimentos com até 5000 kW são considerados minigeração, sendo enquadrados como Centrais Geradoras Hidrelétricas, conforme a Resolução nº 875, de 10 de março de 2020. Outra atualização a ser feita trata da divisão entre micro e minicentrais hidrelétricas, onde as centrais de até 75 kW são considerados microgeração e acima de 75 kW até 5000 kW são então classificadas como minigeração (Quadro 2).

Quadro 2 - Classificação das Centrais Hidrelétricas quanto a potência segundo a Resolução Vigente

CLASSIFICAÇÃO DAS CENTRAIS HIDRELÉTRICAS	POTÊNCIA – P (kW)
MICRO	$P < 75$
MINI	$75 < P < 5.000$
PEQUENAS	$5.000 < P < 30.000$

Fonte: ANEEL, 2020.

Para centrais com alta e média queda, onde existe uma queda natural elevada, a casa de força deve, normalmente, ficar afastada do pé da barragem. Conseqüentemente, existe a necessidade de utilização de canal ou conduto de baixa pressão de grande extensão. Para aquelas centrais de baixa queda, a casa de força pode ser incorporada junto ao pé da barragem, não necessitando de canal, sendo a adução feita a partir de uma tomada d'água incorporada ao barramento (ELETROBRÁS, 2000).

A escolha do arranjo adequado deve levar em consideração, ainda, topografia, geologia e a disponibilidade hídrica do local, bem como a capacidade financeira do investidor e dos impactos ambientais posteriormente causados pela implantação (BATISTA FILHO, 2017).

## 2.5 CONTEXTO REGULATÓRIO

Os projetos de instalação de empreendimentos de geração de energia devem obrigatoriamente, passar pelo processo de licenciamento ambiental durante todas as fases do projeto, desde o planejamento até a fase de início das operações de geração (SOUZA, 2019). Esse processo é regulado pela ANEEL, além dos demais órgãos competentes.

O processo de licenciamento começa com a solicitação da outorga da água, instrumento, pelo qual o Poder Público, autoriza a utilização dos recursos do corpo hídrico por um período de tempo determinado. A Lei Estadual 9.748, de 30 de novembro de 1994 (amparada pela Política Nacional de Recursos Hídricos através da Lei Nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997), em seu artigo 29, explica que a necessidade de outorga de uso da água se dá a todo e qualquer empreendimento ou atividade que altere as condições quantitativas e/ou qualitativas das águas, superficiais ou



subterrâneas, observando o Plano Estadual de Recursos Hídricos e os Planos de Bacia Hidrográfica (SIRHESC, 2023).

A Resolução Normativa N° 875, de 10 de março de 2020, estabelece os requisitos e procedimentos necessários para aprovação dos Estudos de Inventário Hidrelétrico de Bacias Hidrográficas, assim como os requisitos necessários para obtenção de outorga de autorização para exploração de aproveitamentos hidrelétricos com características de PCHs.

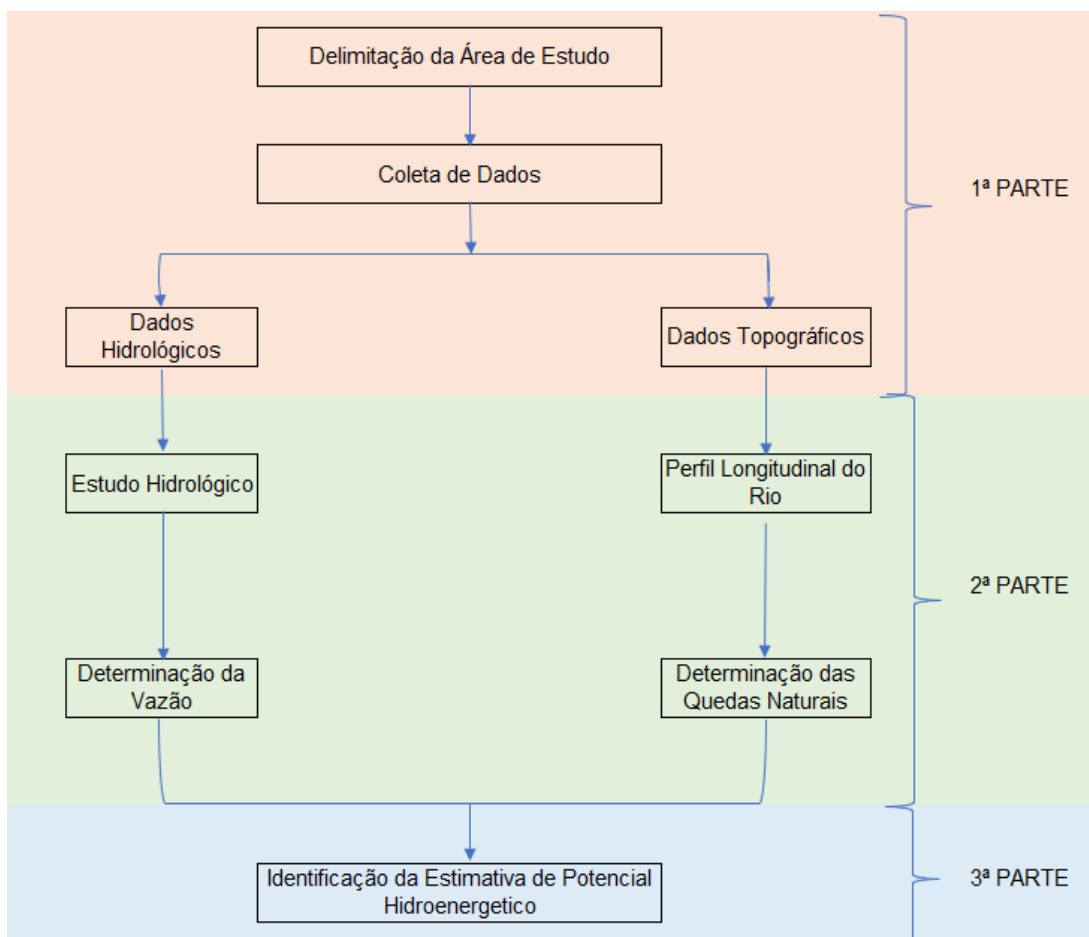
No âmbito estadual, tudo que diz respeito a política de utilização dos recursos hídricos de Santa Catarina é gerido e executado pela Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável (SDS). A qual determina através da Portaria nº 36, de 29 de julho de 2008, a adoção da Q98 (vazão de permanência por 98% do tempo) como a vazão de referência para análise de disponibilidade hídrica para captações da derivação de cursos d'água do domínio do estado, e da Portaria nº 51, de 02 de outubro de 2008, que a vazão sanitária ou vazão outorgável seja equivalente a 50% da vazão de referência, Q98%.

### 3. METODOLOGIA PARA ESTIMATIVA DO POTENCIAL HIDRELÉTRICO

A metodologia utilizada para esse trabalho, consistiu em uma avaliação preliminar dos rios com potencial hídrico na bacia do rio Tubarão, fundamentada na utilização de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) para avaliação de locais favoráveis ao aproveitamento hidrelétrico por sistemas de pequena geração.

A metodologia adotada segue um roteiro dividido em três partes, mostrado na Figura 2. O primeiro passo consistiu na delimitação da área de estudo e coleta dos dados. O segundo, da integração dos dados e determinação dos parâmetros para o cálculo da energia. Por fim, realizou-se a determinação da estimativa do potencial hidro energético conforme melhor forma de aproveitamento.

Figura 2 - Esquema da metodologia empregada.

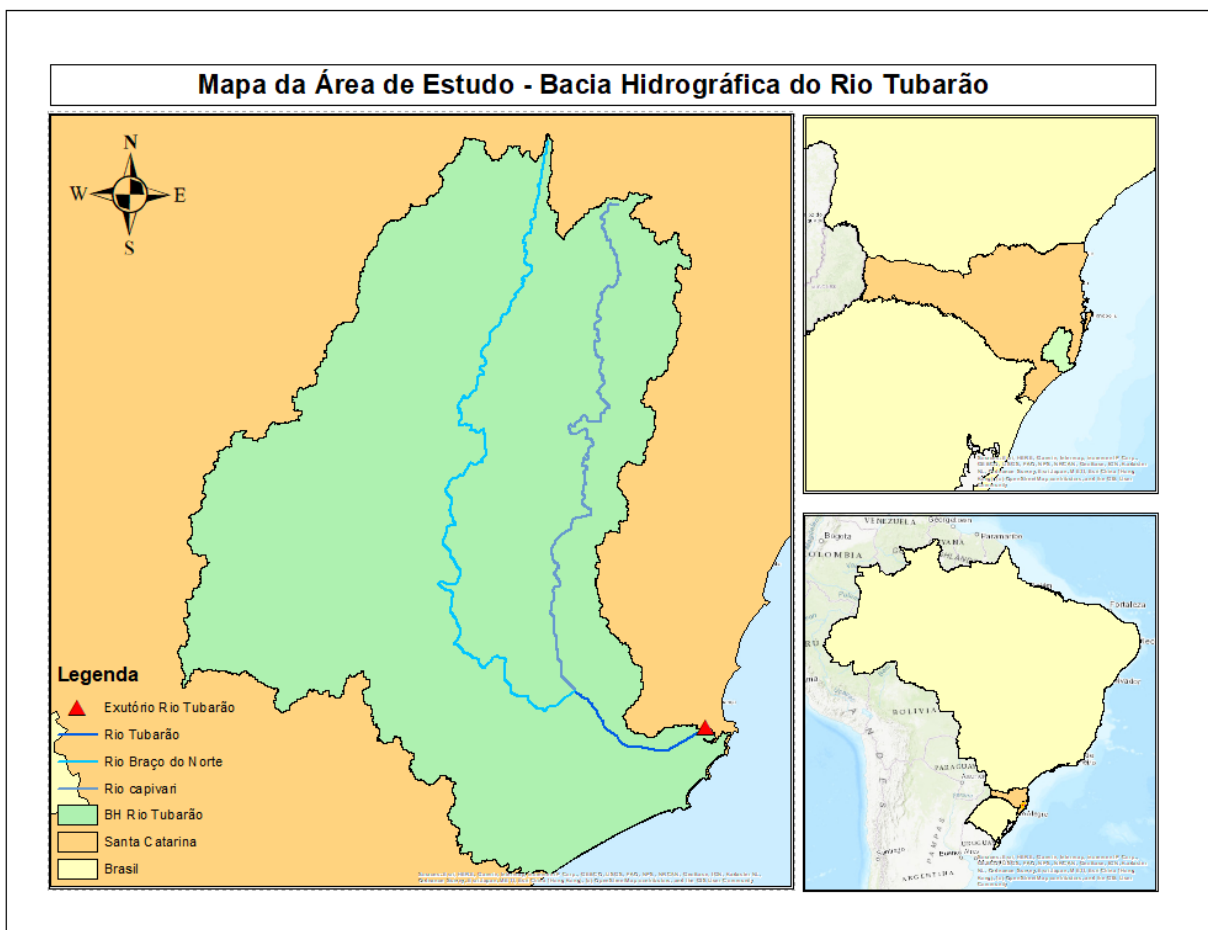


Fonte: Elaborado pela autora.

### 3.1 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo compreende a Bacia Hidrográfica do Rio Tubarão, com uma área de 4.735 km<sup>2</sup>, localizada no sul de Santa Catarina (27,7°- 28,7°S, 48,6°- 49,5°W) (SDS, 2017). Com uma extensão de 120 km, o Rio Tubarão nasce na Serra Geral, no município de Lauro Müller, e tem como principais formadores os rios Rocinha e Bonito, além destes, tem como contribuintes pela margem esquerda os rios: Capivari, Braço do Norte, Laranjeiras, e pela margem direita os rios: Palmeiras e Pedras Grandes/Azambuja, e sua foz está localizada no município de Laguna, onde suas águas são drenadas para a Lagoa de Santo Antônio dos Anjos, no Complexo Lagunar, conforme Figura 3 (SDS, 2018).

Figura 3 - Mapa da Bacia Hidrográfica do Rio Tubarão.



Fonte: Elaborado pela autora.

De acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger, a área de estudo apresenta dois tipos de clima: o clima do tipo temperado úmido com verões quentes

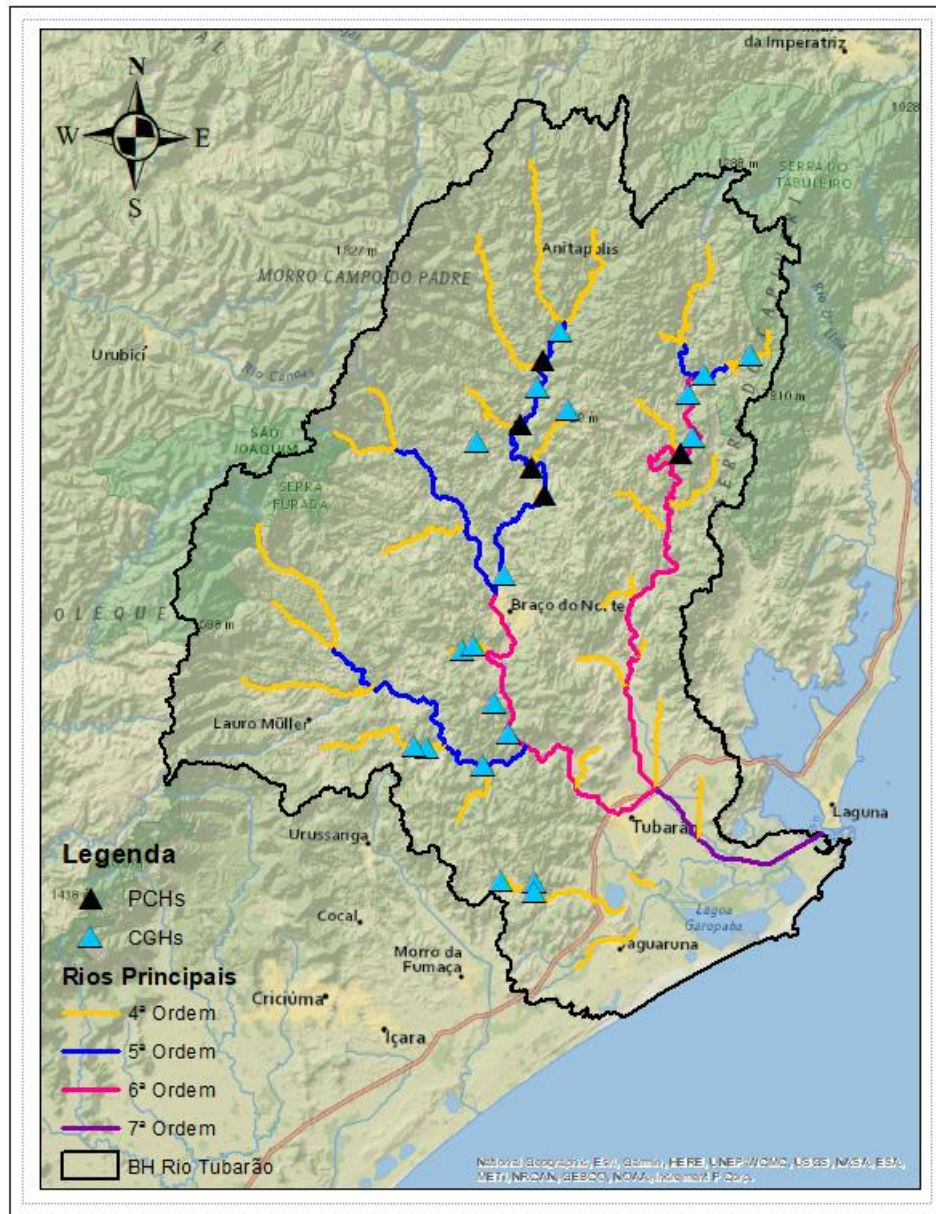
e sem estação seca definida, classificado como Cfa. Esse clima é caracterizado por temperaturas médias entre  $-3^{\circ}\text{C}$  e  $18^{\circ}\text{C}$  nos meses mais frios e temperaturas acima de  $22^{\circ}\text{C}$  nos meses mais quentes, que abrange cerca de 60% da área da BHRT. O clima temperado úmido com verões temperados sem estação seca definida, classificado como Cfb, é caracterizado por temperaturas abaixo de  $22^{\circ}\text{C}$  no mês mais quentes e acima de  $10^{\circ}\text{C}$  nos quatro meses mais quentes, predominante em 40% da área da bacia (SDS, 2017). A região de BHRT registra precipitações médias anuais de 1.300 a 1.600 mm, distribuídas de forma irregular em toda a região (ALVARES et al., 2013).

A BHRT apresenta um relevo ondulado (33,70%), fortemente ondulado (33,30%), plano (13,60%), suavemente ondulado (12,80%), montanhoso (4,90%) e fortemente montanhoso (1,70%) (SDS, 2017). A BHRT pertence a Zona Agroecológica 2B nomeada como Zona Agroecológica Carbonífera, Extremo Sul e Colonial Serrana (8.946,2 km<sup>2</sup>) (THOMÉ, 1999).

A Zona Agroecológica a que pertence a BHRT, apresenta uma vegetação atual do tipo Floresta Ombrófila Densa caracterizada pelo alto índice de umidade e baixa amplitude térmica causada pela influência do oceano sobre essas áreas. Atualmente, com exceção das áreas montanhosas da Serra do Mar, todas as demais áreas desta região estão ocupadas pela agricultura de culturas cíclicas (THOMÉ, 1999).

Dentro da BHRT, estão o rio Braço do Norte e o rio Capivari, dois rios de ordem 6, conforme classificação de Strahler, sendo os dois maiores formadores do Rio Tubarão. São também os rios de maior potencial hidroenergético, abrigando 5 empreendimentos do tipo PCH, sendo 4 deles no rio Braço do Norte e um no rio Capivari (Figura 4). A BH do Rio Tubarão abriga ainda 19 empreendimentos do tipo CGH, dispostas nos rios de 4<sup>a</sup>, 5<sup>a</sup> e 6<sup>a</sup> ordem segundo a classificação de Strahler, que juntos contabilizam 31 cursos de rio.

Figura 4 - Mapa das PCHs e CGHs instaladas na Bacia Hidrográfica do Rio Tubarão.



Fonte: Elaborado pela autora.

A escolha da Bacia Hidrográfica do Rio Tubarão se deu devido esta região apresentar grande potencial de desenvolvimento econômico e social, além do potencial hídrico para geração, visto nas já existentes obras de geração de energia hídrica instaladas nesta bacia. Outro fator importante na escolha deste estudo foi a disponibilidade de dados consistentes de vazão e precipitação para a bacia do rio Tubarão.

## 3.2 COLETA DE DADOS

Os dados utilizados neste trabalho foram coletados de fontes secundárias, pois como é um trabalho de conclusão de curso com curto prazo para execução, não foram feitos levantamentos de campo próprio dos dados utilizados. Os dados foram obtidos de fontes oficiais como ANA, IBGE, Epagri, Eletrobras, Aneel e SIGSC.

### 3.2.1 Dados Hidrológicos

No desenvolvimento deste estudo que visa avaliar a potencialidade hídrica da BHRT com base em uma série de vazões, foram utilizados dados de vazão diária e mensal, coletados pelas estações fluviométricas instaladas na bacia do Rio Tubarão, e disponibilizados no Sistema de Informações Hidrológicas (Snirh - HIDROWEB) da Agência Nacional das Águas (ANA).

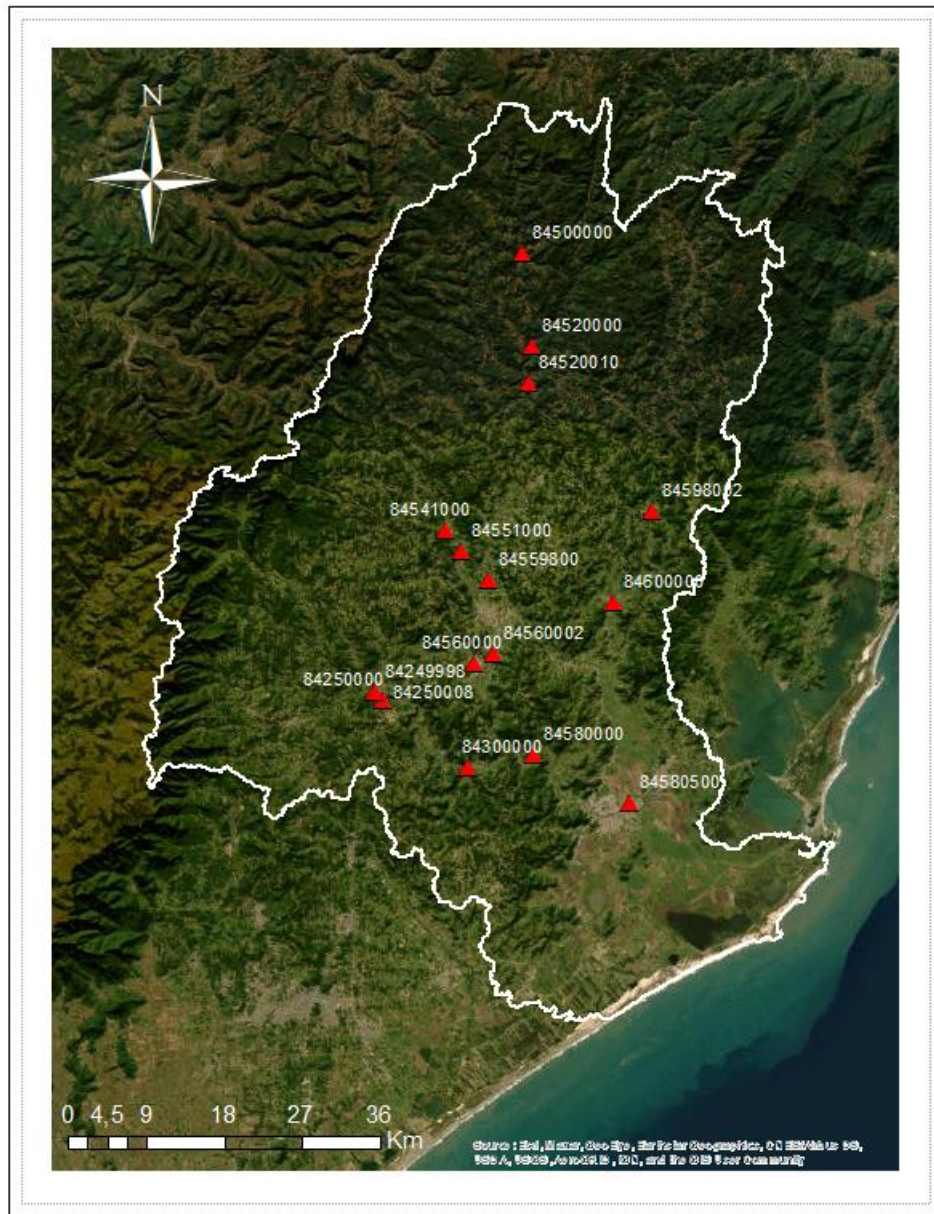
Conforme levantamento feito por Aguiar (2020), estão inseridas na área de estudo 18 estações fluviométricas, das quais, foram utilizadas apenas as estações que possuem mais de 10 anos de dados medidos e que tivessem ainda uma série de dados homogêneos. Com isso, foram selecionadas para análise apenas 15 estações, conforme listadas na Tabela 1 e mostrados na Figura 5.

Tabela 1 - Estações Fluviométricas da Bacia Hidrográfica do Rio Tubarão.

<b>Código</b>	<b>Estação</b>	<b>Altitude (m)</b>	<b>Área (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Latitude (S)</b>	<b>Longitude (W)</b>	<b>Período (Anos)</b>
84520000	Anitápolis	300	380	28,00°	49,12°	1944 – 2014
84600000	Armazém	28	770	28,26°	49,01°	1942 – 2014
84559800	Braço do Norte - montante	68	1515	28,24°	49,16°	1986 – 2014
84541000	Grão Pará	90	158	28,19°	49,21°	1945 – 1967
84250008	Orleans I	90	606	28,36	49,28	1939 – 1954
84250000	Orleans II	90	606	28,36	49,28	1950 – 1980
84249998	Orleans Montante	100	599	28,36°	49,29°	1983 – 2014
84300000	Pedras Grandes	40	822	28,43°	49,18°	1985 – 2014
84500000	Povoamento	400	139	27,90°	49,13°	1942 – 1967
84580000	Rio do Pouso	23	2740	28,42°	49,11°	1939 – 2014
84551000	Rio Pequeno	85	379	28,21°	49,20°	1942 – 2014
84520010	Santa Rosa de Lima	234	676	28,03°	49,12°	1986 – 2014
84560000	São Ludgero I	40	1690	28,33°	49,18°	1939 – 2014
84560002	São Ludgero II	40	1560	28,32°	49,16°	1946 – 1988
84598002	São Martinho - Jusante	31	620	28,17°	48,97°	1981 – 2014

Fonte: ANA, 2022.

Figura 5 - Mapa das Estações Fluviométricas na Bacia Hidrográfica do Rio Tubarão-SC.



Fonte: Elaborado pela autora.

Dados da hidrografia da área de estudo foram obtidas pelo Sistema de Informações Geográficas de Santa Catarina (SIGSC), produzido pela Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável (SDE), através da rede hidrográfica da ANA, a fim de cruzar informações dos cursos d'água, nascentes, trechos de drenagem, massas d'água e confluências com as informações do MDT.



### 3.2.2 Dados Topográficos

As cartas topográficas que compõem a Bacia do Rio Tubarão, foram obtidas na Mapoteca Topográfica Digital de Santa Catarina, fruto de um convênio de cooperação técnica entre o IBGE e a Epagri e disponibilizadas no site da Epagri/Ciram, digitalizadas no formato Shapefile (SHP), na escala de 1:50.000 com curvas de nível equidistantes de 20 metros. A projeção de coordenadas em UTM e Datum Horizontal Córrego Alegre (CA), com exceção da Carta de Orleans que está com Datum Chuá (CA) (EPAGRI, 2003). As cartas utilizadas estão apresentadas no Quadro 3.

Quadro 3 - Cartas Topográficas constituintes da Bacia Hidrográfica do Rio Tubarão.

CÓDIGO	NOME DAS CARTAS	ÍNDICE
29241	Aiurê	SH-22-XB-I-1
29084	Anitápolis	SG-22-ZD-IV-4
29234	Bom Jardim da Serra	SH-22-X-A-II-4
29083	Bom Retiro	SG-22-ZD-IV-3
29401	Criciúma	SH-22-XB-IV-1
29242	Grão Pará	SH-22-XB-I-2
29402	Jaguaruna	SH-22-XB-IV-2
29411	Lagoa de Garopaba do Sul	SH-22-XB-V-1
29253	Laguna	SH-22-XB-II-3
29243	Orleans	SH-22-X-B-I-3
29082	Rancho Queimado	SG-22-ZD-IV-2
29093	São Bonifácio	SG-22-ZD-V-3
29251	São Martinho	SH-22-XB-II-1
29244	Tubarão	SH-22-XB-I-4
29244	Urubici	SH-22-XA-III-2

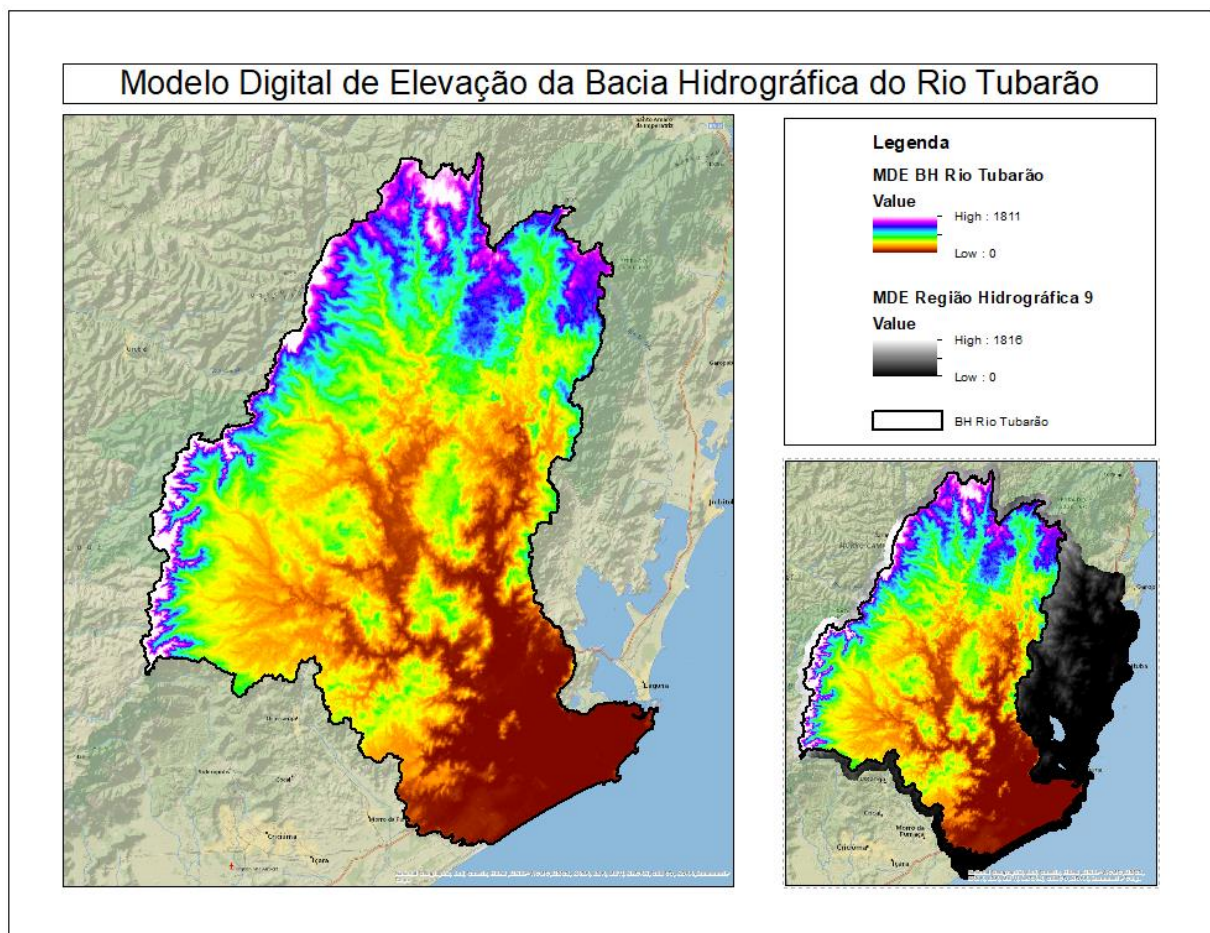
Fonte: EPAGRI, 2003.

A partir dos elementos geográficos de cursos d'água encontrados nas cartas topográficas, foi possível definir os nomes dos cursos de água analisados, bem como o comprimento desses rios. Na etapa de prospecção de locais com potencial para aproveitamento, um dos fatores essenciais foi a determinação dos locais de quedas naturais, que dependem da análise do perfil longitudinal do rio, diretamente ligado ao relevo.

A aplicação do método tradicional da regionalização de vazões que requer dados de características físicas da bacia e sub-bacias, tais como: área de drenagem

(Ad), comprimento do rio principal (L), densidade de drenagem (Dd), declividade média da bacia (SB) e declividade média do rio principal (SR). Essas, foram obtidas através do Modelo Digital de Elevação (MDE) da Região Hidrográfica 9, elaborado a partir de Cartas Topográficas fornecidas pela Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), conforme Figura 6.

Figura 6 - Modelo Digital de Elevação da Bacia Hidrográfica do Rio Tubarão



Fonte: Adaptado de EPAGRI, 2003.

O MDE está ainda diretamente ligado a um dos principais fatores para se determinar a potência de geração hídrica de um local: as quedas d'água, que é a diferença de cota entre pontos do terreno ao longo do rio. O MDE disponibilizado pela Epagri, está dividido segundo as regiões hidrográficas do estado e apresenta uma sobreposição de 2 km entre elas, também apresenta tratamento das imperfeições

(valores espúrios) e está georreferenciado com a mapoteca topográfica digital (EPAGRI, 2003).

O MDE foi então importado para o software ArcGis, onde foi tratado e georreferenciado com o modelo de representação de superfície oficial, o DATUM SIRGAS2000 – Sistema de Referência para as Américas, ano 2000. Após este processo, foram extraídas as informações da área de drenagem e o perfil longitudinal do rio.

### **3.3 AVALIAÇÃO DAS ÁREAS COM POTENCIAL PARA APROVEITAMENTO DE ENERGIA HIDRELÉTRICA**

A fase inicial do processo de implantação de um empreendimento hidrelétrico é chamada de Estimativa do Potencial Hidroelétrico (MME, 2007). Essa etapa, consiste na análise preliminar das características da bacia hidrográfica, considerando os aspectos topográficos, hidrológicos e ambientais, no sentido de verificar sua capacidade para geração de energia elétrica. Essa análise, exclusivamente pautada nos dados disponíveis, é realizada remotamente e permite a primeira avaliação do potencial e estimativa de custo do aproveitamento da bacia hidrográfica e a definição de prioridade para a etapa seguinte.

Para avaliar o potencial para aproveitamento de energia hidrelétrica foram utilizados os dados de vazões diárias e mensais das curvas de permanência de Aguiar (2020), os quais foram calculados a partir dos dados das estações de monitoramento da ANA (Tabela 3).

Os perfis longitudinais dos rios foram extraídos do mapa hipsométrico da bacia, obtido a partir de MDE utilizado. Posteriormente, no próprio perfil hipsométrico foram identificados locais propícios para barramento, conferindo as curvas de nível. Foram considerados para esse estudo, apenas aqueles locais que apresentavam quedas naturais, de modo a se evitar a construção de grandes reservatórios.

Para o cálculo do potencial de geração de energia foram seguidas as etapas: (a) ordem dos rios, (b) determinação dos perfis dos rios principais de cada bacia, (c) determinação dos locais barráveis, (d) das quedas bruta e líquida, (e) definição do arranjo preliminar, (f) áreas de drenagem, (g) comprimento dos rios e, (h) as vazões de referência para Santa Catarina (Portaria SDS nº 36, de 29 de julho de 2008).

#### a) Ordem dos rios

A classificação da ordem dos rios é um sistema que indica o nível de ramificação em uma bacia hidrográfica, bem como a vazão desses rios. Quanto maior a ordem, maior será o número de ramificações, ou seja, maior a densidade de drenagem e maior será a vazão desse curso d'água.

A escolha dos rios para aproveitamento é feita em ordem decrescente, e normalmente abrange rios de até 4ª ordem, para empreendimentos do tipo CGH, levando em consideração, ainda, o tamanho da área de drenagem.

#### b) Perfil longitudinal dos rios

A partir do MDE, foi possível criar o perfil longitudinal dos rios, uma representação gráfica do comportamento topográfico do rio, que nos dá informações importantes sobre o relevo deste curso d'água. Ao longo do perfil longitudinal do rio principal foram determinados trechos, consecutivos, a montante do exultório de cada bacia selecionada. Para isso, determinou-se as declividades presentes em cada trecho e calculou-se as quedas bruta e líquida, visando identificar o aproveitamento natural máximo de cada local.

#### c) Locais barráveis

Os locais barráveis foram determinados a partir da análise visual de pontos no rio onde suas margens sejam estreitas, locais que possam reduzir os custos da construção. Essa análise foi feita utilizando ferramentas do software ArcGis, aplicadas as curvas de nível das cartas topográficas e ao MDT. Na fase de estudo, a determinação desses locais pode ser apenas simbólica, de modo a expressar apenas a atratividade do local.

A determinação do local de barramento, depende ainda da existência ou não de quedas naturais, pois conforme a altura da queda, tal será o arranjo do empreendimento, o que influencia se o barramento deva ser acima ou abaixo da queda analisada (ELETROBRÁS, 2000).

#### d) Quedas bruta e líquida

A queda bruta é determinada partindo da concepção do arranjo para determinado local do rio, analisando no perfil longitudinal do rio o trecho de queda

natural concentrada acima ou abaixo do trecho barrável, aliada à altura do nível de água da barragem que expresse a declividade a ser aproveitada para gerar energia. Deve admitir-se que não haverá regularização de vazões de modo que o nível d'água de montante se manterá fixo, do mesmo modo que não deverá haver flutuações do nível a jusante (FARIA, 2011).

A queda líquida (HL) é a diferença entre a queda bruta (HB) e as perdas de carga pelo sistema de adução. Essas perdas podem acontecer na entrada dos condutos, nas grades de tomada d'água, nos canais, perdas por atrito, em curvas e bifurcações (ELETROBRÁS, 2000). As perdas de carga são estimadas conforme o arranjo escolhido, e como esses são representações esquemáticas nesta fase de prospecção, ou seja, possuem apenas as características básicas, alguns critérios precisam ser adotados, entre eles as perdas de cargas (FARIA, 2011). O manual de Diretrizes para Estudos e Projetos, da Eletrobras (2000), define valores para essas perdas de carga conforme sendo - perda de carga de 3% para arranjos com a casa de força ao pé da barragem e 5% para arranjos com canais/túneis de adução.

#### e) Arranjo preliminar

Determinado o melhor local para barramento, e a queda natural existente, foi escolhido um arranjo construtivo que melhor se adeque ao local, levando em consideração o aproveitamento máximo da queda natural existente.

Como o intuito deste estudo é encontrar potenciais para pequenos empreendimentos, levou-se em consideração então o tamanho da estrutura de barragem a ser construída e da área alagada. Com isso, em locais onde havia mais de uma possibilidade de aproveitamento, foi dada preferência a arranjos que minimizassem a área de inundação, como os arranjos com canal de adução.

#### f) Área de drenagem

Determinados os pontos onde será barrado o rio, calculou-se por meio do MDE, através de ferramentas do Software ArcGis, a área de drenagem daquela sub-bacia formada. A área de drenagem apresenta a área de captação de água que irá gerar a vazão no ponto de estudo, sendo a principal variável na equação de regionalização das vazões, encontrada por Aguiar (2020).

g) Comprimento do rio

Determinados os locais de barramento e as áreas de drenagem, é então definidos os comprimentos dos rios, desde a nascente até o local onde será barrado o rio. O comprimento do rio é necessário para se obter a declividade do mesmo. No entanto, neste trabalho não se fez necessária a utilização do comprimento dos rios, pois as declividades não foram calculadas. O comprimento dos rios apresentados é apenas para melhor compreensão dos resultados.

h) Vazão de referência e vazão outorgável para aproveitamento hidrelétrico

Como este estudo se aplica ao estado de Santa Catarina, a Secretaria de Desenvolvimento Econômico Sustentável, responsável pelo controle de uso e ocupação dos recursos hídricos, determina a partir da Portaria SDS nº 36, de 29 de julho de 2008, que a vazão de referência para captações ou derivação de cursos d'água de domínio do estado seja a Q98, ou seja, a vazão de permanência em 98% do tempo. Já a Portaria SDS Nº 51, de 02 de outubro de 2008, determina que a vazão outorgável seja a equivalente a 50% da vazão de referência (SIRHESC, 2023).

Cabe salientar, que durante a execução do projeto de viabilidade de implantação de um empreendimento de geração de energia, deve-se ainda levar em consideração as vazões de pico e das cheias do rio, de modo a se analisar a necessidade de estudos de desvio do rio, dimensionamento do vertedouro e para estabelecer cotas de proteção para a barragem e a casa de força (SOUZA, 2019). Como este estudo visa avaliar apenas o potencial de geração, esses critérios não foram considerados.

Para se estimar o potencial de energia de um local é preciso ter conhecimento sobre a disponibilidade hídrica desse rio, ou seja, sua vazão em m<sup>3</sup>/s. As Diretrizes para Estudos e Projetos de PCHs (ELETROBRÁS, 2000), exige que a estimativa da vazão deva ser feita utilizando dados de postos hidrométricos da mesma bacia ou região. Deve ainda, utilizar uma série histórica de dados de vazão média mensal.

Como a área de estudo não apresentava dados/estações fluviométricas suficientes para a elaboração do estudo do potencial, foi necessário implementar o método de regionalização de vazões para as áreas onde não se tinha conhecimento da vazão no ponto de interesse. A regionalização de vazões é um método utilizado para se transferir informações de vazões de uma região para um ponto de interesse

dentro de uma área com comportamento hidrológico semelhante (FARIA, 2011 apud FERREIRA, 2014).

Para a regionalização das vazões foram utilizadas as Equações da Tabela 5, definidas por Aguiar (2020) para a BHRT, utilizando como variável explicativa a área de drenagem da bacia.

Tabela 2 - Equações de Regionalização para vazões Diárias e Mensais da Região Hidrográfica da Bacia do Rio Tubarão.

Período	Equação de Regionalização
Diária	$Q_{50d} = 0,024 * A^{0,971}$ $Q_{95d} = 0,008 * A^{0,978}$ $Q_{98d} = 0,006 * A^{0,989}$
Mensal	$Q_{50m} = 0,032 * A^{0,959}$ $Q_{95m} = 0,012 * A^{0,969}$ $Q_{98m} = 0,011 * A^{0,955}$

Fonte – Aguiar, 2020.

Após definir os aproveitamentos a serem analisados e os locais a serem barrados, foi possível, no próprio ArcGis, gerar as sub-bacias com as áreas de drenagem para cada um dos aproveitamentos, para posteriormente aplicar o método de regionalização de vazões. Além disso, foi calculada ainda a vazão sanitária, considerando-se 50% da Q98, a fim de estimar a vazão remanescente a ser mantida na área dessecada. No Apêndice B, encontram-se as tabelas com as vazões regionalizadas para todos os aproveitamentos encontrados.

### 3.4 ESTIMATIVA DA ENERGIA FIRME E DA POTÊNCIA INSTALADA

A energia média gerada, também conhecida como energia firme ou energia efetiva, é a estimativa da energia hidrelétrica que pode ser produzida em um determinado local. Utiliza-se como base os dados de vazão do local de aproveitamento e a queda líquida, determinada a partir da determinação do arranjo da usina, conforme mostra a equação em (1) (ELETROBRÁS, 2000).

$$EFe = 9,81 * \eta * Q * HL \quad (1)$$

Onde:

$EFe$  = Energia Efetiva (kW);

$\eta$  = Rendimento do conjunto turbina-gerador;

$Q$  = Vazão (m<sup>3</sup>/s);

$HL$  = Queda líquida (m).

A vazão utilizada, pode ser tanto a vazão mínima medida no local, ou Q95%, ou, ainda, a vazão média (ELETROBRÁS, 2000). Neste estudo, foram utilizadas as vazões Q50%, Q95% e Q98%. No entanto, a legislação do estado de Santa Catarina estabelece como vazão de referência para processos de outorga, a vazão Q98.

Para os dados de rendimento do conjunto turbina-gerador, foi empregado o valor genérico de 0,85, sugerido pelas Eletrobras (2000). Após a determinação da energia efetiva, calculou-se a potência instalada, conforme a equação em (2).

$$Pot. = EFe / Fc \quad (2)$$

Onde:

Pot. = Potência instalada (kW)

$EFe$  = Energia efetiva (kW)

$Fc$  = Fator de capacidade, utilizado como sendo 0,55.



## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

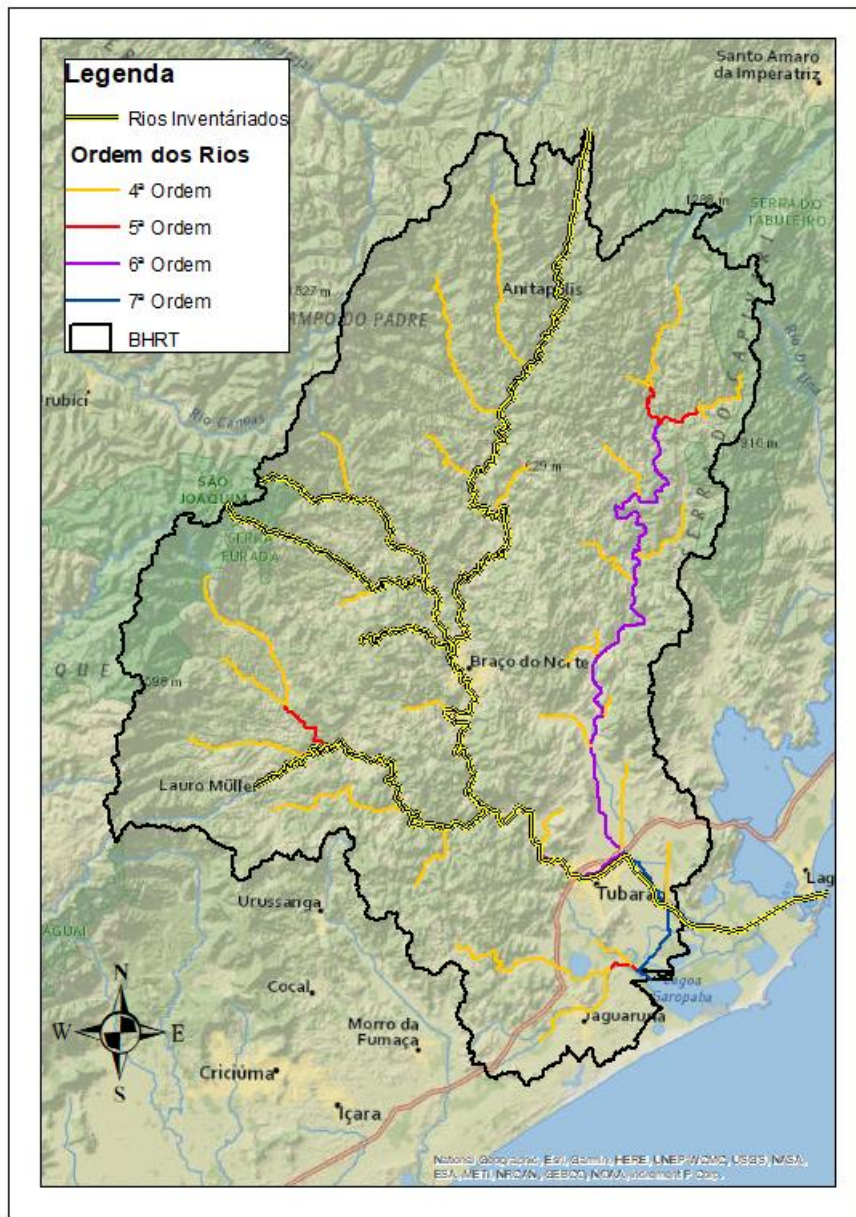
Os resultados serão apresentados em seções seguindo as etapas da metodologia, conforme mostrado na Figura 2.

### 4.1 DA SELEÇÃO DOS RIOS

Foram avaliados os potenciais dos rios de 4<sup>a</sup>, 5<sup>a</sup> e 6<sup>a</sup> ordem, pois são rios que apresentam melhores condições de vazão na BHRT. O rio Tubarão é classificado como um rio de 7<sup>a</sup> ordem segundo Strahler, no entanto, suas condições de aproveitamento são bastante limitadas, pois seus pontos de maior vazão estão inseridos em uma região de planície com caráter urbano, onde o aproveitamento implicaria em uma área alagada muito grande e problemas para as comunidades costeiras. Esse rio também já possui grandes problemas de inundação devido às chuvas intensas. Com isso, sua análise não foi considerada no presente estudo.

O critério para a escolha dos rios foi a presença de estações de medição fluviométrica próximas e, que ainda não estivessem inventariados, pois o objetivo foi procurar novos locais com potencial dentro da BHRT. O mapa da Figura 7 ilustra os rios já inventariados na BHRT.

Figura 7 - Mapa dos rios Inventariados da Bacia Hidrográfica do Rio Tubarão.



Fonte: Adaptado de ANEEL/SIGEL.

Após desconsiderados os rios que não atendiam os critérios de seleção, foram determinados então os rios a serem analisados, resultando em 27 rios, dos quais um é classificado como 6ª ordem, dois de 5ª ordem e 24 rios de 4ª ordem, apresentados no Quadro 4.

Quadro 4 - Rios selecionados para análise

Nome	Comprimento do Rio	Área da Bacia	Ordem
Rio Capivari	103,86	1081	6 <sup>a</sup>
Rio Laranjeiras	34,61	938	5 <sup>a</sup>
Rio do Ponche	31,27	121	5 <sup>a</sup>
Rio Povoamento	30,96	172	4 <sup>a</sup>
Rio do Meio	27,64	217	4 <sup>a</sup>
Rio dos Bugres	24,96	92	4 <sup>a</sup>
Rio Espreado ou Pequeno	16,53	56	4 <sup>a</sup>
Rio Braço Esquerdo	15,57	87	4 <sup>a</sup>
Rio Hipólito	19,92	87	4 <sup>a</sup>
Rio Oratório	23,80	148	4 <sup>a</sup>
Rio Palmeiras	27,01	146	4 <sup>a</sup>
Rio Pedras Grandes	17,32	84	4 <sup>a</sup>
Rio Pinheiros	22,38	110	4 <sup>a</sup>
Rio Correias	28,18	112	4 <sup>a</sup>
Rio do Salto	30,06	140	4 <sup>a</sup>
Rio Jaguaruna	27,20	117	4 <sup>a</sup>
Rio Bravo	18,36	51	4 <sup>a</sup>
Rio Paulo	13,40	48	4 <sup>a</sup>
Rio Engano	6,23	20	4 <sup>a</sup>
Rio Sete	17,48	48	4 <sup>a</sup>
Rio Capivaras	15,76	67	4 <sup>a</sup>
Rio Gabiroba	18,47	76	4 <sup>a</sup>
Rio Peroba Sanga Morta	14,55	35	4 <sup>a</sup>
Rio das Corujas	9,19	25	4 <sup>a</sup>
Rio Cachoeira dos Macacos	10,34	31	4 <sup>a</sup>
Rio Gravatal	15,48	81	4 <sup>a</sup>
Rio Caruru	11,24	30	4 <sup>a</sup>

Fonte: Elaborado pela autora.

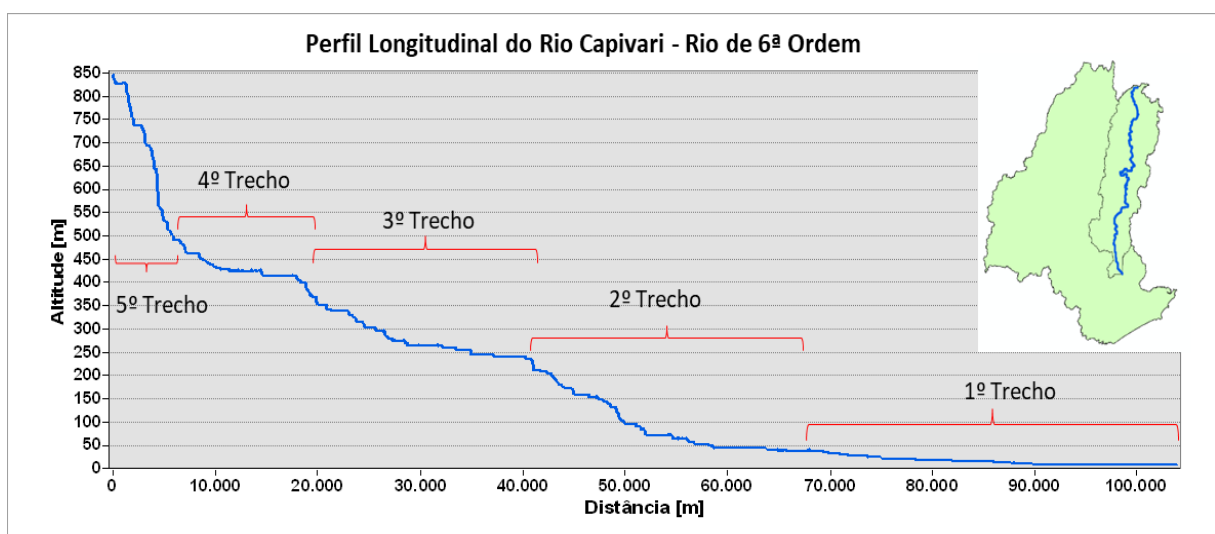
Determinados os cursos de rio a serem avaliados, foram então confeccionados perfis hipsométricos. Para cada um deles, foram determinados trechos. Dentro de cada trecho foram analisados todos os locais possíveis de aproveitamento e, sugerido um arranjo preliminar, que leva em consideração a queda bruta e o melhor local para barramento. Como essa é uma prospecção de potenciais, levando em conta a área de inundação e os critérios de altura de barragens para micro e minigeração, foi considerado, genericamente, o valor de 1,5 metros para a altura das barragens, apenas para forçar a água a entrar no túnel/canal de adução.

## 4.2 PERFIL HIPSOMÉTRICO E SELEÇÃO DOS APROVEITAMENTOS

O primeiro rio analisado foi o Rio Capivari, um rio de 6ª ordem, cuja extensão abrange grande parte da área de drenagem da BHRT. O perfil do Rio Capivari (Figura 8) foi dividido em 5 trechos, dentre os quais, apenas três deles apresentaram boa declividade, sendo eles os trechos 2, 3 e 4, com declividades entre 7 e 8,5 m/km.

Os demais trechos não apresentaram atratividade, devido à ausência de quedas concentradas no 1º trecho e a pequena área de drenagem no 4º trecho, além de que parte desse trecho está inserido na área de preservação da Serra do Tabuleiro, tornando sua análise para aproveitamento inviável. As informações sobre os trechos determinados em cada um dos rios analisados encontram-se no Apêndice A.

Figura 8 - Perfil Longitudinal do Rio Capivari.



Fonte: Elaborado pela autora.

A análise do Rio Capivari mostrou que os trechos 2, 3 e 4, inseridos entre as cotas 40 m (65 km) a 240 m (40 km), 240 m a 400 m (18 km) e 400 m a 500 m (6 km), apresentaram 7 locais possíveis de aproveitamento, como mostra a Tabela 3.

Tabela 3 - Dados dos Aproveitamentos do Rio Capivari.

Trechos	Aproveitamentos	Area (km <sup>2</sup> )	Comprimento do Rio (km)	Diferença de Nível		Arranjo Preliminar	Queda Bruta (m)	Queda Líquida (m)
				NA normal jusante (m)	NA máximo montante (m)			
1º Trecho	S.A.C.							
2º Trecho	1º Aproveitamento	541,17	67,17	51	72,5	Canal de adução	21,5	20,4
	2º Aproveitamento	523,32	60,65	71	97,5	Canal de adução	26,5	25,2
	3º Aproveitamento	498,78	57,29	97	153,5	Canal de adução	56,5	53,7
3º Trecho	4º Aproveitamento	226,61	33,19	275	297,5	Canal de adução	22,5	21,4
	5º Aproveitamento	174,28	30,78	303	339,5	Canal de adução	36,5	34,7
	6º Aproveitamento	157,24	23,84	352	400,5	Canal de adução	48,5	46,1
4º Trecho	7º Aproveitamento	38,02	9,39	427	464,5	Canal de adução	37,5	35,6
5º Trecho	S.A.C.							

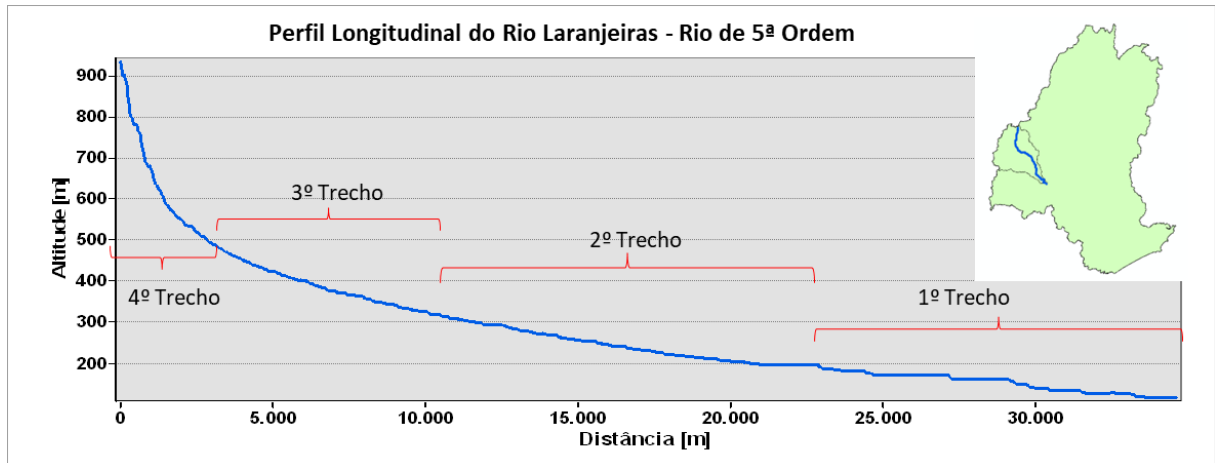
S.A.C. - Sem Aproveitamento Considerado

Fonte: Elaborado pela autora.

Conforme analisado, o 1º aproveitamento considerado, por estar mais próximo ao exutório do rio, possui maior área de drenagem, maior comprimento de rio e conseqüentemente maior densidade de drenagem do que os demais aproveitamentos, o que caracteriza a maior vazão entre os aproveitamentos. Isso acaba sendo confirmado pelo método de regionalização de vazões utilizado neste estudo, onde a área de drenagem é a variável de influência sobre a vazão, sendo elas diretamente proporcionais. Essa relação também ocorre em todos os demais rios avaliados. No entanto, a maior vazão encontrada não necessariamente resultará na maior potência, visto que essa depende ainda da altura de queda do local.

O segundo rio analisado foi o Rio Laranjeiras (5º ordem), o qual teve seu perfil dividido em 4 trechos (Figura 9). Os trechos 1, 2 e 3 se mostraram potencialmente atrativos. Apesar de não possuir quedas concentradas, apresentou boa declividade.

Figura 9 - Perfil Longitudinal do Rio Laranjeiras.



Fonte: Elaborado pela autora.

Com declividades entre 6 e 20 m/km, os trechos analisados no Rio Laranjeiras apresentaram no total 6 locais de aproveitamentos. Dois deles no primeiro trecho, chamado de Trecho 1, que começa na foz do Rio Laranjeiras, na cota de 117 m (35 km) e termina na cota 180 m (24 km), e apresenta maior área de drenagem em relação aos outros trechos sendo o mais interessante para aproveitamento.

O Trecho 2, demarcado pelas cotas 180 m (24 km) e 300 m (12 km), é o maior trecho do curso de água e apresentou a possibilidade de análise de três aproveitamentos. Já o Trecho 3, situado entre as cotas 300 m (12 km) e 450 m (4 km), apresenta a maior declividade, 19,8 m/km, com possibilidade de análise de um aproveitamento, conforme mostra a Tabela 4. O último trecho, apesar de boa declividade, está inserido na área de proteção do Parque Nacional da Serra Furada, não sendo viável para aproveitamento.

Tabela 4- Dados dos Aproveitamentos do Rio Laranjeiras.

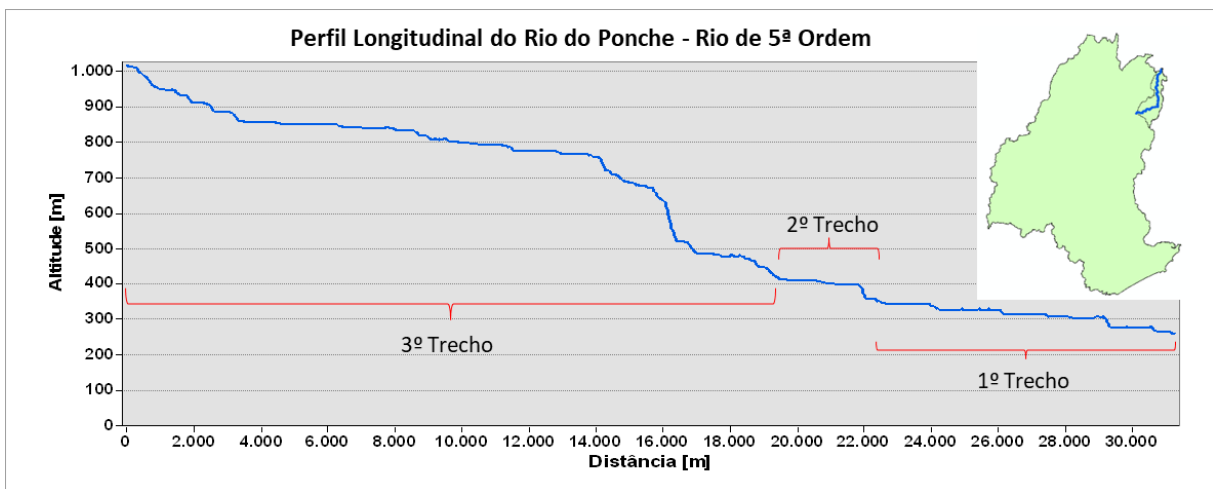
Trechos	Aproveitamentos	Área (km²)	Comprimento do Rio (km)	Diferença de Nível		Arranjo Preliminar	Queda Bruta (m)	Queda Líquida (m)
				NA normal jusante (m)	NA máximo montante (m)			
1º Trecho	1º Aproveitamento	304,76	29,77	137	163,5	Canal de adução	26,5	25,2
	2º Aproveitamento	301,07	27,74	162	171,5	Canal de adução	9,5	9,0
2º Trecho	3º Aproveitamento	189,74	22,79	185	196,5	Canal de adução	11,5	10,9
	4º Aproveitamento	189,74	22,79	195	211,5	Canal de adução	16,5	15,7
3º Trecho	5º Aproveitamento	117,70	13,27	242	297,5	Canal de adução	55,5	52,7
	6º Aproveitamento	38,57	6,74	344	403,5	Canal de adução	59,5	56,5
4º Trecho	S.A.C							

S.A.C. - Sem Aproveitamento Considerado

Fonte: Elaborado pela autora.

O Rio do Ponche, segundo rio de 5ª ordem analisado, localizado na margem nordeste da BHRT, apresenta uma declividade média de 24,2 m/km e diversas quedas concentradas (Figura 10). Teve seu perfil dividido em 3 trechos, no entanto, apenas o primeiro trecho, localizado entre as cotas 260 m (31 km) e 350 m (22 km), apresentou local potencialmente atrativo, pois conforme visto na Figura 4, este rio já apresenta dois empreendimentos do tipo CGH, com potência instalada de 883 e 1000 kW (ANEEL, 2023).

Figura 10 - Perfil Longitudinal do Rio do Ponche.



Fonte: Elaborado pela autora.

Com um empreendimento instalado na única queda existente no segundo trecho, e o terceiro trecho inserido na Unidade de Conservação da Serra do Tabuleiro, restou apenas um aproveitamento para análise neste rio, conforme Tabela 5.

Tabela 5- Dados dos Aproveitamentos do Rio do Ponche.

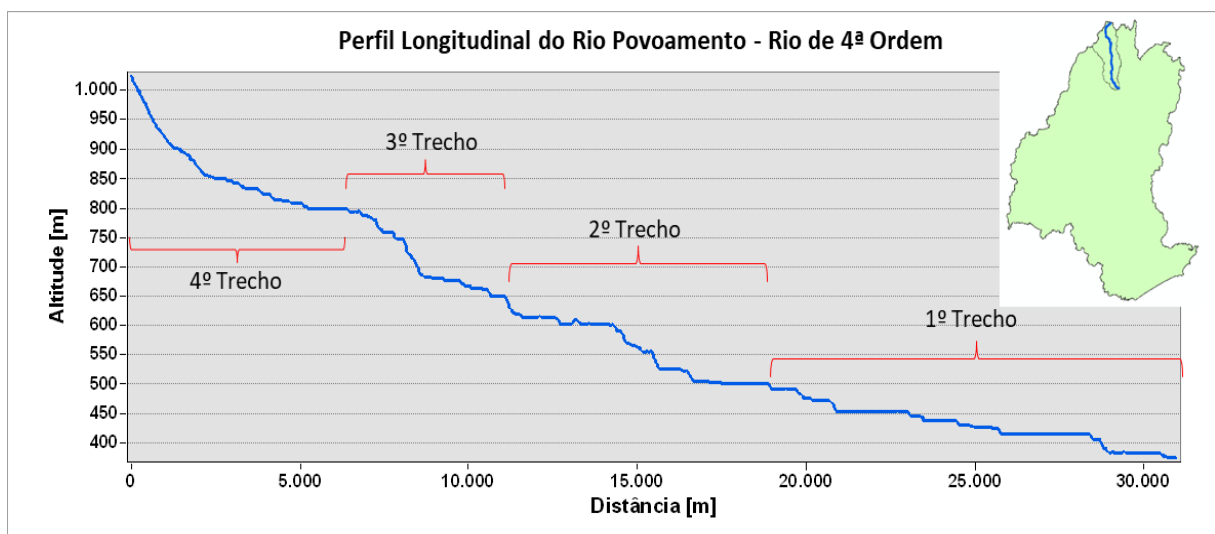
Trechos	Aproveitamentos	Area (km²)	Comprimento do Rio (km)	Diferença de Nível		Arranjo Preliminar	Queda Bruta (m)	Queda Líquida (m)
				NA normal jusante (m)	NA máximo montante (m)			
1º Trecho	1º Aproveitamento	76,40	27,11	330	347	Canal de adução	16,5	15,7
2º Trecho	S.A.C.							
3º Trecho	S.A.C.							

S.A.C. - Sem Aproveitamento Considerado

Fonte: Elaborado pela autora.

Os rios apresentados a seguir são rios de 4ª Ordem, com menores vazões e áreas de drenagem que os anteriores. O primeiro analisado foi o Rio Povoamento, com área de drenagem de 172 km<sup>2</sup> e declividade média de 21 m/km. Conforme a Figura 11, seu perfil foi dividido em 4 trechos consecutivos, onde três deles, com declividades entre 10 e 26 m/km, apresentaram locais prováveis. O quarto e último trecho, por estar muito próximo a nascente do rio, e, portanto, abranger uma área de drenagem pequena, não foi considerado.

Figura 11 - Perfil Longitudinal do Rio Povoamento.



Fonte: Elaborado pela autora.

Os três primeiros trechos do rio Povoamento, apresentam diversas quedas concentradas, sendo possível analisar 7 aproveitamentos, dois deles estão localizados na porção final do rio, totalmente inseridos no primeiro trecho, de 375 m (31 km) a 500 m (19 km). A maior parte dos aproveitamentos considerados, 3º, 4º, 5º e 6º, estão dentro do segundo trecho, que cobre até a cota de 650 m (11 km), e um pertencente ao terceiro trecho, até a cota de 800 m (5 km), conforme mostra a Tabela 6.



Tabela 6 - Dados dos Aproveitamentos do Rio Povoamento.

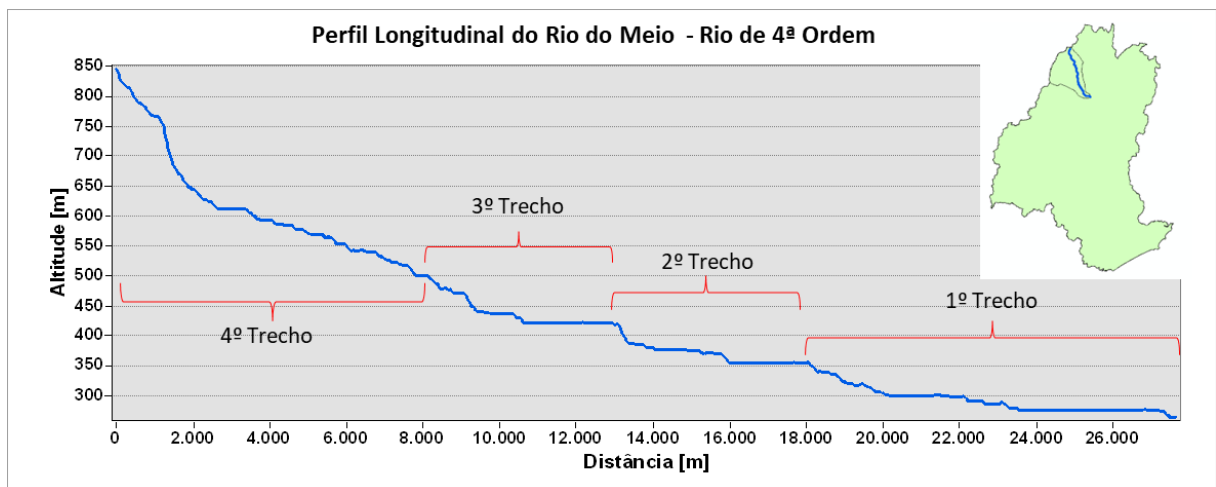
Trechos	Aproveitamentos	Area (km <sup>2</sup> )	Comprimento do Rio (km)	Diferença de Nível		Arranjo Preliminar	Queda Bruta (m)	Queda Líquida (m)
				NA normal jusante (m)	NA máximo montante (m)			
1º Trecho	1º Aproveitamento	165,29	28,53	385	408,5	Canal de Adução	23,5	22,3
	2º Aproveitamento	120,01	20,76	453	473,5	Canal de Adução	20,5	19,5
2º Trecho	3º Aproveitamento	69,70	16,28	506	528,5	Canal de Adução	22,5	21,4
	4º Aproveitamento	63,52	15,46	527	557,5	Canal de Adução	30,5	29,0
	5º Aproveitamento	61,56	14,25	556	604,5	Canal de Adução	48,5	46,1
	6º Aproveitamento	46,90	11,08	615	651,5	Canal de Adução	36,5	34,7
3º Trecho	7º Aproveitamento	25,86	8,09	681	747,5	Canal de Adução	66,5	63,2
4º Trecho	S.A.C							

S.A.C. - Sem Aproveitamento Considerado

Fonte: Elaborado pela autora.

O segundo rio de 4ª ordem analisado foi o Rio do Meio, que de acordo com a Figura 12, seu perfil foi dividido em 4 trechos, dos quais, apenas os três primeiros, apresentaram potenciais atrativos de estudo, conforme apresentado na Tabela 7.

Figura 12 - Perfil Longitudinal do Rio do Meio.



Fonte: Elaborado pela autora.

Dentro dos trechos analisados, foram considerados para o Rio do Meio, 5 aproveitamentos, sendo um deles pertencente ao primeiro trecho do rio, inserido entre as cotas 264 m (28 km) e 355 m (18 km). Dois aproveitamentos pertencentes ao segundo trecho, que se estende até a cota de 420 m (13 km) e dois aproveitamentos inseridos no terceiro trecho, até a altitude limite de 500 m (8 km). O último trecho não apresentou condições favoráveis de análise.

Tabela 7- Dados dos Aproveitamentos do Rio do Meio.

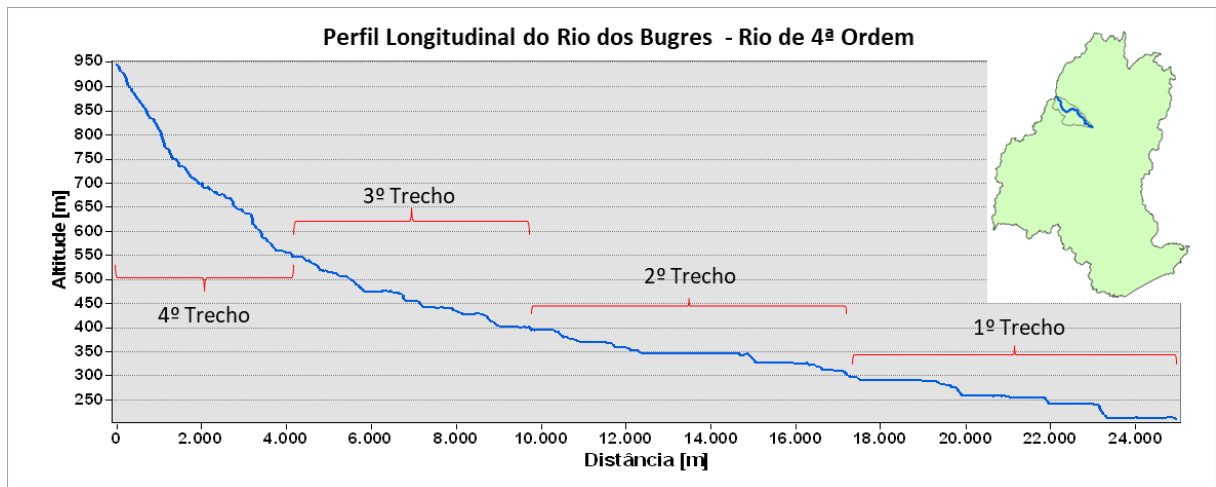
Trechos	Aproveitamentos	Area (km²)	Comprimento do Rio (km)	Diferença de Nível		Arranjo Preliminar	Queda Bruta (m)	Queda Líquida (m)
				NA normal jusante (m)	NA máximo montante (m)			
1º Trecho	1º Aproveitamento	147,67	18,08	318	356,5	Canal de adução	38,5	36,6
2º Trecho	2º Aproveitamento	114,07	15,68	355	372,5	Canal de adução	17,5	16,6
	3º Aproveitamento	94,11	12,86	387	421,5	Canal de adução	34,5	32,8
3º Trecho	4º Aproveitamento	77,12	10,32	421	436,5	Canal de adução	15,5	14,7
	5º Aproveitamento	68,49	9,05	441	472,5	Canal de adução	31,5	29,9
4º Trecho	S.A.C							

S.A.C. - Sem Aproveitamento Considerado

Fonte: Elaborado pela autora.

O Rio dos Bugres, próximo rio analisado, apresenta diversas pequenas quedas no seu perfil, o qual foi dividido em 4 trechos consecutivos, conforme apresentado na Figura 13.

Figura 13 - Perfil Longitudinal do Rio dos Bugres.



Fonte: Elaborado pela autora.

Apesar de pequenas, a grande quantidade de quedas existentes tornou possível a análise de 7 aproveitamentos consideráveis em três dos quatro trechos (Tabela 8), com declividades entre 11 e 28 m/km. No primeiro trecho, pertencente a porção entre as cotas 210 m (25 km) e 300 m (17 km), assim como no segundo trecho, até a cota de 400 m (10 km), foram considerados dois aproveitamentos, cada trecho. Já o terceiro trecho, entre as cotas 400 m e 550 m (4 km), três possíveis

aproveitamentos foram avaliados. O quarto trecho não apresentou aproveitamento considerável para análise.

Tabela 8- Dados dos Aproveitamentos do Rio dos Bugres

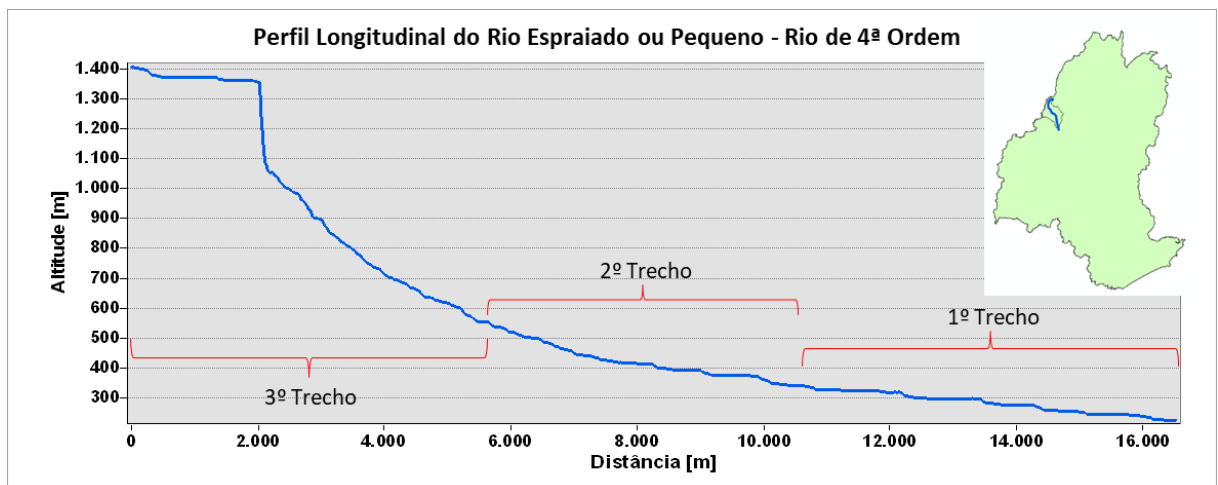
Trechos	Aproveitamentos	Area (km²)	Comprimento do Rio (km)	Diferença de Nivel		Arranjo Preliminar	Queda Bruta (m)	Queda Líquida (m)
				NA normal jusante (m)	NA máximo montante (m)			
1º Trecho	1º Aproveitamento	96,56	23,03	213	242,5	Canal de adução	29,5	28,0
	2º Aproveitamento	82,25	19,27	260	290,5	Canal de adução	30,5	29,0
2º Trecho	3º Aproveitamento	50,15	14,87	327	344,5	Canal de adução	17,5	16,6
	4º Aproveitamento	29,92	10,23	370	395,5	Canal de adução	25,5	24,2
3º Trecho	5º Aproveitamento	26,88	8,50	401	429,5	Canal de adução	28,5	27,1
	6º Aproveitamento	20,39	6,50	454	476,5	Canal de adução	22,5	21,4
4º Trecho	7º Aproveitamento	10,09	5,33	475	508,5	Canal de adução	33,5	31,8
	S.A.C	S.A.C						

S.A.C. - Sem Aproveitamento Considerado

Fonte: Elaborado pela autora.

O Rio Espreado ou a porção do Rio Pequeno de 4ª Ordem (Figura 14), não apresenta quedas concentradas, mas com uma declividade média de 71,6 m/km e com locais de fácil barramento. Seu perfil foi dividido em 3 trechos, dentre os quais, dois deles, o primeiro trecho, entre as cotas 225 m (17 km) e 340 m (11 km) e o segundo trecho, marcado pelas cotas de 340 m e 550 m (6 km), apresentaram potencial para estudo.

Figura 14 - Perfil Longitudinal do Rio Espreado ou Pequeno.



Fonte: Elaborado pela autora.

Dentro dos trechos analisados, foram encontrados 4 possíveis aproveitamentos, sendo dois localizados no primeiro trecho e outros dois no segundo trecho do rio, descritos na Tabela 9.

Tabela 9- Dados dos Aproveitamentos do Rio Espraiado ou Pequeno.

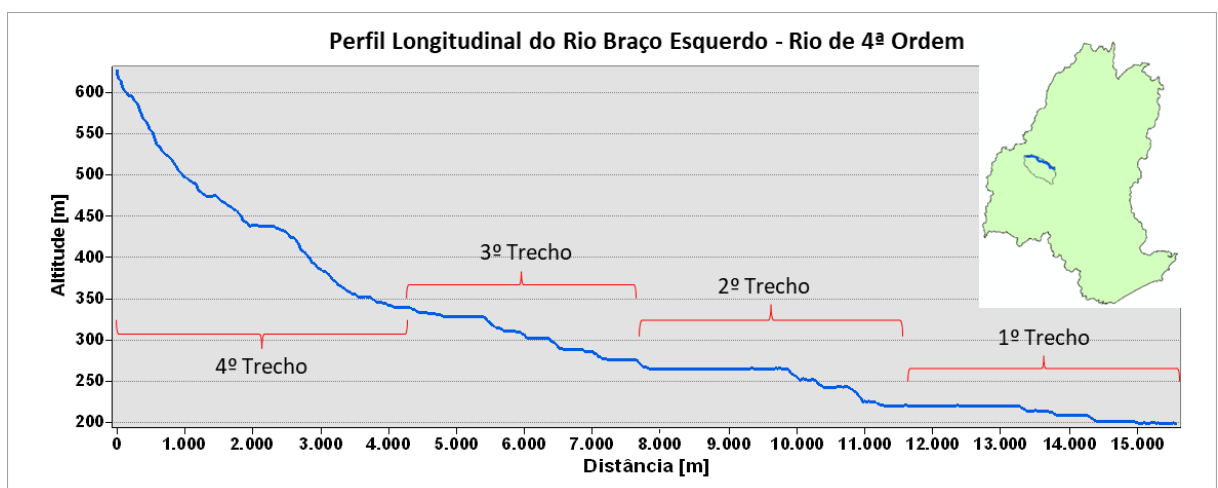
Trechos	Aproveitamentos	Area (km <sup>2</sup> )	Comprimento do Rio (km)	Diferença de Nível		Arranjo Preliminar	Queda Bruta (m)	Queda Líquida (m)
				NA normal jusante (m)	NA máximo montante (m)			
1º Trecho	1º Aproveitamento	48,30	14,29	257	276,5	Canal de adução	19,5	18,5
	2º Aproveitamento	45,35	12,18	299	319,5	Canal de adução	20,5	19,5
2º Trecho	3º Aproveitamento	30,24	9,85	340	375,5	Canal de adução	35,5	33,7
	4º Aproveitamento	24,11	8,24	398	414,5	Canal de adução	16,5	15,7
3º Trecho	S.A.C							

S.A.C. - Sem Aproveitamento Considerado

Fonte: Elaborado pela autora.

O Rio Braço Esquerdo (Figura 15), que leva esse nome por ser um afluente da margem esquerda do Rio Braço do Norte, o maior rio da BHRT, apesar da sua pequena área de drenagem apresentou diversas quedas concentradas. Foram definidos 4 trechos em seu perfil, onde o segundo e terceiro trecho, localizados entre as cotas 198 m (16 km) e 220 m (12 km) e 220 m e 270 m (8 km), respectivamente, foram analisados.

Figura 15 - Perfil Longitudinal do Rio Braço Esquerdo.



Fonte: Elaborado pela autora.

Os aproveitamentos considerados para o Rio Braço Esquerdo são de quedas consideradas baixas e estão localizados, dois deles na porção do segundo trecho e três deles no terceiro trecho, totalizando 5 aproveitamentos, assim como mostra a Tabela 10.

Tabela 10 - Dados dos Aproveitamentos do Rio Braço Esquerdo - Rio de 4ª Ordem

Trechos	Aproveitamentos	Area (km²)	Comprimento do Rio (km)	Diferença de Nível		Arranjo Preliminar	Queda Bruta (m)	Queda Líquida (m)
				NA normal jusante (m)	NA máximo montante (m)			
1º Trecho	S.A.C							
2º Trecho	1º Aproveitamento	27,49	10,72	220	244,5	Canal de adução	24,5	23,3
	2º Aproveitamento	26,93	9,79	252	267,5	Canal de adução	15,5	14,7
3º Trecho	3º Aproveitamento	8,31	6,83	276	289,5	Canal de adução	13,5	12,8
	4º Aproveitamento	7,06	6,23	288	303,5	Canal de adução	15,5	14,7
	5º Aproveitamento	5,47	5,21	311	330,5	Canal de adução	19,5	18,5
4º Trecho	S.A.C							

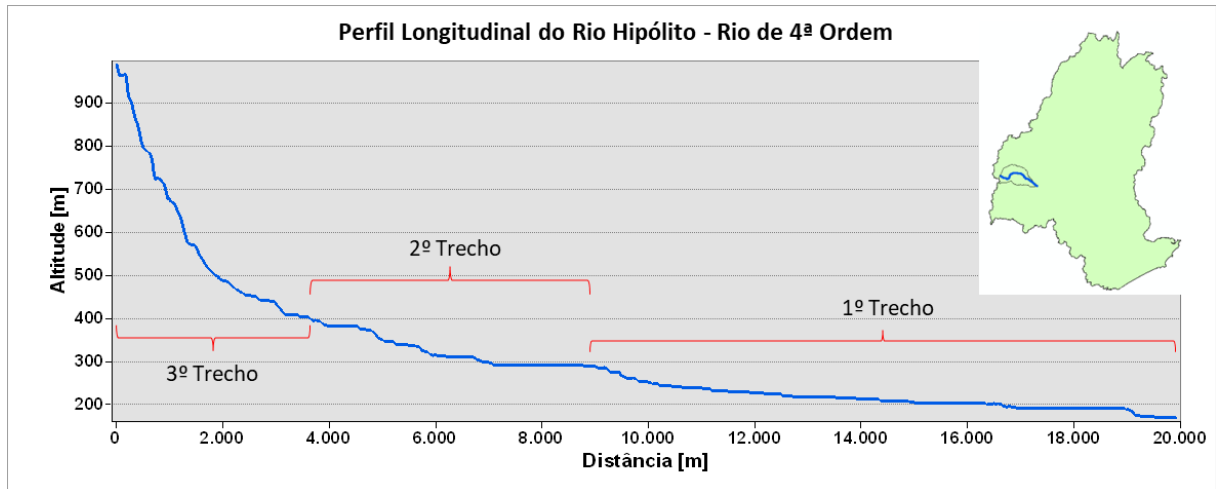
S.A.C. - Sem Aproveitamento Considerado

Fonte: Elaborado pela autora.

Os Rios Hipólito e Oratório (Figura 16 e Figura 17) são rios da encosta da Serra Geral, e apesar de estarem muito próximos e compartilharem algumas características morfológicas importantes, seu comportamento em relação a altitude apresenta diferenças significativas. O Rio Hipólito apresenta quedas verticais concentradas, enquanto o Rio Oratório, possui apenas quedas com baixas declividades. Entretanto, a não existência de quedas não implica na inviabilidade do Rio Oratório, pois esse apresenta desnível que pode ainda ser aproveitado em um arranjo de derivação. Com isso, seguiu-se a divisão do perfil dos rios em três trechos.

O Rio Hipólito apresentou condições de aproveitamento em todos os trechos, no entanto, o terceiro trecho do rio está inserido na Unidade Conservação do Parque de São Joaquim, com isso, seu aproveitamento foi desconsiderado neste estudo. Com isso, restou para análise os trechos um e dois, de 170 m (20 km) a 290 m (9 km) e 290 m a 400 m (4 km), respectivamente.

Figura 16 - Perfil Longitudinal do Rio Hipólito.



Fonte: Elaborado pela autora.

Durante análise, foi encontrado a possibilidade de dois aproveitamentos no primeiro trecho do rio, sendo um deles mais na porção inicial do trecho, entre as cotas 172 m e 190 m, e outro na porção final, de 244 m a 290 m. Também foi analisada a possibilidade de mais dois aproveitamentos no segundo trecho, entre as cotas 315 m e 339 m, e 345 m e 382 m, como mostrado na Tabela 11.

Tabela 11- Dados dos Aproveitamentos do Rio Hipólito.

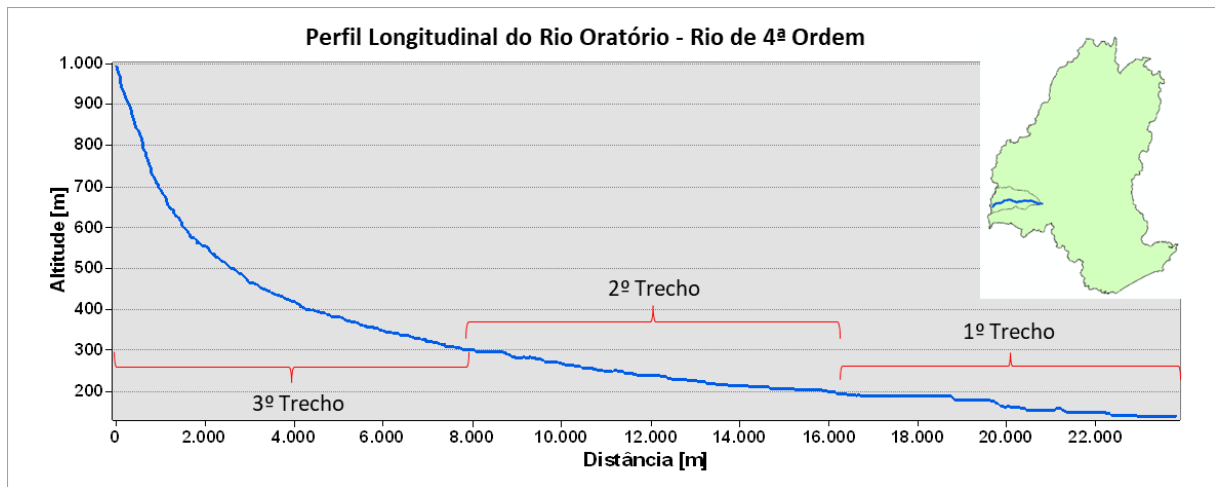
Trechos	Aproveitamentos	Area (km <sup>2</sup> )	Comprimento do Rio (km)	Diferença de Nivel		Arranjo Preliminar	Queda Bruta (m)	Queda Líquida (m)
				NA normal jusante (m)	NA máximo montante (m)			
1º Trecho	1º Aproveitamento	89,87	18,89	172	191,5	Canal de adução	19,5	18,5
	2º Aproveitamento	37,35	8,85	244	291,5	Canal de adução	47,5	45,1
2º Trecho	3º Aproveitamento	15,38	5,44	315	340,5	Canal de adução	25,5	24,2
	4º Aproveitamento	13,26	4,46	345	383,5	Canal de adução	38,5	36,6
3º Trecho	S.A.C							

S.A.C. - Sem Aproveitamento Considerado

Fonte: Elaborado pela autora.

O Rio Oratório, como dito anteriormente, foi dividido em 3 trechos, mas apenas dois deles, trechos 1 e 2, marcados pelas cotas 140 m (24 km) a 200 m (16 km), e 200 m a 300 m (8 km), apresentaram locais para aproveitamento, conforme mostrado na Tabela 12.

Figura 17 - Perfil Longitudinal do Rio Oratório.



Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 12 - Dados dos Aproveitamentos do Rio Oratório.

Trechos	Aproveitamentos	Area (km <sup>2</sup> )	Comprimento do Rio (km)	Diferença de Nível		Arranjo Preliminar	Queda Bruta (m)	Queda Líquida (m)
				NA normal jusante (m)	NA máximo montante (m)			
1º Trecho	1º Aproveitamento	106,02	19,56	161	181,5	Canal de adução	20,5	19,9
2º Trecho	2º Aproveitamento	21,54	8,63	284	298,5	Canal de adução	14,5	14,1
3º Trecho	S.A.C							

S.A.C. - Sem Aproveitamento Considerado

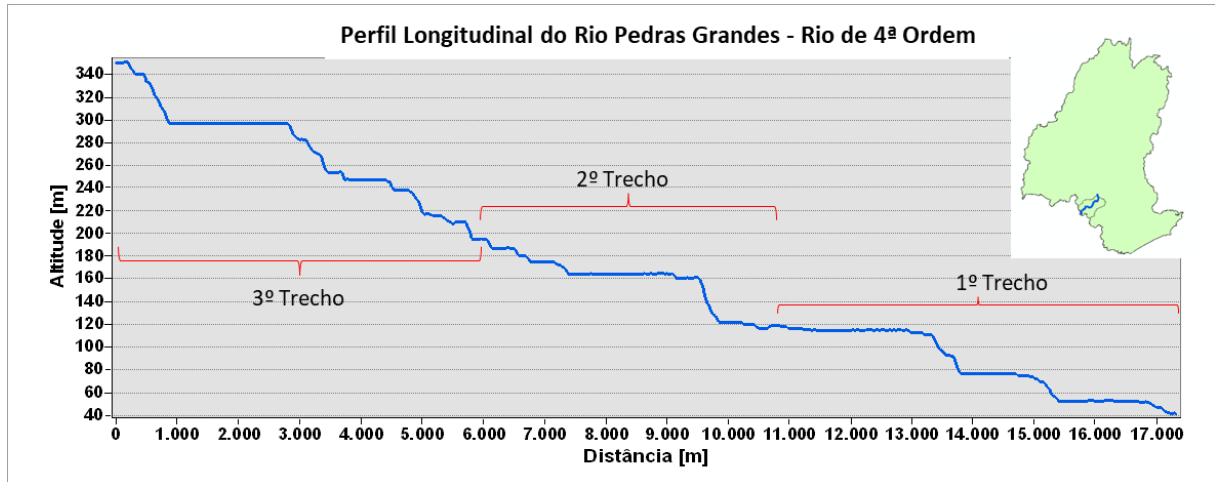
Fonte: Elaborado pela autora.

O primeiro trecho analisado, permitiu a possibilidade de análise de um aproveitamento, localizado entre as cotas 161 m e 181,5 m. Do mesmo modo, o segundo aproveitamento também permitiu a avaliação de um único aproveitamento, entre as cotas 284 m e 298,5 m, gerando uma queda bruta de 14,5 metros, considerada baixa, mas com potencial para microgeração.

O Rio Pedras Grandes, localizado próximo ao exutório da BHRT, caracterizado pela enorme quantidade de quedas em seu perfil foi dividido em três trechos, conforme Figura 18. Durante análise dos trechos, percebeu-se a existência de locais atrativos nos três trechos. O primeiro trecho, com início na cota de 41 m (17,3 km) e fim na marca dos 120 m (10,4 km), apresentou a possibilidade de dois aproveitamentos a serem avaliados. Nesse trecho foi verificado ainda a existência de um

empreendimento do tipo CGH, na porção inicial do trecho, próximo ao seu exutório, com uma potência outorgada de 100 kW, segundo a Aneel (2023).

Figura 18 - Perfil Longitudinal do Rio Pedras Grandes.



Fonte: Elaborado pela autora.

O segundo trecho, compreendido entre as cotas 120 m e 210 m (5,7 km), apresentou também dois aproveitamentos, e do mesmo modo, o terceiro trecho, representando a ANEEL (porção do rio entre a cota de 210 m e a nascente do rio, em 350 m), também apresentou possibilidade de avaliação de dois aproveitamentos (Tabela 13).

Tabela 13 - Dados dos Aproveitamentos do Rio Pedras Grandes.

Trechos	Aproveitamentos	Area (km <sup>2</sup> )	Comprimento do Rio (km)	Diferença de Nível		Arranjo Preliminar	Queda Bruta (m)	Queda Líquida (m)
				NA normal jusante (m)	NA máximo montante (m)			
1º Trecho	1º Aproveitamento	80,89	15,01	52	76,5	Canal de adução	24,5	23,3
	2º Aproveitamento	63,30	13,25	76	113,5	Canal de adução	37,5	35,6
2º Trecho	3º Aproveitamento	43,68	9,41	122	162,5	Canal de adução	40,5	38,5
	4º Aproveitamento	29,03	7,12	164	176,5	Canal de adução	12,5	11,9
3º Trecho	5º Aproveitamento	13,83	4,72	215	239,5	Canal de adução	24,5	23,3
	6º Aproveitamento	5,91	2,68	254	297,5	Canal de adução	43,5	41,3

S.A.C. - Sem Aproveitamento Considerado

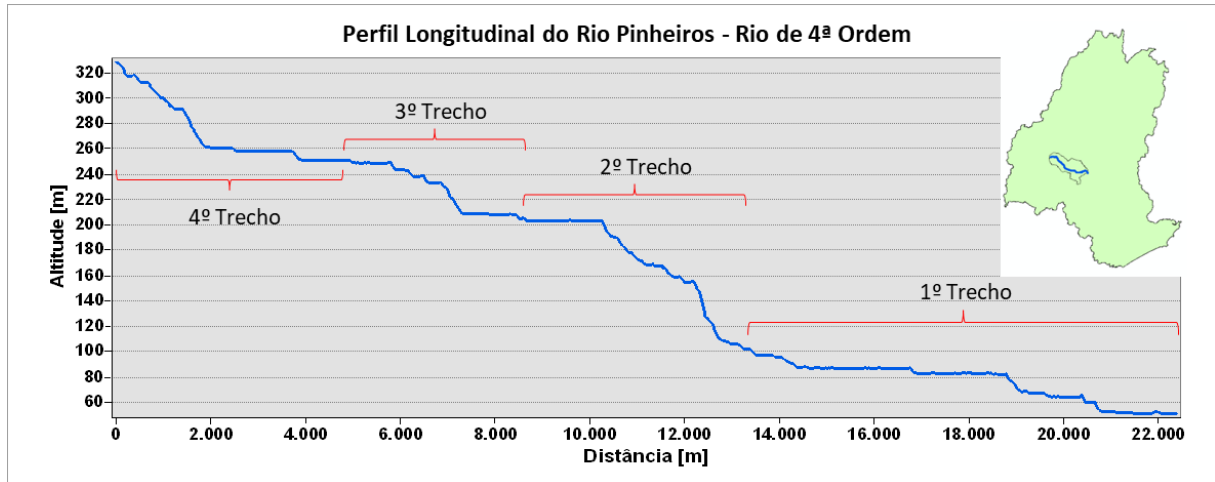
Fonte: Elaborado pela autora.

O próximo rio avaliado, o Rio Pinheiros, apresenta um perfil com quedas naturais bastante interessantes, como pode ser visto na Figura 19. Para melhor



análise dessas quedas, o perfil do rio foi dividido em quatro trechos, mas somente dois deles apresentaram potenciais aproveitamentos.

Figura 19 - Perfil Longitudinal do Rio Pinheiros.



Fonte: Elaborado pela autora.

O primeiro trecho, com início na cota mais distante, 51m (22,4km) e fim na cota de 100m (13,4km), apresenta apenas dois pontos propícios de aproveitamento em sua extensão, no entanto, já possui nesses pontos dois empreendimentos do tipo CGH, A Rio das Furnas e Pinheiros II, com potencias instaladas de 290 e 155kW, respectivamente (ANEEL, 2023).

O Segundo trecho, entre as cotas de 100m e 205m(8,6km), apresenta em seu perfil a possibilidade de um único aproveitamento, com uma queda natural, bastante atrativa. Assim como o segundo trecho, o terceiro trecho, marcado pelas cotas 205m e 250m (5,0 km), também apresentou apenas um local potencialmente atrativo para análise (Tabela 14). O quarto e último trecho, não apresentou potencial para análise.

Tabela 14 - Dados dos Aproveitamentos do Rio Pinheiros.

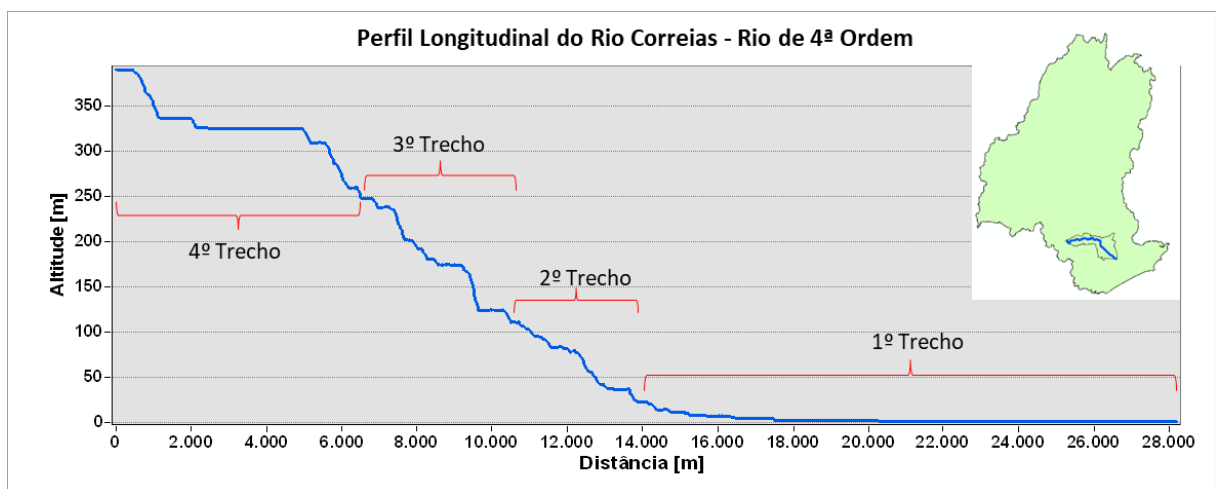
Trechos	Aproveitamentos	Area (km²)	Comprimento do Rio (km)	Diferença de Nível		Arranjo Preliminar	Queda Bruta (m)	Queda Líquida (m)
				NA normal jusante (m)	NA máximo montante (m)			
1º Trecho	S.A.C							
2º Trecho	1º Aproveitamento	50,23	12,13	106	156,5	Canal de adução	50,5	48,0
3º Trecho	2º Aproveitamento	29,67	6,84	209	234,5	Canal de adução	25,5	24,2
4º Trecho	S.A.C							

S.A.C. - Sem Aproveitamento Considerado

Fonte: Elaborado pela autora.

O Rio Correias, está localizado na parte final da BHRT, próximo ao exutório da mesma, o que explica o comportamento do seu perfil, o qual a apresenta uma extensa parte (14km), praticamente sem desnível, com declividade média de apenas 1,4 m/km (Figura 20). O Rio Correias apresenta ainda, em sua parte central, algumas quedas consideráveis, de modo que viabiliza a sua análise. Com isso, o perfil do rio foi dividido em quatro trechos, onde três deles apresentaram condições de aproveitamento.

Figura 20 - Perfil Longitudinal do Rio Correias.



Fonte: Elaborado pela autora.

No primeiro trecho do Rio Correias não foram encontradas condições de aproveitamento, devido à baixa declividade e a extensa área alagada que um aproveitamento ali causaria. O segundo trecho, cota 20 m (14,24 km) a 110 m (10,70km), apresentou um local possível de aproveitamento, seguido de três aproveitamentos no terceiro trecho, cota 110m a 250 m (6,51 km) e um aproveitamento no quarto e último trecho (Tabela 15).

Tabela 15- Dados dos Aproveitamentos do Rio Correias.

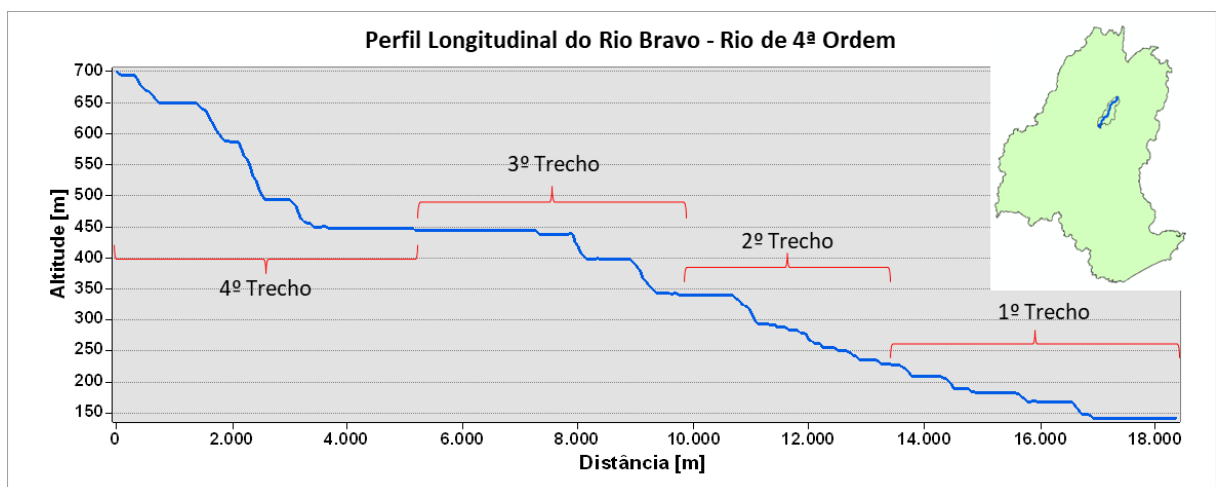
Trechos	Aproveitamentos	Area (km²)	Comprimento do Rio (km)	Diferença de Nível		Arranjo Preliminar	Queda Bruta (m)	Queda Líquida (m)
				NA normal jusante (m)	NA máximo montante (m)			
1º Trecho	S.A.C							
2º Trecho	1º Aproveitamento	31,41	11,91	36	81	Canal de adução	45	42,8
3º Trecho	2º Aproveitamento	21,46	9,25	124	174	Canal de adução	50	47,5
	3º Aproveitamento	15,83	7,16	203	238	Canal de adução	35	33,3
4º Trecho	4º Aproveitamento	11,27	5,52	259	309	Canal de adução	50	47,5

S.A.C. - Sem Aproveitamento Considerado

Fonte: Elaborado pela autora.

O Rio Bravo Apresenta grande potencial para avaliação, isso porque, seu perfil dividido em quatro trechos, apresenta quedas naturais em todos eles, do primeiro ao último, conforme mostra a Figura 21, no entanto, apenas os três primeiros geraram prováveis potenciais.

Figura 21 - Perfil Longitudinal do Rio Bravo.



Fonte: Elaborado pela autora.

O primeiro trecho, correspondente a fração do rio entre as cotas 141m (18,4km) e 230m (13,2m) com suas várias quedas aparentes e locais possível de barramento, apresentou a possibilidade de avaliação de quatro aproveitamentos. O segundo trecho, com uma declividade de 31,5 m/km, entre as cotas 230 m e 340 m (9,7 km), permitiu a avaliação de dois aproveitamentos bastante promissores.

O terceiro trecho, entre as cotas 340 m e 450 m (3,6 km), apesar de estar inserida sobre uma porção predominantemente plana do rio, apresentou ainda a possibilidade de um aproveitamento com uma queda natural concentrada. Dentro deste trecho, existe já um empreendimento do tipo CHG, localizada na porção inicial do trecho, com potência outorgada, que segundo a ANEEL (2023) é de 600 kW. Já o quarto trecho, não apresentou atratividade devido a sua baixa área de drenagem (Tabela 16).

Tabela 16 - Dados dos Aproveitamentos do Rio Bravo.

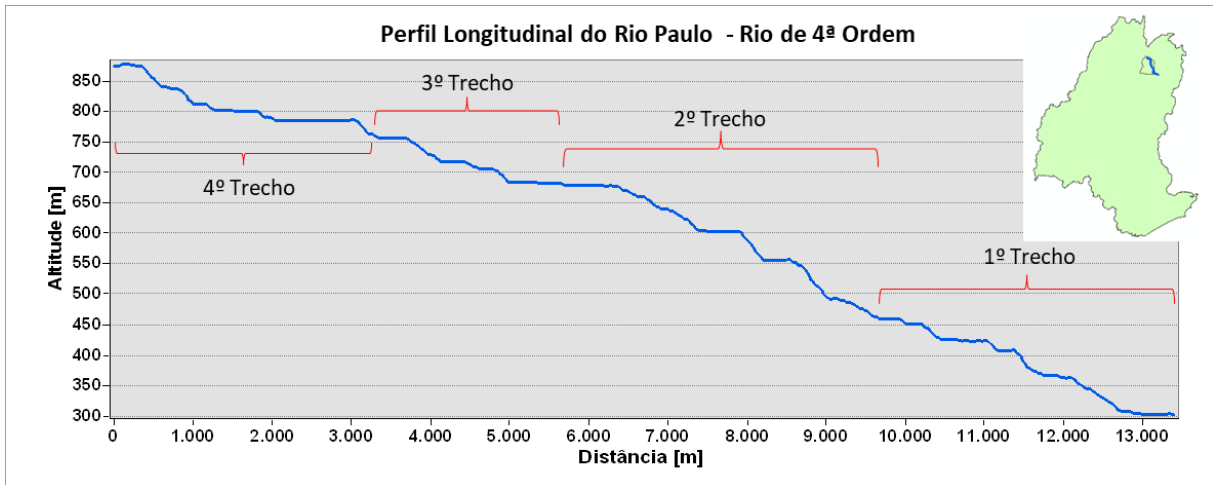
Trechos	Aproveitamentos	Area (km²)	Comprimento do Rio (km)	Diferença de Nível		Arranjo Preliminar	Queda Bruta (m)	Queda Líquida (m)
				NA normal jusante (m)	NA máximo montante (m)			
1º Trecho	1º Aproveitamento	50,78	16,42	141	168,5	Canal de adução	27,5	26,1
	2º Aproveitamento	49,38	15,56	167	183,5	Canal de adução	16,5	15,7
	3º Aproveitamento	42,35	14,27	189	209,5	Canal de adução	20,5	19,5
	4º Aproveitamento	40,34	13,47	208	228,5	Canal de adução	20,5	19,5
2º Trecho	5º Aproveitamento	37,53	11,58	255	288,5	Canal de adução	33,5	31,8
	6º Aproveitamento	33,25	10,64	294	340,5	Canal de adução	46,5	44,2
3º Trecho	7º Aproveitamento	22,21	7,84	398	440,5	Canal de adução	42,5	40,4
4º Trecho	S.A.C							

S.A.C. - Sem Aproveitamento Considerado

Fonte: Elaborado pela autora.

O Rio Paulo, é um rio com uma característica diferente dos demais rios analisados (Figura 22), seu perfil se comporta de maneira diferente, uma vez que este não é um rio que nasce numa encosta íngreme. O Rio Paulo nasce no alto de uma encosta, mas não altera tão significativamente sua altitude ao passo que vai se distanciando de sua nascente, o que indica que o rio está inserido por completo em uma região inclinada. Ainda que diferente, a existência de quedas e de locais para barramento, torna o Rio Paulo atrativo para análise, com isso, seu perfil foi dividido em quatro trechos distintos para avaliação de seu potencial de aproveitamento.

Figura 22 - Perfil Longitudinal do Rio Paulo.



Fonte: Elaborado pela autora.

No primeiro trecho, que se estende da porção final do rio, entre as cotas 302 m (13,4 km) e 460 m (9,9 km), existem várias quedas aparentes e locais adequados para barragens, o que possibilita a visão de dois aproveitamentos. O segundo trecho, que possui uma declividade de 52,17 m/ km, abrange a região entre as cotas 460 m e 680 m (5,7 km), e revela dois aproveitamentos promissores. O terceiro trecho, abrangendo a área entre as cotas 680 m e 760 m (3,3 km), apesar de apresentar a menor declividade entre os trechos do rio, de 33,5 m/km, ainda é bastante atraente do ponto de vista hidroenergético, e como esse trecho apresenta condições favoráveis a barramentos, foram detectados três locais prováveis de aproveitamento (Tabela 17). O quarto trecho, por sua vez, não é atraente devido à pequena área de drenagem.

Tabela 17 - Dados dos Aproveitamentos do Rio Paulo.

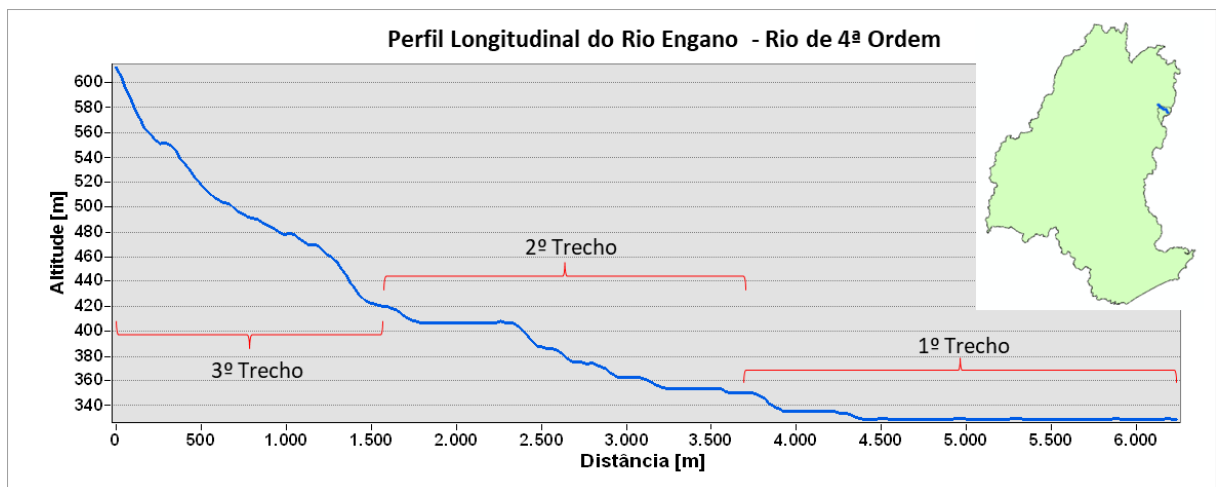
Trechos	Aproveitamentos	Area (km <sup>2</sup> )	Comprimento do Rio (km)	Diferença de Nível		Arranjo Preliminar	Queda Bruta (m)	Queda Líquida (m)
				NA normal jusante (m)	NA máximo montante (m)			
1º Trecho	1º Aproveitamento	48,75	12,04	309	364,5	Canal de adução	55,5	52,7
	2º Aproveitamento	48,21	11,37	367	409,5	Canal de adução	42,5	40,4
2º Trecho	3º Aproveitamento	46,73	10,20	426	452,5	Canal de adução	26,5	25,2
	4º Aproveitamento	23,66	8,56	492	557,5	Canal de adução	65,5	62,2
3º Trecho	5º Aproveitamento	23,12	7,88	555	603,5	Canal de adução	48,5	46,1
	6º Aproveitamento	20,56	6,30	605	679,5	Canal de adução	74,5	70,8
	7º Aproveitamento	5,15	3,62	716	756,5	Canal de adução	40,5	38,5
4º Trecho	S.A.C							

S.A.C. - Sem Aproveitamento Considerado

Fonte: Elaborado pela autora.

O Rio Engano (Figura 23), apesar de ser um rio pequeno, com pouco mais de 6 km de extensão e apresentar perfil com uma considerável porção em região plana, a presença de poucas quedas foram as responsáveis pela atratividade desse rio nesse estudo. Com isso, o rio foi dividido em três segmentos distintos para análise de suas características e usos potenciais.

Figura 23 - Perfil Longitudinal do Rio Engano.



Fonte: Elaborado pela autora.

O primeiro trecho, referente a porção entre as cotas 329 m (6,2 km) e 350 m (3,7 km), apesar de ser quase todo de planície, apresenta em sua porção final uma queda considerável que foi considerada como o primeiro aproveitamento analisado no Rio Engano. No segundo trecho, que se estende pelas cotas de 350 m e 420 m (1,6 km), encontra-se algumas quedas discretas e áreas específicas para a construção de barragens, permitindo também a visão de um possível aproveitamento (Tabela 18). O terceiro trecho, por outro lado, não apresenta atratividade devido à sua reduzida área de drenagem.

Tabela 18- Dados dos Aproveitamentos do Rio Engano.

Trechos	Aproveitamentos	Area (km²)	Comprimento do Rio (km)	Diferença de Nível		Arranjo Preliminar	Queda Bruta (m)	Queda Líquida (m)
				NA normal jusante (m)	NA máximo montante (m)			
1º Trecho	1º Aproveitamento	6,79	3,58	335	351,5	Canal de adução	16,5	15,7
2º Trecho	2º Aproveitamento	4,50	2,32	374	408,5	Canal de adução	34,5	32,8
3º Trecho	S.A.C	S.A.C						

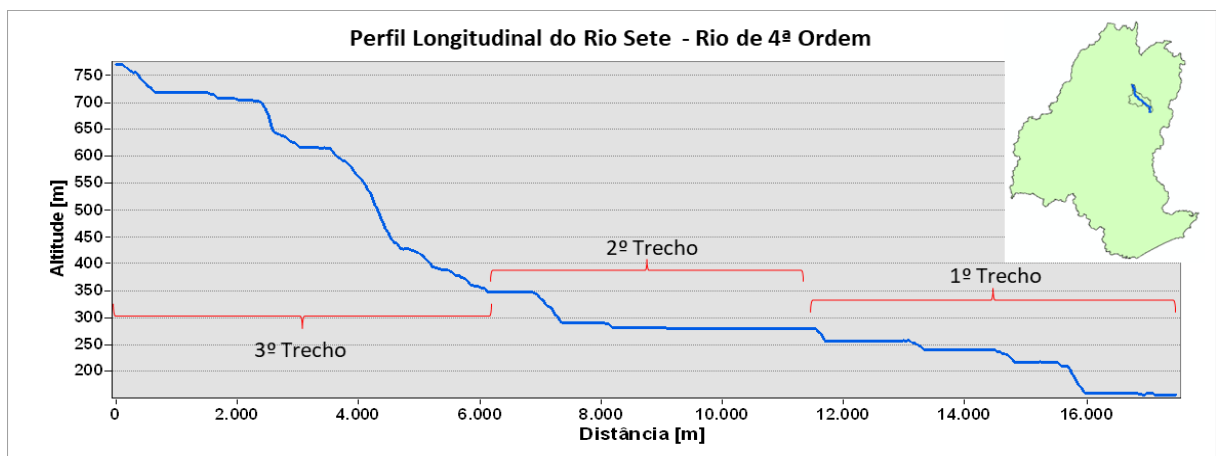
S.A.C. - Sem Aproveitamento Considerado

Fonte: Elaborado pela autora.

O Rio Sete (Figura 24), apresenta um perfil com várias quedas visíveis, e a fim de melhor avaliar seus recursos e potenciais de uso, foi dividido em três trechos. No início do Rio Engano, na porção entre as cotas 157 m (17,5 km) e 280 m (9,1 km) está o primeiro trecho, que apesar da declividade não muito elevada apresenta quedas significativas, possibilitando o estudo de quatro aproveitamentos.

No segundo trecho, que abrange a faixa entre as cotas 280 m e 350 m (1,6 km), encontrou-se uma queda e local adequado para a construção de barramento em sua porção final, proporcionando a possibilidade de um aproveitamento. O terceiro e último trecho desse rio, apesar da alta queda presente, não possui atratividade devido à sua pequena área de drenagem (Tabela 19).

Figura 24 - Perfil Longitudinal do Rio Sete.



Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 19 - Dados dos Aproveitamentos do Rio Sete.

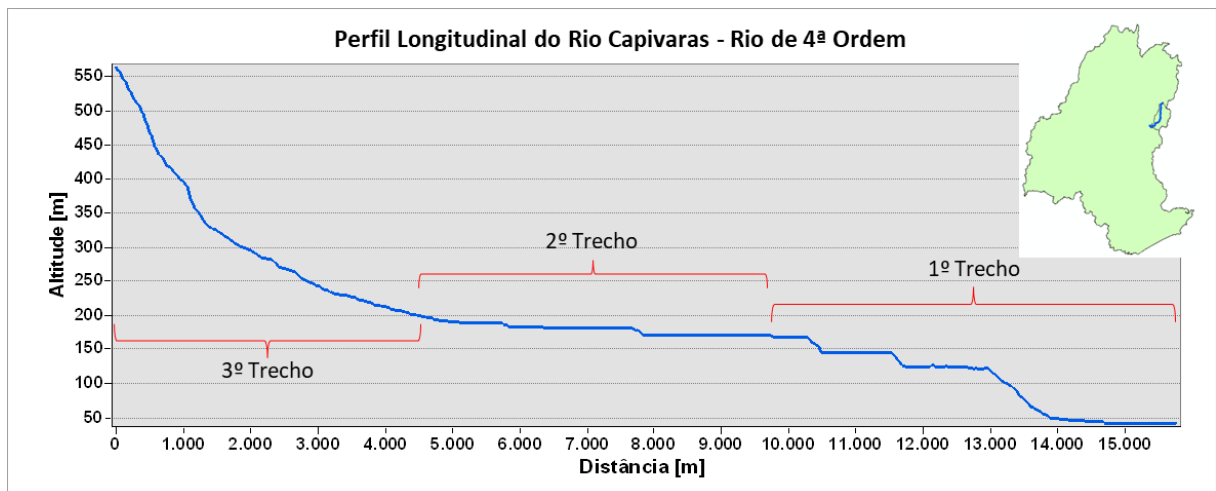
Trechos	Aproveitamentos	Area (km²)	Comprimento do Rio (km)	Diferença de Nível		Arranjo Preliminar	Queda Bruta (m)	Queda Líquida (m)
				NA normal jusante (m)	NA máximo montante (m)			
1º Trecho	1º Aproveitamento	48,44	15,50	159	217,5	Canal de adução	58,5	55,6
	2º Aproveitamento	44,28	14,46	216	241,5	Canal de adução	25,5	24,2
	3º Aproveitamento	42,38	13,10	240	258,5	Canal de adução	18,5	17,6
	4º Aproveitamento	36,87	11,52	256	281,5	Canal de adução	25,5	24,2
2º Trecho	5º Aproveitamento	11,44	6,82	291	348,5	Canal de adução	57,5	54,6
3º Trecho	S.A.C						S.A.C	

S.A.C. - Sem Aproveitamento Considerado

Fonte: Elaborado pela autora.

O Rio Capivaras, é um afluente do Rio Capivari que apresenta um perfil com poucas quedas, mas com potencial de aproveitamento. Deste modo, o rio foi segmentado em três trechos distintos para a avaliação de suas características e possibilidades de utilização (Figura 25).

Figura 25 - Perfil Longitudinal do Rio Capivaras.



Fonte: Elaborado pela autora.

O primeiro trecho, estende-se entre as cotas 42 m (15,8 km) e 170 m (9,7 km) e, como observado na Figura 25, abrange as únicas quedas naturais atrativas para análise no Rio Capivaras. Assim, as três quedas existentes neste trecho possibilitaram a análise de três aproveitamentos. Já o segundo e o terceiro trecho não apresentaram



locais possíveis de aproveitamento. A Tabela 20 oferece uma análise detalhada dos aproveitamentos considerados para o Rio Capivaras.

Tabela 20 - Dados dos Aproveitamentos do Rio Capivaras.

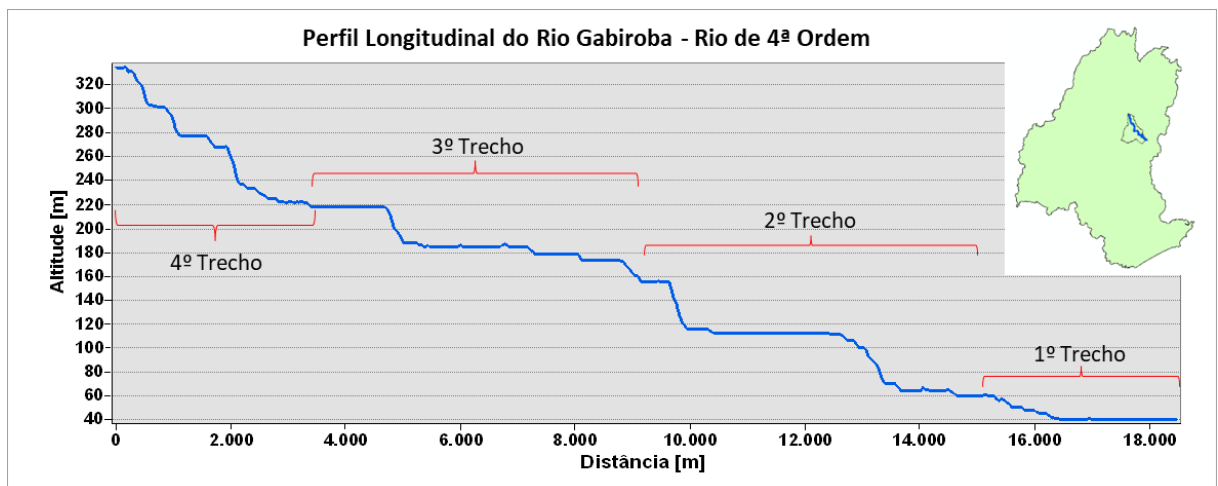
Trechos	Aproveitamentos	Area (km <sup>2</sup> )	Comprimento do Rio (km)	Diferença de Nivel		Arranjo Preliminar	Queda Bruta (m)	Queda Líquida (m)
				NA normal jusante (m)	NA máximo montante (m)			
1º Trecho	1º Aproveitamento	62,52	12,94	50	122,5	Canal de adução	72,5	68,9
	2º Aproveitamento	60,37	11,48	125	146,5	Canal de adução	21,5	20,4
	3º Aproveitamento	55,02	10,22	145	169,5	Canal de adução	24,5	23,3
2º Trecho	S.A.C							
3º Trecho	S.A.C							

S.A.C. - Sem Aproveitamento Considerado

Fonte: Elaborado pela autora.

O Rio Gabiroba, também afluente do Rio Capivari, possui perfil com quedas naturais bastante atrativas para esse estudo. Desta forma, foram delimitados quatro trechos no seu perfil para análise de possíveis aproveitamentos (Figura 26).

Figura 26 - Perfil Longitudinal do Rio Gabiroba.



Fonte: Elaborado pela autora.

A porção inicial do rio, onde está inserido o primeiro trecho não apresentou possibilidade de aproveitamento. Já o segundo trecho, entre as cotas 60 m (15,3 km) e 160 m (9,1 km), apresentou nas duas quedas de maior potencial, dois locais favoráveis de aproveitamento. Assim como o terceiro trecho, entre as cotas 160 m e

220 m (3,3 km) que também apresentou em sua queda mais atrativa a possibilidade de um aproveitamento. O quarto trecho não apresentou atratividade para análise. Os possíveis aproveitamentos analisados para o Rio Gabiroba estão descritos na Tabela 21.

Tabela 21 - Dados dos Aproveitamentos do Rio Gabiroba.

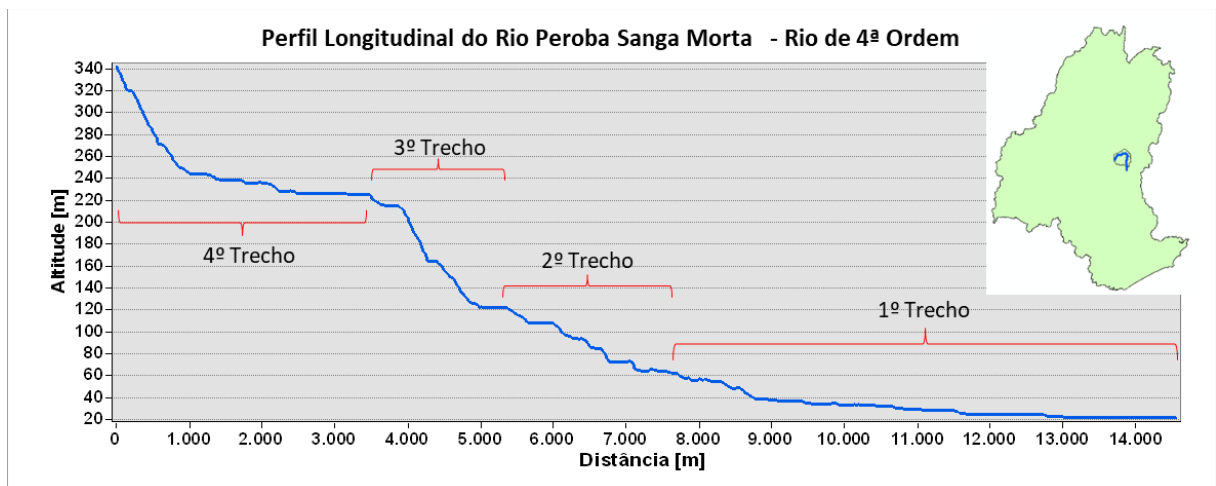
Trechos	Aproveitamentos	Area (km <sup>2</sup> )	Comprimento do Rio (km)	Diferença de Nível		Arranjo Preliminar	Queda Bruta (m)	Queda Líquida (m)
				NA normal jusante (m)	NA máximo montante (m)			
1º Trecho	S.A.C							
2º Trecho	1º Aproveitamento	54,51	12,63	70	112,5	Canal de adução	42,5	40,4
	2º Aproveitamento	48,09	9,54	116	157,5	Canal de adução	41,5	39,4
3º Trecho	3º Aproveitamento	11,09	4,60	188	219,5	Canal de adução	31,5	29,9
4º Trecho	S.A.C							

S.A.C. - Sem Aproveitamento Considerado

Fonte: Elaborado pela autora.

O Rio Peroba Sanga Morta apresenta um perfil com diversas quedas perceptíveis, e para uma análise mais abrangente de seus recursos e possíveis aplicações, foi segmentado em quatro trechos (Figura 27).

Figura 27 - Perfil Longitudinal do Rio Peroba Sanga Morta.



Fonte: Elaborado pela autora.

O primeiro trecho do Rio Peroba Sanga Morta não ofereceu oportunidades de aproveitamento. Por outro lado, o segundo trecho, situado entre as cotas de 60 m (7,74 km) e 120 m (5,4 km), revelou um local propício para aproveitamento na porção

final da seção. Da mesma forma, o terceiro trecho, compreendido entre as cotas de 120 m e 220 m (3,5 km), também mostrou a possibilidade de avaliação em dois locais propícios para aproveitamento, com quedas naturais bastante atrativas (Tabela 22). Já o quarto trecho não apresentou atratividade para análise.

Tabela 22 - Dados dos Aproveitamentos do Rio Peroba Sanga Morta.

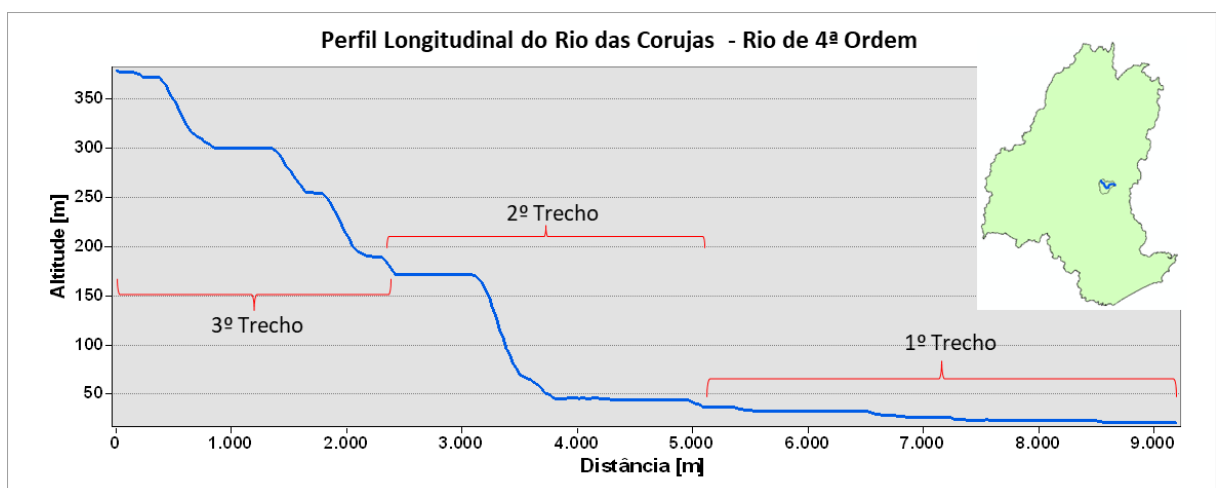
Trechos	Aproveitamentos	Area (km <sup>2</sup> )	Comprimento do Rio (km)	Diferença de Nivel		Arranjo Preliminar	Queda Bruta (m)	Queda Líquida (m)
				NA normal jusante (m)	NA máximo montante (m)			
1º Trecho	S.A.C							
2º Trecho	2º Aproveitamento	14,65	5,94	72	109,5	Canal de adução	37,5	35,6
3º Trecho	3º Aproveitamento	10,27	4,39	121	165,5	Canal de adução	44,5	42,3
	4º Aproveitamento	7,24	3,66	164	216,5	Canal de adução	52,5	49,9
4º Trecho	S.A.C							

S.A.C. - Sem Aproveitamento Considerado

Fonte: Elaborado pela autora.

O Rio das Corujas (Figura 28) apresenta um perfil bastante atrativo, pois apresenta uma queda natural concentrada bastante alta em sua porção central. Seu perfil dividido em três trechos, apresentou como único aproveitamento considerável, uma queda bruta de 127 m, em seu segundo trecho, delimitado pelas cotas 40 m (5,05 km) e 190 m (2,27 km), conforme Tabela 23.

Figura 28 - Perfil Longitudinal do Rio das Corujas.



Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 23 - Dados dos Aproveitamentos do Rio das Corujas - Rio de 4ª Ordem.

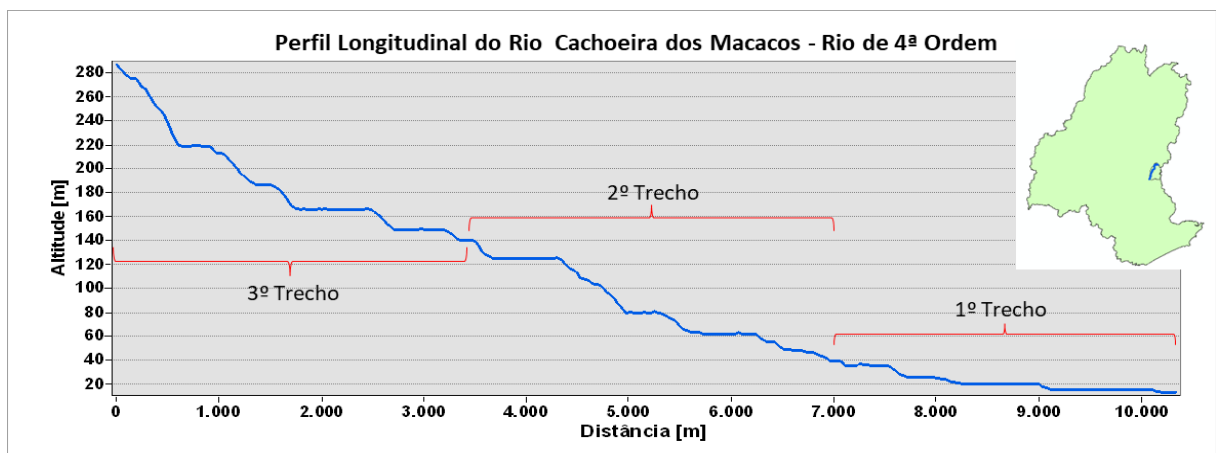
Trechos	Aproveitamentos	Area (km²)	Comprimento do Rio (km)	Diferença de Nível		Arranjo Preliminar	Queda Bruta (m)	Queda Líquida (m)
				NA normal jusante (m)	NA máximo montante (m)			
1º Trecho	S.A.C							
2º Trecho	1º Aproveitamento	6,56	3,07	46	172,5	Canal de adução	126,5	120,2
3º Trecho	S.A.C							

S.A.C. - Sem Aproveitamento Considerado

Fonte: Elaborado pela autora.

O Rio Cachoeira dos Macacos, mostrado na Figura 29, foi separado em três trechos com presença de quedas naturais em todos eles, no entanto, apenas dois trechos apresentaram possibilidade de aproveitamento.

Figura 29 - Perfil Longitudinal do Rio Cachoeira dos Macacos.



Fonte: Elaborado pela autora.

O primeiro trecho, definido pelas cotas 13 m (10,34 km) e 40 m (6,95 km), apresentou uma possibilidade de aproveitamento, com uma queda bruta de 11,5 metros. O segundo trecho, contendo o segmento do rio entre as cotas 40 m e 140 m (3,48 km), mostrou possibilidade de dois aproveitamentos, descritos na Tabela 24.

Tabela 24 - Dados dos Aproveitamentos do Rio Cachoeira dos Macacos - Rio de 4ª Ordem.

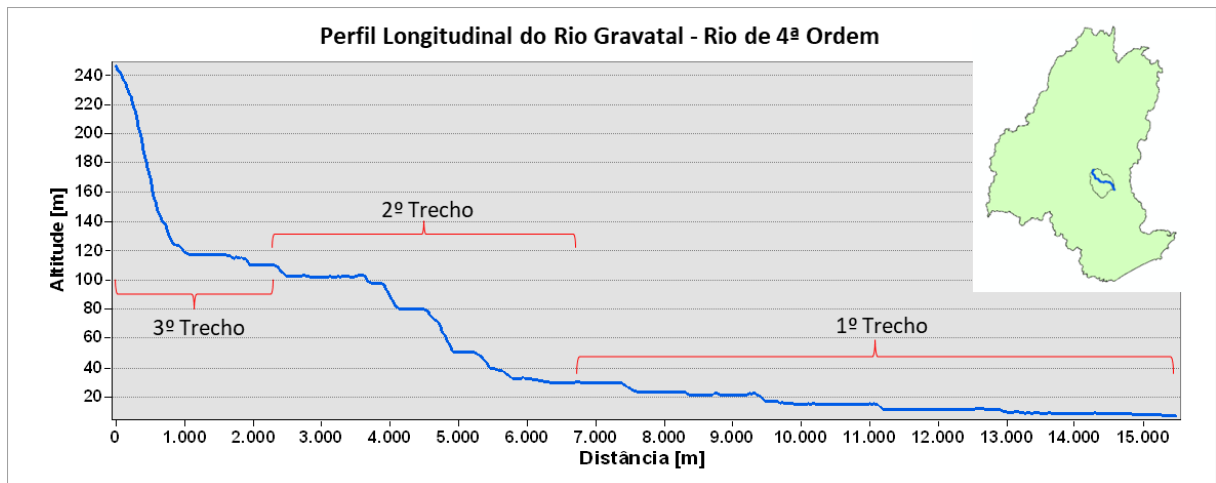
Trechos	Aproveitamentos	Area (km²)	Comprimento do Rio (km)	Diferença de Nível		Arranjo Preliminar	Queda Bruta (m)	Queda Líquida (m)
				NA normal jusante (m)	NA máximo montante (m)			
1º Trecho	1º Aproveitamento	16,80	7,52	26	37,5	Canal de adução	11,50	10,9
2º Trecho	2º Aproveitamento	13,16	5,29	63	81,5	Canal de adução	18,50	17,6
	3º Aproveitamento	10,04	4,30	80	126,5	Canal de adução	46,50	44,2
3º Trecho	S.A.C							

S.A.C. - Sem Aproveitamento Considerado

Fonte: Elaborado pela autora.

O Rio Gravatal (Figura 30), dividido em três trechos, apresentou três possibilidades de aproveitamento em apenas um dos trechos. Único trecho com possibilidade de aproveitamento, o segundo trecho, demarcado pelas cotas 30 m (6,85 m) e 110 m (2,31 km), apresentou três possibilidades de aproveitamento com quedas de 18,5 e 30,5 metros, conforme mostra a Tabela 25.

Figura 30 - Perfil Longitudinal do Rio Gravatal.



Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 25 - Dados dos Aproveitamentos do Rio Gravatal.

Trechos	Aproveitamentos	Area (km²)	Comprimento do Rio (km)	Diferença de Nível		Arranjo Preliminar	Queda Bruta (m)	Queda Líquida (m)
				NA normal jusante (m)	NA máximo montante (m)			
1º Trecho	S.A.C							
2º Trecho	1º Aproveitamento	17,93	5,19	34	52,5	Canal de adução	18,5	17,6
	2º Aproveitamento	11,44	4,48	51	81,5	Canal de adução	30,5	29,0
	3º Aproveitamento	9,26	3,76	80	98,5	Canal de adução	18,5	17,6
3º Trecho	S.A.C							

S.A.C. - Sem Aproveitamento Considerado

Fonte: Elaborado pela autora.

Quatro rios de 4ª Ordem analisados não apresentaram locais para possíveis aproveitamentos, devido a inexistência de locais barráveis ou por já possuírem empreendimentos de aproveitamento hidrelétrico. São eles: Rio Palmeiras, Rio Caruru, Rio do Salto e Rio Jaguaruna.

O Rio Palmeiras já possui instalado nos únicos pontos de quedas, dois empreendimentos do tipo CGH, de nome Rio Palmeiras I e Rio Palmeiras II, que possuem potência instalada de 1500 e 1250 kW, e ambas pertencem a um único proprietário. Além disso, o Rio Palmeiras possui parte de sua extensão em uma área de baixa declividade fazendo com que qualquer aproveitamento gerasse uma área de inundação muito grande, o que não é viável, pois essa é uma zona predominantemente urbanizada e tende a sofrer com o acúmulo de chuva por ser uma região de planície.

O mesmo caso ocorre com o Rio do Salto, onde os únicos locais possíveis de aproveitamento já possuem empreendimento instalados, e grande parte da sua extensão está inserida em uma região de planície. Os empreendimentos do tipo CGH, apresentam potências instaladas de 40,48 kW, 360 kW e 850 kW, onde as duas primeiras são utilizadas para abastecimento de empresas privadas próximas e a última e de maior potência pertence a uma empresa comercializadora de energia (ANEEL, 2023).

Os Rios Caruru e Jaguaruna, não apresentaram potenciais aproveitamentos devido à baixa declividade, pois parte dos rios se encontram em área de planície e massa urbana, podendo causar problemas de inundações a comunidade. O Rio

Jaguaruna já possui grande potencial de inundações por estar na região mais baixa da BHRT, próximo a sua foz.

#### 4.3 POTENCIAIS E ARRANJOS ESTIMADOS

Identificados todos os aproveitamentos possíveis para os rios de 4<sup>a</sup>, 5<sup>a</sup> e 6<sup>a</sup> ordem da BHRT, calculou-se as vazões regionalizadas Q50%, Q95% e Q98%, para cada aproveitamento, as quais estão apresentadas no Apêndice B.

A vazão de referência para Santa Catarina é de 98% de permanência no tempo, Q98%. Portanto, foi considerado como resultado da potência instalada, apenas os valores calculados a partir da vazão de referência diária, as quais serão apresentadas para cada rio com aproveitamento. A utilização dos valores de vazões diárias é devido a precisão dos resultados, pois vazões mensais tendem a ser superestimadas.

Os arranjos definidos para os aproveitamentos levaram em consideração a existência de declividades naturais ao longo do curso do rio, a existência de locais favoráveis a instalação do barramento, e também a área de inundação que preferencialmente deva ser mínima. Com isso, foi utilizado o arranjo com derivação, do tipo túnel/canal de adução, de modo que os aproveitamentos analisados apresentaram condições para utilização desse tipo de arranjo. Desse modo, com os resultados das vazões e as quedas líquidas encontradas, foram calculados então a energia estimada dos aproveitamentos, apresentadas no Apêndice C e as potências instaladas para todas as vazões de permanência estimadas nos aproveitamentos. Os resultados dessas potências estão apresentados no Apêndice D.

O Rio Capivari, único rio de 6<sup>a</sup> ordem desse estudo, apresentou em todos os seus 7 aproveitamentos considerados, potenciais de minigeração hidrelétrica. No entanto, os melhores potenciais encontrados estão nos aproveitamentos 3, 2, e 1, com potências instaladas de 2274 kW no terceiro aproveitamento analisado, onde a queda líquida considerada foi de 53,7 metros, 1119 kW no segundo aproveitamento com queda líquida aproveitável de 25,2 m, e de 938 kW, no primeiro aproveitamento onde a queda utilizada é de 20,4 m (Tabela 26). Esses resultados mostram grande atratividade para aproveitamento por Centrais Geradoras Hidrelétricas. Os demais

aproveitamentos, apesar de potenciais menores, são atraentes do ponto de visto energético. A Figura 31, ilustra a posição dos aproveitamentos no rio.

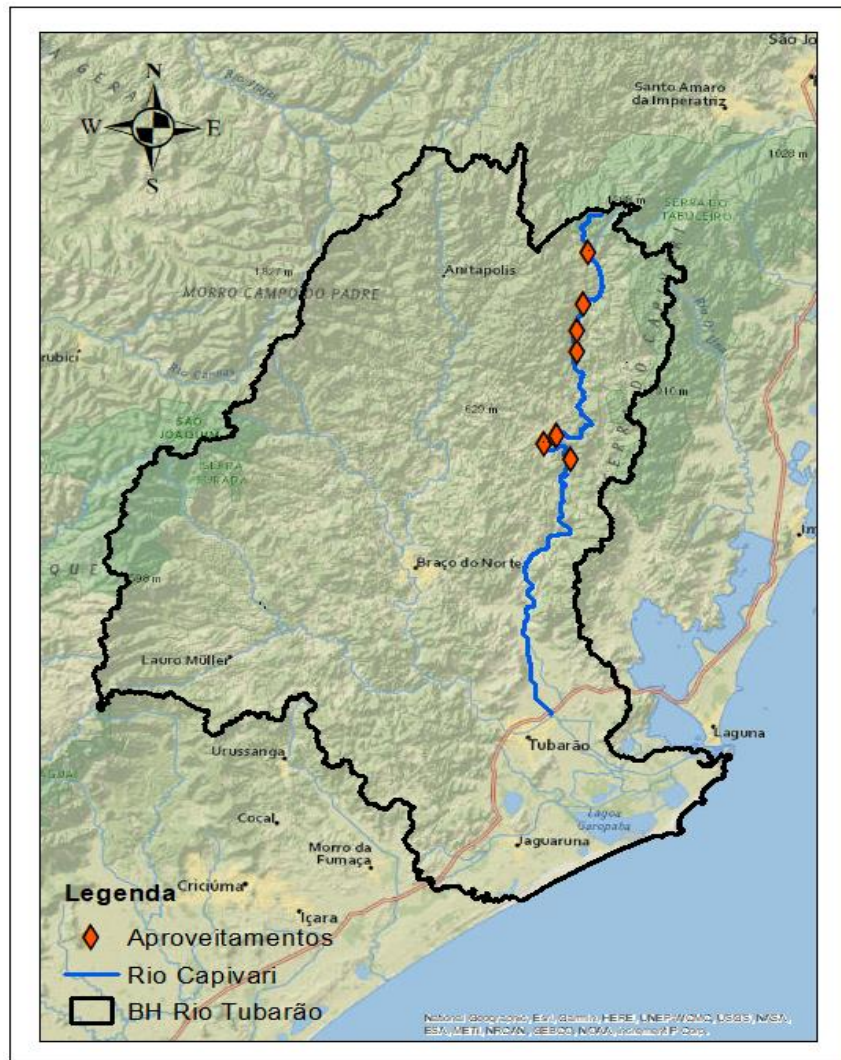
Tabela 26 - Resultados encontrados para os rios de 6ª Ordem.

<b>RIOS DE 6ª ORDEM</b>					
<i>Rio Capivari</i>	<i>Arranjo Preliminar</i>	<i>Q98% Diária (m³/s)</i>	<i>Queda Líquida (m)</i>	<i>Potência Instalada (kW)</i>	<i>Classificação das Centrais</i>
1º Aproveitamento	Canal de adução	3,030	20,4	938	Minigeração
2º Aproveitamento	Canal de adução	2,931	25,2	1119	Minigeração
3º Aproveitamento	Canal de adução	2,795	53,7	2274	Minigeração
4º Aproveitamento	Canal de adução	1,281	21,4	415	Minigeração
5º Aproveitamento	Canal de adução	0,988	34,7	519	Minigeração
6º Aproveitamento	Canal de adução	0,892	46,1	623	Minigeração
7º Aproveitamento	Canal de adução	0,219	35,6	118	Minigeração

Fonte: Elaborado pela autora.



Figura 31 - Mapa dos aproveitamentos analisados nos rios de 6ª ordem.



Fonte: Elaborado pela autora.

Os Rios Laranjeira e do Ponche, rios de 5ª ordem, apresentaram nos aproveitamentos analisados, potencial para minigeração. Os potenciais mais atrativos, estão nos aproveitamentos 1 e 5 do Rio Laranjeiras, onde a vazão de 1,71 m³/s e a queda líquida de 25,2 m, geraram para o 1º aproveitamento, uma potência instalada de 655 kW. Enquanto o 5º aproveitamento com vazão de 0,67 m³/s e queda líquida de 56,7 m, obteve uma potência instalada de 536 kW (Tabela 27). Nota-se que a vazão no 5º aproveitamento é de menos da metade da vazão registrada no 1º aproveitamento, no entanto, a potência encontrada para os dois aproveitamentos possui valor bastante próximo quando comparados aos demais aproveitamentos. Isso é devido a compensação da vazão pela altura da queda do 5º aproveitamento que é

o dobro do valor da queda no 1º aproveitamento. Percebe-se que aproveitamentos com baixas quedas e que apresentem boas vazões, são também potencialmente atraentes para geração hidrelétrica.

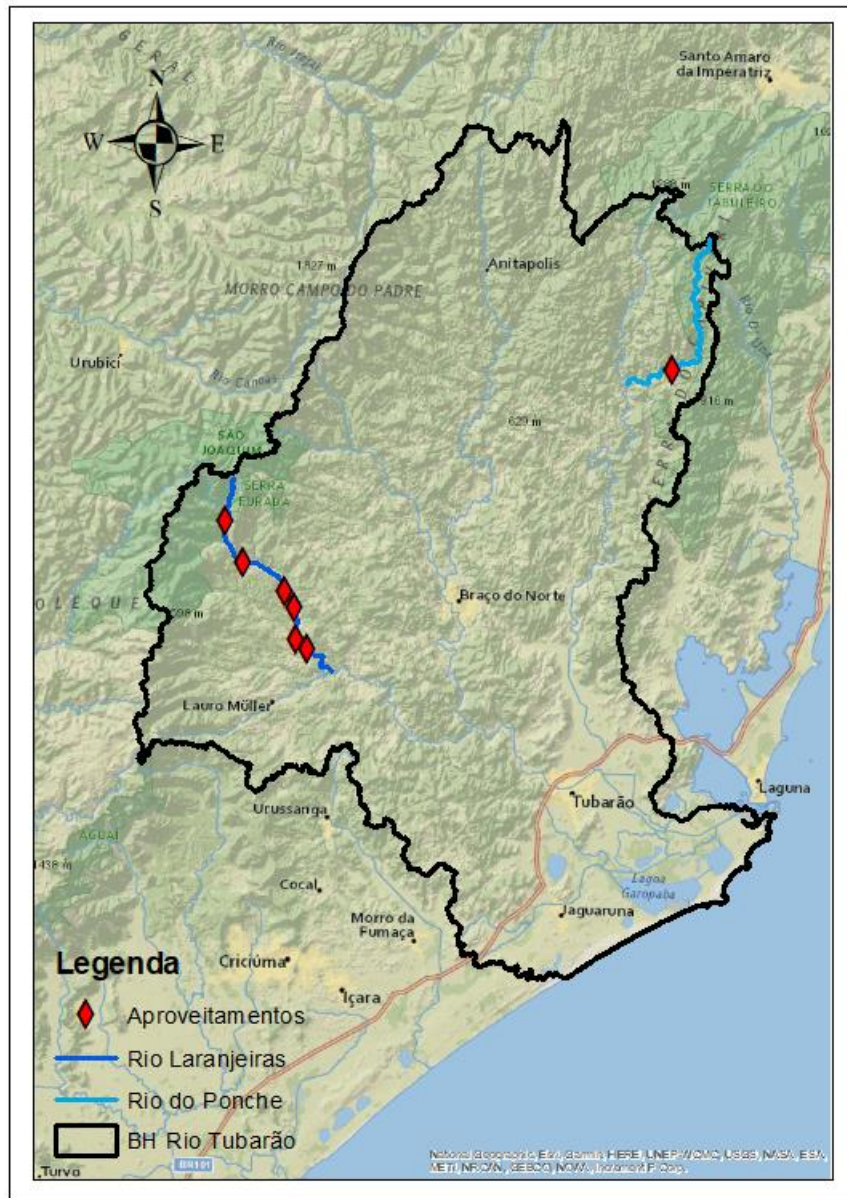
O Rio do Ponche, apresentou, entre os rios de 5ª ordem, o menor potencial de geração, com apenas 104 kW de potência a ser instalada. Localizado entre dois outros empreendimentos com capacidade instalada maior, torna ele um investimento pouco atrativo devido ao baixo retorno e alta complexidade para lidar com os tramites ambientais por estar entre a zona de remanso e o canal de fuga de outros empreendimentos. A Tabela 31, apresenta os resultados encontrados para os Rios Laranjeiras e do Ponche, e a Figura 32, mostra os locais dos aproveitamentos.

Tabela 27 - Resultados encontrados para os rios de 5ª Ordem.

<b>RIOS DE 5ª ORDEM</b>					
<i>Rio Laranjeiras</i>	<i>Arranjo Preliminar</i>	<i>Q98% Diária (m³/s)</i>	<i>Queda Líquida (m)</i>	<i>Potência Instalada (kW)</i>	<i>Classificação das Centrais</i>
1º Aproveitamento	Canal de adução	1,717	25,2	655	Minigeração
2º Aproveitamento	Canal de adução	1,697	9,2	237	Minigeração
3º Aproveitamento	Canal de adução	1,075	11,2	182	Minigeração
4º Aproveitamento	Canal de adução	1,047	16,0	254	Minigeração
5º Aproveitamento	Canal de adução	0,670	52,7	536	Minigeração
6º Aproveitamento	Canal de adução	0,222	56,5	190	Minigeração
<i>Rio do Ponche</i>	<i>Arranjo Preliminar</i>	<i>Q98% Diária (m³/s)</i>	<i>Queda Líquida (m)</i>	<i>Potência Instalada (kW)</i>	<i>Classificação das Centrais</i>
1º Aproveitamento	Canal de adução	0,437	15,7	104	Minigeração

Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 32 - Mapa dos aproveitamentos analisados nos rios de 5ª ordem.



Fonte: Elaborado pela autora.

Os rios de 4ª ordem analisados, apresentaram potência tanto para mini quanto microgeração. Dos 83 aproveitamentos analisados, 42 deles apresentaram potencial para minigeração e 41 apresentaram potência suficiente apenas para aproveitamento em microgeração (Tabela 28). O rio que mostrou o melhor potencial de aproveitamento foi o Rio do Meio, onde o seu 1º aproveitamento analisado, considerando uma queda líquida de 36,6 metros, produziu uma potência de 465 kW. Resultado esse, menor que a maioria dos resultados encontrados no rio de 6ª ordem.

Os demais aproveitamentos do Rio do Meio, apresentaram a potências entre 101 kW e 267 kW, sendo todos enquadrados como potencial para minigeração.

O segundo rio com melhor aproveitamento, foi o Rio Capivaras, em seu 1º aproveitamento, onde a vazão de 0,36 m³/s e a queda líquida de 69 metros, proporcionaram uma potência instalada de 374 kW. Os demais aproveitamentos geraram desde resultados atraentes, como é o caso do 1º aproveitamento do Rio Povoamento, como uma potência 297 kW, até resultados pouco viáveis, que é o caso dos aproveitamentos 3, 4 e 5 do Rio Braço Esquerdo e o 1º aproveitamento do Rio Engano, que apresentaram potências de 9 e 10 kW. Dentro dos aproveitamentos analisados para os rios de 4ª ordem, 28 deles resultaram em potências abaixo de 50 kW. A Tabela 32 resume os resultados para os rios de 4ª ordem, e a Figura 33 mostra os locais dos aproveitamentos analisados.

Tabela 28 - Resultados encontrados para os rios de 4ª Ordem.

<b>RIOS DE 4ª ORDEM</b>					
<i>Rio Povoamento</i>	<i>Arranjo Preliminar</i>	<i>Q98% Diária (m³/s)</i>	<i>Queda Líquida (m)</i>	<i>Potência Instalada (kW)</i>	<i>Classificação das Centrais</i>
1º Aproveitamento	Canal de adução	0,938	22,3	297	Minigeração
2º Aproveitamento	Canal de adução	0,683	19,5	187	Minigeração
3º Aproveitamento	Canal de adução	0,399	21,4	121	Minigeração
4º Aproveitamento	Canal de adução	0,364	29,0	152	Minigeração
5º Aproveitamento	Canal de adução	0,353	46,1	239	Minigeração
6º Aproveitamento	Canal de adução	0,270	34,7	136	Minigeração
7º Aproveitamento	Canal de adução	0,150	63,2	140	Minigeração
<i>Rio do Meio</i>	<i>Arranjo Preliminar</i>	<i>Q98% Diária (m³/s)</i>	<i>Queda Líquida (m)</i>	<i>Potência Instalada (kW)</i>	<i>Classificação das Centrais</i>
1º Aproveitamento	Canal de adução	0,839	36,6	465	Minigeração
2º Aproveitamento	Canal de adução	0,650	17,0	167	Minigeração
3º Aproveitamento	Canal de adução	0,537	32,8	267	Minigeração
4º Aproveitamento	Canal de adução	0,441	15,0	101	Minigeração
5º Aproveitamento	Canal de adução	0,392	29,9	178	Minigeração
<i>Rio dos Bugres</i>	<i>Arranjo Preliminar</i>	<i>Q98% Diária (m³/s)</i>	<i>Queda Líquida (m)</i>	<i>Potência Instalada (kW)</i>	<i>Classificação das Centrais</i>
1º Aproveitamento	Canal de adução	0,551	28,0	234	Minigeração
2º Aproveitamento	Canal de adução	0,470	29,0	207	Minigeração
3º Aproveitamento	Canal de adução	0,288	16,6	73	Microgeração
4º Aproveitamento	Canal de adução	0,173	24,2	64	Microgeração
5º Aproveitamento	Canal de adução	0,156	27,1	64	Microgeração
6º Aproveitamento	Canal de adução	0,118	21,4	38	Microgeração

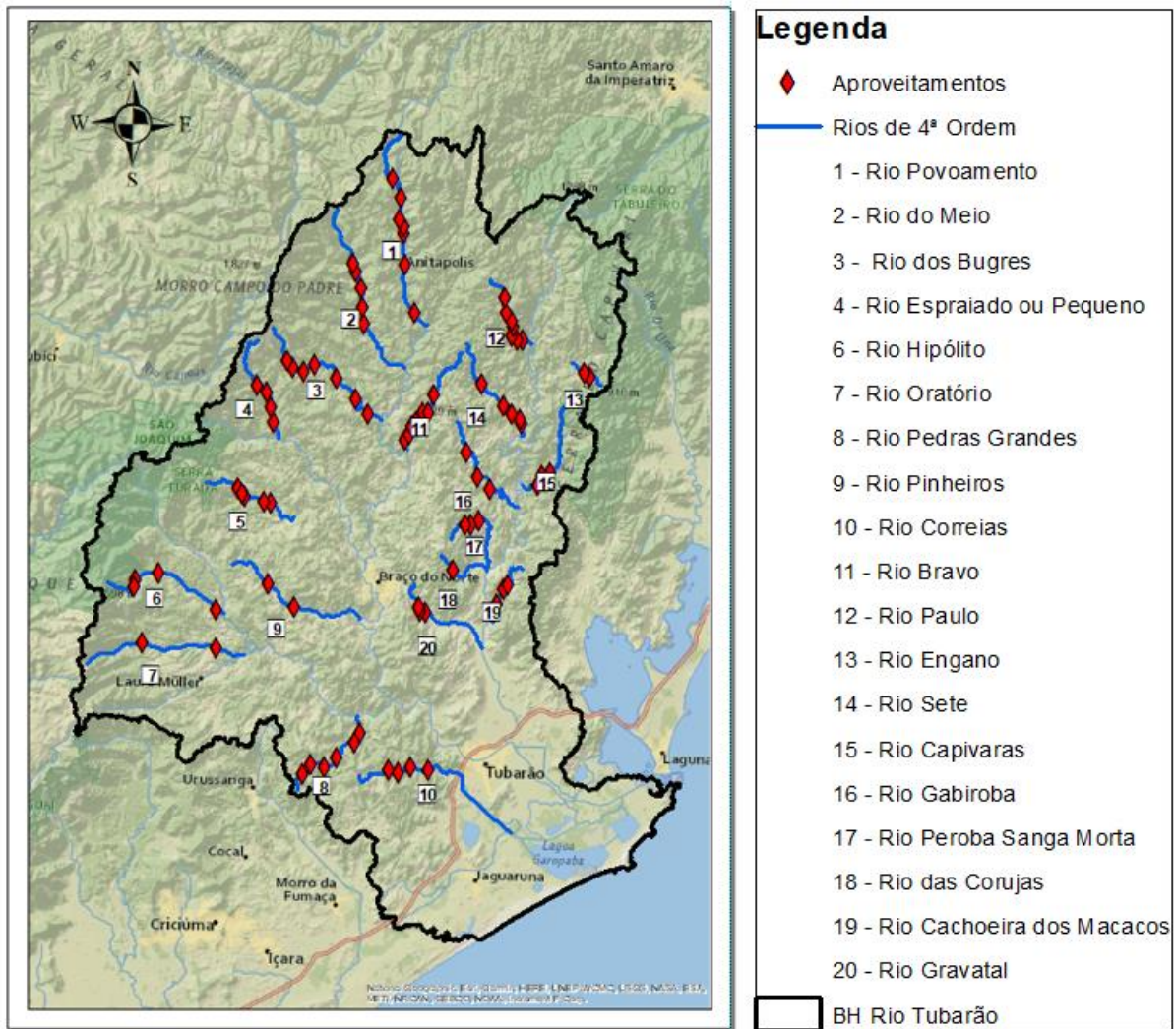
7º Aproveitamento	Canal de adução	0,059	31,8	28	Microgeração
<i>Rio Espreado ou Pequeno</i>	<i>Arranjo Preliminar</i>	<i>Q98% Diária (m³/s)</i>	<i>Queda Líquida (m)</i>	<i>Potência Instalada (kW)</i>	<i>Classificação das Centrais</i>
1º Aproveitamento	Canal de adução	0,278	17,1	72	Microgeração
2º Aproveitamento	Canal de adução	0,261	18,1	71	Microgeração
3º Aproveitamento	Canal de adução	0,175	32,3	86	Minigeração
4º Aproveitamento	Canal de adução	0,140	14,3	30	Microgeração
<i>Rio Braço Esquerdo</i>	<i>Arranjo Preliminar</i>	<i>Q98% Diária (m³/s)</i>	<i>Queda Líquida (m)</i>	<i>Potência Instalada (kW)</i>	<i>Classificação das Centrais</i>
1º Aproveitamento	Canal de adução	0,159	23,3	56	Microgeração
2º Aproveitamento	Canal de adução	0,156	15,0	36	Microgeração
3º Aproveitamento	Canal de adução	0,049	13,1	10	Microgeração
4º Aproveitamento	Canal de adução	0,041	15,0	9	Microgeração
5º Aproveitamento	Canal de adução	0,032	18,5	9	Microgeração
<i>Rio Hipólito</i>	<i>Arranjo Preliminar</i>	<i>Q98% Diária (m³/s)</i>	<i>Queda Líquida (m)</i>	<i>Potência Instalada (kW)</i>	<i>Classificação das Centrais</i>
1º Aproveitamento	Canal de adução	0,513	18,5	144	Minigeração
2º Aproveitamento	Canal de adução	0,215	45,1	147	Minigeração
3º Aproveitamento	Canal de adução	0,090	24,2	33	Microgeração
4º Aproveitamento	Canal de adução	0,077	36,6	43	Microgeração
<i>Rio Oratório</i>	<i>Arranjo Preliminar</i>	<i>Q98% Diária (m³/s)</i>	<i>Queda Líquida (m)</i>	<i>Potência Instalada (kW)</i>	<i>Classificação das Centrais</i>
1º Aproveitamento	Canal de adução	0,604	19,9	182	Minigeração
2º Aproveitamento	Canal de adução	0,125	14,1	27	Microgeração
<i>Rio Pedras Grandes</i>	<i>Arranjo Preliminar</i>	<i>Q98% Diária (m³/s)</i>	<i>Queda Líquida (m)</i>	<i>Potência Instalada (kW)</i>	<i>Classificação das Centrais</i>
1º Aproveitamento	Canal de adução	0,462	23,3	163	Minigeração
2º Aproveitamento	Canal de adução	0,363	35,6	196	Minigeração
3º Aproveitamento	Canal de adução	0,251	38,5	147	Minigeração
4º Aproveitamento	Canal de adução	0,168	11,9	30	Microgeração
5º Aproveitamento	Canal de adução	0,081	23,3	28	Microgeração
6º Aproveitamento	Canal de adução	0,035	41,3	22	Microgeração
<i>Rio Pinheiros</i>	<i>Arranjo Preliminar</i>	<i>Q98% Diária (m³/s)</i>	<i>Queda Líquida (m)</i>	<i>Potência Instalada (kW)</i>	<i>Classificação das Centrais</i>
1º Aproveitamento	Canal de adução	0,289	106,0	210	Minigeração
2º Aproveitamento	Canal de adução	0,172	209,0	63	Microgeração
<i>Rio Correias</i>	<i>Arranjo Preliminar</i>	<i>Q98% Diária (m³/s)</i>	<i>Queda Líquida (m)</i>	<i>Potência Instalada (kW)</i>	<i>Classificação das Centrais</i>
1º Aproveitamento	Canal de adução	0,181	42,8	118	Minigeração
2º Aproveitamento	Canal de adução	0,124	47,5	90	Minigeração
3º Aproveitamento	Canal de adução	0,092	33,3	46	Microgeração
4º Aproveitamento	Canal de adução	0,066	47,5	47	Microgeração
<i>Rio Bravo</i>	<i>Arranjo Preliminar</i>	<i>Q98% Diária (m³/s)</i>	<i>Queda Líquida (m)</i>	<i>Potência Instalada (kW)</i>	<i>Classificação das Centrais</i>

1º Aproveitamento	Canal de adução	0,292	26,1	116	Minigeração
2º Aproveitamento	Canal de adução	0,284	15,7	67	Microgeração
3º Aproveitamento	Canal de adução	0,244	19,5	72	Microgeração
4º Aproveitamento	Canal de adução	0,232	19,5	69	Microgeração
5º Aproveitamento	Canal de adução	0,216	31,8	104	Minigeração
6º Aproveitamento	Canal de adução	0,192	44,2	129	Minigeração
7º Aproveitamento	Canal de adução	0,129	40,4	79	Minigeração
<i>Rio Paulo</i>	<i>Arranjo Preliminar</i>	<i>Q98% Diária (m³/s)</i>	<i>Queda Líquida (m)</i>	<i>Potência Instalada (kW)</i>	<i>Classificação das Centrais</i>
1º Aproveitamento	Canal de adução	0,280	52,7	224	Minigeração
2º Aproveitamento	Canal de adução	0,277	40,4	170	Minigeração
3º Aproveitamento	Canal de adução	0,269	25,2	103	Minigeração
4º Aproveitamento	Canal de adução	0,137	62,2	129	Minigeração
5º Aproveitamento	Canal de adução	0,134	46,1	94	Minigeração
6º Aproveitamento	Canal de adução	0,119	70,8	128	Minigeração
7º Aproveitamento	Canal de adução	0,030	38,5	18	Microgeração
<i>Rio Engano</i>	<i>Arranjo Preliminar</i>	<i>Q98% Diária (m³/s)</i>	<i>Queda Líquida (m)</i>	<i>Potência Instalada (kW)</i>	<i>Classificação das Centrais</i>
1º Aproveitamento	Canal de adução	0,040	15,7	9	Microgeração
2º Aproveitamento	Canal de adução	0,027	32,8	13	Microgeração
<i>Rio Sete</i>	<i>Arranjo Preliminar</i>	<i>Q98% Diária (m³/s)</i>	<i>Queda Líquida (m)</i>	<i>Potência Instalada (kW)</i>	<i>Classificação das Centrais</i>
1º Aproveitamento	Canal de adução	0,279	55,6	235	Minigeração
2º Aproveitamento	Canal de adução	0,255	24,2	94	Minigeração
3º Aproveitamento	Canal de adução	0,244	17,6	65	Microgeração
4º Aproveitamento	Canal de adução	0,213	24,2	78	Minigeração
5º Aproveitamento	Canal de adução	0,067	54,6	55	Microgeração
<i>Rio Capivaras</i>	<i>Arranjo Preliminar</i>	<i>Q98% Diária (m³/s)</i>	<i>Queda Líquida (m)</i>	<i>Potência Instalada (kW)</i>	<i>Classificação das Centrais</i>
1º Aproveitamento	Canal de adução	0,358	68,9	374	Minigeração
2º Aproveitamento	Canal de adução	0,346	20,4	107	Minigeração
3º Aproveitamento	Canal de adução	0,316	23,3	111	Minigeração
<i>Rio Gabiroba</i>	<i>Arranjo Preliminar</i>	<i>Q98% Diária (m³/s)</i>	<i>Queda Líquida (m)</i>	<i>Potência Instalada (kW)</i>	<i>Classificação das Centrais</i>
1º Aproveitamento	Canal de adução	0,313	40,4	192	Minigeração
2º Aproveitamento	Canal de adução	0,276	39,4	165	Minigeração
3º Aproveitamento	Canal de adução	0,065	29,9	29	Microgeração
<i>Rio Peroba Sanga Morta</i>	<i>Arranjo Preliminar</i>	<i>Q98% Diária (m³/s)</i>	<i>Queda Líquida (m)</i>	<i>Potência Instalada (kW)</i>	<i>Classificação das Centrais</i>
1º Aproveitamento	Canal de adução	0,085	35,6	46	Microgeração
2º Aproveitamento	Canal de adução	0,060	42,3	38	Microgeração
3º Aproveitamento	Canal de adução	0,042	49,9	32	Microgeração
<i>Rio das Corujas</i>	<i>Arranjo Preliminar</i>	<i>Q98% Diária (m³/s)</i>	<i>Queda Líquida (m)</i>	<i>Potência Instalada (kW)</i>	<i>Classificação das Centrais</i>

1º Aproveitamento	Canal de adução	0,039	120,2	70	Microgeração
<i>Rio Cachoeira dos Macacos</i>	<i>Arranjo Preliminar</i>	<i>Q98% Diária (m³/s)</i>	<i>Queda Líquida (m)</i>	<i>Potência Instalada (kW)</i>	<i>Classificação das Centrais</i>
1º Aproveitamento	Canal de adução	0,098	10,9	16	Microgeração
2º Aproveitamento	Canal de adução	0,077	17,6	20	Microgeração
3º Aproveitamento	Canal de adução	0,059	44,2	39	Microgeração
<i>Rio Gravatal</i>	<i>Arranjo Preliminar</i>	<i>Q98% Diária (m³/s)</i>	<i>Queda Líquida (m)</i>	<i>Potência Instalada (kW)</i>	<i>Classificação das Centrais</i>
1º Aproveitamento	Canal de adução	0,104	17,6	28	Microgeração
2º Aproveitamento	Canal de adução	0,067	29,0	29	Microgeração
3º Aproveitamento	Canal de adução	0,054	17,6	14	Microgeração

Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 33 - Mapa dos aproveitamentos analisados nos rios de 4ª ordem.



Fonte: Elaborado pela autora.

As potências encontradas variaram desde 9 a 2200 kW, mostrando a diversidade de potencial hidroenergético da BHRT. Destacaram-se, os três primeiros aproveitamentos no Rio Capivari, que registraram valores de potência acima da média dos empreendimentos do tipo CGH, instalados na mesma bacia de estudo. Ao todo foram analisados 97 aproveitamentos, dos quais 50 mostram capacidade de geração acima de 100 kW de potência, enquanto 7 para geração acima de 500 kW.

Alguns rios não apresentaram potências que justificassem o aproveitamento, como é o caso do Rio Engano, que em seu melhor aproveitamento seria capaz de gerar apenas 13 kW, e dos rios Cachoeira dos Macacos e Gravatá que também não apresentaram potenciais atrativos. O Rio Braço Esquerdo, teve seu melhor resultado no 1º aproveitamento com 56 kW de potência instalada, e capacidade para microgeração.

Ao todo, 56 aproveitamentos registraram capacidade para aproveitamento por Centrais Hidrelétricas de Minigeração (> 75 kW), e 41 aproveitamentos, todos em rios de 4ª ordem, apresentaram potencial apenas para microgeração.



## 5. CONCLUSÃO

O estudo dos rios da BHRT revelou um potencial significativo para a geração de energia hidrelétrica, tanto em termos de minigeração quanto de microgeração. Os resultados abrangem uma ampla gama de potências, demonstrando uma diversidade hidroenergética na região.

Desde pequenas microgerações até projetos de maior escala acima de 1000 kW, os aproveitamentos analisados oferecem oportunidades para diversos perfis de investidores e produtores independentes, para atender às demandas locais e reduzir significativamente os custos de produção para comunidades próximas.

Rios como o Rio do Meio e o Rio Capivaras destacaram-se, entre os rios de 4ª ordem, como pontos chave, apresentando aproveitamentos com potências consideráveis. O Rio Capivari, em particular, demonstra uma consistência notável em seus sete aproveitamentos, com os três primeiros se destacando com potências acima da média para empreendimento desse tipo. Com uma descarga fluvial relativamente grande, o aproveitamento hidroenergético no Rio Capivari, é também uma forma de regular sua vazão, que pode vir a contribuir durante períodos de chuvas intensas, ajudando a controlar o nível do Rio Tubarão, e por consequência, os episódios de inundações sobre as comunidades próximo ao seu estuário.

Dentro das necessidades de se expandir a geração de energia por fontes limpas e renováveis com baixo impacto econômico e ambiental de forma segura, os resultados encontrados neste estudo se mostraram bastante satisfatórios, pois a Bacia Hidrográfica do Rio Tubarão se revela não apenas como um ecossistema rico, mas também como um cenário promissor para o desenvolvimento de Centrais Hidrelétricas de micro e minigeração, que, se implementados com responsabilidade, poderiam desempenhar um papel importante no fornecimento de energia para as comunidades locais.

Recomenda-se para trabalhos futuros, uma avaliação mais criteriosa sobre os locais de aproveitamento, realizando um mapeamento detalhado da infraestrutura existente na região para garantir a integração eficiente dos aproveitamentos propostos. Isso inclui estradas de acesso, linhas de transmissão elétrica e outras instalações permitidas para o desenvolvimento bem-sucedido dos projetos. Realizar análises mais aprofundadas dos impactos socioeconômicos dos projetos, incluindo

benefícios potenciais para o desenvolvimento local, criação de empregos e oportunidades de negócios.

Aconselha-se, também, a realização de estudos ambientais mais aprofundados para avaliar o impacto dos aproveitamentos hidrelétricos propostos na biodiversidade, qualidade da água e ecossistemas locais. Essa análise permitirá uma implementação mais sustentável e em conformidade com as regulamentações ambientais.

Deve-se levar em consideração ainda, que a escolha dos arranjos e a altura do barramento foram consideradas de forma preliminar, de modo que devem ser analisadas com mais critério, conforme a disponibilidade do local e respeitando os critérios socioambientais. Outros parâmetros a serem reavaliados, são as eficiências dos conjuntos turbina-gerador, que devem estar de acordo com o tipo e tamanho do equipamento utilizado, bem como o fator de capacidade desses equipamentos.

## REFERÊNCIAS

ABRAPCH. O que são PCHs e CGHs. Disponível em: <https://abrapch.org.br/2014/03/o-que-sao-pchs-e-cghs/>. Acesso em: 23 out. 2023.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). HidroWeb. Sistemas de informações hidrológicas. Disponível em: <http://www.snirh.gov.br/hidroweb/>. Acesso em: 26 fev. 2022.

AGUIAR, AF de O. et al. Regionalização de vazões mínimas diárias e mensais para bacias hidrográficas do sul de Santa Catarina. 2020. 113 pág. Tese (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Energia e Sustentabilidade. Universidade Federal de Santa Catarina. Araranguá 2020.

ALBARELLO, Leonardo. Guia para a implantação de pequenas centrais hidrelétricas-PCHs. 2014.

ALVARES, CA; STAPE, JL; SENTELHAS, PC; GONÇALVES, JLM; SPAROVEK, G. Mapa de classificação climática de Köppen para o Brasil. Meteorologische Zeitschrift, Berlim, v. 6, pág. 711-728, 2013.

ANEEL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Portal SIGA - Sistema de Informações de Geração da ANEEL, 2023. Disponível em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrljoiNjc4OGYyYjQtYWM2ZC00YjllLWJlYmEtYzd kNTQ1MTc1NjM2liwidCI6IjQwZDZmOWI4LWVjYTctNDZhMi05MmQ0LWVhNGU5Yz AxNzBIMSIsImMiJoR9>. Acesso em: 22 nov. 2023.

ANEEL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Resolução nº 875, de 10 de março de 2020. Estabelece os requisitos e procedimentos necessários a aprovação dos Estudos de Inventário Hidrelétrico de bacias hidrográficas, à obtenção de outorga de autorização para exploração de aproveitamentos hidrelétricos, à comunicação de implantação de Central Geradora Hidrelétrica com Capacidade Instalada Reduzida e à aprovação de Estudos de Viabilidade Técnica e Econômica de Usina Hidrelétrica sujeita à concessão. Diário Oficial da União. Brasília, DF, mar, 2020.

\_\_\_\_\_. Lei nº 13.360, de 17 de novembro de 2016. Altera a lei 9.074, de 7 de julho de 1995 e dá outras exceções. Diário Oficial da União, Brasília, DF, nov. 2016.

BATISTA FILHO, Ricardo Ferreira Lima. Identificação automática de frascos em rios para instalação de Pequenas Centrais Hidrelétricas. Trabalho de Conclusão de Curso. 2017.

BRASIL. Lei nº 9.074, de 7 de julho de 1995. Estabelece normas para outorga e prorrogação das concessões e permissões de serviços públicos e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, jul. 1995.

BRITO, Thiago da Silva Vieira et al. Funcionamento de uma pequena central hidrelétrica. 2010.

CORRÊA, Adriana Santos Peixoto. Novas tendências nos estudos de potenciais hidrelétricos. 2008.

DAHMER, César Augusto dos Santos. Geração de Energia - Guia de implantação de pequenas centrais hidrelétricas, 2019.

ELETROBRÁS. Centrais Elétricas Brasileiras. **Diretrizes para estudos e projetos de Pequenas Centrais Hidrelétricas**. Diretoria de Engenharia, v. 458, 2000. Disponível em: <https://eletrobras.com/pt/Paginas/Manuais-e-Diretrizes-para-Estudos-e-Projetos.aspx>. Acesso em 12 de jun. de 2023.

ELETROBRÁS. DNAEE - DEPARTAMENTO NACIONAL DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA. **Manual de microcentrais hidrelétricas**. Rio de Janeiro – 1985a.

\_\_\_\_\_. DNAEE - DEPARTAMENTO NACIONAL DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA. **Manual de minicentrais hidrelétricas**. Rio de Janeiro – 1985b.

ENEBRAS, 2022. O que você precisa saber sobre PCHs e CGHs para investir com tranquilidade. 15 de atrás. de 2022. Disponível em: <https://www.enebrasenergia.com.br/o-que-voce-deve-saber-sobre-pchs-e-cghs-para-investir-com-tranquilidade/>. Acesso em 24 nov. 2023.

EPE – EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Balanço Energético Nacional – BEN 2022. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2022>. Acesso em 04 jun. 2022.

EPE –EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Balanço Energético Nacional - BEN 2023. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2023>. Acesso em 24 nov. 2023.

FACURI, MF. A implantação de usinas hidrelétricas e o processo de licenciamento ambiental - A importância da integração entre os setores elétricos e de meio ambiente no Brasil. 2004. 88f. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Energia). Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2004.

FARIA, Felipe Aguiar Marcondes de. Metodologia de prospecção de pequenas centrais hidrelétricas. 2011. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

FERREIRA, Jacson Hudson Inácio et al. Uma contribuição ao estudo da estimativa do potencial hidrelétrico de pequenas centrais hidráulicas. 2014.

GOMES, Diego Matheus Alvarenga. Análise do potencial hidrelétrico para implantação de central geradora hidrelétrica no município de Cascavel. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

HIDROENERGIA. Tipos de Turbinas Hidráulicas: Conheça os principais modelos. 21 de jun. de 2018. Disponível em: <https://www.hidroenergia.com.br/blog/tipos-turbinas-hidraulicas/>. Acesso em 11 de nov. de 2023.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Geociências – Modelo Digital de Elevação – MDE. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/todos-os-produtos-geociencias.html>. Acesso em: 06 de jun. de 2023.

IEA - AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA. Hidroeletricidade, IEA, Paris. 2022. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/hydroelectricity>. Acesso em: 24 out. 2022.

IMA – INSTITUTO DO MEIO AMBIENTE DE SANTA CATARINA. Programa SC+Energia Uma Força Para Incentivar Investimentos em Energias Renováveis em SC. 12 de jul. de 2018. Disponível em: <https://www.ima.sc.gov.br/index.php/noticias/471-programa-sc-energia-une-forcas-para-incentivar-investimentos-em-energias-renovaveis-em-sc>. Acesso em: 22 de nov. de 2023.

MAPOTECA TOPOGRÁFICA DIGITAL DE SANTA CATARINA - Termo de Cooperação Epagri/IBGE - 2003. Carta Topográfica Aiurê, SH-22-XB-I-1, 1:50.000, EPAGRI/2003. Disponível em: <https://ciram.epagri.sc.gov.br/mapoteca/>. Acesso em – 20 de jun. de 2022.

MAPOTECA TOPOGRÁFICA DIGITAL DE SANTA CATARINA - Termo de Cooperação Epagri/IBGE - 2003. Carta Topográfica Anitápolis, SG-22-ZD-IV-4, 1:50.000, EPAGRI/2003. Disponível em: <https://ciram.epagri.sc.gov.br/mapoteca/>. Acesso em – 20 de jun. de 2022.

MAPOTECA TOPOGRÁFICA DIGITAL DE SANTA CATARINA - Termo de Cooperação Epagri/IBGE - 2003. Carta Topográfica Bom Jardim da Serra, SH-22-XA-II-4, 1:50.000, EPAGRI/2003. Disponível em: <https://ciram.epagri.sc.gov.br/mapoteca/>. Acesso em – 20 de jun. de 2022.

MAPOTECA TOPOGRÁFICA DIGITAL DE SANTA CATARINA - Termo de Cooperação Epagri/IBGE - 2003. Carta Topográfica Bom Retiro, SG-22-ZD-IV-3, 1:50.000, EPAGRI/2003. Disponível em: <https://ciram.epagri.sc.gov.br/mapoteca/>. Acesso em – 20 de jun. de 2022.

MAPOTECA TOPOGRÁFICA DIGITAL DE SANTA CATARINA - Termo de Cooperação Epagri/IBGE - 2003. Carta Topográfica Criciúma, SH-22-XB-IV-1, 1:50.000, EPAGRI/2003. Disponível em: <https://ciram.epagri.sc.gov.br/mapoteca/>. Acesso em – 20 de jun. de 2022.

MAPOTECA TOPOGRÁFICA DIGITAL DE SANTA CATARINA - Termo de Cooperação Epagri/IBGE - 2003. Carta Topográfica Grão Pará, SH-22-XB-I-2, 1:50.000, EPAGRI/2003. Disponível em: <https://ciram.epagri.sc.gov.br/mapoteca/>. Acesso em – 20 de jun. de 2022.

MAPOTECA TOPOGRÁFICA DIGITAL DE SANTA CATARINA - Termo de Cooperação Epagri/IBGE - 2003. Carta Topográfica Jaguaruna, SH-22-XB-IV-2, 1:50.000, EPAGRI/2003. Disponível em: <https://ciram.epagri.sc.gov.br/mapoteca/>. Acesso em – 20 de jun. de 2022.

MAPOTECA TOPOGRÁFICA DIGITAL DE SANTA CATARINA - Termo de Cooperação Epagri/IBGE - 2003. Carta Topográfica Lagoa de Garopaba do Sul, SH-

22-XB-V-1, 1:50.000, EPAGRI/2003. Disponível em: <https://ciram.epagri.sc.gov.br/mapoteca/>. Acesso em – 20 de jun. de 2022.

MAPOTECA TOPOGRÁFICA DIGITAL DE SANTA CATARINA - Termo de Cooperação Epagri/IBGE - 2003. Carta Topográfica Laguna, SH-22-XB-II-3, 1:50.000, EPAGRI/2003. Disponível em: <https://ciram.epagri.sc.gov.br/mapoteca/>. Acesso em – 20 de jun. de 2022.

MAPOTECA TOPOGRÁFICA DIGITAL DE SANTA CATARINA - Termo de Cooperação Epagri/IBGE - 2003. Carta Topográfica Orleans, SH-22-XBI-3, 1:50.000, EPAGRI/2003. Disponível em: <https://ciram.epagri.sc.gov.br/mapoteca/>. Acesso em – 20 de jun. de 2022.

MAPOTECA TOPOGRÁFICA DIGITAL DE SANTA CATARINA - Termo de Cooperação Epagri/IBGE - 2003. Carta Topográfica Rancho Queimado, SG-22-ZD-IV-2, 1:50.000, EPAGRI/2003. Disponível em: <https://ciram.epagri.sc.gov.br/mapoteca/>. Acesso em – 20 de jun. de 2022.

MAPOTECA TOPOGRÁFICA DIGITAL DE SANTA CATARINA - Termo de Cooperação Epagri/IBGE - 2003. Carta Topográfica São Bonifácio, SG-22-ZD-V-3, 1:50.000, EPAGRI/2003. Disponível em: <https://ciram.epagri.sc.gov.br/mapoteca/>. Acesso em – 20 de jun. de 2022.

MAPOTECA TOPOGRÁFICA DIGITAL DE SANTA CATARINA - Termo de Cooperação Epagri/IBGE - 2003. Carta Topográfica São Martinho, SH-22-XB-II-1, 1:50.000, EPAGRI/2003. Disponível em: <https://ciram.epagri.sc.gov.br/mapoteca/>. Acesso em – 20 de jun. de 2022.

MAPOTECA TOPOGRÁFICA DIGITAL DE SANTA CATARINA - Termo de Cooperação Epagri/IBGE - 2003. Carta Topográfica Tubarão, SH-22-XB-I-4, 1:50.000, EPAGRI/2003. Disponível em: <https://ciram.epagri.sc.gov.br/mapoteca/>. Acesso em – 20 de jun. de 2022.

MAPOTECA TOPOGRÁFICA DIGITAL DE SANTA CATARINA - Termo de Cooperação Epagri/IBGE - 2003. Carta Topográfica Urubici, SH-22-XA-III-2, 1:50.000, EPAGRI/2003. Disponível em: <https://ciram.epagri.sc.gov.br/mapoteca/>. Acesso em – 20 de jun. de 2022.

MME – MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIAS. Manual de Inventário Hidroelétrico de Bacias Hidrográficas. 2007. Disponível em: <https://eletrobras.com/pt/Paginas/Manuais-e-Diretrizes-para-Estudos-e-Projetos.aspx>. Acesso em: 20 de out. de 2023.

MODELO DIGITAL DE ELEVAÇÃO. Região Hidrográfica Sul Catarinense, Geotif, EPAGRI/2003. Disponível em: <https://ciram.epagri.sc.gov.br/mapoteca/>. Acesso em: 20 de jun. de 2022.

MOTA, Edmarson Bacelar. INSTALAÇÃO DE UMA CGH (CENTRAL GERADORA HIDRELÉTRICA) UTILIZANDO ÁGUA DO EMISSÁRIO. 2018. Tese de Doutorado. Fundação Getúlio Vargas.

NEIVA, S. A., & Lazaro, L. B. (2023). Pobreza energética: os desafios da inclusão social e igualdade de gênero. Nexo Jornal. 2023. Disponível em: <https://pp.nexojornal.com.br/opiniaio/2023/Pobreza-energ%C3%A9tica-os-desafios-da-inclus%C3%A3o-social-e-igualdade-de-g%C3%AAnero>. Acesso em: 07 de dez. de 2023.

PNRH - Política Nacional de Recursos Hídricos. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Instituída pela lei nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997, conhecida como Lei das Águas, a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) estabeleceu instrumentos para a gestão dos recursos hídricos de domínio federal (aqueles que atravessam mais de um estado ou fazem fronteira) e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH). Disponível em: <https://www.gov.br/ana/ptbr/assuntos/gestaodasaguas/politicanacionalderecursoshidricos#:~:text=O%20Plano%20Nacional%20de%20Recursos,de%20mobiliza%C3%A7%C3%A3o%20e%20participa%C3%A7%C3%A3o%20social>.

Sartori, S., Kuriyama, G. S. K., Alvarenga, T. H. P., Vieira, B. S., & Campos, L. M. S. (s.d.). Os benefícios e desafios da geração de eletricidade no contexto da sustentabilidade. ENGEMA Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente. Disponível em: <https://engemausp.submissao.com.br/17/anais/arquivos/102.pdf>. Acesso em: 07 de dez. de 2023.

SDS, Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável. Plano Estadual de Recursos Hídricos de Santa Catarina - PERH/SC. Florianópolis. 2017.



SDS – Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável. Recursos Hídricos de Santa Catarina. Florianópolis. 2018.

SDS - Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável. PORTARIA Nº 36, DE 29 JULHO DE 2008. Disponível em: [http://www.sirhesc.sds.sc.gov.br/sirhsc/conteudo\\_visualizar\\_dinamico.jsp?idEmpresa=12&idMenu=717&idMenuPai=333](http://www.sirhesc.sds.sc.gov.br/sirhsc/conteudo_visualizar_dinamico.jsp?idEmpresa=12&idMenu=717&idMenuPai=333). Acesso em: 28 de ago. de 2023.

SDS - Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável. PORTARIA Nº 51, DE 02 DE OUTUBRO DE 2008. Disponível em: [http://www.sirhesc.sds.sc.gov.br/sirhsc/conteudo\\_visualizar\\_dinamico.jsp?idEmpresa=12&idMenu=1011&idMenuPai=333](http://www.sirhesc.sds.sc.gov.br/sirhsc/conteudo_visualizar_dinamico.jsp?idEmpresa=12&idMenu=1011&idMenuPai=333). Acesso em: 28 de ago. de 2023.

SIGEL - Sistema de Informações Georreferenciadas do Setor Elétrico. Disponível em: <https://sigel.aneel.gov.br/portal/apps/webappviewer/index.html?id=c1716d81d491426197bf497ace41db8d>. Acesso em: 22 set. De 2023.

SIGSC - Sistema de Informações Geográficas de Santa Catarina. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável (SDE). Cursos d'Água. Disponível em: <https://sigsc.sc.gov.br/mapa-publico.html>. Acesso em: 06 de jun. de 2023.

SIRHESC, Sistema de Informações de Recursos Hídricos de Santa Catarina. Fora. Disponível em: <https://www.aguas.sc.gov.br/instrumentos/instrumentos-outorga-principal/item/1900/1900>. Acesso em 28 de ago. de 2023.

SOUZA, Diego Coscodai et al. Estudo sobre projeto elétrico básico de pequenas centrais hidrelétricas. 2019.

THOMÉ, Vera Magali Radtke, et al. ZONEAMENTO AGROECOLÓGICO E SOCIOECONÔMICO DE SANTA CATARINA. Florianópolis – Epagri, 1999, v.1000. pág.1000.

WISSMANN, João Pedro Berton. PCHs e CGHs como alternativa de geração de energia elétrica e seus impactos ambientais. 2022.

## APÊNDICE A – DADOS DOS TRECHOS DELIMITADOS NOS PERFIS DOS RIOS

Tabela A.1 - Dados dos trechos delimitados para o perfil do Rio Capivari – Rio de 6ª Ordem.

Trechos	Cota Min. (m)	Cota Max. (m)	Diferença de cota	Distância Min. (km)	Distância Max. (km)	Diferença de Distância	Declividade (m/km)	Declividade Média (m/km)
1º Trecho	7	40	33	64,8	103,9	39	0,8	8,1
2º Trecho	40	240	200	40,2	64,8	25	8,1	
3º Trecho	240	400	160	18,3	40,2	22	7,3	
4º Trecho	400	500	100	5,8	18,3	13	8,0	
5º Trecho	500	848	348	0,0	5,8	6	60,1	

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela A.2 - Dados dos trechos delimitados para o perfil do Rio Laranjeiras – Rio de 5ª Ordem.

Trechos	Cota Min. (m)	Cota Max. (m)	Diferença de cota	Distância Min. (km)	Distância Max. (km)	Diferença de Distância	Declividade (m/km)	Declividade Média (m/km)
1º Trecho	117	180	63	24,4	34,6	10	6,1	23,6
2º Trecho	180	300	120	11,6	24,4	13	9,4	
3º Trecho	300	450	150	4,0	11,6	8	19,8	
4º Trecho	450	935	485	1,0	4,0	3	159,3	

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela A.3 - Dados dos trechos delimitados para o perfil do Rio do Ponche – Rio de 5ª Ordem.

Trechos	Cota Min. (m)	Cota Max. (m)	Diferença de cota	Distância Min. (km)	Distância Max. (km)	Diferença de Distância	Declividade (m/km)	Declividade Média (m/km)
1º Trecho	260	350	90	22,5	31,3	9	10,2	24,2
2º Trecho	350	420	70	19,4	22,5	3	22,5	
3º Trecho	420	1017	597	0,0	19,4	19	30,8	

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela A.4 - Dados dos trechos delimitados para o perfil do Rio Povoamento – Rio de 4ª Ordem.

Trechos	Cota Min. (m)	Cota Max. (m)	Diferença de cota	Distância Min. (km)	Distância Max. (km)	Diferença de Distância	Declividade (m/km)	Declividade Média (m/km)
1º Trecho	375	500	125	18,9	31,0	12	10,4	21,0
2º Trecho	500	650	150	11,0	18,9	8	19,1	
3º Trecho	650	800	150	5,2	11,0	6	25,9	
4º Trecho	800	1025	225	0,0	5,2	5	43,0	

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela A.5 - Dados dos trechos delimitados para o perfil do Rio do Meio – Rio de 4ª Ordem.

Trechos	Cota Min. (m)	Cota Max. (m)	Diferença de cota	Distância Min. (km)	Distância Max. (km)	Diferença de Distância	Declividade (m/km)	Declividade Média (m/km)
1º Trecho	264	355	91	18,0	27,6	10	9,5	21,1
2º Trecho	355	420	65	13,1	18,0	5	13,2	
3º Trecho	420	500	80	8,1	13,1	5	16,2	
4º Trecho	500	847	347	0,0	8,1	8	42,7	

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela A.6 - Dados dos trechos delimitados para o perfil do Rio dos Bugres – Rio de 4ª Ordem.

Trechos	Cota Min. (m)	Cota Max. (m)	Diferença de cota	Distância Min. (km)	Distância Max. (km)	Diferença de Distância	Declividade (m/km)	Declividade Média (m/km)
1º Trecho	210	300	90	17,2	25,0	8	11,7	29,5
2º Trecho	300	400	100	9,6	17,2	8	13,2	
3º Trecho	400	550	150	4,1	9,6	6	27,2	
4º Trecho	550	946	396	0,0	4,1	4	95,9	

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela A.7 - Dados dos trechos delimitados para o perfil do Rio Espreado ou Pequeno – Rio de 4ª Ordem.

Trechos	Cota Min. (m)	Cota Max. (m)	Diferença de cota	Distância Min. (km)	Distância Max. (km)	Diferença de Distância	Declividade (m/km)	Declividade Média (m/km)
1º Trecho	225	340	115	10,6	16,5	6	19,5	71,6
2º Trecho	340	550	210	5,7	10,6	5	42,2	
3º Trecho	550	1408	858	0,0	5,7	6	151,7	

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela A.8 - Dados dos trechos delimitados para o perfil do Rio Braço Esquerdo – Rio de 4ª Ordem.

Trechos	Cota Min. (m)	Cota Max. (m)	Diferença de cota	Distância Min. (km)	Distância Max. (km)	Diferença de Distância	Declividade (m/km)	Declividade Média (m/km)
1º Trecho	198	220	22	12,4	15,6	3	6,8	27,6
2º Trecho	220	270	50	7,7	12,4	5	10,7	
3º Trecho	270	340	70	4,3	7,7	3	20,4	
4º Trecho	340	628	288	0,0	4,3	4	67,3	

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela A.9 - Dados dos trechos delimitados para o perfil do Rio Hipólito – Rio de 4ª Ordem.

Trechos	Cota Min. (m)	Cota Max. (m)	Diferença de cota	Distância Min. (km)	Distância Max. (km)	Diferença de Distância	Declividade (m/km)	Declividade Média (m/km)
1º Trecho	170	290	120	9,0	19,9	11	11,0	41,1
2º Trecho	290	400	110	3,7	9,0	5	20,7	
3º Trecho	400	990	590	0,0	3,7	4	161,0	

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela A.10 - Dados dos trechos delimitados para o perfil do Rio Oratório – Rio de 4ª Ordem.

Trechos	Cota Min. (m)	Cota Max. (m)	Diferença de cota	Distância Min. (km)	Distância Max. (km)	Diferença de Distância	Declividade (m/km)	Declividade Média (m/km)
1º Trecho	140	200	60	16,0	23,8	8	7,7	35,9
2º Trecho	200	300	100	8,1	16,0	8	12,7	
3º Trecho	300	994	694	0,0	8,1	8	86,0	

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela A.11 - Dados dos trechos delimitados para o perfil do Rio Pedras Grandes – Rio de 4ª Ordem.

Trechos	Cota Min. (m)	Cota Max. (m)	Diferença de cota	Distância Min. (km)	Distância Max. (km)	Diferença de Distância	Declividade (m/km)	Declividade Média (m/km)
1º Trecho	41	120	79	10,4	17,3	7	11,4	17,8
2º Trecho	120	210	90	5,7	10,4	5	19,2	
3º Trecho	210	350	140	0,0	5,7	6	24,5	

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela A.12 - Dados dos trechos delimitados para o perfil do Rio Pinheiros – Rio de 4ª Ordem.

Trechos	Cota Min. (m)	Cota Max. (m)	Diferença de cota	Distância Min. (km)	Distância Max. (km)	Diferença de Distância	Declividade (m/km)	Declividade Média (m/km)
1º Trecho	51	100	49	13,4	22,4	9	5,5	12,4
2º Trecho	100	205	105	8,6	13,4	5	21,9	
3º Trecho	205	250	45	5,0	8,6	4	12,3	
4º Trecho	250	328	78	0,0	5,0	5	15,6	

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela A.13 - Dados dos trechos delimitados para o perfil do Rio Correias – Rio de 4ª Ordem.

Trechos	Cota Min. (m)	Cota Max. (m)	Diferença de cota	Distância Min. (km)	Distância Max. (km)	Diferença de Distância	Declividade (m/km)	Declividade Média (m/km)
1º Trecho	1	20	19	14,2	28,2	14	1,4	13,8
2º Trecho	20	110	90	10,7	14,2	4	25,4	
3º Trecho	110	250	140	6,5	10,7	4	33,4	
4º Trecho	250	391	141	0,0	6,5	7	21,7	

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela A.14 - Dados dos trechos delimitados para o perfil do Rio Bravo – Rio de 4ª Ordem.

Trechos	Cota Min. (m)	Cota Max. (m)	Diferença de cota	Distância Min. (km)	Distância Max. (km)	Diferença de Distância	Declividade (m/km)	Declividade Média (m/km)
1º Trecho	141	230	89	13,2	18,4	5	17,4	30,5
2º Trecho	230	340	110	9,7	13,2	3	31,6	
3º Trecho	340	450	110	3,6	9,7	6	18,0	
4º Trecho	450	701	251	0,0	3,6	4	69,1	

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela A.15 - Dados dos trechos delimitados para o perfil do Rio Paulo – Rio de 4ª Ordem.

Trechos	Cota Min. (m)	Cota Max. (m)	Diferença de cota	Distância Min. (km)	Distância Max. (km)	Diferença de Distância	Declividade (m/km)	Declividade Média (m/km)
1º Trecho	302	460	158	9,9	13,4	4	45,1	42,8
2º Trecho	460	680	220	5,7	9,9	4	52,2	
3º Trecho	680	760	80	3,3	5,7	2	33,5	
4º Trecho	760	875	115	0,0	3,3	3	35,0	

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela A.16 - Dados dos trechos delimitados para o perfil do Rio Engano – Rio de 4ª Ordem.

Trechos	Cota Min. (m)	Cota Max. (m)	Diferença de cota	Distância Min. (km)	Distância Max. (km)	Diferença de Distância	Declividade (m/km)	Declividade Média (m/km)
1º Trecho	329	350	21	3,7	6,2	2	8,4	35,4
2º Trecho	350	420	70	1,6	3,7	2	32,6	
3º Trecho	420	550	130	0,3	1,6	1	101,8	

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela A.17 - Dados dos trechos delimitados para o perfil do Rio Sete – Rio de 4ª Ordem.

Trechos	Cota Min. (m)	Cota Max. (m)	Diferença de cota	Distância Min. (km)	Distância Max. (km)	Diferença de Distância	Declividade (m/km)	Declividade Média (m/km)
1º Trecho	157	280	123	9,1	17,5	8	14,7	35,0
2º Trecho	280	350	70	6,1	9,1	3	23,3	
3º Trecho	350	769	419	0,0	6,1	6	68,5	

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela A.18 - Dados dos trechos delimitados para o perfil do Rio Capivaras – Rio de 4ª Ordem.

Trechos	Cota Min. (m)	Cota Max. (m)	Diferença de cota	Distância Min. (km)	Distância Max. (km)	Diferença de Distância	Declividade (m/km)	Declividade Média (m/km)
1º Trecho	42	170	128	9,7	15,8	6	21,3	33,1
2º Trecho	170	200	30	4,5	9,7	5	5,7	
3º Trecho	200	564	364	0,0	4,5	4	81,4	

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela A.19 - Dados dos trechos delimitados para o perfil do Rio Gabiroba – Rio de 4ª Ordem.

Trechos	Cota Min. (m)	Cota Max. (m)	Diferença de cota	Distância Min. (km)	Distância Max. (km)	Diferença de Distância	Declividade (m/km)	Declividade Média (m/km)
1º Trecho	40	60	20	15,3	18,5	3	6,3	16,0
2º Trecho	60	160	100	9,1	15,3	6	16,1	
3º Trecho	160	220	60	3,3	9,1	6	10,5	
4º Trecho	220	335	115	0,0	3,3	3	34,4	

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela A.20 - Dados dos trechos delimitados para o perfil do Rio Peroba Sanga Morta – Rio de 4ª Ordem.

Trechos	Cota Min. (m)	Cota Max. (m)	Diferença de cota	Distância Min. (km)	Distância Max. (km)	Diferença de Distância	Declividade (m/km)	Declividade Média (m/km)
1º Trecho	21	60	39	7,7	14,6	7	5,7	22,1
2º Trecho	60	120	60	5,4	7,7	2	25,6	
3º Trecho	120	220	100	3,5	5,4	2	53,8	
4º Trecho	220	342	122	0,0	3,5	4	34,5	

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela A.21 - Dados dos trechos delimitados para o perfil do Rio das Corujas – Rio de 4ª Ordem.

Trechos	Cota Min. (m)	Cota Max. (m)	Diferença de cota	Distância Min. (km)	Distância Max. (km)	Diferença de Distância	Declividade (m/km)	Declividade Média (m/km)
1º Trecho	21	40	19	5,0	9,2	4	4,6	39,0
2º Trecho	40	190	150	2,3	5,0	3	54,1	
3º Trecho	190	379	189	0,0	2,3	2	83,1	

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela A.22 - Dados dos trechos delimitados para o perfil do Rio Cachoeira dos Macacos – Rio de 4ª Ordem.

Trechos	Cota Min. (m)	Cota Max. (m)	Diferença de cota	Distância Min. (km)	Distância Max. (km)	Diferença de Distância	Declividade (m/km)	Declividade Média (m/km)
1º Trecho	13	40	27	7,0	10,3	3	8,0	26,5
2º Trecho	40	140	100	3,5	7,0	3	28,8	
3º Trecho	140	287	147	0,0	3,5	3	42,3	

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela A.23 - Dados dos trechos delimitados para o perfil do Rio Gravatal – Rio de 4ª Ordem.

Trechos	Cota Min. (m)	Cota Max. (m)	Diferença de cota	Distância Min. (km)	Distância Max. (km)	Diferença de Distância	Declividade (m/km)	Declividade Média (m/km)
1º Trecho	7	30	23	6,9	15,5	9	2,7	15,5
2º Trecho	30	110	80	2,3	6,9	5	17,6	
3º Trecho	110	247	137	0,0	2,3	2	59,3	

Fonte: Elaborado pela autora.

## APÊNDICE B – VAZÕES REGIONALIZADAS

Tabela B.1 - Vazões Regionalizadas para os Aproveitamentos analisados no Rio Capivari - Rio de 6ª Ordem.

Aproveitamento	Diária				Mensal			
	Q50% (m³/s)	Q95% (m³/s)	Q98% (m³/s)	Q Ecológ. (m³/s)	Q50% (m³/s)	Q95% (m³/s)	Q98% (m³/s)	Q Ecológ. (m³/s)
1º Aproveitamento	10,821	3,770	3,030	1,515	13,379	5,343	4,485	2,242
2º Aproveitamento	10,475	3,648	2,931	1,465	12,955	5,172	4,343	2,172
3º Aproveitamento	9,997	3,481	2,795	1,398	12,372	4,937	4,149	2,074
4º Aproveitamento	4,647	1,609	1,281	0,640	5,806	2,299	1,953	0,976
5º Aproveitamento	3,601	1,245	0,988	0,494	4,513	1,782	1,520	0,760
6º Aproveitamento	3,259	1,125	0,892	0,446	4,089	1,613	1,378	0,689
7º Aproveitamento	0,821	0,281	0,219	0,110	1,048	0,408	0,355	0,178

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela B.2-Vazões Regionalizadas para os Aproveitamentos analisados no Rio Laranjeiras - Rio de 5ª Ordem.

Aproveitamento	Diária				Mensal			
	Q50% (m³/s)	Q95% (m³/s)	Q98% (m³/s)	Q Ecológ. (m³/s)	Q50% (m³/s)	Q95% (m³/s)	Q98% (m³/s)	Q Ecológ. (m³/s)
1º Aproveitamento	6,196	2,150	1,717	0,859	7,714	3,063	2,592	1,296
2º Aproveitamento	6,124	2,124	1,697	0,848	7,624	3,027	2,562	1,281
3º Aproveitamento	3,911	1,353	1,075	0,537	4,897	1,935	1,648	0,824
4º Aproveitamento	3,814	1,319	1,047	0,524	4,777	1,887	1,608	0,804
5º Aproveitamento	2,460	0,848	0,670	0,335	3,098	1,218	1,045	0,522
6º Aproveitamento	0,833	0,285	0,222	0,111	1,062	0,413	0,360	0,180

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela B.3 - Vazões Regionalizadas para os Aproveitamentos analisados no Rio do Ponche - Rio de 5ª Ordem.

Aproveitamento	Diária				Mensal			
	Q50% (m³/s)	Q95% (m³/s)	Q98% (m³/s)	Q Ecológ. (m³/s)	Q50% (m³/s)	Q95% (m³/s)	Q98% (m³/s)	Q Ecológ. (m³/s)
1º Aproveitamento	1,617	0,556	0,437	0,219	2,047	0,801	0,691	0,346

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela B.4 - Vazões Regionalizadas para os Aproveitamentos analisados no Rio Povoamento - Rio de 4ª Ordem.

Aproveitamento	Diária				Mensal			
	Q50% (m³/s)	Q95% (m³/s)	Q98% (m³/s)	Q Ecológ. (m³/s)	Q50% (m³/s)	Q95% (m³/s)	Q98% (m³/s)	Q Ecológ. (m³/s)
1º Aproveitamento	3,421	1,182	0,938	0,469	4,290	1,693	1,445	0,722
2º Aproveitamento	2,507	0,864	0,683	0,342	3,156	1,241	1,064	0,532
3º Aproveitamento	1,479	0,508	0,399	0,200	1,874	0,733	0,633	0,317
4º Aproveitamento	1,351	0,464	0,364	0,182	1,714	0,670	0,580	0,290
5º Aproveitamento	1,311	0,450	0,353	0,177	1,664	0,650	0,563	0,281
6º Aproveitamento	1,007	0,345	0,270	0,135	1,282	0,500	0,434	0,217
7º Aproveitamento	0,565	0,193	0,150	0,075	0,724	0,281	0,246	0,123

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela B.5 - Vazões Regionalizadas para os Aproveitamentos analisados no Rio do Meio - Rio de 4ª Ordem.

Aproveitamento	Diária				Mensal			
	Q50% (m³/s)	Q95% (m³/s)	Q98% (m³/s)	Q Ecológ. (m³/s)	Q50% (m³/s)	Q95% (m³/s)	Q98% (m³/s)	Q Ecológ. (m³/s)
1º Aproveitamento	3,066	1,058	0,839	0,419	3,850	1,518	1,297	0,649
2º Aproveitamento	2,386	0,822	0,650	0,325	3,006	1,182	1,014	0,507
3º Aproveitamento	1,980	0,681	0,537	0,269	2,500	0,981	0,844	0,422
4º Aproveitamento	1,632	0,561	0,441	0,221	2,065	0,809	0,698	0,349
5º Aproveitamento	1,454	0,499	0,392	0,196	1,843	0,721	0,623	0,311

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela B.6 - Vazões Regionalizadas para os Aproveitamentos analisados no Rio dos Bugres - Rio de 4ª Ordem.

Aproveitamento	Diária				Mensal			
	Q50% (m³/s)	Q95% (m³/s)	Q98% (m³/s)	Q Ecológ. (m³/s)	Q50% (m³/s)	Q95% (m³/s)	Q98% (m³/s)	Q Ecológ. (m³/s)
1º Aproveitamento	2,030	0,699	0,551	0,275	2,562	1,006	0,865	0,432
2º Aproveitamento	1,737	0,597	0,470	0,235	2,197	0,861	0,742	0,371
3º Aproveitamento	1,074	0,368	0,288	0,144	1,367	0,533	0,463	0,231
4º Aproveitamento	0,651	0,222	0,173	0,086	0,833	0,323	0,282	0,141
5º Aproveitamento	0,586	0,200	0,156	0,078	0,752	0,291	0,255	0,128
6º Aproveitamento	0,448	0,153	0,118	0,059	0,576	0,223	0,196	0,098
7º Aproveitamento	0,227	0,077	0,059	0,030	0,294	0,113	0,100	0,050

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela B.7 - Vazões Regionalizadas para os Aproveitamentos analisados no Rio Espreado ou Pequeno - Rio de 4ª Ordem.

Aproveitamento	Diária				Mensal			
	Q50% (m³/s)	Q95% (m³/s)	Q98% (m³/s)	Q Ecológ. (m³/s)	Q50% (m³/s)	Q95% (m³/s)	Q98% (m³/s)	Q Ecológ. (m³/s)
1º Aproveitamento	1,036	0,355	0,278	0,139	1,318	0,514	0,446	0,223
2º Aproveitamento	0,975	0,334	0,261	0,130	1,241	0,484	0,420	0,210
3º Aproveitamento	0,657	0,224	0,175	0,087	0,841	0,326	0,285	0,143
4º Aproveitamento	0,528	0,180	0,140	0,070	0,677	0,262	0,230	0,115

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela B.8 - Vazões Regionalizadas para os Aproveitamentos analisados no Rio Braço Esquerdo - Rio de 4ª Ordem.

Aproveitamento	Diária				Mensal			
	Q50% (m³/s)	Q95% (m³/s)	Q98% (m³/s)	Q Ecológ. (m³/s)	Q50% (m³/s)	Q95% (m³/s)	Q98% (m³/s)	Q Ecológ. (m³/s)
1º Aproveitamento	0,599	0,204	0,159	0,080	0,768	0,298	0,261	0,130
2º Aproveitamento	0,587	0,200	0,156	0,078	0,753	0,292	0,255	0,128
3º Aproveitamento	0,188	0,063	0,049	0,024	0,244	0,093	0,083	0,042
4º Aproveitamento	0,160	0,054	0,041	0,021	0,209	0,080	0,071	0,036
5º Aproveitamento	0,125	0,042	0,032	0,016	0,163	0,062	0,056	0,028

Fonte: Elaborado pela autora.



Tabela B.9 - Vazões Regionalizadas para os Aproveitamentos analisados no Rio Hipólito - Rio de 4ª Ordem.

Aproveitamento	Diária				Mensal			
	Q50% (m³/s)	Q95% (m³/s)	Q98% (m³/s)	Q Ecológ. (m³/s)	Q50% (m³/s)	Q95% (m³/s)	Q98% (m³/s)	Q Ecológ. (m³/s)
1º Aproveitamento	1,893	0,651	0,513	0,257	2,391	0,938	0,807	0,404
2º Aproveitamento	0,807	0,276	0,215	0,108	1,030	0,401	0,349	0,175
3º Aproveitamento	0,341	0,116	0,090	0,045	0,440	0,170	0,150	0,075
4º Aproveitamento	0,295	0,100	0,077	0,039	0,382	0,147	0,130	0,065

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela B.10 - Vazões Regionalizadas para os Aproveitamentos analisados no Rio Oratório - Rio de 4ª Ordem.

Aproveitamento	Diária				Mensal			
	Q50% (m³/s)	Q95% (m³/s)	Q98% (m³/s)	Q Ecológ. (m³/s)	Q50% (m³/s)	Q95% (m³/s)	Q98% (m³/s)	Q Ecológ. (m³/s)
1º Aproveitamento	2,223	0,765	0,604	0,302	2,802	1,101	0,945	0,473
2º Aproveitamento	0,473	0,161	0,125	0,062	0,608	0,235	0,206	0,103

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela B.11 - Vazões Regionalizadas para os Aproveitamentos analisados no Rio Pedras Grandes - Rio de 4ª Ordem.

Aproveitamento	Diária				Mensal			
	Q50% (m³/s)	Q95% (m³/s)	Q98% (m³/s)	Q Ecológ. (m³/s)	Q50% (m³/s)	Q95% (m³/s)	Q98% (m³/s)	Q Ecológ. (m³/s)
1º Aproveitamento	1,709	0,588	0,462	0,231	2,162	0,847	0,730	0,365
2º Aproveitamento	1,347	0,462	0,363	0,181	1,709	0,668	0,578	0,289
3º Aproveitamento	0,940	0,322	0,251	0,126	1,197	0,466	0,405	0,203
4º Aproveitamento	0,632	0,216	0,168	0,084	0,809	0,314	0,274	0,137
5º Aproveitamento	0,308	0,104	0,081	0,040	0,397	0,153	0,135	0,068
6º Aproveitamento	0,135	0,046	0,035	0,017	0,176	0,067	0,060	0,030

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela B.12 - Vazões Regionalizadas para os Aproveitamentos analisados no Rio Pinheiros - Rio de 4ª Ordem.

Aproveitamento	Diária				Mensal			
	Q50% (m³/s)	Q95% (m³/s)	Q98% (m³/s)	Q Ecológ. (m³/s)	Q50% (m³/s)	Q95% (m³/s)	Q98% (m³/s)	Q Ecológ. (m³/s)
1º Aproveitamento	1,076	0,369	0,289	0,144	1,369	0,534	0,463	0,232
2º Aproveitamento	0,645	0,220	0,172	0,086	0,826	0,321	0,280	0,140

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela B.13- Vazões Regionalizadas para os Aproveitamentos analisados no Rio Correias - Rio de 4ª Ordem.

Aproveitamento	Diária				Mensal			
	Q50% (m³/s)	Q95% (m³/s)	Q98% (m³/s)	Q Ecológ. (m³/s)	Q50% (m³/s)	Q95% (m³/s)	Q98% (m³/s)	Q Ecológ. (m³/s)
1º Aproveitamento	0,682	0,233	0,181	0,091	0,873	0,339	0,296	0,148
2º Aproveitamento	0,471	0,160	0,124	0,062	0,605	0,234	0,206	0,103
3º Aproveitamento	0,351	0,119	0,092	0,046	0,452	0,174	0,154	0,077
4º Aproveitamento	0,252	0,085	0,066	0,033	0,326	0,125	0,111	0,056

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela B.14 - Vazões Regionalizadas para os Aproveitamentos analisados no Rio Bravo - Rio de 4ª Ordem.

Aproveitamento	Diária				Mensal			
	Q50% (m³/s)	Q95% (m³/s)	Q98% (m³/s)	Q Ecológ. (m³/s)	Q50% (m³/s)	Q95% (m³/s)	Q98% (m³/s)	Q Ecológ. (m³/s)
1º Aproveitamento	1,087	0,373	0,292	0,146	1,383	0,539	0,468	0,234
2º Aproveitamento	1,058	0,363	0,284	0,142	1,347	0,525	0,456	0,228
3º Aproveitamento	0,912	0,312	0,244	0,122	1,162	0,452	0,394	0,197
4º Aproveitamento	0,870	0,298	0,232	0,116	1,109	0,432	0,376	0,188
5º Aproveitamento	0,811	0,277	0,216	0,108	1,035	0,403	0,351	0,175
6º Aproveitamento	0,721	0,246	0,192	0,096	0,922	0,358	0,312	0,156
7º Aproveitamento	0,487	0,166	0,129	0,064	0,626	0,242	0,213	0,106

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela B.15 - Vazões Regionalizadas para os Aproveitamentos analisados no Rio Paulo - Rio de 4ª Ordem.

Aproveitamento	Diária				Mensal			
	Q50% (m³/s)	Q95% (m³/s)	Q98% (m³/s)	Q Ecológ. (m³/s)	Q50% (m³/s)	Q95% (m³/s)	Q98% (m³/s)	Q Ecológ. (m³/s)
1º Aproveitamento	1,045	0,358	0,280	0,140	1,330	0,519	0,450	0,225
2º Aproveitamento	1,034	0,354	0,277	0,139	1,316	0,513	0,445	0,223
3º Aproveitamento	1,003	0,344	0,269	0,134	1,277	0,498	0,432	0,216
4º Aproveitamento	0,518	0,177	0,137	0,069	0,665	0,257	0,226	0,113
5º Aproveitamento	0,507	0,173	0,134	0,067	0,650	0,252	0,221	0,110
6º Aproveitamento	0,452	0,154	0,119	0,060	0,581	0,225	0,197	0,099
7º Aproveitamento	0,118	0,040	0,030	0,015	0,154	0,059	0,053	0,026

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela B.16 - Vazões Regionalizadas para os Aproveitamentos analisados no Rio Engano - Rio de 4ª Ordem.

Aproveitamento	Diária				Mensal			
	Q50% (m³/s)	Q95% (m³/s)	Q98% (m³/s)	Q Ecológ. (m³/s)	Q50% (m³/s)	Q95% (m³/s)	Q98% (m³/s)	Q Ecológ. (m³/s)
1º Aproveitamento	0,154	0,052	0,040	0,020	0,201	0,077	0,069	0,034
2º Aproveitamento	0,103	0,035	0,027	0,013	0,135	0,052	0,046	0,023

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela B.17 - Vazões Regionalizadas para os Aproveitamentos analisados no Rio Sete - Rio de 4ª Ordem.

Aproveitamento	Diária				Mensal			
	Q50% (m³/s)	Q95% (m³/s)	Q98% (m³/s)	Q Ecológ. (m³/s)	Q50% (m³/s)	Q95% (m³/s)	Q98% (m³/s)	Q Ecológ. (m³/s)
1º Aproveitamento	1,039	0,356	0,279	0,139	1,322	0,515	0,447	0,224
2º Aproveitamento	0,952	0,326	0,255	0,127	1,213	0,472	0,411	0,205
3º Aproveitamento	0,912	0,312	0,244	0,122	1,163	0,453	0,394	0,197
4º Aproveitamento	0,797	0,272	0,213	0,106	1,018	0,396	0,345	0,172
5º Aproveitamento	0,256	0,087	0,067	0,033	0,331	0,127	0,113	0,056

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela B.18 - Vazões Regionalizadas para os Aproveitamentos analisados no Rio Capivaras - Rio de 4ª Ordem.

Aproveitamento	Diária				Mensal			
	Q50% (m³/s)	Q95% (m³/s)	Q98% (m³/s)	Q Ecológ. (m³/s)	Q50% (m³/s)	Q95% (m³/s)	Q98% (m³/s)	Q Ecológ. (m³/s)
1º Aproveitamento	1,331	0,457	0,358	0,179	1,689	0,660	0,571	0,285
2º Aproveitamento	1,286	0,441	0,346	0,173	1,633	0,638	0,552	0,276
3º Aproveitamento	1,176	0,403	0,316	0,158	1,494	0,583	0,505	0,253

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela B.19 - Vazões Regionalizadas para os Aproveitamentos analisados no Rio Gabiroba - Rio de 4ª Ordem.

Aproveitamento	Diária				Mensal			
	Q50% (m³/s)	Q95% (m³/s)	Q98% (m³/s)	Q Ecológ. (m³/s)	Q50% (m³/s)	Q95% (m³/s)	Q98% (m³/s)	Q Ecológ. (m³/s)
1º Aproveitamento	1,165	0,399	0,313	0,156	1,481	0,578	0,501	0,250
2º Aproveitamento	1,031	0,353	0,276	0,138	1,313	0,512	0,444	0,222
3º Aproveitamento	0,248	0,084	0,065	0,032	0,322	0,124	0,110	0,055

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela B.20 - Vazões Regionalizadas para os Aproveitamentos analisados no Rio Peroba Sanga Morta - Rio de 4ª Ordem.

Aproveitamento	Diária				Mensal			
	Q50% (m³/s)	Q95% (m³/s)	Q98% (m³/s)	Q Ecológ. (m³/s)	Q50% (m³/s)	Q95% (m³/s)	Q98% (m³/s)	Q Ecológ. (m³/s)
1º Aproveitamento	0,325	0,110	0,085	0,043	0,420	0,162	0,143	0,071
2º Aproveitamento	0,230	0,078	0,060	0,030	0,299	0,115	0,102	0,051
3º Aproveitamento	0,164	0,055	0,042	0,021	0,214	0,082	0,073	0,036

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela B.21 - Vazões Regionalizadas para os Aproveitamentos analisados no Rio Corujas - Rio de 4ª Ordem.

Aproveitamento	Diária				Mensal			
	Q50% (m³/s)	Q95% (m³/s)	Q98% (m³/s)	Q Ecológ. (m³/s)	Q50% (m³/s)	Q95% (m³/s)	Q98% (m³/s)	Q Ecológ. (m³/s)
1º Aproveitamento	0,149	0,050	0,039	0,019	0,194	0,074	0,066	0,033

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela B.22 - Vazões Regionalizadas para os Aproveitamentos analisados no Rio Cachoeira dos Macacos - Rio de 4ª Ordem.

Aproveitamento	Diária				Mensal			
	Q50% (m³/s)	Q95% (m³/s)	Q98% (m³/s)	Q Ecológ. (m³/s)	Q50% (m³/s)	Q95% (m³/s)	Q98% (m³/s)	Q Ecológ. (m³/s)
1º Aproveitamento	0,372	0,126	0,098	0,049	0,479	0,185	0,163	0,081
2º Aproveitamento	0,293	0,100	0,077	0,038	0,379	0,146	0,129	0,064
3º Aproveitamento	0,225	0,076	0,059	0,029	0,292	0,112	0,100	0,050

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela B.23 - Vazões Regionalizadas para os Aproveitamentos analisados no Rio Gravatal - Rio de 4ª Ordem.

Aproveitamento	Diária				Mensal			
	Q50% (m³/s)	Q95% (m³/s)	Q98% (m³/s)	Q Ecológ. (m³/s)	Q50% (m³/s)	Q95% (m³/s)	Q98% (m³/s)	Q Ecológ. (m³/s)
1º Aproveitamento	0,396	0,135	0,104	0,052	0,510	0,197	0,173	0,087
2º Aproveitamento	0,256	0,087	0,067	0,033	0,331	0,127	0,113	0,056
3º Aproveitamento	0,208	0,071	0,054	0,027	0,270	0,104	0,092	0,046

Fonte: Elaborado pela autora.

## APÊNDICE C – ENERGIA FIRME CALCULADA PARA OS APROVEITAMENTOS ANALISADOS

Tabela C.1- Energia Firme calculada para o Rio Capivari - Rio de 6ª Ordem.

Aproveitamento	Diária			Mensal		
	<i>EFe 50%</i> (kW)	<i>EFe 95%</i> (kW)	<i>EFe 98%</i> (kW)	<i>EFe 50%</i> (kW)	<i>EFe 95%</i> (kW)	<i>EFe 98%</i> (kW)
1º Aproveitamento	1843	642	516	2279	910	764
2º Aproveitamento	2199	766	615	2720	1086	912
3º Aproveitamento	4474	1558	1251	5537	2210	1857
4º Aproveitamento	828	287	228	1035	410	348
5º Aproveitamento	1041	360	286	1305	515	439
6º Aproveitamento	1252	432	343	1571	620	529
7º Aproveitamento	244	83	65	311	121	105

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela C.2- Energia Firme calculada para o Rio Laranjeira - Rio de 5ª Ordem.

Aproveitamento	Diária			Mensal		
	<i>EFe 50%</i> (kW)	<i>EFe 95%</i> (kW)	<i>EFe 98%</i> (kW)	<i>EFe 50%</i> (kW)	<i>EFe 95%</i> (kW)	<i>EFe 98%</i> (kW)
1º Aproveitamento	1301	451	360	1619	643	544
2º Aproveitamento	471	163	130	586	233	197
3º Aproveitamento	364	126	100	455	180	153
4º Aproveitamento	509	176	140	638	252	215
5º Aproveitamento	1082	373	295	1362	536	459
6º Aproveitamento	392	134	105	501	195	170

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela C.3- Energia Firme calculada para o Rio do Ponche - Rio de 5ª Ordem.

Aproveitamento	Diária			Mensal		
	<i>EFe 50%</i> (kW)	<i>EFe 95%</i> (kW)	<i>EFe 98%</i> (kW)	<i>EFe 50%</i> (kW)	<i>EFe 95%</i> (kW)	<i>EFe 98%</i> (kW)
1º Aproveitamento	211	73	57	268	105	90

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela C.4- Energia Firme calculada para o Rio Povoamento - Rio de 4ª Ordem.

Aproveitamento	Diária			Mensal		
	<i>EFe 50%</i> (kW)	<i>EFe 95%</i> (kW)	<i>EFe 98%</i> (kW)	<i>EFe 50%</i> (kW)	<i>EFe 95%</i> (kW)	<i>EFe 98%</i> (kW)
1º Aproveitamento	637	220	175	799	315	269
2º Aproveitamento	407	140	111	512	202	173
3º Aproveitamento	264	91	71	334	131	113
4º Aproveitamento	327	112	88	414	162	140
5º Aproveitamento	504	173	136	639	250	216
6º Aproveitamento	291	100	78	371	144	125
7º Aproveitamento	298	101	79	382	148	129

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela C.5- Energia Firme calculada para o Rio do Meio - Rio de 4ª Ordem.

Aproveitamento	Diária			Mensal		
	<i>EFe 50%</i> (kW)	<i>EFe 95%</i> (kW)	<i>EFe 98%</i> (kW)	<i>EFe 50%</i> (kW)	<i>EFe 95%</i> (kW)	<i>EFe 98%</i> (kW)
1º Aproveitamento	935	323	256	1174	463	396
2º Aproveitamento	338	116	92	425	167	144
3º Aproveitamento	541	186	147	683	268	231
4º Aproveitamento	205	70	55	259	101	87
5º Aproveitamento	363	125	98	460	180	155

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela C.6- Energia Firme calculada para o Rio dos Bugres - Rio de 4ª Ordem.

Aproveitamento	Diária			Mensal		
	<i>EFe 50%</i> (kW)	<i>EFe 95%</i> (kW)	<i>EFe 98%</i> (kW)	<i>EFe 50%</i> (kW)	<i>EFe 95%</i> (kW)	<i>EFe 98%</i> (kW)
1º Aproveitamento	474	163	129	599	235	202
2º Aproveitamento	420	144	114	531	208	179
3º Aproveitamento	149	51	40	189	74	64
4º Aproveitamento	131	45	35	168	65	57
5º Aproveitamento	132	45	35	170	66	58
6º Aproveitamento	80	27	21	103	40	35
7º Aproveitamento	60	20	16	78	30	27

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela C.7- Energia Firme calculada para o Rio Espriado ou Pequeno - Rio de 4ª Ordem.

Aproveitamento	Diária			Mensal		
	<i>EFe 50%</i> (kW)	<i>EFe 95%</i> (kW)	<i>EFe 98%</i> (kW)	<i>EFe 50%</i> (kW)	<i>EFe 95%</i> (kW)	<i>EFe 98%</i> (kW)
1º Aproveitamento	148	51	40	188	73	64
2º Aproveitamento	147	50	39	187	73	63
3º Aproveitamento	177	60	47	227	88	77
4º Aproveitamento	63	21	17	80	31	27

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela C.8- Energia Firme calculada para o Rio Braço Esquerdo - Rio de 4ª Ordem.

Aproveitamento	Diária			Mensal		
	<i>EFe 50%</i> (kW)	<i>EFe 95%</i> (kW)	<i>EFe 98%</i> (kW)	<i>EFe 50%</i> (kW)	<i>EFe 95%</i> (kW)	<i>EFe 98%</i> (kW)
1º Aproveitamento	116	40	31	149	58	51
2º Aproveitamento	74	25	20	94	37	32
3º Aproveitamento	20	7	5	27	10	9
4º Aproveitamento	20	7	5	26	10	9
5º Aproveitamento	19	7	5	25	10	9

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela C.9- Energia Firme calculada para o Rio Hipólito - Rio de 4ª Ordem.

Aproveitamento	Diária			Mensal		
	<i>EFe 50%</i> (kW)	<i>EFe 95%</i> (kW)	<i>EFe 98%</i> (kW)	<i>EFe 50%</i> (kW)	<i>EFe 95%</i> (kW)	<i>EFe 98%</i> (kW)
1º Aproveitamento	292	101	79	369	145	125
2º Aproveitamento	304	104	81	388	151	131
3º Aproveitamento	69	23	18	89	34	30
4º Aproveitamento	90	31	24	116	45	40

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela C.10- Energia Firme calculada para o Rio Oratório - Rio de 4ª Ordem.

Aproveitamento	Diária			Mensal		
	<i>EFe 50%</i> (kW)	<i>EFe 95%</i> (kW)	<i>EFe 98%</i> (kW)	<i>EFe 50%</i> (kW)	<i>EFe 95%</i> (kW)	<i>EFe 98%</i> (kW)
1º Aproveitamento	369	127	100	465	183	157
2º Aproveitamento	55	19	15	71	28	24

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela C.11- Energia Firme calculada para o Rio Pedras Grandes - Rio de 4ª Ordem.

Aproveitamento	Diária			Mensal		
	<i>EFe 50%</i> (kW)	<i>EFe 95%</i> (kW)	<i>EFe 98%</i> (kW)	<i>EFe 50%</i> (kW)	<i>EFe 95%</i> (kW)	<i>EFe 98%</i> (kW)
1º Aproveitamento	332	114	90	420	164	142
2º Aproveitamento	400	137	108	508	198	172
3º Aproveitamento	301	103	81	384	150	130
4º Aproveitamento	63	21	17	80	31	27
5º Aproveitamento	60	20	16	77	30	26
6º Aproveitamento	46	16	12	61	23	21

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela C.12- Energia Firme calculada para o Rio Pinheiros - Rio de 4ª Ordem.

Aproveitamento	Diária			Mensal		
	<i>EFe 50%</i> (kW)	<i>EFe 95%</i> (kW)	<i>EFe 98%</i> (kW)	<i>EFe 50%</i> (kW)	<i>EFe 95%</i> (kW)	<i>EFe 98%</i> (kW)
1º Aproveitamento	430	147	115	548	214	185
2º Aproveitamento	130	45	35	167	65	57

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela C.13- Energia Firme calculada para o Rio Correias - Rio de 4ª Ordem.

Aproveitamento	Diária			Mensal		
	<i>EFe 50%</i> (kW)	<i>EFe 95%</i> (kW)	<i>EFe 98%</i> (kW)	<i>EFe 50%</i> (kW)	<i>EFe 95%</i> (kW)	<i>EFe 98%</i> (kW)
1º Aproveitamento	243	83	65	311	121	105
2º Aproveitamento	187	64	49	240	93	81
3º Aproveitamento	97	33	26	125	48	43
4º Aproveitamento	100	34	26	129	50	44

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela C.14- Energia Firme calculada para o Rio Bravo - Rio de 4ª Ordem.

Aproveitamento	Diária			Mensal		
	<i>EFe 50%</i> (kW)	<i>EFe 95%</i> (kW)	<i>EFe 98%</i> (kW)	<i>EFe 50%</i> (kW)	<i>EFe 95%</i> (kW)	<i>EFe 98%</i> (kW)
1º Aproveitamento	237	81	64	301	118	102
2º Aproveitamento	138	47	37	176	69	60
3º Aproveitamento	148	51	40	189	73	64
4º Aproveitamento	141	48	38	180	70	61
5º Aproveitamento	215	74	57	275	107	93
6º Aproveitamento	266	91	71	340	132	115
7º Aproveitamento	164	56	43	211	82	72

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela C.15- Energia Firme calculada para o Rio Paulo - Rio de 4ª Ordem.

Aproveitamento	Diária			Mensal		
	<i>EFe 50%</i> (kW)	<i>EFe 95%</i> (kW)	<i>EFe 98%</i> (kW)	<i>EFe 50%</i> (kW)	<i>EFe 95%</i> (kW)	<i>EFe 98%</i> (kW)
1º Aproveitamento	460	157	123	585	228	198
2º Aproveitamento	348	119	93	443	173	150
3º Aproveitamento	211	72	56	268	104	91
4º Aproveitamento	269	92	71	345	134	117
5º Aproveitamento	195	66	51	250	97	85
6º Aproveitamento	267	91	70	343	133	117
7º Aproveitamento	38	13	10	49	19	17

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela C.16- Energia Firme calculada para o Rio Engano - Rio de 4ª Ordem.

Aproveitamento	Diária			Mensal		
	<i>EFe 50%</i> (kW)	<i>EFe 95%</i> (kW)	<i>EFe 98%</i> (kW)	<i>EFe 50%</i> (kW)	<i>EFe 95%</i> (kW)	<i>EFe 98%</i> (kW)
1º Aproveitamento	20	7	5	26	10	9
2º Aproveitamento	28	10	7	37	14	13

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela C.17- Energia Firme calculada para o Rio Sete - Rio de 4ª Ordem.

Aproveitamento	Diária			Mensal		
	<i>EFe 50%</i> (kW)	<i>EFe 95%</i> (kW)	<i>EFe 98%</i> (kW)	<i>EFe 50%</i> (kW)	<i>EFe 95%</i> (kW)	<i>EFe 98%</i> (kW)
1º Aproveitamento	481	165	129	613	239	207
2º Aproveitamento	192	66	51	245	95	83
3º Aproveitamento	134	46	36	170	66	58
4º Aproveitamento	161	55	43	206	80	70
5º Aproveitamento	117	40	30	151	58	51

Fonte: Elaborado pela autora.



Tabela C.18- Energia Firme calculada para o Rio Capivaras - Rio de 4ª Ordem.

Aproveitamento	Diária			Mensal		
	<i>EFe 50%</i> (kW)	<i>EFe 95%</i> (kW)	<i>EFe 98%</i> (kW)	<i>EFe 50%</i> (kW)	<i>EFe 95%</i> (kW)	<i>EFe 98%</i> (kW)
1º Aproveitamento	764	262	206	970	379	328
2º Aproveitamento	219	75	59	278	109	94
3º Aproveitamento	228	78	61	290	113	98

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela C.19- Energia Firme calculada para o Rio Gabiroba - Rio de 4ª Ordem.

Aproveitamento	Diária			Mensal		
	<i>EFe 50%</i> (kW)	<i>EFe 95%</i> (kW)	<i>EFe 98%</i> (kW)	<i>EFe 50%</i> (kW)	<i>EFe 95%</i> (kW)	<i>EFe 98%</i> (kW)
1º Aproveitamento	392	134	105	498	195	169
2º Aproveitamento	339	116	91	432	168	146
3º Aproveitamento	62	21	16	80	31	27

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela C.20- Energia Firme calculada para o Rio Peroba Sanga Morta - Rio de 4ª Ordem.

Aproveitamento	Diária			Mensal		
	<i>EFe 50%</i> (kW)	<i>EFe 95%</i> (kW)	<i>EFe 98%</i> (kW)	<i>EFe 50%</i> (kW)	<i>EFe 95%</i> (kW)	<i>EFe 98%</i> (kW)
1º Aproveitamento	97	33	25	125	48	42
2º Aproveitamento	81	28	21	105	40	36
3º Aproveitamento	68	23	18	89	34	30

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela C.21- Energia Firme calculada para o Rio das Corujas - Rio de 4ª Ordem.

Aproveitamento	Diária			Mensal		
	<i>EFe 50%</i> (kW)	<i>EFe 95%</i> (kW)	<i>EFe 98%</i> (kW)	<i>EFe 50%</i> (kW)	<i>EFe 95%</i> (kW)	<i>EFe 98%</i> (kW)
1º Aproveitamento	149	50	39	195	74	66

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela C.22- Energia Firme calculada para o Rio Cachoeira dos Macacos - Rio de 4ª Ordem.

Aproveitamento	Diária			Mensal		
	<i>EFe 50%</i> (kW)	<i>EFe 95%</i> (kW)	<i>EFe 98%</i> (kW)	<i>EFe 50%</i> (kW)	<i>EFe 95%</i> (kW)	<i>EFe 98%</i> (kW)
1º Aproveitamento	34	12	9	44	17	15
2º Aproveitamento	43	15	11	56	21	19
3º Aproveitamento	83	28	22	108	41	37

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela C.23- Energia Firme calculada para o Rio Gravatal - Rio de 4ª Ordem.

Aproveitamento	Diária			Mensal		
	<i>EFe 50%</i> (kW)	<i>EFe 95%</i> (kW)	<i>EFe 98%</i> (kW)	<i>EFe 50%</i> (kW)	<i>EFe 95%</i> (kW)	<i>EFe 98%</i> (kW)
1º Aproveitamento	58	20	15	75	29	25
2º Aproveitamento	62	21	16	80	31	27
3º Aproveitamento	31	10	8	40	15	14

Fonte: Elaborado pela autora.

## APÊNDICE D – POTÊNCIA INSTALADA CALCULADA PARA OS APROVEITAMENTOS ANALISADOS.

Tabela D.1- Potência Instalada calculada para o Rio Capivari - Rio de 6ª Ordem.

Aproveitamento	Diária			Mensal		
	<i>Pot. 50% (kW)</i>	<i>Pot. 95% (kW)</i>	<i>Pot.98% (kW)</i>	<i>Pot. 50% (kW)</i>	<i>Pot. 95% (kW)</i>	<i>Pot.98% (kW)</i>
1º Aproveitamento	3351	1167	938	4143	1654	1389
2º Aproveitamento	3998	1392	1119	4945	1974	1658
3º Aproveitamento	8135	2832	2274	10068	4018	3376
4º Aproveitamento	1506	521	415	1881	745	633
5º Aproveitamento	1893	654	519	2373	937	799
6º Aproveitamento	2276	786	623	2857	1127	962
7º Aproveitamento	444	152	118	566	220	192

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela D.2- Potência Instalada calculada para o Rio Laranjeiras - Rio de 5ª Ordem.

Aproveitamento	Diária			Mensal		
	<i>Pot 50%</i>	<i>Pot 95%</i>	<i>Pot 98%</i>	<i>Pot 50%</i>	<i>Pot 95%</i>	<i>Pot 98%</i>
1º Aproveitamento	2365	821	655	2944	1169	989
2º Aproveitamento	856	297	237	1065	423	358
3º Aproveitamento	661	229	182	828	327	279
4º Aproveitamento	926	320	254	1159	458	390
5º Aproveitamento	1966	678	536	2476	974	835
6º Aproveitamento	713	244	190	911	354	308

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela D.3- Potência Instalada calculada para o Rio do Ponche - Rio de 5ª Ordem.

Aproveitamento	Diária			Mensal		
	<i>Pot. 50% (kW)</i>	<i>Pot. 95% (kW)</i>	<i>Pot.98% (kW)</i>	<i>Pot. 50% (kW)</i>	<i>Pot. 95% (kW)</i>	<i>Pot.98% (kW)</i>
1º Aproveitamento	384	132	104	486	190	164

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela D.4- Potência Instalada calculada para o Rio Povoamento - Rio de 4ª Ordem.

Aproveitamento	Diária			Mensal		
	Pot. 50% (kW)	Pot. 95% (kW)	Pot.98% (kW)	Pot. 50% (kW)	Pot. 95% (kW)	Pot.98% (kW)
1º Aproveitamento	1158	400	317	1452	573	489
2º Aproveitamento	740	255	202	932	367	314
3º Aproveitamento	479	165	129	607	238	205
4º Aproveitamento	594	204	160	753	294	255
5º Aproveitamento	916	314	247	1162	454	393
6º Aproveitamento	529	181	142	674	263	228
7º Aproveitamento	541	184	143	694	269	235

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela D.5- Potência Instalada calculada para o Rio do Meio- Rio de 4ª Ordem.

Aproveitamento	Diária			Mensal		
	Pot. 50% (kW)	Pot. 95% (kW)	Pot.98% (kW)	Pot. 50% (kW)	Pot. 95% (kW)	Pot.98% (kW)
1º Aproveitamento	1700	587	465	2135	842	719
2º Aproveitamento	614	212	167	774	304	261
3º Aproveitamento	984	339	267	1242	487	419
4º Aproveitamento	372	128	101	471	184	159
5º Aproveitamento	660	227	178	836	327	283

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela D.6- Potência Instalada calculada para o Rio dos Bugres - Rio de 4ª Ordem

Aproveitamento	Diária			Mensal		
	Pot. 50% (kW)	Pot. 95% (kW)	Pot.98% (kW)	Pot. 50% (kW)	Pot. 95% (kW)	Pot.98% (kW)
1º Aproveitamento	862	297	234	1089	427	367
2º Aproveitamento	763	262	207	965	378	326
3º Aproveitamento	271	93	73	345	134	117
4º Aproveitamento	239	82	64	306	119	104
5º Aproveitamento	241	82	64	309	120	105
6º Aproveitamento	145	49	38	187	72	63
7º Aproveitamento	109	37	28	142	54	48

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela D.7- Potência Instalada calculada para o Rio Espreado ou Pequeno- Rio de 4ª Ordem.

Aproveitamento	Diária			Mensal		
	Pot. 50% (kW)	Pot. 95% (kW)	Pot.98% (kW)	Pot. 50% (kW)	Pot. 95% (kW)	Pot.98% (kW)
1º Aproveitamento	269	92	72	342	133	116
2º Aproveitamento	267	91	71	340	132	115
3º Aproveitamento	322	110	86	412	160	140
4º Aproveitamento	114	39	30	146	57	50

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela D.8- Potência Instalada calculada para o Rio Braço Esquerdo - Rio de 4ª Ordem.

Aproveitamento	Diária			Mensal		
	<i>Pot. 50%</i> <i>(kW)</i>	<i>Pot. 95%</i> <i>(kW)</i>	<i>Pot.98%</i> <i>(kW)</i>	<i>Pot. 50%</i> <i>(kW)</i>	<i>Pot. 95%</i> <i>(kW)</i>	<i>Pot.98%</i> <i>(kW)</i>
1º Aproveitamento	211	72	56	271	105	92
2º Aproveitamento	134	46	36	172	67	58
3º Aproveitamento	37	13	10	48	19	16
4º Aproveitamento	37	12	9	48	18	16
5º Aproveitamento	35	12	9	46	17	16

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela D.9- Potência Instalada calculada para o Rio Hipólito - Rio de 4ª Ordem.

Aproveitamento	Diária			Mensal		
	<i>Pot. 50%</i> <i>(kW)</i>	<i>Pot. 95%</i> <i>(kW)</i>	<i>Pot.98%</i> <i>(kW)</i>	<i>Pot. 50%</i> <i>(kW)</i>	<i>Pot. 95%</i> <i>(kW)</i>	<i>Pot.98%</i> <i>(kW)</i>
1º Aproveitamento	532	183	144	672	263	227
2º Aproveitamento	552	189	147	705	274	239
3º Aproveitamento	125	43	33	162	62	55
4º Aproveitamento	164	56	43	212	81	72

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela D.10- Potência Instalada calculada para o Rio Oratório - Rio de 4ª Ordem.

Aproveitamento	Diária			Mensal		
	<i>Pot. 50%</i> <i>(kW)</i>	<i>Pot. 95%</i> <i>(kW)</i>	<i>Pot.98%</i> <i>(kW)</i>	<i>Pot. 50%</i> <i>(kW)</i>	<i>Pot. 95%</i> <i>(kW)</i>	<i>Pot.98%</i> <i>(kW)</i>
1º Aproveitamento	670	231	182	845	332	285
2º Aproveitamento	101	34	27	130	50	44

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela D.11- Potência Instalada calculada para o Rio Pedras Grandes - Rio de 4ª Ordem.

Aproveitamento	Diária			Mensal		
	<i>Pot. 50%</i> <i>(kW)</i>	<i>Pot. 95%</i> <i>(kW)</i>	<i>Pot.98%</i> <i>(kW)</i>	<i>Pot. 50%</i> <i>(kW)</i>	<i>Pot. 95%</i> <i>(kW)</i>	<i>Pot.98%</i> <i>(kW)</i>
1º Aproveitamento	603	207	163	763	299	258
2º Aproveitamento	727	250	196	923	361	312
3º Aproveitamento	548	188	147	698	272	236
4º Aproveitamento	114	39	30	146	56	49
5º Aproveitamento	109	37	28	140	54	48
6º Aproveitamento	84	29	22	110	42	38

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela D.12- Potência Instalada calculada para o Rio Pinheiros - Rio de 4ª Ordem.

Aproveitamento	Diária			Mensal		
	Pot. 50% (kW)	Pot. 95% (kW)	Pot.98% (kW)	Pot. 50% (kW)	Pot. 95% (kW)	Pot.98% (kW)
1º Aproveitamento	783	268	210	996	388	337
2º Aproveitamento	237	81	63	303	118	103

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela D.13- Potência Instalada calculada para o Rio Correias - Rio de 4ª Ordem.

Aproveitamento	Diária			Mensal		
	Pot. 50% (kW)	Pot. 95% (kW)	Pot.98% (kW)	Pot. 50% (kW)	Pot. 95% (kW)	Pot.98% (kW)
1º Aproveitamento	442	151	118	566	220	192
2º Aproveitamento	339	116	90	436	169	148
3º Aproveitamento	177	60	46	228	88	78
4º Aproveitamento	181	62	47	235	90	80

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela D.14- Potência Instalada calculada para o Rio Bravo - Rio de 4ª Ordem.

Aproveitamento	Diária			Mensal		
	Pot. 50% (kW)	Pot. 95% (kW)	Pot.98% (kW)	Pot. 50% (kW)	Pot. 95% (kW)	Pot.98% (kW)
1º Aproveitamento	431	148	116	548	214	185
2º Aproveitamento	252	86	67	320	125	108
3º Aproveitamento	269	92	72	343	134	116
4º Aproveitamento	257	88	69	328	127	111
5º Aproveitamento	391	134	104	499	194	169
6º Aproveitamento	483	165	129	617	240	209
7º Aproveitamento	298	102	79	383	148	130

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela D.15- Potência Instalada calculada para o Rio Paulo - Rio de 4ª Ordem.

Aproveitamento	Diária			Mensal		
	Pot. 50% (kW)	Pot. 95% (kW)	Pot.98% (kW)	Pot. 50% (kW)	Pot. 95% (kW)	Pot.98% (kW)
1º Aproveitamento	836	286	224	1063	415	360
2º Aproveitamento	633	217	170	806	314	273
3º Aproveitamento	383	131	103	487	190	165
4º Aproveitamento	489	167	129	627	243	213
5º Aproveitamento	354	121	94	454	176	154
6º Aproveitamento	485	165	128	624	241	212
7º Aproveitamento	69	23	18	90	34	31

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela D.16- Potência Instalada calculada para o Rio Engano - Rio de 4ª Ordem.

Aproveitamento	Diária			Mensal		
	Pot. 50% (kW)	Pot. 95% (kW)	Pot.98% (kW)	Pot. 50% (kW)	Pot. 95% (kW)	Pot.98% (kW)
1º Aproveitamento	37	12	9	48	18	16
2º Aproveitamento	51	17	13	67	26	23

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela D.17- Potência Instalada calculada para o Rio Sete - Rio de 4ª Ordem.

Aproveitamento	Diária			Mensal		
	Pot. 50% (kW)	Pot. 95% (kW)	Pot.98% (kW)	Pot. 50% (kW)	Pot. 95% (kW)	Pot.98% (kW)
1º Aproveitamento	875	300	235	1114	434	377
2º Aproveitamento	350	120	94	445	174	151
3º Aproveitamento	243	83	65	310	121	105
4º Aproveitamento	293	100	78	374	145	127
5º Aproveitamento	212	72	55	274	105	93

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela D.18- Potência Instalada calculada para o Rio Capivaras - Rio de 4ª Ordem.

Aproveitamento	Diária			Mensal		
	Pot. 50% (kW)	Pot. 95% (kW)	Pot.98% (kW)	Pot. 50% (kW)	Pot. 95% (kW)	Pot.98% (kW)
1º Aproveitamento	1390	477	374	1763	689	596
2º Aproveitamento	398	137	107	506	198	171
3º Aproveitamento	415	142	111	527	206	178

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela D.19- Potência Instalada calculada para o Rio Gabiroba - Rio de 4ª Ordem.

Aproveitamento	Diária			Mensal		
	Pot. 50% (kW)	Pot. 95% (kW)	Pot.98% (kW)	Pot. 50% (kW)	Pot. 95% (kW)	Pot.98% (kW)
1º Aproveitamento	713	244	192	906	354	307
2º Aproveitamento	617	211	165	785	306	266
3º Aproveitamento	113	38	29	146	56	50

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela D.20- Potência Instalada calculada para o Rio Peroba Sanga Morta - Rio de 4ª Ordem.

Aproveitamento	Diária			Mensal		
	Pot. 50% (kW)	Pot. 95% (kW)	Pot.98% (kW)	Pot. 50% (kW)	Pot. 95% (kW)	Pot.98% (kW)
1º Aproveitamento	176	60	46	227	87	77
2º Aproveitamento	148	50	38	191	73	65
3º Aproveitamento	124	42	32	161	62	55

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela D.21- Potência Instalada calculada para o Rio Corujas - Rio de 4ª Ordem.

Aproveitamento	Diária			Mensal		
	Pot. 50% (kW)	Pot. 95% (kW)	Pot.98% (kW)	Pot. 50% (kW)	Pot. 95% (kW)	Pot.98% (kW)
1º Aproveitamento	272	92	70	354	135	121

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela D.22- Potência Instalada calculada para o Rio Cachoeira dos Macacos - Rio de 4ª Ordem.

Aproveitamento	Diária			Mensal		
	Pot. 50% (kW)	Pot. 95% (kW)	Pot.98% (kW)	Pot. 50% (kW)	Pot. 95% (kW)	Pot.98% (kW)
1º Aproveitamento	62	21	16	79	31	27
2º Aproveitamento	78	27	20	101	39	34
3º Aproveitamento	151	51	39	196	75	67

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela D.23- Potência Instalada calculada para o Rio Gravatal - Rio de 4ª Ordem.

Aproveitamento	Diária			Mensal		
	Pot. 50% (kW)	Pot. 95% (kW)	Pot.98% (kW)	Pot. 50% (kW)	Pot. 95% (kW)	Pot.98% (kW)
1º Aproveitamento	105	36	28	136	52	46
2º Aproveitamento	112	38	29	146	56	50
3º Aproveitamento	56	19	14	72	28	25

Fonte: Elaborado pela autora.