



AVALIAÇÃO DA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NA BACIA DO RIO PIABANHA EM RELAÇÃO AOS USOS MÚLTIPLOS CRESCENTES DA ÁGUA

Diego Vannucci Chiappori

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil.

Orientador(es): José Paulo Soares de Azevedo
Mônica de Aquino Galeano
Massera da Hora

Rio de Janeiro
Março de 2015

AValiação DA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NA BACIA DO RIO
PIABANHA EM RELAÇÃO AOS USOS MÚLTIPLOS CRESCENTES DA ÁGUA

Diego Vannucci Chiappori

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO ALBERTO
LUIZ COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE ENGENHARIA
(COPPE) DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE
DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE
EM CIÊNCIAS EM ENGENHARIA CIVIL.

Examinada por:

Prof. José Paulo Soares de Azevedo, Ph.D.

Prof^a. Mônica de Aquino Galeano Massera da Hora, D. Sc.

Prof. Marcelo Gomes Miguez, D. Sc.

Prof^a. Luciene Pimentel da Silva, Ph. D.

Prof. Antônio Ferreira da Hora, D. Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

MARÇO DE 2015

Chiappori, Diego Vannucci

Avaliação da Geração de Energia Elétrica na Bacia do Rio Piabanha em Relação aos Usos Múltiplos da Água/
Diego Vannucci Chiappori. – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2015.

XVIII, 161 p.: il.; 29,7 cm.

Orientadores: José Paulo Soares de Azevedo

Mônica de Aquino Galeano Massera da
Hora

Dissertação (mestrado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia Civil, 2015.

Referências Bibliográficas: p. 105-109.

1. Bacia do rio Piabanha/RJ. 2. Geração de energia elétrica. 3. Modelo matemático - SisUCA. 4. Compatibilização de usos. 5. VMO. 6. Interface entre usuários. I. Azevedo, José Paulo Soares de. *et all*, II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Engenharia Civil. III. Título.

“O mais importante da vida não é a situação em que estamos, mas a direção para a qual
nos movemos.”

Oliver Wendell Holmes - Jurista americano

AGRADECIMENTOS

Meus sinceros agradecimentos a todos aqueles que de alguma forma doaram um pouco de si para que a conclusão deste trabalho se tornasse possível: A Deus, por acreditar que nossa existência pressupõe outra infinitamente superior. Um especial agradecimento ao professor doutor e orientador José Paulo que me apoiou e me aceitou como orientando contribuindo com conhecimentos e conselhos frutos de sua grande experiência na área de gestão de recursos hídricos e que com sua humanidade soube compreender as dificuldades que passei durante esse percurso em decorrência de um grave acidente. À minha professora doutora e orientadora Mônica da Hora, pela iniciativa e receptividade em orientar-me neste trabalho, pelo auxílio, disponibilidade de tempo e recursos, imensa paciência e dedicação, sempre com uma simpatia contagiante e pelo fornecimento de material para pesquisa do tema e que com sabedoria soube dirigir-me os passos e os pensamentos para o alcance de meus objetivos, buscando sempre um trabalho com qualidade e seriedade através de um clima de descontração e amizade. À secretaria acadêmica, em especial Jairo e Beth, sempre dispostos a instruir e auxiliar os alunos, bem como todos os demais funcionários e colaboradores da COPPE/UFRJ. Aos meus pais, por todos os bons momentos vividos como também pelos momentos difíceis, pois com eles pude ver como é a satisfação de vencer através do próprio suor e trabalho duro, pois mesmo que por vezes desanimados e desencorajados, nunca desistiram. Isso certamente ficará gravado como prova de que com garra, esforço e muita dedicação pode-se superar todas as adversidades da vida e alcançar qualquer objetivo. À minha namorada Laura por acrescentar razão e beleza aos meus dias, parceira que a vida trouxe de forma inusitada suportando meus defeitos, tolerando meus humores e procurando sempre me compreender. A todos meus amigos, em especial Fabio, Isabela,

Sergio, Thiago e Vinicius dentre muitos outros, que sempre me apoiaram para que eu chegasse até esta etapa de minha vida, guardo grandes lembranças de ótimos momentos vividos. Agradeço pela amizade e lealdade durante todos esses anos e sei que sempre poderei confiar independentemente da situação.

Resumo da Dissertação apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M. Sc.)

AValiação da Geração de Energia Elétrica na Bacia do Rio
Piabanha em Relação aos Usos Múltiplos Crescentes da Água

Diego Vannucci Chiappori

Março/2015

Orientadores: José Paulo Soares de Azevedo

Mônica de Aquino Galeano Massera da Hora

Programa: Engenharia Civil

Esta dissertação busca avaliar a interface entre usuários da bacia hidrográfica do rio Piabanha e a geração de energia hidráulica através do emprego do modelo matemático SisUCA tanto para a atual cascata de aproveitamentos quanto para a futura configuração de empreendimentos em estudo. O estudo de caso na bacia selecionada resultou em grandes dificuldades de obtenção de dados, sem, entretanto obstruir a validação do modelo que convergiu para resultados que fornecem subsídios para a compatibilização dos usos múltiplos dos recursos hídricos.

Abstract of Dissertation presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M.Sc.)

EVALUATION OF ELETRIC POWER GENERATION IN THE WATERSHED OF
PIABANHA RIVER TAKING INTO ACCOUNT THE INCREASING WATER
RESOURCES MULTIPLES USES

Diego Vannucci Chiappori

March/2015

Advisors: José Paulo Soares de Azevedo
Mônica de Aquino Galeano Massera da Hora

Department: Civil Engineering

This dissertation aims to assess the interface between users of the watershed of Piabanha river and the generation of hydroelectric power through the application of the mathematical model SisUCA for both the current sequence of power plants and the future shape of projects under study. The case study in the selected basin resulted in great difficulties in obtaining data, without, however, impairing the validation of the model, which converged to results that provide subsidies for making compatible the multiple uses of water resources.

SUMÁRIO

Sumário.....	ix
Lista de Figuras	xii
Lista de Tabelas	xvii
1. Introdução.....	1
1.1. Justificativa do Tema	3
1.2. Objetivo	4
1.3. Organização da Dissertação	5
2. Metodologia.....	7
2.1. Contextualização Histórica	7
2.2. Modelo Adotado para Compatibilização dos Usos dos Recursos Hídricos.....	10
2.3. Etapas Complementares.....	17
3. Caracterização da Bacia do Rio Piabanha	20
3.1. A Bacia do Rio Piabanha	20
3.1.1. As Sub-bacias do Rio Piabanha.....	26
3.2. Postos Fluviométricos.....	33
3.3. O Comitê Piabanha	36
3.4. Cadastro de Usuários	37
3.5. Usos Múltiplos da Água	38
3.5.1. Setor Agroindustrial	38

3.5.2.	Setor de Saneamento	39
3.5.3.	Setor Elétrico	39
4.	Aplicação da Metodologia na Bacia do Rio Piabanha	64
4.1.	Vazão Máxima Outorgável	64
4.2.	Série de Vazões Geradas nos Locais dos Aproveitamentos	66
4.2.1.	PCH Morro Grade/Areal	66
4.2.2.	PCH Providência	66
4.2.3.	PCH Capim.....	66
4.2.4.	PCH Coronel Fagundes	67
4.3.	Análise de Continuidade de Vazões	67
4.3.1.	Cenário Atual.....	68
4.3.2.	Cenário Futuro.....	69
5.	SisUCA – Sistema de Simulação de Usinas com Usos Consuntivos de Água	72
5.1.	Abrir E Executar O Aplicativo	72
5.2.	Geração Dos Relatórios E Gráficos De Saída.....	78
6.	Cenários de Simulação	87
6.1.	Entrada de Dados das Usinas no SisUCA	89
6.2.	Análise Dos Resultados Encontrados	93
7.	Conclusões e Recomendações	103
	Referências Bibliográficas.....	105
	APÊNDICE A	110
	APÊNDICE B.....	112

APÊNDICE C.....	114
APÊNDICE D	116
APÊNDICE E.....	118
APÊNDICE F.....	120
ANEXO A	125
ANEXO B	152
ANEXO C	154
ANEXO D	156
ANEXO E.....	158
ANEXO F.....	160

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1: Relação entre os possíveis usos da água e seu enquadramento.	2
Figura 2.1: Bacia do Rio Piabanha com seus principais afluentes e municípios. Fonte: (DE PAULA, 2011).	21
Figura 2.2: Principais rios da Bacia do Rio Piabanha. Fonte: (CEIVAP, 2006)	23
Figura 2.3: Unidades de conservação existentes na bacia do rio Piabanha. Fonte: (DE PAULA, 2011)	25
Figura 2.4: Mapa de uso e ocupação do solo da bacia do rio Piabanha. Fonte: (DE PAULA, 2011).	26
Figura 2.5: Areal presente na altura de Pedro do Rio. Fonte: Foto pessoal de 16 de novembro 2013.	27
Figura 2.6: Extração de areia no rio Piabanha. Fonte: Foto pessoal de 1º de novembro de 2013.	28
Figura 2.7: Principais sub-bacias do rio Piabanha. Fonte: (DE PAULA, 2011)	29
Figura 2.8: Confluência dos rios Preto e Piabanha. Fonte: Foto pessoal de 21 de novembro de 2013.	29
Figura 2.9: Rio Quitandinha em seu trecho inicial. Fonte: Foto pessoal de 21 de novembro de 2013.	31
Figura 2.10: Moradias construídas ao longo da margem do rio. Fonte: Foto pessoal de 21 de novembro de 2013.	31
Figura 2.11: Área de lazer construída na faixa marginal do rio. Fonte: Foto pessoal de 21 de novembro de 2013.	32
Figura 2.12: Disponibilidade de Dados dos Postos Fluviométricos	34
Figura 2.13: Disponibilidade de Dados dos Postos Fluviométricos - Continuação	35

Figura 2.14: Fazenda localizada ao lado do reservatório Morro Grande. Fonte: Foto pessoal de 16 de abril de 2013.....	38
Figura 2.15: Localização espacial da UHE Fagundes e seu reservatório. Fonte: Google Earth, 2014	40
Figura 2.16: PCH Coronel Fagundes em 1928. Fonte: (ME, 2000).....	41
Figura 2.17: Foto Panorâmica da Barragem da PCH Fagundes na década de 20. Fonte: (ME, 2000)	41
Figura 2.18: Tubulação que chega à usina. Fonte: Foto pessoal de 16 de abril de 2013.	42
Figura 2.19: Tubulação entrando na Casa de Máquinas. Fonte: Foto pessoal de 16 de abril de 2013.	42
Figura 2.20: Entrada para a subestação geradora do rio Fagundes. Fonte: Foto pessoal de 16 de abril de 2013.....	43
Figura 2.21: Barragem da PCH Fagundes. Fonte: (QUANTA, 2013)	43
Figura 2.22: Localização da PCH Morro Grande/Areal. Fonte: Google Earth, 2014	45
Figura 2.23: Construção da Barragem. Fonte: (ME, 2000).....	46
Figura 2.24: Vista para jusante da Barragem Morro Grande. Fonte: Foto pessoal de 16 de abril de 2013.	46
Figura 2.25: Vista da Casa de Força e Subestação da PCH Areal. Fonte: Foto pessoal de 16 de abril de 2013.	47
Figura 2.26: Local de construção da usina. Fonte: Google Earth, 2011.....	48
Figura 2.27: Localização da PCH Providência. Fonte: Google Earth, 2014.	50
Figura 2.28: Localização da Barragem e da Casa de Máquinas da PCH Piabanha. Fonte: Google Earth, 2014.....	51
Figura 2.29: Construção da barragem. Fonte: (ME, 2000).....	51

Figura 2.30: Construção da usina. Fonte: (ME, 2000)	52
Figura 2.31: Vista panorâmica da Barragem da PCH Piabanha. Fonte: Foto pessoal de 16 de abril de 2013.	52
Figura 2.32: Tubulação de adução em construção. Fonte: (ME, 2000).....	53
Figura 2.33: Casa de força e tubulação de adução. Fonte: (ME, 2000).....	53
Figura 2.34: Atual tubulação de adução. Fonte: Foto pessoal de 16 de abril de 2013. ...	54
Figura 2.35: Vista frontal da casa de força atualmente. Fonte:(QUANTA, 2013).....	54
Figura 2.36: Saída da tubulação após a tomada d'água e ao longo do percurso para a casa de maquinas. Fonte: Foto pessoal de 16 de abril de 2013.	55
Figura 2.37: Vista de jusante para montante da barragem da CGH Petropolitana. Fonte: Foto pessoal de 22 de janeiro de 2015.....	57
Figura 2.38: Detalhe do tronco de árvore e resíduos presos na crista barragem. Fonte: Foto pessoal de 22 de janeiro de 2015.....	57
Figura 2.39: Fundo da Casa de Maquinas da CGH Petropolitana. Fonte Foto pessoal de 22 de janeiro de 2015.....	58
Figura 2.40: Entrada abandonada da Casa de Maquinas. Fonte: Foto pessoal de 22 de janeiro de 2015	58
Figura 2.41: Coordenadas estudadas para a instalação da PCH Posse. Fonte: Google Earth, 2014	60
Figura 2.42: Local estudado para a instalação da PCH Posse. Fonte: Google Earth, 2014.	61
Figura 2.43: Local estudado para a instalação da PCH São Sebastião. Fonte: Google Earth, 2014.	61
Figura 2.44: Topologia com os principais afluentes do rio Piabanha e os Postos Fluviométricos presentes	62

Figura 2.45: Topologia com as usinas em operação na bacia.	63
Figura 2.46: Topologia com as usinas em operação e os empreendimentos da Alternativa 2.	63
Figura 5.1: SisUCA: Tela Inicial.....	73
Figura 5.2: SisUCA: Tela da Topologia.....	73
Figura 5.3: Etapa de Preenchimento da Topologia	74
Figura 5.4: Etapa de Preenchimento da Topologia	75
Figura 5.5: Tela Inicial de Entrada de Dados com Usina Cadastrada	76
Figura 5.6: Tela de Preenchimento da Entrada de Dados	77
Figura 5.7: Tela com os Dados de Entrada.....	78
Figura 5.8: Tela para Salvar o Arquivo Resultante da Simulação.....	79
Figura 5.9: Tela de Saída Gráfica para a Variável Vazão Afluente	80
Figura 5.10: Tela de Saída Gráfica para a Variável Energia Gerada no Ano 1962.....	80
Figura 5.11: Opção de Visualização por Usina por Ano de Simulação	81
Figura 5.12: Opção de Visualização por Usina para a Série Completa.....	81
Figura 5.13: Opção de Visualização da Energia Gerada por Usinas para a Série Completa.....	82
Figura 6.1: Topologia atual da bacia com seus aproveitamentos e respectivas áreas de drenagem.	88
Figura 6.2: Topologia futura da bacia com seus aproveitamentos e respectivas áreas de drenagem.	88
Figura 6.3: Tela de entrada referente a topologia do cenário futuro	91
Figura 6.4: Perdas na geração de energia média para a cascata atual	95
Figura 6.5: Perdas na geração de energia firme para a cascata atual.....	95

Figura 6.6: Comparativo entre a produção de energia média e firme no primeiro cenário	96
Figura 6.7: Perdas na geração de energia média para a cascata futura.....	99
Figura 6.8: Perdas na geração de energia firme para a cascata futura.....	100
Figura 6.9: Comparativo entre a produção de energia média e firme no segundo cenário	100
Figura 6.10: Trecho referente a serie mensal do SisUCA para Capim com 100% da VMO.....	102

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1: Unidades de Conservação na Bacia do Piabanha. Fonte: (DE PAULA, 2011)	24
Tabela 2.2: Postos fluviométricos existentes na bacia do rio Piabanha	33
Tabela 2.3: Características da PCH Poço Fundo. Fonte: Adaptada de S.C. Pimenta Construções e Sigma Pesquisas e Projetos (2008) e ANEEL (2011).....	49
Tabela 2.4: Coordenadas das barragens. Fonte: (CDM, 2006)	59
Tabela 2.5: Características da Alternativa 2. Fonte: Adaptado de (PLANAVE/GUASCOR, 2001).....	59
Tabela 3.1: Cálculo da VMO nas usinas da bacia do rio Piabanha.....	65
Tabela 6.1: Evaporação na bacia do rio Piabanha, em mm/mês.	90
Tabela 6.2: Dados de entrada para o SisUCA	92
Tabela 6.3: Resultados da simulação para o cenário atual da evolução das perdas energéticas para a energia média	94
Tabela 6.4: Resultados da simulação para o cenário atual da evolução das perdas energéticas para a energia firme	94
Tabela 6.5: Resultados da simulação para a cascata para o cenário atual	94
Tabela 6.6: Resultados da simulação para o cenário futuro da evolução das perdas energéticas para a energia média das PCHs Posse, Monte Alegre, Providência e Poço Fundo.....	97
Tabela 6.7: Resultados da simulação para o cenário futuro da evolução das perdas energéticas para a energia média das PCHs Capim, Morro Grande, Piabanha Ampliada e Coronel Fagundes	97

Tabela 6.8: Resultado da simulação para o cenário futuro da evolução das perdas energéticas para a energia média para a PCH São Sebastião	97
Tabela 6.9: Resultados da simulação para o cenário futuro da evolução das perdas energéticas para a energia firme das PCHs Posse, Monte Alegre, Providência e Poço Fundo	98
Tabela 6.10: Resultados da simulação para o cenário futuro da evolução das perdas energéticas para a energia firme das PCHs Capim, Morro Grande, Piabanha Ampliada e Coronel Fagundes	98
Tabela 6.11: Resultados da simulação para o cenário futuro da evolução das perdas energéticas para a energia firme para a PCH São Sebastião	98
Tabela 6.12: Resultados da simulação da cascata para o cenário futuro	99

1. INTRODUÇÃO












De acordo com o art. 12 da Lei 9433/97, os usos dos recursos hídricos são definidos como aqueles que alteram o regime, a quantidade ou a qualidade da água existente em um determinado corpo de água e, a gestão dos recursos hídricos deve proporcionar estes usos múltiplos das águas. Excepcionalmente, em situações de escassez, os usos prioritários passam a ser o consumo humano e a dessedentação de animais. Segundo MEINZEN-DICK e JACKSON (1996) sempre que os direitos da água são formalizados, mantendo acesso a água para usos de subsistência crítica cabe uma avaliação cuidadosa de todos os usos daquela demanda hídrica. Como as demandas por água para os mais variados usos vêm aumentando, é esperado o surgimento, cada vez maior, de conflitos envolvendo questões ligadas a esse recurso. Este aumento de complexidade requer modelos adequados de apoio à tomada de decisões, e de base de dados hidrometeorológicos, de transporte de sedimentos, topográficos e batimétricos dentre outros para simulação de diversos cenários.

O aproveitamento dos recursos hídricos, tanto para geração elétrica como para abastecimento de água (urbano, industrial, rural, animal), irrigação, transporte, lazer, turismo, pesca e outros usos, é um vetor importante de desenvolvimento e deve ser planejado considerando os interesses do poder público e da sociedade.

A utilização do recurso hídrico pode ter caráter consuntivo, ocorrendo quando somente parte da água captada retorna ao seu curso natural, ou não consuntivo, quando a água retorna ao curso de origem. Segundo ANA (2012), a maior demanda por água no Brasil é para a agricultura, sobretudo para a irrigação, com 72% do total da vazão consumida, seguida da dessedentação animal (11%), abastecimento urbano (9%),

abastecimento industrial (7%) e abastecimento rural (1%). A Figura 1.1 mostra os diferentes usos da água de acordo com sua classificação.

Segundo TUCCI *et al.* (2001), o desenvolvimento dos recursos hídricos e a conservação dos sistemas naturais constituem um desafio para a sociedade brasileira e passa por vários aspectos, relacionados com as condições sociais e econômicas. Dentre estes desafios para o uso sustentável dos recursos hídricos podemos citar aspectos institucionais, o desenvolvimento regional e ambiental e a formação de recursos humanos e pesquisas.

USOS DAS ÁGUAS DOÇES	CLASSES DE ENQUADRAMENTO				
	ESPECIAL	1	2	3	4
Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas 	Classe mandatória em Unidades de Conservação de Proteção Integral				
Proteção das comunidades aquáticas 		Classe mandatória em Terras Indígenas			
Recreação de contato primário 					
Aquicultura 					
Abastecimento para consumo humano 	Após desinfecção	Após tratamento simplificado	Após tratamento convencional	Após tratamento convencional ou avançado	
Recreação de contato secundário 					
Pesca 					
Irrigação 		Hortalças consumidas cruas e frutas que se desenvolvem rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película	Hortalças, frutíferas, parques, jardins, campos de esporte e lazer,	Culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras	
Dessedentação de animais 					
Navegação 					
Harmonia paisagística 					

Observação: As águas de melhor qualidade podem ser aproveitadas em uso menos exigente, desde que este não prejudique a qualidade da água.

Figura 1.1: Relação entre os possíveis usos da água e seu enquadramento.

Fonte (ANA, 2014).

Por outro lado, há que se inserir neste cenário a geração hidráulica de energia elétrica, tendo em vista que o sistema elétrico brasileiro é extremamente concentrado na fonte energética de origem hídrica, aproximadamente 82% (EPE, 2012). Contudo, COSTA *et al.* (2011) mencionam que apenas 30% do potencial do potencial brasileiro é explorado, o que vai de encontro a IEA (2012) que revela que o potencial hidrelétrico

global é 2 a 3 vezes maior do que a atual geração, com o maior potencial para ser desenvolvido na África, Ásia e América Latina.

Segundo DAVIES *et al.* (2012), a demanda global eletricidade cresceu por um fator de quatro desde 1970, e agências internacionais e modelos de avaliação integrada antecipam o crescimento contínuo para o futuro, impulsionado em grande parte através do aumento população e da renda per-capita. Sendo assim, torna-se de fundamental relevância a produção nacional de energia e apesar de não consumir água, a forma de operação do reservatório de uma usina hidrelétrica pode afetar tanto os usuários a montante dela como os usuários a jusante como IORIS (2001) exemplifica com uma intensa disputa entre o setor hidrelétrico e a irrigação na Bacia do Rio São Francisco. Deste modo, surge um questionamento: gerar energia ou atender a outras demandas?

1.1. Justificativa do Tema

A bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul, abrange os Estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro. Trata-se de uma região com acentuadas diferenças socioeconômicas e com vasta complexidade espacial, devido ao grande número e diversidade de atividades produtivas. No período entre as décadas de 1930 a 1960 foram construídas as principais barragens ao longo do rio, quais sejam: Paraibuna/Paraitinga, Santa Branca, Funil, Santa Cecília e Ilha dos Pombos. A transposição para a bacia do rio Guandu, através do bombeamento em Santa Cecília, reduziu as vazões líquidas em todo o trecho a jusante, a partir do município de Barra do Piraí (CEIVAP, 2006).

A bacia do rio Piabanha é de grande importância para o rio Paraíba do Sul, já que junto com a bacia do rio Paraibuna é o primeiro ponto de contribuição significativa para a vazão do rio Paraíba do Sul após a transposição feita em Barra do Piraí.

Contudo, a bacia do rio Piabanha possui problemas similares aos de diversas outras bacias brasileiras: falta de infraestrutura no saneamento básico, setor secundário em expansão (destacando-se indústrias têxteis e cervejeiras) com conseqüente aumento progressivo dos conflitos pelo uso dos recursos hídricos. Observa-se ao longo do estirão do rio e de seus principais afluentes a existência de pequenas centrais hidrelétricas (PCH), algumas em operação desde o início e meados do século passado.

A relevância do presente estudo está na análise da questão da compatibilização do uso da água e da geração hidráulica de energia. Para isso, será utilizada a ferramenta de modelagem computacional Sistema de Simulação de Usinas com Usos Consuntivos da Água (SisUCA), desenvolvida por Hora (2008), com o objetivo de simular os aproveitamentos hidrelétricos existentes e inventariados na bacia do rio Piabanha.

1.2. Objetivo

O objetivo da presente pesquisa é analisar o tema relacionado ao conflito entre a geração de energia elétrica de origem hidráulica e os demais usos múltiplos da água.

Para atingir este objetivo, foi utilizada a ferramenta computacional SisUCA, desenvolvida por HORA (2008), que simula a operação hidráulica-energética de um conjunto de aproveitamentos hidrelétricos inseridos em uma determinada bacia hidrográfica a partir de cenários de usos crescentes da água. Considerando que a ferramenta já foi, previamente, aplicada com sucesso em uma bacia de dimensões expressivas, com aproveitamentos hidrelétricos contendo reservatórios de regularização, tem-se por objetivo aplicar e validar a metodologia proposta por HORA (2008) na bacia do rio Piabanha, que apresenta dimensões inferiores e cujos aproveitamentos não possuem reservatórios de regularização.

Como objetivos específicos, pode-se citar:

- Definir os cenários de simulação do conjunto de aproveitamentos hidrelétricos na bacia do rio Piabanha considerando aqueles em operação, em fase de construção e/ou aprovados em estudo;
- Avaliar a continuidade das séries de vazões médias mensais aprovadas pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) nos locais dos aproveitamentos hidrelétricos a fim de se verificar a naturalização das vazões.
- Definir as séries de vazões médias mensais para os aproveitamentos hidrelétricos sem informações disponíveis.
- Avaliar o SisUCA como ferramenta para apoio na gestão eficiente dos recursos hídricos.

1.3. Organização da Dissertação

O Capítulo 2 traz a metodologia na qual este estudo se fundamentou, bem como a metodologia empregada no desenvolvimento do modelo matemático selecionado para este trabalho, o SisUCA.

No Capítulo 3, é realizada a caracterização da bacia hidrográfica utilizada para este estudo, suas problemáticas e sua inserção no contexto do tema desta dissertação. Este capítulo aborda os postos fluviométricos selecionados, seu Comitê e faz uma apresentação dos usuários que representam os múltiplos usos dos recursos hídricos inseridos na bacia.

No Capítulo 4, a metodologia proposta é aplicada. Nele, são apresentados os cálculos para obtenção das vazões máximas outorgáveis no local de cada aproveitamento na bacia de estudo, os critérios adotados para a geração das séries de vazões médias mensais das usinas sem disponibilização de dados, bem como a análise

de continuidade das séries de vazões médias mensais aprovadas pela ANEEL e utilizadas na pesquisa.

O Capítulo 5 apresenta e descreve a interface com o usuário do SisUCA, dados de entrada necessários, bem como as diferentes saídas que este permite ao usuário.

O Capítulo 6, Cenários de Simulação, expõe os critérios de seleção dos cenários simulados, os resultados da operação hidráulica, bem como a discussão dos resultados obtidos na modelagem e as dificuldades encontradas.

As conclusões da dissertação e recomendações para pesquisas futuras são apresentadas no Capítulo 7.

Nos APÊNDICES estão séries de vazões calculadas e resultados obtidos, enquanto nos ANEXOS estão contidas séries de vazões obtidas e usuários cadastrados da bacia do rio Piabanha.

2. METODOLOGIA

Neste Capítulo, será apresentada a metodologia segundo a qual este trabalho foi realizado. A primeira seção traz uma contextualização histórica da gestão de recursos hídricos no país, sua interface com o setor elétrico, bem como o arcabouço jurídico que rege o setor. A segunda seção traz a metodologia sobre a qual o modelo computacional foi concebido, com sua formulação e parâmetros. Por fim, a terceira seção deste capítulo traz outras etapas necessárias para a aplicação do modelo na bacia de estudo, de reduzidas dimensões, composta por Pequenas Centrais Hidrelétricas.

2.1. Contextualização Histórica

O crescimento industrial e das cidades verificado, principalmente, a partir do século XIX, teve como consequência direta o aumento da demanda por água. O uso mais intenso dos recursos hídricos, associado ao compromisso de garantir o fornecimento aos múltiplos usuários, fez emergir a necessidade do estabelecimento de normas e instrumentos legais para o gerenciamento de recursos hídricos. Neste contexto, a produção de energia elétrica, a partir do aproveitamento de potenciais hidrelétricos, é um notório fator de incremento pelo interesse à criação de sistemas legais e institucionais de controle do uso da água, como forma de propiciar maior segurança aos investidores, que eram, à época, na maioria privados. (MULLER, 2009).

Após um período de nossa história carente de instrumentos jurídicos capazes de assegurar bases sólidas a gestão dos recursos hídricos, em 10 de julho de 1934, foi sancionado o Decreto Federal nº 24.643, conhecido como Código de Águas. Do ponto

de vista econômico, o Código de Águas foi um instrumento utilizado pelo Governo Federal para assumir um compromisso com a industrialização do país através da garantia de produção de energia elétrica visto que a partir desta lei, iniciou-se um processo de predominância do uso da água pelo setor elétrico sobre os demais usuários. Este Código foi o primeiro a mencionar os conceitos de autorização, concessão e outorga para derivações em nosso país.

Após a promulgação da Lei Federal nº 9.427, de 26 de dezembro de 1996, que instituiu a ANEEL, autarquia sob regime especial, vinculada ao Ministério de Minas e Energia, que tem por finalidade regular e fiscalizar a produção, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica, em conformidade com as políticas e diretrizes do governo federal, houve a publicação da Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que instituiu a outorga como um dos seis instrumentos da Política Nacional dos Recursos Hídricos. Esse instrumento tem como objetivo assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso aos recursos hídricos. Assim, a outorga busca compatibilizar as demandas com a disponibilidade hídrica de cada bacia hidrográfica constituindo-se como chave na gestão de recursos hídricos.

Diante do potencial hídrico de uma bacia hidrográfica, retirando-se as perdas do sistema e as quantidades hídricas associadas à preservação ambiental, a disponibilidade máxima de água seria destinada às demandas outorgadas e isentas de outorga, priorizando-se o abastecimento humano aos demais tipos de usos. (MEDEIROS, 2011)

No que tange à gestão dos recursos hídricos, a Lei Federal nº 9.984, de 17 de julho de 2000, criou a Agência Nacional de Águas (ANA) e introduziu o conceito de Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica (DRDH) que consiste no ato administrativo que garante e reserva determinada quantidade de água para usos

consuntivos a montante de aproveitamentos hidrelétricos. A Declaração será transformada, automaticamente, pela ANA, em outorga de direito de uso de recursos hídricos ao titular que receber da ANEEL a concessão ou a autorização para o uso do potencial de energia hidráulica. A Lei 9.984/2000 foi alterada pela Lei nº 13.081/2015, que define que a DRDH deve ser solicitada pela ANEEL à ANA, anteriormente à instalação de aproveitamentos hidrelétricos, sendo esta reserva automaticamente convertida em outorga pelo uso dos recursos hídricos após a obtenção da concessão por parte do empreendedor.

A implantação de aproveitamentos hidrelétricos com reservatórios de regularização modifica a distribuição espaço-temporal das vazões, bem como altera a quantidade e qualidade das águas. Assim, a vazão a montante não será mais aquela que ocorreria caso a bacia permanecesse em suas condições naturais, mas sim, a vazão defluente daquele reservatório impactando assim, diretamente os demais usuários da bacia. Mas não somente a interação entre os usuários se dá a jusante, como também a montante já que usos consuntivos, localizados rio acima, reduzem a vazão afluente nas usinas, resultando em perdas na geração de energia.

Por outro lado, existem as pequenas centrais hidrelétricas (PCHs) que possuem potência instalada entre 1,0 e 30,0 MW, sem reservatórios de regularização, ou seja, são consideradas como usinas a fio d'água. Segundo FARIAS (2014), atualmente as PCHs contribuem com 3,59% da Matriz Elétrica Nacional, que possui cerca de 70% de energia advinda da geração hidráulica (64,3% produzidos no Brasil e cerca de 6% importados de países vizinhos, como o Paraguai, com Itaipu). Ainda segundo o mesmo autor, as PCHs possibilitam um melhor atendimento às necessidades de carga de pequenos centros urbanos e regiões rurais, uma vez que, na maioria dos casos, podem complementar o fornecimento realizado pelo Sistema Interligado Nacional (SIN) e por

isso, além de simplificar o processo de autorização, o Governo concedeu uma série de incentivos para estimular esses investimentos.

2.2. Modelo Adotado para Compatibilização dos Usos dos Recursos Hídricos¹

HORA (2008) apresentou uma nova metodologia para subsidiar a operação hidráulica energética de usinas hidrelétricas com reservatórios de regularização, a partir da compatibilização dos usos múltiplos dos recursos hídricos. A autora desenvolveu a ferramenta computacional SisUCA e verificou sua aplicabilidade para a bacia dos rios Tocantins e Araguaia, que possui expressiva área de drenagem, de cerca de 800 mil km².

Para verificar se o SisUCA poderia ser utilizado em cascata composta de PCHs inseridas em bacias com pequenas dimensões, dada a distinção entre as regras de operação dos aproveitamentos hidrelétricos com reservatórios de regularização e os sem reservatórios de regularização

A metodologia proposta adota a formulação matemática desenvolvida pelo Modelo de Simulação a Usinas Individualizadas – MSUI². Entretanto, o objetivo é o enfoque nos recursos hídricos e na sua disponibilização para todos os usos, incluindo aí o setor elétrico.

¹ Extraído e adaptado de HORA (2008).

² A nomenclatura das variáveis do MSUI foi adaptada para evitar a sobreposição de símbolos e conceitos. As variáveis vazão defluente (Qdef); vazão evaporada (Qevap); vazão afluyente (QafI) e variação de volume (ΔV) correspondem no MSUI a QREG; QVP; QINFL e QSTOR, respectivamente.

Desta forma, como inovação na formulação existente, buscou-se introduzir uma nova variável representada por retiradas de água, limitada à totalidade do valor da vazão máxima outorgável (VMO). Esta vazão, conforme preconizado na Lei nº 9.433/97, é a máxima permitida para o uso e adotada pelos órgãos públicos gestores de recursos hídricos no cálculo das disponibilidades hídricas para controle e emissão de outorgas.

Porém, no que tange a operação, a usina hidrelétrica continuará sendo representada pela equação do balanço hídrico, como se segue:

$$\Delta V_i = [Q_{aflu_i} - Q_{turb_i} - Q_{vert_i} - Q_{evap_i}] \cdot ns \quad (1)$$

onde:

ΔV_i variação do volume da usina i, em m³.

Q_{aflu_i} vazão afluente à usina i, em m³/s.

Q_{turb_i} vazão turbinada na usina i, em m³/s.

Q_{vert_i} vazão vertida na usina i, em m³/s.

Q_{evap_i} vazão evaporada no reservatório da usina i, em m³/s.

ns números de segundos de um mês médio, igual a $2,6298 \times 10^6$.

A vazão afluente passará a contabilizar cenários de retiradas de água a montante de cada aproveitamento de uma cascata, permitindo ao usuário avaliar a evolução das possíveis perdas de geração de energia em função do incremento dos usos consuntivos, limitados ao valor da vazão máxima outorgável. Assim, a vazão afluente a uma usina será

expressa por:

$$Q_{afl_i} = Q_{incr_i} + \sum_{k \in M} Q_{defl_k} - Q_{usos} \quad (2)$$

$$Q_{afl_i} = [Q_{nat_i} - \sum_{k \in M} Q_{nat_k}] + \sum_{k \in M} [Q_{turb_k} + Q_{vert_k}] - Q_{usos} \quad (3)$$

$$Q_{usos} \leq VMO \quad (4)$$

onde:

Q_{aflu_i} vazão afluyente à usina i, em m^3/s .

Q_{incr_i} vazão natural incremental no trecho entre a usina i e a(s) usina(s) de montante, em m^3/s . Representa a vazão natural da usina i descontada da vazão natural da usina de montante k.

Q_{defl_k} vazão defluyente das usinas de montante, em m^3/s . Representa a soma das vazões turbinada e vertida na usina de montante k.

Q_{usos} vazão retirada no trecho entre as usinas k e i, em m^3/s . Representa os usos consuntivos, limitados à vazão máxima outorgável (VMO), no trecho intermediário entre a usina i e a existente imediatamente a montante de i.

M conjunto das usinas imediatamente a montante da usina i.

A equação da produção mensal de energia da usina é:

$$E_i = 0,00981 \cdot \eta_i \cdot h_i \cdot Q_{turb_i} \cdot n_h \quad (5)$$

onde:

E_i	produção média mensal de energia da usina i , em MWmês.
h_i	queda líquida da usina i , em m.
Q_{turb_i}	vazão turbinada no mês na usina i , em m^3/s .
η_i	rendimento do conjunto turbina-gerador da usina i .
n_h	números de horas de um mês médio e igual a 730,5.

Tendo em vista o enfoque da compatibilização do uso da água com a geração de energia, buscou-se dar preferência à disponibilidade hídrica para jusante dos aproveitamentos, através de uma nova regra de operação para o turbinamento, que passará a ser definido em dois patamares nas seguintes condições de contorno:

- **Nível d'água do reservatório no mês anterior entre o mínimo normal e o máximo normal:** nesta condição, o reservatório estará em fase de enchimento ou deplecionamento, então a vazão turbinada será igual a vazão regularizada.
- **Nível d'água do reservatório no mês anterior entre o máximo normal e o máximo maximorum:** nesta condição, o reservatório encontra-se cheio, então a vazão turbinada será igual a vazão máxima turbinável.

A vazão regularizada foi definida como sendo a maior vazão turbinada de forma constante, ao longo do período de simulação, durante a condição de enchimento ou deplecionamento do reservatório. Portanto, ela representa a média das vazões afluentes do período em que o reservatório estava totalmente cheio (100%), passou pelo instante em que ficou vazio (0%), e tornou a ficar cheio novamente (100%), sem reenchimentos totais intermediários, utilizando, neste intervalo de tempo, todo o volume

útil do reservatório (compreendido entre o nível d'água máximo normal e o nível d'água mínimo normal).

Com base no exposto, a simulação do turbinamento de uma usina i com reservatório de regularização deverá observar as seguintes regras:

$$Q_{turb_i} = Q_{reg_i} \rightarrow \text{se } N_{Amín_{normal}} \leq N_{Areservatório} < N_{Amáx_{normal}} \quad (6)$$

$$Q_{turb_i} = Q_{turb_{máx_i}} \rightarrow \text{se } N_{Areservatório} = N_{Amáx_{normal}} \quad (7)$$

onde:

$Q_{turb_{máx_i}}$ vazão máxima turbinável ou vazão máxima de engolimento, em m^3/s .

Normalmente é fornecida pelo concessionário, porém caso a informação não esteja disponível pode ser estimada através da seguinte relação:

$$Q_{turb_{máx_i}} = \frac{PI_i \cdot 1000}{9,81 \cdot \eta_i \cdot h_{ref_i}} \quad (8)$$

onde:

PI_i potência instalada na usina i , em MW.

h_{ref_i} queda de referência da usina i , em m.

η_i rendimento do conjunto turbina-gerador-transformador.

O volume útil do reservatório será expresso por:

$$V_{util_{i,t}} = V_{util_{i,t-1}} + (Q_{aflu_{i,t}} \cdot ns) - (Q_{turb_{i,t}} \cdot ns) - V_{evap_{i,t}} \quad (9)$$

onde:

- $V_{util,i,t}$ volume útil da usina i no mês t, em m^3 .
- $V_{util,i,t-1}$ volume útil da usina i no mês anterior, t-1, em m^3 .
- $Q_{aflu,i,t}$ vazão afluyente à usina i no mês t, em m^3/s .
- $Q_{turb,i,t}$ vazão turbinada na usina i no mês t, em m^3/s . Será definida a partir do nível d'água correspondente ao volume útil do mês anterior, com base nos limites definidos nas equações (6) e (7).
- $V_{evap,i,t}$ volume evaporado na usina i no mês t, em m^3 .

No cálculo do volume evaporado adotou-se que o nível d'água do reservatório de uma usina no início de um mês t, corresponderá ao nível d'água médio do mês anterior, t-1, que por sua vez é definido como sendo:

$$N.A._{res,t} = N.A._{médio}_{res,t-1} = \left(\frac{N.A._{res,t-2} + N.A._{res,t-1}}{2} \right) \quad (10)$$

onde:

$N.A._{res,t-2}$ nível d'água do reservatório de regularização da usina i no mês t-2, em m.

$N.A._{res,t-1}$ nível d'água do reservatório de regularização da usina i no mês t-1, em m.

De posse deste valor, pode-se calcular a área do espelho d'água (A), através da curva cota x área. O volume evaporado no mês t da usina i ($V_{evap,i,t}$), em m^3 , é expresso por:

$$V_{\text{evap}_{i,t}} = E_{i,t} \cdot A \cdot 1000 \quad (11)$$

onde:

A área do espelho d'água, em km².

E_{i,t} evaporação no mês t da usina i, em mm.

Em resumo, o objetivo da formulação proposta é o de representar, da melhor forma possível, a operação dinâmica do conjunto de usinas de uma cascata, qual seja: a afluência a uma usina i é função da vazão defluente da usina de montante i-1, acrescida da vazão incremental entre ambas, levando em consideração as retiradas para outros usos, limitadas ao valor da vazão máxima outorgável, e ainda, os efeitos da evaporação na operação do reservatório da usina i.

Nas usinas a fio d'água, sem reservatórios de regularização, não existe a vazão regularizada, sendo o turbinamento função apenas da vazão afluente limitada ao engolimento máximo das máquinas. Neste caso, a regra de operação é do tipo “o que entra” é igual ao que “sai”, ou seja:

$$Q_{\text{aflu}_{i,t}} = Q_{\text{defl}_{i,t}} + Q_{\text{evap}_{i,t}} \quad (12)$$

$$Q_{\text{defl}_{i,t}} = Q_{\text{aflu}_{i,t}} - Q_{\text{evap}_{i,t}} \quad (13)$$

$$Q_{\text{evap}_{i,t}} = \frac{E_{i,t} \cdot A \cdot 1000}{ns} \quad (14)$$

onde $Q_{\text{evap}_{i,t}}$ é a vazão evaporada na usina i no mês t, em m³/s.

2.3. Etapas Complementares

Após a seleção do modelo, foram necessárias algumas etapas a fim de se obter os elementos necessários para a simulação.

Visto que o conhecimento da região a ser estudada é um fator de importante relevância no estudo hidráulico-hidrológico de uma bacia hidrográfica, foram realizadas visitas de campos a fim de se obter informações a respeito dos aproveitamentos hidrelétricos bem como as principais características e dinâmicas da bacia. O conhecimento acerca da área de estudo visou minimizar possíveis dificuldades no andamento do estudo.

A partir das visitas, muitos dados puderam ser obtidos, contudo, outros tiveram que ser calculados, dentre eles a vazão máxima outorgável (VMO) e as séries de vazões médias mensais.

A VMO é a máxima vazão permitida para o uso consuntivo, conforme a Lei nº 9.433/97. Ela é adotada pelos órgãos públicos gestores de recursos hídricos no cálculo das disponibilidades hídricas para controle e emissão de outorgas. A ANA adota o valor correspondente a 70% da $Q_{95\%}$, para os rios federais, contudo, o Instituto Estadual do Ambiente (INEA), gestor dos recursos hídricos do Estado do Rio de Janeiro, preconiza o valor de 50% da $Q_{7,10}$.

A VMO pode ser estimada a partir de equações de regionalização. Segundo Tucci (2002), o termo regionalização tem sido utilizado em hidrologia para denominar a transferência de informações de um local para o outro dentro de uma área com comportamento hidrológico semelhante. Esta informação pode ocorrer na forma de uma variável, função ou parâmetro. O princípio da regionalização se baseia na similaridade espacial destas informações que permitem essa transferência. Um benefício adicional da análise regional da informação é o de permitir o aprimoramento da rede de coleta de

dados hidrológicos, à medida que a metodologia explora melhor as informações disponíveis e identifica as lacunas.

Na falta de dados hidrológicos, bem como na necessidade de respostas rápidas, é comum a utilização de procedimentos simplificados, como uma simples interpolação linear de valores em pontos próximos do local desejado para se determinar o valor necessário, a utilização de médias aritméticas e médias ponderadas (AGRA et al., 2013).

Para o estabelecimento e/ou preenchimento das falhas, foram adotados os critérios definidos em Eletrobrás (2000):

Relação entre áreas de drenagem:

$$Q_1 = \frac{A_1}{A_2} \cdot Q_2 \quad (15)$$

onde:

A1 área de drenagem do local do aproveitamento, em km²;

A2 área de drenagem do posto existente, em km²;

Q1 vazão no local do aproveitamento de interesse, em m³/s;

Q2 vazão do posto e/ou aproveitamento hidrelétrico com série de vazões, em m³/s.

Relação entre vazões:

$$Q_1 = a \cdot Q_2 \pm b \quad (16)$$

onde:

Q1 vazão no local do aproveitamento de interesse, em m³/s;

Q2 vazão do posto e/ou aproveitamento hidrelétrico com série de vazões, em m³/s.

Após a geração das séries de vazões médias mensais para as PCHs sem informações, foi realizada uma análise de continuidade das séries de vazões médias mensais em cada trecho da bacia.

Por fim, a metodologia será aplicada para a bacia selecionada como estudo de caso.

3. CARACTERIZACAO DA BACIA DO RIO PIABANHA

Inicialmente, foram realizadas incursões entre novembro de 2012 e janeiro de 2013 para reconhecimento local. Em seguida, durante os anos de 2013 e 2015, foram realizadas as seguintes visitas:

- 16 de abril de 2013: com o objetivo de localizar os aproveitamentos hidrelétricos em operação na bacia;
- 28 de maio de 2013: visita ao escritório da Quanta Geração S/A para obtenção de informações detalhadas sobre a operação das usinas;
- 05 de setembro de 2013: visita ao local da futura PCH Poço Fundo;
- 21 de novembro de 2013: visita realizada com o objetivo de acompanhar o curso do rio Piabanha, através de estradas marginais;
- 22 de janeiro de 2015: incursão dentro da cidade de Petrópolis em busca da verificação do atual panorama de operação da CGH Petropolitana.

As informações e resultados obtidos através destas visitas a campo são relatados na sequência deste capítulo.

3.1. A Bacia do Rio Piabanha

Situada na margem direita do rio Paraíba do Sul, a bacia do rio Piabanha, localizada na região Centro-Sul fluminense, possui área de 2.065 km² e abrange 7 municípios: Areal, Paraíba do Sul, Paty do Alferes, Petrópolis, São José do Vale do Rio Preto, Teresópolis e Três Rios, Figura 2.1. Estes municípios são habitados por uma

preservação e conservação do solo, bem como a falta de um sistema de esgotamento sanitário e de aterros sanitários adequados. A topografia local é um agravante para a implantação de sistemas eficientes de abastecimento de água, coleta de esgoto e drenagem das águas pluviais.

Em seu alto curso, o rio Piabanha apresenta grande adensamento populacional, tendo a cidade histórica de Petrópolis crescido em torno das margens dos rios Piabanha, Quitandinha e Palatinado. O distrito de Itaipava também vem tomando forma às margens do rio Piabanha. Contudo, a partir de Pedro do Rio, o vale do rio Piabanha se apresenta encaixado e fortemente ondulado, ocupado por fazendas, casas e com alguma concentração populacional. Ao chegar à localidade de Posse e à cidade de Areal, volta a possuir grande concentração populacional em suas margens. Entretanto, em seu trecho de jusante, o rio volta a apresentar áreas ocupadas por fazendas e pastagens.

Suas cabeceiras ficam situadas na Serra dos Órgãos e drenam em direção ao médio vale do rio Paraíba do Sul, passando por Petrópolis, a maior cidade da Região Serrana do Rio de Janeiro, com cerca de 300 mil habitantes. Após atravessar Petrópolis, o rio continua para o Norte, passando pela cidade de Areal até após cerca de 80 km de curso chegar à sua foz, na margem direita do rio Paraíba do Sul, na cidade de Três Rios. O encontro dos rios Piabanha, Paraibuna com o rio Paraíba do Sul é conhecido por Entre Rios, local de turismo e prática de esporte náutico, a chegada da famosa descida das corredeiras do rio Paraibuna (KLING, 2005). A Figura 2.2 ilustra a hidrografia da bacia do rio Piabanha.

A vegetação, ao longo da maior parte do curso do rio apresenta-se suprimida e em pequenas regiões se encontram manchas esparsas das matas primitivas. Contudo, a bacia é dentre as principais sub-bacias formadoras do rio Paraíba do Sul a que apresenta a maior cobertura florestal, estimada em mais de 20% de suas terras, onde estão os mais

expressivos remanescentes da Mata Atlântica. A sub-bacia do rio Paquequer apresenta o maior percentual de cobertura florestal (46%) entre todas as sub-bacias individualizadas do Paraíba do Sul (DE PAULA, 2011).

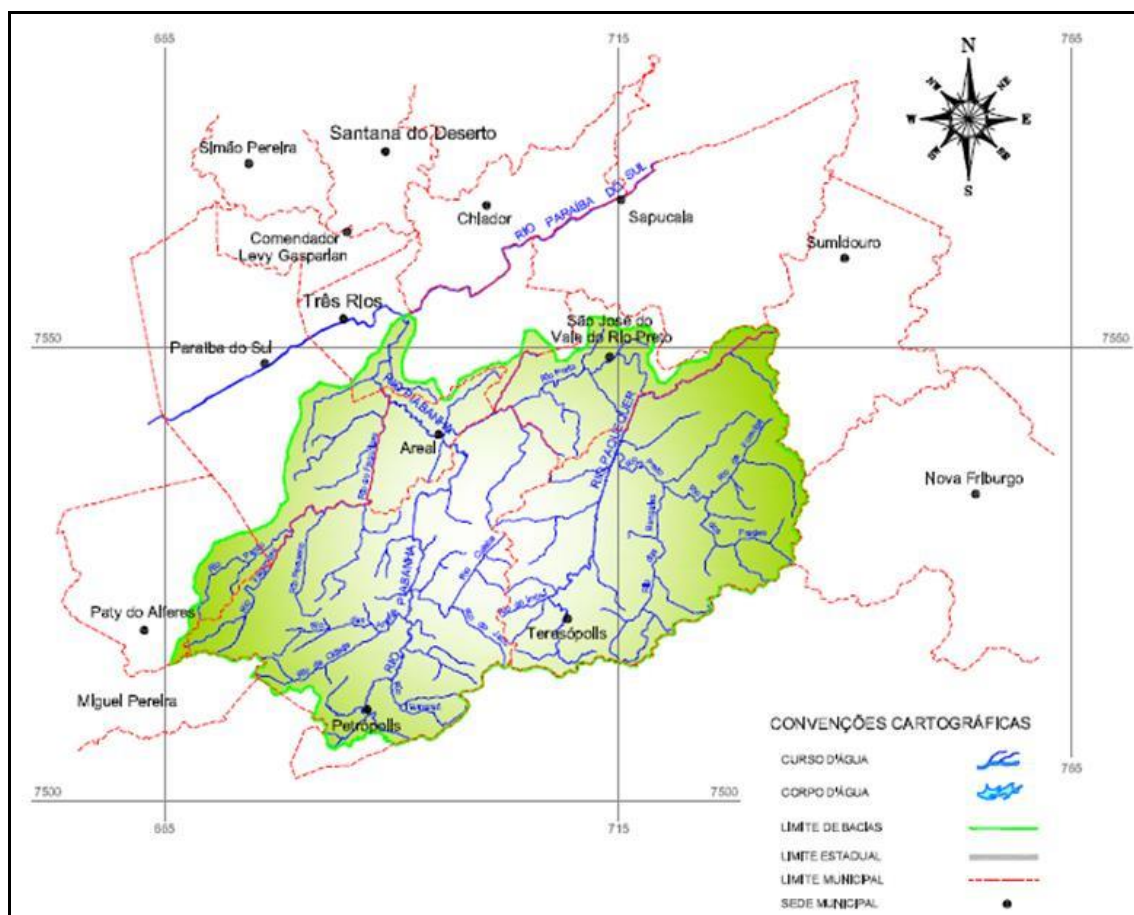


Figura 3.2: Principais rios da Bacia do Rio Piabanha. Fonte: (CEIVAP, 2006)

As fortes restrições à ocupação dadas pelo relevo são a principal razão do nível relativamente alto de cobertura florestal natural da bacia do Piabanha, se comparado com a média das sub-bacias do Paraíba do Sul (11%). Apesar da cobertura florestal ser maior que de outras bacias circunvizinhas, as condições de relevo e solos e a elevada pluviosidade resultam em alta vulnerabilidade à erosão na maior parte da bacia do Piabanha. De Paula (2011) relacionou as unidades de conservação dentro da área da bacia, transcritas na Tabela 2.2. O autor cita ainda que o maior percentual relativo de território protegido é do município de Petrópolis, abrigando integralmente uma Reserva

Biológica, uma Área de Proteção Ambiental bem como parte do Parque Nacional da Serra dos Órgãos. Em seguida, destaca o município de Teresópolis, como segundo maior percentual de área protegida, enquanto os outros municípios não possuem nenhum percentual de terras preservadas em seus territórios, evidenciando grande heterogeneidade espacial que diz respeito à cobertura florestal conservada na bacia. A Figura 2.3 mostra essa distribuição espacial.

Tabela 3.1: Unidades de Conservação na Bacia do Piabanha. Fonte: (DE PAULA, 2011)

Nome	Instrumento Jurídico	Área (ha)	Município (RJ)
Unidades de Conservação de Uso Sustentável			
Áreas de Proteção Ambiental (A.P.A.)			
A.P.A. Floresta do Jacarandá	Decreto 8.280 de 23/07/1985	2.700	Teresópolis
A.P.A. Rio dos Frades	Decreto 1.199 de 31/05/1988	7500	Teresópolis
A.P.A. de Petrópolis	Decreto 87.561 de 13/09/1982	59.049	Petrópolis, Duque de Caxias, Magé
Unidades de Conservação de Proteção Integral			
Parques Nacionais			
Parque Nacional da Serra dos Órgãos	Decreto 1.822 de 10/11/1939	11.800	Petrópolis, Teresópolis, Magé
Reservas Biológicas			
Reserva Biológica de Araras	Resolução da SEAAP, de 22/06/1970	-	Petrópolis
Reserva Biológica do Tinguá	Decreto 97.780, de 23/05/1989	26.000	Petrópolis, Nova Iguaçu, Miguel Pereira, Duque de Caxias
Reservas da Biosfera			
Reserva da Biosfera	UNESCO, 10/10/1992	-	Remanescentes de Mata Atlântica, o "corredor de florestas" da Serra do Mar

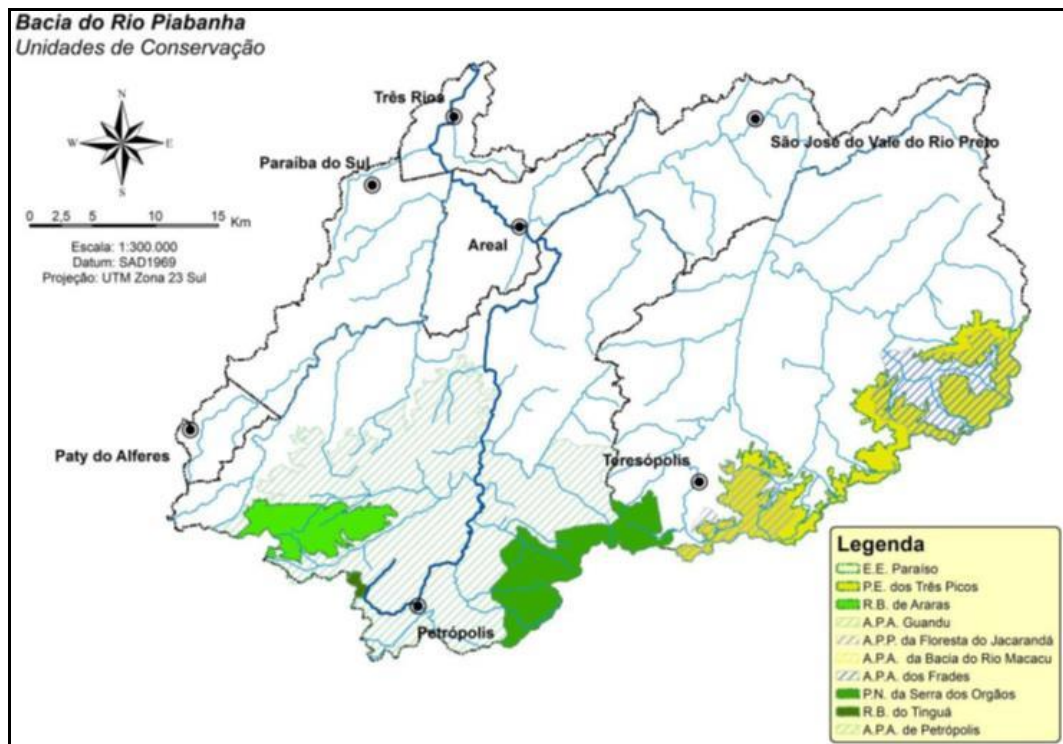


Figura 3.3: Unidades de conservação existentes na bacia do rio Piabanha. Fonte: (DE PAULA, 2011)

A Figura 2.4 traz um mapa de uso e ocupação do solo elaborado com informações disponibilizadas pelo projeto EIBEX (Estudos Integrados das Bacias da Região Serrana do Rio de Janeiro), elaborado em cooperação entre CPRM e COPPE (2010).

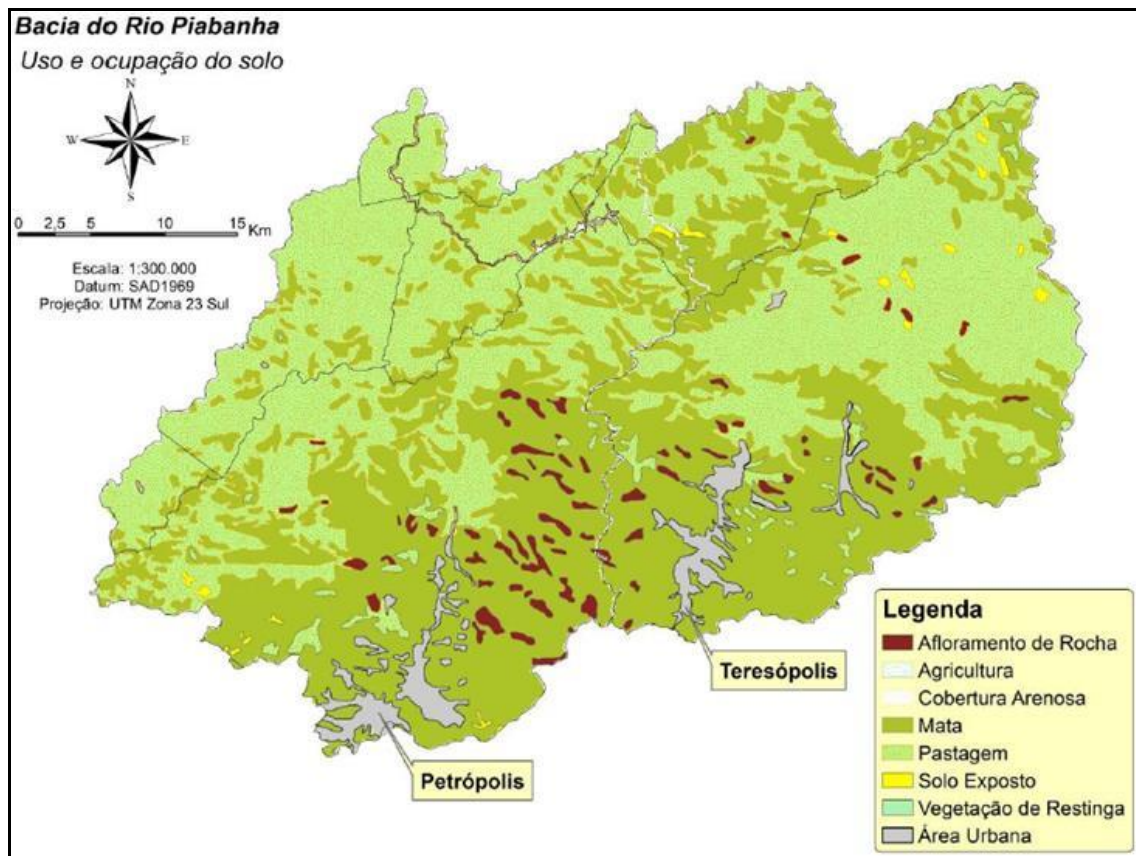


Figura 3.4: Mapa de uso e ocupação do solo da bacia do rio Piabanha. Fonte: (DE PAULA, 2011).

3.1.1. As Sub-bacias do Rio Piabanha

Os principais afluentes do rio Piabanha são: o rio Preto, pela margem direita e o rio Fagundes, pela margem esquerda. O rio Preto, que nasce na Serra dos Órgãos e possui um desnível de 1.050 m e 54 km de curso, percorre as cidades de Teresópolis e São José do Vale do Rio Preto e desagua no rio Piabanha em Areal, possui como principal tributário o rio Paquequer.

Segundo o estudo de reavaliação da divisão de queda da bacia hidrográfica do rio Piabanha, disponível na Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), o rio Fagundes percorre 35 km até sua foz no rio Piabanha, na localidade de Alberto Torres (município de Areal). Nasce na Serra do Facão numa altitude de cerca de 1.000 m no

município de Petrópolis. Correndo na direção Norte, paralelo ao rio Piabanha até aproximadamente a altitude 600 m, muda de direção, passando para Leste e cruzando a estrada RJ 123 que liga Pedro do Rio a Macambará. Após este cruzamento, depois de 8 km retorna à direção Norte até sua foz no rio Piabanha. Nas proximidades de Pedro do Rio, localiza-se uma extração de areia semi-mecanizada no leito do rio com licença para operação até dezembro de 2017, como ilustrado na Figura 2.5. A Figura 2.6 permite a visualização da extração de areia e o acúmulo de lixo na vegetação da outra margem do rio. Moradores locais relataram que, em eventos extremos, as águas do rio Piabanha podem chegar ao nível da Estrada União Indústria.



Figura 3.5: Areal presente na altura de Pedro do Rio. Fonte: Foto pessoal de 16 de novembro 2013.



Figura 3.6: Extração de areia no rio Piabanha. Fonte: Foto pessoal de 1º de novembro de 2013.

Outros afluentes de destaque do rio Piabanha, pela margem direita, são os rios Quitandinha, Palatinado, Itamarati, Poço do Ferreira e Santo Antônio enquanto que pela margem esquerda, o rio das Araras, Figura 2.7.

A bacia do rio Preto constitui a maior dentre as sub-bacias do rio Piabanha, abrangendo a totalidade do município de Teresópolis. Com uma área de drenagem de 1.053 km², o rio Preto apresenta vazões, no ponto de confluência com o rio Piabanha, da mesma ordem de grandeza das vazões do próprio Piabanha, especialmente no período de estiagem. Em função de sua grande área de drenagem, a sub-bacia do rio Preto sofre grande influência de áreas urbanas e atividades industriais diversas, o que reflete diretamente na qualidade de suas águas (DE PAULA, 2011). A Figura 2.8, a seguir, mostra a confluência dos rios Preto e Piabanha.

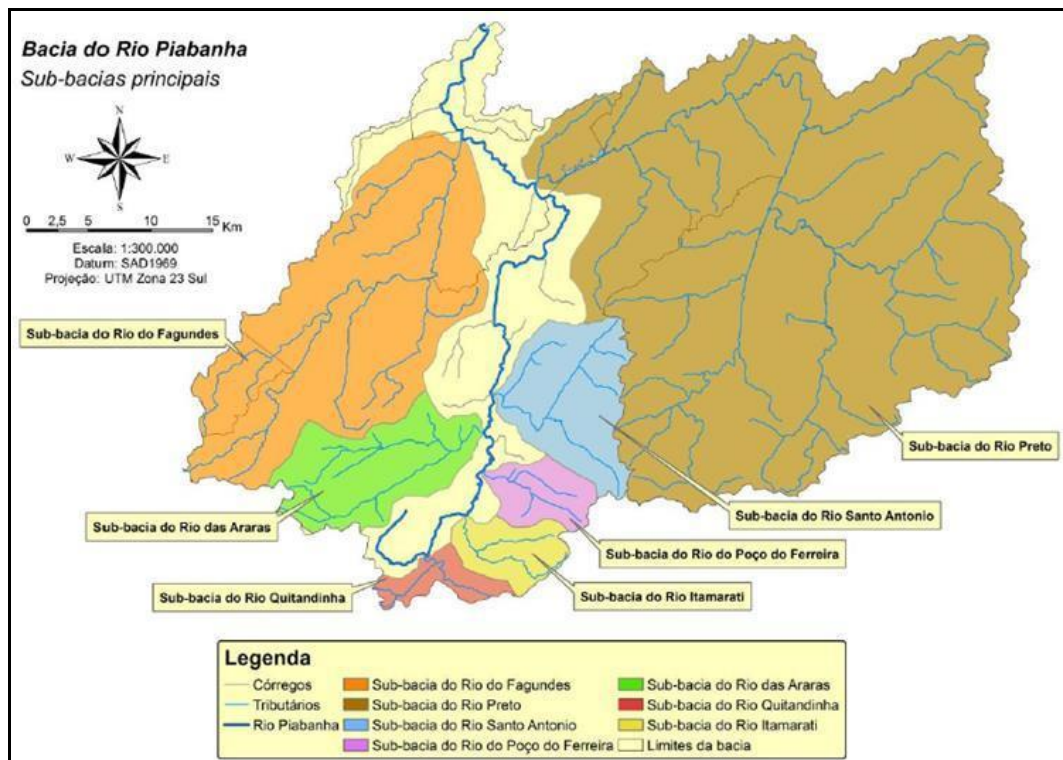


Figura 3.7: Principais sub-bacias do rio Piabanha. Fonte: (DE PAULA, 2011)



Figura 3.8: Confluência dos rios Preto e Piabanha. Fonte: Foto pessoal de 21 de novembro de 2013.

A sub-bacia do rio Fagundes, segunda maior em área (364 km²), cuja confluência com o rio Piabanha se dá próximo ao município de Três Rios tem ocupação predominantemente rural, com presença de pastagens e pequenas áreas urbanas. Na sub-bacia do rio das Araras, com 11 km² de área de drenagem, está presente a Reserva Biológica de Araras que abriga as nascentes do rio das Araras. Sua localização protegida e sua área de drenagem contribuem com vazões expressivas para o rio Piabanha. As sub-bacias dos rios do Poço do Ferreira, Bonfim e Santo Antônio possuem áreas rurais com pastagens e lavouras agrícolas. Sua confluência com o rio Piabanha se dá próximo ao distrito de Itaipava. A sub-bacia do rio Itamarati, que possui 27 km², se encontra ocupada por culturas de hortaliças, onde é intenso o uso de fertilizantes e agrotóxicos, bem como o lançamento de efluentes domésticos e de origem animal que contribuem para comprometer a qualidade das águas do rio Piabanha. A sub-bacia do rio Quitandinha possui 40 km² e drena uma área de grande densidade demográfica, percorrendo a cidade de Petrópolis. Ela sofreu ao longo do tempo com a falta de infraestrutura de saneamento, como ilustrado na Figura 2.9, e no seu estirão inicial apresenta sinais de baixa qualidade da água.

Em conclusão, observa-se na bacia do rio Piabanha, a ocorrência de uma situação semelhante à bacia do rio do Paraíba do Sul, caracterizada por um elevado número de habitantes e relevante importância econômica contrastando com problemas em relação aos recursos hídricos. A bacia sofre com graves problemas ambientais, com constantes deslizamentos de massas e enchentes.

Em visita de campo realizada em 21 de novembro de 2013, foi observada a ocupação da faixa marginal do rio com moradias e quadra esportiva, Figuras 2.10 e 2.11.



Figura 3.9: Rio Quitandinha em seu trecho inicial. Fonte: Foto pessoal de 21 de novembro de 2013.



Figura 3.10: Moradias construídas ao longo da margem do rio. Fonte: Foto pessoal de 21 de novembro de 2013.



Figura 3.11: Área de lazer construída na faixa marginal do rio. Fonte: Foto pessoal de 21 de novembro de 2013.

3.2. Postos Fluviométricos

Foram localizados oito postos fluviométricos na bacia do rio Piabanha, a partir das informações disponibilizadas pelo banco de dados HidroWeb da ANA e resumidas na Tabela 2.2.

Tabela 3.2: Postos fluviométricos existentes na bacia do rio Piabanha

Código	Posto	Rio	Instalação	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Área de Drenagem (km ²)
58400000	Petrópolis	Piabanha	Jul/38	22°31'00" S	43°11'00" O	807	43,1
58405000	Pedro do Rio	Piabanha	Ago/30	22°19'56" S	43°08'01" O	645	435
58409000	Areal - RN	Piabanha	Ago/30	22°14'02" S	43°06'03" O	444	514
58420000	Fazenda Sobradinho	Preto	Nov/35	22°12'01" S	42°54'04" O	700	719
58425000	Morelli	Preto	Set/47	22°12'03" S	43°01'37" O	N/D	930
58427000	Tristão Câmara	Preto	Ago/30	22°13'00" S	43°03'00" O	N/D	1030
58434000	Fagundes	Fagundes	Set/36	22°17'59" S	43°10'41" O	N/D	275
58440000	Moura Brasil	Piabanha	Ago/30	22°08'30" S	43°09'27" O	259,7	2040

Analisando as séries de vazões médias mensais dos postos, observa-se falhas significativas, como ilustrado nas Figuras 2.12 e 2.13, transcrita de PLANAVE/GUASCOR (2001), referentes ao período de janeiro de 1931 a dezembro de 1999.

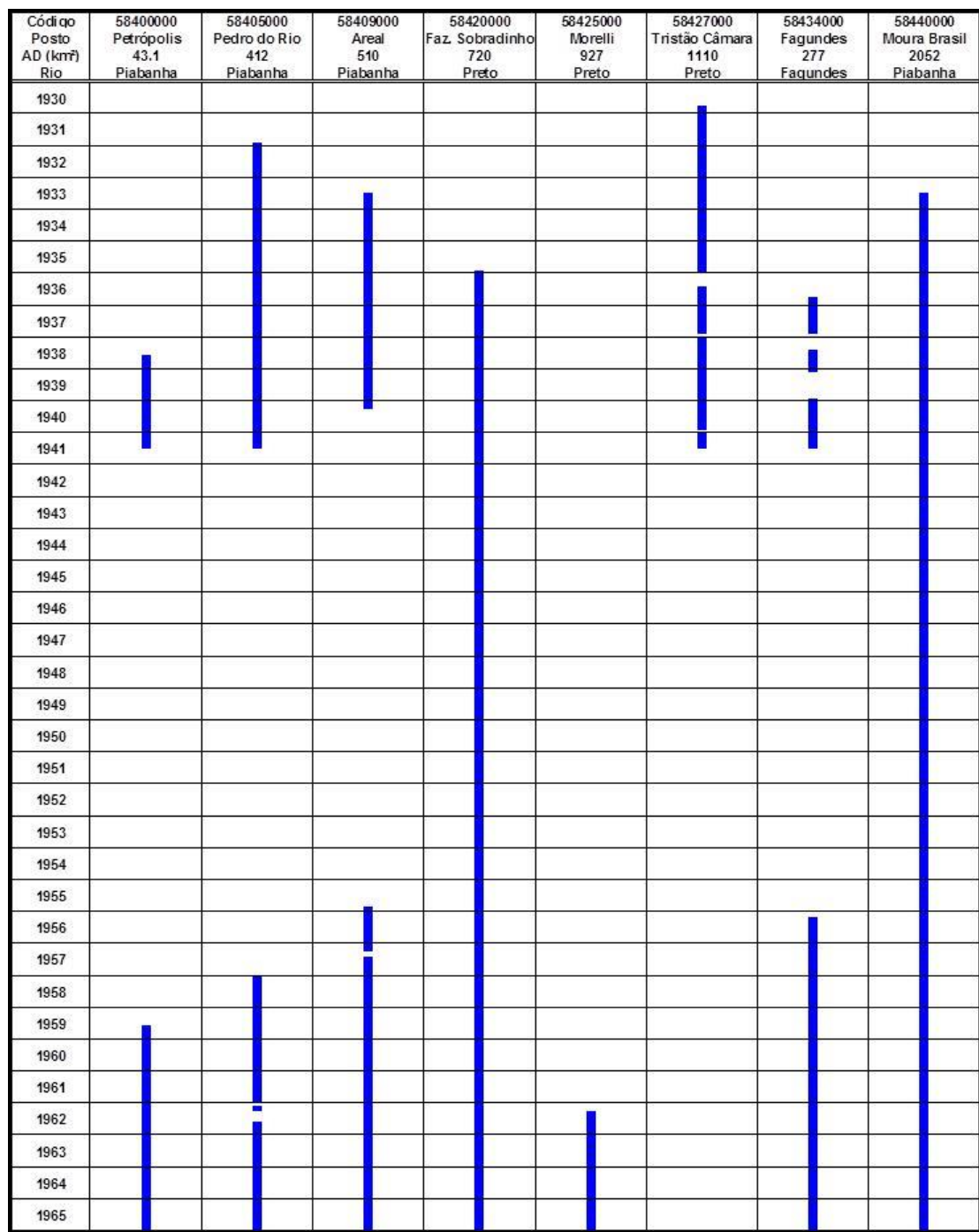


Figura 3.12: Disponibilidade de Dados dos Postos Fluviométricos

Fonte: (PLANAVE/GUASCOR, 2001)

Código Posto AD (km²)	58400000 Petrópolis 43.1 Rio Piabanha	58405000 Pedro do Rio 412 Piabanha	58409000 Areal 510 Piabanha	58420000 Faz. Sobradinho 720 Preto	58425000 Morelli 927 Preto	58427000 Tristão Câmara 1110 Preto	58434000 Fagundes 277 Fagundes	58440000 Moura Brasil 2052 Piabanha
1966	■	■	■	■	■		■	■
1967	■	■	■	■	■		■	■
1968	■	■	■	■	■		■	■
1969	■	■	■	■	■		■	■
1970	■	■	■	■	■		■	■
1971	■	■	■	■	■		■	■
1972	■	■	■	■	■		■	■
1973	■	■	■	■	■		■	■
1974	■	■	■	■	■		■	■
1975	■	■	■	■	■		■	■
1976	■	■	■	■	■		■	■
1977	■	■	■	■	■		■	■
1978	■	■	■	■	■		■	■
1979	■	■	■	■	■		■	■
1980	■	■	■	■	■		■	■
1981	■	■	■	■	■		■	■
1982	■	■	■	■	■		■	■
1983	■	■	■	■	■		■	■
1984	■	■	■	■	■		■	■
1985	■	■	■	■	■		■	■
1986	■	■	■	■	■		■	■
1987	■	■	■	■	■		■	■
1988	■	■	■	■	■		■	■
1989	■	■	■	■	■		■	■
1990	■	■	■	■	■		■	■
1991	■	■	■	■	■		■	■
1992	■	■	■	■	■		■	■
1993	■	■	■	■	■		■	■
1994	■	■	■	■	■		■	■
1995	■	■	■	■	■		■	■
1996	■	■	■	■	■		■	■
1997	■	■	■	■	■		■	■
1998	■	■	■	■	■		■	■
1999	■	■	■	■	■		■	■

**Figura 3.13: Disponibilidade de Dados dos Postos Fluviométricos -
Continuação**

Fonte: (PLANAVE/GUASCOR, 2001)

3.3. O Comitê Piabanha

Após a mobilização local para a implantação de um Comitê de Bacia, em 13 de novembro de 2003, o Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERHI) aprovou a criação do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Piabanha e Sub-Bacias Hidrográficas dos Rios Paquequer e Preto (Comitê Piabanha). Contudo, o Comitê Piabanha foi instituído apenas no dia 14 de setembro de 2005, pelo Decreto Estadual nº 38.235.

A região hidrográfica do Piabanha abrange a bacia do rio Piabanha e as bacias dos rios afluentes do Paraíba do Sul em sua margem direita, nos municípios de Três Rios, Sapucaia, Sumidouro e Carmo. A área estimada da região hidrográfica é de 3.547 km², onde estão inseridos 10 municípios, sendo Teresópolis, Carmo, Sapucaia, Sumidouro, Areal e São José do Vale do Rio Preto, integralmente, e Petrópolis, Paty do Alferes, Paraíba do Sul e Três Rios, parcialmente.

A estrutura do Comitê Piabanha é constituída por um plenário composto por 30 membros com direito a voto (sendo 12 representantes dos usuários de água, 9 da sociedade civil e 9 do poder público). A diretoria colegiada, composta por 6 membros, sendo 2 de cada segmento que compõe o Comitê, é responsável pela condução dos trabalhos. Além disso, o Comitê conta com uma Câmara Técnica, responsável pela análise dos regulamentos e ações necessárias para o seu funcionamento.

Em 2010, através de um Contrato de Gestão, firmado entre o Instituto Estadual do Ambiente do Rio de Janeiro (INEA) e a Agência da Bacia do Rio Paraíba do Sul (AGEVAP), com interveniência do Comitê Piabanha, atribuiu-se à AGEVAP, as funções de Agência de Bacia.

A bacia ainda não possui um Plano de Recursos Hídricos, porém o Comitê aprovou um Caderno de Ações, elaborado dentro da revisão do Plano de Recursos

Hídricos do Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul em 2007 pela COPPETEC. Alguns projetos previstos no âmbito deste documento já estão em andamento como o Parque Fluvial Piabanha e o estudo de concepção e projeto básico do sistema de esgotamento sanitário nos bairros de Quebra Frascos, Granja Guarani e Fonte Santa, no município de Teresópolis.

3.4. Cadastro de Usuários

A partir de informações coletadas junto ao Comitê Piabanha, apresentadas no **ANEXO A**, foram relacionados os usuários consuntivos de águas superficiais cadastrados na bacia do rio Piabanha. Da tabela presente neste anexo, verifica-se que a vazão de captação superficial média na bacia, incluindo as vazões constantes e as sazonais, totaliza 25,275 m³/s.

Há que se destacar o usuário Poço Fundo Energia S/A (ressaltada em amarelo no ANEXO A), detentora da concessão da PCH Poço Fundo, cadastrada com uma vazão de captação não sazonal de 711.136.800 m³/ano equivalente a 22,55 m³/s.

Dado que este cadastro é relacionado aos usos consuntivos, e que para aproveitamentos hidrelétricos a ANEEL deve requerer junto à ANA a DRDH, acredita-se que houve um equívoco nesta emissão de outorga, uma vez que este valor não espelha a realidade dos usos existentes na bacia. Assim, para a contabilização da vazão média captada, admitiu-se o valor de 2,725 m³/s.

Além disso, a tabela também inclui municípios da região hidrográfica que não fazem parte da bacia do rio Piabanha, cujos usos totalizam 0,17 m³/s.

Com base no exposto, considerou-se que os usos consuntivos de águas superficiais na bacia do rio Piabanha totalizam 2,555 m³/s.

3.5. Usos Múltiplos da Água

3.5.1. Setor Agroindustrial

A bacia do rio Piabanha destaca-se pelo uso agrícola com predomínio de plantio de verduras e legumes sem técnicas de preservação do solo, favorecendo os processos erosivos. O problema ainda é agravado pela falta de saneamento e drenagem apropriada, levando a lançamentos de agrotóxicos, fertilizantes e esgotos de origem humana e animal. Grande parte das atividades rurais está instalada nas margens dos rios e córregos, ocupando áreas de preservação permanente. A Figura 2.14 mostra uma avicultura localizada às margens do reservatório de Morro Grande da PCH Areal.



Figura 3.14: Fazenda localizada ao lado do reservatório Morro Grande.

Fonte: Foto pessoal de 16 de abril de 2013.

3.5.2. Setor de Saneamento

No que diz respeito ao abastecimento de água e a coleta de esgotos, segundo o Ranking de Saneamento do Instituto Trata Brasil, disponível em seu website, apresenta índices de cobertura de 91,03% e 80,05%, respectivamente - valor correspondente ao município de Petrópolis que possui uma concessão privada, que se iniciou em 1998. Contudo, devido à baixa qualidade da água nos rios Palatinado, Quitandinha, Piabanha e Itamarati, principais da área urbana, a empresa concessionária adota um sistema de captação disperso como nos rios Ponte de Ferro, Cachambú Pequeno, da Cidade, Mata Porcos, Santo Antônio, Taquaril e o Córrego da Prata por exemplo. Segundo GONÇALVES (2008), além da falta de tratamento dos esgotos, as vazões naturais dos rios são muito baixas para a diluição das cargas lançadas.

3.5.3. Setor Elétrico

As usinas hidrelétricas em operação existentes na bacia do rio Piabanha, bem como aquelas previstas em estudos de inventário ou de partição de quedas são descritas, detalhadamente, a seguir, a partir da sua localização por estirão de rio.

3.5.3.1. Rio Fagundes

O único aproveitamento energético presente no principal afluente pela margem esquerda do rio Piabanha é a PCH Coronel Fagundes.

3.5.3.1.1. PCH Coronel Fagundes

A PCH Coronel Fagundes foi inaugurada pela extinta Companhia de Eletricidade do Estado do Rio de Janeiro (CERJ), em 1924. De acordo com o Contrato de Concessão de Geração nº 001/2009 da ANEEL, a CERJ é a antiga denominação da

Ampla Geração S.A., que atualmente possui a denominação social Quanta Geração S.A. A concessão da usina tem prazo válido até 2026.

A barragem está localizada nas coordenadas 22°13'07''S e 43°09'55''O ao passo que a casa de força e subestação estão localizadas nas coordenadas 22°12'05''S e 43°09'40''O como mostra a Figura 2.15.



Figura 3.15: Localização espacial da UHE Fagundes e seu reservatório. Fonte: Google Earth, 2014

A construção da PCH Fagundes teve início em 1920 e visava atender, inicialmente, à expansão do consumo de energia das cidades de Niterói e Petrópolis onde o setor industrial estava em desenvolvimento. Esta usina também teve como objetivo a regularização do fornecimento de energia da PCH Piabanha nos períodos de estiagem. Em 1941, ela já atendia aos municípios de Três Rios, Paraíba do Sul, Magé, São Gonçalo, além de Petrópolis e Niterói (ME, 2000). A potência instalada da usina, segundo PLANAVE/GUASCOR (2001), é de 4,8 MW. As Figuras 2.16 e 2.17 mostram a usina no início de sua operação.



Figura 3.16: PCH Coronel Fagundes em 1928. Fonte: (ME, 2000)



Figura 3.17: Foto Panorâmica da Barragem da PCH Fagundes na década de 20. Fonte: (ME, 2000)

Segundo a publicação Memória da Eletricidade (ME, 2000), a barragem é de alvenaria ciclópica com vertedouro. A água é aduzida por meio de uma tubulação com

1,70 m de diâmetro e 1.560 m de comprimento. Esta tubulação desemboca em um coletor de aço de 2,15 m de diâmetro, de onde partem duas tubulações para a usina, com 221 m de comprimento cada e diâmetro de 1,20 m, como mostram as Figuras 2.18 e 2.19. As Figuras 2.20 e 2.21 mostram a subestação e a barragem da PCH Fagundes, respectivamente.



Figura 3.18: Tubulação que chega à usina. Fonte: Foto pessoal de 16 de abril de 2013.



Figura 3.19: Tubulação entrando na Casa de Máquinas. Fonte: Foto pessoal de 16 de abril de 2013.



Figura 3.20: Entrada para a subestação geradora do rio Fagundes. Fonte: Foto pessoal de 16 de abril de 2013.



Figura 3.21: Barragem da PCH Fagundes. Fonte: (QUANTA, 2013)

A partir de consulta realizada ao banco de dados Sistema de Informações do Potencial Hidrelétrico Brasileiro (SIPOT), foram levantadas as seguintes informações: nível de água máximo normal (NA_{max}) igual a 436,64 m; volume do reservatório para o N.A. máximo igual a 0,1 hm³; energias firme e média, respectivamente, iguais a 25,40 e 26,93 GWh. Através do website da Quanta Geração S.A. foi possível extrair o valor de sua queda líquida equivalente a 125m. Apesar da tentativa de visita à sede administrativa da empresa no município de Niterói, no dia 28/05/2013, bem como contato eletrônico, não foram disponibilizados por parte da empresa outros dados dos aproveitamentos hidrelétricos que esta detém a concessão.

Para o levantamento da área de drenagem contribuinte à PCH Coronel Fagundes, foi utilizada a ferramenta Arc Gis. O valor resultou em 395,55 km².

3.5.3.2. Rio Preto

O rio Preto conta com a PCH Areal, ou Morro Grande, já em operação desde 1949, localizada no município de Areal (ME, 2000). Além disso, um de seus afluentes, o rio Capim, conta com uma PCH, também denominada Capim, em estudo, bem como outros dois eixos inventariados: Poço Fundo e Providência.

3.5.3.2.1. *PCH Morro Grande ou Areal*

A PCH Areal, ou Morro Grande, é do tipo acumulação diária, com potência instalada de 18 MW, que opera em regime de ponta desde julho de 1949 e localiza-se no rio Preto nas coordenadas 22°12'38''S e 43°03'09''O. A Figura 2.22 apresenta uma visão espacial da usina.

A Companhia Brasileira de Energia Elétrica (CBBE) foi autorizada pelo Decreto-Lei n.º 7.469, de 17 de abril de 1945, para o aproveitamento progressivo do rio

Preto e do rio Piabanha, em programa que visava assegurar o fornecimento de energia elétrica para algumas das cidades fluminense como Niterói, São Gonçalo, Petrópolis, Três Rios, São Gonçalo e Magé. As obras foram iniciadas em 1946 (Figura 2.23) e para sua realização, foi necessária a remoção de um ramal ferroviário da Leopoldina Railway, no trecho Areal-São José do Rio Preto, inundado com a construção da represa, e substituído por uma estrada de rodagem, construída pela própria CBEE (ME, 2000).



Figura 3.22: Localização da PCH Morro Grande/Areal. Fonte: Google Earth, 2014

A partir de 1981, o controle desta PCH passou à CERJ (Decreto Federal não numerado de 04 de dezembro de 1996) e atualmente é operada pela Quanta Geração S/A.



Figura 3.23: Construção da Barragem. Fonte: (ME, 2000)

As Figuras 2.24 e 2.25 mostram a usina em operação em visita de campo realizada no mês de abril de 2013.



Figura 3.24: Vista para jusante da Barragem Morro Grande. Fonte: Foto pessoal de 16 de abril de 2013.



Figura 3.25: Vista da Casa de Força e Subestação da PCH Areal. Fonte: Foto pessoal de 16 de abril de 2013.

Após consulta ao SIPOT, foi possível a obtenção das seguintes informações:

- Potência instalada: 18 MW
- NA normal máximo: 526 m
- NA normal jusante: 504 m
- Volume NA normal máximo: 1,26 hm³

Para o levantamento da área de drenagem contribuinte à usina, foi utilizada a ferramenta Arc Gis. O valor resultou em 1.090,93 km².

3.5.3.2.2. PCH Capim

A ANEEL, através do Despacho nº 349/2000, aprovou os Estudos de Inventário Hidrelétrico Simplificado do Rio do Capim, com uma área de drenagem total de 82,5 km², apresentado pela Companhia Força e Luz Cataguazes-Leopoldina - CFLCL. Estes estudos identificaram um potencial global de 1,86 MW concentrado em um único aproveitamento denominado PCH Capim. O Despacho nº727/2008 muda a titularidade do processo referente ao Projeto Básico dessa PCH para a CAT-LEO Construções, Indústrias e Serviços de Energia S.A. Com base no SIPOT, suas características físicas são:

- Rendimento: 95%
- Queda bruta máxima: 117 m
- NA normal máximo: 797 m
- NA normal jusante: 680 m
- Volume para o NA normal máximo: 0,08 hm³

3.5.3.2.3. PCH Poço Fundo

Em 2008, o Despacho ANEEL nº 245, de 29 de janeiro de 2008, definiu a potência da PCH Poço Fundo em 14 MW, com níveis d'água máximo normal e de jusante iguais a 691 m e 618 m, respectivamente. A empresa responsável pelo empreendimento é Poço Fundo Energia S.A. e o cronograma de obras previu o início das atividades em abril de 2013 com conclusão no primeiro trimestre de 2015, porém, através das visitas de campo, constatou-se que a construção ainda não foi iniciada até o encerramento deste estudo. A Figura 2.26 apresenta o local onde está sendo construída a usina.



Figura 3.26: Local de construção da usina. Fonte: Google Earth, 2011.

Para o levantamento da área de drenagem contribuinte à usina, foi utilizada a ferramenta Arc Gis. O valor resultou em 720,11 km².

Para o levantamento das características físicas do empreendimento, foi elaborada a Tabela 2.4 com base em informações de S.C. Pimenta Construções e Sigma Pesquisas e Projetos (2008) e do Despacho ANEEL nº 1.914 de maio de 2011. Este Despacho também apresenta as tabelas com a série de vazões médias mensais do período de janeiro de 1931 a dezembro de 2008 e a série de vazões médias mensais destinadas a usos consuntivos a serem subtraídas das vazões naturais afluentes à PCH Poço Fundo, compiladas no **ANEXO B**.

Tabela 3.3: Características da PCH Poço Fundo. Fonte: Adaptada de S.C. Pimenta Construções e Sigma Pesquisas e Projetos (2008) e ANEEL (2011)

Coordenadas de referência do Eixo do Barramento	22° 11' 20" S e 48° 53' 29" O
Coordenadas de referência da Casa de Força	22° 10' 05" S e 48° 53' 23" O
Potência Mínima Instalada (MW)	14,0
Número de unidades	2
NA máximo normal de montante (m)	691,00
NA normal de jusante (m)	618,00
Queda Bruta (m)	73,00
Perda Hidráulica (m)	3,50
Rendimento do Conjunto Turbina-Gerador (%)	90,6
Tipo de turbina	Francis Simples
Volume do Reservatório no N.A. máx. normal (m ³)	488.700

3.5.3.2.4. PCH Providência

Em 2011, o projeto básico da PCH Providência foi aprovado, com potência instalada de 5 MW, nas coordenadas 22°15'S de latitude e 42°54'O de longitude. Segundo o Despacho ANEEL nº 541 de março de 2010, os estudos deveriam respeitar os seguintes níveis operacionais: NA máximo normal de 770 m e NA jusante de 730 m. Outras informações, extraídas do SIPOT, foram:

- Perda hidráulica: 2,10 m

- Volume do reservatório para o NA máximo normal: 905,60 hm³

Para o levantamento da área de drenagem contribuinte à usina, foi utilizada a ferramenta Arc Gis. O valor resultou em 415,79 km².

A Figura 2.27 apresenta a localização do eixo estudado da PCH Providência, bem como na parte superior da imagem a confluência dos rios Paquequer (vindo de Teresópolis) e do rio Preto.

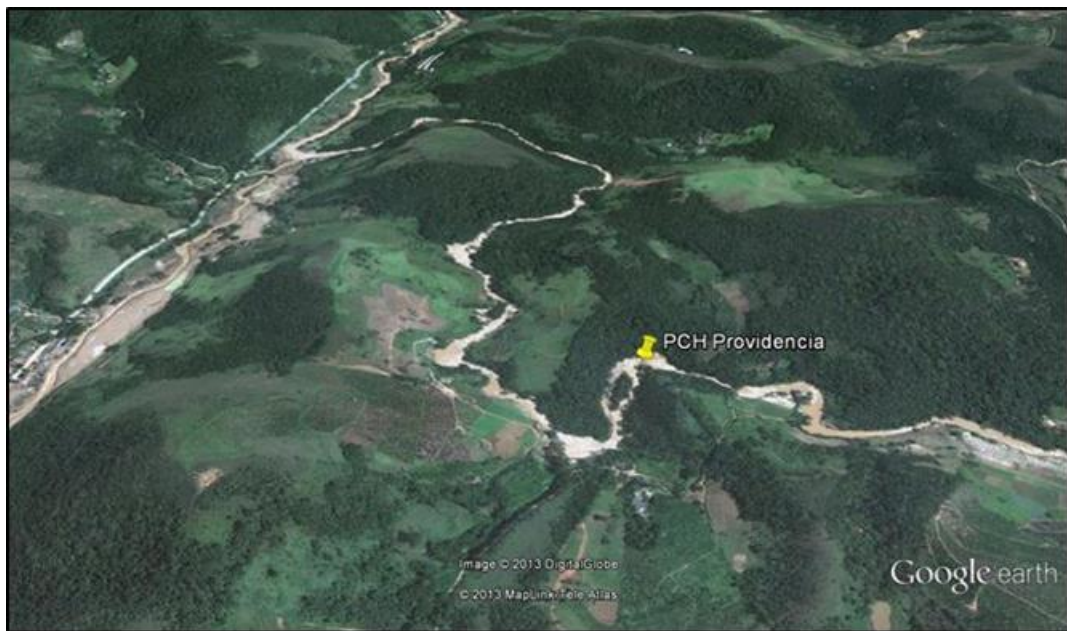


Figura 3.27: Localização da PCH Providência. Fonte: Google Earth, 2014.

3.5.3.3. Rio Piabanha

De acordo com PLANAVE/GUASCOR (2001), foi previsto um novo arranjo da cascata de aproveitamentos, chamado de Alternativa 2. Esta nova divisão de quedas seria composta pelas PCHs Posse, Monte Alegre e São Sebastião e a ampliação da PCH Piabanha para 18,1 MW, com rendimento de 90% do conjunto turbina-gerador.

3.5.3.3.1. PCH Piabanha

A PCH Piabanha localiza-se no rio Piabanha, no município de Areal, nas coordenadas 22°12'9"S e 43°9'17"O, como mostra a Figura 2.28.



Figura 3.28: Localização da Barragem e da Casa de Máquinas da PCH Piabanha. Fonte: Google Earth, 2014.

As Figuras 2.29 e 2.30 ilustram o início da construção, em 1908, da barragem e da tomada d'água, enquanto que a Foto 2.31 mostra uma visão panorâmica atual.

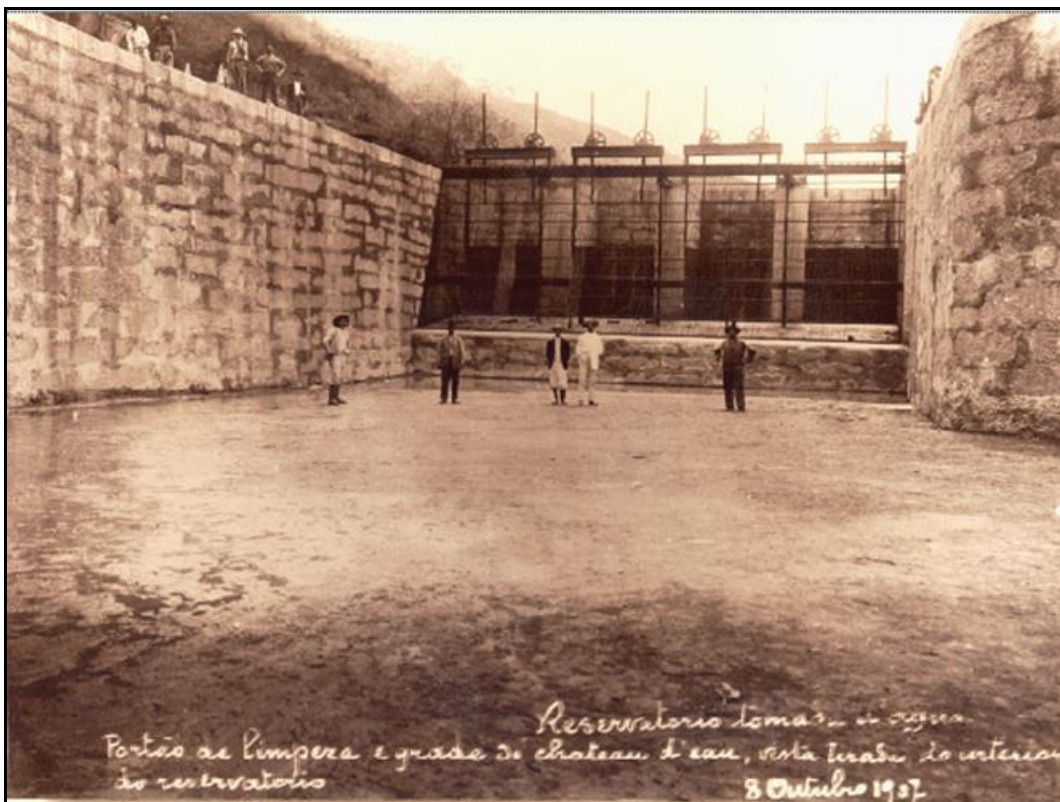


Figura 3.29: Construção da barragem. Fonte: (ME, 2000)

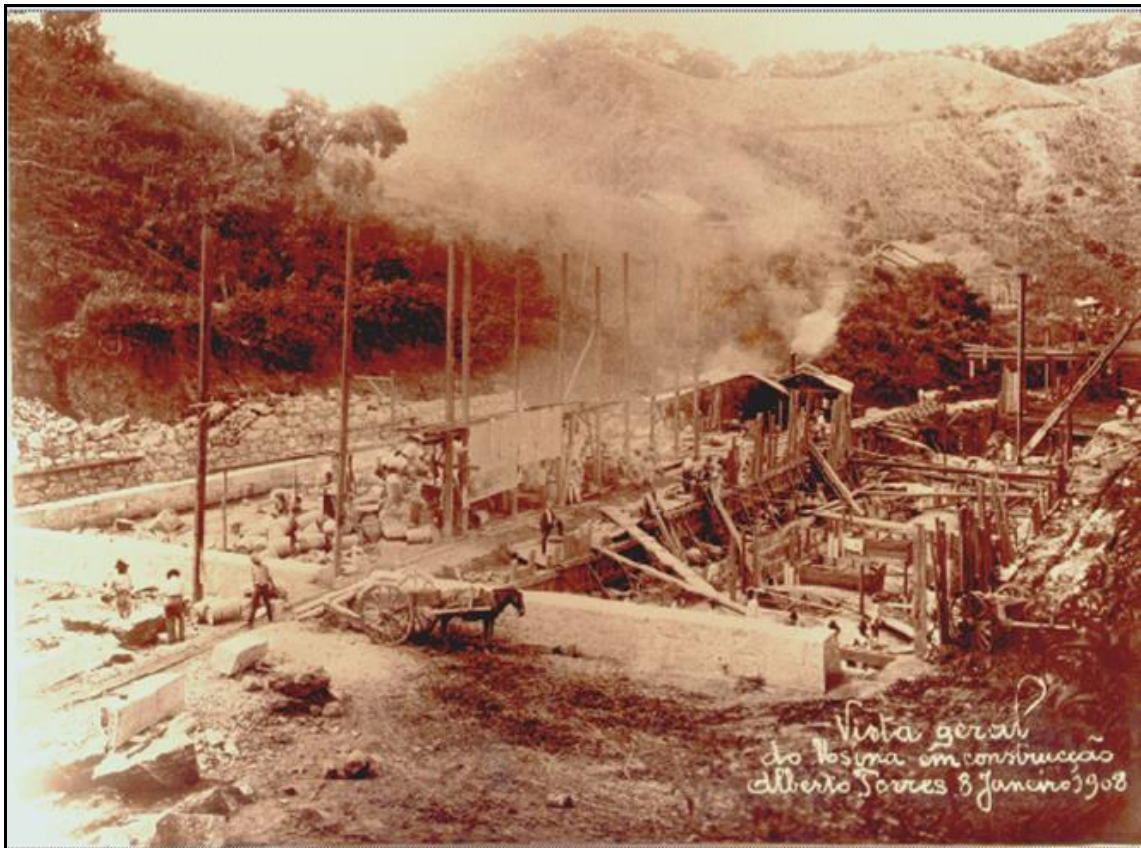


Figura 3.30: Construção da usina. Fonte: (ME, 2000)



Figura 3.31: Vista panorâmica da Barragem da PCH Piabanha. Fonte: Foto pessoal de 16 de abril de 2013.

A obra levou dois anos e meio para ser concluída e a inauguração aconteceu no dia 9 de novembro de 1908, operando com três unidades geradoras compostas por turbinas tipo Francis e geradores de 3.000 kW, totalizando capacidade instalada de 9.000 kW (ME, 2000). As Figuras 2.32 e 2.33 mostram a casa de força com as três tubulações de adução na época da construção, enquanto que as Figuras 2.34 e 2.35 apresentam as condições atuais.



Figura 3.32: Tubulação de adução em construção. Fonte: (ME, 2000)



Figura 3.33: Casa de força e tubulação de adução. Fonte: (ME, 2000)



Figura 3.34: Atual tubulação de adução. Fonte: Foto pessoal de 16 de abril de 2013.



Figura 3.35: Vista frontal da casa de força atualmente. Fonte: (QUANTA, 2013)

A Figura 2.36 mostra a saída da tubulação de adução após a tomada d'água.



Figura 3.36: Saída da tubulação após a tomada d'água e ao longo do percurso para a casa de máquinas. Fonte: Foto pessoal de 16 de abril de 2013.

Em 1908, assim que foi inaugurada, era considerada uma das maiores do Brasil, sendo a principal fonte de energia elétrica para o estado do Rio de Janeiro e responsável por suprir municípios em crescimento como Niterói, São Gonçalo e Petrópolis. Em 1909, seis meses após o início da operação, a Guinle & Companhia fundou a sociedade por ações denominada Companhia Brasileira de Energia Elétrica (CBEE), para qual transferiu a maior parte dos empreendimentos no setor de energia elétrica que vinha desenvolvendo no país. A PCH Piabanha permitiu à CBEE realizar novos contratos. Em

1980, a CBEE sofreu mudança de razão social para a CERJ, (ME, 2000). Atualmente, a Quanta Geração S/A detém a concessão da usina.

Através de consulta ao SIPOT, os seguintes dados puderam ser compilados:

- Área de drenagem: 1.606 km²
- Queda bruta máxima: 57,70 m
- NA máximo normal: 367,70 m

De Quanta Geração S.A. e Sigma Pesquisas e Projetos (2012) foram extraídas as seguintes informações:

- NA jusante: 310,38 m
- Queda líquida de referência: 54,79 m
- Volume NA normal máximo: 0,117 hm³

As séries de vazões médias mensais no local da usina, compiladas de PLANAVE/GUASCOR (2001), encontram-se listadas no **ANEXO C**.

3.5.3.3.2. CGH Petropolitana

Além da PCH Piabanha, existe no bairro de Cascatinha/Petrópolis a CGH Petropolitana, localizada a montante da confluência com o rio Itamarati e construída em 1951, com outorga de 1 MW, de propriedade da Companhia Petropolitana S/A.

Após exaustivas tentativas de obtenção de dados de sua localização, foi realizada uma visita de campo no dia 22 de janeiro de 2015. O local da barragem foi identificado, Figuras 2.37 e 2.38 e, segundo relato dos moradores locais, a usina encontra-se desativada já há mais de 10 anos. Após algumas dificuldades de percurso, foi possível chegar à Casa de Máquinas da CGH Petropolitana, que estava fechada e completamente abandonada (Figuras 2.39 e 2.40). Foi relatado por um ex-funcionário que a usina operou por muitos anos, porém após a parada de uma máquina, o empreendimento foi

vendido para a Companhia Petropolitana a qual, por questões de falta de manutenção apropriada, suspendeu a operação da usina. As coordenadas de localização da barragem e da Casa de Máquinas, levantadas durante a visita, são 22°28'29.57"S e 43° 9'48.75"W, e, 22°28'30.72"S e 43° 9'16.21"W, respectivamente.



Figura 3.37: Vista de jusante para montante da barragem da CGH Petropolitana. Fonte: Foto pessoal de 22 de janeiro de 2015



Figura 3.38: Detalhe do tronco de árvore e resíduos presos na crista barragem. Fonte: Foto pessoal de 22 de janeiro de 2015



Figura 3.39: Fundo da Casa de Maquinas da CGH Petropolitana. Fonte Foto pessoal de 22 de janeiro de 2015



Figura 3.40: Entrada abandonada da Casa de Maquinas. Fonte: Foto pessoal de 22 de janeiro de 2015

3.5.3.3.3. PCHs Posse, Monte Alegre e São Sebastião

A Alternativa 2 dos estudos de inventário propõe três novos aproveitamentos hidrelétricos: Posse (14 MW), Monte Alegre (16,1 MW) e São Sebastião (16,7 MW), totalizando 46,8 MW. A Tabela 2.5 apresenta as coordenadas de localização dos eixos estudados e a Tabela 2.6 o resumo das principais características das usinas.

Tabela 3.4: Coordenadas das barragens. Fonte: (CDM, 2006)

PCH Posse	22°17'17,2" S	43°06'39,6" O
PCH Monte Alegre	22°13'33,9" S	43°07'02,2" O
PCH São Sebastião	22°11'50,8" S	43°09'35,3" O

Tabela 3.5: Características da Alternativa 2. Fonte: Adaptado de (PLANAVE/GUASCOR, 2001).

Usina	Alternativa 2		
	PCH Posse	PCH Monte Alegre	PCH São Sebastião
NA Normal máximo (m)	615	422	310
NA Normal jusante (m)	500	370	266
Volume do reservatório Máximo (10 ⁶ m ³)	0,11	0,12	0,09
Queda Bruta (m)	115	52	44
Queda Líquida (m)	109,25	50,44	41,8
Rendimento (%)	90	90	90
Potência Instalada (MW)	14	16,1	16,7

O local onde foi estudada a implantação da PCH Posse se localiza em um vale onde do lado esquerdo, no alto de uma encosta íngreme situa-se a rodovia BR-040 (Rio - Juiz de Fora) e ao lado direito a Estrada União Indústria, Figura 2.41. Através do SIPOT, foi obtido o valor da área de drenagem contribuinte, correspondente a 541 km².

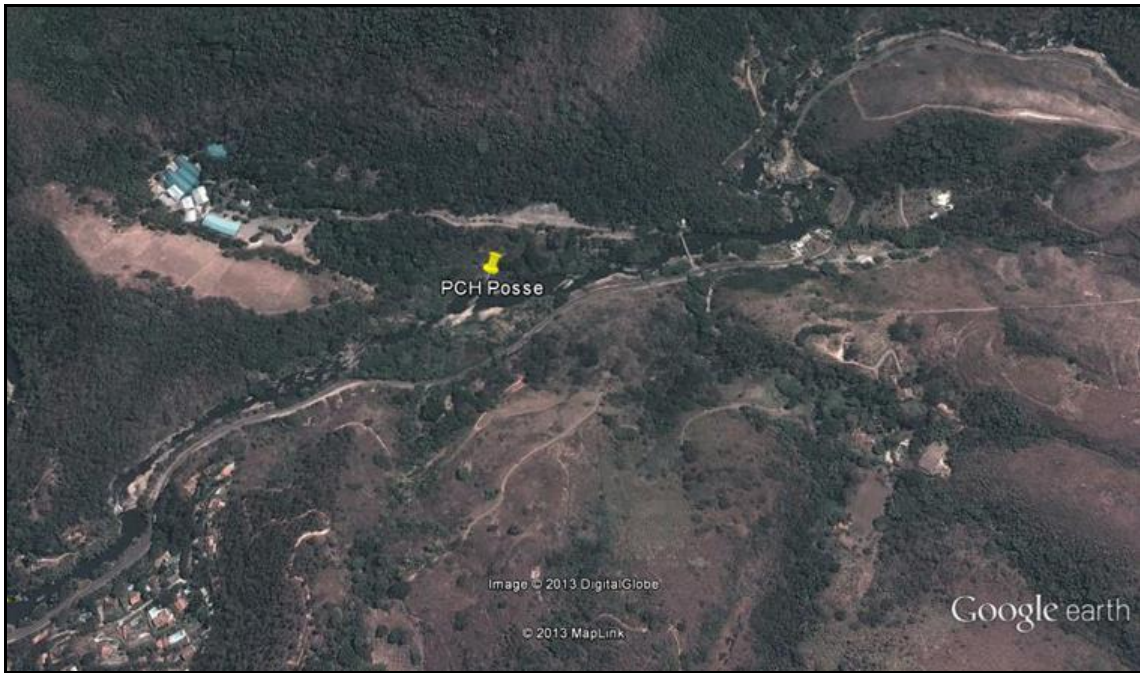


Figura 3.41: Coordenadas estudadas para a instalação da PCH Posse. Fonte: Google Earth, 2014

De acordo com PLANAVE/GUASCOR (2001), o local escolhido do eixo da PCH Monte Alegre apresenta um relevo menos acentuado, uma planície de maior extensão e afloramentos rochosos menos frequentes no leito do rio com área de inundação de 0,044 km², (Figura 2.42). Através do SIPOT, foi obtido o valor da área de drenagem contribuinte, correspondente a 1.591 km².

O local da implantação da PCH São Sebastião situa-se a jusante da confluência dos rios Fagundes e Piabanha, (Figura 2.43). Através do SIPOT, foi obtido o valor da área de drenagem contribuinte, correspondente a 1.991 km².

As séries de vazões médias mensais, compiladas de PLANAVE/GUASCOR (2001), estão listadas nos **ANEXOS C, D e E**.



Figura 3.42: Local estudado para a instalação da PCH Posse. Fonte: Google Earth, 2014.



Figura 3.43: Local estudado para a instalação da PCH São Sebastião. Fonte: Google Earth, 2014.

3.5.3.4. Topologia

As Figuras 2.44 a 2.46 mostram, respectivamente, a topologia da bacia com seus principais afluentes e postos fluviométricos, a partição de queda das usinas em operação e a partição de queda das usinas em operação e as previstas na Alternativa 2 do inventário.

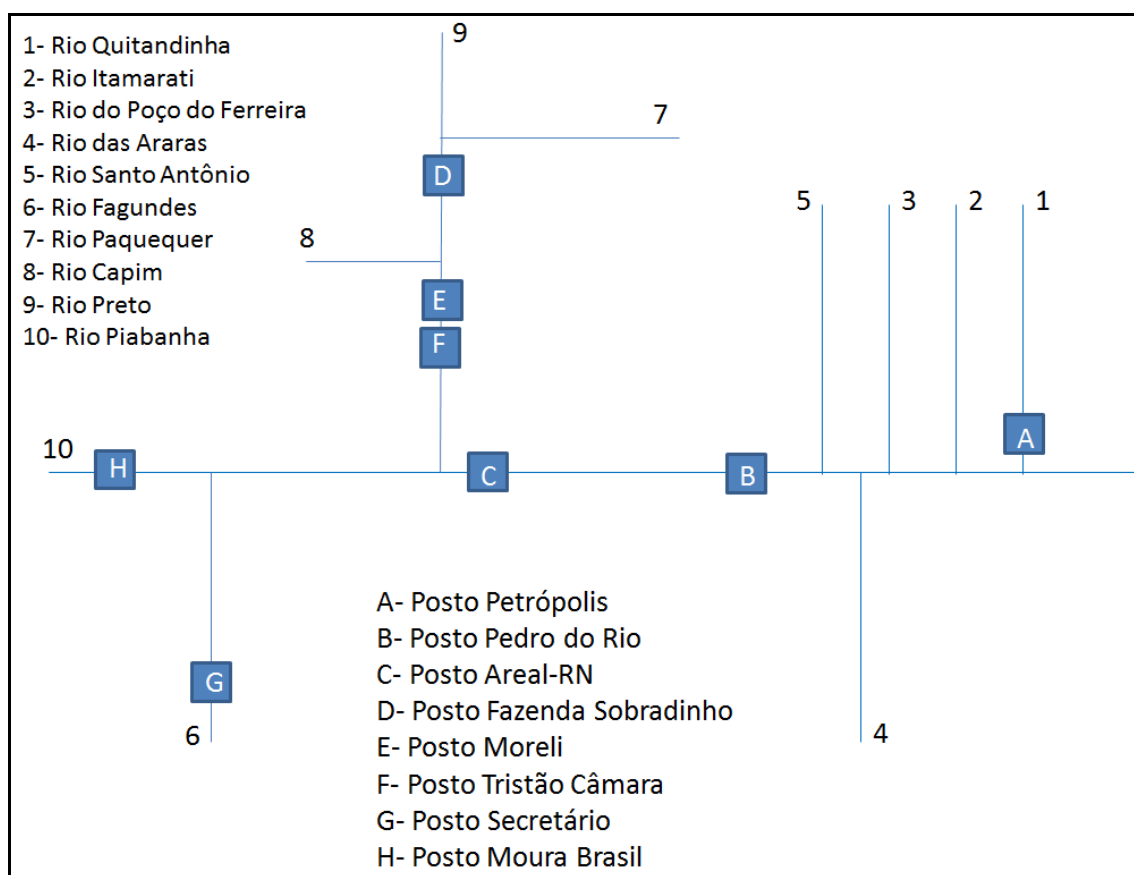


Figura 3.44: Topologia com os principais afluentes do rio Piabanha e os Postos Fluviométricos presentes

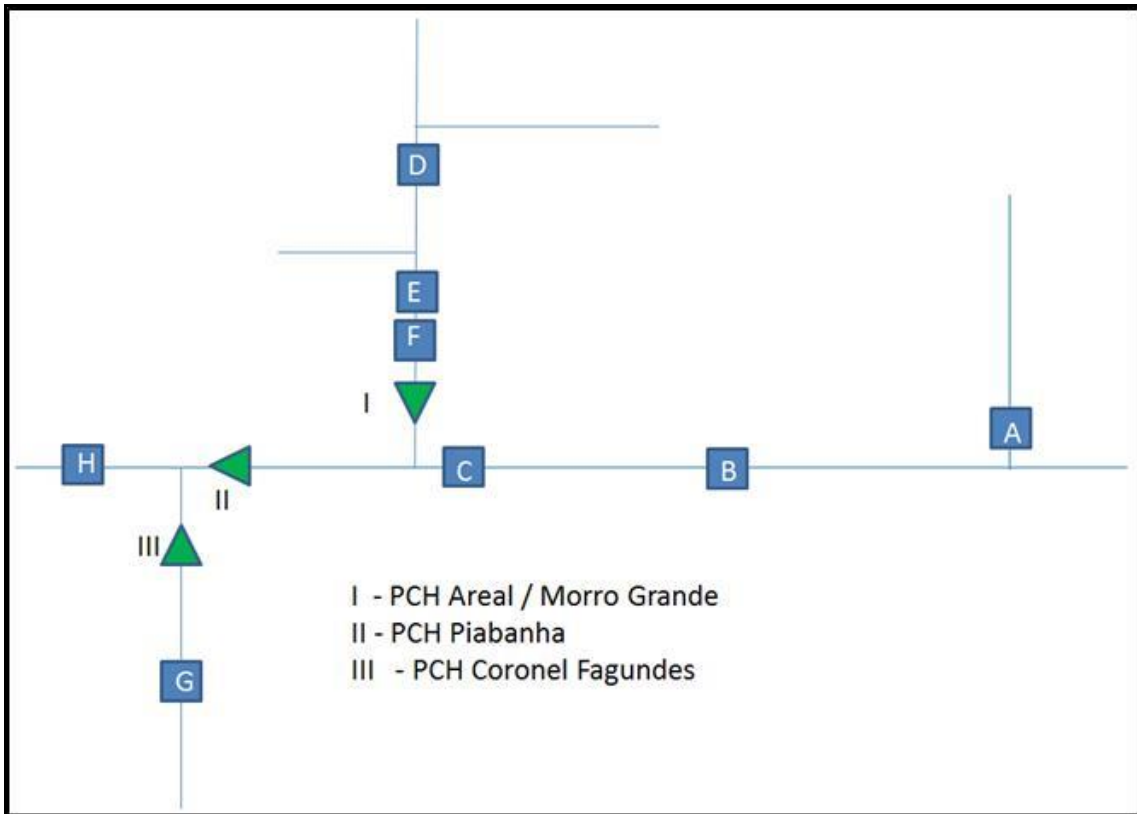


Figura 3.45: Topologia com as usinas em operação na bacia.

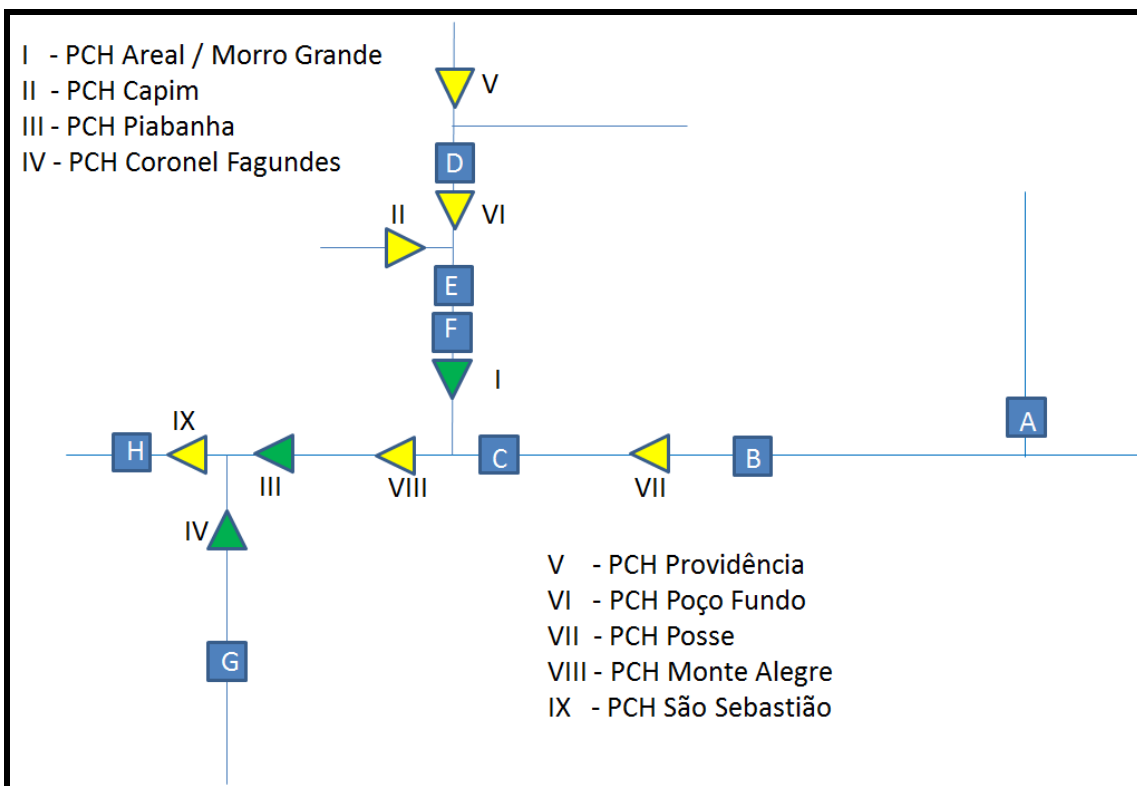


Figura 3.46: Topologia com as usinas em operação e os empreendimentos da Alternativa 2.

4. APLICAÇÃO DA METODOLOGIA NA BACIA DO RIO PIABANHA

Segundo ANA (2007), a disponibilidade hídrica de águas superficiais é a vazão regularizada pelo sistema de reservatórios com 100% de garantia, somada à vazão incremental de estiagem (vazão com permanência de 95% no tempo, no trecho não regularizado). Em rios sem reservatórios de regularização, a disponibilidade se dá apenas pela vazão de estiagem (permanência de 95% no tempo).

Para ordenar os usuários a fim de minimizar os conflitos, cada usuário deve ser cadastrado e possuir uma outorga do direito de usos dos recursos hídricos, um dos instrumentos instituídos pela Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei Federal nº 9.433/97) que atribui ao usuário, seja público ou privado, o direito de usar determinada vazão. As outorgas são limitadas ao valor da vazão máxima outorgável.

4.1. Vazão Máxima Outorgável

No caso rio Piabanha, tendo em vista que ele é de domínio estadual, as vazões máximas outorgáveis foram calculadas a partir das equações de regionalização definidas em CPRM (2003) e expressas por:

$$Q_{mín,d} = 0,0547 \cdot A^{0,6728} \cdot d^{0,0916} \quad (17)$$

$$Q_{mín,d} = 0,0547 \cdot A^{0,8427} \cdot P^{2,4246} \cdot d^{0,0916} \quad \text{equação sugerida para o rio Fagundes} \quad (18)$$

onde:

$Q_{\text{mín},d}$ média das vazões mínimas anuais de cada duração, em m^3/s ;

d duração, em dias;

A área de drenagem, em km^2 ;

P precipitação anual média, em m. Para a sub-bacia do rio Fagundes, CPRM (2003) sugere o valor de 1,352 m;

De acordo com CPRM (2003), os limites de utilização das equações são para áreas de drenagem situadas entre 40 e 2.050 km^2 .

Para o cálculo da $Q_{7,10}$ foi considerada a relação entre a vazão mínima anual com a duração desejada (7 dias) associada a um tempo de retorno para obtenção da vazão adimensional correspondente. No caso do período de retorno de 10 anos será igual a $Q/Q_{\text{mín},d}$ igual a 0,6421 (CPRM, 2003).

A Tabela 3.1 apresenta as vazões mínimas características calculadas nos locais dos aproveitamentos considerados no presente estudo.

Tabela 4.1: Cálculo da VMO nas usinas da bacia do rio Piabanha

Usina	Rio	Área de Drenagem (km^2)	Q_{min} (m^3/s)	$Q_{7,10}$ (m^3/s)	VMO (m^3/s)
PCH Coronel Fagundes	Fagundes	395,55	2,185	1,403	0,702
PCH Morro Grande / Areal	Preto	1090,93	7,231	4,643	2,322
PCH Capim	Capim	82,50	1,273	0,817	0,409
PCH Poço Fundo	Preto	720,11	5,468	3,511	1,756
PCH Providencia	Preto	415,79	3,779	2,426	1,213
PCH Piabanha	Piabanha	1606,00	9,380	6,023	3,012
PCH São Sebastião	Piabanha	1991,00	10,840	6,960	3,480
PCH Monte Alegre	Piabanha	1591,00	9,321	5,985	2,993
PCH Posse	Piabanha	541,00	4,511	2,897	1,448

4.2. Série de Vazões Geradas nos Locais dos Aproveitamentos

Para as PCHs cujas séries históricas de vazões não foram disponibilizadas, quais sejam: Morro Grande/Areal, Coronel Fagundes, Providência e Capim, as séries foram definidas a partir das séries de vazões observadas nos postos fluviométricos localizados no mesmo rio e/ou das séries de vazões das usinas mais próximas.

4.2.1. PCH Morro Grande/Areal

As vazões da PCH Morro Grande/Areal, cuja área de drenagem é de 1.090,93 km², foram definidas a partir da correlação com a série de vazões da PCH Poço Fundo, a montante (720,11 km²) já que os postos próximos (Areal, Tristão Câmara e Morelli) apresentavam falhas significativas nas séries de dados. A série gerada de vazões médias mensais está apresentada no **APÊNDICE A**.

4.2.2. PCH Providência

As vazões da PCH Providência, cuja área de drenagem é de 415,79 km², foram definidas a partir da correlação com a série de vazões da PCH Poço Fundo, a jusante (720,11 km²). A série gerada de vazões médias mensais está apresentada no **APÊNDICE B**.

4.2.3. PCH Capim

As vazões da PCH Capim, cuja área de drenagem é de 82,5 km², foram estabelecidas a partir da correlação com a série de vazões da PCH Providência (415,79

km²), situada no rio Preto. A série gerada de vazões médias mensais está apresentada no **APÊNDICE C**.

4.2.4. PCH Coronel Fagundes

Para a PCH Coronel Fagundes, cuja área de drenagem é de 395,55 km², foi necessária a correlação com a série de vazões do posto fluviométrico Fagundes, cuja área de drenagem é de 275 km². Contudo, tendo em vista que o posto apresenta falhas de observação, foi necessária a utilização da correlação entre as vazões geradas para a PCH Coronel Fagundes com as definidas para a PCH Posse (451 km²). Sendo assim, as falhas da PCH Coronel Fagundes foram preenchidas pela equação expressa por:

$$Q_{CoronelFagundes} = 0,4784 \cdot Q_{Posse} + 0,25 \quad (19)$$

A série completa de vazões médias mensais está apresentada no **APÊNDICE D**.

4.3. Análise de Continuidade de Vazões

Antes da inserção das séries de vazões médias mensais no modelo, foi realizada a análise de continuidade das vazões com o intuito de observação de eventuais vazões incrementais negativas, tal como preconizado em ANA (2009).

As séries de vazões médias mensais analisadas são aquelas definidas para as PCH Piabanha, PCH Posse, PCH Monte Alegre e PCH São Sebastião, aprovadas pela ANEEL, através do Despacho nº 814 de outubro de 2001, e para a PCH Poço Fundo, aprovada pelo Despacho ANEEL nº 1.914 de maio de 2011. Para a análise de continuidade foram adotados os cenários atual e futuro.

4.3.1. Cenário Atual

Através da topologia presente na Figura 2.45, pode-se determinar um trecho admissível de análise entre a PCH Morro Grande/Areal e a PCH Piabanha.

4.3.1.1. Trecho PCH Morro Grande/Areal → PCH Piabanha

Enquanto que a PCH Morro Grande/Areal possui área de drenagem igual a 1.090,93 km², a PCH Piabanha possui uma área 47,21% maior, 1.606 km². Tem-se então:

$$Q_{PCHPiabanha} > Q_{PCHMorroGrande/Areal} \quad (20)$$

Como mencionado anteriormente, a série da PCH Morro Grande/Areal foi gerada a partir da série da PCH Poço Fundo. Com base na equação (6), pode-se detectar em 115 meses onde as vazões da PCH Morro Grande/Areal foram superiores a PCH Piabanha, o que resulta em incrementais negativas no estirão compreendido entre os dois aproveitamentos.

Com o intuito de analisar especificamente as vazões aprovadas pela ANEEL, foi feita a análise de continuidade entre as PCHs Piabanha e Poço Fundo, expressa por:

$$Q_{PCHPiabanha} > Q_{PCHPoçoFundo} \quad (21)$$

Com base na equação (7), foram detectadas as seguintes ocorrências: em set/1963, ambas as vazões são iguais, anulando a vazão incremental no estirão entre os dois aproveitamentos; em nov/1963 e set/1965, as diferenças de vazões foram, respectivamente, -0,40m³/s e -8,40m³/s.

4.3.2. Cenário Futuro

Através da topologia presente na Figura 2.46, pode-se determinar cinco trechos admissíveis de análise de continuidade.

4.3.2.1. Trecho PCH Providência → PCH Poço Fundo

Enquanto que a PCH Providência possui área de drenagem igual a 417, 79 km², a PCH Poço Fundo possui uma área 73,19% maior, 720,11 km². Tem-se então:

$$Q_{PCHPoçoFundo} > Q_{PCHProvidência} \quad (22)$$

Tendo sido a série da PCH Providência definida através da relação entre áreas de drenagem com a PCH Poço Fundo, não foram encontrados problemas no trecho incremental.

4.3.2.2. Trecho PCH Poço Fundo → PCH Morro Grande/Areal

A área de drenagem da PCH Morro Grande/Areal, 1.090,93 km², é cerca de 51,49% superior à área da PCH Poço Fundo, 720,11 km². Neste trecho também existe a confluência com o rio Capim, sendo a área de drenagem da PCH Capim igual a 82,5 km². Como mencionado anteriormente, a série da PCH Capim foi gerada a partir da série da PCH Poço Fundo, por relação entre áreas de drenagem.

A análise de continuidade é expressa por:

$$Q_{PCHMorroGrand/Areal} > Q_{PCHPoçoFundo} + Q_{PCHCapim} \quad (23)$$

Com base na equação (9), não foram detectados problemas de continuidade neste trecho.

4.3.2.3. Trecho PCH Posse → PCH Monte Alegre

Enquanto que a PCH Posse possui área de drenagem igual a 541 km², a PCH Monte Alegre possui uma área quase três vezes superior, 1.591 km². Neste trecho acontece a afluência do rio Preto, sendo assim, tem-se:

$$Q_{PCHMonteAlegre} > Q_{PCHPosse} + Q_{PCHMorroGandel\ Areal} \quad (24)$$

Foram identificadas 801 ocorrências de vazões incrementais negativas, representando 96,74% da série composta por 828 meses.

Com o intuito de analisar especificamente as vazões aprovadas pela ANEEL, foi feita a análise de continuidade entre as PCHs Monte Alegre, Posse e Poço Fundo, expressa por:

$$Q_{PCHMonteAlegre} > Q_{PCHPosse} + Q_{PCHPoçoFundo} \quad (25)$$

Ainda assim, foram encontrados 252 valores de vazões incrementais negativas.

4.3.2.4. Trecho PCH Monte Alegre → PCH Piabanha

A PCH Piabanha possui área de drenagem igual a 1.606 km², enquanto que a PCH Monte Alegre, situada a uma pequena distância a montante, possui área de 1.591 km². Tem-se, portanto:

$$Q_{PCHPiabanha} > Q_{PCHMonteAlegre} \quad (26)$$

Na análise comparativa entre as duas séries, foram identificadas 15 ocorrências de igualdade de vazões, mas não foram encontrados problemas de incrementais negativas.

4.3.2.5. Trecho PCH Piabanha → PCH São Sebastião

A área de drenagem da PCH São Sebastião, 1.991 km², é cerca de 24% superior à área da PCH Piabanha. Neste trecho existe a confluência com o rio Fagundes, sendo a área de drenagem da PCH Coronel Fagundes igual a 395,55 km². Cabe lembrar que a série desta, após correlação da área de drenagem com a série do Posto Fagundes, foi preenchida através da correlação com a PCH Posse. A análise de continuidade é expressa por:


$$Q_{PCHS\tilde{a}oSebasti\tilde{a}o} > Q_{PCHPiabanha} + Q_{PCHCoronelFagundes} \quad (27)$$

Da aplicação da equação (13), foram identificados 546 valores de vazões incrementais negativos, representando cerca 65,94% da série.

5. SISUCA – SISTEMA DE SIMULAÇÃO DE USINAS COM USOS CONSUNTIVOS DE ÁGUA³

O SisUCA (Sistema de Simulação de Usinas com Usos Consuntivos de Água) é uma ferramenta computacional desenvolvida por HORA (2008), nas linguagens C++ e Delphi. Ele tem por finalidade simular a produção de energia elétrica em um conjunto de aproveitamentos de uma mesma bacia hidrográfica, contemplando e compatibilizando cenários prospectivos de usos consuntivos da água, limitados ao valor da vazão máxima outorgável (VMO), bem como priorizando a disponibilidade hídrica para jusante dos aproveitamentos. O texto a seguir busca descrever o passo a passo para o uso da ferramenta.

5.1. Abrir E Executar O Aplicativo

O usuário deverá clicar no ícone  no diretório onde foi instalada a ferramenta computacional que, conforme a Figura 5.1, a seguir, se encontra em **C:/SisUCA**.

³ Adaptado de HORA (2008).

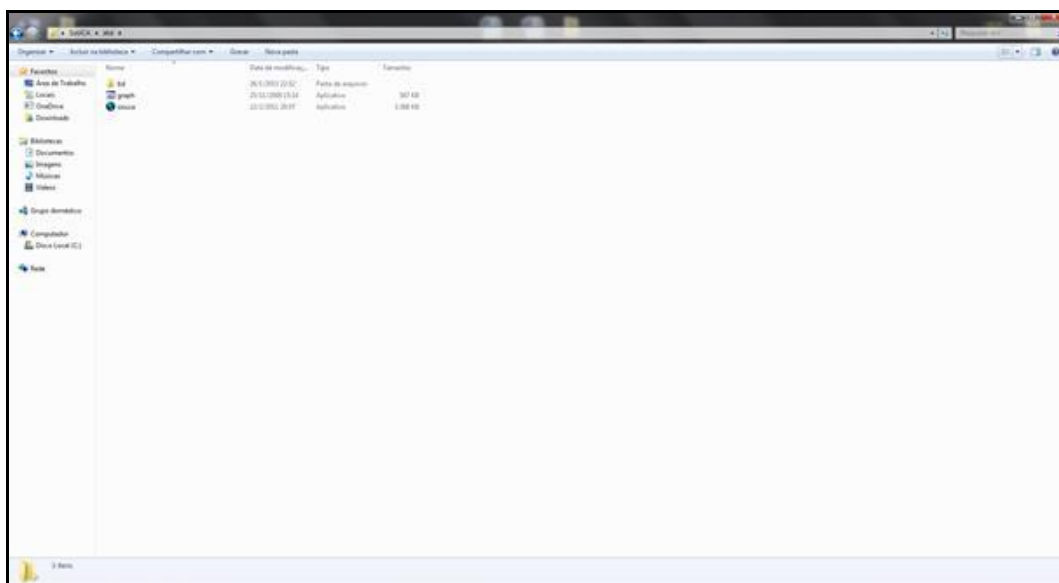


Figura 5.1: SisUCA: Tela Inicial

Será apresentada a seguinte janela ao usuário, Figura 5.2.

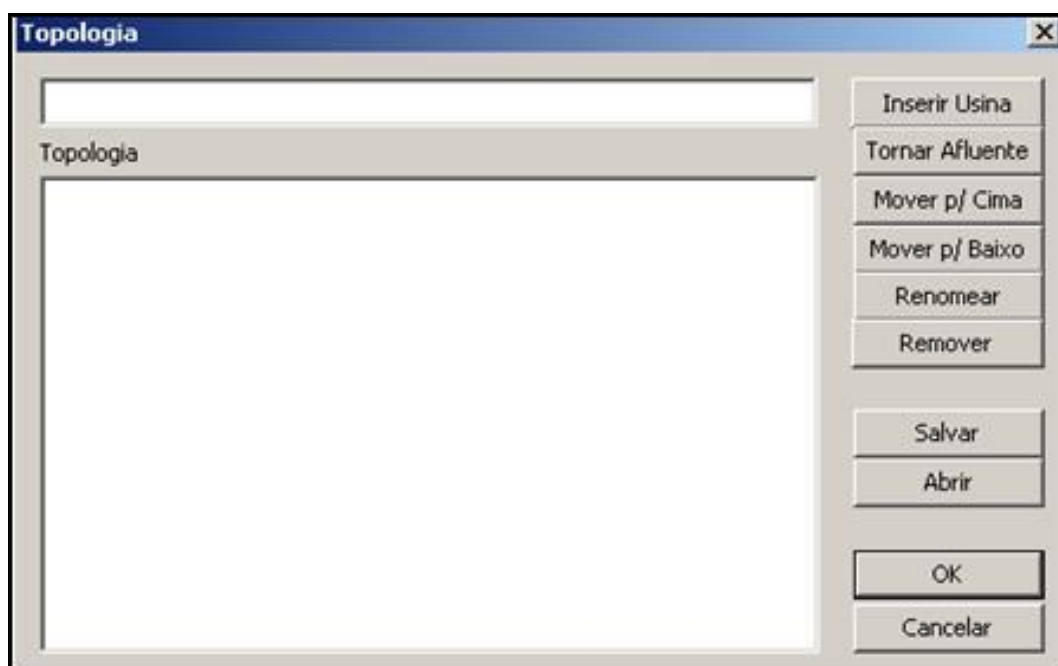



Figura 5.2: SisUCA: Tela da Topologia

O usuário deverá ter conhecimento do arranjo do conjunto de usinas da bacia hidrográfica que ele pretende simular. Será adotado, como exemplo de aplicação, o aproveitamento hidrelétrico Piabanha, em operação no rio Piabanha.

O usuário deverá inserir a primeira usina e em seguida clicar em , para adicioná-la na topologia. Em seguida, deverá ser inserido cada um dos aproveitamentos da cascata, conforme mostrado nas Figuras 5.3 e 5.4, a seguir.

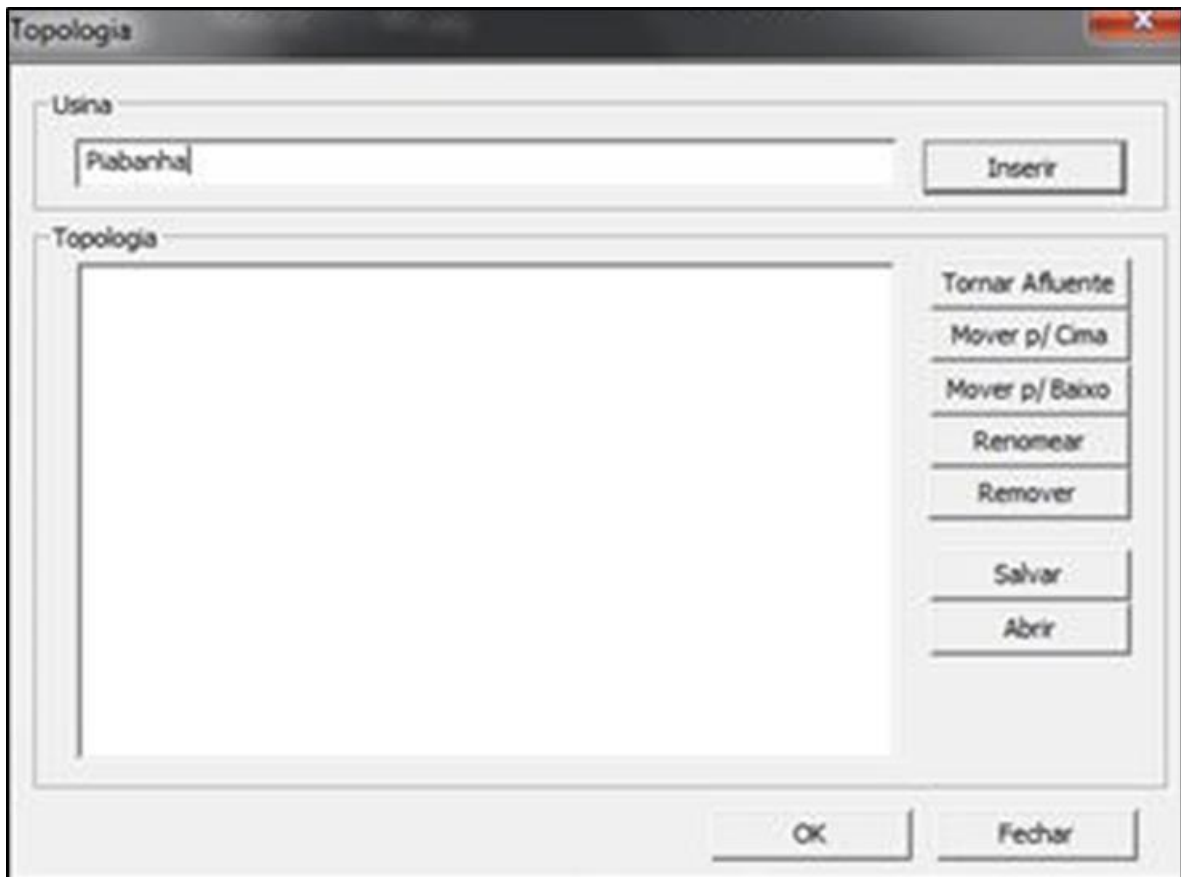


Figura 5.3: Etapa de Preenchimento da Topologia

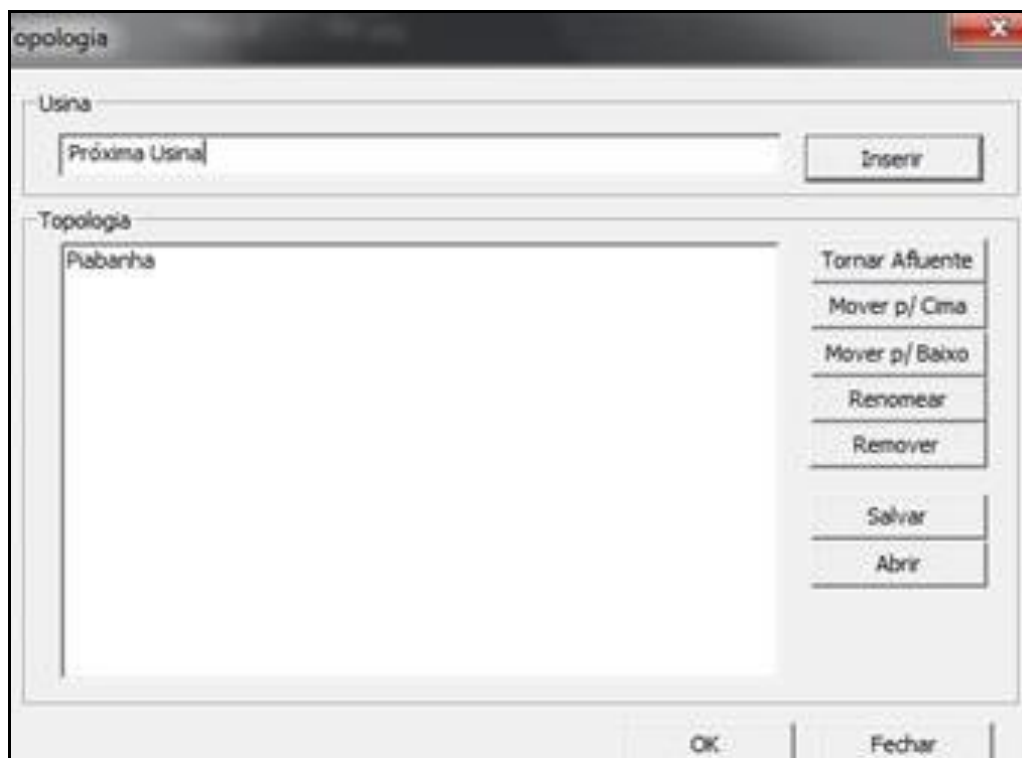


Figura 5.4: Etapa de Preenchimento da Topologia

Caso se deseje colocar uma usina num trecho de rio afluente, basta seleccionar a usina com o cursor do mouse e clicar no botão **Tornar Afluente**. O nome da usina irá recuar um pouco para a direita, significando que ela está localizada em um afluente do rio principal e a montante da usina que se encontra relacionada abaixo. Caso o usuário queira alterar a ordem das usinas, basta ele seleccionar os botões **Mover p/ Cima** ou **Mover p/ Baixo** até que a sequência de interesse esteja ajustada.

Após a conclusão da topologia de interesse, pode-se salvá-la clicando em **Salvar**. Para dar início à etapa de simulação deve-se clicar em **OK**.

O aplicativo está conectado automaticamente a um banco de dados denominado dados_usinas2000.mdb. O usuário poderá preencher as informações da tela da Figura 5.5, armazená-las, bastando clicar no botão **Salvar Dados**. O aplicativo irá gerar uma linha no arquivo dados_usinas2000.mdb com as informações fornecidas.

Finalizada a topologia e clicando em “**OK**”, surgirá a tela do aplicativo com os

campos preenchidos para a única usina na cascata utilizada para este exemplo de simulação, a PCH Piabanha.

Entrada de dados

Usina: Piabanha Rio: Piabanha Importar Salvar

Potência instalada: 9 MW Engolimento Máximo: 19 m³/s

Volume total: 117000.0 m³ Queda de referência: 54.8 m

Volume morto: 117000.0 m³ Perda hidráulica: 2.91 m

Volume útil: 0 m³ Rendimento: 90.0 %

Volume útil p/ operação c/ engolimento máximo: 0 %

Coordenadas
 Lat: S 22:12:00
 Long: W 43:08:00
 Taxa de Indisponibilidade: %

Curvas características

	A0	A1	A2	A3	A4
Vazão X NA jusante	310.38	0.0	0.0	0.0	0.0
Volume X NA reservatório	367.7	0.0	0.0	0.0	0.0
NA reservatório X Área	0.25	0.0	0.0	0.0	0.0

Evaporação

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
mm/mês	143.4	130.9	140.8	124.6	115.6	85.6	61.1	45.1	46.9	60.3	70.7	99.3

< Voltar Avançar > Cancelar

Figura 5.5: Tela Inicial de Entrada de Dados com Usina Cadastrada

O usuário deverá clicar em **Avançar >** para ir para a próxima tela, mostrada na Figura 5.6.

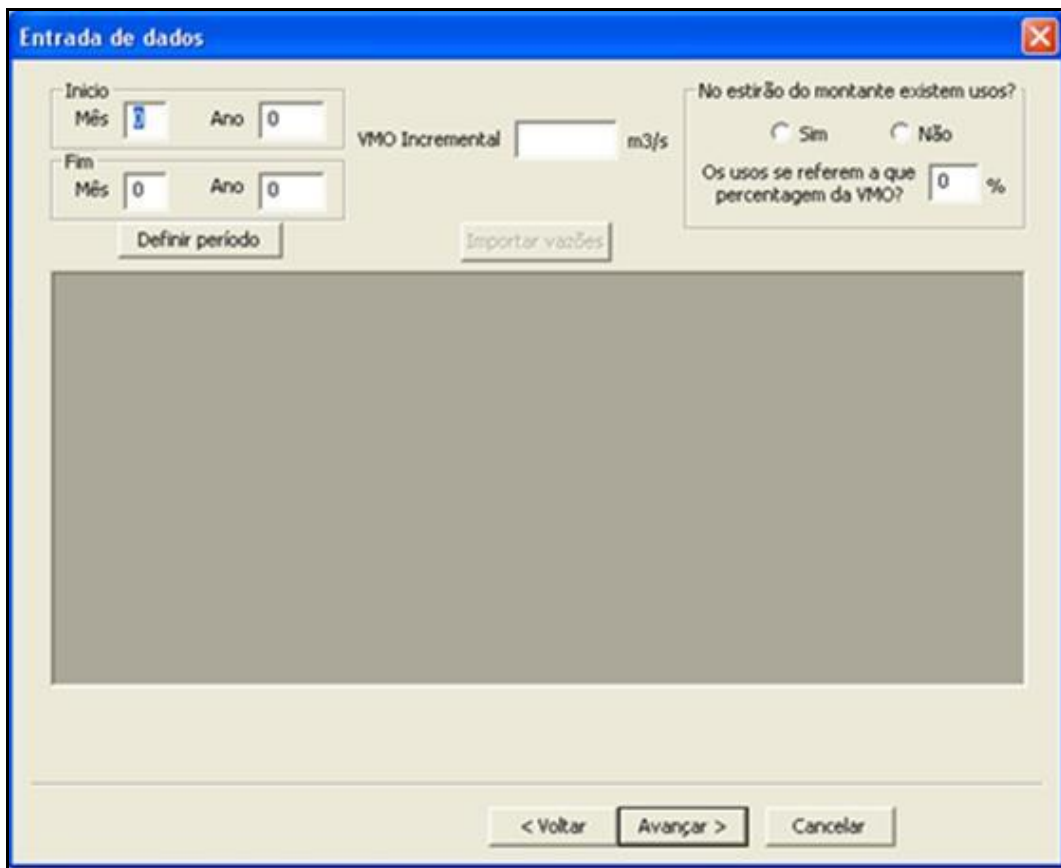


Figura 5.6: Tela de Preenchimento da Entrada de Dados

Nas caixas do canto superior esquerdo o usuário deverá definir a data inicial e a data final do intervalo de simulação. O usuário deverá clicar em **Definir período**. É dada a opção ao usuário importar uma série de vazões, bastando clicar em **Importar vazões**. O programa retornará à janela onde se encontra o sub-diretório Banco de Dados e o usuário deverá selecionar o arquivo de interesse, clicando em seguida em **Abriu**. No exemplo apresentado, como pode se observar na Figura 5.7, a tela foi preenchida com as vazões importadas de PLANAVE/GUASCOR (2001). Entretanto, caso deseje-se alterar algum valor de vazão, o programa permite a digitação em cada campo correspondente ao ano e ao mês da série.

Entrada de dados

Início
Mês 01 Ano 1931

Definir período

Fim
Mês 12 Ano 1999

Importar vazões

VMO 3.01 m3/s

No estirão do montante existem usos?
 Sim Usos em relação a VMO 0 %
 Não


	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1931	58.7	84.4	69.4	49.1	33.4	25.7	21.5	19.1	22.5	32.5	42.2	58.0
1932	84.4	64.2	49.8	31.6	32.0	25.7	18.9	21.1	17.5	23.3	29.1	72.5
1933	83.7	47.6	46.2	30.3	28.6	20.9	17.9	14.0	15.7	29.8	34.9	48.9
1934	84.3	37.6	41.5	27.2	19.2	15.9	15.9	11.8	13.8	13.5	20.1	55.1
1935	59.8	95.5	44.6	35.5	25.3	18.8	16.7	15.1	20.5	31.5	26.6	32.2
1936	24.0	37.2	52.4	35.1	21.9	16.6	12.6	11.3	12.7	13.0	15.8	33.3
1937	57.6	49.6	27.5	27.5	29.5	17.8	13.6	10.9	10.2	19.3	33.5	115.7
1938	62.1	56.1	42.5	40.4	28.4	29.6	19.5	24.6	19.3	23.4	28.7	61.5
1939	61.2	48.2	33.0	31.5	22.8	16.4	14.4	12.0	14.2	11.7	19.8	46.0
1940	67.5	61.1	45.4	30.5	23.3	17.3	13.7	12.5	13.0	21.6	37.5	48.4
1941	45.9	26.9	45.8	32.9	22.0	18.7	15.9	11.6	24.4	19.8	27.4	53.7

< Voltar Concluir Cancelar

Figura 5.7: Tela com os Dados de Entrada

Na tela da Figura 5.7 também se pode observar que o campo do valor da vazão máxima outorgável (VMO), encontra-se preenchido, bastando que o usuário selecione a existência ou não de usos no estirão de montante e a que porcentagem eles se referem da vazão máxima outorgável. Entretanto, é dada ao usuário a opção de alteração dos valores de VMO.

5.2. Geração Dos Relatórios E Gráficos De Saída

Não havendo mais usinas na cascata, o usuário deverá selecionar o botão , quando surgirá a tela para salvar o resultado da simulação, Figura 5.8, bastando apenas a digitação do nome do arquivo. Serão gerados dois tipos de saída, uma mensal e outra anual, ambas em formato HTML.

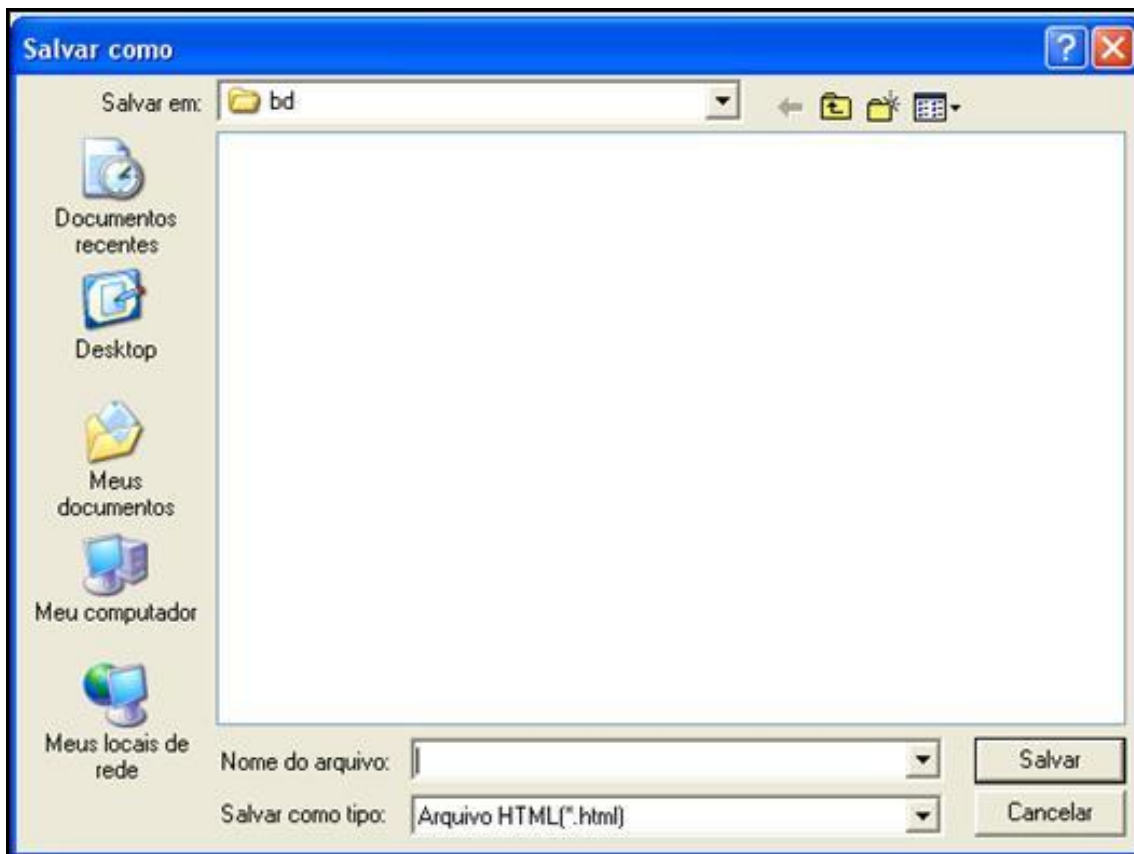


Figura 5.8: Tela para Salvar o Arquivo Resultante da Simulação

O nome escolhido no exemplo em questão foi Piabanha_Exemplo, quando o usuário clicar em , o programa gerará automaticamente os gráficos de saída, Figura 5.9. São oferecidas 5 alternativas de visualização gráfica de variáveis: vazão afluente, vazão defluente, vazão vertida, vazão turbinada e energia gerada.

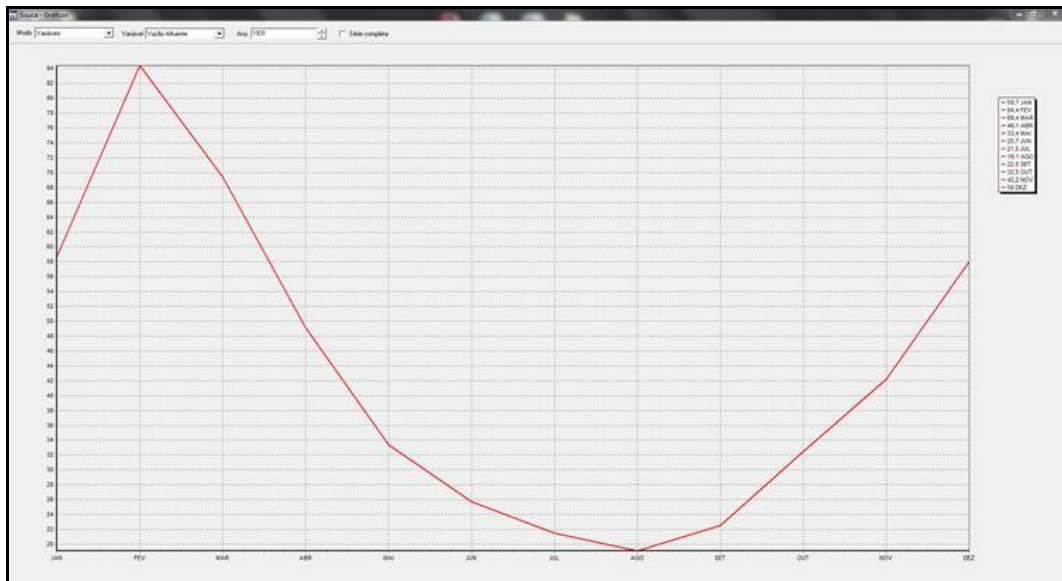


Figura 5.9: Tela de Saída Gráfica para a Variável Vazão Afluente

Ao seleccionar uma variável, bastará o usuário percorrer na caixa “Ano” que serão mostrados os resultados para cada um dos anos simulados para as usinas consideradas na topologia. A Figura 5.10 mostra a variável energia gerada na usina para o ano 1962.

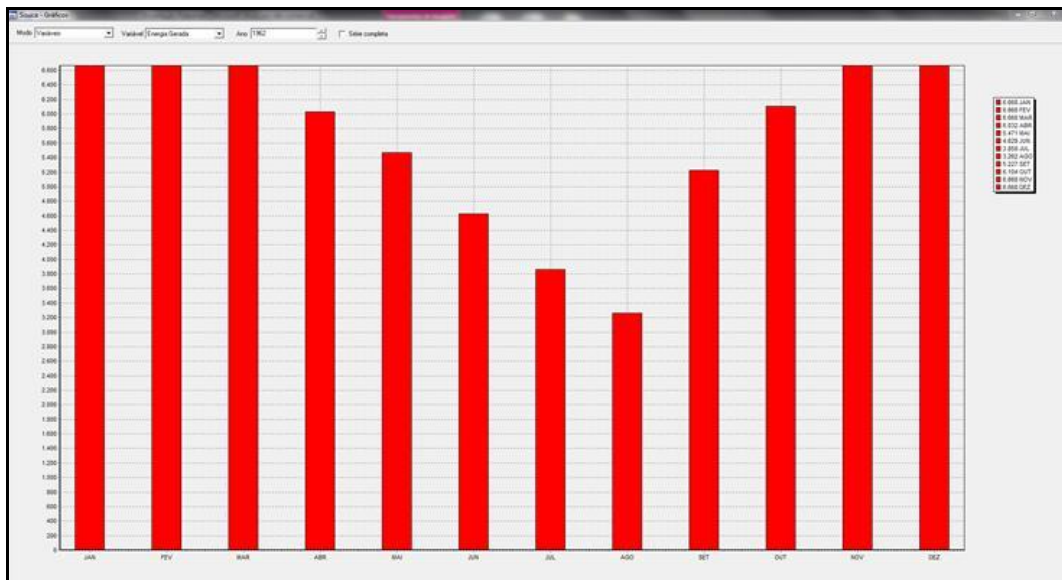


Figura 5.10: Tela de Saída Gráfica para a Variável Energia Gerada no Ano 1962

Além das variáveis, também é dada a opção de visualização gráfica por usinas, a partir da seleção efetuada na caixa “**Modo**”. Nesta opção, o usuário poderá visualizar o conjunto das variáveis: vazão afluente; vazão defluente; vazão vertida; e, vazão turbinada, para cada uma das usinas inseridas na topologia em cada um dos anos da série simulada, conforme mostrado na Figura 5.11. O usuário poderá também optar por visualizar a série completa, neste caso o gráfico gerado abrangerá cada 20 anos de intervalo da série, Figura 5.12.

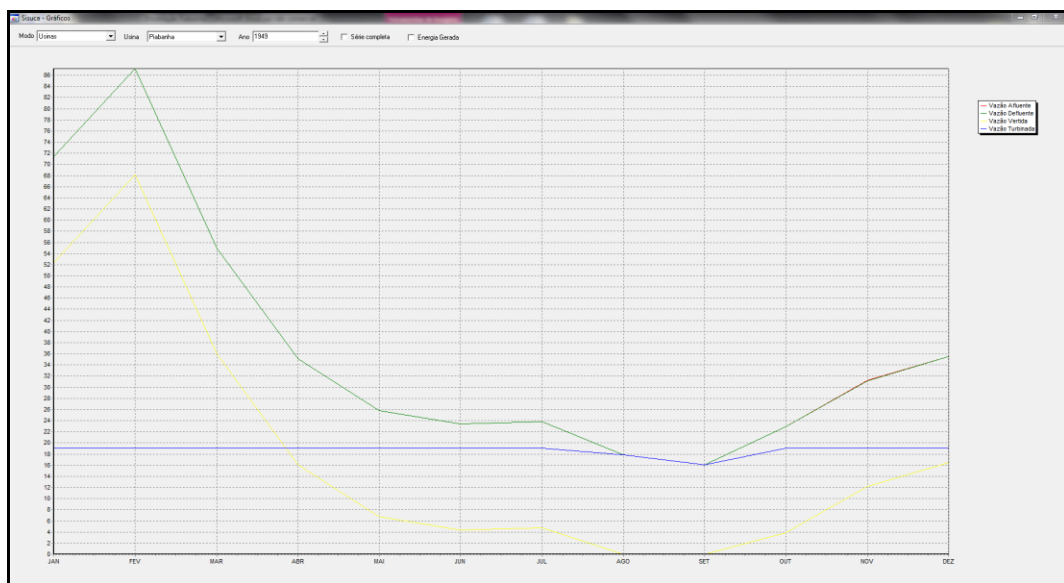


Figura 5.11: Opção de Visualização por Usina por Ano de Simulação



Figura 5.12: Opção de Visualização por Usina para a Série Completa

Por último, é dada a alternativa para o usuário observar a energia gerada por usina para cada ano ou ainda para a série completa, Figura 5.13, a seguir.

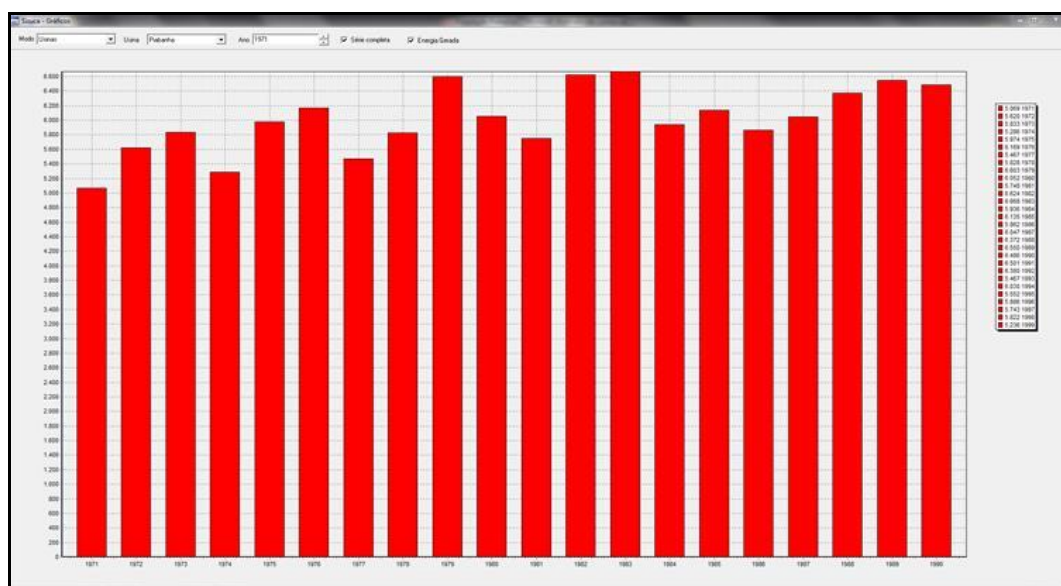


Figura 5.13: Opção de Visualização da Energia Gerada por Usinas para a Série Completa

Na sequência é apresentado o resultado da simulação para o aproveitamento de Piabanha, simulado para o período de janeiro de 1931 a dezembro de 1999, extraído do arquivo **Piabanha_Exemplo-Anual.html**.

Total Usinas: 1

Piabanha

Total de meses de simulação: 828

Potência instalada (MW): 9,0

Queda de referência (m): 54,8

Volume total:

117000,00

Volume morto:

117000,00

Volume útil total:

0,00

Engolimento máximo:

19,00

Perda hidráulica:

2,91

Vazão MLT:

31,59

Vazão regularizada:

0,00000000

VMO:

3,01

Redução VMO:

0,00

ANO	QAFLU	QDEFLL	VOL.ÚTIL	NAres	QUEDA	ENERGIA
1931	43,04	43,03	-	367,70	54,41	80010,19

1932	39,18	39,17	-	367,70	54,41	79445,11
1933	34,87	34,87	-	367,70	54,41	76706,41
1934	29,66	29,65	-	367,70	54,41	71542,99
1935	35,18	35,17	-	367,70	54,41	77757,89
1936	23,82	23,82	-	367,70	54,41	68768,35
1937	34,39	34,38	-	367,70	54,41	71755,56
1938	36,34	36,33	-	367,70	54,41	80010,19
1939	27,60	27,59	-	367,70	54,41	70770,96
1940	32,65	32,64	-	367,70	54,41	73159,25
1941	28,75	28,74	-	367,70	54,41	76213,83
1942	30,83	30,82	-	367,70	54,41	77091,61
1943	42,17	42,16	-	367,70	54,41	78461,02
1944	31,74	31,73	-	367,70	54,41	74949,79
1945	37,04	37,03	-	367,70	54,41	76250,24
1946	31,87	31,86	-	367,70	54,41	73124,15
1947	48,66	48,65	-	367,70	54,41	80010,19
1948	40,73	40,72	-	367,70	54,41	77583,75
1949	37,11	37,10	-	367,70	54,41	78603,43
1950	32,30	32,29	-	367,70	54,41	73089,91
1951	30,08	30,07	-	367,70	54,41	69122,13
1952	39,48	39,47	-	367,70	54,41	79585,54

1953	24,18	24,17	-	367,70	54,41	70595,50
1954	14,93	14,92	-	367,70	54,41	59917,10
1955	18,90	18,89	-	367,70	54,41	55633,30
1956	23,12	23,11	-	367,70	54,41	67152,61
1957	28,47	28,46	-	367,70	54,41	70455,63
1958	22,66	22,65	-	367,70	54,41	71086,79
1959	22,97	22,96	-	367,70	54,41	64345,23
1960	30,57	30,57	-	367,70	54,41	72525,57
1961	37,39	37,38	-	367,70	54,41	67121,87
1962	27,13	27,12	-	367,70	54,41	67920,48
1963	16,56	16,55	-	367,70	54,41	50649,45
1964	29,78	29,77	-	367,70	54,41	69679,25
1965	42,45	42,44	-	367,70	54,41	75829,11
1966	47,38	47,37	-	367,70	54,41	76142,08
1967	45,71	45,70	-	367,70	54,41	76776,63
1968	29,56	29,55	-	367,70	54,41	73154,87
1969	28,03	28,02	-	367,70	54,41	68415,93
1970	16,35	16,34	-	367,70	54,41	61776,03
1971	20,59	20,58	-	367,70	54,41	60822,70
1972	27,00	26,99	-	367,70	54,41	67435,36
1973	32,22	32,21	-	367,70	54,41	70000,95

1974	21,34	21,33	-	367,70	54,41	63430,48
1975	32,46	32,45	-	367,70	54,41	71685,37
1976	27,99	27,98	-	367,70	54,41	74030,10
1977	29,38	29,37	-	367,70	54,41	65608,55
1978	30,90	30,89	-	367,70	54,41	69931,61
1979	41,86	41,85	-	367,70	54,41	79234,64
1980	32,12	32,11	-	367,70	54,41	72629,00
1981	32,79	32,78	-	367,70	54,41	68981,26
1982	43,97	43,97	-	367,70	54,41	79482,24
1983	59,00	58,99	-	367,70	54,41	80010,19
1984	23,76	23,75	-	367,70	54,41	71227,16
1985	35,07	35,06	-	367,70	54,41	73616,29
1986	25,49	25,48	-	367,70	54,41	70347,50
1987	29,39	29,38	-	367,70	54,41	72561,16
1988	37,98	37,97	-	367,70	54,41	76462,81
1989	30,57	30,57	-	367,70	54,41	78602,99
1990	24,86	24,85	-	367,70	54,41	77828,07
1991	38,07	38,06	-	367,70	54,41	78006,39
1992	37,65	37,64	-	367,70	54,41	76564,75
1993	21,64	21,63	-	367,70	54,41	65606,19
1994	33,08	33,07	-	367,70	54,41	72355,01

1995	25,01	25,00	-	367,70	54,41	66628,24
1996	30,92	30,91	-	367,70	54,41	70628,30
1997	30,18	30,17	-	367,70	54,41	68911,08
1998	26,68	26,67	-	367,70	54,41	69860,58
1999	24,11	24,10	-	367,70	54,41	62836,27
Energia Média do Período (MWano):						71862,54

6. CENÁRIOS DE SIMULAÇÃO

Para avaliação das perdas de geração de energia em função dos usos crescentes dos recursos hídricos na bacia do rio Piabanha, foram definidos dois cenários: o primeiro com o arranjo do conjunto de usinas em operação (Piabanha, Morro Grande/Areal e Coronel Fagundes), cenário atual, e o segundo incluindo as usinas previstas na Alternativa 2, denominado de cenário futuro, (Piabanha Ampliada, Posse, Monte Alegre, São Sebastião, Morro Grande /Areal, Capim, Poço Fundo, Providência e Coronel Fagundes).

As Figuras 6.1 e 6.2 apresentam o arranjo esquemático dos cenários atual e futuro, respectivamente.

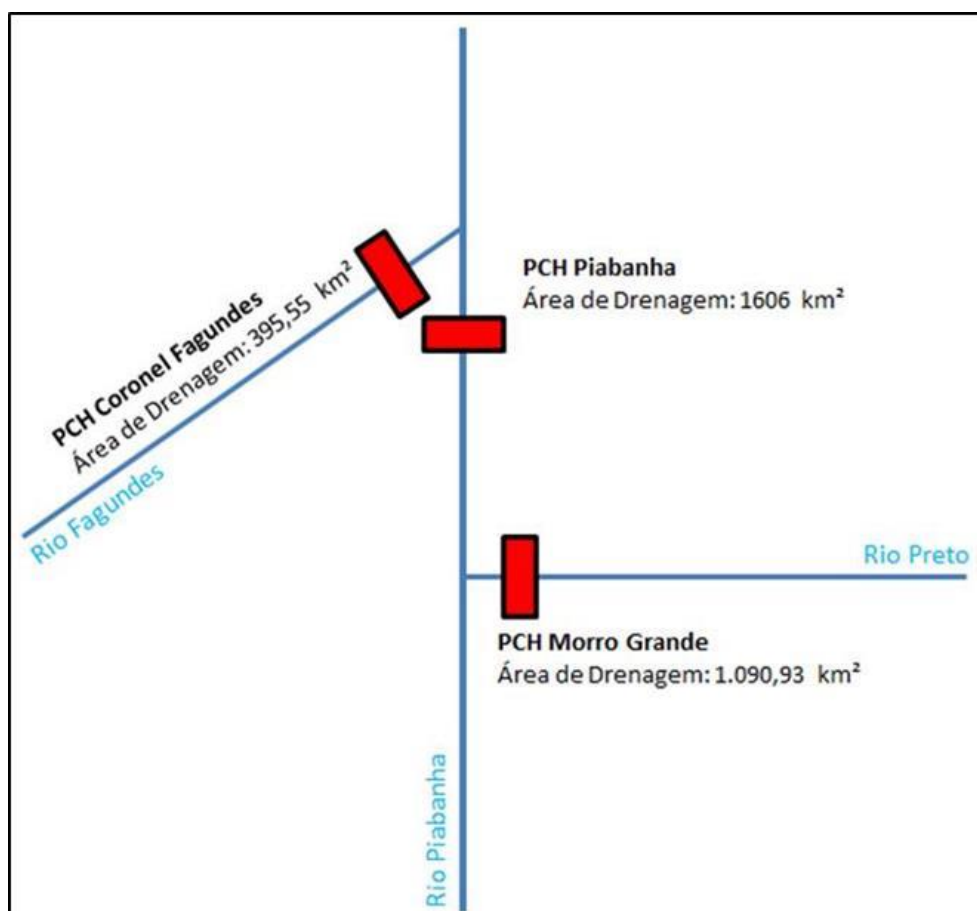


Figura 6.1: Topologia atual da bacia com seus aproveitamentos e respectivas áreas de drenagem.

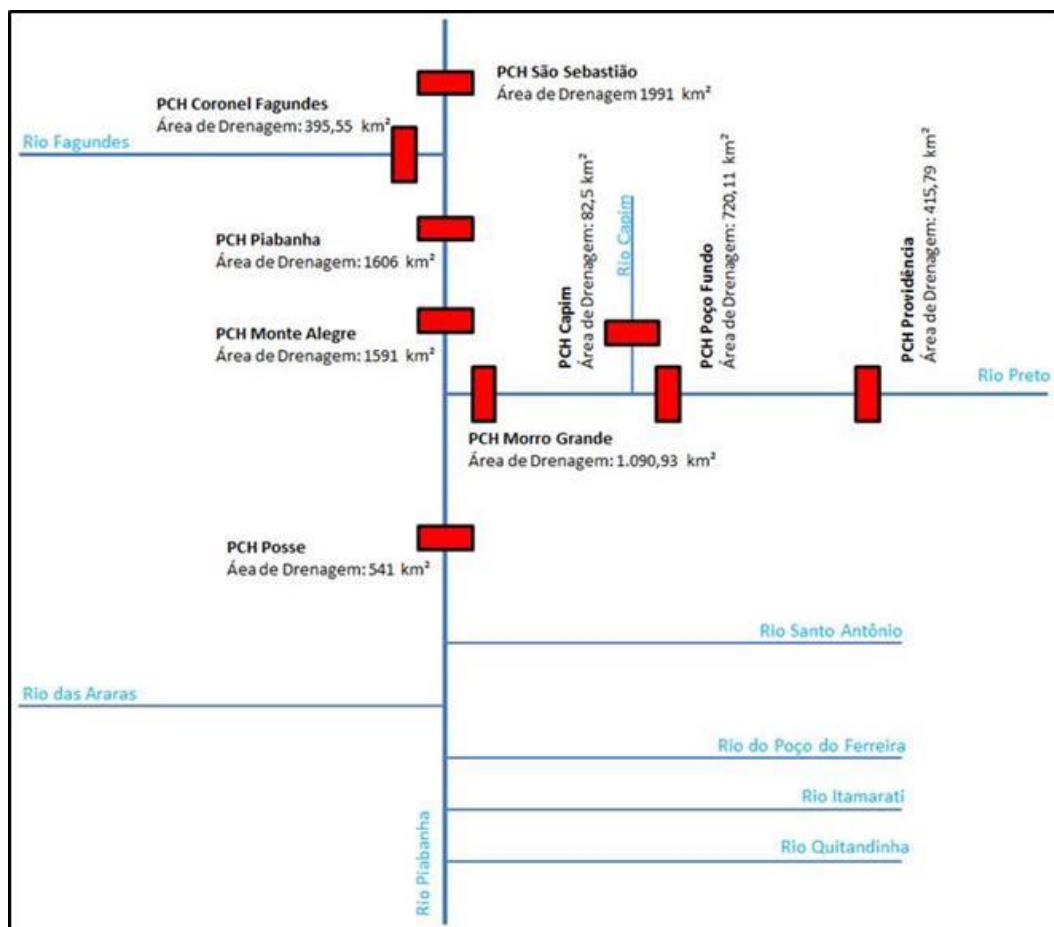


Figura 6.2: Topologia futura da bacia com seus aproveitamentos e respectivas áreas de drenagem.

Em ambos os cenários de simulação, as demandas de água para os demais usos na bacia foram considerados juntamente com a operação dos reservatórios. Os critérios de demanda, limitados ao valor da VMO, foram:

- Sem usos na bacia;
- 25% da VMO;
- 50% da VMO;
- 75% da VMO;
- 100% da VMO.

A avaliação da geração de energia e das perdas associadas aos usos crescentes dos recursos hídricos foi definida a partir da comparação dos resultados das energias média e firme para cada usina individualmente e para o conjunto (cascata), levando em consideração as séries de vazões médias mensais correspondentes ao período de 1931 a 1999.

A energia média foi obtida por meio da simulação energética mês a mês ao longo do histórico de vazões considerado. A energia firme, que representa o valor médio de energia que uma determinada usina é capaz de gerar ao longo do período crítico da configuração do sistema, foi obtida para o intervalo de tempo compreendido entre junho de 1949 a novembro de 1956.

KELMAN *et. al.* (2004) apontam que o conceito de suprimento firme surgiu no final do século XIX, quando se estudava o dimensionamento de reservatórios para o abastecimento de água a cidades. O objetivo era determinar a capacidade de armazenamento que asseguraria uma determinada vazão ‘firme’ mesmo na ocorrência da sequência mais seca registrada no histórico.

6.1. Entrada de Dados das Usinas no SisUCA

ELETROBRAS (2007) recomenda a adoção para o rendimento do conjunto turbina-gerador das usinas sem informações (PCH Providencia, PCH Coronel Fagundes e PCH Morro Grande/Areal), do valor de 0,90, que corresponde, ao produto dos rendimentos da turbina (0,93) e do gerador (0,97). Ainda de acordo com ELETROBRAS (2007), com relação às perdas hidráulicas, recomenda a adoção do valor correspondente a 2% das respectivas quedas brutas. A queda bruta representa a diferença entre o NA normal máximo e o NA normal de jusante. A queda de referência

é calculada, no caso das PCHs, a partir da diferença entre a queda bruta e as perdas hidráulicas.

Sendo assim, podemos através da equação (8) obter vazão máxima de engolimento, também denominada vazão máxima turbinável, a partir da queda bruta e das perdas hidráulicas:

$$Q_{turb\ máx} = \frac{PI_i \cdot 1000}{9,81 \cdot 0,9 \cdot (h_{bruta} - PerdaHidráulica)} \quad (28)$$

onde:

$Q_{turb\ máx}$ vazão máxima de engolimento, em m³/s.

PI_i potência instalada na usina i, em MW.

h_{bruta} queda bruta da usina i, em m.

Os valores de evaporação foram calculados através da planilha eletrônica desenvolvida por Noronha (2011) e os resultados encontrados são mostrados na Tabela 6.1.

Tabela 6.1: Evaporação na bacia do rio Piabanha, em mm/mês.

JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
143,4	130,9	140,8	124,6	115,6	85,6	61,1	45,1	46,9	60,3	70,7	99,3

A Tabela 6.2 resume as principais características físicas das usinas com todos os dados necessários de input no modelo já com os valores não disponibilizados preenchidos de acordo com a literatura.

A título de ilustração, a topologia do cenário futuro é apresentada na Figura 6.3.

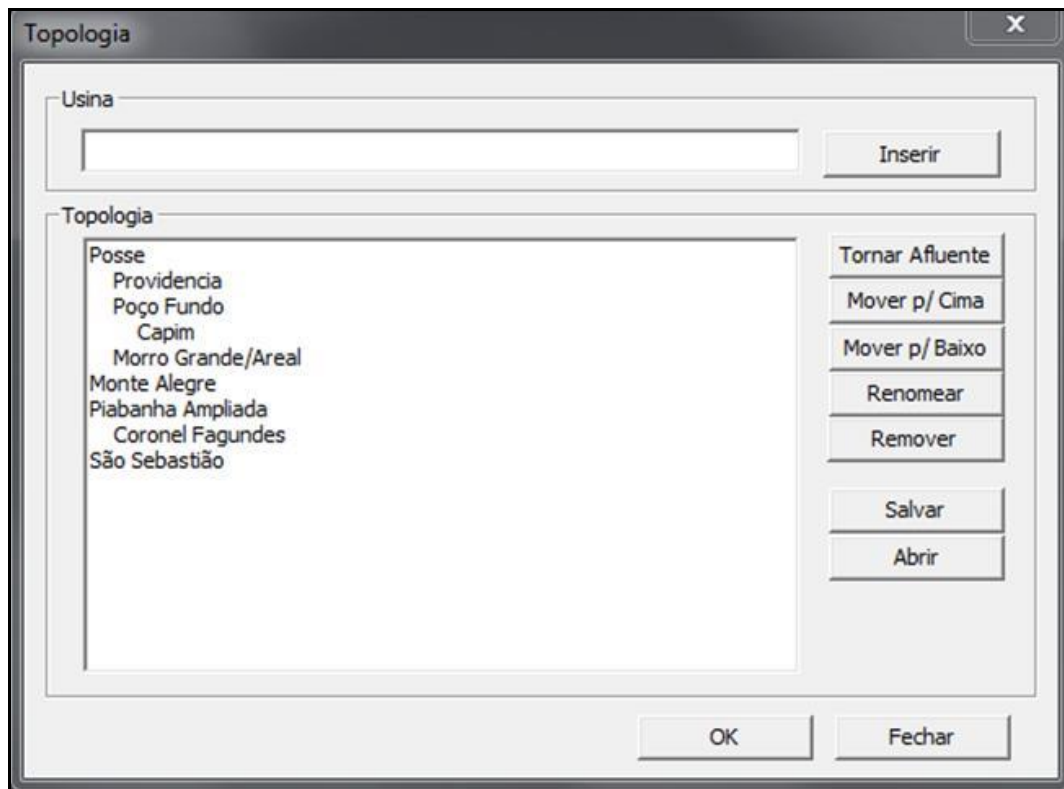


Figura 6.3: Tela de entrada referente a topologia do cenário futuro

Tabela 6.2: Dados de entrada para o SisUCA

Aproveitamento	Área de Drenagem (km ²)	Potência Instalada (MW)	Engolimento Máximo (m ³ /s)	Rendimento (%)	Queda Bruta Max (m)	Queda de Referência (m)	NA Normal (m)			Volume NA Normal (hm ³)		Perdas Hidráulicas (m)
							Mínimo	Máximo	Jusante	Mínimo	Máximo	
PCH Coronel Fagundes	395,55	4,8	4,35	90	127,55	125	436,64	436,64	309,09	0,1	0,1	2,55
PCH Morro Grande / Areal	1.090,93	18	94,56	90	22	21,56	526	526	504	1,26	1,26	0,44
PCH Capim	82,5	1,86	1,80	95	117	111,15	797	797	680	0,08	0,08	2,34
PCH Poço Fundo	720,11	14	22,66	90,6	73	69,5	691	691	618	0,488	0,488	3,5
PCH Providencia	415,79	5	14,94	90	40	37,9	770	770	730	0,0906	0,0906	2,1
PCH Piabanha	1606	9	18,61	90	57,7	54,79	367,7	367,7	310,38	0,117	0,117	2,91
PCH Piabanha - Ampliação	1606	18,1	42,10	90	57,7	54,79	367,7	367,7	310,38	0,117	0,117	2,91
PCH São Sebastião	1991	16,7	45,25	90	44	41,8	310	310	266	0,09	0,09	2,2
PCH Monte Alegre	1591	16,1	36,15	90	52	50,44	422	422	370	0,12	0,12	1,56
PCH Posse	541	14	14,51	90	115	109,25	615	615	500	0,11	0,11	5,75

6.2. Análise Dos Resultados Encontrados

Os resultados encontrados através das simulações realizadas no SisUCA estão apresentados nas Tabelas 6.4 a 6.13 e nas Figuras 6.4 a 6.9.

Vale destacar que, como esperado, ao longo das simulações foram verificados valores negativos de vazões incrementais entre os aproveitamentos. A existência de incrementais negativas pode significar uma inconsistência nas séries de vazões médias mensais, tal como apontado por Hora (2008).

Os **APÊNDICES E e F** ilustram todos os gráficos com os resultados da geração de energia média, perda de energia média, geração de energia firme e perda de energia firme para cada um dos aproveitamentos em estudo no cenário atual e futuro, respectivamente.

Tabela 6.3: Resultados da simulação para o cenário atual da evolução das perdas energéticas para a energia média

% da VMO	Morro Grande			Piabanha			Coronel Fagundes		
	Energia Média	Produção	Perda	Energia Média	Produção	Perda	Energia Média	Produção	Perda
0%	43.065	100,0%	0,0%	71.863	100,0%	0,0%	34.636	100,0%	0,0%
25%	42.101	97,8%	2,2%	70.694	98,4%	1,6%	33.916	97,9%	2,1%
50%	41.137	95,5%	4,5%	69.467	96,7%	3,3%	33.162	95,7%	4,3%
75%	40.172	93,3%	6,7%	68.181	94,9%	5,1%	32.351	93,4%	6,6%
100%	39.209	91,0%	9,0%	66.838	93,0%	7,0%	31.495	90,9%	9,1%

Tabela 6.4: Resultados da simulação para o cenário atual da evolução das perdas energéticas para a energia firme

% da VMO	Morro Grande			Piabanha			Coronel Fagundes		
	Energia Firme	Produção	Perda	Energia Firme	Produção	Perda	Energia Firme	Produção	Perda
0%	38.447	100,0%	0,0%	68.493	100,0%	0,0%	32.919	100,0%	0,0%
25%	37.479	97,5%	2,5%	67.064	97,9%	2,1%	32.065	97,4%	2,6%
50%	36.511	95,0%	5,0%	65.560	95,7%	4,3%	31.181	94,7%	5,3%
75%	35.543	92,4%	7,6%	63.910	93,3%	6,7%	30.243	91,9%	8,1%
100%	34.583	90,0%	10,0%	62.191	90,8%	9,2%	29.206	88,7%	11,3%

Tabela 6.5: Resultados da simulação para a cascata para o cenário atual

Porcentagem da Retirada da VMO	Cascata					
	Energia Média (MWano)			Energia Firme (MWano)		
	Produzida	% Produção	% Perda	Produzida	% Produção	% Perda
0%	149.564	100,00%	0,00%	139.859	100,00%	0,00%
25%	146.711	98,09%	1,91%	136.609	97,68%	2,32%
50%	143.766	96,12%	3,88%	133.252	95,28%	4,72%
75%	140.704	94,08%	5,92%	129.697	92,73%	7,27%
100%	137.543	91,96%	8,04%	125.980	90,08%	9,92%

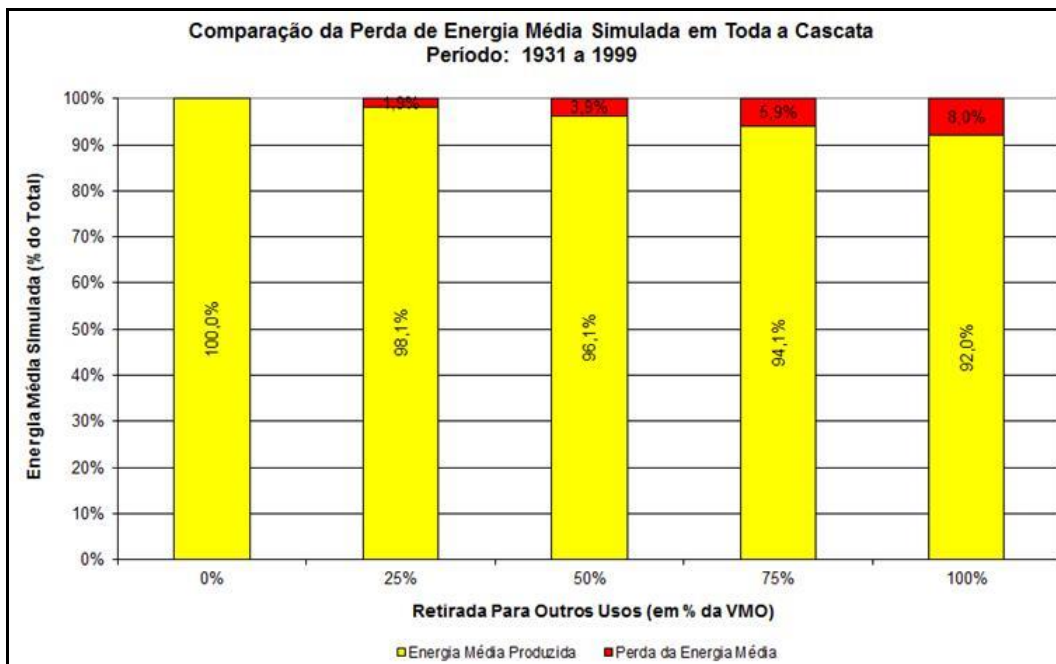


Figura 6.4: Perdas na geração de energia média para a cascata atual

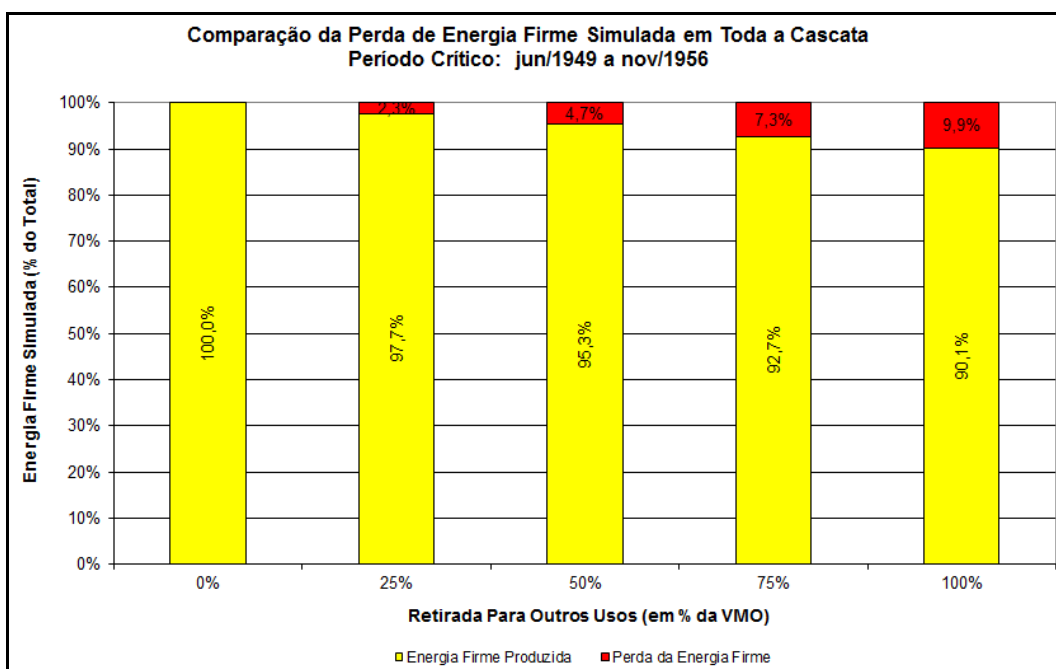


Figura 6.5: Perdas na geração de energia firme para a cascata atual

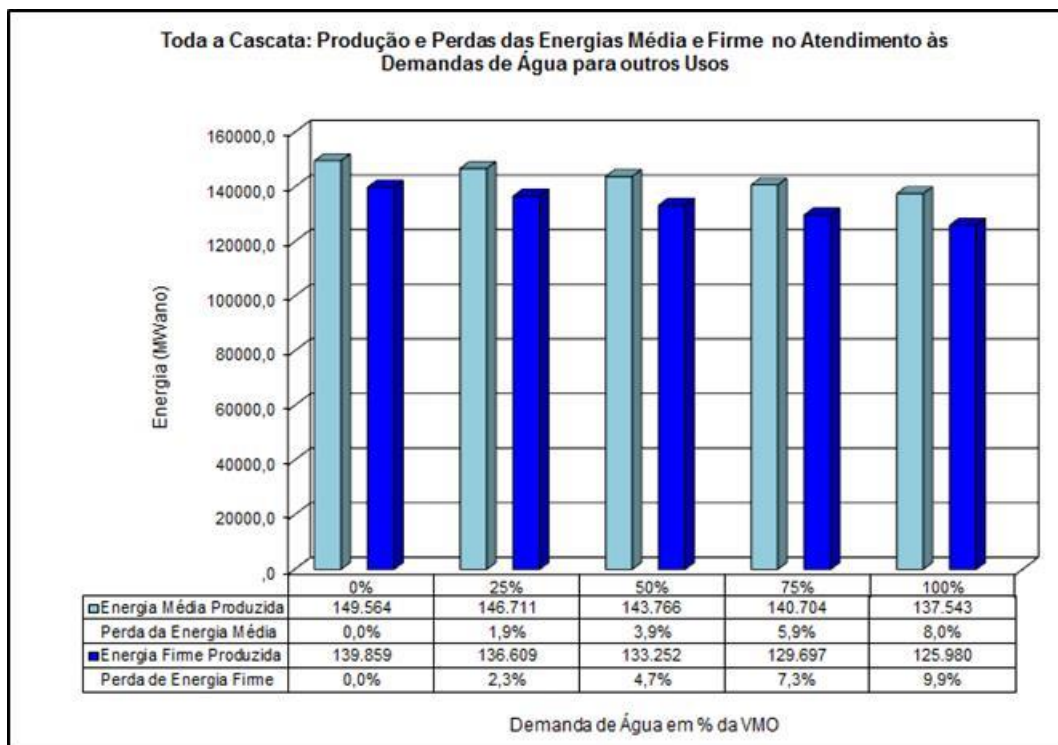


Figura 6.6: Comparativo entre a produção de energia média e firme no primeiro cenário

Os resultados para a cascata de aproveitamentos atual mostram perdas superiores na geração de energia firme em comparação com a produção de energia média, sendo respectivamente de 8,04% e 9,92% para a retirada da parcela máxima de VMO. A PCH Piabanha foi a que apresentou a maior geração de energia firme, 68.493 MWano para o melhor cenário (sem usos na bacia).

Tabela 6.6: Resultados da simulação para o cenário futuro da evolução das perdas energéticas para a energia média das PCHs Posse, Monte Alegre, Providência e Poço Fundo

% da VMO	Posse			Monte Alegre			Providencia			Poço Fundo		
	Energia Média	Produção	Perda	Energia Média	Produção	Perda	Energia Média	Produção	Perda	Energia Média	Produção	Perda
0%	83.668	100,0%	0,0%	96.541	100,0%	0,0%	26.069	100,0%	0,0%	80.150	100,0%	0,0%
25%	81.399	97,3%	2,7%	94.500	97,9%	2,1%	25.330	97,2%	2,8%	78.294	97,7%	2,3%
50%	79.108	94,5%	5,5%	92.443	95,8%	4,2%	24.581	94,3%	5,7%	76.419	95,3%	4,7%
75%	76.776	91,8%	8,2%	90.357	93,6%	6,4%	23.827	91,4%	8,6%	74.527	93,0%	7,0%
100%	74.402	88,9%	11,1%	88.228	91,4%	8,6%	23.070	88,5%	11,5%	72.617	90,6%	9,4%

Tabela 6.7: Resultados da simulação para o cenário futuro da evolução das perdas energéticas para a energia média das PCHs Capim, Morro Grande, Piabanha Ampliada e Coronel Fagundes

% da VMO	Capim			Morro Grande			Piabanha Ampliada			Coronel Fagundes		
	Energia Média	Produção	Perda	Energia Média	Produção	Perda	Energia Média	Produção	Perda	Energia Média	Produção	Perda
0%	13.948	100,0%	0,0%	43.065	100,0%	0,0%	111.657	100,0%	0,0%	34.636	100,0%	0,0%
25%	13.312	95,4%	4,6%	42.101	97,8%	2,2%	109.252	97,8%	2,2%	33.916	97,9%	2,1%
50%	12.658	90,8%	9,2%	41.137	95,5%	4,5%	106.823	95,7%	4,3%	33.162	95,7%	4,3%
75%	11.984	85,9%	14,1%	40.172	93,3%	6,7%	104.370	93,5%	6,5%	32.351	93,4%	6,6%
100%	11.292	81,0%	19,0%	39.209	91,0%	9,0%	101.905	91,3%	8,7%	31.495	90,9%	9,1%

Tabela 6.8: Resultado da simulação para o cenário futuro da evolução das perdas energéticas para a energia média para a PCH São Sebastião

% da VMO	São Sebastião		
	Energia Média	Produção	Perda
0%	96.344	100,0%	0,0%
25%	94.297	97,9%	2,1%
50%	92.236	95,7%	4,3%
75%	90.165	93,6%	6,4%
100%	88.069	91,4%	8,6%

Tabela 6.9: Resultados da simulação para o cenário futuro da evolução das perdas energéticas para a energia firme das PCHs Posse, Monte Alegre, Providência e Poço Fundo

% da VMO	Posse			Monte Alegre			Providencia			Poço Fundo		
	Energia Firme	Produção	Perda	Energia Firme	Produção	Perda	Energia Firme	Produção	Perda	Energia Firme	Produção	Perda
0%	76.691	100,0%	0,0%	85.402	100,0%	0,0%	23.665	100,0%	0,0%	73.497	100,0%	0,0%
25%	74.112	96,6%	3,4%	83.035	97,2%	2,8%	22.886	96,7%	3,3%	71.489	97,3%	2,7%
50%	71.523	93,3%	6,7%	80.668	94,5%	5,5%	22.097	93,4%	6,6%	69.450	94,5%	5,5%
75%	68.890	89,8%	10,2%	78.272	91,7%	8,3%	21.300	90,0%	10,0%	67.404	91,7%	8,3%
100%	66.211	86,3%	13,7%	75.840	88,8%	11,2%	20.501	86,6%	13,4%	65.312	88,9%	11,1%

Tabela 6.10: Resultados da simulação para o cenário futuro da evolução das perdas energéticas para a energia firme das PCHs Capim, Morro Grande, Piabanha Ampliada e Coronel Fagundes

% da VMO	Capim			Morro Grande			Piabanha Ampliada			Coronel Fagundes		
	Energia Firme	Produção	Perda	Energia Firme	Produção	Perda	Energia Firme	Produção	Perda	Energia Firme	Produção	Perda
0%	12.989	100,0%	0,0%	38.447	100,0%	0,0%	96.985	100,0%	0,0%	32.919	100,0%	0,0%
25%	12.297	94,7%	5,3%	37.479	97,5%	2,5%	94.232	97,2%	2,8%	32.065	97,4%	2,6%
50%	11.586	89,2%	10,8%	36.511	95,0%	5,0%	91.450	94,3%	5,7%	31.181	94,7%	5,3%
75%	10.858	83,6%	16,4%	35.543	92,4%	7,6%	88.652	91,4%	8,6%	30.243	91,9%	8,1%
100%	10.135	78,0%	22,0%	34.583	90,0%	10,0%	85.855	88,5%	11,5%	29.206	88,7%	11,3%

Tabela 6.11: Resultados da simulação para o cenário futuro da evolução das perdas energéticas para a energia firme para a PCH São Sebastião

% da VMO	São Sebastião		
	Energia Firme	Produção	Perda
0%	86.169	100,0%	0,0%
25%	83.855	97,3%	2,7%
50%	81.541	94,6%	5,4%
75%	79.219	91,9%	8,1%
100%	76.857	89,2%	10,8%

Tabela 6.12: Resultados da simulação da cascata para o cenário futuro

Porcentagem da Retirada da VMO	Cascata					
	Energia Média (MWano)			Energia Firme (MWano)		
	Produzida	% Produção	% Perda	Produzida	% Produção	% Perda
0%	586.078	100,00%	0,00%	526.764	100,00%	0,00%
25%	572.401	97,67%	2,33%	511.449	97,09%	2,91%
50%	558.566	95,31%	4,69%	496.008	94,16%	5,84%
75%	544.529	92,91%	7,09%	480.380	91,19%	8,81%
100%	530.287	90,48%	9,52%	464.500	88,18%	11,82%

Neste cenário de simulação, a maior produção de energia firme foi da PCH Piabanha, seguida pela PCH São Sebastião cuja geração foi muito semelhante à da PCH Monte Alegre. As perdas na geração de energia média e firme para a cascata neste cenário foram de 9,52% e 11,82% respectivamente, para a totalidade da VMO sendo captada na bacia.

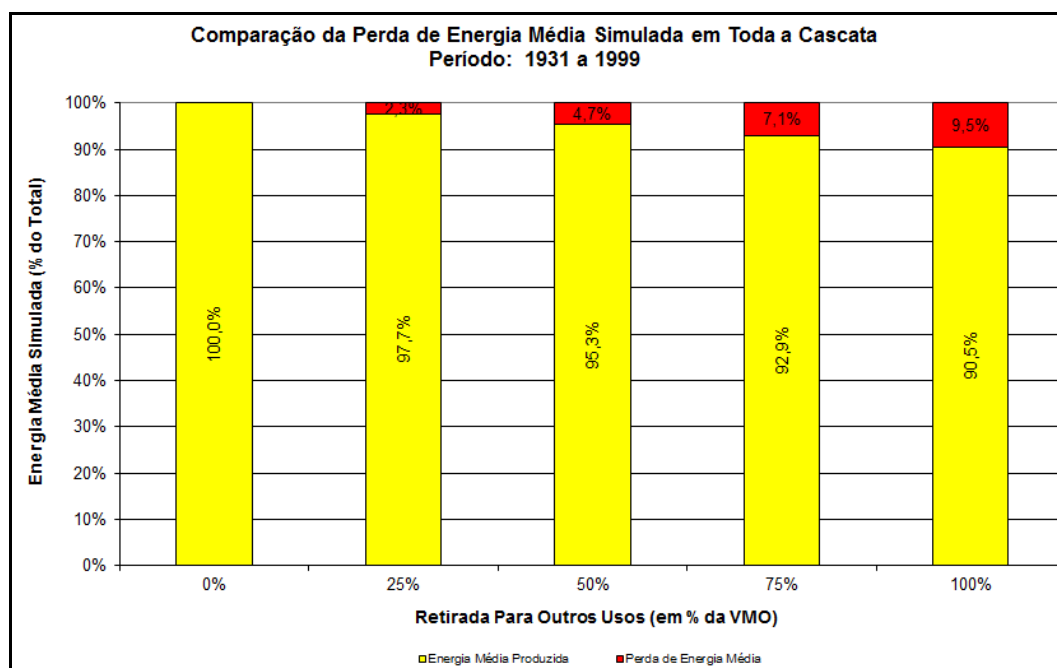


Figura 6.7: Perdas na geração de energia média para a cascata futura

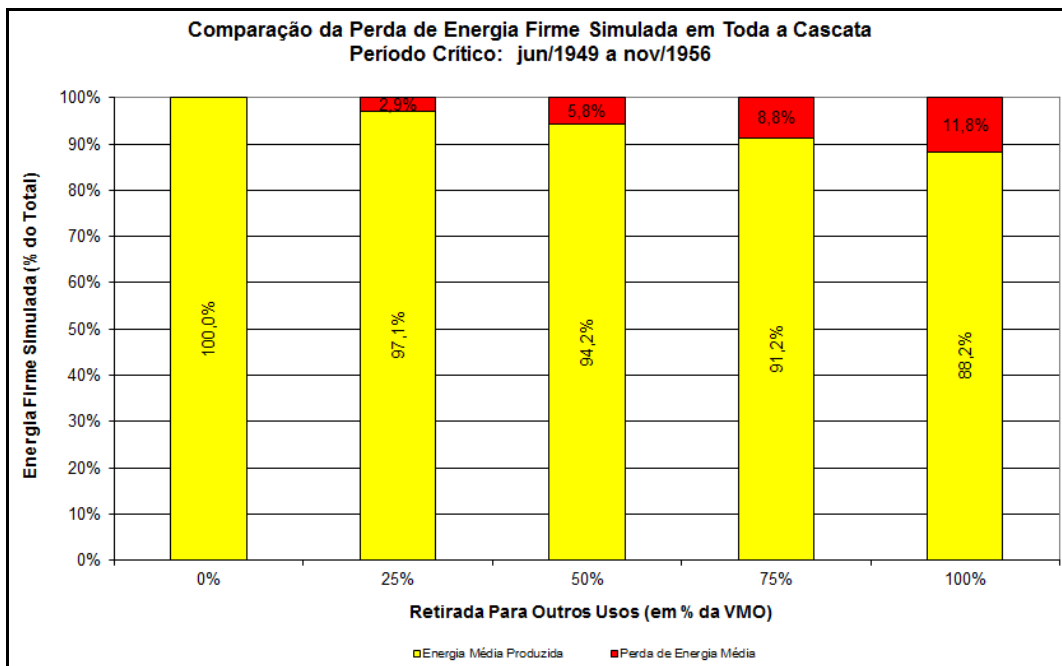


Figura 6.8: Perdas na geração de energia firme para a cascata futura

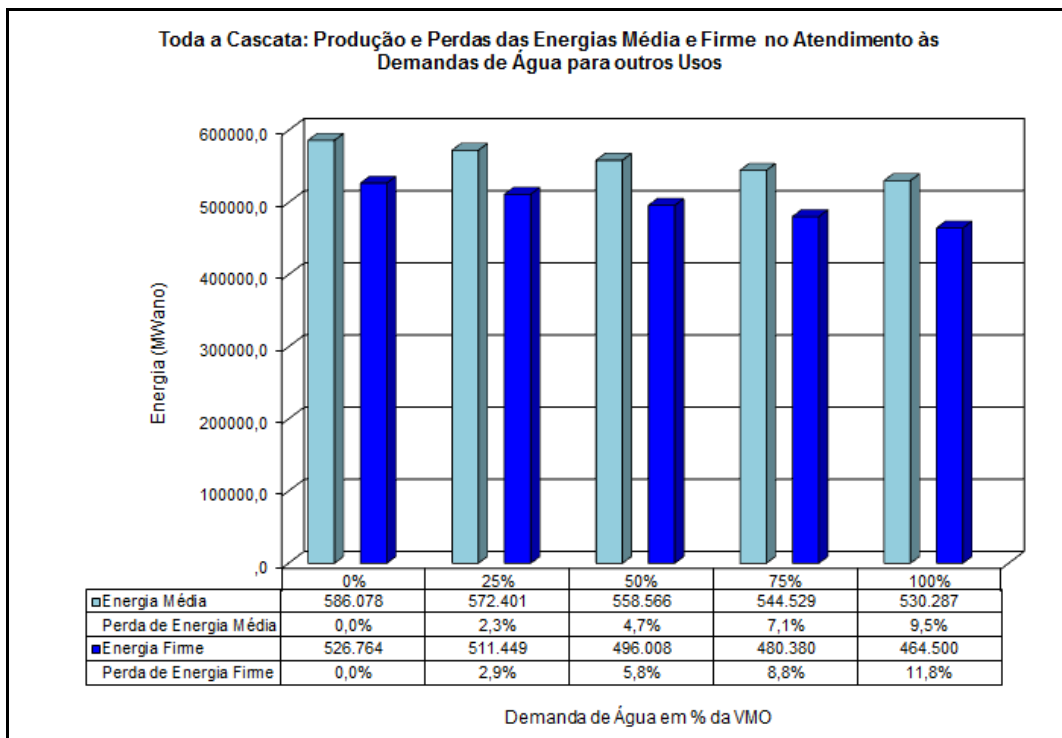


Figura 6.9: Comparativo entre a produção de energia média e firme no segundo cenário

Da análise dos resultados das perdas energéticas, individualizadas para cada uma das usinas, observou-se que PCHs de menor porte, a saber: Providencia, Capim e Posse foram as que apresentaram maiores valores de perda, devido ao acréscimo da VMO, com destaque para a PCH Capim que chegou a atingir em torno de 22% de perda no segundo cenário.

Contudo, de uma forma geral, observou-se que todos os aproveitamentos tiveram perdas na geração de forma crescente concomitante com o aumento da parcela de retirada da VMO. Estas perdas se situaram entre 1,3 e 19% para a produção de energia média enquanto que para a produção da energia firme, as perdas se situaram entre 2,1 e 22%. Os valores referentes às perdas para geração da energia firme foram sempre superiores às da energia média, uma vez que o período de simulação corresponde ao de maior escassez hídrica do sistema nacional. Para as perdas relacionadas à cascata de aproveitamentos que compõe o cenário atual, as perdas de geração de energia média alcançaram 8,04% para a totalidade da VMO, enquanto que as perdas relacionadas a geração de energia firme alcançaram 9,92% com uma produção anual de 125.980MWano enquanto que para o cenário ideal do ponto de vista energético, sem nenhuma captação para uso consuntivo, a energia firme gerada seria de 137.543MWano. Em comparação com o cenário futuro, para o cenário atual do ponto de vista energético a produção de energia firme aumentaria cerca 3,83 vezes, representando 526.764MWano. Contudo, incluído uma parcela de uso totalitário da VMO a energia gerada seria de 464.500MWano, representando 11,82% de perdas, um aumento equivalente a 3,69 vezes em comparação com o cenário atual. Para a energia média nesse segundo cenário, as perdas associadas à produção de energia média seriam de 9,52%.

Outra questão observada diz respeito ao valor destacado em amarelo durante as simulações para a retirada de 100% da VMO. Conforme Hora (2008), o SisUCA foi programado para avisar ao usuário quando da ocorrência das situações em que a retirada total da parcela da VMO afluente às usinas resulta em valor negativo, significando que naquele mês não houve disponibilidade hídrica suficiente para atender a todos os usuários. Estas ocorrências são sinalizadas através de uma linha amarela no arquivo de saída. Houve uma única ocorrência no estudo, em ambos os cenários, relativo à PCH Capim, em setembro de 1955, que registrou uma vazão afluente de 0,39m³/s, enquanto a VMO é de 0,41m³/s. A Figura 6.10 apresenta esta ocorrência.

6	1955	0,74	0,00	0,33	0,00	0,33	0,00	0,33	-	797,00	114,66	255,84
7		0,51	0,00	0,10	0,00	0,10	0,00	0,10	-	797,00	114,66	81,33
8		0,42	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	-	797,00	114,66	11,52
9		0,39	0,00	0,39	0,00	0,39	0,00	0,39	-	797,00	114,66	305,39
10		0,60	0,00	0,19	0,00	0,19	0,00	0,19	-	797,00	114,66	151,13

Figura 6.10: Trecho referente a serie mensal do SisUCA para Capim com 100% da VMO.

Dado que os usos na bacia totalizam 2,555 m³/s e considerando que a VMO da PCH São Sebastião é igual a 3,48 m³/s, observa-se que cerca de 75% da VMO na bacia já vem sendo utilizada, representando perdas de geração de 5,92% da energia média e 7,27% da energia firme.

RECOMENDAÇÕES

A ferramenta computacional adotada para o estudo, o SisUCA, foi originalmente desenvolvida e aplicada com sucesso na bacia do rio Tocantins, cuja área de drenagem é de, aproximadamente, 800.000 km², a partir de aproveitamentos hidrelétricos com reservatórios de regularização. A aplicabilidade da ferramenta para a bacia do rio Piabanha, com área de drenagem de cerca de 2.000 km², contendo aproveitamentos operando a fio d'água, não apresentou limitações nas simulações efetuadas. O SisUCA convergiu em todos os cenários de retiradas de água, permitindo inferir a sua validação como uma ferramenta útil para fornecimento de subsídios utilizados na tomada de decisões no que tange a melhor compatibilização dos recursos hídricos de uma determinada bacia hidrográfica, independentemente das suas dimensões.

Foram detectadas nas séries de vazões médias mensais definidas do estudo de inventário aprovado pela ANEEL problemas com relação às vazões incrementais negativas. Recomenda-se a revisão das séries de vazões médias mensais em todos os aproveitamentos hidrelétricos existentes, em construção ou previstos na bacia do rio Piabanha.

No Cadastro de Usuários da Bacia do Rio Piabanha existe uma outorga para a Poço Fundo Energia S/A, detentora da concessão da PCH Poço Fundo, de 22,55 m³/s. Tendo em vista que os aproveitamentos hidrelétricos não consomem água e sua outorga está vinculada à uma Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica, recomenda-se

a revisão desta outorga adequando-a corretamente ao preconizado nas leis 9.984/2000 e 13.081/2015.

Os usos atuais da água na bacia totalizam na foz, aproximadamente, 75% da VMO, o que já representa uma perda energética para as usinas. Isto pode comprometer o atendimento a demanda de energia contratada aos empreendimentos hidrelétricos e sinalizar uma perspectiva de conflitos no uso da água visto que em breve a tendência é que a VMO seja totalmente utilizada, em um futuro não muito distante. Esta tendência ao agravamento da atual situação se associa aos problemas historicamente existentes devido à baixa disponibilidade hídrica em uma região com considerável densidade populacional. Desta forma, recomendam-se estudos para avaliar o impacto energético e econômico provenientes dessa redução de vazão nos aproveitamentos que ainda não foram construídos, bem como a inclusão da discussão do tema junto ao Comitê da Bacia do Rio Piabanha, a fim de minimizar possíveis conflitos pelo uso da água.

Tendo em vista que o uso crescente da água interfere na geração de energia, sugere-se que os aproveitamentos hidrelétricos mais antigos ou aqueles em inventário sejam avaliados técnica e financeiramente com relação à modernização dos equipamentos eletromecânicos, de modo a permitir que o conjunto turbina-gerador sempre possa operar em uma faixa de vazões reduzidas, sem implicar, necessariamente, em uma parada forçada dos equipamentos.

Sugere-se como estudos futuros que visem contribuir com este tema, pesquisas sobre perdas na geração de energia associadas a faixa de operação das turbinas dado que as usinas ocasionalmente tem que realizar uma parada forçada na produção quando a vazão afluyente estiver em um nível inferior ao que a turbina está ajustada para que não haja risco de cavitação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRA, S. G., DE SOUZA, V. C. B., NEVES, M. G. F. P. **Metodologias de Regionalizações de Vazões: Estudo Comparativo na Bacia do rio Carreiro – RS.** XV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2003.

ANA. **Caderno de Recursos Hídricos.** Agência Nacional de Águas. Brasília/DF. Disponível em <http://www2.ana.gov.br/Paginas/servicos/planejamento/estudos/cadernoderecursos.aspx>. Acessado em 12 de janeiro de 2015.

ANA. **Manual do Usuário - Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica para Aproveitamentos Hidrelétricos.** Agência Nacional de Águas. Brasília, 45p, 2002. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2009/ManualdeEstudosdeDisponibilidadeHidrica.pdf>.

ANA. **Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil: Informe 2012.** Agência Nacional de Águas. Ed. Especial. Brasília, 215p, 2002.

ANA. Agência Nacional de Águas. Hidroweb – Banco de Dados Hidrológicos. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/>>. Acesso em: 07 de março de 2013.

ANEEL. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Despacho nº 349, de 17 de agosto de 2000. Brasília/DF.

ANEEL. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Despacho nº 245, de 29 de janeiro de 2008. Brasília/DF.

ANEEL. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Despacho nº 727, de 22 de fevereiro de 2008. Brasília/DF.

ANEEL. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Despacho nº 541, de 82 de março de 2010. Brasília/DF.

ANEEL. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Despacho nº 1.914, de 4 de maio de 2011. Brasília/DF.

BRASIL. Decreto-Lei nº 7.469, de 17 de abril de 1945. Outorga à Companhia Brasileira de Energia Elétrica, com sede na Capital Federal, concessão para aproveitamento progressivo de energia hidráulica existente nos rios Preto, nos Municípios Três Rios, Petrópolis e Teresópolis, e Piabanha, no Município de Três Rios, todos no Estado do Rio de Janeiro, e dá outras providências. Diário Oficial, Brasília, DF, 18 abr. 1945. Seção 1 – p. 6.963.

BRASIL. Decreto nº 24.643, de 10 de julho de 1934. Decreta o Código de Águas. Diário Oficial, Rio de Janeiro, RJ, 27 jul. 1934.

BRASIL. Decreto não numerado de 4 de dezembro de 1996. Outorga à Companhia de Eletricidade do Rio de Janeiro – CERJ concessão para produção, transmissão e distribuição de energia elétrica nos Estados do Rio de Janeiro, Espírito Santo e Minas Gerais. Diário Oficial, Brasília, DF, 05 dez. 1996. Seção 1, p. 25.851.

BRASIL. Lei nº 9.427, de 26 de dezembro de 1996. Institui a Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, disciplina o regime das concessões de serviços públicos de energia elétrica e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 27 dez. 1996.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 09 jan. 1997.

BRASIL. Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000. Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas - ANA, entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e de coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 18 jul. 2000.

BRASIL. Lei nº 13.081, de 02 de janeiro de 2015. Dispõe sobre a construção e a operação de eclusas ou de outros dispositivos de transposição hidroviária de níveis em vias navegáveis e potencialmente navegáveis; altera as Leis nos 9.074, de 7 de julho de 1995, 9.984, de 17 de julho de 2000, 10.233, de 5 de junho de 2001, e 12.712, de 30 de agosto de 2012; e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 05 jan. 2015.

CDM. Executive Board/UNFCCC – Project Design Document Form – **Mecanismo de Desenvolvimento Limpo/Formulário do Documento de Concepção de Projeto (MDL-DCP)**. 28 de julho de 2006

CEIVAP. Comitê para Integração da Bacia do rio Paraíba do Sul. **Caderno de Ações da Bacia do rio Piabanha**. Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul – Resumo. Fundação COPPETEC, Laboratório de Hidrologia e Estudos de Meio Ambiente, 2006.

COMITE PIABANHA. Disponível em: <<http://www.comitepiabanha.org.br/cadusuario.php>> Acessado em: 02 de fevereiro de 2013.

COPPE/UFRJ. **Projeto EIBEIX-I: Estudos Integrados de Bacias Experimentais – Parametrização Hidrológica na Gestão de Recursos Hídricos das Bacias da Região Serrana do Rio de Janeiro**. In: Relatório Técnico Parcial 2, Chamada Pública MCT/FINEP/CT-HIDRO – Bacias Representativas 04/2005. Elaborado conjuntamente pela fundação COPPETEC-COPPE-UFRJ com colaboração do IGEO-UFRJ-UERJ-CPRM-SERLA (INEA). 2010.

COSTA, F. S.; Damázio, J. M.; Raupp, I. P. **Hydropower inventory studies of river basins of Brazil**. Hydropower & Dams – Issue Two. p.31-36. CEPEL e Universidade Estadual do Rio de Janeiro, 2011

CPRM. **Relatório-síntese do trabalho de Regionalização de Vazões da Sub-bacia 58**. In: Relatórios-Síntese de Regionalização de Vazões Elaborados em Convênio com a ANEEL. Rio de Janeiro, 2003. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/rehi/regionalizacao/sint_reg58.pdf>. Acesso em 09 de maio. 2014, 20:00:00. ‘

DAVIES, E. G. R.; Kyle, P.; Edmonds, J. A. **An integrated assessment of global and regional water demands for electricity generation to 2095**. Advances in Water Resources 52, 296–313, 2012.

DE PAULA, T. P. **Diagnóstico e Modelagem Matemática da Qualidade da Água em Trecho do Rio Piabanha/RJ**. 2011. 256p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2011.

ELETROBRAS. **Diretrizes para estudos e projetos de Pequenas Centrais Hidrelétricas**. Ministério de Minas e Energia. Janeiro de 2000. 458p.

ELETROBRAS. **Manual de Inventário Hidrelétrico de Bacias Hidrográficas**. Edição 2007. Ministério de Minas e Energia. 686p.

EPE. EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balanco Energético Nacional: Ano base 2011**. Rio de Janeiro, 2012. 282 p.

FARIAS, R. A. N. **Avaliação dos procedimentos de autorização e outorga para implantação de pequenas centrais hidrelétricas**. 2014. xv, 259 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos) — Universidade de Brasília, Brasília, 2014.

GONÇALVES, R. C. **Modelagem Hidrológica do tipo chuva-vazão via SMAP e TOPMODEL - Estudo de Caso: Bacia do Rio Piabanha/RJ**. Dissertação de M.Sc, Curso de Engenharia Civil – COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil 2008.

HORA, M. A. G. M. **Metodologia para a Compatibilização da Geração de Energia em Aproveitamentos Hidrelétricos com os demais Usos dos Recursos Hídricos. Estudo de Caso: Bacia Hidrográfica do Rio Tocantins**. 2008. 143f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil), Coordenação dos Programas de Pós-Graduação de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

Instituto Trata Brasil. **Ranking do Saneamento**. Disponível em <<http://www.tratabrasil.org.br/datafiles/estudos/ranking/tabela-100-cidades2014.pdf>> Acessado em 26 de junho de 2013, 16:00.

IEA. International Energy Agency. **International Energy Outlook 2011**; U.S. Department of Energy, Energy Information Administration: Washington, DC, USA, 2011.

IORIS, A. A. R. **Water resources development in the São Francisco River Basin (Brazil): conflicts and management perspectives**. International Water Resources Association: Water International, Lausanne, v. 26, n. 1, p. 24-39, 2001.

KELMAN, J.; KELMAN, R.; PEREIRA, M. V. F. **Energia firme de sistemas hidrelétricos e usos múltiplos dos recursos hídricos**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre, v. 9, n° 1, 2004, p. 1.

KLING, A. S. M.; **Aplicação do Método Battelle na avaliação do impacto ambiental na bacia hidrográfica do rio Piabanha**. Dissertação de Mestrado – Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca. Fiocruz, Rio de Janeiro, 2005.

ME, MEMORIA DA ELETRICIDADE, **Banco de Imagens**. Centro da Memória da Eletricidade no Brasil. Eletrobrás, Rio de Janeiro-RJ. 2000

MEDEIROS, P. C.; DE SOUSA, F. A. S.; RIBEIRO, M. M. R. **Conceptual aspects of the hydrological regime for the definition of environmental hydrograph**. Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science, Vol 6, No 1 (2011) (doi:10.4136/ambi-agua.179)

MEINZEN-DICK, R. S.; JACKSON, L. A. **Multiple uses, multiple users of water resources**. Voices from the Commons, the Sixth Biennial Conference of the International Association for the Study of Common Property, Berkeley/CA, 1996.

MÜLLER, I. I. **Proposta de uma metodologia de cobrança pelo uso da água para o setor hidrelétrico: avaliação das vazões indisponibilizadas por usinas hidrelétricas**. 180p. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação de Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, 2009.

NORONHA, G. C. **Variação da Vazão Regularizada em Reservatórios em Função da Evolução do Volume Assoreado, Estudo de Caso: Lago de Juturnaíba, Estado do Rio de Janeiro**. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal Fluminense

PLANAVE/GUASCOR. **Estudos de Inventário Hidrelétrico Simplificado do Rio Piabanha**. Processo Aneel nº 48500.003942/99-67, aprovado em 10 de outubro de 2001.

Quanta Geração S.A. e Sigma Pesquisas e Projetos (2012); **Estudo de Impacto Ambiental – Pequena Central Hidrelétrica Piabanha**. Novembro de 2012. 551p.

QUANTA Geração S/A. Disponível em <<http://www.quantageracao.com.br/index2.php?>> Acessado em 21 de abril de 2013, 23:10:00.

RIO DE JANEIRO. Decreto nº 38.235, de 14 de setembro 2005. Institui o Comitê da Bacia hidrográfica do rio Piabanha e Sub-bacias Hidrográficas dos rios Paquequer e Preto, no âmbito do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Diário Oficial, Rio de Janeiro, RJ, 15 set. 2005.

S.C. Pimenta Construções e SIGMA Pesquisas e Projetos. **Relatório de Impacto ao Meio Ambiente – Pequena Central Hidrelétrica Poço Fundo**. Junho de 2008. 64p.

SIPOT. **Sistema de Informações do Potencial Hidrelétrico Brasileiro**, Eletrobrás, 1995.

TUCCI, C. E. M.; HESPANHOL, I.; NETTO, O. M. C. **Gestão da água no Brasil**. UNESCO. Brasília, 2001. 156 p.

TUCCI, Carlos E.M. 2002. **Regionalização de vazões**. Editora da Universidade. UFRGS. 1ª edição. Porto Alegre.

APÊNDICE A

Série de Vazões Médias Mensais calculadas da PCH Morro Grande

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
31	40,15	52,42	45,45	35,30	26,51	21,82	19,09	17,57	19,69	25,91	31,51	38,93
32	53,02	43,78	35,75	25,91	25,91	22,27	17,88	18,94	16,66	20,15	24,24	47,72
33	52,11	34,69	33,63	25,00	23,78	19,09	16,97	14,09	15,15	24,24	27,12	34,54
34	50,45	28,18	30,15	22,72	17,12	14,54	15,30	11,82	13,48	13,33	18,18	38,18
35	39,99	56,36	32,27	27,72	21,66	17,57	15,91	14,85	18,33	25,00	22,27	30,15
36	16,97	23,18	33,93	26,06	17,12	13,94	10,60	9,54	10,30	10,76	11,67	25,30
37	45,60	43,02	21,82	23,63	23,03	14,09	11,67	8,94	8,48	16,36	31,21	98,62
38	56,20	49,39	38,18	37,57	24,69	24,24	16,36	21,66	16,21	17,42	24,54	49,99
39	53,93	39,39	25,91	25,15	17,72	13,03	11,67	9,70	10,91	9,70	15,91	39,09
40	56,66	43,48	37,12	22,88	17,88	13,94	11,67	10,15	10,76	16,06	26,97	40,60
41	36,51	21,82	37,12	26,21	17,88	15,30	13,33	10,00	19,24	15,76	22,42	46,81
42	43,18	25,75	41,51	28,33	21,51	14,85	21,21	14,54	12,57	22,12	26,06	52,87
43	104,53	64,08	44,99	26,51	19,69	17,72	13,63	15,91	14,85	28,94	29,39	46,66
44	37,42	69,84	49,84	30,15	23,48	17,42	15,91	12,27	10,45	12,42	17,27	30,30
45	52,42	54,08	40,45	40,45	22,72	20,75	17,27	13,03	13,03	12,12	25,60	49,24
46	52,42	27,88	37,27	27,88	17,57	14,54	12,27	10,30	9,54	22,72	43,02	36,21
47	38,48	53,17	75,90	37,87	24,85	19,39	17,57	16,97	21,36	22,88	30,75	62,72
48	35,60	58,78	63,32	33,18	24,69	17,72	15,30	14,85	13,18	14,09	28,63	72,72
49	53,33	63,32	41,66	26,66	19,69	19,69	20,30	16,06	14,24	20,00	27,72	30,45
50	63,63	50,14	34,24	36,81	22,88	17,27	13,79	11,51	10,60	14,24	20,45	31,06
51	41,06	54,54	66,05	36,66	23,03	17,57	14,70	12,42	10,91	11,21	12,73	31,36
52	56,96	83,02	56,36	28,03	20,60	18,79	17,88	17,72	20,15	18,33	31,97	43,02
53	22,57	34,69	25,75	32,27	24,09	15,91	12,42	11,36	11,21	10,00	28,94	40,15
54	20,45	20,00	15,00	21,82	18,03	12,12	10,60	10,76	9,70	9,39	9,39	14,70
55	35,00	14,54	12,88	21,21	13,33	10,00	6,97	5,76	5,30	8,18	24,24	46,81
56	35,45	18,03	30,60	20,91	17,72	15,45	10,91	13,03	9,70	9,85	26,36	46,51
57	39,69	33,33	49,99	57,57	23,03	18,18	14,70	11,06	14,39	11,51	15,30	40,15
58	20,60	30,00	23,03	28,33	23,03	15,60	12,42	9,24	15,60	15,76	30,90	34,54
59	54,69	23,63	49,54	22,42	15,60	12,12	9,54	13,48	8,48	8,64	26,36	23,48
60	35,00	50,60	82,72	33,63	22,12	17,12	16,36	18,18	12,73	18,33	23,48	36,21
61	105,29	60,14	65,90	36,51	27,27	19,39	15,45	11,82	9,70	8,33	11,21	22,42
62	34,09	52,11	31,81	21,66	18,63	14,09	11,97	9,85	12,27	17,88	31,66	55,14
63	33,63	44,84	22,12	15,76	11,67	10,30	8,33	6,67	8,48	6,67	17,42	10,45
64	40,90	76,50	24,39	17,88	18,03	16,21	17,57	10,76	9,39	22,27	25,45	54,39

65	59,69	71,20	36,66	37,72	43,63	22,42	15,00	10,45	10,15	56,36	49,39	21,97
66	85,90	24,85	60,60	52,11	35,45	17,27	17,88	17,12	15,45	20,15	49,54	69,08
67	69,84	71,05	62,42	38,33	26,36	22,72	18,18	14,54	17,27	17,72	25,75	49,54
68	52,42	51,05	56,05	42,42	17,12	13,63	13,03	14,09	13,18	13,63	13,63	21,66
69	37,27	25,00	38,93	20,60	12,88	12,42	10,91	13,18	10,60	21,21	22,88	34,54
70	31,36	19,24	21,51	15,15	12,27	10,91	11,21	11,51	15,15	17,57	24,39	15,76
71	14,85	15,45	17,27	12,88	11,36	9,09	7,12	7,27	11,67	11,82	33,03	47,57
72	26,81	36,06	33,93	22,72	15,15	11,36	11,97	10,60	10,30	23,94	33,33	32,57
73	37,72	46,21	27,88	28,18	19,69	14,24	12,57	10,76	11,21	20,75	43,18	35,00
74	30,30	19,39	20,45	19,85	13,63	13,48	10,00	7,57	6,51	13,94	13,33	33,48
75	59,08	49,84	29,84	24,24	17,57	15,00	14,39	9,54	10,76	19,85	32,42	27,12
76	23,63	29,84	24,09	17,57	15,45	12,73	12,88	13,18	21,06	28,63	32,57	48,33
77	53,33	37,57	23,18	31,66	15,60	12,73	8,64	7,57	13,03	11,21	36,51	63,93
78	51,51	35,60	29,69	22,88	19,54	14,70	11,97	9,70	8,64	9,85	32,42	25,45
79	42,42	84,23	43,48	28,94	21,66	18,33	15,30	13,48	18,63	16,82	32,27	39,69
80	59,69	33,48	18,03	21,66	13,79	11,36	9,54	9,70	8,79	14,70	18,18	48,18
81	48,63	33,48	34,39	30,30	16,06	12,12	12,12	8,48	6,21	11,36	23,33	60,14
82	60,90	30,30	59,69	46,51	24,54	19,09	14,39	19,69	14,24	22,72	17,42	49,69
83	69,69	39,84	64,23	43,02	31,66	49,24	26,36	19,24	47,72	38,18	40,90	50,30
84	32,42	23,63	27,88	29,24	18,03	12,73	11,21	12,57	10,45	11,21	16,66	23,03
85	62,26	44,84	42,87	32,87	22,72	15,60	11,97	11,51	11,36	10,45	22,88	33,93
86	42,42	31,06	27,42	21,82	15,30	11,51	14,54	11,36	14,70	9,85	13,63	43,48
87	34,69	31,36	34,54	27,12	19,54	16,66	11,51	9,85	11,67	10,00	12,57	38,33
88	28,78	80,14	35,30	33,48	31,51	20,91	16,06	12,42	10,30	16,82	31,97	31,06
89	31,97	37,72	41,96	28,48	20,45	19,85	18,63	14,85	16,21	14,39	16,66	25,45
90	22,72	19,54	30,30	30,60	22,57	13,94	17,88	14,09	18,18	17,27	23,63	19,09
91	74,99	46,21	41,51	33,93	25,45	18,33	15,76	12,57	17,27	24,54	18,48	34,69
92	74,99	35,00	25,60	16,97	16,06	12,27	11,67	9,85	19,54	22,12	38,78	36,51
93	23,18	20,00	22,12	23,94	14,24	13,63	9,85	8,33	11,82	10,30	10,60	22,12
94	33,78	18,48	49,54	39,39	37,57	21,82	16,51	12,57	11,67	13,18	25,30	40,15
95	25,00	32,27	18,18	19,39	15,15	13,18	10,91	8,79	14,54	18,03	24,69	34,09
96	37,72	25,45	28,18	22,27	16,82	15,30	11,82	11,82	23,94	13,48	43,18	45,45
97	71,96	29,69	39,99	21,36	17,88	17,72	13,33	10,91	12,12	12,88	21,51	25,60
98	27,72	59,23	26,06	23,78	20,45	12,73	10,30	9,85	10,45	19,39	29,69	30,45
99	39,39	26,51	24,85	21,21	15,45	14,54	12,73	11,51	11,06	12,73	21,82	31,97

APÊNDICE B

Série de Vazões Médias Mensais calculadas da PCH Providência

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1931	15,30	19,98	17,32	13,46	10,11	8,32	7,28	6,70	7,51	9,88	12,01	14,84
1932	20,21	16,69	13,63	9,88	9,88	8,49	6,81	7,22	6,35	7,68	9,24	18,19
1933	19,87	13,22	12,82	9,53	9,07	7,28	6,47	5,37	5,77	9,24	10,34	13,17
1934	19,23	10,74	11,49	8,66	6,53	5,54	5,83	4,50	5,14	5,08	6,93	14,55
1935	15,25	21,48	12,30	10,57	8,26	6,70	6,06	5,66	6,99	9,53	8,49	11,49
1936	6,47	8,84	12,94	9,93	6,53	5,31	4,04	3,64	3,93	4,10	4,45	9,64
1937	17,38	16,40	8,32	9,01	8,78	5,37	4,45	3,41	3,23	6,24	11,90	37,59
1938	21,42	18,83	14,55	14,32	9,41	9,24	6,24	8,26	6,18	6,64	9,36	19,06
1939	20,56	15,01	9,88	9,59	6,76	4,97	4,45	3,70	4,16	3,70	6,06	14,90
1940	21,60	16,57	14,15	8,72	6,81	5,31	4,45	3,87	4,10	6,12	10,28	15,48
1941	13,92	8,32	14,15	9,99	6,81	5,83	5,08	3,81	7,33	6,01	8,55	17,84
1942	16,46	9,82	15,82	10,80	8,20	5,66	8,08	5,54	4,79	8,43	9,93	20,15
1943	39,85	24,43	17,15	10,11	7,51	6,76	5,20	6,06	5,66	11,03	11,20	17,79
1944	14,26	26,62	19,00	11,49	8,95	6,64	6,06	4,68	3,98	4,74	6,58	11,55
1945	19,98	20,62	15,42	15,42	8,66	7,91	6,58	4,97	4,97	4,62	9,76	18,77
1946	19,98	10,63	14,21	10,63	6,70	5,54	4,68	3,93	3,64	8,66	16,40	13,80
1947	14,67	20,27	28,93	14,44	9,47	7,39	6,70	6,47	8,14	8,72	11,72	23,91
1948	13,57	22,41	24,14	12,65	9,41	6,76	5,83	5,66	5,02	5,37	10,91	27,72
1949	20,33	24,14	15,88	10,16	7,51	7,51	7,74	6,12	5,43	7,62	10,57	11,61
1950	24,25	19,11	13,05	14,03	8,72	6,58	5,26	4,39	4,04	5,43	7,80	11,84
1951	15,65	20,79	25,18	13,98	8,78	6,70	5,60	4,74	4,16	4,27	4,85	11,95
1952	21,71	31,65	21,48	10,68	7,85	7,16	6,81	6,76	7,68	6,99	12,18	16,40
1953	8,60	13,22	9,82	12,30	9,18	6,06	4,74	4,33	4,27	3,81	11,03	15,30
1954	7,80	7,62	5,72	8,32	6,87	4,62	4,04	4,10	3,70	3,58	3,58	5,60
1955	13,34	5,54	4,91	8,08	5,08	3,81	2,66	2,19	2,02	3,12	9,24	17,84
1956	13,51	6,87	11,67	7,97	6,76	5,89	4,16	4,97	3,70	3,75	10,05	17,73
1957	15,13	12,70	19,06	21,94	8,78	6,93	5,60	4,22	5,49	4,39	5,83	15,30
1958	7,85	11,43	8,78	10,80	8,78	5,95	4,74	3,52	5,95	6,01	11,78	13,17
1959	20,85	9,01	18,88	8,55	5,95	4,62	3,64	5,14	3,23	3,29	10,05	8,95
1960	13,34	19,29	31,53	12,82	8,43	6,53	6,24	6,93	4,85	6,99	8,95	13,80
1961	40,14	22,93	25,12	13,92	10,39	7,39	5,89	4,50	3,70	3,18	4,27	8,55
1962	12,99	19,87	12,13	8,26	7,10	5,37	4,56	3,75	4,68	6,81	12,07	21,02
1963	12,82	17,09	8,43	6,01	4,45	3,93	3,18	2,54	3,23	2,54	6,64	3,98
1964	15,59	29,16	9,30	6,81	6,87	6,18	6,70	4,10	3,58	8,49	9,70	20,73
1965	22,75	27,14	13,98	14,38	16,63	8,55	5,72	3,98	3,87	21,48	18,83	8,37

1966	32,74	9,47	23,10	19,87	13,51	6,58	6,81	6,53	5,89	7,68	18,88	26,33
1967	26,62	27,08	23,79	14,61	10,05	8,66	6,93	5,54	6,58	6,76	9,82	18,88
1968	19,98	19,46	21,37	16,17	6,53	5,20	4,97	5,37	5,02	5,20	5,20	8,26
1969	14,21	9,53	14,84	7,85	4,91	4,74	4,16	5,02	4,04	8,08	8,72	13,17
1970	11,95	7,33	8,20	5,77	4,68	4,16	4,27	4,39	5,77	6,70	9,30	6,01
1971	5,66	5,89	6,58	4,91	4,33	3,46	2,71	2,77	4,45	4,50	12,59	18,13
1972	10,22	13,74	12,94	8,66	5,77	4,33	4,56	4,04	3,93	9,12	12,70	12,42
1973	14,38	17,61	10,63	10,74	7,51	5,43	4,79	4,10	4,27	7,91	16,46	13,34
1974	11,55	7,39	7,80	7,57	5,20	5,14	3,81	2,89	2,48	5,31	5,08	12,76
1975	22,52	19,00	11,38	9,24	6,70	5,72	5,49	3,64	4,10	7,57	12,36	10,34
1976	9,01	11,38	9,18	6,70	5,89	4,85	4,91	5,02	8,03	10,91	12,42	18,42
1977	20,33	14,32	8,84	12,07	5,95	4,85	3,29	2,89	4,97	4,27	13,92	24,37
1978	19,63	13,57	11,32	8,72	7,45	5,60	4,56	3,70	3,29	3,75	12,36	9,70
1979	16,17	32,11	16,57	11,03	8,26	6,99	5,83	5,14	7,10	6,41	12,30	15,13
1980	22,75	12,76	6,87	8,26	5,26	4,33	3,64	3,70	3,35	5,60	6,93	18,36
1981	18,54	12,76	13,11	11,55	6,12	4,62	4,62	3,23	2,37	4,33	8,89	22,93
1982	23,21	11,55	22,75	17,73	9,36	7,28	5,49	7,51	5,43	8,66	6,64	18,94
1983	26,56	15,19	24,49	16,40	12,07	18,77	10,05	7,33	18,19	14,55	15,59	19,17
1984	12,36	9,01	10,63	11,15	6,87	4,85	4,27	4,79	3,98	4,27	6,35	8,78
1985	23,73	17,09	16,34	12,53	8,66	5,95	4,56	4,39	4,33	3,98	8,72	12,94
1986	16,17	11,84	10,45	8,32	5,83	4,39	5,54	4,33	5,60	3,75	5,20	16,57
1987	13,22	11,95	13,17	10,34	7,45	6,35	4,39	3,75	4,45	3,81	4,79	14,61
1988	10,97	30,55	13,46	12,76	12,01	7,97	6,12	4,74	3,93	6,41	12,18	11,84
1989	12,18	14,38	16,00	10,86	7,80	7,57	7,10	5,66	6,18	5,49	6,35	9,70
1990	8,66	7,45	11,55	11,67	8,60	5,31	6,81	5,37	6,93	6,58	9,01	7,28
1991	28,59	17,61	15,82	12,94	9,70	6,99	6,01	4,79	6,58	9,36	7,05	13,22
1992	28,59	13,34	9,76	6,47	6,12	4,68	4,45	3,75	7,45	8,43	14,78	13,92
1993	8,84	7,62	8,43	9,12	5,43	5,20	3,75	3,18	4,50	3,93	4,04	8,43
1994	12,88	7,05	18,88	15,01	14,32	8,32	6,29	4,79	4,45	5,02	9,64	15,30
1995	9,53	12,30	6,93	7,39	5,77	5,02	4,16	3,35	5,54	6,87	9,41	12,99
1996	14,38	9,70	10,74	8,49	6,41	5,83	4,50	4,50	9,12	5,14	16,46	17,32
1997	27,43	11,32	15,25	8,14	6,81	6,76	5,08	4,16	4,62	4,91	8,20	9,76
1998	10,57	22,58	9,93	9,07	7,80	4,85	3,93	3,75	3,98	7,39	11,32	11,61
1999	15,01	10,11	9,47	8,08	5,89	5,54	4,85	4,39	4,22	4,85	8,32	12,18

APÊNDICE C

Série de Vazões Médias Mensais calculadas da PCH Capim

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1931	2,96	3,87	3,35	2,60	1,96	1,61	1,41	1,30	1,45	1,91	2,33	2,87
1932	3,91	3,23	2,64	1,91	1,91	1,64	1,32	1,40	1,23	1,49	1,79	3,52
1933	3,85	2,56	2,48	1,84	1,75	1,41	1,25	1,04	1,12	1,79	2,00	2,55
1934	3,72	2,08	2,22	1,68	1,26	1,07	1,13	0,87	0,99	0,98	1,34	2,82
1935	2,95	4,16	2,38	2,05	1,60	1,30	1,17	1,10	1,35	1,84	1,64	2,22
1936	1,25	1,71	2,50	1,92	1,26	1,03	0,78	0,70	0,76	0,79	0,86	1,87
1937	3,36	3,17	1,61	1,74	1,70	1,04	0,86	0,66	0,63	1,21	2,30	7,28
1938	4,15	3,64	2,82	2,77	1,82	1,79	1,21	1,60	1,20	1,29	1,81	3,69
1939	3,98	2,91	1,91	1,86	1,31	0,96	0,86	0,72	0,80	0,72	1,17	2,88
1940	4,18	3,21	2,74	1,69	1,32	1,03	0,86	0,75	0,79	1,18	1,99	3,00
1941	2,69	1,61	2,74	1,93	1,32	1,13	0,98	0,74	1,42	1,16	1,65	3,45
1942	3,19	1,90	3,06	2,09	1,59	1,10	1,56	1,07	0,93	1,63	1,92	3,90
1943	7,71	4,73	3,32	1,96	1,45	1,31	1,01	1,17	1,10	2,13	2,17	3,44
1944	2,76	5,15	3,68	2,22	1,73	1,29	1,17	0,91	0,77	0,92	1,27	2,24
1945	3,87	3,99	2,98	2,98	1,68	1,53	1,27	0,96	0,96	0,89	1,89	3,63
1946	3,87	2,06	2,75	2,06	1,30	1,07	0,91	0,76	0,70	1,68	3,17	2,67
1947	2,84	3,92	5,60	2,79	1,83	1,43	1,30	1,25	1,58	1,69	2,27	4,63
1948	2,63	4,34	4,67	2,45	1,82	1,31	1,13	1,10	0,97	1,04	2,11	5,37
1949	3,93	4,67	3,07	1,97	1,45	1,45	1,50	1,18	1,05	1,48	2,05	2,25
1950	4,69	3,70	2,53	2,72	1,69	1,27	1,02	0,85	0,78	1,05	1,51	2,29
1951	3,03	4,02	4,87	2,71	1,70	1,30	1,08	0,92	0,80	0,83	0,94	2,31
1952	4,20	6,13	4,16	2,07	1,52	1,39	1,32	1,31	1,49	1,35	2,36	3,17
1953	1,67	2,56	1,90	2,38	1,78	1,17	0,92	0,84	0,83	0,74	2,13	2,96
1954	1,51	1,48	1,11	1,61	1,33	0,89	0,78	0,79	0,72	0,69	0,69	1,08
1955	2,58	1,07	0,95	1,56	0,98	0,74	0,51	0,42	0,39	0,60	1,79	3,45
1956	2,62	1,33	2,26	1,54	1,31	1,14	0,80	0,96	0,72	0,73	1,94	3,43
1957	2,93	2,46	3,69	4,25	1,70	1,34	1,08	0,82	1,06	0,85	1,13	2,96
1958	1,52	2,21	1,70	2,09	1,70	1,15	0,92	0,68	1,15	1,16	2,28	2,55
1959	4,04	1,74	3,66	1,65	1,15	0,89	0,70	0,99	0,63	0,64	1,94	1,73
1960	2,58	3,73	6,10	2,48	1,63	1,26	1,21	1,34	0,94	1,35	1,73	2,67
1961	7,77	4,44	4,86	2,69	2,01	1,43	1,14	0,87	0,72	0,61	0,83	1,65
1962	2,52	3,85	2,35	1,60	1,37	1,04	0,88	0,73	0,91	1,32	2,34	4,07
1963	2,48	3,31	1,63	1,16	0,86	0,76	0,61	0,49	0,63	0,49	1,29	0,77
1964	3,02	5,64	1,80	1,32	1,33	1,20	1,30	0,79	0,69	1,64	1,88	4,01

1965	4,40	5,25	2,71	2,78	3,22	1,65	1,11	0,77	0,75	4,16	3,64	1,62
1966	6,34	1,83	4,47	3,85	2,62	1,27	1,32	1,26	1,14	1,49	3,66	5,10
1967	5,15	5,24	4,61	2,83	1,94	1,68	1,34	1,07	1,27	1,31	1,90	3,66
1968	3,87	3,77	4,14	3,13	1,26	1,01	0,96	1,04	0,97	1,01	1,01	1,60
1969	2,75	1,84	2,87	1,52	0,95	0,92	0,80	0,97	0,78	1,56	1,69	2,55
1970	2,31	1,42	1,59	1,12	0,91	0,80	0,83	0,85	1,12	1,30	1,80	1,16
1971	1,10	1,14	1,27	0,95	0,84	0,67	0,53	0,54	0,86	0,87	2,44	3,51
1972	1,98	2,66	2,50	1,68	1,12	0,84	0,88	0,78	0,76	1,77	2,46	2,40
1973	2,78	3,41	2,06	2,08	1,45	1,05	0,93	0,79	0,83	1,53	3,19	2,58
1974	2,24	1,43	1,51	1,46	1,01	0,99	0,74	0,56	0,48	1,03	0,98	2,47
1975	4,36	3,68	2,20	1,79	1,30	1,11	1,06	0,70	0,79	1,46	2,39	2,00
1976	1,74	2,20	1,78	1,30	1,14	0,94	0,95	0,97	1,55	2,11	2,40	3,57
1977	3,93	2,77	1,71	2,34	1,15	0,94	0,64	0,56	0,96	0,83	2,69	4,72
1978	3,80	2,63	2,19	1,69	1,44	1,08	0,88	0,72	0,64	0,73	2,39	1,88
1979	3,13	6,21	3,21	2,13	1,60	1,35	1,13	0,99	1,37	1,24	2,38	2,93
1980	4,40	2,47	1,33	1,60	1,02	0,84	0,70	0,72	0,65	1,08	1,34	3,55
1981	3,59	2,47	2,54	2,24	1,18	0,89	0,89	0,63	0,46	0,84	1,72	4,44
1982	4,49	2,24	4,40	3,43	1,81	1,41	1,06	1,45	1,05	1,68	1,29	3,67
1983	5,14	2,94	4,74	3,17	2,34	3,63	1,94	1,42	3,52	2,82	3,02	3,71
1984	2,39	1,74	2,06	2,16	1,33	0,94	0,83	0,93	0,77	0,83	1,23	1,70
1985	4,59	3,31	3,16	2,43	1,68	1,15	0,88	0,85	0,84	0,77	1,69	2,50
1986	3,13	2,29	2,02	1,61	1,13	0,85	1,07	0,84	1,08	0,73	1,01	3,21
1987	2,56	2,31	2,55	2,00	1,44	1,23	0,85	0,73	0,86	0,74	0,93	2,83
1988	2,12	5,91	2,60	2,47	2,33	1,54	1,18	0,92	0,76	1,24	2,36	2,29
1989	2,36	2,78	3,10	2,10	1,51	1,46	1,37	1,10	1,20	1,06	1,23	1,88
1990	1,68	1,44	2,24	2,26	1,67	1,03	1,32	1,04	1,34	1,27	1,74	1,41
1991	5,53	3,41	3,06	2,50	1,88	1,35	1,16	0,93	1,27	1,81	1,36	2,56
1992	5,53	2,58	1,89	1,25	1,18	0,91	0,86	0,73	1,44	1,63	2,86	2,69
1993	1,71	1,48	1,63	1,77	1,05	1,01	0,73	0,61	0,87	0,76	0,78	1,63
1994	2,49	1,36	3,66	2,91	2,77	1,61	1,22	0,93	0,86	0,97	1,87	2,96
1995	1,84	2,38	1,34	1,43	1,12	0,97	0,80	0,65	1,07	1,33	1,82	2,52
1996	2,78	1,88	2,08	1,64	1,24	1,13	0,87	0,87	1,77	0,99	3,19	3,35
1997	5,31	2,19	2,95	1,58	1,32	1,31	0,98	0,80	0,89	0,95	1,59	1,89
1998	2,05	4,37	1,92	1,75	1,51	0,94	0,76	0,73	0,77	1,43	2,19	2,25
1999	2,91	1,96	1,83	1,56	1,14	1,07	0,94	0,85	0,82	0,94	1,61	2,36

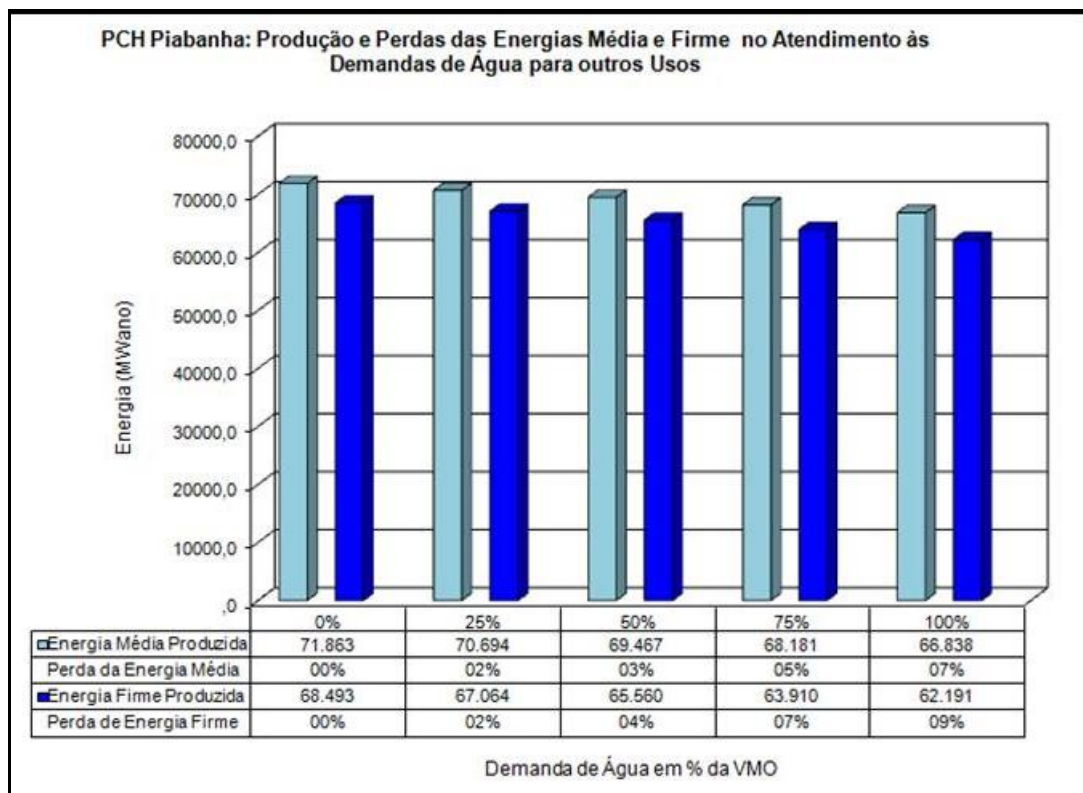
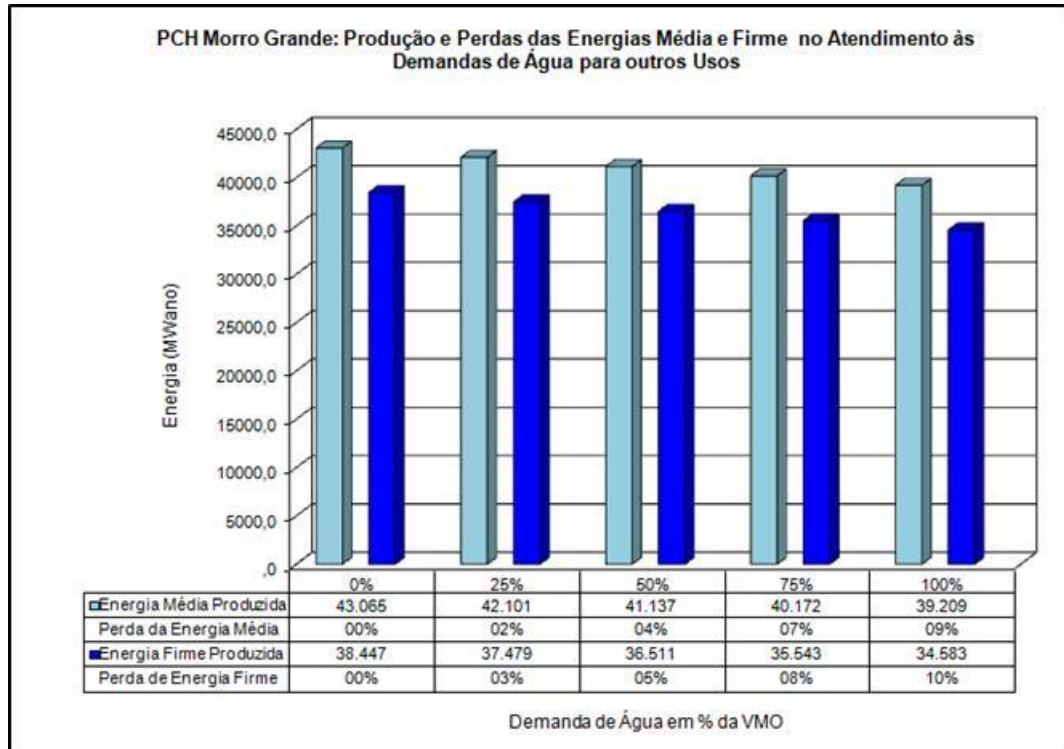
APÊNDICE D

Série de Vazões Médias Mensais calculadas da PCH Coronel Fagundes

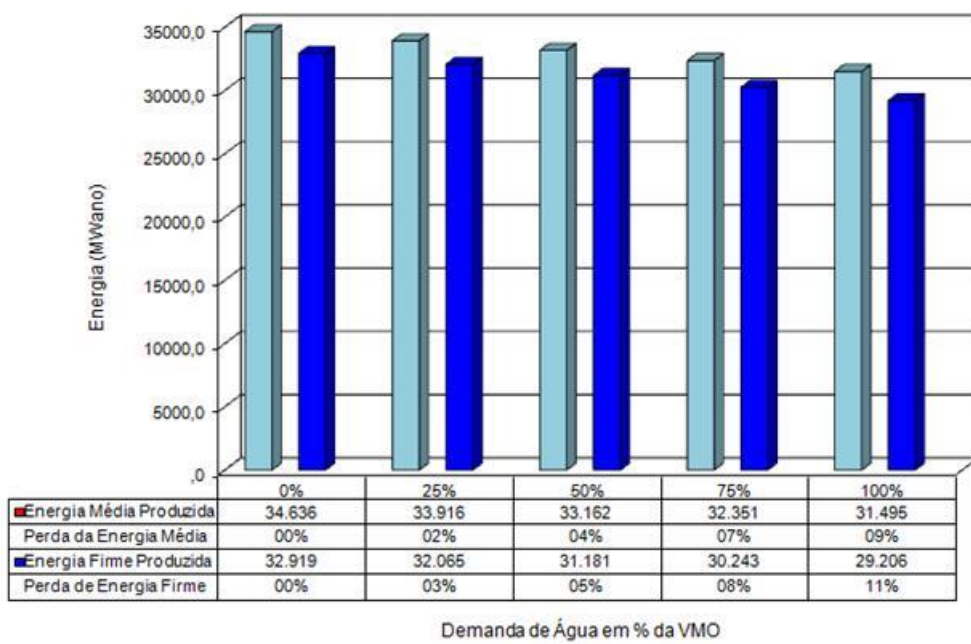
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1931	11,01	16,18	13,17	9,15	6,09	4,65	3,84	3,41	4,03	5,90	7,76	12,54
1932	15,03	10,39	9,00	4,89	5,37	3,93	2,64	3,65	2,59	4,51	4,89	12,21
1933	16,18	8,19	8,77	5,03	4,94	3,22	2,88	2,40	2,69	5,27	6,66	10,01
1934	19,82	7,86	8,91	4,94	4,13	3,84	2,83	2,69	2,74	2,59	3,60	10,54
1935	12,40	20,10	9,15	6,56	4,36	3,12	2,88	2,55	3,84	6,13	4,70	7,09
1936	5,27	9,53	12,16	7,14	4,27	3,22	2,40	2,16	2,45	1,89	2,68	6,85
1937	7,11	9,11	4,48	3,71	4,91	3,29	2,51	1,88	2,00	3,98	4,05	18,72
1938	8,93	11,56	7,01	6,45	4,40	3,86	3,03	4,05	3,21	4,72	5,45	9,23
1939	5,82	3,31	2,66	2,06	3,54	3,13	2,79	2,35	2,21	1,92	3,02	8,40
1940	15,78	9,21	7,62	3,87	4,01	3,36	2,86	2,59	2,39	4,08	10,46	7,87
1941	8,84	5,09	9,39	5,40	3,84	3,35	3,02	2,35	4,27	3,55	4,94	9,87
1942	9,15	5,61	8,77	6,13	4,75	3,36	4,65	3,31	2,88	4,84	5,66	11,06
1943	21,35	13,31	9,48	5,75	4,36	3,93	3,12	3,60	3,36	6,23	6,33	9,82
1944	8,00	14,46	10,44	6,47	5,13	3,89	3,60	2,83	2,45	2,88	3,84	6,52
1945	10,97	11,30	8,57	8,57	4,99	4,60	3,84	2,98	3,02	2,83	5,56	10,34
1946	10,97	6,04	7,95	6,04	3,93	3,31	2,83	2,40	2,31	4,99	9,10	7,71
1947	8,19	11,11	15,65	8,10	5,42	4,32	3,93	3,79	4,70	5,03	6,61	13,02
1948	7,62	12,26	13,17	7,09	5,42	3,93	3,46	3,36	3,02	3,22	6,18	15,03
1949	11,16	13,17	8,81	5,80	4,36	4,36	4,51	3,65	3,26	4,41	5,99	6,56
1950	13,21	10,54	7,33	7,86	5,03	3,84	3,17	2,69	2,50	3,22	4,51	6,66
1951	8,67	11,40	13,69	7,81	5,03	3,93	3,36	2,88	2,55	2,59	2,93	6,76
1952	11,92	17,09	11,78	6,04	4,56	4,17	3,98	3,93	4,46	4,08	6,85	9,10
1953	4,94	7,43	5,61	6,95	5,27	3,60	2,88	2,64	2,64	2,35	6,23	8,53
1954	4,51	4,41	3,41	4,79	4,03	2,83	2,50	2,55	2,31	2,26	2,26	3,36
1955	7,47	3,31	2,98	4,65	3,07	2,35	1,73	1,49	1,40	1,97	6,80	10,58
1956	8,00	5,03	5,47	3,01	3,03	2,59	1,93	1,97	1,84	2,60	2,89	7,88
1957	9,38	6,70	9,28	11,67	4,73	3,48	3,32	2,50	3,45	2,40	3,78	5,44
1958	3,91	4,33	4,26	4,47	4,40	3,18	2,70	1,84	3,50	3,29	4,13	7,64
1959	12,47	4,06	9,00	3,81	3,09	2,46	1,91	2,80	1,54	1,94	4,32	4,53
1960	7,23	13,82	18,84	6,54	5,29	3,88	3,25	2,73	2,39	2,22	4,39	8,56
1961	14,96	18,55	16,25	8,23	6,24	4,92	4,21	3,45	2,63	2,65	2,96	4,03
1962	6,14	12,63	6,37	4,42	3,27	2,76	2,50	2,69	2,69	3,98	6,42	9,02
1963	7,12	7,64	4,80	2,91	2,60	2,43	1,68	1,63	1,31	1,33	2,70	1,94
1964	6,18	11,98	5,38	3,57	3,58	2,59	2,91	2,14	1,60	3,60	4,29	7,41

1965	11,65	17,12	12,90	7,34	7,26	5,95	4,36	3,29	2,78	4,24	5,91	6,17
1966	19,13	9,64	10,99	6,16	5,16	4,57	3,42	2,89	2,70	4,36	9,58	14,05
1967	11,92	12,40	13,45	8,63	6,33	5,52	4,52	3,57	3,21	3,62	5,28	8,89
1968	7,41	7,32	7,78	5,19	3,58	2,96	2,88	2,73	2,83	3,61	2,37	6,07
1969	11,31	5,54	5,37	3,91	2,60	2,76	2,70	2,72	2,45	3,67	4,49	6,08
1970	5,71	4,49	3,70	3,08	2,39	1,97	1,96	2,39	3,18	4,43	4,23	3,28
1971	3,74	2,09	3,08	2,76	1,86	2,16	1,55	1,43	1,97	3,03	4,21	7,69
1972	5,20	6,64	7,17	3,49	2,55	2,04	2,47	2,13	1,95	3,91	4,57	5,41
1973	9,81	6,85	4,60	4,74	3,40	2,44	2,44	2,03	1,75	4,82	9,44	10,87
1974	9,22	6,24	5,98	5,67	3,70	3,64	2,86	2,39	1,94	3,21	3,01	7,93
1975	18,12	10,28	5,70	4,88	3,83	3,05	3,22	2,30	2,26	3,93	7,58	7,19
1976	7,00	6,65	4,99	3,60	3,24	2,96	2,80	2,78	5,11	5,60	7,94	9,71
1977	9,13	5,48	5,01	4,27	3,01	2,56	2,13	1,75	3,11	2,52	7,39	11,54
1978	11,78	10,44	8,40	4,95	4,42	3,87	3,39	2,89	2,86	2,70	5,29	6,08
1979	7,11	13,82	9,25	6,50	5,21	4,52	4,06	4,19	4,30	3,51	7,88	7,39
1980	13,02	8,10	4,57	6,46	3,73	3,47	2,92	2,83	2,72	3,67	5,56	12,59
1981	12,60	6,33	5,39	4,90	3,55	3,22	2,70	2,36	1,97	3,69	6,76	12,59
1982	14,70	8,33	13,79	9,44	5,13	3,79	3,22	3,84	2,93	4,17	3,22	9,15
1983	15,70	9,60	8,54	9,42	7,01	6,81	7,59	5,39	9,27	10,78	14,30	12,23
1984	6,18	6,90	6,09	5,46	4,83	3,75	3,36	3,34	3,20	2,75	3,42	5,13
1985	20,13	8,17	9,25	5,02	5,54	3,43	2,72	2,50	2,94	2,95	4,68	8,92
1986	10,24	8,34	11,74	6,00	4,67	3,46	3,39	3,99	3,35	2,22	2,43	12,95
1987	12,78	13,00	14,41	6,49	8,35	5,20	3,75	3,55	4,04	3,86	11,26	9,65
1988	11,61	24,45	10,08	9,36	7,23	5,39	4,37	3,93	3,11	4,92	5,34	10,17
1989	11,16	12,61	9,12	6,67	5,21	6,03	4,53	3,93	4,47	3,83	4,26	9,31
1990	9,67	9,13	8,39	8,01	5,97	3,52	3,71	3,08	4,06	3,15	3,27	5,22
1991	18,84	10,63	8,62	7,26	5,37	3,88	3,32	2,65	3,02	6,16	4,83	11,20
1992	38,12	9,41	6,27	5,22	4,34	3,42	3,05	2,65	4,76	5,88	10,44	8,04
1993	5,64	5,31	5,29	5,70	3,44	3,41	2,85	2,59	3,21	2,69	3,22	4,11
1994	7,57	3,93	10,93	7,09	6,20	5,39	4,65	4,06	3,52	3,57	4,36	7,75
1995	6,57	7,41	4,42	4,99	4,37	3,87	3,84	3,24	3,47	5,90	5,97	9,85
1996	12,28	9,00	7,87	5,47	4,79	4,33	4,00	3,90	7,35	4,44	12,63	11,59
1997	17,69	8,41	9,88	5,90	5,24	5,13	4,37	4,03	3,90	4,29	6,43	5,64
1998	5,25	8,70	5,28	5,05	5,08	4,16	3,75	3,55	3,28	5,16	6,01	6,31
1999	7,57	6,00	5,42	4,07	3,35	3,48	3,34	2,75	2,49	2,50	3,74	8,67

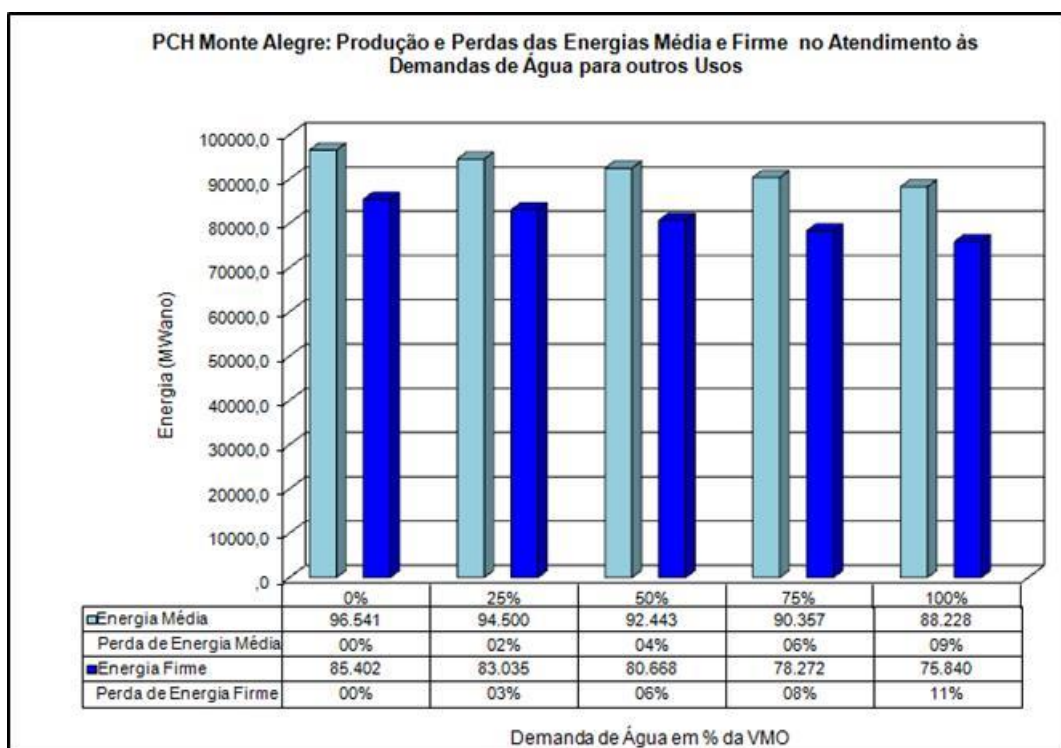
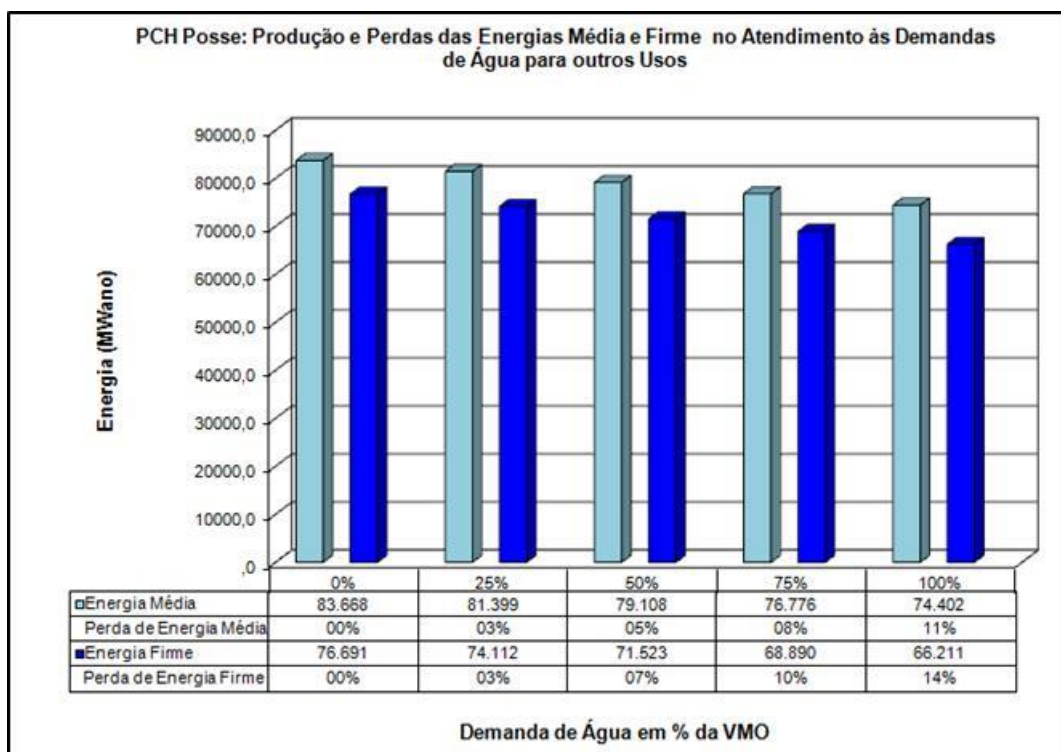
APÊNDICE E



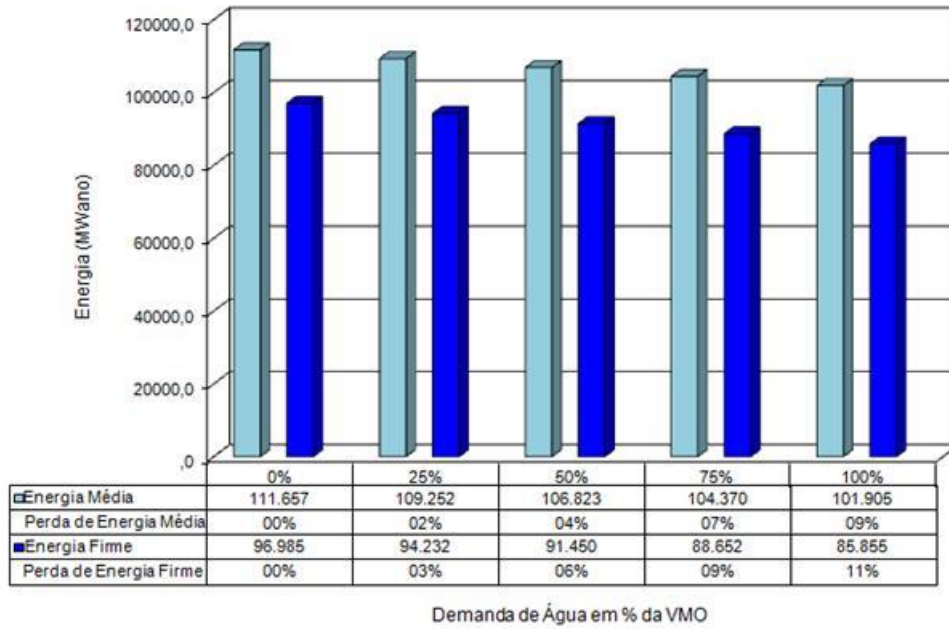
PCH Coronel Fagundes: Produção e Perdas das Energias Média e Firme no Atendimento às Demandas de Água para outros Usos



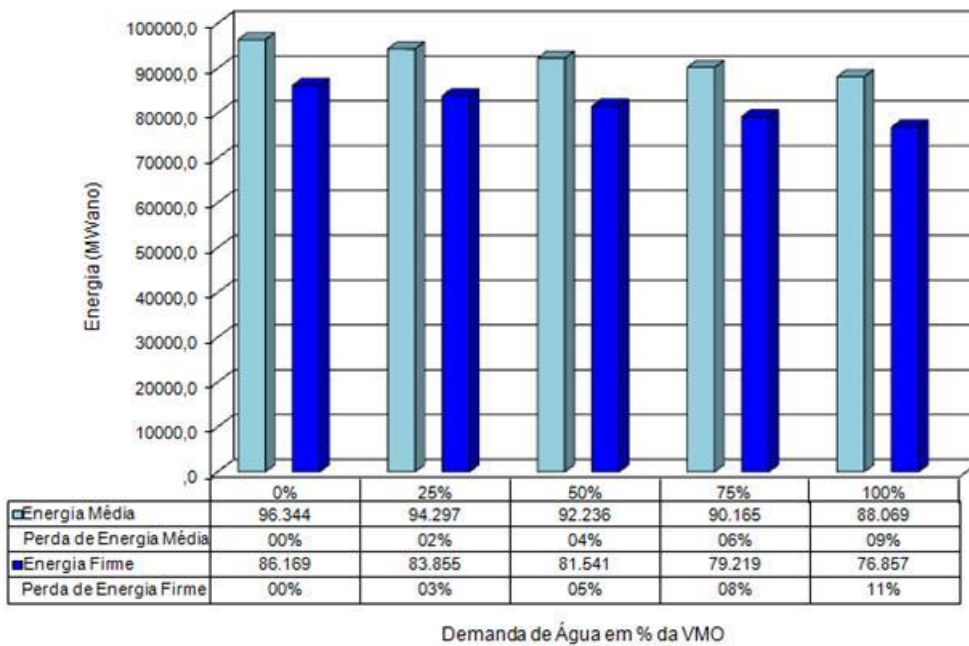
APÊNDICE F



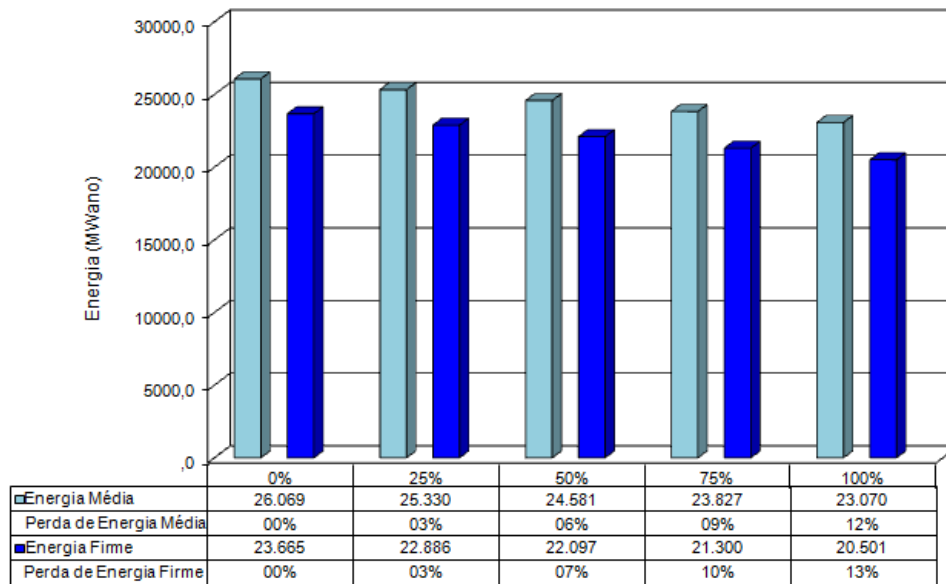
PCH Piabanha Ampliada: Produção e Perdas das Energias Média e Firme no Atendimento às Demandas de Água para outros Usos



PCH São Sebastião: Produção e Perdas das Energias Média e Firme no Atendimento às Demandas de Água para outros Usos

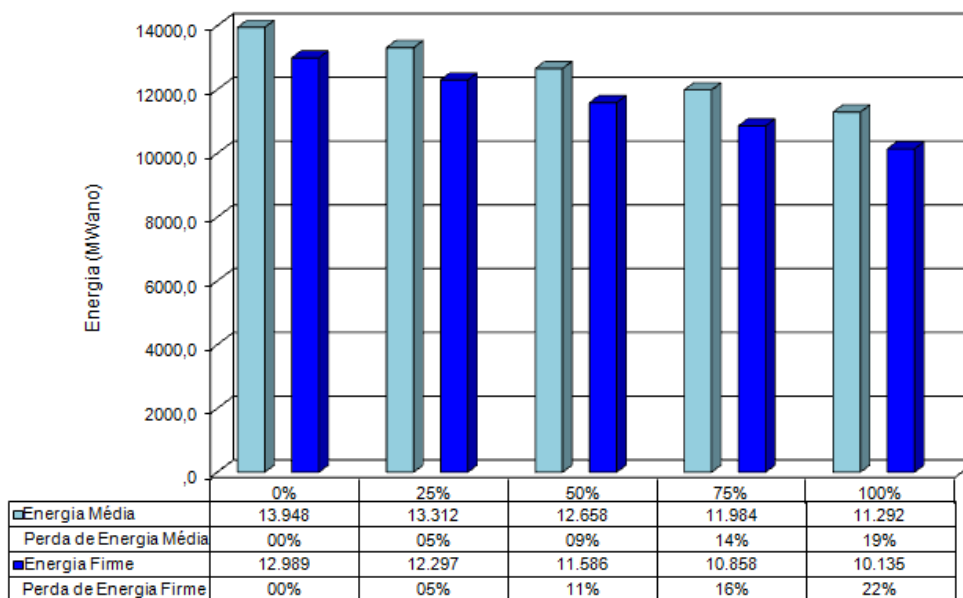


PCH Providencia: Produção e Perdas das Energias Média e Firme no Atendimento às Demandas de Água para outros Usos



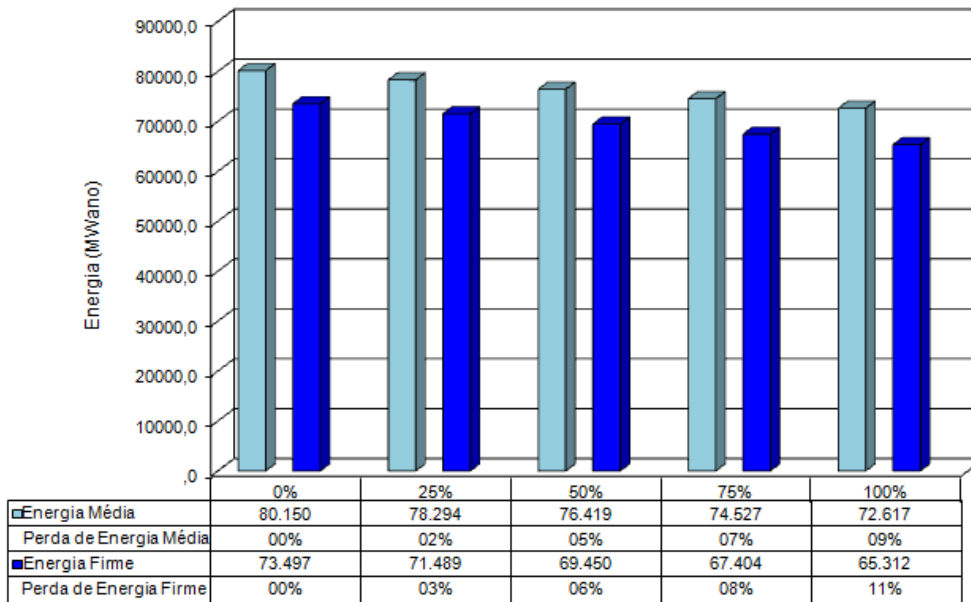
Demanda de Água em % da VMQ

PCH Capim : Produção e Perdas das Energias Média e Firme no Atendimento às Demandas de Água para outros Usos



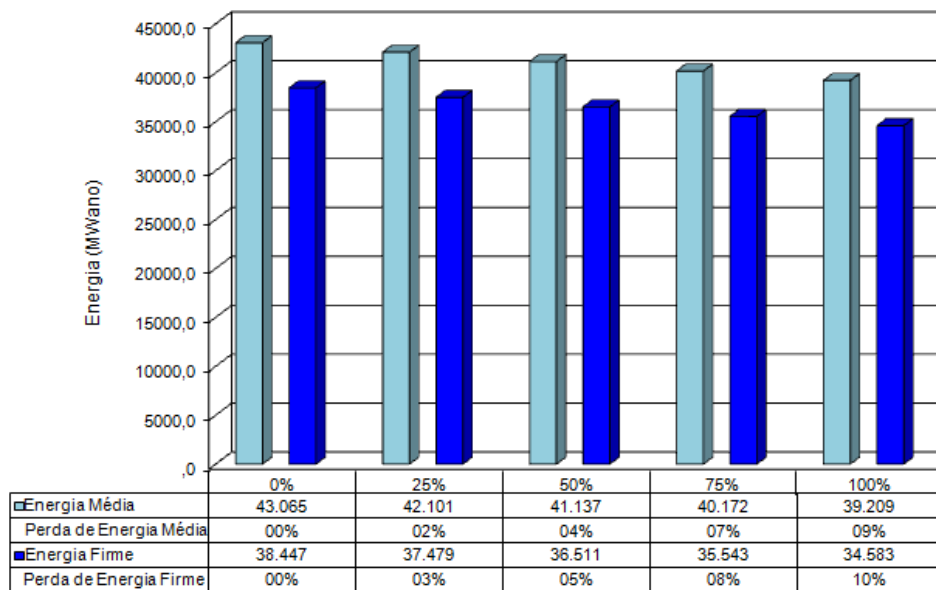
Demanda de Água em % da VMQ

PCH Poço Fundo: Produção e Perdas das Energias Média e Firme no Atendimento às Demandas de Água para outros Usos



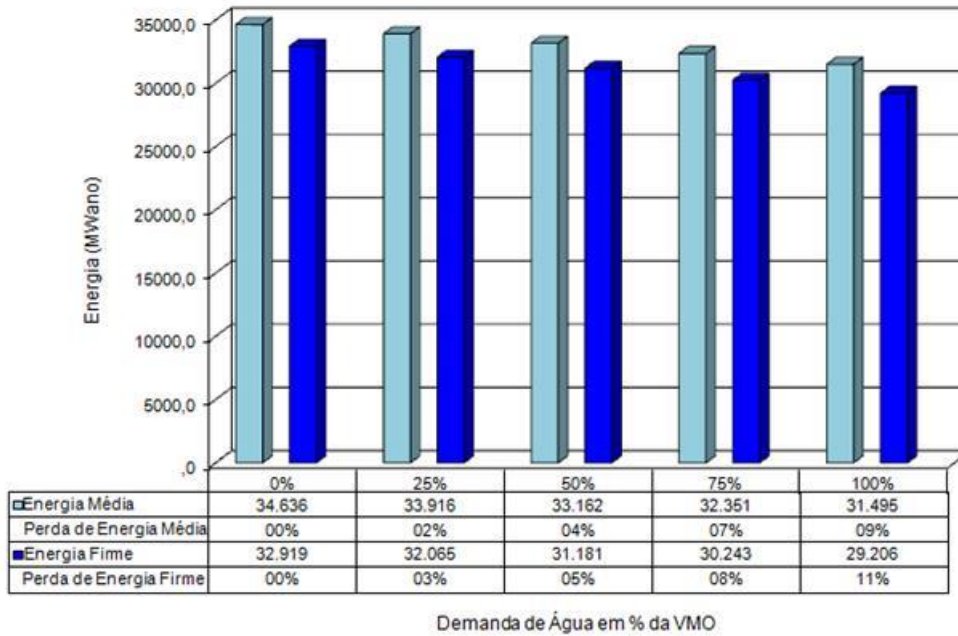
Demanda de Água em % da VMO

PCH Morro Grande: Produção e Perdas das Energias Média e Firme no Atendimento às Demandas de Água para outros Usos



Demanda de Água em % da VMO

PCH Coronel Fagundes: Produção e Perdas das Energias Média e Firme no Atendimento às Demandas de Água para outros Usos



ANEXO A

Captações Cadastradas na Região Hidrográfica Piabanha. Fonte (Comitê Piabanha, 2013).

Município	Razão Social	Corpo Hídrico	Vazão m³/ano Não Sazonal	Vazão m³/ano Sazonal	Latitude	Longitude	USO
Carmo	Adão Luiz de Moura	Rio ou Curso d'água	3.591,60		-21,88083333	-42,53694444	CRIAÇÃO ANIMAL
Carmo	Carlos César Lima Borges	Nascente	2.920,00		-21,84012389	-42,44181694	CRIAÇÃO ANIMAL
Carmo	COMERCIO E INDÚSTRIA PAQUEQUER LTDA.	Rio ou Curso d'água	89.856,00		-21,93055556	-42,61666667	INDÚSTRIA
Carmo	COMÉRCIO INDÚSTRIA PAQUEQUER LTDA	Rio ou Curso d'água	89.856,00		-21,93055556	-42,61666667	INDÚSTRIA
Carmo	Dalto José Garcia Queiroz	Nascente	1.839,60		-21,90333333	-42,49777778	CRIAÇÃO ANIMAL
Carmo	José Ubirajara Soares	Nascente	273,75		-21,87138889	-42,46861111	CRIAÇÃO ANIMAL/OUTROS
Carmo	Juarez Menezes Marques	Nascente	251,85		-21,89861111	-42,65083333	CRIAÇÃO ANIMAL
Carmo	PREFEITURA MUNICIPAL DE CARMO	Açude ou Barragem de acumulação	788.400,00		-21,93361111	-42,60861111	ABASTECIMENTO
Carmo	PREFEITURA MUNICIPAL DE CARMO	Rio ou Curso d'água	87.600,00		-21,93361111	-42,60861111	ABASTECIMENTO
Carmo	Reiner Sudre Ribeiro	Nascente	9.460,80		-21,87055556	-42,5475	CRIAÇÃO ANIMAL
Carmo	Reiner Sudre Ribeiro	Nascente	236,52		-21,87055556	-42,5475	OUTROS

Município	Razão Social	Corpo Hídrico	Vazão m³/ano Não Sazonal	Vazão m³/ano Sazonal	Latitude	Longitude	USO
Carmo	SÍTIO SANTO ANTÔNIO DAS PALMEIRAS	Rio ou Curso d'água	358,80		-21,92315833	-42,63016389	MINERAÇÃO
Petrópolis	15º Grupamento de Bombeiro Militar	Nascente	876,00		-22,48734889	-43,177895	OUTROS
Petrópolis	A.A.S. EMPREENDIMENTOS IMOBILIARIOS LTDA	Nascente	480,00		-22,50975361	-43,17467583	OUTROS
Petrópolis	Aalborg Industries S.A.	Nascente	9.561,60		-22,455325	-43,1657	OUTROS
Petrópolis	AFIFE INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA	Nascente	86,40		-22,53384639	-43,19940139	INDÚSTRIA
Petrópolis	Águas do Imperador S/A	Rio ou Curso d'água	213.498,72		-22,35555556	-43,15611111	ABASTECIMENTO
Petrópolis	Águas do Imperador S/A	Rio ou Curso d'água	283.824,00		-22,35583333	-43,15694444	ABASTECIMENTO
Petrópolis	Águas do Imperador S/A	Nascente	0,00	33.140,00	-22,48194917	-43,16840361	ABASTECIMENTO
Petrópolis	Águas do Imperador S/A	Barragem de nível	0,00	2.810.880,00	-22,47775	-43,274	ABASTECIMENTO
Petrópolis	Águas do Imperador S/A	Nascente	32.324,40		-22,27066167	-43,06539806	ABASTECIMENTO
Petrópolis	Águas do Imperador S/A	Barragem de nível	0,00	204.120,00	-22,47055556	-43,24083333	ABASTECIMENTO
Petrópolis	Águas do Imperador S/A	Barragem de nível	0,00	421.920,00	-22,46944444	-43,2675	ABASTECIMENTO
Petrópolis	Águas do Imperador S/A	Nascente	13.140,00		-22,51160056	-43,23172611	ABASTECIMENTO
Petrópolis	Águas do Imperador S/A	Rio ou Curso d'água	0,00	367.200,00	-22,49894444	-43,14747222	ABASTECIMENTO
Petrópolis	Águas do Imperador S/A	Nascente	0,73		-22,25807167	-43,06756972	ABASTECIMENTO

Município	Razão Social	Corpo Hídrico	Vazão m³/ano Não Sazonal	Vazão m³/ano Sazonal	Latitude	Longitude	USO
Petrópolis	Águas do Imperador S/A	Nascente	0,00	9.240,00	-22,54420167	-43,20237806	ABASTECIMENTO
Petrópolis	Águas do Imperador S/A	Barragem de nível	0,00	171.522,00	-22,29888889	-43,09055556	ABASTECIMENTO
Petrópolis	Águas do Imperador S/A	Barragem de nível	0,00		-22,52592028	-43,15345722	ABASTECIMENTO
Petrópolis	Águas do Imperador S/A	Nascente	0,00	34.580,00	-22,45292417	-43,17476028	ABASTECIMENTO
Petrópolis	Águas do Imperador S/A	Barragem de nível	0,00	697.896,00	-22,44666667	-43,11305556	ABASTECIMENTO
Petrópolis	Águas do Imperador S/A	Barragem de nível	0,00	151.440,00	-22,28608028	-43,08472889	ABASTECIMENTO
Petrópolis	Águas do Imperador S/A	Barragem de nível	0,00	962.262,00	-22,49405556	-43,12755556	ABASTECIMENTO
Petrópolis	Águas do Imperador S/A	Nascente	5.256,00		-22,47232917	-43,16740306	ABASTECIMENTO
Petrópolis	Águas do Imperador S/A	Barragem de nível	0,00	4.469.418,00	-22,50511111	-43,12172222	ABASTECIMENTO
Petrópolis	Águas do Imperador S/A	Nascente	5.256,00		-22,47295361	-43,16673389	ABASTECIMENTO
Petrópolis	Águas do Imperador S/A	Barragem de nível	116.592,00		-22,35527778	-43,19083333	ABASTECIMENTO
Petrópolis	Águas do Imperador S/A	Barragem de nível	0,00	174.375,84	-22,38444444	-43,12916667	ABASTECIMENTO
Petrópolis	Águas do Imperador S/A	Barragem de nível	0,00	1.303.776,00	-22,45111111	-43,1125	ABASTECIMENTO
Petrópolis	Águas do Imperador S/A	Rio ou Curso d'água	302.220,00		-22,33472222	-43,16	ABASTECIMENTO
Petrópolis	Águas do Imperador S/A	Barragem de nível	0,00	47.080,00	-22,54056111	-43,14742778	ABASTECIMENTO
Petrópolis	Águas do Imperador S/A	Nascente	0,00		-22,54505667	-43,20050028	ABASTECIMENTO

Município	Razão Social	Corpo Hídrico	Vazão m³/ano Não Sazonal	Vazão m³/ano Sazonal	Latitude	Longitude	USO
Petrópolis	Águas do Imperador S/A	Nascente	2.628,00		-22,508125	-43,23267444	ABASTECIMENTO
Petrópolis	Águas do Imperador S/A	Nascente	91.191,60		-22,525785	-43,22734639	ABASTECIMENTO
Petrópolis	Ana Claudia Correa Ruas	Nascente	5.475,00		-22,45	-43,09166667	IRRIGAÇÃO
Petrópolis	Angelo Ribeiro	Nascente	4.380,00		-22,53315194	-43,10456972	IRRIGAÇÃO
Petrópolis	ANTONIO AUGUSTO RODRIGUES LOUREIRO	Nascente	5.256,00		-22,50833333	-43,125	IRRIGAÇÃO/OUTROS
Petrópolis	ARNALDO DA SILVA	Rio ou Curso d'água	6.570,00		-22,37761222	-43,02866028	IRRIGAÇÃO
Petrópolis	Associação Comunitária Vale da União	Nascente	8.640,00		-22,41772389	-43,169315	OUTROS
Petrópolis	ASSOCIAÇÃO CULTURAL SÃO JOSE	Rede Pública	2.304,00		0	0	
Petrópolis	ASSOCIAÇÃO DE APOIO A ESCOLA MUNICIPAL SALVADOR KLING	Nascente	1.584,00		-22,49906972	-43,19950194	OUTROS
Petrópolis	Associação de Moradores da Vila Operária de Cascatinha	Nascente	0,00	2.544,00	-22,49370889	-43,16261806	OUTROS
Petrópolis	Associação de Moradores da Vila Operária de Cascatinha	Nascente	0,00	21.132,00	-22,49370889	-43,16261806	OUTROS
Petrópolis	Associação de Moradores da Vila Operária de Cascatinha	Nascente	0,00	33.504,00	-22,49370889	-43,16261806	OUTROS
Petrópolis	Associação dos Lojistas do Shopping Via Thereza	Nascente	6.240,00		-22,51371083	-43,17641222	OUTROS
Petrópolis	Associação em Defesa dos	Açude ou Barragem de	0,00	298.728,00	-22,49370889	-43,16261806	OUTROS

Município	Razão Social	Corpo Hídrico	Vazão m³/ano Não Sazonal	Vazão m³/ano Sazonal	Latitude	Longitude	USO
	Mananciais do Alcobaça	acumulação					
Petrópolis	ASSOCIAÇÃO FACULDADES CATÓLICAS PETROPOLITANAS	Nascente	1.806,75		-22,51019556	-43,18419528	OUTROS
Petrópolis	ASSOCIAÇÃO FACULDADES CATÓLICAS PETROPOLITANAS	Nascente	711,75		-22,51570333	-43,22379083	OUTROS
Petrópolis	ASSOCIAÇÃO SÃO VICENTE DE PAULO - CASA PROVIDÊNCIA	Nascente	0,73		-22,51692389	-43,18904528	OUTROS
Petrópolis	ASVP COLEGIO SANTA ISABEL	Nascente	3.744,00		-22,51126028	-43,17613333	OUTROS
Petrópolis	Carl Zeiss Vision Brasil Indústria Óptica Ltda.	Nascente	11.212,80		-22,49702639	-43,22532222	INDÚSTRIA
Petrópolis	CARLOS EUGENIO CHRIST	Rio ou Curso d'água	8.760,00		-22,44980056	-43,04503306	IRRIGAÇÃO
Petrópolis	Casablanca Center Hotel Ltda.	Nascente	700,80		-22,4205	-43,14902778	OUTROS
Petrópolis	CELSO RODRIGUES TEIXEIRA	Nascente	1.401,60		-22,51161639	-43,20137083	OUTROS
Petrópolis	CERVEJARIA PETROPOLIS SA	Lago natural ou lagoa	525.600,00		-22,35745417	-43,16551167	INDÚSTRIA
Petrópolis	Clube Cabanas do Monrequin	Nascente	876,00		-22,52459306	-43,15819889	OUTROS
Petrópolis	COND. PARQUE DA BOA VISTA	Açude ou Barragem de acumulação	0,00	55.676,16	-22,39006611	-43,16802667	OUTROS
Petrópolis	Condomínio Bosque do Retiro	Nascente	14.016,00		-22,47169528	-43,16248472	OUTROS
Petrópolis	Condomínio da Cachoeira	Nascente	7.270,80		-22,42571111	-43,22386972	OUTROS

Município	Razão Social	Corpo Hídrico	Vazão m³/ano Não Sazonal	Vazão m³/ano Sazonal	Latitude	Longitude	USO
Petrópolis	CONDOMINIO DO EDIFICIO AQUARIUS	Nascente	876,00		-22,52608222	-43,19317389	OUTROS
Petrópolis	Condomínio do Edifício Parque Residencial Jorge Justen	Nascente	18.250,00		-22,51523083	-43,17267944	OUTROS
Petrópolis	condomínio edificio professor esteves	Nascente	175,20		-22,50805389	-43,18329028	OUTROS
Petrópolis	CONDOMÍNIO PARQUE INGELHEIM	Nascente	8.497,20		-22,39919444	-43,15517583	OUTROS
Petrópolis	Condomínio Parque Residencial Santa Branca	Nascente	14.454,00		-22,52436861	-43,19336139	OUTROS
Petrópolis	Condomínio Vale das Samamabaias	Nascente	7.300,00		-22,47085083	-43,13456028	OUTROS
Petrópolis	Condomínio Vale das Samamabaias	Nascente	6.570,00		-22,47077	-43,13460028	OUTROS
Petrópolis	Condomínio Vale das Samamabaias	Nascente	5.475,00		-22,47133556	-43,13508833	OUTROS
Petrópolis	Condomínio Vale das Samamabaias	Nascente	8.030,00		-22,46956778	-43,13528694	OUTROS
Petrópolis	Condomínio Vale das Samamabaias	Nascente	9.125,00		-22,46956833	-43,13532583	OUTROS
Petrópolis	Condomínio Vale de São Fernando	Nascente	9.723,60		-22,41187778	-43,16982889	OUTROS
Petrópolis	CONDOMINIO VALE DO RETIRO	Nascente	2.190,00		-22,47185083	-43,16584472	OUTROS
Petrópolis	CONDOMINIO VALE DO SOSSEGO	Nascente	2.764,80		-22,44143583	-43,16033861	OUTROS
Petrópolis	CONDOMINIO VALE DO SOSSEGO	Nascente	3.504,00		-22,43808972	-43,15912944	OUTROS
Petrópolis	CONDOMÍNIO VARGEM ALEGRE	Açude ou Barragem de acumulação	40.996,80		-22,3876275	-43,16086278	OUTROS

Município	Razão Social	Corpo Hídrico	Vazão m³/ano Não Sazonal	Vazão m³/ano Sazonal	Latitude	Longitude	USO
Petrópolis	Confecções Feranda Ltda	Nascente	6.912,00		-22,49426417	-43,20587167	INDÚSTRIA
Petrópolis	ECOBOLA EMPREENDIMENTOS ESPORTIVOS LTDA	Nascente	0,91		-22,52509972	-43,18852056	OUTROS
Petrópolis	EDITORA VOZES LTDA	Nascente	2.880,00		-22,50765667	-43,18730944	INDÚSTRIA
Petrópolis	EDUARDO GOMES DA SILVA	Nascente	1.825,00		-22,50274722	-43,20048472	OUTROS
Petrópolis	EDUARDO LUIZ RODRIGUES	Rio ou Curso d'água	8.760,00		-22,46666667	-43,1	IRRIGAÇÃO
Petrópolis	Empresa de Águas São Lourenço Ltda	Nascente	45.552,00		-22,48098387	-43,20866654	INDÚSTRIA
Petrópolis	ESCOLA DE MÚSICA SANTA CECÍLIA	Nascente	1.200,00		-22,5122825	-43,17708222	OUTROS
Petrópolis	fazenda samambaia	Nascente	3.467,50		-22,46974944	-43,1408425	OUTROS
Petrópolis	FERNANDO LUIZ BRAGA	Nascente	2.476,06		-22,47808056	-43,24448083	OUTROS
Petrópolis	FLORA LUZITÂNIA LTDA	Nascente	616,32		-22,49834778	-43,16432944	OUTROS
Petrópolis	Freire Palha empreendimentos Hoteleiros Ltda	Nascente	1.533,00		-22,379845	-43,0829875	OUTROS
Petrópolis	Freire Palha Empreendimentos Hoteleiros Ltda	Nascente	730,00		-22,37290778	-43,07245444	OUTROS
Petrópolis	Freire Palha Empreendimentos Hoteleiros Ltda	Nascente	730,00		-22,37202528	-43,07267056	OUTROS
Petrópolis	Fundação Octacílio Gualberto	Nascente	792,00		-22,4942425	-43,18137139	OUTROS
Petrópolis	GALP AUTO POSTO	Nascente	3.650,00		-22,52502222	-43,19206972	OUTROS

Município	Razão Social	Corpo Hídrico	Vazão m³/ano Não Sazonal	Vazão m³/ano Sazonal	Latitude	Longitude	USO
Petrópolis	GILSON ROBERTO VISENTE GREGORIO	Rio ou Curso d'água	730.000,00		-22,39026389	-43,03759083	IRRIGAÇÃO
Petrópolis	HENRIQUE MESQUITA DA COSTA	Rio ou Curso d'água	11.680,00		-22,41407861	-43,09563917	IRRIGAÇÃO
Petrópolis	Hotel Geraniun's	Nascente	3,65		-22,50603667	-43,18858444	
Petrópolis	isabel cristina da rocha	Nascente	2.190,00		-22,53612889	-43,16931583	IRRIGAÇÃO
Petrópolis	ITAPNEUS E ACESSÓRIOS LTDA	Rede Pública	633,60		0	0	OUTROS
Petrópolis	Jose Francisco Leandro	Rio ou Curso d'água	8.760,00		-22,46666667	-43,1	IRRIGAÇÃO
Petrópolis	JOSE JOAQUIM GOMES PIMENTA	Rio ou Curso d'água	5.694,00		-22,45054472	-43,04354444	IRRIGAÇÃO
Petrópolis	JOSE LUIS MEIRA DE MIRANDA	Nascente	12.264,00		-22,45	-43,11666667	IRRIGAÇÃO
Petrópolis	JOSE RODRIGUES DE MELO	Rio ou Curso d'água	3.456,00		-22,30244722	-43,14773361	IRRIGAÇÃO
Petrópolis	Joubert Eduardo de Souza	Lago natural ou lagoa	3.650,00		-22,43388889	-43,34944444	IRRIGAÇÃO
Petrópolis	Laboratórios Baffi Ltda	Nascente	138,24		-22,51157444	-43,18395361	OUTROS
Petrópolis	LEXMAR INDÚSTRIA E COMERCIO DE MALHAS LTDA.	Barragem de nível	350.400,00		-22,52653056	-43,15406944	INDÚSTRIA
Petrópolis	LEXMAR INDÚSTRIA E COMERCIO DE MALHAS LTDA.	Barragem de nível	87.600,00		-22,52948333	-43,15689722	INDÚSTRIA
Petrópolis	MALHAS LIMA LIMITADA	Nascente	5.760,00		-22,50699333	-43,20061444	OUTROS
Petrópolis	MARCELO LUIZ RODRIGUES	Rio ou Curso d'água	1.825,00		-22,39472917	-43,038335	IRRIGAÇÃO

Município	Razão Social	Corpo Hídrico	Vazão m³/ano Não Sazonal	Vazão m³/ano Sazonal	Latitude	Longitude	USO
Petrópolis	MARCIONEI DINIZ DE LIMA	Rio ou Curso d'água	7.300,00		-22,23993361	-43,03461389	IRRIGAÇÃO
Petrópolis	MARIA LUZIA DA COSTA	Nascente	0,01		-22,3838725	-43,12172972	OUTROS
Petrópolis	Moinho Verde Alimentos Ltda	Nascente	5.840,00		-22,47826972	-43,21611194	INDÚSTRIA
Petrópolis	Moinho Verde Alimentos Ltda	Nascente	5.840,00		-22,48073056	-43,22011944	INDÚSTRIA
Petrópolis	NESTLE WATERS BRASIL - BEBIDAS E ALIMENTOS LTDA	Nascente	15.768,00		-22,47913889	-43,21013889	MINERAÇÃO
Petrópolis	NESTLE WATERS BRASIL - BEBIDAS E ALIMENTOS LTDA	Nascente	25.404,00		-22,48169444	-43,20897222	MINERAÇÃO
Petrópolis	NESTLE WATERS BRASIL - BEBIDAS E ALIMENTOS LTDA	Nascente	21.900,00		-22,48219444	-43,20988889	MINERAÇÃO
Petrópolis	NESTLE WATERS BRASIL - BEBIDAS E ALIMENTOS LTDA	Nascente	13.140,00		-22,47916667	-43,21013889	MINERAÇÃO
Petrópolis	ONEAS GONÇALVES DE OLIVEIRA	Nascente	3.285,00		-22,245	-43,02111111	IRRIGAÇÃO
Petrópolis	PAULO COSME GORGES	Nascente	2.190,00		-22,39175222	-43,15294333	IRRIGAÇÃO
Petrópolis	PEDRO CARDOSO MARTINS MOREIRA	Rio ou Curso d'água	12,00		-22,38001639	-43,21257417	OUTROS
Petrópolis	PETRO ITA TRANSPORTE COLETIVO DE PASSAGEIRO LTDA	Nascente	0,00	3.357,60	-22,52892778	-43,19539722	INDÚSTRIA
Petrópolis	PETRO ITA TRANSPORTES COLETIVOS DE PASSAGEIROS LTDA	Nascente	3.650,00		-22,52866389	-43,19498056	OUTROS
Petrópolis	POLYCART INDÚSTRIA E	Nascente	1.022,00		-22,50564028	-43,21374333	INDÚSTRIA

Município	Razão Social	Corpo Hídrico	Vazão m³/ano Não Sazonal	Vazão m³/ano Sazonal	Latitude	Longitude	USO
	COMÉRCIO DE MANUFATURADOS DE PAPÉIS LTDA						
Petrópolis	POUSADA H INACIO FROTA LTDA ME	Nascente	159.870,00		-22,4572425	-43,14698944	OUTROS
Petrópolis	PREFEITURA MUNICIPAL DE PETRÓPOLIS	Nascente	25.550,00		-22,45200528	-43,16460028	OUTROS
Petrópolis	RAFAEL PIRES FERREIRA	Nascente	8.760,00		-22,51677944	-43,11945389	IRRIGAÇÃO
Petrópolis	SERVIÇO SOCIAL DO COMÉRCIO/ARRJ - UNIDADE NOGUEIRA	Nascente	146,00		-22,41466472	-43,12153917	OUTROS
Petrópolis	Sinart Sociedade Nacional de apoio Rodoviário e Turístico Ltda	Nascente	0,00		-22,44831222	-43,15889694	OUTROS
Petrópolis	Sinart Sociedade Nacional de Apoio Rodoviário e Turístico Ltda	Nascente	7.300,00		-22,55696667	-43,23703889	OUTROS
Petrópolis	Sinesio Correa de Lima	Rio ou Curso d'água	10.950,00		-22,295005	-43,04503306	IRRIGAÇÃO
Petrópolis	Sociedade Amigos do Vale da Boa Esperança	Rio ou Curso d'água	113.880,00		-22,41325	-43,05862222	OUTROS
Petrópolis	Sociedade Amigos do Vale da Boa Esperança	Rio ou Curso d'água	192.720,00		-22,41096389	-43,057375	OUTROS
Petrópolis	SOLIMAR AZEVEDO AREAS	Nascente	5.475,00		-22,37612389	-43,13359389	IRRIGAÇÃO
Petrópolis	Tambo Los Incas Turismo Ltda	Nascente	5.028,24		-22,39415972	-43,08488306	OUTROS
Petrópolis	Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro	Nascente	535,68		-22,39993861	-43,16857167	OUTROS

Município	Razão Social	Corpo Hídrico	Vazão m³/ano Não Sazonal	Vazão m³/ano Sazonal	Latitude	Longitude	USO
Petrópolis	VEP- Veículos Especiais de Petrópolis Ltda	Nascente	374,40		-22,53258306	-43,21735333	OUTROS
Petrópolis	Vera Mellado Teixeira	Nascente	0,00	275,90	-22,48626667	-43,20206111	OUTROS
Petrópolis	VIAÇÃO CASCATINHA LTDA	Nascente	1.460,00		-22,46512972	-43,14982361	OUTROS
Petrópolis	WERNER FÁBRICA DE TECIDOS S/A.	Rio ou Curso d'água	258.065,28		-22,51091667	-43,20747222	INDÚSTRIA
Petrópolis	WERNER FÁBRICA DE TECIDOS S/A.	Rio ou Curso d'água	143.953,92		-22,51686111	-43,20516667	INDÚSTRIA
Petrópolis	WERNER FÁBRICA DE TECIDOS S/A.	Rio ou Curso d'água	5.258,88		-22,51494444	-43,20655556	INDÚSTRIA
São José do Vale do Rio Preto	Ademir José de Freitas	Nascente	2.112.000,00		-22,17126667	-42,92496167	
São José do Vale do Rio Preto	Ademir José de Freitas	Nascente	2.112.000,00		-22,18562306	-42,94117028	IRRIGAÇÃO/OUTROS
São José do Vale do Rio Preto	Adilson Rodrigues Pinto	Nascente	5.328,00		-22,13097639	-42,79482833	IRRIGAÇÃO
São José do Vale do Rio Preto	AVECRE-ABATEDOURO LTDA.	Rio ou Curso d'água	180.000,00		-22,21202	-42,97682972	INDÚSTRIA
São José do Vale do Rio Preto	ELIO OLIVEIRA DA SILVA	Rio ou Curso d'água	0,00	3.360,00	-22,15135306	-42,979145	IRRIGAÇÃO
São José do Vale do Rio Preto	Hélio Souza da Costa	Rio ou Curso d'água	59.400,00		-22,11986167	-42,93561306	IRRIGAÇÃO
São José do Vale do Rio Preto	IZIDORO INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE ARTEFATOS DE CIMENTO ARMADO E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO LTDA	Rio ou Curso d'água	1.560.000,00		-22,15552111	-42,80733222	INDÚSTRIA
São José do Vale do Rio Preto	Manoel de Araújo	Rio ou Curso d'água	19.008,00		-22,18562306	-43,01850917	IRRIGAÇÃO

Município	Razão Social	Corpo Hídrico	Vazão m³/ano Não Sazonal	Vazão m³/ano Sazonal	Latitude	Longitude	USO
São José do Vale do Rio Preto	Pedro Brito da Silva	Nascente	4.665,60		-22,21999833	-42,96334278	CRIAÇÃO ANIMAL/IRRIGAÇÃO
São José do Vale do Rio Preto	PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO JOSÉ DO VALE DO RIO PRETO	Nascente	8.751.240,00		-22,101825	-42,87241111	ABASTECIMENTO
São José do Vale do Rio Preto	Renildo Gomes de Oliveira	Açude ou Barragem de acumulação	156.000,00		-22,11939861	-42,88513444	IRRIGAÇÃO
São José do Vale do Rio Preto	Ricardo Celso Hansen Kneipp	Nascente	65.692,99		-22,20322111	-43,01665694	IRRIGAÇÃO
São José do Vale do Rio Preto	Ricardo Celso Hansen Kneipp	Rio ou Curso d'água	28.800,00		-22,20322111	-43,01665694	IRRIGAÇÃO
São José do Vale do Rio Preto	Ricardo Celso Hansen Kneipp	Rio ou Curso d'água	43.199,86		-22,20322111	-43,01665694	IRRIGAÇÃO
São José do Vale do Rio Preto	Ricardo Celso Hansen Kneipp	Rio ou Curso d'água	28.800,00		-22,20322111	-43,01665694	IRRIGAÇÃO
São José do Vale do Rio Preto	Total Alimentos S/A	Nascente	449,28		-22,15138889	-42,92444444	INDÚSTRIA
São José do Vale do Rio Preto	Ubirajara de Medeiros Bravo	Nascente	5.040,00		-22,12495583	-42,88281889	CRIAÇÃO ANIMAL
São José do Vale do Rio Preto	Ubirajara de Medeiros Bravo	Nascente	5.040,00		-22,12495583	-42,88281889	IRRIGAÇÃO
São José do Vale do Rio Preto	Waldemiro t gerhardt	Nascente	480,00		-22,1675	-42,94666667	OUTROS
Sapucaia	CLÁUDIO DAMASCENO DE OLIVEIRA NEVES	Rio ou Curso d'água	4.380,00		-22,09234722	-42,88152806	IRRIGAÇÃO
Sapucaia	EDUARDO DE OLIVEIRA WERNECK	Rio ou Curso d'água	2.190,00		-22,10199139	-42,87067833	IRRIGAÇÃO
Sapucaia	FLAVIO DE OLIVEIRA SOUZA	Rio ou Curso d'água	12,00		-22,11404667	-42,86645917	IRRIGAÇÃO
Sapucaia	INDÚSTRIA DE PÁPEIS SUDESTE LTDA.	Rio ou Curso d'água	127.750,00		-22,04657028	-42,99595361	INDÚSTRIA

Município	Razão Social	Corpo Hídrico	Vazão m³/ano Não Sazonal	Vazão m³/ano Sazonal	Latitude	Longitude	USO
Sapucaia	IRANILSON SILVA GOMES	Nascente	5.840,00		-22,11284111	-42,81884111	IRRIGAÇÃO
Sapucaia	JOÃO BROXADO DE OLIVEIRA	Rio ou Curso d'água	4.380,00		-22,09295	-42,90503583	IRRIGAÇÃO
Sapucaia	JORGE DA SILVA	Rio ou Curso d'água	26.280,00		-21,99972222	-42,90805556	AQUICULTURA
Sapucaia	JORGE GONÇALVES	Nascente	1.523,52		-22,12429361	-42,84475972	IRRIGAÇÃO
Sapucaia	JOSÉ MARIA DE SOUZA	Rio ou Curso d'água	2.190,00		-22,10922444	-42,86766472	IRRIGAÇÃO
Sapucaia	LEANDRO BROXADO DE OLIVEIRA	Rio ou Curso d'água	1.460,00		-22,09656667	-42,87007556	IRRIGAÇÃO
Sapucaia	LUANA DA SILVA DE SOUZA FERNANDES	Nascente	4.380,00		-22,08873083	-42,88815861	CRIAÇÃO ANIMAL
Sapucaia	MARLENE BROXADO DE OLIVEIRA	Rio ou Curso d'água	4.380,00		-22,10199139	-42,86706194	IRRIGAÇÃO
Sapucaia	MARLENE VIEIRA DA SILVA	Açude ou Barragem de acumulação	4.320,00		-22,11416667	-42,81805556	IRRIGAÇÃO
Sapucaia	NAZARENO DE SOUZA	Rio ou Curso d'água	2.190,00		-22,11103278	-42,86706194	IRRIGAÇÃO
Sapucaia	PREFEITURA MUNICIPAL DE SAPUCAIA	Rede Pública	0,00		0	0	ESGOTAMENTO
Sapucaia	Prefeitura Municipal de Sapucaia	Rede Pública	536.112,00		0	0	ESGOTAMENTO
Sapucaia	Prefeitura Municipal de Sapucaia	Rede Pública	247.645,20		0	0	ESGOTAMENTO
Sapucaia	Sapucaia - Companhia Estadual de Águas e Esgotos	Rio ou Curso d'água	376.680,00		-22,03333333	-42,78333333	ABASTECIMENTO
Sapucaia	Sapucaia - Companhia Estadual de Águas e Esgotos	Rio ou Curso d'água	350.400,00		-21,9	-42,7	ABASTECIMENTO

Município	Razão Social	Corpo Hídrico	Vazão m³/ano Não Sazonal	Vazão m³/ano Sazonal	Latitude	Longitude	USO
Sapucaia	Sapucaia - Companhia Estadual de Águas e Esgotos	Rio ou Curso d'água	246.769,20		-22	-42,93333333	ABASTECIMENTO
Sapucaia	Sapucaia - Companhia Estadual de Águas e Esgotos	Rio ou Curso d'água	350.400,00		-21,9	-42,7	ABASTECIMENTO
Sapucaia	SERGIO LUIZ MARTINS DE AMORIM	Rio ou Curso d'água	1.728,00		-22,10922444	-42,90021361	IRRIGAÇÃO
Sumidouro	ABEL GALLO	Nascente	365,00		-22,19416667	-42,72222222	OUTROS
Sumidouro	ABEL GALLO	Açude ou Barragem de acumulação	864,00		-22,19361111	-42,72361111	IRRIGAÇÃO
Sumidouro	ALOISIO MONTEIRO GONÇALVES	Nascente	7.200,00		-22,05138889	-42,65333333	IRRIGAÇÃO/OUTROS
Sumidouro	Altamiro Veiga Pereira	Rio ou Curso d'água	12.240,00		-22,17361111	-42,63861111	IRRIGAÇÃO/OUTROS
Sumidouro	AMAURI DA SILVA e outros	Nascente	2.700,00		-22,07083333	-42,60083333	OUTROS
Sumidouro	AMAURI DA SILVA e outros	Nascente	365,00		-22,06944444	-42,59916667	CRIAÇÃO ANIMAL/IRRIGAÇÃO
Sumidouro	Angelito Ramos da Silva	Nascente	0,00	624,00	-22,14098333	-42,67226667	IRRIGAÇÃO
Sumidouro	Angelito Ramos da Silva	Nascente	0,00	468,00	-22,14184444	-42,67436111	IRRIGAÇÃO
Sumidouro	ANTONIO MARCIO PINHEIRO DE AGUIAR	Nascente	18,00		-22,17111111	-42,66944444	IRRIGAÇÃO
Sumidouro	ANTONIO MARCIO PINHEIRO DE AGUIAR	Rio ou Curso d'água	1.152,00		-22,17305556	-42,67027778	OUTROS
Sumidouro	ATHAYDE JOSÉ DA SILVA	Rio ou Curso d'água	305.198,40		-22,07780778	-42,68367972	IRRIGAÇÃO

Município	Razão Social	Corpo Hídrico	Vazão m³/ano Não Sazonal	Vazão m³/ano Sazonal	Latitude	Longitude	USO
Sumidouro	Auro Torres Barboza	Nascente	5.760,00		-22,06944444	-42,64666667	IRRIGAÇÃO
Sumidouro	Betinho da Silva Antunes	Nascente	5.256,00		-22,19065417	-42,66764667	IRRIGAÇÃO
Sumidouro	BRAS CHARLES WAROL	Nascente	7.128,00		-22,15666667	-42,74833333	IRRIGAÇÃO
Sumidouro	CARLOS ALBERTO HOTZ DA CUNHA	Rio ou Curso d'água	3.600,00		-22,14805556	-42,72888889	IRRIGAÇÃO
Sumidouro	Celso Luiz Viana Gaspar	Rio ou Curso d'água	6.000,00		-22,02083333	-42,66138889	IRRIGAÇÃO
Sumidouro	CLEIDE CHERMAUTH DE MELLO	Rio ou Curso d'água	6.480,00		-22,15666667	-42,74166667	IRRIGAÇÃO
Sumidouro	CLEIDSON DA COSTA MELO	Nascente	2.880,00		-22,19555556	-42,73805556	IRRIGAÇÃO
Sumidouro	DAILTON LOPES MARTINS	Açude ou Barragem de acumulação	3.456,00		-22,17138889	-42,67972222	IRRIGAÇÃO
Sumidouro	DAIR HOTTZ RIMES	Rio ou Curso d'água	0,00	300,00	-22,19111111	-42,65111111	OUTROS
Sumidouro	DALTON RIMES DOS SANTOS	Rio ou Curso d'água	3.600,00		-22,175	-42,63166667	OUTROS
Sumidouro	DALTON RIMES DOS SANTOS	Nascente	730,00		-22,1725	-42,63194444	IRRIGAÇÃO
Sumidouro	DEJAIR WAROL PEREZ	Nascente	360,00		-22,13416667	-42,67555556	IRRIGAÇÃO
Sumidouro	Dejar Veiga Mattos	Açude ou Barragem de acumulação	0,00	8.715,00	-22,18973333	-42,72263056	IRRIGAÇÃO
Sumidouro	Dione da Cunha Angott	Açude ou Barragem de acumulação	0,00	9.180,00	-22,20387778	-42,65496667	IRRIGAÇÃO
Sumidouro	DULCINEA FERRAZ DA SILVA GOMES	Rio ou Curso d'água	7.200,00		-22,13717583	-42,71247194	

Município	Razão Social	Corpo Hídrico	Vazão m³/ano Não Sazonal	Vazão m³/ano Sazonal	Latitude	Longitude	USO
Sumidouro	Edalberto Santos	Nascente	1.752,00		-22,1025	-42,61833333	OUTROS
Sumidouro	Edalberto Santos	Rio ou Curso d'água	0,00		-22,10305556	-42,61861111	IRRIGAÇÃO
Sumidouro	Edenilson Augusto Zão	Nascente	3.650,00		-22,08583333	-42,63805556	OUTROS
Sumidouro	Edenilson Augusto Zão	Açude ou Barragem de acumulação	0,00		-22,08972222	-42,64277778	CRIAÇÃO ANIMAL/IRRIGAÇÃO
Sumidouro	Elias Alves Moreira	Nascente	6.480,00		-22,17944444	-42,60888889	IRRIGAÇÃO/OUTROS
Sumidouro	ELIAS DA COSTA JASMIM	Nascente	2.400,00		-22,10305556	-42,67555556	CRIAÇÃO ANIMAL/IRRIGAÇÃO
Sumidouro	ELIAS DA COSTA JASMIM	Nascente	2.400,00		-22,10416667	-42,67555556	IRRIGAÇÃO
Sumidouro	ELIAS DA COSTA JASMIM	Rio ou Curso d'água	2.400,00		-22,11666667	-42,6875	IRRIGAÇÃO
Sumidouro	Elias de Mello Peixoto	Nascente	1.095,00		-22,19472222	-42,71277778	IRRIGAÇÃO
Sumidouro	Elias de Mello Peixoto	Nascente	0,00	75,00	-22,19194444	-42,71472222	IRRIGAÇÃO
Sumidouro	ENERSON COSTA LIMA	Rio ou Curso d'água	4.320,00		-22,09305556	-42,68083333	IRRIGAÇÃO
Sumidouro	Enerson Costa Lima	Nascente	5.760,00		-22,06694444	-42,64666667	IRRIGAÇÃO
Sumidouro	Erdivaldo de Almeida Rodrigues	Rio ou Curso d'água	2,00		-22,08361111	-42,64444444	IRRIGAÇÃO
Sumidouro	FERNANDA BRUGGER LEMOS RODRIGUES	Açude ou Barragem de acumulação	4.320,00		-22,13916667	-42,70361111	
Sumidouro	FERNANDA PEREIRA ANTUNES	Rio ou Curso d'água	432,00		-22,18916667	-42,67861111	IRRIGAÇÃO
Sumidouro	Geciel Comba Lopes	Açude ou Barragem de	0,00		-22,08555556	-42,60166667	IRRIGAÇÃO

Município	Razão Social	Corpo Hídrico	Vazão m³/ano Não Sazonal	Vazão m³/ano Sazonal	Latitude	Longitude	USO
		acumulação					
Sumidouro	Genésio Lessa Thomaz	Açude ou Barragem de acumulação	0,00	7.000,00	-22,19064444	-42,67819722	IRRIGAÇÃO
Sumidouro	GETULIO HOTTZ RIMES	Açude ou Barragem de acumulação	0,00	1.568,00	-22,19527778	-42,65	OUTROS
Sumidouro	GILBERTO HOTTZ	Açude ou Barragem de acumulação	0,00	504,00	-22,17722222	-42,66222222	IRRIGAÇÃO
Sumidouro	Gilmar Mattos Ramos	Rio ou Curso d'água	2.400,00		-22,13194444	-42,66166667	IRRIGAÇÃO
Sumidouro	HENERSON DE CASTRO MATTOS	Açude ou Barragem de acumulação	3.024,00		-22,19138889	-42,69583333	IRRIGAÇÃO
Sumidouro	ILDEBRANDO DE MOURA MACHADO	Nascente	2.920,00		-22,05277778	-42,66333333	CRIAÇÃO ANIMAL/OUTROS
Sumidouro	ILDEBRANDO DE MOURA MACHADO	Açude ou Barragem de acumulação	0,00		-22,05666667	-42,66583333	IRRIGAÇÃO
Sumidouro	Irene da Silva Pereira	Açude ou Barragem de acumulação	0,00	8.600,00	-22,16031111	-42,66073889	IRRIGAÇÃO
Sumidouro	JOAO PAULO DIAS DA CONCEIÇÃO	Rio ou Curso d'água	4.752,00		-22,18	-42,70916667	IRRIGAÇÃO
Sumidouro	JOEZER DO ESPIRITO SANTO REZENDE	Nascente	6.480,00		-22,20111111	-42,74111111	IRRIGAÇÃO
Sumidouro	JOILMO FERREIRA DE ALMEIDA	Nascente	1.095,00		-22,16194444	-42,62888889	OUTROS
Sumidouro	Joilson Lopes Martins	Rio ou Curso d'água	0,00	160,00	-22,20638889	-42,70916667	IRRIGAÇÃO
Sumidouro	Joilson Lopes Martins	Nascente	730,00		-22,22305556	-42,72583333	OUTROS

Município	Razão Social	Corpo Hídrico	Vazão m³/ano Não Sazonal	Vazão m³/ano Sazonal	Latitude	Longitude	USO
Sumidouro	JONAS RIMES DOS SANTOS	Açude ou Barragem de acumulação	1.440,00		-22,21305556	-42,67388889	IRRIGAÇÃO
Sumidouro	José Aleomar Rimes de Jesus	Açude ou Barragem de acumulação	0,00	17.580,00	-22,19956278	-42,66776067	IRRIGAÇÃO
Sumidouro	JOSÉ ANTONIO PEREIRA	Nascente	87,60		-22,16972222	-42,64194444	OUTROS
Sumidouro	JOSÉ ANTONIO PEREIRA	Açude ou Barragem de acumulação	0,00	1.286,40	-22,17	-42,63916667	CRIAÇÃO ANIMAL/IRRIGAÇÃO
Sumidouro	JOSE BITTENCOURT DE MIRANDA	Nascente	960,00		-22,17527778	-42,67805556	IRRIGAÇÃO/OUTROS
Sumidouro	José Carlos da Silva Pinto	Açude ou Barragem de acumulação	0,00	15.050,00	-22,16989722	-42,63820278	IRRIGAÇÃO
Sumidouro	José Gonçalves Damião	Rio ou Curso d'água	6.720,00		-22,07527778	-42,70083333	IRRIGAÇÃO
Sumidouro	Jose Kenes da Silva Pereira	Nascente	730,00		-22,18921389	-42,69675556	IRRIGAÇÃO
Sumidouro	Jose Kenes da Silva Pereira	Nascente	0,00	531,00	-22,18815	-42,69108333	OUTROS
Sumidouro	Jose Luiz Rimes Rodrigues	Nascente	12.960,00		-22,20166667	-42,66916667	IRRIGAÇÃO/OUTROS
Sumidouro	Jose Maicon Angotte da Silva	Rio ou Curso d'água	8.640,00		-22,16598833	-42,63126472	OUTROS
Sumidouro	José Martins de Jesus	Açude ou Barragem de acumulação	0,00	13.900,00	-22,19956278	-42,66776067	IRRIGAÇÃO
Sumidouro	JOSE VANE DA SILVA	Rio ou Curso d'água	720,00		-22,1575	-42,57972222	IRRIGAÇÃO
Sumidouro	JOSE VANE DA SILVA	Rio ou Curso d'água	720,00		-22,15888889	-42,57944444	IRRIGAÇÃO/OUTROS
Sumidouro	Josimar Bertoloto	Açude ou Barragem de	0,00		-22,05333333	-42,64055556	IRRIGAÇÃO/OUTROS

Município	Razão Social	Corpo Hídrico	Vazão m³/ano Não Sazonal	Vazão m³/ano Sazonal	Latitude	Longitude	USO
		acumulação					
Sumidouro	Josimar de Oliveira Veiga	Açude ou Barragem de acumulação	5.760,00		-22,22210333	-42,68244639	IRRIGAÇÃO
Sumidouro	JOSIMAR MEDEIROS RAMOS	Açude ou Barragem de acumulação	6.480,00		-22,12666667	-42,69416667	IRRIGAÇÃO
Sumidouro	julio de oliveira veiga	Nascente	360,00		-22,16722222	-42,62944444	IRRIGAÇÃO
Sumidouro	julio de oliveira veiga	Nascente	720,00		-22,16638889	-42,63194444	OUTROS
Sumidouro	Junemax de Paula Maduro	Açude ou Barragem de acumulação	0,00	13.650,00	-22,21318333	-42,67400278	IRRIGAÇÃO
Sumidouro	LAERCIO LAMPA	Nascente	5.760,00		-22,13277778	-42,68944444	IRRIGAÇÃO
Sumidouro	LANDIRLEI DA SILVA GOMES	Nascente	1.460,00		-22,10527778	-42,6725	OUTROS
Sumidouro	LANDIRLEI DA SILVA GOMES	Nascente	7.200,00		-22,11472222	-42,67305556	CRIAÇÃO ANIMAL/IRRIGAÇÃO
Sumidouro	Ligia Freiman da Silva	Nascente	1.752,00		-22,16638889	-42,59888889	IRRIGAÇÃO
Sumidouro	Ligia Freiman da Silva	Rio ou Curso d'água	0,00	39,00	-22,16677778	-42,59827778	OUTROS
Sumidouro	LUCIO DA ROCHA WAROL	Rio ou Curso d'água	4.752,00		-22,08805556	-42,72111111	IRRIGAÇÃO
Sumidouro	Magda Pacheco de Almeida	Nascente	2.688,00		-22,10972222	-42,61055556	OUTROS
Sumidouro	Magda Pacheco de Almeida	Nascente	8.760,00		-22,10861111	-42,61305556	IRRIGAÇÃO
Sumidouro	Maico Oliveira da Silva	Açude ou Barragem de acumulação	0,00	3.000,00	-22,18575	-42,67577778	IRRIGAÇÃO

Município	Razão Social	Corpo Hídrico	Vazão m³/ano Não Sazonal	Vazão m³/ano Sazonal	Latitude	Longitude	USO
Sumidouro	MAICON TAVARES ISIDORO	Nascente	5.040,00		-22,20083333	-42,73722222	IRRIGAÇÃO
Sumidouro	Manoel Damião	Rio ou Curso d'água	0,00		-22,135	-42,67083333	OUTROS
Sumidouro	Manoel Damião	Nascente	5.840,00		-22,13305556	-42,66888889	CRIAÇÃO ANIMAL/IRRIGAÇÃO
Sumidouro	Manoel Lampa	Nascente	24.528,00		-22,0675	-42,625	CRIAÇÃO ANIMAL/IRRIGAÇÃO
Sumidouro	Manoel Lampa	Nascente	6.048,00		-22,07277778	-42,62333333	OUTROS
Sumidouro	Manoel Sadyr Maduro	Açude ou Barragem de acumulação	0,00	24.650,00	-22,24433333	-42,69706111	IRRIGAÇÃO
Sumidouro	MARCIANO VEIGA MATTOS	Rio ou Curso d'água	960,00		-22,16055556	-42,68333333	IRRIGAÇÃO
Sumidouro	Marco Aurélio da Silva	Açude ou Barragem de acumulação	9.600,00		-22,08555556	-42,60444444	IRRIGAÇÃO
Sumidouro	Mario Carlos dos Santos Serafim	Nascente	4.500,00		-22,07888889	-42,63388889	CRIAÇÃO ANIMAL/IRRIGAÇÃO/O OUTROS
Sumidouro	Mario Sigeru Nogushi	Açude ou Barragem de acumulação	0,00	480,00	-22,15580278	-42,58399167	IRRIGAÇÃO
Sumidouro	Marlete Hottz Antunes	Nascente	10.200,00		-22,16888889	-42,67444444	IRRIGAÇÃO
Sumidouro	Martha Umbelina Paqui da Cunha	Açude ou Barragem de acumulação	0,00	13.450,00	-22,24161	-42,70619083	IRRIGAÇÃO
Sumidouro	MICHEL ANTUNES PEREIRA	Rio ou Curso d'água	0,00	174,72	-22,16583333	-42,63833333	IRRIGAÇÃO
Sumidouro	Nirlan Angote do Canto	Açude ou Barragem de acumulação	0,00	9.000,00	-22,18691389	-42,71437778	IRRIGAÇÃO

Município	Razão Social	Corpo Hídrico	Vazão m³/ano Não Sazonal	Vazão m³/ano Sazonal	Latitude	Longitude	USO
Sumidouro	Odair Ramos	Açude ou Barragem de acumulação	3.600,00		-22,09555556	-42,67944444	IRRIGAÇÃO
Sumidouro	ONOFRE JOAQUIM CORREA	Nascente	960,00		-22,17722222	-42,62277778	OUTROS
Sumidouro	Othon Martins de Souza	Rio ou Curso d'água	0,00	62.050,00	-21,99166667	-42,675	CRIAÇÃO ANIMAL/IRRIGAÇÃO
Sumidouro	Paulo Antonio Francisco Hottz	Açude ou Barragem de acumulação	0,00	4.300,00	-22,19068	-42,65152361	CRIAÇÃO ANIMAL/IRRIGAÇÃO
Sumidouro	Pedro Sérgio Filgueiras	Nascente	2.160,00		-22,07944444	-42,63194444	IRRIGAÇÃO/OUTROS
Sumidouro	Regilso Charles Mattos	Nascente	12.600,00		-22,01083333	-42,62472222	IRRIGAÇÃO
Sumidouro	RENATO DO ESPIRITO SANTO	Nascente	4.320,00		-22,2	-42,73722222	IRRIGAÇÃO
Sumidouro	ROGERIO MADURO VELOSO	Nascente	219,00		-22,19972222	-42,65444444	IRRIGAÇÃO
Sumidouro	ROGERIO MADURO VELOSO	Nascente	0,00	1.890,00	-22,21555556	-42,65333333	OUTROS
Sumidouro	ROGERIO MADURO VELOSO	Nascente	219,00		-22,17833333	-42,65694444	OUTROS
Sumidouro	Roneimar Rimes de Jesus	Açude ou Barragem de acumulação	0,00	14.800,00	-22,19185306	-42,68872028	IRRIGAÇÃO
Sumidouro	Sumidouro - Companhia Estadual de Águas e Esgotos	Rio ou Curso d'água	630.720,00		-22,05020583	-42,67508917	ABASTECIMENTO
Sumidouro	Sumidouro - Companhia Estadual de Águas e Esgotos	Rio ou Curso d'água	438.000,00		-22,06300833	-42,70217889	ABASTECIMENTO
Sumidouro	UECILEI MELO DA SILVA	Rio ou Curso d'água	0,00		-22,10361111	-42,74194444	IRRIGAÇÃO
Sumidouro	VALTAIR DE JESUS VEIGA	Nascente	365,00		-22,19416667	-42,66666667	IRRIGAÇÃO

Município	Razão Social	Corpo Hídrico	Vazão m³/ano Não Sazonal	Vazão m³/ano Sazonal	Latitude	Longitude	USO
Sumidouro	VALTAIR DE JESUS VEIGA	Rio ou Curso d'água	1.080,00		-22,1875	-42,665	OUTROS
Sumidouro	VANILDA DA SILVA CARREIRO	Açude ou Barragem de acumulação	0,00	480,00	-22,15277778	-42,65972222	IRRIGAÇÃO
Sumidouro	Vanor Veiga Pereira	Lago natural ou lagoa	3.360,00		-22,18166667	-42,69166667	IRRIGAÇÃO
Sumidouro	Wagner Angote do Canto	Rio ou Curso d'água	0,00	31.700,00	-22,24639722	-42,70151389	IRRIGAÇÃO
Sumidouro	Walmir Angote Pazinato	Açude ou Barragem de acumulação	0,00	12.850,00	-22,22072222	-42,6811	IRRIGAÇÃO
Sumidouro	WALTENIR NASCIMENTO DA SILVA	Nascente	6.480,00		-22,19583333	-42,73666667	IRRIGAÇÃO
Sumidouro	WALTER DE OLIVEIRA	Rio ou Curso d'água	7.680,00		-22,16111111	-42,69166667	IRRIGAÇÃO
Sumidouro	WANDERLEI GOMES CHARLES	Rio ou Curso d'água	1.920,00		-22,10972222	-42,73555556	IRRIGAÇÃO
Sumidouro	WANDERLEI GOMES CHARLES	Nascente	360,00		-22,10944444	-42,73333333	OUTROS
Sumidouro	Wanderson Cunha do Canto	Açude ou Barragem de acumulação	2.880,00		-22,24676917	-42,70587889	IRRIGAÇÃO
Sumidouro	Wellington Pimentel Maia	Açude ou Barragem de acumulação	720,00		-22,18978889	-42,72258889	IRRIGAÇÃO
Teresópolis	Adailton Magalhães do Canto	Rio ou Curso d'água	0,00	10.700,00	-22,27802778	-42,73288889	IRRIGAÇÃO
Teresópolis	AGROPECUARIA CÉU AZUL S/A	Nascente	0,00	42.672,00	-22,28214722	-42,84347278	OUTROS
Teresópolis	Águas da Fazenda de Teresópolis Comércio e Indústria de Água LTDA - EPP	Nascente	12.600,00		-22,19675	-42,76016667	INDÚSTRIA

Município	Razão Social	Corpo Hídrico	Vazão m³/ano Não Sazonal	Vazão m³/ano Sazonal	Latitude	Longitude	USO
Teresópolis	Antonio Carlos Correa da Cuz	Rio ou Curso d'água	936,00		-22,17166667	-42,7625	IRRIGAÇÃO
Teresópolis	Associação de moradores e amigos do Cruzeiro	Nascente	8.760,00		-22,30388889	-42,94	OUTROS
Teresópolis	Associação de usuários da água tratada	Rio ou Curso d'água	13.140,00		-22,42722222	-43,01638889	OUTROS
Teresópolis	CARLOS HENRIQUE DE BARROS GUARILHA ESTRAÇÃO MINERAL - ME	Rio ou Curso d'água	2.365,20		-22,22872222	-42,90788889	MINERAÇÃO
Teresópolis	Cervejaria Petrópolis LTDA	Açude ou Barragem de acumulação	1.249.176,00		-22,19278333	-42,83000611	INDÚSTRIA
Teresópolis	CERVEJARIA PETRÓPOLIS SA	Rio ou Curso d'água	1.024.920,00		-22,16313889	-42,807	INDÚSTRIA
Teresópolis	CERVEJARIA PETRÓPOLIS SA	Rio ou Curso d'água	880.380,00		-22,18166667	-42,80205556	INDÚSTRIA
Teresópolis	CERVEJARIA PETRÓPOLIS SA	Açude ou Barragem de acumulação	1.249.176,00		-22,19278333	-42,83000611	INDÚSTRIA
Teresópolis	COMPANHIA ESTADUAL DE ÁGUAS E ESGOTOS	Rio ou Curso d'água	252.288,00		-22,40083333	-42,99194444	ABASTECIMENTO
Teresópolis	COMPANHIA ESTADUAL DE ÁGUAS E ESGOTOS	Rio ou Curso d'água	788.400,00		-22,40138889	-43,01527778	ABASTECIMENTO
Teresópolis	COMPANHIA ESTADUAL DE ÁGUAS E ESGOTOS	Rio ou Curso d'água	63.072,00		-22,4	-42,83333333	ABASTECIMENTO
Teresópolis	COMPANHIA ESTADUAL DE ÁGUAS E ESGOTOS	Rio ou Curso d'água	630.720,00		-22,45611111	-43	ABASTECIMENTO
Teresópolis	COMPANHIA ESTADUAL DE ÁGUAS E ESGOTOS	Rio ou Curso d'água	31.536,00		-22,44111111	-42,99666667	ABASTECIMENTO

Município	Razão Social	Corpo Hídrico	Vazão m³/ano Não Sazonal	Vazão m³/ano Sazonal	Latitude	Longitude	USO
Teresópolis	COMPANHIA ESTADUAL DE ÁGUAS E ESGOTOS	Rio ou Curso d'água	315.360,00		-22,44666667	-42,99055556	ABASTECIMENTO
Teresópolis	COMPANHIA ESTADUAL DE ÁGUAS E ESGOTOS	Rio ou Curso d'água	31.536,00		-22,45111111	-43,01472222	ABASTECIMENTO
Teresópolis	COMPANHIA ESTADUAL DE ÁGUAS E ESGOTOS	Rio ou Curso d'água	15.680.400,00		-22,24916667	-42,91472222	ABASTECIMENTO
Teresópolis	COMPANHIA ESTADUAL DE ÁGUAS E ESGOTOS	Rio ou Curso d'água	3.153.600,00		-22,44138889	-42,92	ABASTECIMENTO
Teresópolis	COMPANHIA ESTADUAL DE ÁGUAS E ESGOTOS	Rio ou Curso d'água	630.720,00		-22,45972222	-42,96777778	ABASTECIMENTO
Teresópolis	COMPANHIA ESTADUAL DE ÁGUAS E ESGOTOS	Rio ou Curso d'água	31.536,00		-22,43277778	-42,99583333	ABASTECIMENTO
Teresópolis	COMPANHIA ESTADUAL DE ÁGUAS E ESGOTOS	Rio ou Curso d'água	63.159,60		-22,29027778	-42,77361111	ABASTECIMENTO
Teresópolis	Condomínio do bairro residencial Paço de São Luiz	Nascente	8.760,00		-22,44027778	-43,0175	OUTROS
Teresópolis	CONPAVE CONSTRUÇÕES LTDA EPP	Rio ou Curso d'água	689.850,00		-22,33403056	-42,86984722	OUTROS
Teresópolis	Devanir Honorio Sampaio	Rio ou Curso d'água	14.400,00		-22,16791389	-42,82131667	IRRIGAÇÃO
Teresópolis	Edio Ramos Maturana	Rio ou Curso d'água	4.320,00		-22,25436111	-42,83044444	IRRIGAÇÃO
Teresópolis	ESTACIONAMENTO DE VEICULOS DEDO DE DEUS DE TERESOPOLIS LTDA	Rio ou Curso d'água	528,00		-22,41611111	-42,98222222	OUTROS
Teresópolis	Fernando Tayt Sohn Pimentel	Rio ou Curso d'água	0,00	12.750,00	-22,20844444	-42,75389722	IRRIGAÇÃO

Município	Razão Social	Corpo Hídrico	Vazão m³/ano Não Sazonal	Vazão m³/ano Sazonal	Latitude	Longitude	USO
Teresópolis	FUNDAÇÃO EDUCACIONAL SERRA DOS ÓRGÃOS	Açude ou Barragem de acumulação	70.080,00		-22,39031833	-42,96545222	OUTROS
Teresópolis	Gelson Evangelista Medeiros	Nascente	1.909,68		-22,155	-42,77138889	CRIAÇÃO ANIMAL
Teresópolis	Joana Konig Moreira	Nascente	17.520,00		-22,35166667	-43,02111111	OUTROS
Teresópolis	José da Silva Pereira Filho	Açude ou Barragem de acumulação	0,00	7.000,00	-22,27167778	-42,94010556	IRRIGAÇÃO
Teresópolis	Luciano Lourenço Magalhães	Rio ou Curso d'água	0,00	9.650,00	-22,27686111	-42,73386111	IRRIGAÇÃO
Teresópolis	LUIS ROBERTO TEIXEIRA SOARES	Rio ou Curso d'água	0,00	1.575.072,00	-22,30861111	-42,79416667	AQUICULTURA
Teresópolis	MADEIREIRA E SERRARIA EUCALIPTUS TERESOPOLIS LTDA	Rio ou Curso d'água	633,60		-22,18136722	-42,76581972	OUTROS
Teresópolis	Manoel José Cunha de Magalhães	Açude ou Barragem de acumulação	0,00	19.950,00	-22,28394444	-42,74127778	IRRIGAÇÃO
Teresópolis	MARINILCE SIQUEIRA DE LIMA	Rio ou Curso d'água	648,00		-22,32398889	-42,90821667	IRRIGAÇÃO
Teresópolis	Milton Fernandes Ribeiro	Rio ou Curso d'água	3.600,00		-22,17722222	-42,77722222	IRRIGAÇÃO
Teresópolis	Norma Jonssen Parente	Açude ou Barragem de acumulação	0,00	0,00	-22,305475	-42,999	OUTROS
Teresópolis	Norma Jonssen Parente	Açude ou Barragem de acumulação	0,00	0,00	-22,30647778	-42,98908056	OUTROS
Teresópolis	Norma Jonssen Parente	Açude ou Barragem de acumulação	0,00	0,00	-22,30316944	-42,99321111	OUTROS
Teresópolis	Norma Jonssen Parente	Nascente	0,00	0,00	-22,30673889	-42,98913333	CRIAÇÃO ANIMAL/OUTROS

Município	Razão Social	Corpo Hídrico	Vazão m³/ano Não Sazonal	Vazão m³/ano Sazonal	Latitude	Longitude	USO
Teresópolis	Norma Jonssen Parente	Nascente	0,00	0,00	-22,30790556	-42,98955	CRIAÇÃO ANIMAL/OUTROS
Teresópolis	PEDRO FIRMEZA DE SOUZA LIMA	Rio ou Curso d'água	220.489,20		-22,31939611	-43,03777861	AQUICULTURA
Teresópolis	POÇO FUNDO ENERGIA S/A	Rio ou Curso d'água	711.136.800,00		-22,22530167	-42,9177025	OUTROS
Teresópolis	Teresópolis - Companhia Estadual de Águas e Esgotos	Rio ou Curso d'água	630.720,00		-22,45114139	-43,00145639	ABASTECIMENTO
Teresópolis	Teresópolis - Companhia Estadual de Águas e Esgotos	Rio ou Curso d'água	31.536,00		-22,45510028	-42,99884444	ABASTECIMENTO
Teresópolis	Teresópolis - Companhia Estadual de Águas e Esgotos	Rio ou Curso d'água	13.718.160,00		-22,24868889	-42,91489361	ABASTECIMENTO
Teresópolis	Teresópolis - Companhia Estadual de Águas e Esgotos	Rio ou Curso d'água	210.240,00		-22,39855472	-42,84511833	ABASTECIMENTO
Teresópolis	Teresópolis - Companhia Estadual de Águas e Esgotos	Rio ou Curso d'água	6.307.200,00		-22,24868889	-42,91489361	ABASTECIMENTO
Teresópolis	Teresópolis - Companhia Estadual de Águas e Esgotos	Rio ou Curso d'água	1.576.800,00		-22,44205306	-42,92106778	ABASTECIMENTO
Teresópolis	Teresópolis - Companhia Estadual de Águas e Esgotos	Rio ou Curso d'água	788.400,00		-22,40164333	-43,01505194	ABASTECIMENTO
Teresópolis	Teresópolis - Companhia Estadual de Águas e Esgotos	Rio ou Curso d'água	1.095.000,00		-22,46190306	-42,96802667	ABASTECIMENTO
Teresópolis	Teresópolis - Companhia Estadual de Águas e Esgotos	Rio ou Curso d'água	315.360,00		-22,44667528	-42,91678278	ABASTECIMENTO
Teresópolis	Teresópolis - Companhia Estadual de Águas e Esgotos	Rio ou Curso d'água	157.680,00		-22,44151417	-42,99699944	ABASTECIMENTO

Município	Razão Social	Corpo Hídrico	Vazão m³/ano Não Sazonal	Vazão m³/ano Sazonal	Latitude	Longitude	USO
Teresópolis	Teresópolis - Companhia Estadual de Águas e Esgotos	Rio ou Curso d'água	315.360,00		-22,40038056	-42,99322917	ABASTECIMENTO
Teresópolis	Teresópolis - Companhia Estadual de Águas e Esgotos	Rio ou Curso d'água	157.680,00		-22,29079194	-42,77393611	ABASTECIMENTO
Teresópolis	Teresópolis - Companhia Estadual de Águas e Esgotos	Rio ou Curso d'água	157.680,00		-22,46190306	-42,96802667	ABASTECIMENTO
Teresópolis	VINICIUS CARDOSO MENDONÇA	Rio ou Curso d'água	5.850,00		-22,34919444	-42,87155	IRRIGAÇÃO
Três Rios	FRIRIO VALE DO PARAIBA INDÚSTRIA E COMERCIO DE CARNE LTDA	Rede Pública	37.741,44		0	0	INDÚSTRIA
Três Rios	José Nestor de Souza	Açude ou Barragem de acumulação	14.600,00		-22,0942875	-43,09903694	IRRIGAÇÃO
Três Rios	NM INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE ROUPAS LTDA	Rede Pública	8.363,52		0	0	INDÚSTRIA
Três Rios	NOVA KAERU INDÚSTRIA E COMERCIO DE COUROS LTDA	Nascente	3.120,00		-22,17219444	-43,084	INDÚSTRIA
Três Rios	NOVA KAERU INDÚSTRIA E COMERCIO DE COUROS LTDA	Nascente	3.120,00		-22,17219444	-43,084	INDÚSTRIA
TOTAL (m³/s)			24,994101	0,451334			

ANEXO B

Série de Vazões Médias Mensais da PCH Poço Fundo (Período Jan/31 a Dez/08).

Fonte: (ANEEL, 2011)

Ano	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1931	26,5	34,6	30,0	23,3	17,5	14,4	12,6	11,6	13,0	17,1	20,8	25,7
1932	35,0	28,9	23,6	17,1	17,1	14,7	11,8	12,5	11,0	13,3	16,0	31,5
1933	34,4	22,9	22,2	16,5	15,7	12,6	11,2	9,3	10,0	16,0	17,9	22,8
1934	33,3	18,6	19,9	15,0	11,3	9,6	10,1	7,8	8,9	8,8	12,0	25,2
1935	26,4	37,2	21,3	18,3	14,3	11,6	10,5	9,8	12,1	16,5	14,7	19,9
1936	11,2	15,3	22,4	17,2	11,3	9,2	7,0	6,3	6,8	7,1	7,7	16,7
1937	30,1	28,4	14,4	15,6	15,2	9,3	7,7	5,9	5,6	10,8	20,6	65,1
1938	37,1	32,6	25,2	24,8	16,3	16,0	10,8	14,3	10,7	11,5	16,2	33,0
1939	35,6	26,0	17,1	16,6	11,7	8,6	7,7	6,4	7,2	6,4	10,5	25,8
1940	37,4	28,7	24,5	15,1	11,8	9,2	7,7	6,7	7,1	10,6	17,8	26,8
1941	24,1	14,4	24,5	17,3	11,8	10,1	8,8	6,6	12,7	10,4	14,8	30,9
1942	28,5	17,0	27,4	18,7	14,2	9,8	14,0	9,6	8,3	14,6	17,2	34,9
1943	69,0	42,3	29,7	17,5	13,0	11,7	9,0	10,5	9,8	19,1	19,4	30,8
1944	24,7	46,1	32,9	19,9	15,5	11,5	10,5	8,1	6,9	8,2	11,4	20,0
1945	34,6	35,7	26,7	26,7	15,0	13,7	11,4	8,6	8,6	8,0	16,9	32,5
1946	34,6	18,4	24,6	18,4	11,6	9,6	8,1	6,8	6,3	15,0	28,4	23,9
1947	25,4	35,1	50,1	25,0	16,4	12,8	11,6	11,2	14,1	15,1	20,3	41,4
1948	23,5	38,8	41,8	21,9	16,3	11,7	10,1	9,8	8,7	9,3	18,9	48,0
1949	35,2	41,8	27,5	17,6	13,0	13,0	13,4	10,6	9,4	13,2	18,3	20,1
1950	42,0	33,1	22,6	24,3	15,1	11,4	9,1	7,6	7,0	9,4	13,5	20,5
1951	27,1	36,0	43,6	24,2	15,2	11,6	9,7	8,2	7,2	7,4	8,4	20,7
1952	37,6	54,8	37,2	18,5	13,6	12,4	11,8	11,7	13,3	12,1	21,1	28,4
1953	14,9	22,9	17,0	21,3	15,9	10,5	8,2	7,5	7,4	6,6	19,1	26,5
1954	13,5	13,2	9,9	14,4	11,9	8,0	7,0	7,1	6,4	6,2	6,2	9,7
1955	23,1	9,6	8,5	14,0	8,8	6,6	4,6	3,8	3,5	5,4	16,0	30,9
1956	23,4	11,9	20,2	13,8	11,7	10,2	7,2	8,6	6,4	6,5	17,4	30,7
1957	26,2	22,0	33,0	38,0	15,2	12,0	9,7	7,3	9,5	7,6	10,1	26,5
1958	13,6	19,8	15,2	18,7	15,2	10,3	8,2	6,1	10,3	10,4	20,4	22,8
1959	36,1	15,6	32,7	14,8	10,3	8,0	6,3	8,9	5,6	5,7	17,4	15,5
1960	23,1	33,4	54,6	22,2	14,6	11,3	10,8	12,0	8,4	12,1	15,5	23,9
1961	69,5	39,7	43,5	24,1	18,0	12,8	10,2	7,8	6,4	5,5	7,4	14,8
1962	22,5	34,4	21,0	14,3	12,3	9,3	7,9	6,5	8,1	11,8	20,9	36,4
1963	22,2	29,6	14,6	10,4	7,7	6,8	5,5	4,4	5,6	4,4	11,5	6,9
1964	27,0	50,5	16,1	11,8	11,9	10,7	11,6	7,1	6,2	14,7	16,8	35,9
1965	39,4	47,0	24,2	24,9	28,8	14,8	9,9	6,9	6,7	37,2	32,6	14,5
1966	56,7	16,4	40,0	34,4	23,4	11,4	11,8	11,3	10,2	13,3	32,7	45,6

Ano	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1967	46,1	46,9	41,2	25,3	17,4	15,0	12,0	9,6	11,4	11,7	17,0	32,7
1968	34,6	33,7	37,0	28,0	11,3	9,0	8,6	9,3	8,7	9,0	9,0	14,3
1969	24,6	16,5	25,7	13,6	8,5	8,2	7,2	8,7	7,0	14,0	15,1	22,8
1970	20,7	12,7	14,2	10,0	8,1	7,2	7,4	7,6	10,0	11,6	16,1	10,4
1971	9,8	10,2	11,4	8,5	7,5	6,0	4,7	4,8	7,7	7,8	21,8	31,4
1972	17,7	23,8	22,4	15,0	10,0	7,5	7,9	7,0	6,8	15,8	22,0	21,5
1973	24,9	30,5	18,4	18,6	13,0	9,4	8,3	7,1	7,4	13,7	28,5	23,1
1974	20,0	12,8	13,5	13,1	9,0	8,9	6,6	5,0	4,3	9,2	8,8	22,1
1975	39,0	32,9	19,7	16,0	11,6	9,9	9,5	6,3	7,1	13,1	21,4	17,9
1976	15,6	19,7	15,9	11,6	10,2	8,4	8,5	8,7	13,9	18,9	21,5	31,9
1977	35,2	24,8	15,3	20,9	10,3	8,4	5,7	5,0	8,6	7,4	24,1	42,2
1978	34,0	23,5	19,6	15,1	12,9	9,7	7,9	6,4	5,7	6,5	21,4	16,8
1979	28,0	55,6	28,7	19,1	14,3	12,1	10,1	8,9	12,3	11,1	21,3	26,2
1980	39,4	22,1	11,9	14,3	9,1	7,5	6,3	6,4	5,8	9,7	12,0	31,8
1981	32,1	22,1	22,7	20,0	10,6	8,0	8,0	5,6	4,1	7,5	15,4	39,7
1982	40,2	20,0	39,4	30,7	16,2	12,6	9,5	13,0	9,4	15,0	11,5	32,8
1983	46,0	26,3	42,4	28,4	20,9	32,5	17,4	12,7	31,5	25,2	27,0	33,2
1984	21,4	15,6	18,4	19,3	11,9	8,4	7,4	8,3	6,9	7,4	11,0	15,2
1985	41,1	29,6	28,3	21,7	15,0	10,3	7,9	7,6	7,5	6,9	15,1	22,4
1986	28,0	20,5	18,1	14,4	10,1	7,6	9,6	7,5	9,7	6,5	9,0	28,7
1987	22,9	20,7	22,8	17,9	12,9	11,0	7,6	6,5	7,7	6,6	8,3	25,3
1988	19,0	52,9	23,3	22,1	20,8	13,8	10,6	8,2	6,8	11,1	21,1	20,5
1989	21,1	24,9	27,7	18,8	13,5	13,1	12,3	9,8	10,7	9,5	11,0	16,8
1990	15,0	12,9	20,0	20,2	14,9	9,2	11,8	9,3	12,0	11,4	15,6	12,6
1991	49,5	30,5	27,4	22,4	16,8	12,1	10,4	8,3	11,4	16,2	12,2	22,9
1992	49,5	23,1	16,9	11,2	10,6	8,1	7,7	6,5	12,9	14,6	25,6	24,1
1993	15,3	13,2	14,6	15,8	9,4	9,0	6,5	5,5	7,8	6,8	7,0	14,6
1994	22,3	12,2	32,7	26,0	24,8	14,4	10,9	8,3	7,7	8,7	16,7	26,5
1995	16,5	21,3	12,0	12,8	10,0	8,7	7,2	5,8	9,6	11,9	16,3	22,5
1996	24,9	16,8	18,6	14,7	11,1	10,1	7,8	7,8	15,8	8,9	28,5	30,0
1997	47,5	19,6	26,4	14,1	11,8	11,7	8,8	7,2	8,0	8,5	14,2	16,9
1998	18,3	39,1	17,2	15,7	13,5	8,4	6,8	6,5	6,9	12,8	19,6	20,1
1999	26,0	17,5	16,4	14,0	10,2	9,6	8,4	7,6	7,3	8,4	14,4	21,1
2000	38,5	17,8	20,1	16,4	10,0	8,2	8,7	9,7	13,6	9,1	11,9	19,0
2001	25,4	21,2	17,2	14,8	11,9	8,3	7,3	6,0	6,6	7,7	10,0	23,5
2002	23,0	22,8	16,1	11,8	10,3	7,7	7,2	6,0	8,4	6,0	16,9	43,1
2003	32,6	16,1	17,2	12,5	10,7	8,7	7,5	8,5	8,7	11,2	21,1	23,4
2004	28,3	28,3	21,2	17,3	12,9	11,1	13,5	8,7	6,9	10,8	16,2	26,7
2005	38,1	43,0	30,3	17,7	14,4	12,5	12,4	9,3	10,0	8,4	16,1	29,1
2006	13,7	12,5	13,0	15,5	10,2	8,1	6,5	6,3	6,6	8,8	16,7	23,0
2007	49,4	22,1	14,1	13,9	12,0	9,1	7,9	6,3	5,5	6,5	13,2	18,3
2008	20,1	29,4	27,2	21,3	13,7	10,7	8,4	7,7	7,8	9,7	18,3	22,4

ANEXO C

Série de Vazões Médias Mensais da PCH Piabanha (Período Jan/31 a Dez/99).

Fonte: (PLANAVE/GUASCOR, 2001)

Ano	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1931	58,7	84,4	69,4	49,1	33,4	25,7	21,5	19,1	22,5	32,5	42,2	58,0
1932	84,4	64,2	49,8	31,6	32,0	25,7	18,9	21,1	17,5	23,3	29,1	72,5
1933	83,7	47,6	46,2	30,3	28,6	20,9	17,9	14,0	15,7	29,8	34,9	48,9
1934	84,3	37,6	41,5	27,2	19,2	15,9	15,9	11,8	13,8	13,5	20,1	55,1
1935	59,8	95,5	44,6	35,5	25,3	18,8	16,7	15,1	20,5	31,5	26,6	32,2
1936	24,0	37,2	52,4	35,1	21,9	16,6	12,6	11,3	12,7	13,0	15,8	33,3
1937	57,6	49,6	27,5	27,5	29,5	17,8	13,6	10,9	10,2	19,3	33,5	115,7
1938	62,1	56,1	42,5	40,4	28,4	29,6	19,5	24,6	19,3	23,4	28,7	61,5
1939	61,2	48,2	33,0	31,5	22,8	16,4	14,4	12,0	14,2	11,7	19,8	46,0
1940	67,5	61,1	45,4	30,5	23,3	17,3	13,7	12,5	13,0	21,6	37,5	48,4
1941	45,9	26,9	45,8	32,9	22,0	18,7	15,9	11,6	24,4	19,8	27,4	53,7
1942	50,0	31,9	45,9	33,1	26,0	17,6	25,0	16,5	14,6	24,8	31,3	53,2
1943	141,0	67,7	48,6	31,3	22,7	21,0	16,2	18,7	17,7	34,2	32,8	54,1
1944	44,6	79,6	55,8	35,5	27,3	20,3	19,0	14,7	12,3	15,6	21,2	35,0
1945	64,0	70,6	54,5	47,5	29,0	25,5	20,8	15,9	15,4	15,0	28,7	57,6
1946	75,8	36,8	45,1	33,8	23,7	18,7	15,0	12,0	10,7	25,3	43,6	41,9
1947	54,8	81,5	114,7	50,4	33,8	25,2	22,9	21,6	24,5	29,4	45,2	79,9
1948	46,4	72,6	77,9	43,0	31,7	23,3	19,4	17,3	15,9	16,9	33,4	91,0
1949	71,4	87,2	55,0	35,1	25,8	23,4	23,8	17,9	16,1	22,9	31,2	35,5
1950	71,1	67,9	41,6	42,6	28,9	20,4	15,7	12,6	11,7	16,3	22,7	36,1
1951	48,6	60,3	72,5	39,8	24,7	19,5	15,8	13,4	11,3	10,9	12,6	31,6
1952	70,4	88,5	69,7	31,5	22,1	20,7	17,9	18,9	20,8	20,9	38,4	54,0
1953	26,8	34,6	29,3	35,1	26,5	17,2	13,3	12,7	12,6	12,4	31,5	38,1
1954	21,5	20,1	15,7	23,2	19,6	14,2	11,5	10,7	8,5	9,2	10,6	14,4
1955	41,5	15,8	13,4	21,5	14,1	12,0	7,0	5,9	5,2	9,2	26,4	54,8
1956	43,9	20,5	32,0	23,6	17,0	14,9	11,4	13,3	10,9	9,9	26,4	53,6
1957	42,5	33,6	49,1	70,8	22,4	19,1	15,3	10,6	12,9	13,0	16,0	36,3
1958	22,6	31,5	23,3	29,8	24,5	16,6	12,6	9,1	14,4	16,9	31,6	39,0
1959	63,1	23,2	50,3	21,3	14,5	11,9	9,0	15,7	8,8	9,5	24,7	23,6
1960	36,8	54,0	93,1	31,2	21,1	16,1	15,2	16,7	11,9	13,8	21,7	35,3
1961	116,0	78,3	81,6	42,4	29,5	20,9	16,2	12,4	9,5	9,6	10,6	21,7
1962	39,1	65,1	32,5	17,2	15,6	13,2	11,0	9,3	14,9	17,4	32,1	58,1
1963	36,2	52,2	22,9	15,5	12,5	10,5	9,1	8,4	5,6	5,6	11,1	9,1
1964	38,9	90,3	26,2	22,7	17,8	12,4	15,4	10,9	11,5	16,6	27,1	67,6
1965	82,0	105,3	68,3	35,5	38,5	21,3	17,5	15,2	12,4	28,8	37,4	47,2
1966	135,5	35,6	70,3	56,5	30,9	18,1	16,4	15,7	14,8	22,0	61,2	91,6

Ano	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1967	104,1	94,9	78,5	47,7	29,6	24,0	22,5	17,4	15,2	15,2	36,1	63,3
1968	43,6	53,7	64,5	33,6	20,1	14,9	15,6	16,4	15,4	17,4	14,8	44,7
1969	68,6	35,9	51,1	28,4	15,2	13,9	11,6	13,4	9,4	17,5	28,2	43,1
1970	34,2	19,7	19,9	12,7	10,6	9,3	9,3	9,9	15,5	17,2	22,3	15,6
1971	16,1	16,1	22,1	15,3	14,6	9,5	7,7	9,1	13,6	14,4	43,6	65,0
1972	36,0	47,8	50,6	27,5	15,9	10,6	11,7	10,7	10,3	26,5	38,2	38,2
1973	51,3	62,6	31,9	34,3	22,3	14,3	12,2	10,0	11,0	23,1	59,9	53,7
1974	47,0	27,0	25,0	26,9	15,6	14,3	9,7	7,3	6,9	16,3	15,7	44,4
1975	81,8	62,4	36,0	31,6	23,0	17,5	15,3	8,8	10,7	22,3	42,0	38,1
1976	32,6	36,0	28,7	18,8	18,1	13,3	13,0	14,8	25,1	32,4	43,3	59,8
1977	72,5	43,6	24,5	31,1	18,2	12,0	10,3	8,8	13,6	10,1	37,2	70,6
1978	84,5	52,1	41,5	28,4	24,7	19,4	13,4	11,6	11,0	11,3	38,5	34,4
1979	55,6	130,2	60,0	38,8	25,9	21,7	20,9	17,3	23,8	18,5	41,5	48,1
1980	82,2	52,5	26,0	35,2	18,9	15,4	13,7	13,6	12,4	20,1	26,0	69,4
1981	71,8	41,9	42,1	36,5	20,0	15,5	15,1	10,4	7,9	14,7	30,4	87,2
1982	94,3	45,4	90,7	66,9	33,2	24,9	20,4	23,5	17,5	27,7	22,8	60,4
1983	95,8	52,6	100,9	59,1	42,2	71,4	35,1	24,0	60,2	47,7	52,7	66,3
1984	41,5	38,8	31,9	32,6	23,3	15,5	12,6	15,0	13,1	13,8	19,7	27,3
1985	75,9	62,5	58,6	41,8	27,0	19,5	15,3	13,1	15,3	14,1	29,6	48,1
1986	51,5	38,8	33,7	27,4	19,4	14,7	16,2	13,5	15,0	12,4	14,7	48,6
1987	50,4	38,8	51,6	40,3	29,4	25,2	15,2	14,3	14,4	14,3	15,6	43,2
1988	38,9	108,9	48,8	42,8	42,3	27,3	20,3	15,5	12,4	20,6	38,9	39,1
1989	45,7	49,9	53,1	35,6	26,5	26,8	22,9	16,7	19,3	17,3	19,4	33,7
1990	27,8	24,9	34,0	38,0	27,1	16,3	18,4	16,1	24,0	21,7	26,6	23,4
1991	93,1	60,7	51,5	45,2	33,1	22,5	18,5	13,8	19,2	29,0	22,7	47,5
1992	105,4	49,6	34,3	27,5	23,2	16,8	16,5	13,9	27,4	29,0	55,4	52,8
1993	37,9	30,2	38,7	30,5	17,9	16,8	9,4	7,6	13,4	14,2	12,7	30,4
1994	44,8	20,6	73,3	49,4	50,3	27,9	20,7	15,1	9,7	10,4	26,3	48,5
1995	38,9	49,5	22,3	22,1	16,1	10,9	8,9	6,7	14,3	27,9	34,8	47,7
1996	49,4	35,7	39,8	26,3	17,0	14,6	10,2	9,5	30,1	17,0	63,4	58,0
1997	97,3	45,1	52,3	28,5	21,2	18,6	12,5	9,8	9,8	12,7	23,5	30,9
1998	33,3	55,0	31,2	28,7	20,7	16,0	11,7	9,8	9,6	24,8	39,3	40,1
1999	55,5	37,9	36,7	21,8	14,7	12,2	9,8	9,4	9,2	9,8	24,6	47,7

ANEXO D

Série de Vazões Médias Mensais da PCH Posse (Período Jan/31 a Dez/99). Fonte:
(PLANAVE/GUASCOR, 2001)

Ano	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1931	22,5	33,3	27,0	18,6	12,2	9,2	7,5	6,6	7,9	11,8	15,7	25,7
1932	30,9	21,2	18,3	9,7	10,7	7,7	5,0	7,1	4,9	8,9	9,7	25,0
1933	33,3	16,6	17,8	10,0	9,8	6,2	5,5	4,5	5,1	10,5	13,4	20,4
1934	40,9	15,9	18,1	9,8	8,1	7,5	5,4	5,1	5,2	4,9	7,0	21,5
1935	25,4	41,5	18,6	13,2	8,6	6,0	5,5	4,8	7,5	12,3	9,3	14,3
1936	10,5	19,4	24,9	14,4	8,4	6,2	4,5	4,0	4,6	4,4	6,2	15,0
1937	25,9	17,7	10,6	10,4	13,3	7,3	5,1	4,0	3,5	7,4	11,0	38,6
1938	20,9	21,9	15,5	17,0	10,8	11,5	6,9	8,5	6,8	9,0	10,3	23,8
1939	22,9	17,9	13,0	13,1	9,2	6,5	5,5	4,2	5,8	4,3	8,1	17,3
1940	25,2	20,9	17,4	10,5	9,4	6,8	5,4	4,5	4,9	9,8	17,7	14,7
1941	19,3	11,1	22,4	13,8	8,9	7,7	5,8	4,4	8,4	6,9	9,8	20,1
1942	18,6	11,2	17,8	12,3	9,4	6,5	9,2	6,4	5,5	9,6	11,3	22,6
1943	44,1	27,3	19,3	11,5	8,6	7,7	6,0	7,0	6,5	12,5	12,7	20,0
1944	16,2	29,7	21,3	13,0	10,2	7,6	7,0	5,4	4,6	5,5	7,5	13,1
1945	22,4	23,1	17,4	17,4	9,9	9,1	7,5	5,7	5,8	5,4	11,1	21,1
1946	22,4	12,1	16,1	12,1	7,7	6,4	5,4	4,5	4,3	9,9	18,5	15,6
1947	16,6	22,7	32,2	16,4	10,8	8,5	7,7	7,4	9,3	10,0	13,3	26,7
1948	15,4	25,1	27,0	14,3	10,8	7,7	6,7	6,5	5,8	6,2	12,4	30,9
1949	22,8	27,0	17,9	11,6	8,6	8,6	8,9	7,1	6,3	8,7	12,0	13,2
1950	27,1	21,5	14,8	15,9	10,0	7,5	6,1	5,1	4,7	6,2	8,9	13,4
1951	17,6	23,3	28,1	15,8	10,0	7,7	6,5	5,5	4,8	4,9	5,6	13,6
1952	24,4	35,2	24,1	12,1	9,0	8,2	7,8	7,7	8,8	8,0	13,8	18,5
1953	9,8	15,0	11,2	14,0	10,5	7,0	5,5	5,0	5,0	4,4	12,5	17,3
1954	8,9	8,7	6,6	9,5	7,9	5,4	4,7	4,8	4,3	4,2	4,2	6,5
1955	15,1	6,4	5,7	9,2	5,9	4,4	3,1	2,6	2,4	3,6	13,7	21,6
1956	16,2	10,0	14,4	10,9	8,6	6,6	4,5	6,2	4,1	4,8	13,1	21,7
1957	18,2	15,4	21,6	24,6	10,0	7,9	5,6	4,2	6,1	4,2	7,1	16,6
1958	9,4	11,8	10,4	14,5	12,0	8,5	5,9	3,9	6,9	8,9	14,6	19,3
1959	27,4	11,1	21,6	9,9	7,6	5,9	4,4	8,4	4,3	4,4	12,0	11,8
1960	15,9	22,2	30,2	12,9	9,8	7,3	7,2	7,0	5,0	6,8	10,8	19,0
1961	36,6	29,5	27,6	16,2	11,2	7,8	6,9	4,8	3,6	3,2	3,9	9,3
1962	15,2	26,7	13,3	6,9	6,3	5,9	4,8	4,2	5,1	7,3	12,7	16,2
1963	12,5	18,6	8,6	6,3	5,2	3,7	3,0	2,8	2,2	2,3	3,6	2,7
1964	13,2	25,3	11,2	8,4	7,8	5,0	5,8	3,6	3,9	6,5	11,2	22,6

Ano	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1965	27,5	28,3	21,2	14,7	14,1	8,7	7,0	5,7	4,7	11,5	10,8	14,9
1966	39,9	12,6	23,1	21,5	13,0	8,8	6,6	6,3	6,1	8,8	20,1	26,8
1967	32,2	34,7	27,6	18,9	12,9	8,4	9,2	6,2	4,8	4,8	8,9	22,5
1968	16,4	17,0	24,0	17,7	10,5	7,0	6,8	7,5	8,1	7,9	7,2	14,3
1969	23,2	14,0	15,7	11,3	6,9	6,1	5,2	5,8	4,0	7,6	12,4	16,8
1970	15,7	9,8	9,2	6,3	4,3	4,2	4,4	5,4	7,3	10,4	13,7	10,3
1971	9,2	7,1	10,1	9,2	6,8	5,2	4,0	4,6	5,6	7,9	14,8	22,9
1972	12,4	15,5	17,2	11,6	7,2	4,9	4,5	4,3	3,8	8,4	13,3	10,3
1973	20,4	19,9	12,0	12,2	8,9	5,5	5,2	3,9	4,5	10,1	19,2	21,6
1974	19,4	10,7	10,1	11,4	6,8	7,1	4,8	3,8	3,3	5,7	4,9	15,4
1975	28,3	19,6	11,2	10,9	8,3	5,9	5,3	3,7	3,9	7,9	16,6	15,1
1976	13,4	14,3	12,6	7,7	9,0	5,6	4,7	6,8	10,1	11,0	16,8	20,9
1977	23,0	15,9	10,8	14,5	9,7	5,7	4,9	4,2	5,8	4,4	11,5	19,6
1978	24,1	21,3	15,0	10,8	10,9	8,4	5,2	4,4	4,8	4,3	12,6	11,8
1979	20,3	27,6	16,5	11,2	7,4	7,1	8,0	6,1	8,4	5,7	12,7	12,6
1980	26,0	20,1	9,9	14,2	6,5	5,9	5,0	5,3	4,9	7,6	11,1	25,8
1981	26,4	16,9	16,0	13,0	8,1	6,2	6,1	4,4	3,6	7,2	12,5	33,0
1982	30,2	16,9	28,3	19,2	10,2	7,4	6,2	7,5	5,6	8,2	6,2	18,6
1983	29,4	16,5	25,5	17,4	12,0	21,0	9,6	6,8	19,7	15,6	16,2	17,6
1984	12,4	9,8	8,9	9,3	7,3	4,1	3,2	3,4	2,8	3,8	5,8	9,4
1985	22,6	17,8	16,3	12,9	9,1	5,7	3,6	3,1	4,5	4,0	9,1	16,6
1986	14,2	12,1	11,8	10,2	6,4	4,0	4,8	4,2	4,2	2,6	4,0	17,7
1987	21,2	16,8	19,6	16,9	8,8	11,4	7,9	6,6	6,8	6,4	9,2	19,0
1988	15,7	45,6	19,7	17,7	18,3	12,2	9,5	7,0	5,1	7,7	17,3	16,0
1989	18,0	16,2	17,3	11,7	10,6	10,9	9,4	6,3	7,1	6,3	6,6	11,7
1990	8,3	7,9	9,6	16,1	11,0	6,7	7,0	6,0	9,4	8,1	8,8	9,0
1991	28,0	20,9	17,8	15,7	11,8	8,4	6,7	5,1	6,7	10,3	6,2	17,9
1992	40,9	16,6	11,2	9,1	7,3	5,2	5,5	4,4	8,1	8,3	18,6	16,8
1993	11,4	10,5	12,4	10,0	7,2	6,7	4,4	3,9	5,6	6,0	5,6	12,4
1994	14,7	8,0	25,0	19,1	18,5	10,4	7,2	6,1	4,7	4,6	10,0	18,4
1995	15,9	19,2	10,2	8,2	8,6	6,5	5,5	4,1	7,2	9,8	13,3	14,7
1996	18,9	13,5	14,3	10,7	8,9	7,0	5,2	4,6	13,1	4,5	22,3	19,4
1997	30,2	14,0	16,3	10,2	8,4	7,6	5,9	4,5	4,5	6,8	9,1	9,1
1998	11,1	19,1	11,4	11,3	9,2	7,8	6,2	5,4	4,6	9,9	14,4	12,2
1999	14,6	11,9	13,0	8,7	7,0	6,0	5,2	5,0	5,6	5,5	9,4	14,8

ANEXO E

Série de Vazões Médias Mensais da PCH Ponte Alegre (Período Jan/31 a Dez/99). Fonte: (PLANAVE/GUASCOR, 2001)

Ano	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1931	58,1	83,6	68,7	48,7	33,1	25,5	21,3	18,9	22,3	32,2	41,8	57,4
1932	83,6	63,6	49,3	31,3	31,7	25,4	18,7	20,9	17,3	23,1	28,8	71,9
1933	82,9	47,1	45,8	30,0	28,3	20,7	17,7	13,9	15,5	29,6	34,6	48,5
1934	83,5	37,3	41,1	27,0	19,0	15,7	15,7	11,7	13,6	13,4	19,9	54,6
1935	59,3	94,6	44,2	35,2	25,0	18,7	16,6	15,0	20,3	31,2	26,3	31,9
1936	23,8	36,9	52,0	34,7	21,7	16,4	12,5	11,2	12,6	12,9	15,6	33,0
1937	57,1	49,1	27,2	27,3	29,2	17,6	13,5	10,8	10,1	19,2	33,2	114,6
1938	61,5	55,6	42,1	40,0	28,1	29,3	19,3	24,4	19,2	23,2	28,4	60,9
1939	60,7	47,7	32,7	31,2	22,6	16,3	14,2	11,9	14,1	11,6	19,6	45,6
1940	66,8	60,5	45,0	30,2	23,1	17,1	13,5	12,4	12,9	21,4	37,2	47,9
1941	45,5	26,7	45,3	32,6	21,8	18,6	15,8	11,5	24,2	19,6	27,1	53,2
1942	49,6	31,6	45,4	32,8	25,8	17,4	24,7	16,4	14,5	24,5	31,0	52,7
1943	139,6	67,1	48,1	31,0	22,5	20,8	16,0	18,5	17,5	33,9	32,5	53,6
1944	44,1	78,9	55,3	35,1	27,0	20,1	18,8	14,5	12,2	15,4	21,0	34,7
1945	63,4	69,9	54,0	47,0	28,7	25,2	20,6	15,8	15,3	14,9	28,4	57,1
1946	75,0	36,5	44,7	33,5	23,5	18,5	14,9	11,9	10,6	25,1	43,2	41,5
1947	54,2	80,7	113,6	49,9	33,5	25,0	22,7	21,4	24,3	29,2	44,7	79,1
1948	45,9	71,9	77,2	42,6	31,4	23,1	19,2	17,2	15,8	16,8	33,0	90,1
1949	70,7	86,4	54,5	34,7	25,6	23,2	23,5	17,7	16,0	22,7	31,0	35,2
1950	70,4	67,2	41,2	42,2	28,6	20,2	15,5	12,5	11,6	16,1	22,4	35,7
1951	48,2	59,8	71,8	39,4	24,5	19,3	15,7	13,3	11,2	10,8	12,5	31,3
1952	69,7	87,6	69,0	31,2	21,9	20,6	17,7	18,7	20,6	20,7	38,0	53,5
1953	26,6	34,2	29,1	34,7	26,3	17,1	13,2	12,5	12,5	12,3	31,2	37,8
1954	21,3	20,0	15,6	23,0	19,4	14,0	11,4	10,6	8,4	9,2	10,5	14,3
1955	41,1	15,7	13,3	21,3	13,9	11,9	6,9	5,9	5,2	9,1	26,2	54,2
1956	43,5	20,3	31,7	23,4	16,8	14,8	11,3	13,2	10,8	9,8	26,1	53,1
1957	42,1	33,3	48,6	70,1	22,2	18,9	15,2	10,5	12,8	12,9	15,8	36,0
1958	22,4	31,2	23,1	29,5	24,2	16,5	12,5	9,0	14,3	16,8	31,3	38,6
1959	62,5	22,9	49,8	21,1	14,4	11,8	9,0	15,5	8,7	9,4	24,4	23,4
1960	36,4	53,5	92,2	30,9	20,9	16,0	15,1	16,6	11,8	13,7	21,5	34,9
1961	114,9	77,6	80,8	42,0	29,2	20,7	16,0	12,3	9,5	9,5	10,5	21,5
1962	38,7	64,5	32,2	17,1	15,5	13,1	10,9	9,2	14,8	17,2	31,8	57,6
1963	35,9	51,8	22,7	15,3	12,4	10,4	9,0	8,4	5,5	5,6	11,0	9,0
1964	38,5	89,5	25,9	22,5	17,6	12,3	15,2	10,8	11,4	16,5	26,8	66,9
1965	81,2	104,3	67,6	35,1	38,1	21,1	17,3	15,1	12,3	28,5	37,0	46,7

Ano	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1966	134,2	35,3	69,7	56,0	30,6	17,9	16,3	15,5	14,6	21,8	60,6	90,7
1967	103,1	94,0	77,8	47,2	29,3	23,8	22,2	17,2	15,1	15,0	35,8	62,7
1968	43,2	53,2	63,9	33,3	19,9	14,7	15,4	16,2	15,2	17,2	14,7	44,2
1969	67,9	35,6	50,6	28,2	15,1	13,8	11,5	13,3	9,3	17,3	27,9	42,6
1970	33,8	19,6	19,7	12,6	10,5	9,2	9,2	9,8	15,3	17,1	22,1	15,4
1971	16,0	16,0	21,9	15,1	14,5	9,4	7,7	9,1	13,5	14,3	43,2	64,4
1972	35,6	47,4	50,1	27,3	15,7	10,5	11,6	10,6	10,2	26,3	37,8	37,8
1973	50,8	62,0	31,6	33,9	22,1	14,2	12,1	9,9	10,9	22,9	59,3	53,2
1974	46,5	26,8	24,8	26,7	15,4	14,1	9,6	7,2	6,8	16,2	15,6	44,0
1975	81,0	61,8	35,6	31,3	22,8	17,4	15,1	8,7	10,6	22,1	41,6	37,8
1976	32,3	35,6	28,5	18,6	17,9	13,2	12,9	14,7	24,9	32,1	42,9	59,2
1977	71,8	43,2	24,2	30,8	18,1	11,9	10,2	8,7	13,4	10,0	36,9	70,0
1978	83,7	51,6	41,1	28,1	24,5	19,2	13,3	11,5	10,9	11,2	38,1	34,1
1979	55,1	129,0	59,5	38,4	25,7	21,5	20,7	17,1	23,6	18,4	41,1	47,6
1980	81,4	52,0	25,7	34,9	18,7	15,3	13,6	13,5	12,2	19,9	25,7	68,8
1981	71,1	41,5	41,7	36,1	19,8	15,4	14,9	10,3	7,9	14,6	30,2	86,4
1982	93,4	44,9	89,8	66,2	32,9	24,7	20,2	23,3	17,3	27,4	22,6	59,8
1983	94,9	52,1	100,0	58,5	41,8	70,7	34,8	23,8	59,6	47,3	52,2	65,7
1984	41,1	38,4	31,6	32,3	23,1	15,4	12,5	14,8	13,0	13,7	19,6	27,1
1985	75,2	61,9	58,0	41,4	26,7	19,3	15,2	13,0	15,2	14,0	29,3	47,6
1986	51,0	38,4	33,4	27,1	19,2	14,6	16,1	13,4	14,9	12,3	14,5	48,2
1987	49,9	38,4	51,1	39,9	29,1	25,0	15,1	14,2	14,2	14,1	15,5	42,7
1988	38,5	107,9	48,4	42,4	41,9	27,0	20,2	15,3	12,3	20,4	38,5	38,7
1989	45,2	49,5	52,6	35,2	26,2	26,6	22,7	16,5	19,1	17,1	19,2	33,3
1990	27,5	24,7	33,7	37,7	26,9	16,1	18,3	15,9	23,8	21,5	26,3	23,2
1991	92,3	60,1	51,0	44,8	32,8	22,3	18,3	13,7	19,1	28,7	22,5	47,0
1992	104,4	49,1	34,0	27,2	23,0	16,7	16,4	13,7	27,2	28,7	54,9	52,3
1993	37,5	30,0	38,3	30,2	17,7	16,6	9,3	7,6	13,2	14,0	12,5	30,1
1994	44,4	20,4	72,6	48,9	49,8	27,6	20,5	14,9	9,6	10,3	26,1	48,0
1995	38,6	49,0	22,1	21,9	15,9	10,8	8,9	6,7	14,1	27,6	34,5	47,3
1996	49,0	35,4	39,5	26,0	16,9	14,4	10,1	9,4	29,8	16,8	62,8	57,4
1997	96,4	44,7	51,8	28,2	21,0	18,5	12,4	9,7	9,7	12,6	23,2	30,6
1998	33,0	54,5	30,9	28,4	20,5	15,8	11,6	9,7	9,5	24,6	38,9	39,7
1999	54,9	37,5	36,4	21,6	14,5	12,1	9,7	9,3	9,2	9,8	24,3	47,3

ANEXO F

Série de Vazões Médias Mensais da PCH São Sebastião (Período Jan/31 a Dez/99).

Fonte: (PLANAVE/GUASCOR, 2001)

Ano	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1931	66,6	96,3	79,0	55,7	37,6	28,9	24,0	21,4	25,2	36,6	47,7	64,4
1932	97,2	74,6	56,7	36,3	36,4	29,4	21,7	23,8	19,9	25,9	33,1	84,0
1933	95,4	54,4	52,1	34,4	32,3	23,8	20,2	15,7	17,5	33,5	39,1	54,4
1934	92,7	41,4	45,6	30,6	20,9	16,8	17,6	12,6	15,0	14,8	22,5	62,2
1935	66,7	107,2	49,6	40,0	28,5	21,3	18,7	16,9	22,7	34,8	29,7	37,5
1936	29,7	44,4	63,5	43,1	27,3	20,4	15,8	14,2	16,0	15,5	19,0	40,4
1937	66,9	61,3	33,2	32,4	34,9	21,4	16,4	13,0	12,4	23,5	39,5	142,7
1938	76,4	67,8	52,1	47,9	34,9	34,9	23,4	29,8	23,3	29,0	35,2	74,4
1939	71,4	59,3	40,5	38,3	28,2	20,4	17,9	15,3	17,6	14,6	24,3	56,1
1940	85,6	76,0	55,0	37,0	28,2	20,9	16,4	15,3	15,7	26,0	47,6	60,4
1941	56,1	32,5	54,8	39,3	26,3	22,3	19,9	14,4	30,9	25,0	34,2	65,3
1942	61,1	39,9	55,2	40,6	32,4	21,9	30,8	20,3	18,1	30,0	38,8	61,9
1943	178,4	80,1	57,9	38,6	27,9	26,0	20,1	23,1	22,0	42,2	39,6	66,0
1944	54,9	96,5	67,4	43,6	33,4	25,0	23,6	18,3	15,3	19,7	26,7	42,8
1945	79,3	89,0	69,5	58,2	36,7	31,9	26,0	20,0	19,2	18,9	34,7	70,5
1946	97,9	46,9	55,9	42,0	30,5	23,8	19,0	15,0	13,0	30,6	50,8	51,2
1947	70,7	106,7	149,2	64,0	43,4	32,1	29,2	27,4	30,0	37,3	58,9	100,0
1948	58,6	90,1	96,6	54,3	40,0	29,8	24,6	21,4	19,9	21,1	40,9	113,3
1949	90,6	111,3	69,8	44,5	33,0	29,0	29,3	21,7	19,7	28,0	37,9	43,6
1950	85,6	86,5	51,5	52,0	36,3	25,3	19,2	15,2	14,3	20,0	27,4	44,2
1951	59,8	72,5	86,8	47,6	29,5	23,6	19,0	16,1	13,4	12,6	14,7	36,8
1952	87,4	104,9	86,5	38,2	26,5	25,1	20,8	22,5	24,5	25,6	47,4	67,5
1953	33,2	40,0	35,7	42,0	31,9	20,7	16,0	15,4	15,3	15,8	37,7	43,3
1954	25,6	23,5	18,7	27,7	23,6	17,6	13,9	12,5	9,3	10,7	13,0	16,7
1955	51,0	19,1	16,0	25,1	16,7	15,0	8,2	7,1	6,1	11,4	30,0	66,3
1956	54,3	23,9	36,8	26,5	18,6	16,7	13,1	14,7	12,8	11,4	28,2	63,6
1957	51,4	39,0	57,3	87,9	25,8	22,2	18,4	12,4	14,8	15,7	18,8	40,1
1958	26,5	36,9	26,8	33,3	27,5	18,5	14,2	10,4	16,4	18,8	35,0	45,5
1959	76,3	25,9	58,8	23,7	15,8	13,2	9,9	17,4	9,6	10,9	27,1	26,4
1960	43,8	66,8	119,1	36,7	24,5	18,6	16,9	18,8	13,5	13,9	23,9	40,7
1961	143,1	101,5	104,0	52,1	36,1	25,9	19,4	15,3	11,5	12,1	12,8	24,8
1962	46,6	80,4	38,5	19,4	17,3	14,5	12,2	10,5	15,6	19,4	36,4	64,5
1963	42,1	57,6	26,1	16,7	13,8	12,2	10,3	9,5	6,2	6,1	11,7	9,5
1964	41,3	101,9	28,6	23,5	18,0	13,2	16,2	11,9	12,2	17,9	29,0	75,5

Ano	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1965	94,9	124,7	81,5	39,7	43,6	24,2	19,6	16,3	14,0	30,9	40,5	52,0
1966	161,2	42,1	82,2	61,7	32,3	19,1	17,3	16,4	15,6	24,5	68,8	110,2
1967	121,1	108,9	89,2	54,0	31,9	27,5	24,5	19,8	17,4	17,2	43,3	73,8
1968	48,9	60,4	71,1	35,0	20,9	15,8	17,1	17,4	16,5	19,6	15,2	51,2
1969	83,8	40,6	58,0	31,4	15,8	14,8	12,1	14,1	9,8	18,9	30,1	46,6
1970	35,3	20,6	33,9	24,0	10,8	16,6	17,1	18,9	16,1	17,5	40,7	27,2
1971	16,7	16,3	23,8	15,5	15,6	9,9	8,1	14,8	14,6	15,3	48,0	72,7
1972	40,9	54,4	58,9	29,2	16,3	10,7	12,5	11,4	11,1	29,1	40,9	43,1
1973	59,3	70,6	34,3	37,7	23,7	15,0	12,7	10,4	11,2	25,5	68,6	63,4
1974	55,0	32,0	28,8	30,7	17,3	15,4	10,5	7,9	7,6	18,6	18,2	51,6
1975	97,7	71,6	40,5	35,8	25,8	19,6	16,9	9,2	11,5	24,9	47,5	44,3
1976	38,0	39,9	31,0	20,2	19,1	14,5	14,2	15,9	28,1	35,9	49,3	66,9
1977	82,4	48,0	26,2	32,0	18,3	12,2	10,4	8,9	14,7	10,8	42,2	83,5
1978	111,1	58,8	48,2	31,3	27,2	21,4	14,8	12,8	12,2	12,4	43,1	39,3
1979	60,9	155,5	71,3	45,8	30,4	25,3	23,9	20,2	27,3	21,1	48,5	55,1
1980	95,5	61,1	29,6	40,6	22,0	17,8	15,9	15,4	14,2	23,2	30,0	78,6
1981	90,6	49,9	45,5	40,2	21,8	17,0	16,2	11,2	8,5	15,7	34,3	98,7
1982	110,9	52,8	106,3	79,0	38,5	28,5	23,5	26,7	19,9	32,0	26,7	68,9
1983	112,3	60,9	118,6	68,7	48,4	80,4	41,4	27,9	68,8	56,1	63,9	78,7
1984	49,5	47,6	37,5	36,6	26,9	18,1	14,6	17,7	15,6	15,9	22,2	31,0
1985	91,1	71,6	68,1	45,1	30,6	21,9	17,6	14,8	17,3	16,2	32,7	57,3
1986	60,6	45,0	41,6	31,6	22,5	17,1	18,5	16,2	17,2	14,0	16,3	56,5
1987	62,8	50,6	59,9	49,0	37,7	30,6	18,0	17,4	16,6	16,9	22,1	50,8
1988	50,9	137,6	61,1	53,1	51,0	32,9	24,5	19,1	15,3	25,8	45,1	49,5
1989	54,8	60,4	61,4	41,0	30,4	31,1	26,2	19,4	22,8	20,1	22,5	40,3
1990	34,8	31,1	39,6	43,3	31,4	18,9	20,9	18,2	26,8	23,8	28,9	26,9
1991	106,5	68,8	58,1	51,1	36,4	26,0	21,1	15,8	21,7	32,7	25,6	54,9
1992	133,0	59,6	39,7	31,9	26,6	19,7	19,4	16,2	31,9	34,2	64,0	60,8
1993	44,2	34,4	44,1	34,4	19,0	18,4	9,7	7,7	14,1	25,3	14,2	32,2
1994	52,9	22,7	81,7	55,8	57,6	31,8	24,2	17,2	10,5	11,3	28,4	51,7
1995	43,9	53,3	23,4	23,3	16,1	11,6	9,8	7,5	14,9	29,9	39,4	52,5
1996	59,3	41,5	45,5	28,2	18,5	14,9	10,6	10,0	33,6	18,6	72,9	67,0
1997	108,2	54,8	60,4	32,5	22,4	20,8	14,0	11,0	10,7	13,5	26,0	35,7
1998	36,6	57,9	35,2	32,2	22,8	17,4	12,4	10,1	9,9	27,8	44,0	45,1
1999	61,8	43,0	41,2	23,3	15,5	12,5	9,9	9,5	17,9	19,1	25,9	54,9