

Análise e proposta da melhor alternativa de

# INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA (IOH) NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE

*considerando ações de regularização e transposição de vazões entre bacias,  
apresentadas em seu Plano de Recursos Hídricos (PRH — Verde Grande)*



Édio Malta / Banco de Imagens ANA

Agência Peixe Vivo: Ato Convocatório n° 003/2019 — Contrato de Gestão ANA n° 083/ANA/2017 — Prestação de Serviços n° 004/2019

Produto 3:

## ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA: BARRAGENS PROJETADAS

*Revisão 03*

ABRIL DE 2020

Execução técnica



Acompanhamento



Realização





Ato Convocatório nº: 003/2019 – Contrato de Gestão ANA nº: 083/ANA/2017

Prestação de Serviços nº: 004/2019

**ANÁLISE E PROPOSTA DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE, CONSIDERANDO AÇÕES DE REGULARIZAÇÃO E TRANSPOSIÇÃO DE VAZÕES ENTRE BACIAS, APRESENTADAS EM SEU PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS (PRH-VERDE GRANDE)**

P3 – Estudo de Oferta Hídrica – Barragens Projetadas

Revisão 03

Abril/2020



### Equipe Técnica responsável pela elaboração do P3:

Profissional	Cargo na Equipe	Assinatura
Eng. Sidnei Gusmão Agra	Coordenador Geral	
Eng. Henrique Bender Kotzian	Hidrólogo	
Eng. Carlos Ronei Bortoli	Especialista em Recursos Hídricos	
Eng. Bruna Serafini Paiva	Apoio à Coordenação	
Eng. Paulo R. Gomes	Estudos Hidráulicos	
Eng. José V. Viegas	Eng. Orçamentista	
Eng. Mauro Jungblut	Geotecnia	
Geog. Isabel Cristiane Rekowsky	SIG	
Neomar Fraga de Oliveira	Auxiliar Administrativo	
Vinícius Bogo	Auxiliar Administrativo	
Christian S. Cunha	Técnico	
Nilson Lopes	Técnico	

03	07/04/2020	Atendimento às solicitações do IGAM	HK	CB	SA
02	10/03/2020	Atendimento à solicitação da ANA	HK	CB	SA
01	21/01/2020	Ajustes após análise da Agência Peixe Vivo	HK	CB	SA
00	09/12/2019	Entrega inicial	HK	CB	SA
<b>Revisão</b>	<b>Data</b>	<b>Descrição Breve</b>	<b>Autor</b>	<b>Supervisão</b>	<b>Aprovação</b>



**ANÁLISE E PROPOSTA DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA NA  
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE, CONSIDERANDO AÇÕES DE REGULARIZAÇÃO E  
TRANSPOSIÇÃO DE VAZÕES ENTRE BACIAS, APRESENTADAS EM SEU PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS  
(PRH-VERDE GRANDE)**

**P3 - Estudo de Oferta Hídrica – Barragens Projetadas**

Elaborado por: Eng. Henrique B. Kotzian	Supervisionado por: Eng. Carlos R. Bortoli		
Aprovado por: Eng. Sidnei G. Agra	Revisão: 03	Finalidade: 3	Data: 07/04/2020

Legenda Finalidade: [1] Para Informação      [2] Para comentário      [3] Para Aprovação

PROFILL ENGENHARIA E AMBIENTE S.A  
Av. Iguazu, 451 – 6º andar  
Porto Alegre/RS  
Fone: (51) 3211-3944

	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
	P3 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – BARRAGENS PROJETADAS	
ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE		

## APRESENTAÇÃO

A PROFILL Engenharia e Ambiente S.A. vem, por meio deste, apresentar a Revisão 3 do **Produto 3: Estudo de Oferta Hídrica – Barragens Projetadas**, escopo do Contrato nº 004/2019 Agência Peixe Vivo, referente à **Análise e Proposta da Melhor Alternativa de Incremento da Oferta Hídrica na Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande, considerando as ações de regularização e transposição de vazões entre bacias, apresentadas em seu plano de recursos hídricos.**

O presente produto tem por base o Plano de Trabalho encaminhado em setembro/2019 à Agência Peixe Vivo e está orientado de modo a atender o Termo de Referência apresentado no Ato Convocatório nº 003/2019 e as orientações resultantes dos contatos com a equipe de acompanhamento da Agência. A presente revisão é resultado da análise realizada pela Agência Peixe Vivo e da consequente incorporação de ajustes ao documento original.

Abril de 2020

## LISTA DE QUADROS

Quadro 4.1 - Sub-bacias da Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande .....	20
Quadro 4.2 - Custo das barragens conforme PRH Verde Grande (ano de referência de 2009). .....	22
Quadro 4.3 - Ajustes Locacionais nos Barramentos/Reservatórios. ....	26
Quadro 4.4 - Características Principais dos Reservatórios. ....	27
Quadro 4.5 - Equações de Correlação Volume Acumulado x Área Alagada. ....	52
Quadro 5.1 - Resultados das Simulações Operacionais dos Reservatórios – Incremento das Ofertas Hídricas. ....	62
Quadro 5.2 - Resultados das Simulações Operacionais dos Reservatórios – Características Básicas dos Reservatórios.....	64
Quadro 6.1 - Relações Dimensionais nos Vales e Tipos de Maciços Seleccionados para os Barramentos.....	66
Quadro 6.2 - Volumes e Principais Características dos Maciços dos Barramentos.....	68
Quadro 7.1 - Custos para Implantação dos Barramentos. ....	72
Quadro 7.2 - Custos com Projetos, Estudos e Licenciamento Ambiental. ....	73
Quadro 7.3 - Custos com Desapropriações.....	74
Quadro 7.4 - Custos com Compensações Ambientais. ....	75
Quadro 7.5 - Custos com Operação e Manutenção dos Barramentos.....	76
Quadro 7.6 - Resumo dos Custos e Custo Global dos Barramentos e Reservatórios.....	77
Quadro 8.1 - Grandezas Consideradas no Cálculo dos Indicadores Técnicos. ....	79
Quadro 8.2 - Indicadores Técnicos Calculados para os Barramentos/Reservatórios. ....	80
Quadro 8.3 - Indicadores Financeiros Calculados para os Barramentos/Reservatórios.....	81
Quadro 8.4 - Indicadores Sociais Calculados para os Barramentos/Reservatórios.....	84
Quadro 8.5 - Indicador Ambiental Calculado para os Barramentos/Reservatórios. ....	85
Quadro 8.6 - Indicadores de Segurança Calculados para os Barramentos/Reservatórios.....	87
Quadro 9.1 - Classificação dos Indicadores Técnicos.....	89
Quadro 9.2 - Classificação dos Indicadores Financeiros.....	89
Quadro 9.3 - Classificação dos Indicadores Sociais.....	90
Quadro 9.4 - Classificação do Indicador Ambiental.....	91
Quadro 9.5 - Classificação dos Indicadores de Segurança.....	91
Quadro 9.6 - Síntese da Classificação dos Empreendimentos Através dos Indicadores de Desempenho – Abordagem Preliminar. ....	92

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Organograma da Agência Peixe Vivo.....	14
Figura 2.2 – Organograma da Diretoria Executiva da Agência Peixe Vivo .....	14
Figura 2.3 – Organograma da Plenária do CBH Verde Grande .....	15
Figura 4.1 - Eixo do Barramento Peixe .....	28
Figura 4.2 - Eixo do Barramento Sítio.....	28
Figura 4.3 - Eixo do Barramento Pedras.....	29
Figura 4.4 - Eixo do Barramento Prata. ....	29
Figura 4.5 - Eixo do Barramento Verde. ....	30
Figura 4.6 - Eixo do Barramento Canoas.....	30
Figura 4.7 - Eixo do Barramento Cerrado. ....	31
Figura 4.8 - Eixo do Barramento Tábua.....	31
Figura 4.9 - Eixo do Barramento Suçuapara.....	32
Figura 4.10 - Eixo do Barramento Água Limpa.....	32
Figura 4.11 - Eixo do Barramento Cocos.....	33
Figura 4.12 - Eixo do Barramento Sítio Novo.....	33
Figura 4.13 - Eixo do Barramento Mamonas. ....	34
Figura 4.14 - Situação do Ajuste Locacional para o Conjunto de Barramentos. ....	35
Figura 4.15 - Áreas Alagadas no Reservatório Peixe.....	38
Figura 4.16 - Áreas Alagadas no Reservatório Sítio.....	38
Figura 4.17 - Áreas Alagadas no Reservatório Pedras. ....	39
Figura 4.18 - Áreas Alagadas no Reservatório Prata. ....	39
Figura 4.19 - Áreas Alagadas no Reservatório Verde. ....	40
Figura 4.20 - Áreas Alagadas no Reservatório Canoas. ....	40
Figura 4.21 - Áreas Alagadas no Reservatório Cerrado.....	41
Figura 4.22 - Áreas Alagadas no Reservatório Tábua.....	41
Figura 4.23 - Áreas Alagadas no Reservatório Suçuapara. ....	42
Figura 4.24 - Áreas Alagadas no Reservatório Água Limpa.....	42
Figura 4.25 - Áreas Alagadas no Reservatório Cocos.....	43
Figura 4.26 - Áreas Alagadas no Reservatório Sítio Novo. ....	43
Figura 4.27 - Áreas Alagadas no Reservatório Mamonas.....	44
Figura 4.28 - Curva de Acumulação (Área Alagada x Volume Acumulado): Reservatório Peixe. .....	45
Figura 4.29 - Curva de Acumulação (Área Alagada x Volume Acumulado): Reservatório Sítio.45	
Figura 4.30 - Curva de Acumulação (Área Alagada x Volume Acumulado): Reservatório Pedras. .....	46
Figura 4.31 - Curva de Acumulação (Área Alagada x Volume Acumulado): Reservatório Prata. .....	46

Figura 4.32 - Curva de Acumulação (Área Alagada x Volume Acumulado): Reservatório Verde.	47
Figura 4.33 - Curva de Acumulação (Área Alagada x Volume Acumulado): Reservatório Canoas.	47
Figura 4.34 - Curva de Acumulação (Área Alagada x Volume Acumulado): Reservatório Cerrado.	48
Figura 4.35 - Curva de Acumulação (Área Alagada x Volume Acumulado): Reservatório Tábua.	48
Figura 4.36 - Curva de Acumulação (Área Alagada x Volume Acumulado): Reservatório Suçuapara.	49
Figura 4.37 - Curva de Acumulação (Área Alagada x Volume Acumulado): Reservatório Água Limpa.	49
Figura 4.38 - Curva de Acumulação (Área Alagada x Volume Acumulado): Reservatório Cocos.	50
Figura 4.39 - Curva de Acumulação (Área Alagada x Volume Acumulado): Reservatório Sítio Novo.	50
Figura 4.40 - Curva de Acumulação (Área Alagada x Volume Acumulado): Reservatório Mamonas.	51
Figura 4.41 - Curva de Acumulação (Área Alagada x Volume Acumulado): Reservatório São Domingos.	51
Figura 5.1 - Modelo de Planilha de Simulação da Operação dos Reservatórios	53
Figura 5.2 - Estações Climatológicas Consideradas.	58



## LISTA DE MAPAS

Mapa 4.1 – Divisão das Sub-bacias que compõem a Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande.	21
Mapa 4.2 – Barragens projetadas e existentes.	36
Mapa 8.1 – Localização dos Barramentos/Reservatórios Conforme as Demandas Hídricas Totais, por Sub-Bacia.	83





## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>11</b>
<b>2 CONTEXTUALIZAÇÃO</b> .....	<b>13</b>
2.1 Agência Peixe Vivo .....	13
2.2 Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande .....	15
2.3 Fonte de Financiamento do Projeto .....	15
<b>3 OBJETIVOS</b> .....	<b>17</b>
<b>4 INFORMAÇÕES GERAIS DA BACIA, BASES CARTOGRÁFICAS UTILIZADAS E CONSOLIDAÇÃO DA LOCALIZAÇÃO DOS BARRAMENTOS</b> .....	<b>19</b>
4.1 A Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande e suas Sub-bacias .....	19
4.2 Base Cartográfica Adotada e Consolidação da Localização dos Barramentos .....	22
4.2.1 Base Cartográfica Adotada .....	23
4.2.2 Consolidação da Localização dos Barramentos .....	24
4.2.3 Capacidade de Acumulação dos Reservatórios.....	37
<b>5 SIMULAÇÃO DOS RESERVATÓRIOS E DETERMINAÇÃO DAS VAZÕES REGULARIZADAS</b> .....	<b>53</b>
5.1 Procedimentos Metodológicos .....	53
5.2 Parâmetros Hidrológicos e Climatológicos Utilizados.....	56
5.3 Simulação da Operação dos Reservatórios .....	61
5.4 Determinação das Vazões Regularizadas.....	62
<b>6 DETERMINAÇÃO DAS DIMENSÕES BÁSICAS DOS BARRAMENTOS</b> .....	<b>65</b>
6.1 Tipos de Barramentos.....	65
6.2 Dimensões Básicas e Volumes dos Maciços dos Barramentos .....	66
<b>7 DEFINIÇÃO DOS CUSTOS ASSOCIADOS AOS BARRAMENTOS E RESERVATÓRIOS</b> .....	<b>69</b>
7.1 Valores Unitários Referenciais.....	70
7.2 Custos Considerados na Implantação das Obras Civas - Maciço .....	70
7.3 Custos com Projetos e Estudos e Licenciamento Ambiental.....	73
7.4 Custos com Desapropriações .....	74
7.5 Custos com Compensação Ambiental .....	75
7.6 Custos com Operação e Manutenção .....	76
7.7 Resumo dos Custos.....	76
<b>8 DEFINIÇÃO DE INDICADORES DE DESEMPENHO</b> .....	<b>78</b>
8.1 Indicadores Técnicos .....	78



	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
	P3 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – BARRAGENS PROJETADAS	
ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE		

8.2	Indicadores Financeiros .....	81
8.3	Indicadores Sociais .....	82
8.4	Indicadores Ambientais .....	85
8.5	Indicadores de Segurança .....	86
<b>9</b>	<b>CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>88</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>94</b>
	<b>APÊNDICE .....</b>	<b>95</b>

	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
	P3 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – BARRAGENS PROJETADAS	
ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE		

## LISTA DE SIGLAS

- AGB Peixe Vivo:** Associação Executiva de apoio a Gestão de Bacias Hidrográficas Peixe Vivo
- ANA:** Agência Nacional de Águas
- CBH Verde Grande:** Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande
- Codevasf:** Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba
- CTC:** Câmara Técnica Consultiva
- INMET:** Instituto Nacional de Meteorologia
- IOH:** Incremento da Oferta Hídrica
- IPH:** Instituto de Pesquisas Hídricas
- MDE:** Modelos Digitais de Elevação
- MGB:** Modelo de Grandes Bacias
- MHS:** *Modify Heuristic Search*
- NT:** Nota Técnica
- P:** Produto
- PTE:** Plano de Trabalho Específico
- PRH - Verde Grande:** Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande
- RTC:** *Radiometric Terrain Correction*
- SIG:** Sistemas de Informações Geográficas
- SRTM:** Shuttle Radar Topography Mission

	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
	P3 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – BARRAGENS PROJETADAS	
ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE		

## 1 INTRODUÇÃO



O Produto 3 (P3) apresenta os resultados da Atividade 5: Estudo de Oferta Hídrica – Barragens Projetadas, previsto no estudo denominado de “*Análise e Proposta da Melhor Alternativa de Incremento da Oferta Hídrica (IOH) na Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande, considerando Ações de Regularização e Transposição de Vazões entre Bacias, apresentadas em seu Plano de Recursos Hídricos (PRH-Verde Grande)*”, objeto de contratação através do Ato Convocatório Nº 003/2019 e seu respectivo contrato de prestação de serviços nº 004/2019, firmado entre a PROFILL e a Agência Peixe Vivo.

Com vistas ao atendimento do escopo de trabalho definido para a Atividade 5, o conteúdo deste relatório contempla temas relacionados às:

- Informações básicas utilizadas (base cartográfica, parâmetros hidrológicos e climáticos) e consolidação da localização dos barramentos;
- Simulação operacional dos reservatórios com o objetivo de determinar suas características básicas, com destaque para as respectivas vazões regularizadas;
- Determinação das dimensões básicas dos barramentos;
- Definição dos custos associados à implantação e operação dos barramentos e reservatórios; e
- Definição de indicadores de desempenho, de diversas naturezas (técnica, financeira, social, ambiental e de segurança).

Assim, o P3 está estruturado em oito capítulos, complementares a esta introdução. O segundo capítulo traz uma apresentação do contexto do contrato, com a descrição da Agência Peixe Vivo, do Comitê de Bacia Hidrográfica do Verde Grande e das fontes de financiamento do projeto, visando atender as premissas do Termo de Referência. Em seguida, o terceiro capítulo apresenta os objetivos da Atividade 5, cujos resultados alcançados são apresentados neste produto.

No capítulo 4, são apresentadas informações gerais sobre a Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande e das suas sub-bacias. Em seguida, é descrita a base cartográfica adotada para o desenvolvimento dos estudos e a consolidação da

	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
	P3 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – BARRAGENS PROJETADAS	
ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE		



localização dos barramentos. Quanto à metodologia, optou-se por apresentar os procedimentos metodológicos em cada capítulo (do 4 ao 8), facilitando e tornando mais objetiva a compreensão técnica.

Dessa forma, no capítulo 5 são descritos os procedimentos técnicos e metodológicos, bem como os resultados relativos à simulação operacional dos reservatórios, com vistas à determinação das suas características básicas: volumes acumulados, áreas alagadas e principalmente as vazões regularizadas. Inicialmente, são apresentados os parâmetros hidrológicos e climáticos utilizados nas simulações operacionais dos reservatórios e que são decorrentes dos estudos de disponibilidade hídrica, desenvolvidos no âmbito da Atividade 3, cujos resultados foram apresentados na Nota Técnica 1 (NT-1).

No capítulo 6, são determinadas, a partir dos resultados do capítulo anterior, as dimensões básicas dos barramentos necessários à formação dos reservatórios anteriormente dimensionados. Em seguida, no capítulo 7, são definidos os custos associados aos empreendimentos, com base nas dimensões básicas dos barramentos e reservatórios, abrangendo aqueles relacionados à implantação, aos estudos e projetos necessários, às desapropriações, às compensações ambientais e a operação e manutenção.

O capítulo 8 apresenta os indicadores configurados para expressar o desempenho das barragens/reservatórios sob diversas óticas ou naturezas: técnica, financeira, social, ambiental e de segurança. Ou seja, apresenta os elementos a serem considerados nas atividades seguintes do Plano de Trabalho, notadamente na Atividade 8 (Avaliação Conjunta das Soluções Abordadas), com vistas à definição das intervenções a serem selecionadas e/ou hierarquizadas para o incremento de água na Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande.

Por fim, no capítulo 9 são apresentadas as conclusões e considerações finais, seguida do Apêndice. Destaca-se que, pela natureza do tema tratado neste relatório, diversas informações consideradas neste estudo são apresentadas como apêndice, face as suas extensões e com o objetivo de tornar o texto do relatório mais fluído, facilitando o seu entendimento.

	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
	P3 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – BARRAGENS PROJETADAS	
ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE		

## 2 CONTEXTUALIZAÇÃO

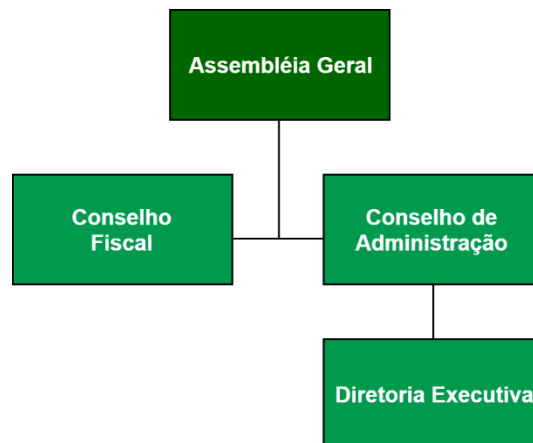
Neste item são apresentadas informações referentes à Agência Peixe Vivo, responsável pela fiscalização do contrato, ao Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande (CBH Verde Grande), bem como da fonte de financiamento do Projeto em questão.

### 2.1 Agência Peixe Vivo

A Agência Peixe Vivo é uma associação civil, pessoa jurídica de direito privado, composta por empresas usuárias de recursos hídricos e organizações da sociedade civil, tendo como objetivo a execução da Política de Recursos Hídricos deliberada pelos Comitês de Bacia Hidrográfica. Criada em 15 de setembro de 2006, foi indicada no ano de 2015 à Agência de Águas do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande através de suas deliberações nº 54/2015 e 56/2016. Esta indicação do CBH Verde Grande foi aprovada pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos através de sua resolução nº 187/2016 (AGB Peixe Vivo, 2019).

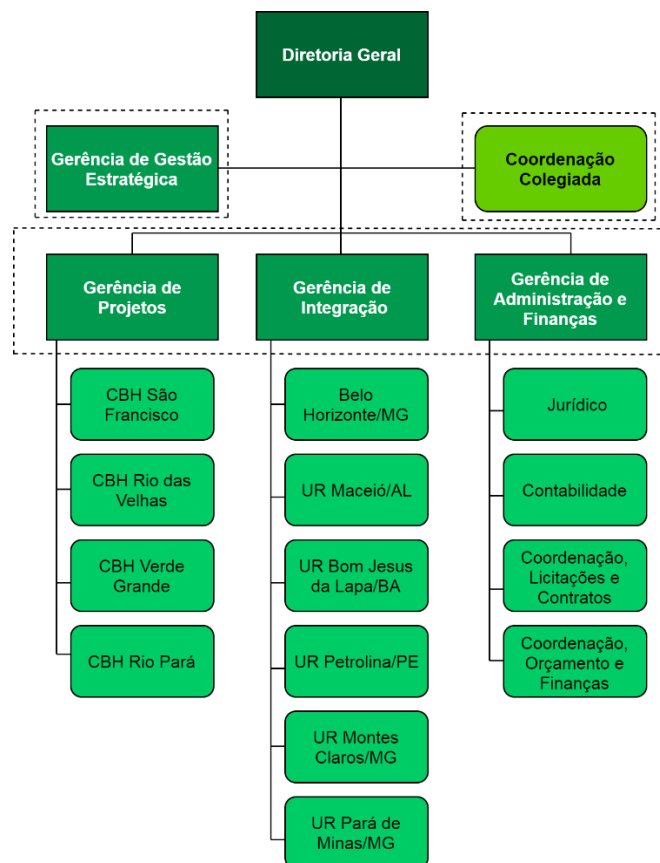
Após negociações e trâmites necessários o Contrato de Gestão nº 083/2017 foi assinado, no dia 29 de dezembro de 2017, entre a Agência Nacional de Águas (ANA) e a Agência Peixe Vivo, com a interveniência do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande, para o exercício de funções de agência de água da Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande. O referido Contrato tem prazo de vigência até 31 de dezembro de 2020, podendo ser prorrogado mediante celebração de termo aditivo específico (AGB Peixe Vivo, 2019).

Com relação à estrutura da AGB Peixe Vivo, de acordo com a Figura 2.1, é composta por quatro setores a saber: (i) Assembleia Geral, órgão soberano da Agência Peixe Vivo, constituída por empresas usuárias de recursos hídricos e organizações da sociedade civil; (ii) Conselho Fiscal, órgão fiscalizador e auxiliar da Assembleia Geral, do Conselho de Administração e da Diretoria Executiva da Agência Peixe Vivo; (iii) Conselho de Administração, órgão de deliberação superior da Agência Peixe Vivo define as linhas gerais das políticas, diretrizes e estratégias, orientando a Diretoria Executiva no cumprimento de suas atribuições; e (iv) Diretoria Executiva, órgão executor das ações da Agência Peixe Vivo.



Fonte: Adaptado de Agência Peixe Vivo (2019)  
 Figura 2.1 – Organograma da Agência Peixe Vivo

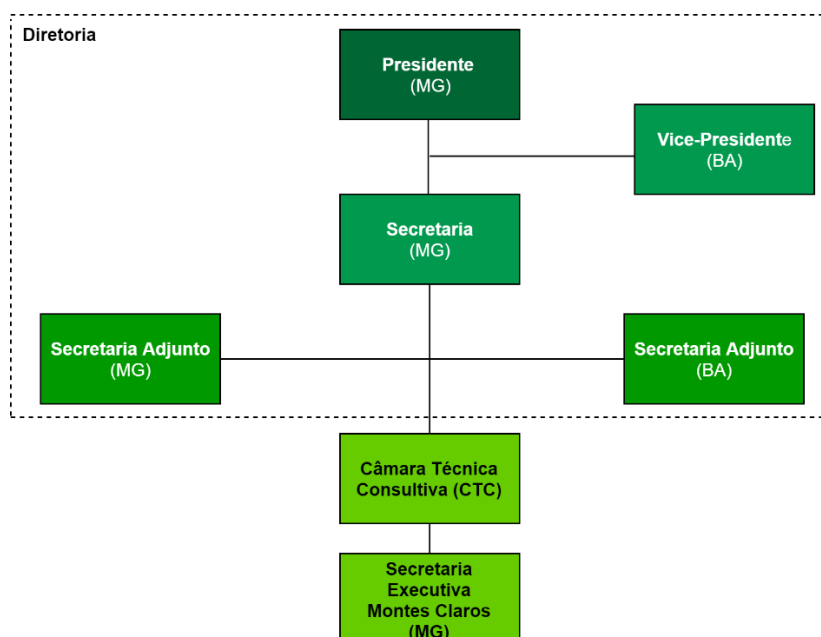
Complementarmente, a Figura 2.2 apresenta a estrutura da Diretoria Executiva da Agência Peixe Vivo.



Fonte: Adaptado de Agência Peixe Vivo (2019)  
 Figura 2.2 – Organograma da Diretoria Executiva da Agência Peixe Vivo

## 2.2 Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande

O CBH Verde Grande foi criado através do Decreto de 3 de dezembro de 2003 o qual é composto por 80 membros, representantes da União, dos Estados de Minas Gerais e da Bahia, dos municípios, dos usuários das águas de sua área de atuação e das entidades civis de recursos hídricos com atuação comprovada na bacia (Figura 2.3). O referido Comitê possui uma Câmara Técnica Consultiva (CTC), criada através da Deliberação nº 28/2009, composta por 20 (vinte) membros, indicados pelos representantes titulares que compõem o CBH-Verde Grande. Complementarmente, também fazem parte do Comitê as Comissões Gestoras de Reservatórios, criadas através da Deliberação nº 09/2005 (CBH Verde Grande, 2019).





Fonte: CBH Verde Grande (2019)

Figura 2.3 – Organograma da Plenária do CBH Verde Grande

## 2.3 Fonte de Financiamento do Projeto



O Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande (PRH – Verde Grande) foi aprovado pelo Comitê através da Deliberação nº 37/2011. O programa de ações do PRH-Verde Grande é composto por quatro componentes, a saber: (i) Gestão de Recursos Hídricos e Comunicação Social; (ii) Racionalização dos Usos e Conservação de Solo e Água; (iii) Incremento da Oferta e Saneamento; (iv) Gestão de Águas Subterrâneas. No âmbito da Componente III do PRH -



	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
	P3 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – BARRAGENS PROJETADAS	
ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE		

Incremento da oferta hídrica e saneamento, está previsto o Programa III.2 – Incremento da oferta de água, bem como as Ações III.2.1 – Regularização de vazões e III.2.2 – Transposição de vazão entre bacias.

Dessa forma, visando possibilitar o atendimento das ações supracitadas, a fonte de financiamento para este Estudo de IOH está prevista no Plano de Trabalho Específico (PTE) do Contrato de Gestão nº 083/2017, firmado entre a Agência Peixe Vivo e a ANA. Portanto o recurso é proveniente da ANA (fonte 0183) e foi repassado à Agência Peixe Vivo.

	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
	P3 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – BARRAGENS PROJETADAS	
ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE		

### 3 OBJETIVOS

O objetivo específico do P3 é apresentar o resultado da Atividade 5 do Plano de Trabalho, referente à Avaliação do Incremento de Oferta Hídrica (IOH) – Reservatórios Propostos no Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande (PRH Verde Grande). Neste caso, refere-se aos estudos relativos às 14 barragens propostas no Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande (ANA, 2013).



O PRH - Verde Grande propôs a implantação de 14 de barramentos com o objetivo de aumentar a oferta hídrica na bacia e minimizar o *déficit* hídrico. O conjunto das 14 barragens selecionadas e seus respectivos reservatórios acumula um total de 291,3 Hm<sup>3</sup>, regularizando uma vazão total de 1,53 m<sup>3</sup>/s. O volume total do somatório dos maciços é da ordem de 8,4 milhões m<sup>3</sup> e a área inundada totaliza cerca de 3.200 ha.

Vale lembrar que o PRH - Verde Grande realizou um estudo de incremento da oferta hídrica através da regularização de vazões, no qual foram inicialmente selecionados os reservatórios com maior capacidade de acumulação, superior a 10 hm<sup>3</sup>, face à restrita capacidade de regularização imposta pela forte variabilidade pluviométrica e evaporimétrica regional.

Assim, a Atividade 5, com base nas disponibilidades hídricas consolidadas (apresentadas na Nota Técnica – NT-1), tem por objetivo verificar o efetivo incremento na oferta hídrica oferecido em cada barramento e no seu conjunto, através do cálculo das vazões regularizadas a jusante de cada empreendimento.

Este produto também tem por objetivo configurar indicadores de desempenho que possibilitem, posteriormente, no âmbito da Atividade 8 – Avaliação Conjunta das Soluções Abordadas, e após a realização de Oficina específica, a seleção e hierarquização das intervenções a serem implementadas na bacia.



Os indicadores de desempenho configurados no âmbito da Atividade 5 já permitem estabelecer um cenário inicial de hierarquização entre os barramentos e reservatórios estudados, embora seja aconselhado aplicar previamente análise dos atores estratégicos da bacia, através de Oficina específica, para consolidar este cenário. Por esta razão, o presente relatório finaliza com a apresentação dos

	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
	P3 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – BARRAGENS PROJETADAS	
ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE		

indicadores de desempenho considerados, configurando apenas uma hierarquização prévia, a ser consolidada no curso do andamento dos trabalhos.

Em termos específicos, os objetivos da Atividade 5, apresentados neste relatório são:

- Determinação da capacidade de regularização dos reservatórios, através da vazão regularizada (incremento na oferta hídrica);
- Determinação das características básicas dos barramentos necessários à formação dos reservatórios;
- Definição dos custos associados aos barramentos e reservatórios;
- Definição de indicadores de desempenho;
- Configuração de cenário preliminar de hierarquização para os barramentos/reservatórios estudados.

	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
	P3 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – BARRAGENS PROJETADAS	
ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE		

## 4 INFORMAÇÕES GERAIS DA BACIA, BASES CARTOGRÁFICAS UTILIZADAS E CONSOLIDAÇÃO DA LOCALIZAÇÃO DOS BARRAMENTOS

### 4.1 A Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande e suas Sub-bacias

Conforme o Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande (ANA, 2013), o rio Verde Grande é um importante afluente da margem direita do rio São Francisco que constitui, em parte de seu curso, o limite entre os estados da Bahia e de Minas Gerais. Por esse motivo, assim como seu afluente, o rio Verde Pequeno, é considerado um rio de domínio federal.

Além destes rios principais, a Bacia Hidrográfica do Rio Verde também abrange outros rios de domínio federal, a saber: rio Galheiros, rio Bom Sucesso ou Bela Vista, rio Bom Sucesso e rio Espigão. Dentre os rios de domínio estadual, destacam-se: rio Gorutuba; rio da Água Quente; rio Cana-brava; Ribeirão Boa Vista; Rio do Vieira; rio da Prata; rio Juramento; rio Saracura; Ribeirão Baixa da Mula; Riacho da Macaca; Ribeirão do Poço Triste; Riacho da Mandiroba; Riacho do Aurélio; Córrego Olho-d'água; rio Jacu; Ribeirão Jacu; rio Tabuleiro; rio Serra Branca; Córrego Furado Novo; Córrego Bom Jardim; Córrego Veredas das Águas; Rio Arapoim; Riacho Salobro; Ribeirão do Ouro; rio Suçuapara; rio Jacuí; rio Barreiras; rio São Domingos; e rio Quem Quem.

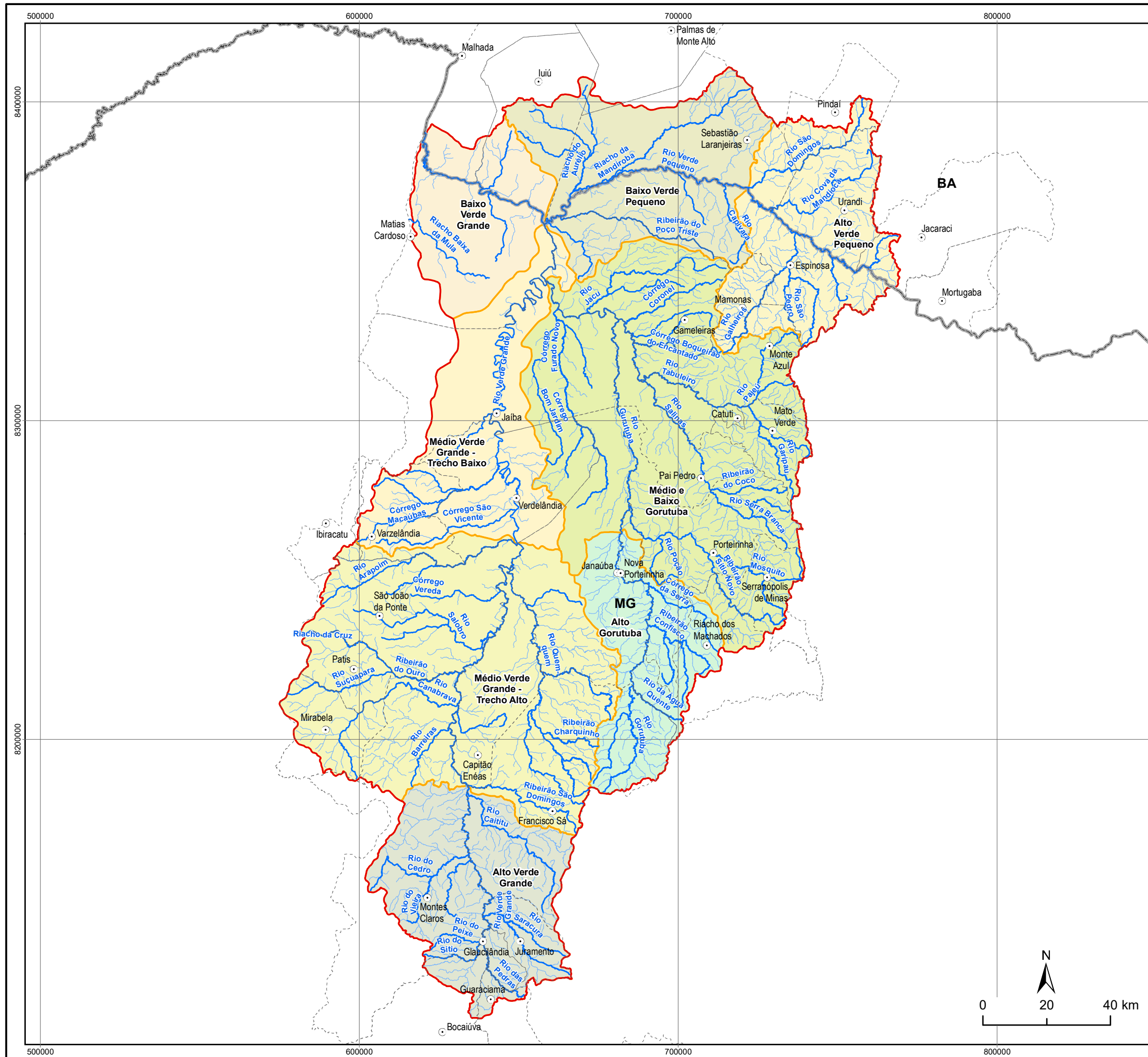
Sua bacia tem área aproximada de 31.437,62 km<sup>2</sup> que abrange oito municípios na Bahia (13% da área total) e 27 municípios em Minas Gerais (87% da área total). O rio Verde Grande tem como principais afluentes os seguintes rios situados na margem direita: o rio Gorutuba (área de drenagem de 9.855,49 km<sup>2</sup>), que é de domínio estadual (de Minas Gerais), e o rio Verde Pequeno (área de drenagem de 5.303,34 km<sup>2</sup>), que forma a divisa estadual entre Minas Gerais e Bahia, constituindo, também, um rio de domínio da União.

Para avaliação dos resultados das demandas, a bacia foi dividida em oito sub-bacias, conforme descrito no Quadro 4.1 e ilustrado no Mapa 4.1.

Quadro 4.1 - Sub-bacias da Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande

Sub-bacia	Área	
	km <sup>2</sup>	%
Alto Verde Grande	3.102,14	9,87
Médio Verde Grande - Trecho Alto	7.107,87	22,61
Alto Gorutuba	2.134,34	6,79
Médio e Baixo Gorutuba	7.721,15	24,56
Médio Verde Grande - Trecho Baixo	3.161,27	10,06
Alto Verde Pequeno	2.907,51	9,25
Baixo Verde Pequeno	3.369,23	10,72
Baixo Verde Grande	1.934,11	6,15
<b>Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande</b>	<b>31.437,62</b>	<b>100,00</b>

Fonte: Profill, 2019. Relatório P2: Estudo da Demanda Hídrica.



**Mapa 4.1 – Divisão das Sub-bacias que compõem a Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande**

**Legenda**

- Sede Municipal
- Hidrografia
- Rios principais
- - - Limite Municipal
- ▭ Limite Estadual
- ▭ Limite da Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande

**Sub-Bacia**

- Alto Verde Grande
- Médio Verde Grande - Trecho Alto
- Alto Gorutuba
- Médio e Baixo Gorutuba
- Médio Verde Grande - Trecho Baixo
- Alto Verde Pequeno
- Baixo Verde Pequeno
- Baixo Verde Grande



**Informações**

Fonte de dados:  
 - Sede municipal: IBGE, 2017  
 - Limite municipal: IBGE, 2017  
 - Limite estadual: IBGE, 2017  
 - Hidrografia: ANA, 2017 (BHO 5k)  
 - Limite da Bacia do Verde Grande: ANA, 2013  
 - Limite das Sub-bacias: ANA, 2013

**Sistema de Coordenadas UTM**  
 Datum SIRGAS2000  
 Zona 23S  
 Escala: 1:1.200.000

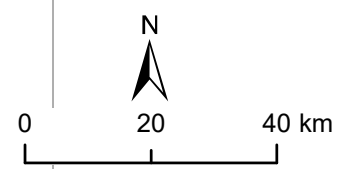
**Dados do Projeto**

Análise e proposta da melhor alternativa de **INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA (IOH) NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE** considerando ações de regularização e transposição de vazões entre bacias, apresentadas em seu Plano de Recursos Hídricos (PRH-Verde Grande)

P3 – Estudo de Oferta Hídrica – Barragens Projetadas

Execução técnica      Acompanhamento      Realização

**PROFILL**      **Comitê do Verde Grande**      **ANA**      **AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS**      **peixe vivo**



## 4.2 Base Cartográfica Adotada e Consolidação da Localização dos Barramentos

O passo inicial para a avaliação do incremento de oferta hídrica nos reservatórios propostos no PRH Verde Grande (objetivo da Atividade 5) consiste na montagem de base cartográfica para subsídio aos diversos estudos a serem desenvolvidos.



Importante ressaltar que o objeto dos estudos desenvolvidos no âmbito da Atividade 5 são os 14 barramentos propostos no Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande (ANA, 2013), relacionados no Quadro 4.2.

Quadro 4.2 - Custo das barragens conforme PRH Verde Grande (ano de referência de 2009).

Ordem	Barragem	Município	Qreg (m³/s)	Custo (R\$)
1	Mamonas	Mamonas/Espinosa	0,106	21.945.000,00
2	Canoas	Juramento/Canoas	0,051	25.850.000,00
3	Prata	Juramento	0,071	26.367.000,00
4	Rio Verde	Juramento	0,15	19.173.000,00
5	Água Limpa	Mirabela/Montes Claros	0,09	36.520.000,00
6	Cerrado	Montes Claros	0,06	25.630.000,00
7	Peixe	Montes Claros	0,06	24.860.000,00
8	Sítio	Montes Claros	0,09	36.520.000,00
9	Sítio Novo	Porteirinha	0,20	93.390.000,00
10	Suçupara	São João da Ponte/Patos	0,09	51.370.000,00
11	Pedras	Juramento	0,04	7.580.000,00
12	Tábua	Montes Claros	0,05	24.300.000,00
13	Cocos	Porteirinha	0,05	4.200.000,00
14	São Domingos	Urandi	0,42	86.907.472,00
<b>Total</b>			<b>1,532</b>	<b>484.612.472,00</b>

Fonte: ANA (2013).

Na época da realização do PRH Verde Grande foram definidas, preliminarmente, as localizações desses barramentos. Também, foram definidas as características principais dos reservatórios, notadamente as áreas de contribuição, volumes acumulados, áreas alagadas, vazões regularizadas, bem como as dimensões básicas dos respectivos barramentos (extensão do eixo e altura máxima).

	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
	P3 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – BARRAGENS PROJETADAS	
ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE		

#### 4.2.1 Base Cartográfica Adotada

O escopo de trabalho da Atividade 5 pressupõe o reestudo desses elementos anteriormente configurados, agora em âmbito mais detalhado. Assim, inicialmente, faz necessária a montagem de base cartográfica adequada ao nível dos estudos em questão. Essa base cartográfica deve possibilitar a definição topográfica das condições no local dos barramentos e reservatórios.

Para os barramentos a base cartográfica deve possibilitar a definição do posicionamento do eixo da barragem, além das dimensões básicas de extensão do eixo e alturas do maciço.

Já para os reservatórios a base cartográfica deve possibilitar não apenas a configuração das áreas alagadas, associadas a determinados níveis de água, bem como permitir visualizar o terreno natural atingido pelos alagues, possibilitando identificar os impactos decorrentes desses alagues (por exemplo, benfeitorias e estradas impactadas).



Assim, foi montada e considerada cartografia específica para a análise dos eixos de barramento e áreas dos respectivos reservatórios baseada em dados *ALOS Palsar*, com resolução espacial de 12,5 m, resultantes do projeto *Radiometric Terrain Correction* (RTC). Como resultado obteve uma modelagem do terreno com a geração de curvas de nível primárias (cada 5 m), possibilitando também a geração de curvas secundárias (cada 1 m), tanto para as áreas dos barramentos, quanto dos reservatórios.

Com vistas a permitir a visualização do terreno, foi usado o *layer World Imagery*, disponível no *ArcMap*, tendo como fonte dados da: *Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community*.

Outra informação básica e de suma importância refere-se à determinação das bacias de contribuição para os barramentos considerados. Informação essa essencial inclusive para a determinação das afluências hídricas.

Para tanto, conforme já comentado anteriormente na NT-1, foi adotada discretização das bacias hidrográficas através do Modelo Digital de Elevação (MDE), utilizando o SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), com resolução



	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
	P3 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – BARRAGENS PROJETADAS	
ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE		

espacial de 30 metros e resolução vertical de 1 metro. A partir do MDE foi gerada a rede de drenagem das bacias hidrográficas e utilizada, como base de comparação e ajuste do MDE, a rede de drenagem disponibilizada pela ANA denominada BHO-5K.

Os resultados das bases cartográficas adotadas são apresentados ao longo dos estudos, conforme a necessidade, com destaque para a próxima ação, de consolidação da localização dos barramentos.

#### 4.2.2 Consolidação da Localização dos Barramentos



Uma primeira análise dos barramentos propostos no PRH Verde Grande, sobre a base cartográfica ora adotada, mostrou algumas inconsistências entre os valores indicados no PRH e aqueles obtidos a partir da base adotada, seja com relação às áreas de contribuição dos reservatórios, seja no que se refere às áreas alagadas ou mesmo nas dimensões básicas dos barramentos (extensão dos eixos e alturas dos maciços).

Como decorrência, foi realizada uma análise locacional nos barramentos, com o objetivo de aproximar a localização indicada no PRH Verde Grande com os valores também informados naquele estudo. Ou seja, foi empregado um esforço para consistir os principais parâmetros caracterizadores dos barramentos e respectivos reservatórios. Esse esforço foi denominado de consolidação da localização dos barramentos, cujos resultados são apresentados na sequência.

Inicialmente, foram analisadas as localizações dos barramentos, a partir das coordenadas locacionais disponibilizadas no PRH Verde Grande. Com base na cartografia foram realizados ajustes de microlocalização, objetivando adequar as localizações dos eixos dos barramentos à topografia local, posicionando os eixos em locais adequados, onde existem estreitamentos topográficos nos vales, possibilitando uma maior economia para a futura implantação dos maciços.

Também nesta fase, foram analisadas as condições de formação dos reservatórios, notadamente quando à existência de interferência significativa, como localidades e estradas, buscando-se minimizar futuros impactos sociais.

Essas duas análises levaram a um primeiro ajuste locacional. Como bases nestes novos posicionamentos dos barramentos foram verificadas as respectivas

	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
	P3 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – BARRAGENS PROJETADAS	
ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE		

áreas de contribuição (bacias hidrográficas a partir da base MDE/BHO-5K) e comparadas com aquelas informadas no PRH Verde Grande.

Foram verificados alguns casos com diferenças significativas nas áreas das bacias de contribuição, o que levou a uma nova análise locacional de eixos barráveis, buscando-se aproximar dos valores do PRH. Importante comentar que as áreas das bacias de contribuição de cada barramento são parâmetros básicos e significativos quanto à capacidade de regularização (assim como os volumes acumulados nos respectivos reservatórios). Assim, esses dois parâmetros foram norteadores dos ajustes locais procedidos.

O resultado é apresentado no Quadro 4.3, verificando-se em quatro casos diferenças nas áreas de contribuição superiores a 10% do valor informado no PRH Verde Grande. Esses casos se justificam pelo fato de haver restrições topográficas significativas nos locais dos eixos onde as áreas das bacias coincidem com as do PRH Verde Grande. No caso específico do reservatório de Cocos, não há condições hidrográficas de se alcançar a área de contribuição indicada no PRH Verde Grande, pois a contribuição eleva-se de cerca de 250 km<sup>2</sup> para 700 km<sup>2</sup> por força da afluência de outra drenagem ao se deslocar o eixo para jusante (e nessa posição a jusante as condições topográficas para o barramento são adversas). No entanto, ao se verificar o somatório de áreas de contribuição para o conjunto dos 14 barramentos (3.222 km<sup>2</sup>), observa-se que essa diferença é da ordem de 9%, indicando compensações entre bacias e preservando o domínio hidrográfico do conjunto de barragens (no PRH esse somatório era de 3.547 km<sup>2</sup>).

Quadro 4.3 - Ajustes Locacionais nos Barramentos/Reservatórios.

Reservatório	Curso d'Água	Município	Coordenadas		Bacia Hidrogr. Calculada (km <sup>2</sup> )	Bacia Hidrogr. PRH Verde Grande (km <sup>2</sup> )
			X	Y		
Peixe	Rio Mimoso	Montes Claros	634.932	8.138.367	41,4	40
Sítio	Rio do Sítio	Montes Claros/Bocaiúva	630.010	8.132.440	40,6	38
Pedras	Rio das Pedras	Bocaiúva/Glaucilândia	639.436	8.134.124	246,5	250
Prata	Rio Juramento	Juramento	653.116	8.132.297	50,9	48
Verde	Rio Verde Grande	Montes Claros/Glaucilândia	639.008	8.139.951	576,0	646
Canoas	Rio Saracura	Juramento	647.660	8.142.864	122,1	120
Cerrado	Córrego dos Bois	Montes Claros	613.994	8.152.718	41,9	35
Tábua	Rio Tábua	Montes Claros	629.976	8.173.510	152,2	156
Suçupara	Rio Suçupara	Patis	608.421	8.220.624	400,4	415
Água Limpa	Rio Canabrava	Montes Claros	609.004	8.213.811	444,2	474
Cocos	Rio Mosquito	Porteirinha	716.717	8.253.829	242,3	500
Sítio Novo	Ribeirão Sítio Novo	Porteirinha	713.452	8.247.285	286,6	250
Mamonas	Rio Galheiros	Mamonas/Espinosa	723.363	8.335.049	174,4	172
São Domingos	Rio São Domingos	Urandi	737.338	8.378.672	403,0	403

Com relação às áreas das bacias de contribuição é importante destacar que os reservatórios de Peixe, Sítio e Pedras encontram-se inseridos na bacia de contribuição do reservatório Verde.

Os resultados em termos de características dos reservatórios (volumes acumulados e áreas alagadas) são apresentados no Quadro 4.4, comparando-se, também, com os valores originais do PRH Verde Grande.

Quadro 4.4 - Características Principais dos Reservatórios.

Reservatório	Calculado IOH		Indicado PRH Verde Grande	
	Área (ha)	Vol. Acum. (Hm <sup>3</sup> )	Área (ha)	Vol. Acum. (Hm <sup>3</sup> )
Peixe	155	12,50	144	17,60
Sítio	135	12,00	190	24,50
Pedras	250	13,20	80	5,00
Prata	70	6,50	114	16,00
Verde	440	25,00	330	22,00
Canoas	145	10,00	177	10,00
Cerrado	50	6,50	126	18,00
Tábua	110	10,50	73	6,00
Suçupara	80	11,20	85	11,10
Água Limpa	105	12,00	146	12,00
Cocos	240	10,40	5	0,30
Sítio Novo	780	72,00	936	60,00
Mamonas	420	25,00	206	15,00
São Domingos	618	73,75	618	73,75

O volume total acumulado pelo conjunto de 14 reservatórios resultou em 300,55 Hm<sup>3</sup>, cerca de 3% acima do valor indicado no PRH Verde Grande (291,25 Hm<sup>3</sup>), o que mostra um adequado ajuste.

Na Figura 4.1 até a Figura 4.13 são apresentadas as situações atuais quanto à localização de cada um dos barramentos, após os ajustes procedidos. Ressalta-se que no caso de São Domingos não houve necessidade de ajuste locacional, pelo fato de o anteprojeto desenvolvido em 2009 já indicar o local adequado.

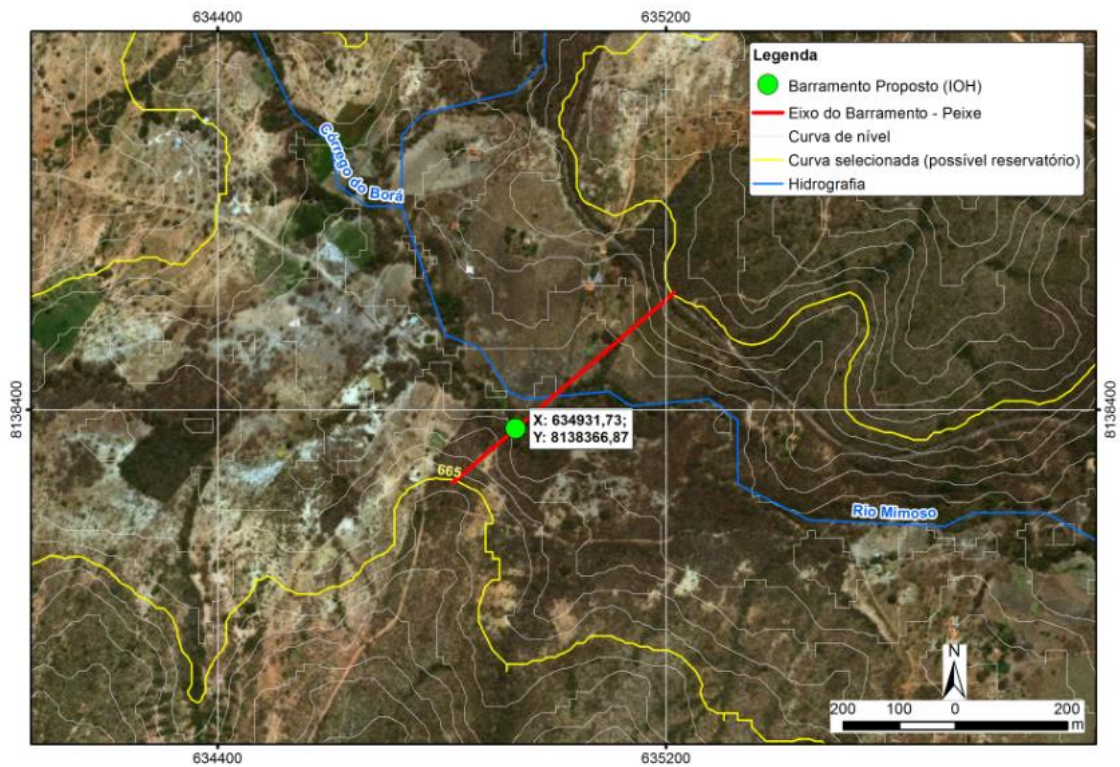


Figura 4.1 - Eixo do Barramento Peixe.

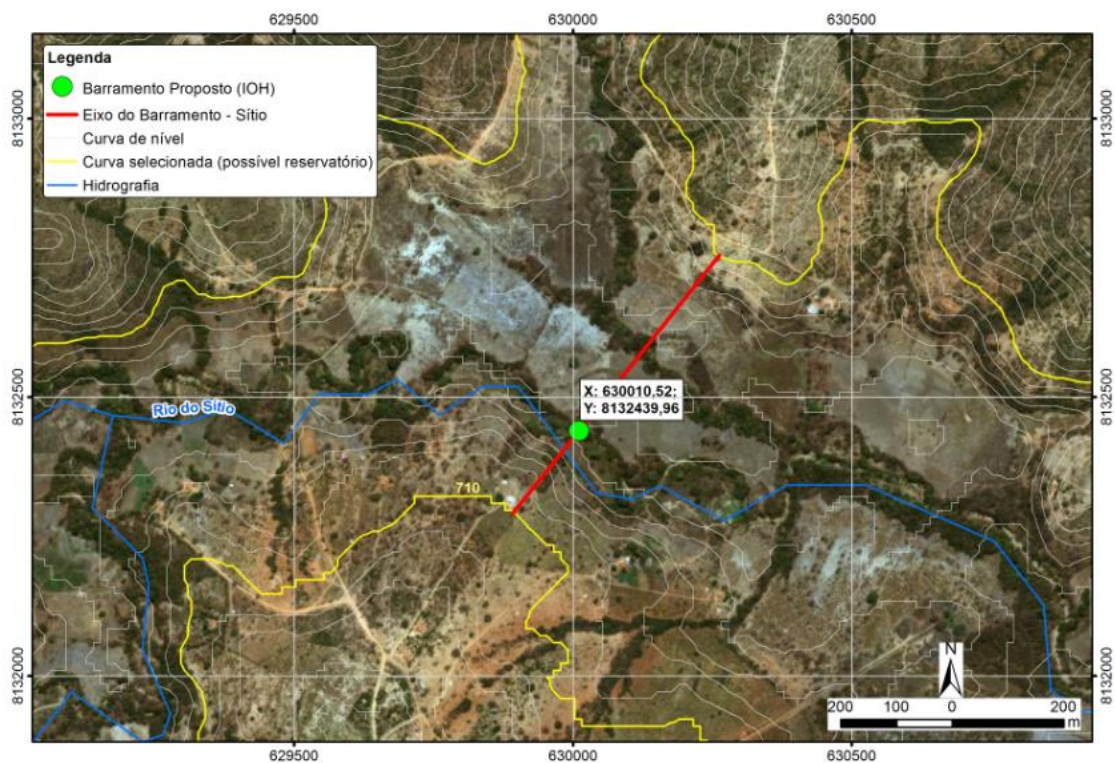


Figura 4.2 - Eixo do Barramento Sítio.

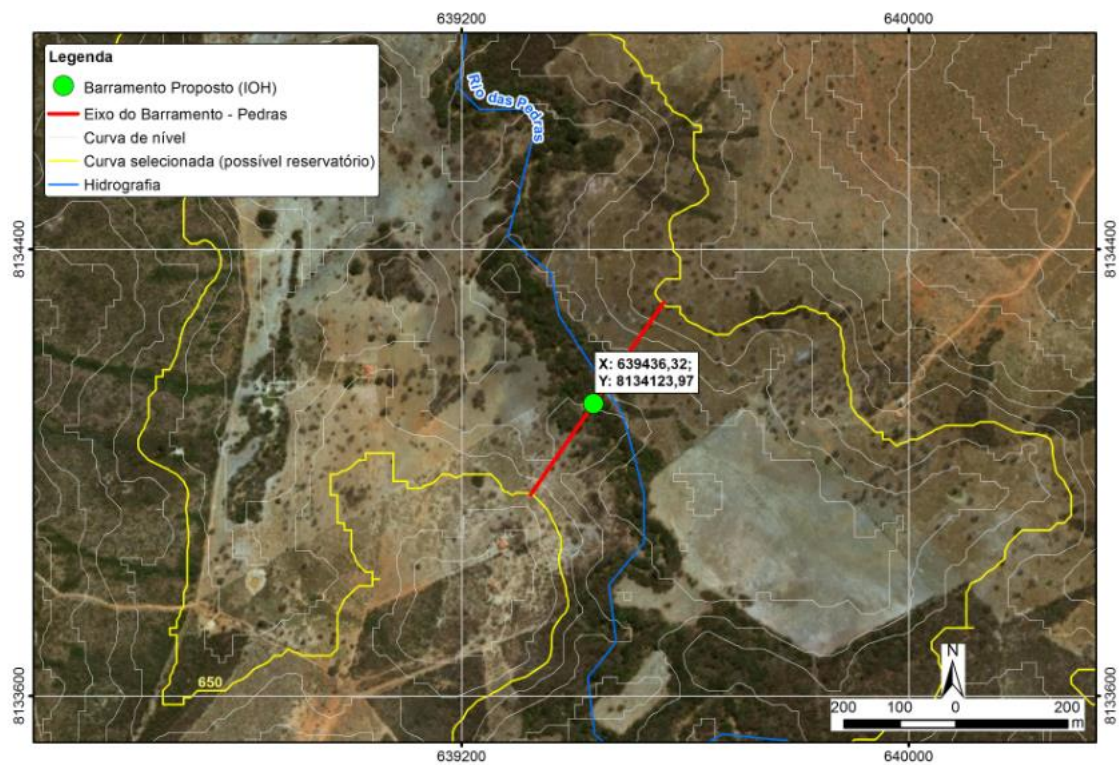


Figura 4.3 - Eixo do Barramento Pedras.

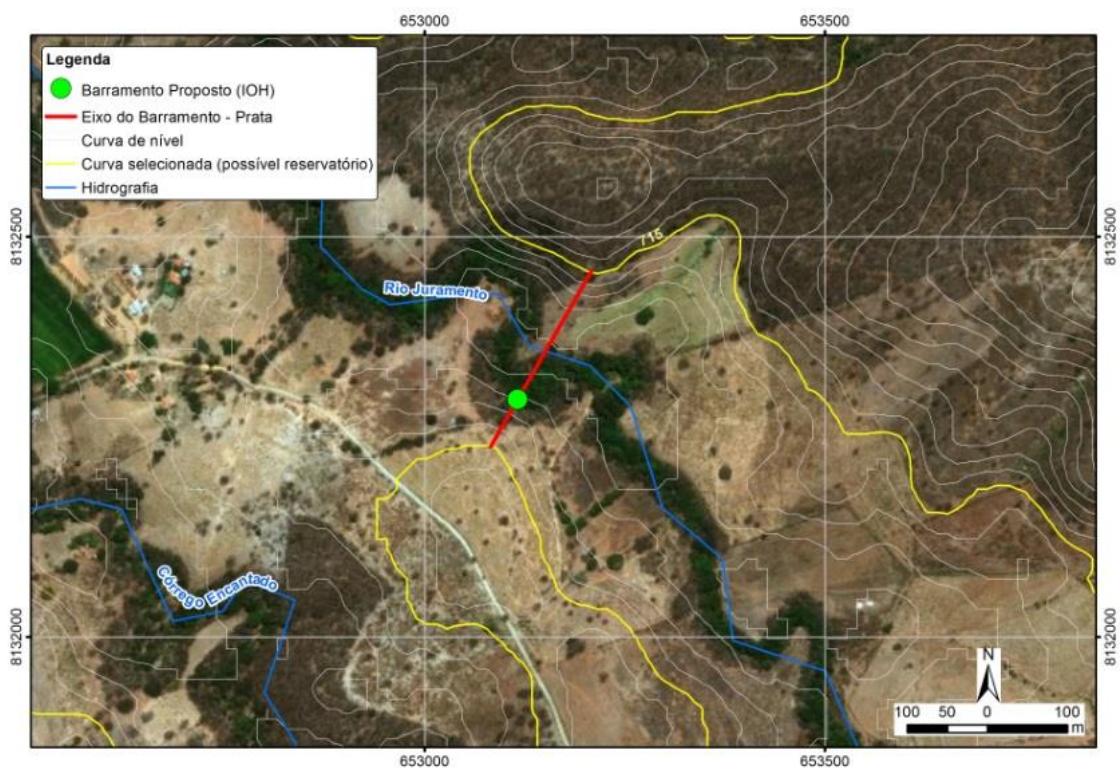


Figura 4.4 - Eixo do Barramento Prata.

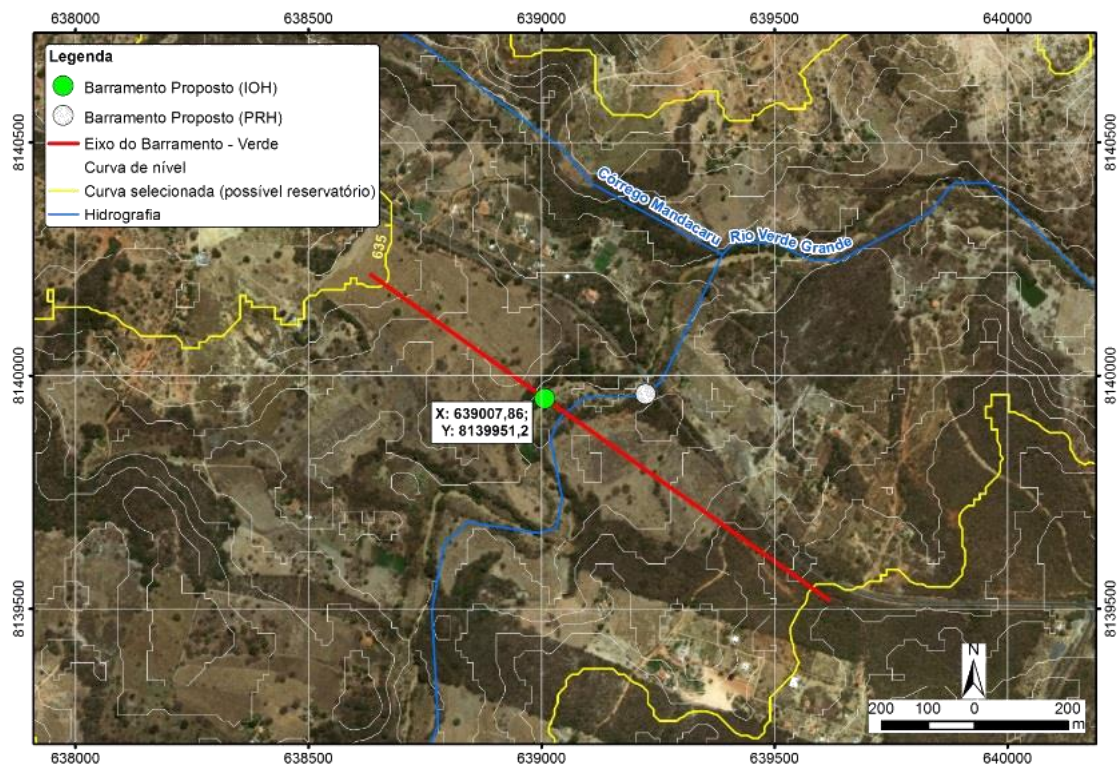


Figura 4.5 - Eixo do Barramento Verde.

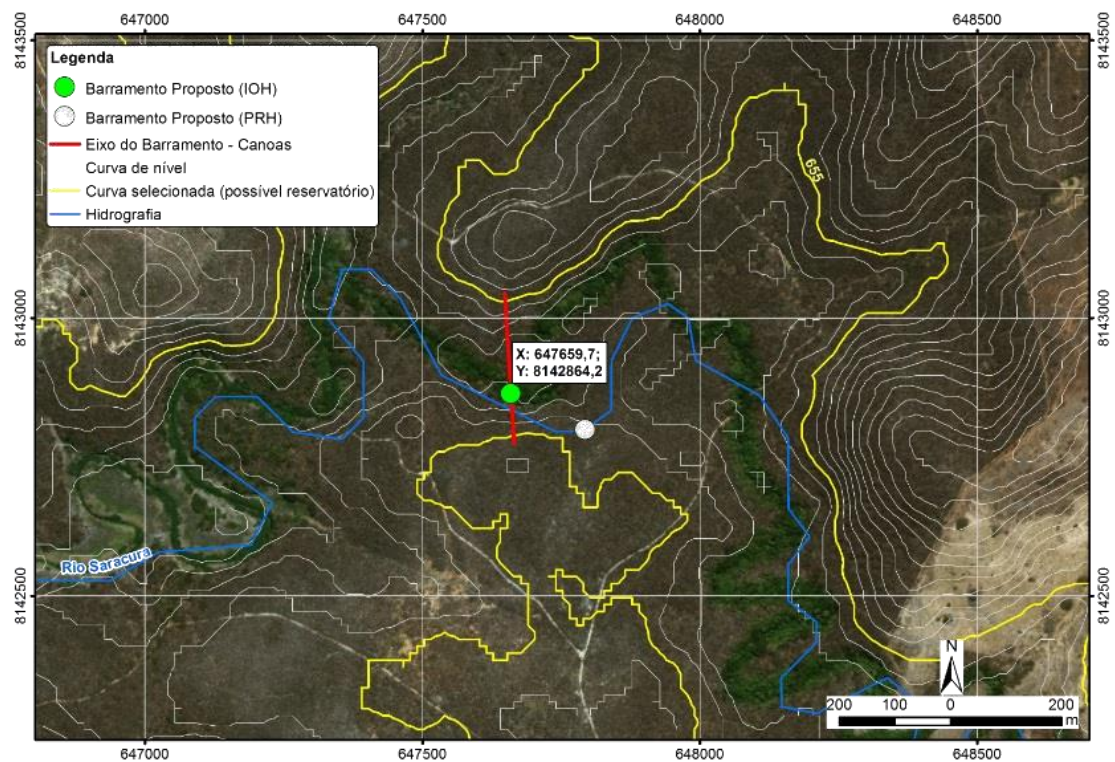


Figura 4.6 - Eixo do Barramento Canoas.

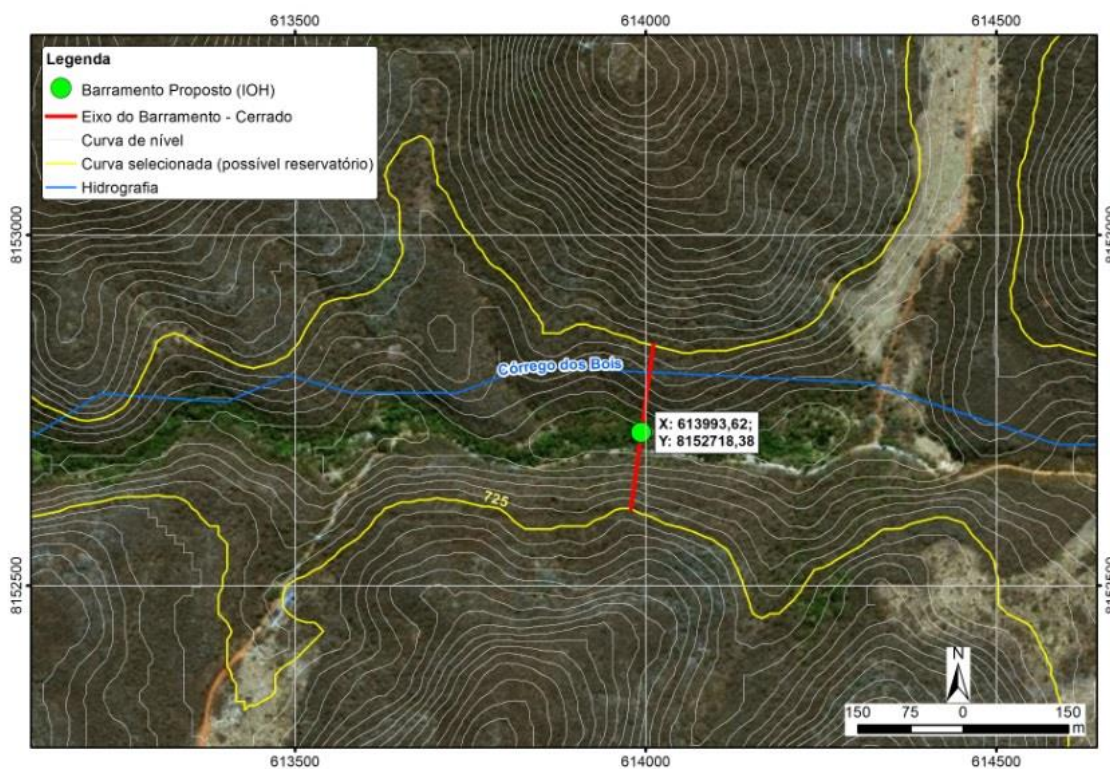


Figura 4.7 - Eixo do Barramento Cerrado.

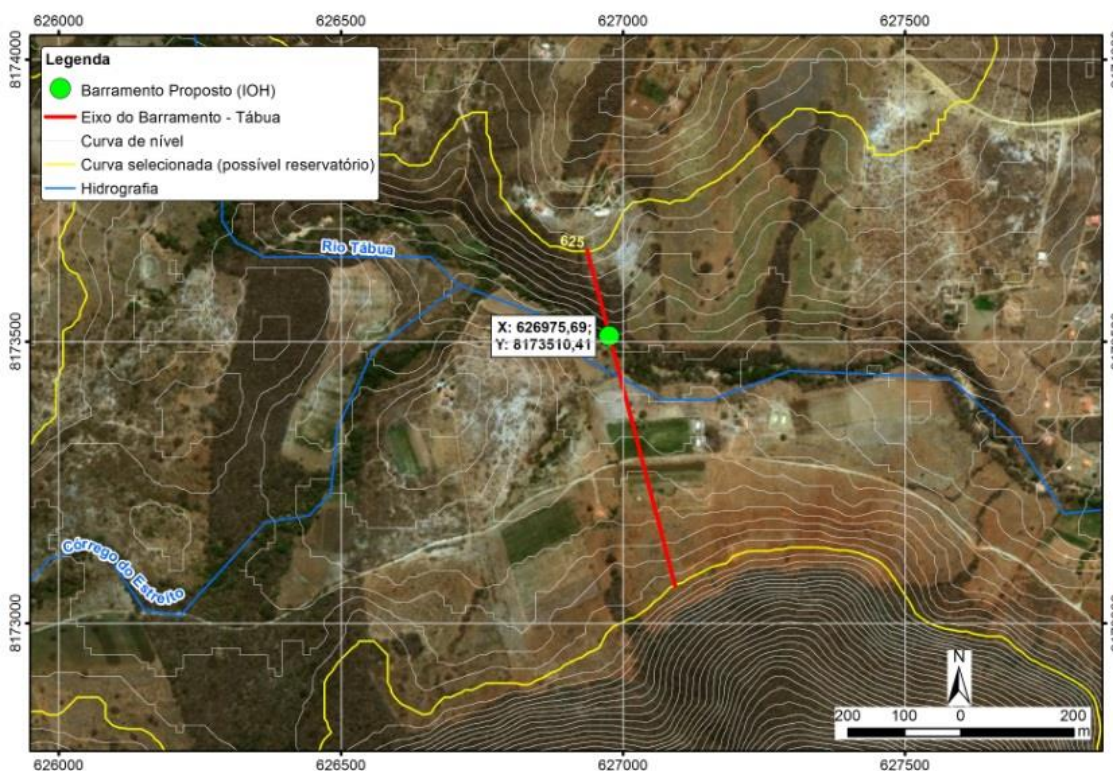


Figura 4.8 - Eixo do Barramento Tábua..



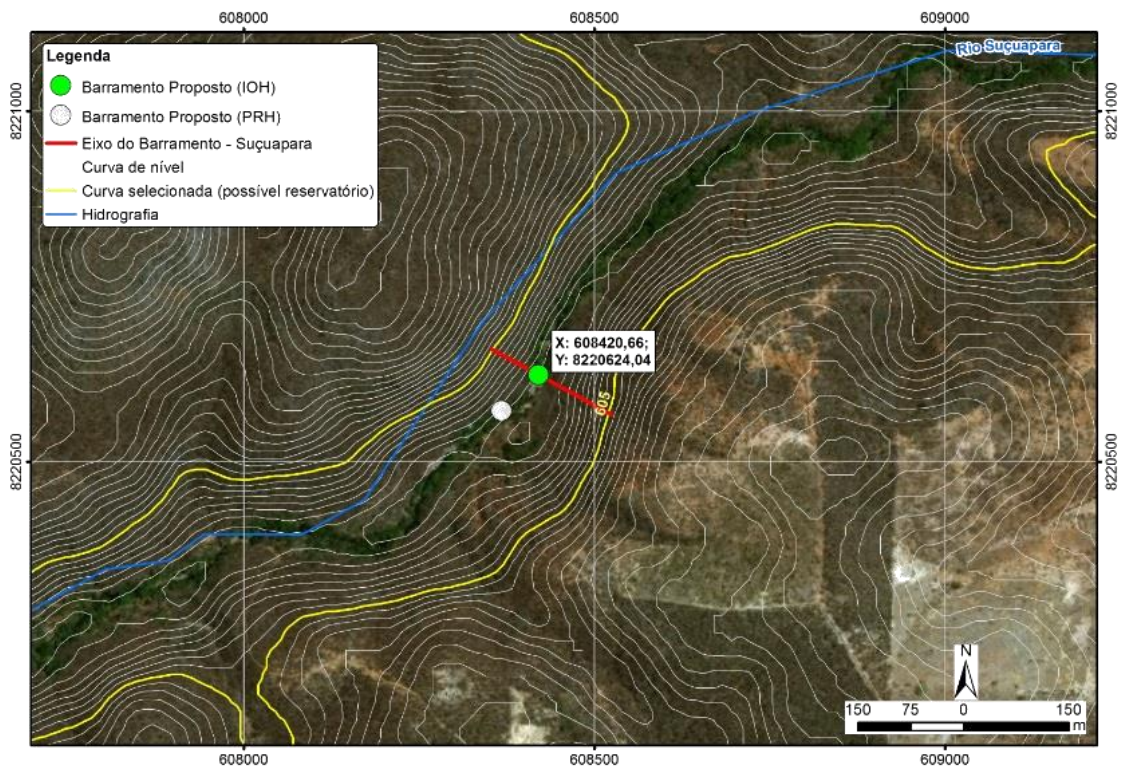


Figura 4.9 - Eixo do Barramento Suçuapara.

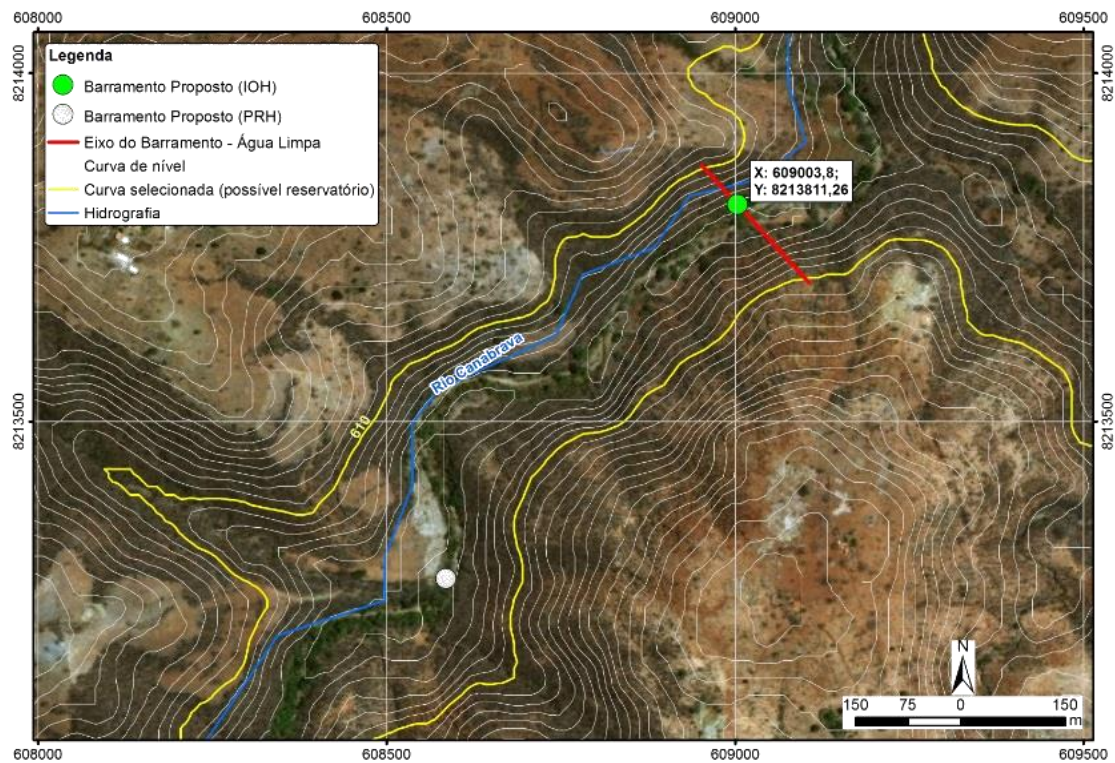


Figura 4.10 - Eixo do Barramento Água Limpa.

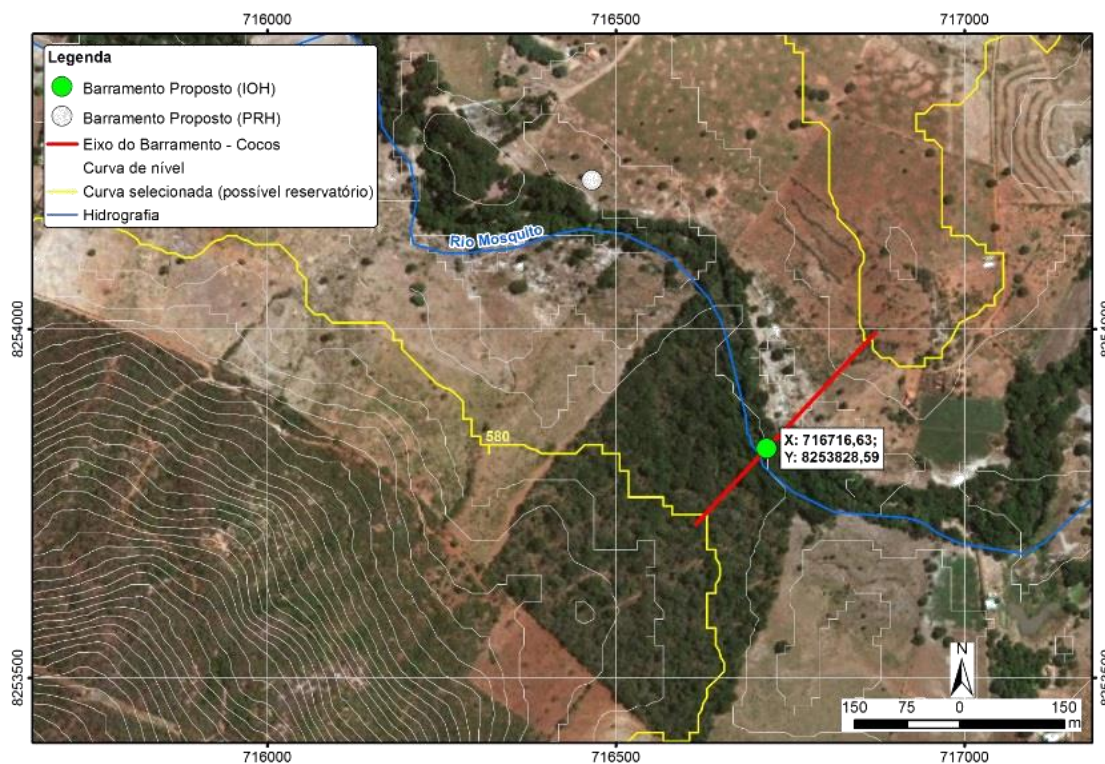


Figura 4.11 - Eixo do Barramento Cocos.

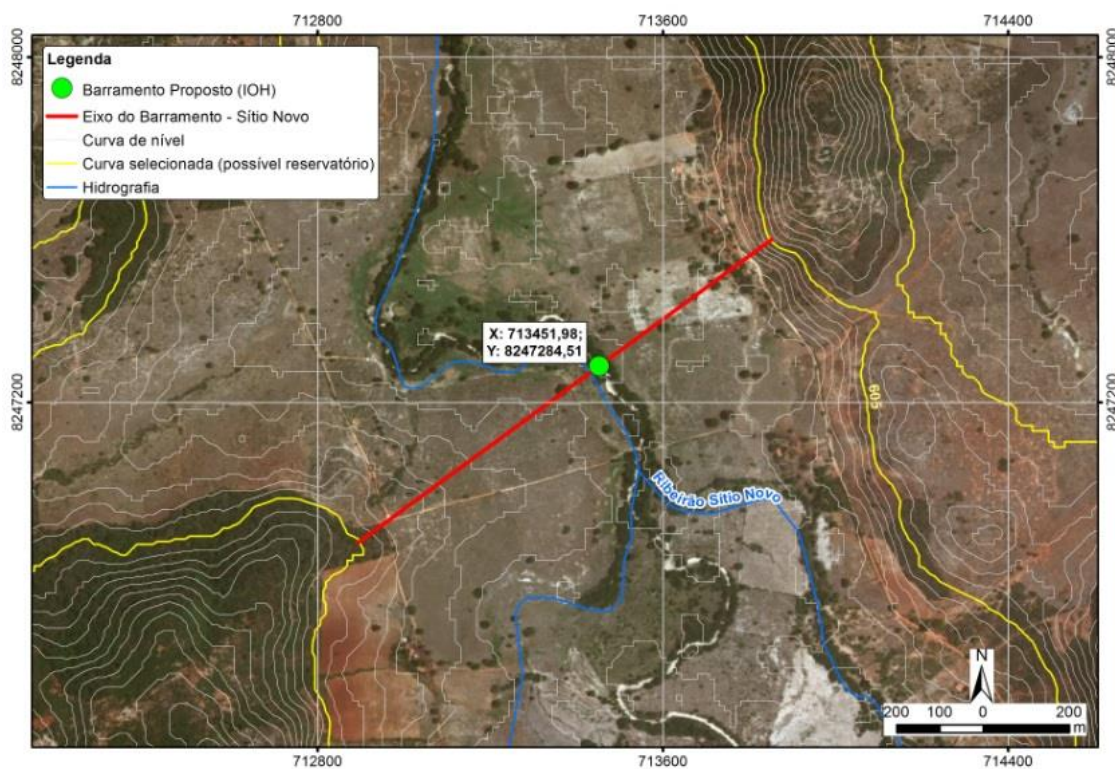


Figura 4.12 - Eixo do Barramento Sítio Novo.

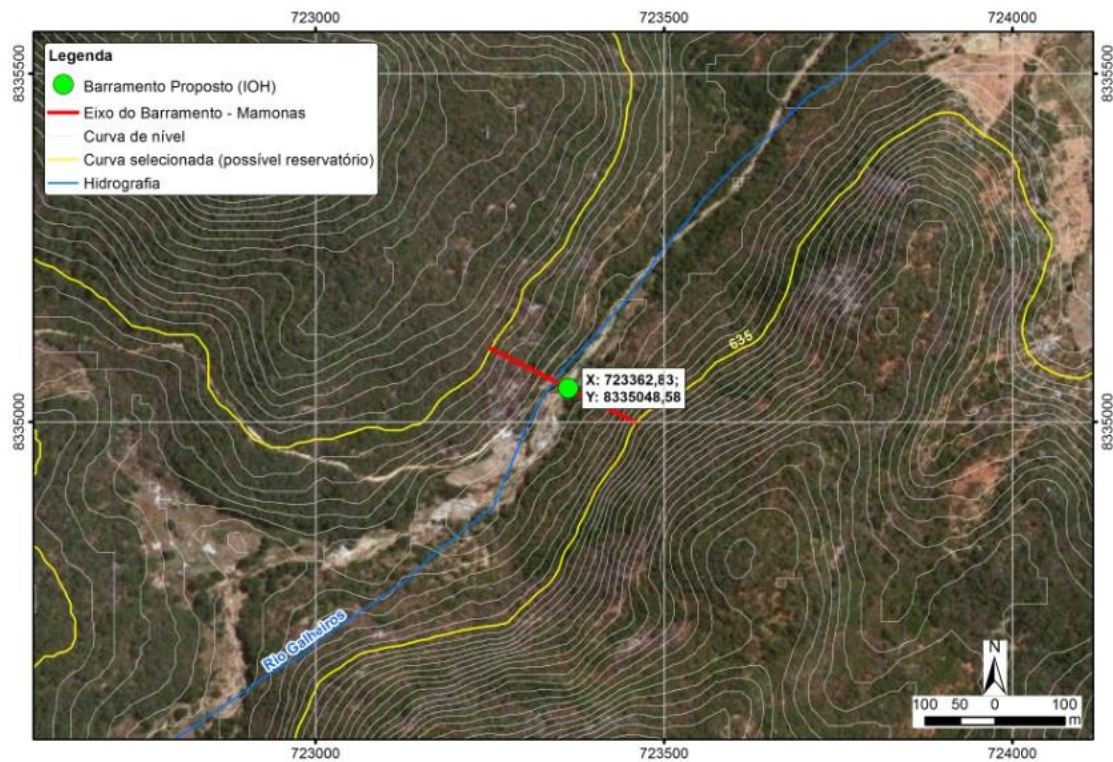


Figura 4.13 - Eixo do Barramento Mamonas.

Na Figura 4.14 é apresentada a situação do ajuste locacional para o conjunto de barramentos, por sub-bacia. No Mapa 4.2 é apresentada a localização dos 14 barramentos propostos no PRH Verde Grande já em suas localizações ajustadas, bem como os principais reservatórios existentes na bacia. Cabe ressaltar que no Mapa 4.2 algumas barragens existentes não se encontram nomeadas. Isto ocorre pois os barramentos notadamente pequenos e/ou não regularizados não apresentam tais dados, visto que foram levantadas todas as informações disponíveis sobre as estruturas existentes na Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande para a composição do presente estudo.

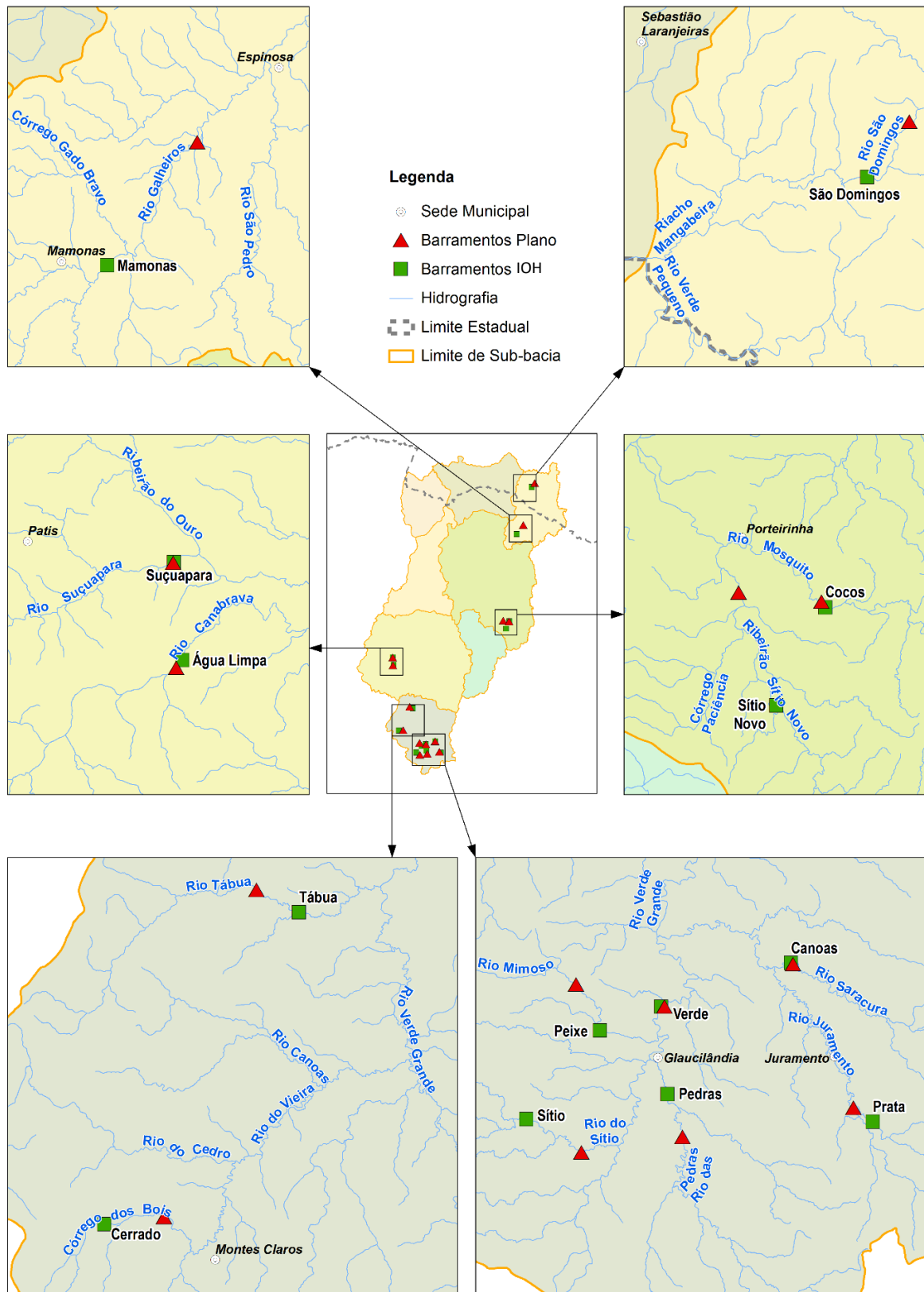
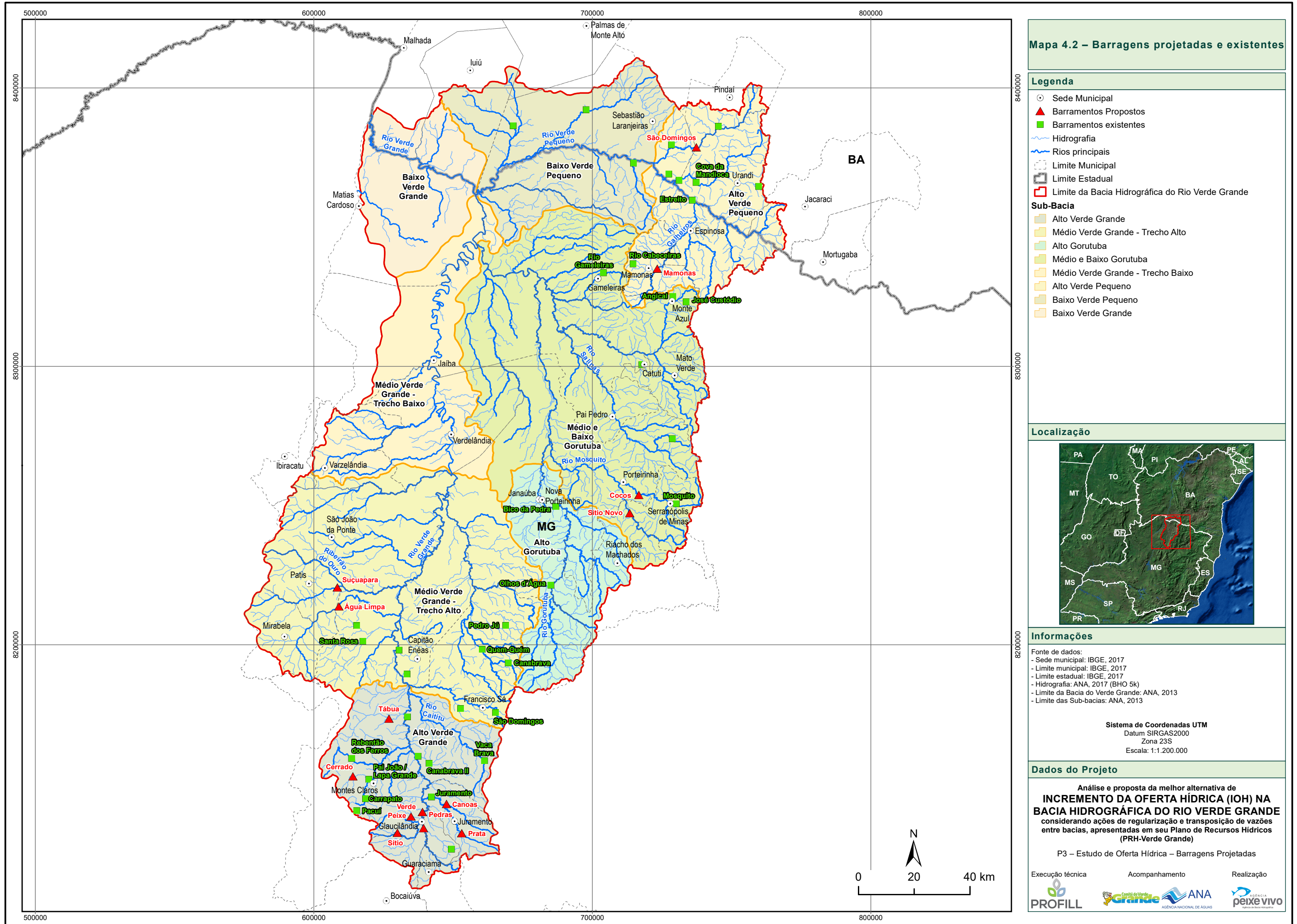




Figura 4.14 - Situação do Ajuste Locacional para o Conjunto de Barramentos.



	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
	P3 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – BARRAGENS PROJETADAS	
ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE		

Por fim, é importante destacar que esse esforço de ajuste locacional destina-se basicamente a definir as áreas das bacias de contribuição para cada reservatório, possibilitando a determinação das respectivas afluências hídricas, parâmetro essencial ao dimensionamento dos reservatórios (capítulo 5). Já as características físicas dos reservatórios (níveis de água, volumes acumulados e áreas alagadas) serão resultados das simulações operacionais apresentadas no próximo capítulo (assim, os valores apresentados no Quadro 4.3 são iniciais e referenciais).

Com relação a posição dos barramentos propostos relativamente aos existentes, pode ser observado alguns casos em que há disposição em cascata. No caso do barramento Mamonas, no rio Galheiros, está localizado à montante do reservatório existente de Estreito, enquanto no caso do barramento Cocos, a situação é inversa, estando posicionado a jusante do reservatório de Mosquito. Essas situações foram observadas no presente estudo, no que se refere às influências nos deflúvios entre os citados empreendimentos.

#### 4.2.3 Capacidade de Acumulação dos Reservatórios

Uma vez definida a posição do eixo do barramento, para cada caso foram determinadas as condições de acumulação dos respectivos reservatórios. Inicialmente foram determinadas as áreas alagadas para diferentes níveis de água de acumulação e, posteriormente, foram calculados os volumes acumulados e, conseqüentemente, as respectivas curvas cota-área-volume.

As Figuras 4.15 a 4.27 apresentam os reservatórios e suas áreas alagadas para diversos níveis de água. Os valores numéricos relativos às condições de acumulação em cada reservatório são apresentados nos Apêndices (quadros cota-área-volume).

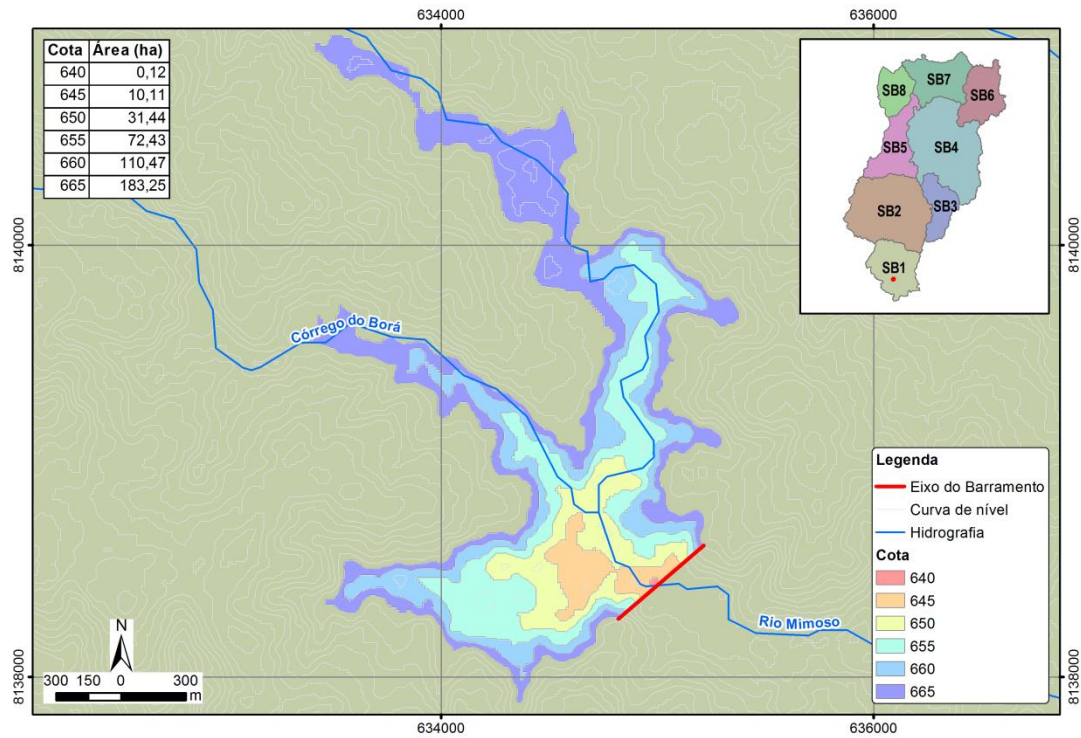


Figura 4.15 - Áreas Alagadas no Reservatório Peixe.

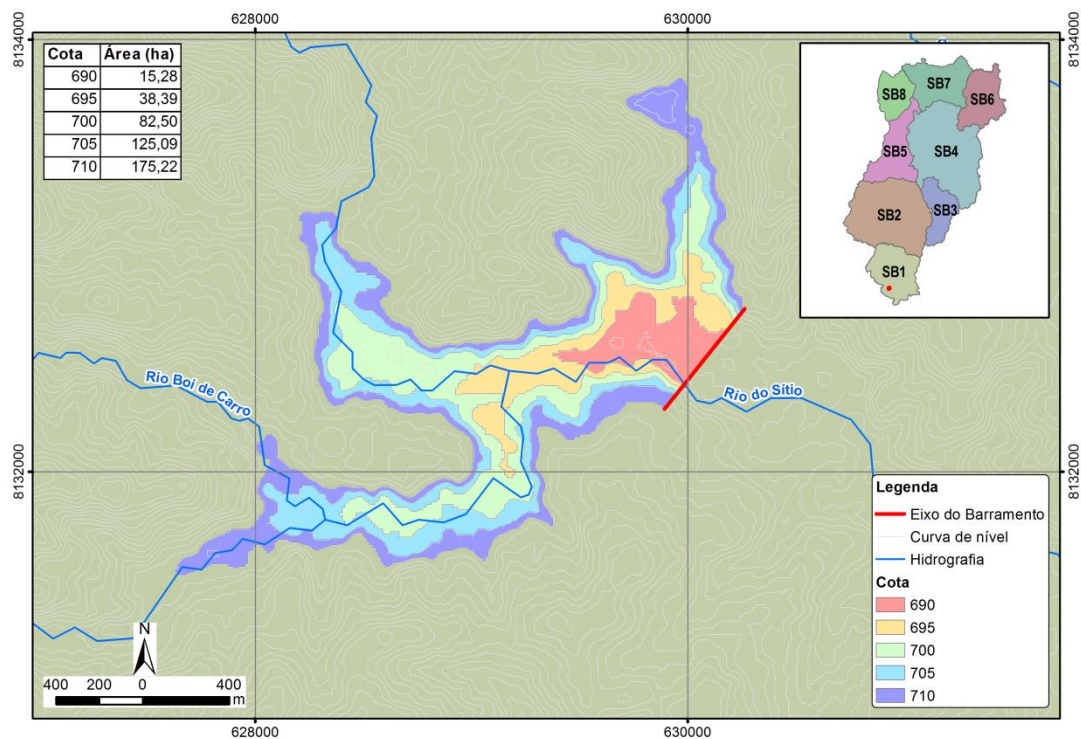


Figura 4.16 - Áreas Alagadas no Reservatório Sítio.

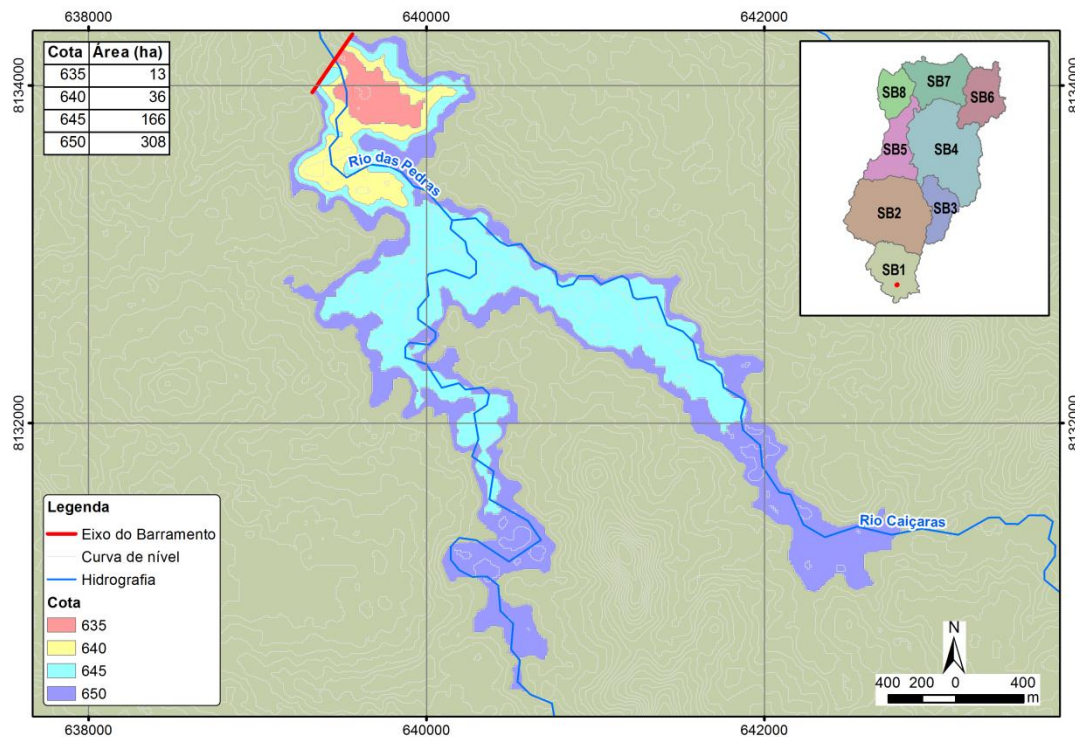


Figura 4.17 - Áreas Alagadas no Reservatório Pedras.

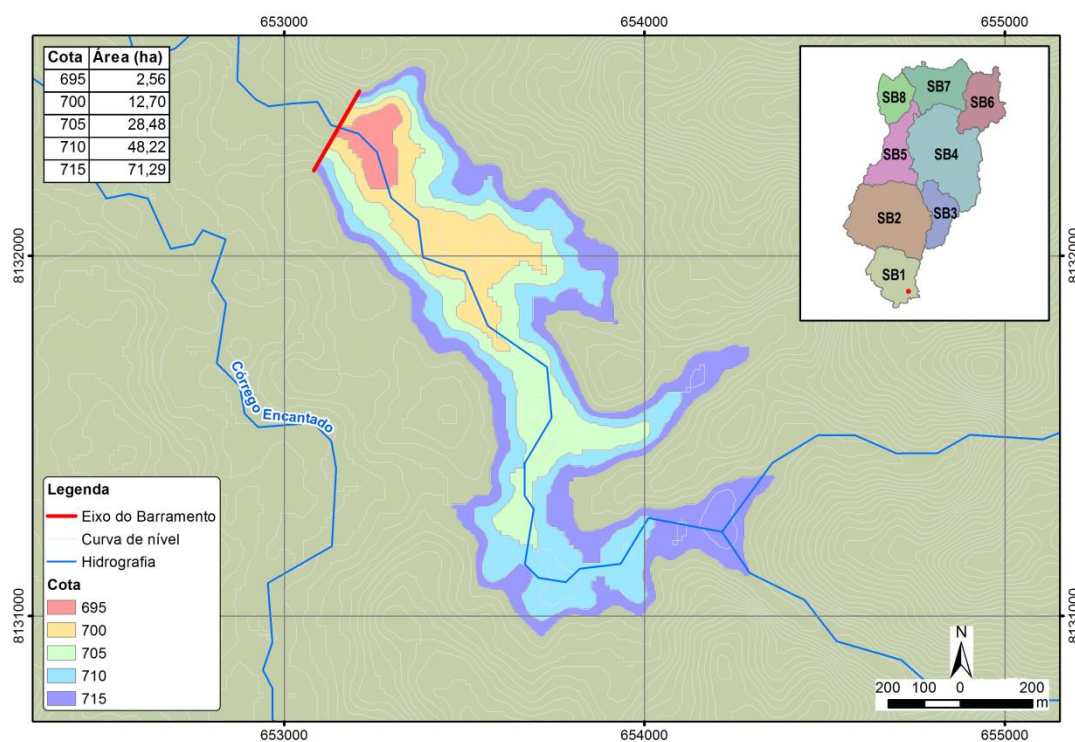


Figura 4.18 - Áreas Alagadas no Reservatório Prata.



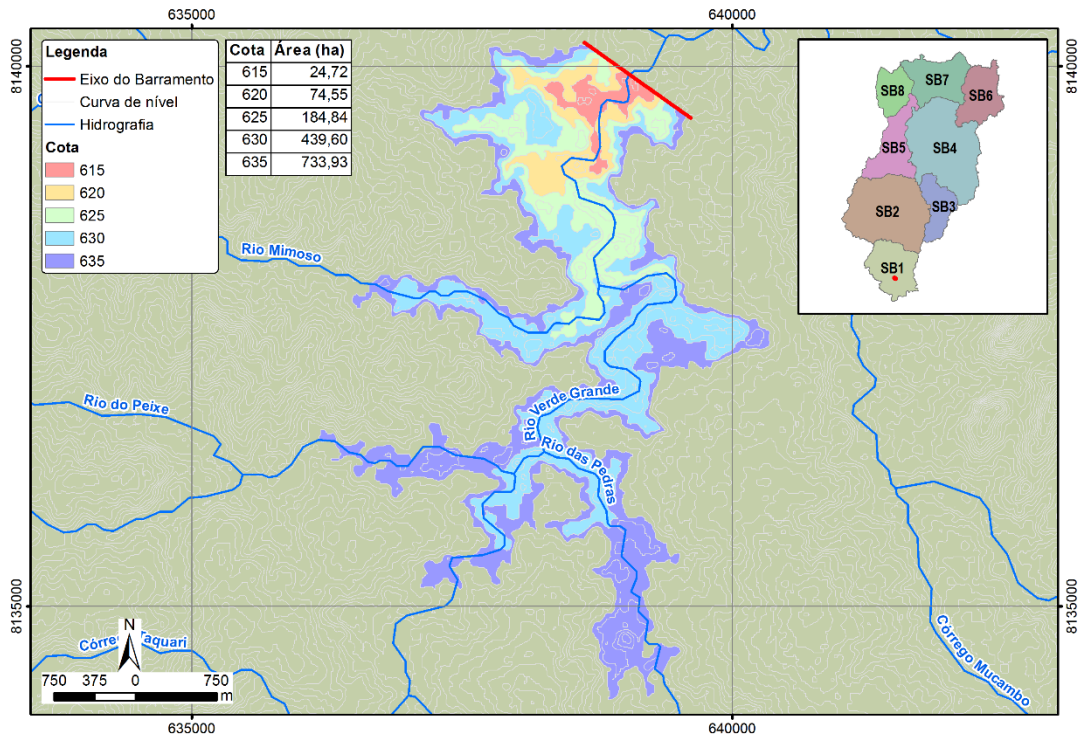


Figura 4.19 - Áreas Alagadas no Reservatório Verde.

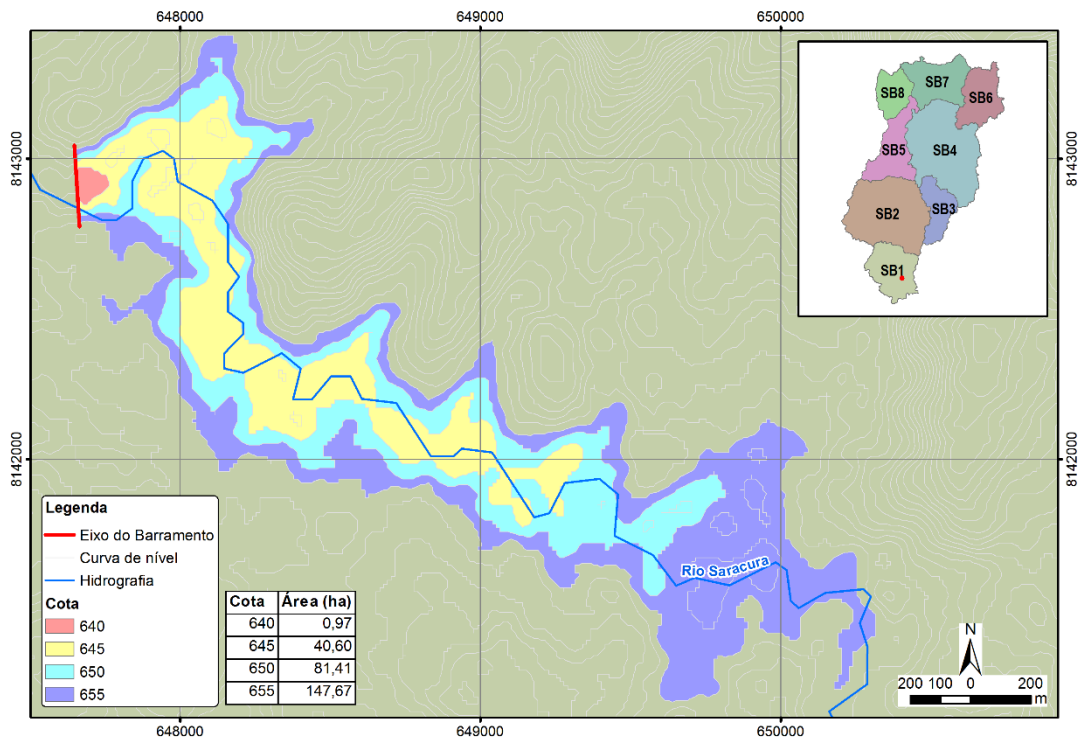


Figura 4.20 - Áreas Alagadas no Reservatório Canoas.

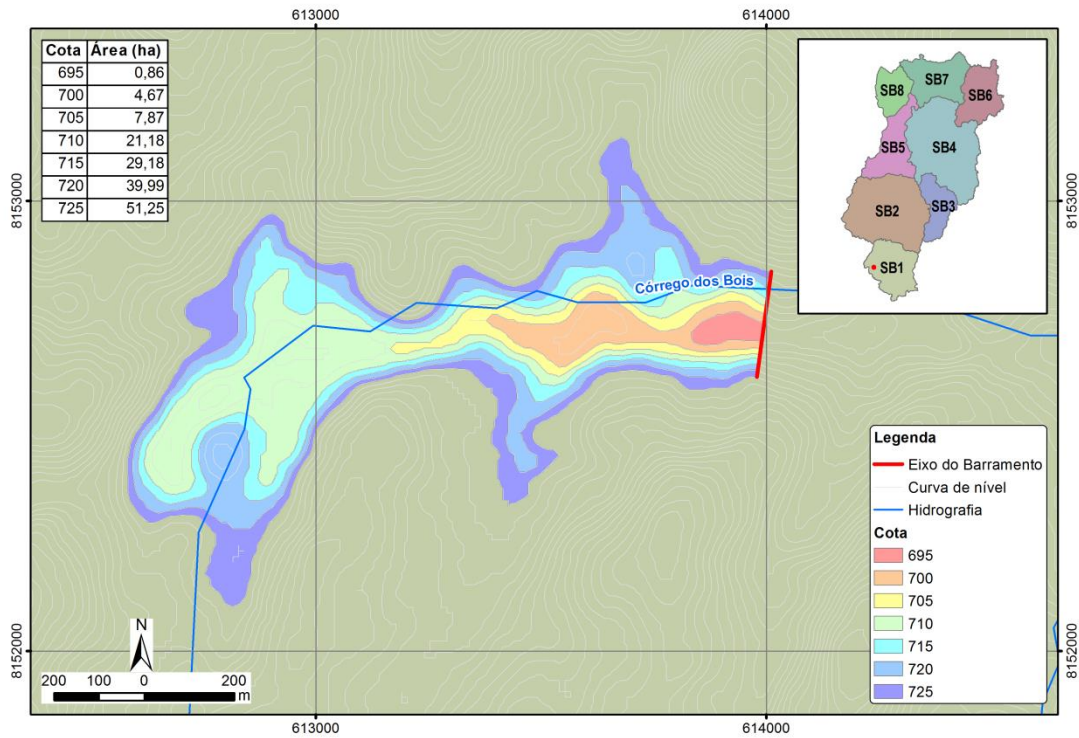


Figura 4.21 - Áreas Alagadas no Reservatório Cerrado.

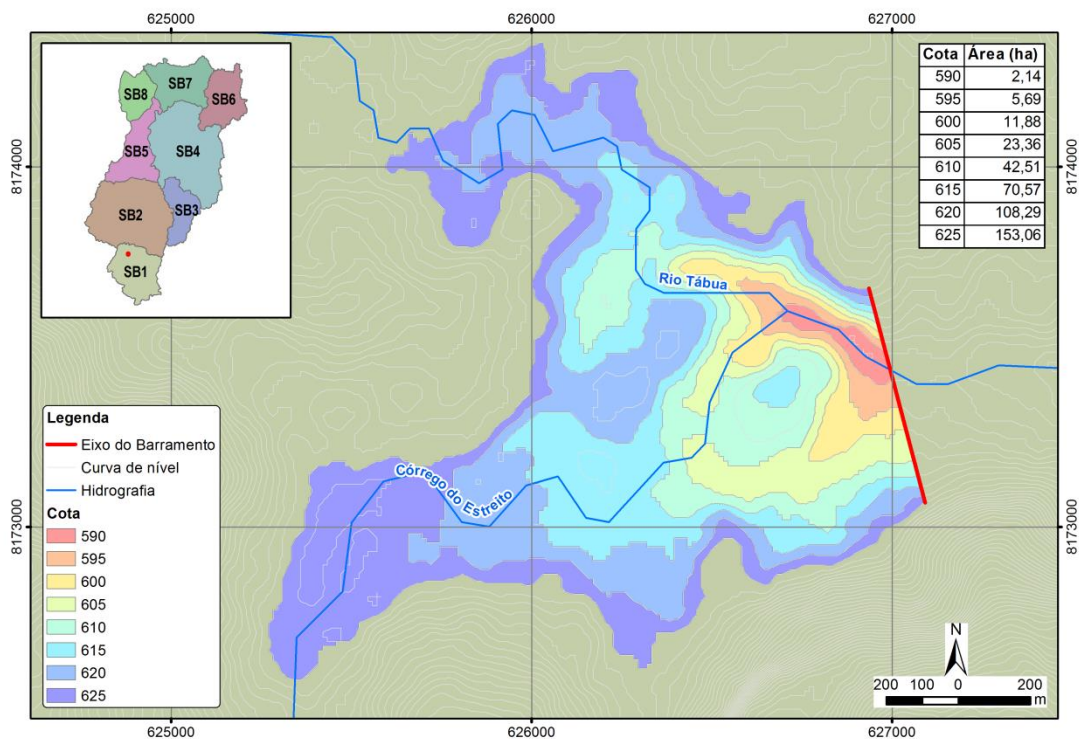


Figura 4.22 - Áreas Alagadas no Reservatório Tábua.

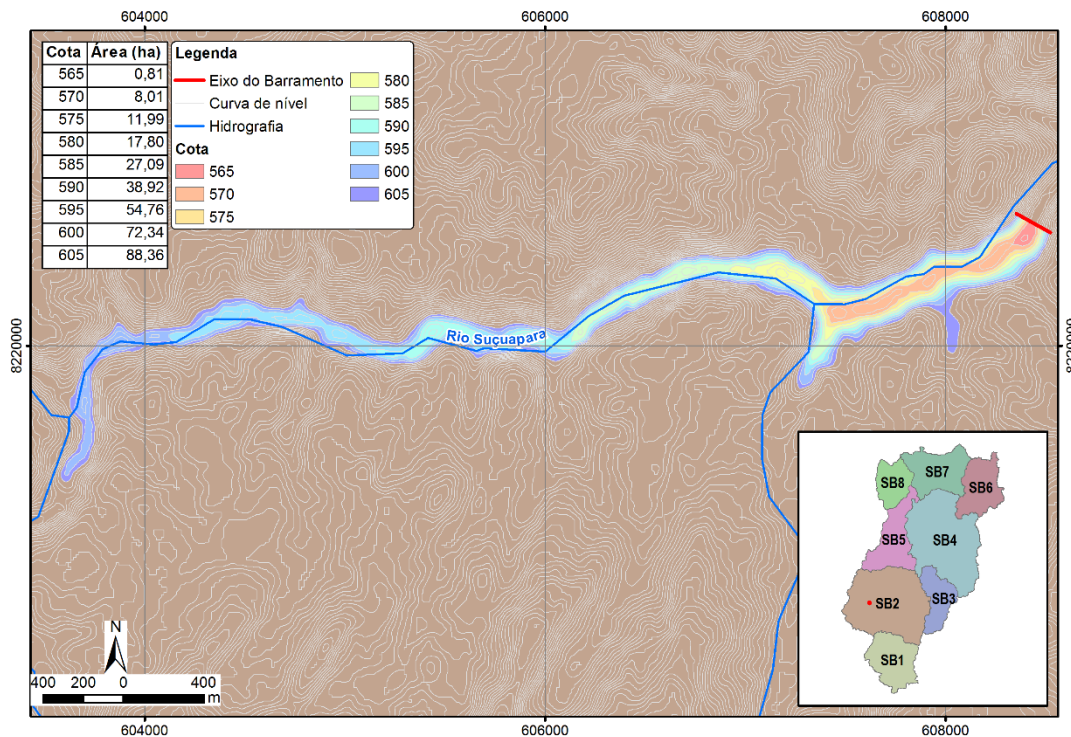


Figura 4.23 - Áreas Alagadas no Reservatório Suçuapara.

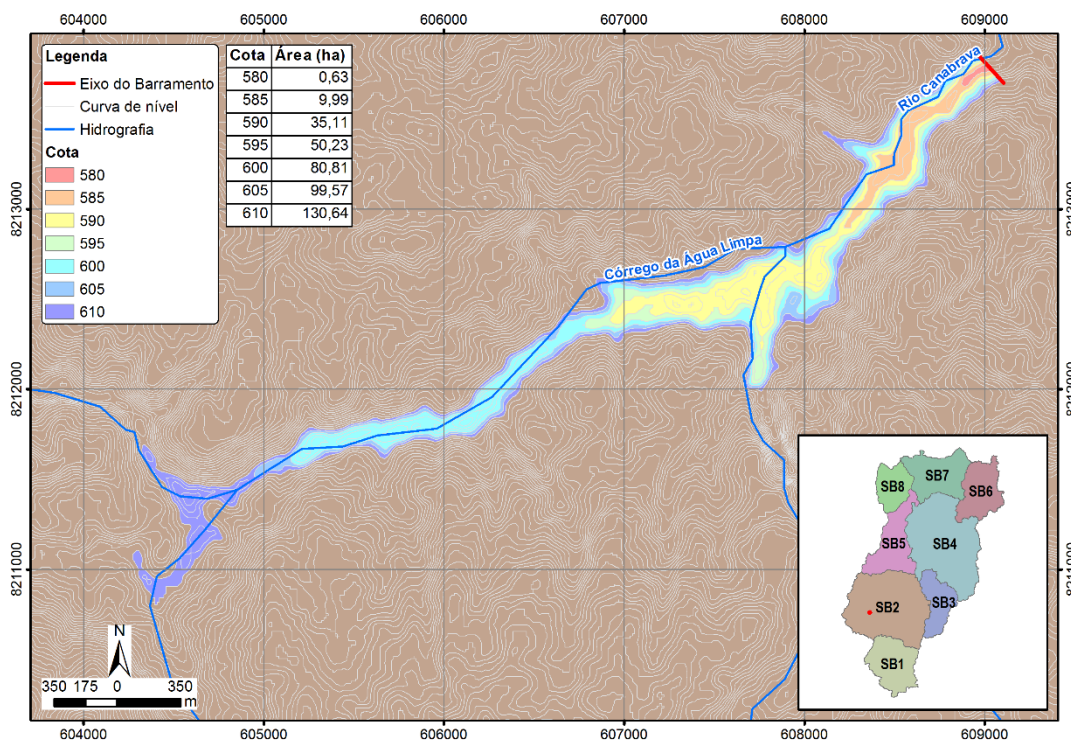


Figura 4.24 - Áreas Alagadas no Reservatório Água Limpa.

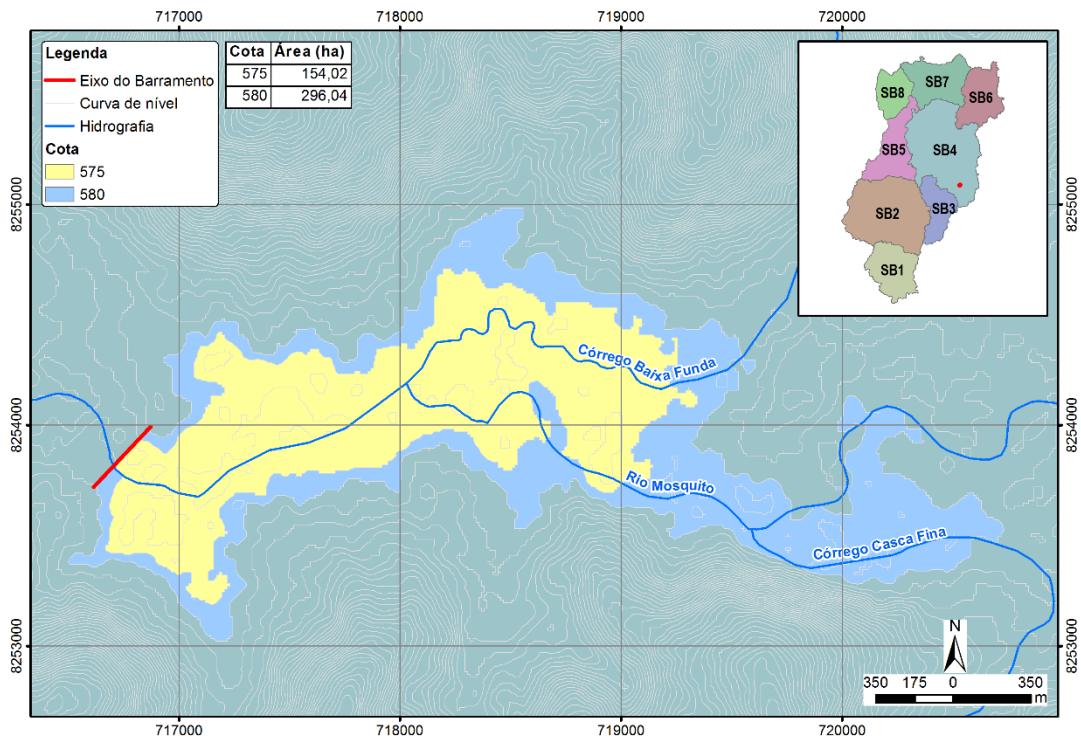


Figura 4.25 - Áreas Alagadas no Reservatório Cocos.

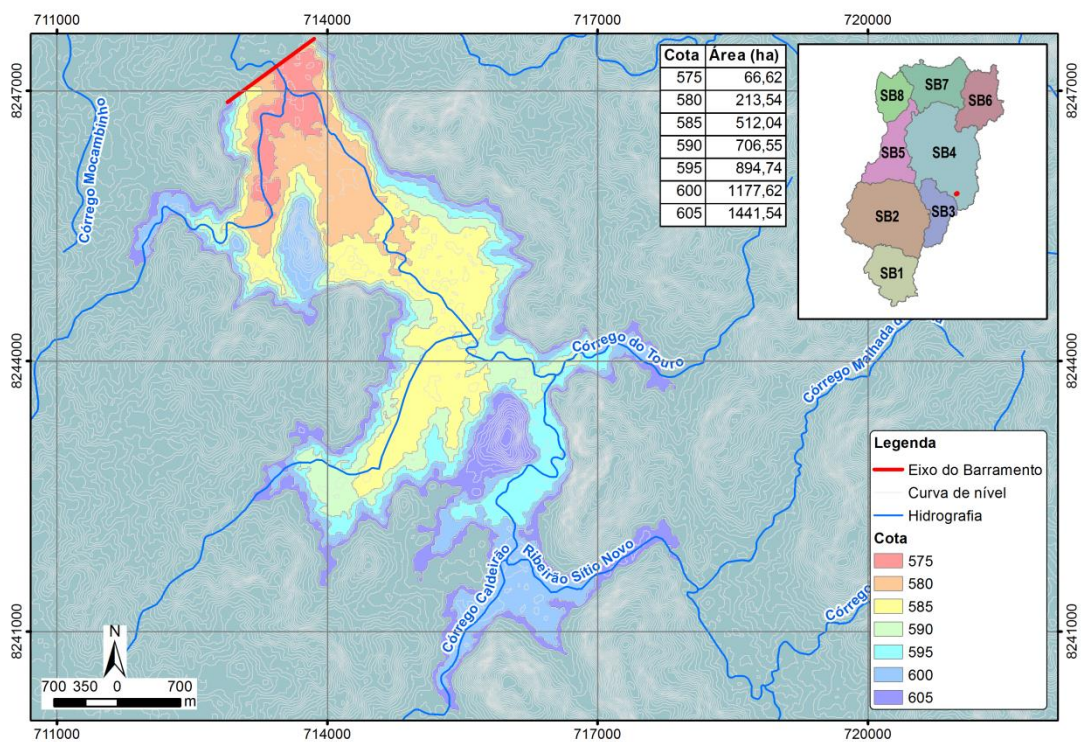


Figura 4.26 - Áreas Alagadas no Reservatório Sítio Novo.

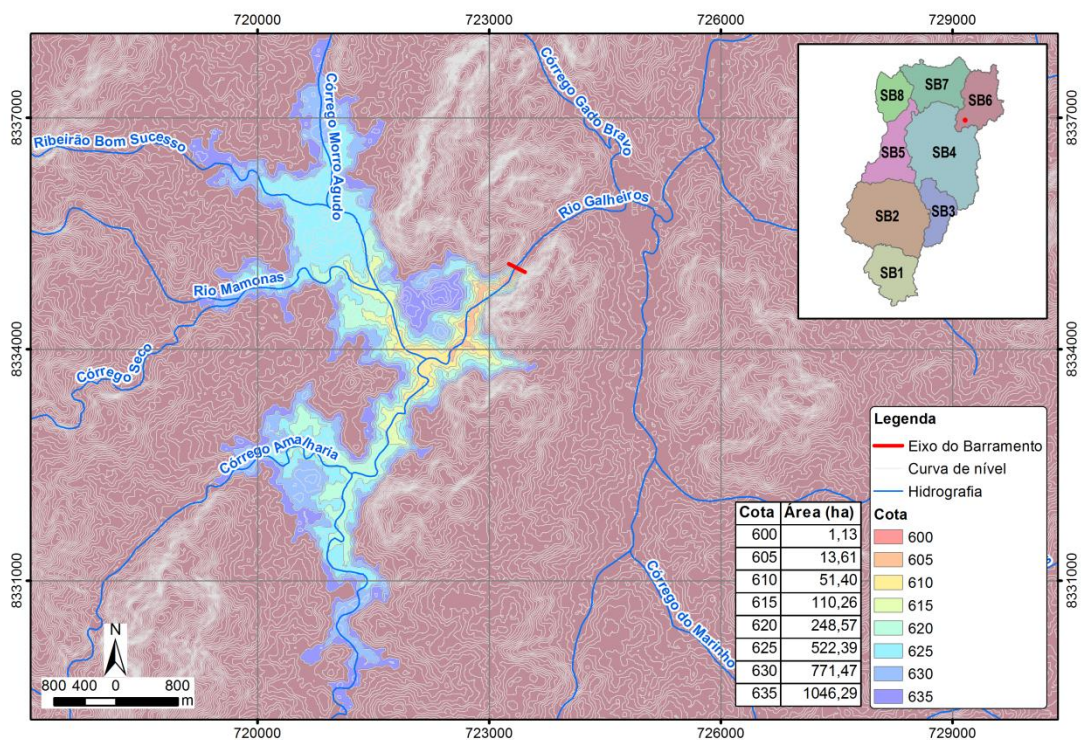


Figura 4.27 - Áreas Alagadas no Reservatório Mamonas.

Para o reservatório da barragem de São Domingos foram assumidos os valores provenientes do anteprojeto.

As curvas de acumulação relacionando áreas alagadas (em ha, nos eixos verticais) e volumes acumulados (em m<sup>3</sup>, nos eixos horizontais) são apresentadas na Figura 4.28 a Figura 4.41, para os 14 reservatórios.

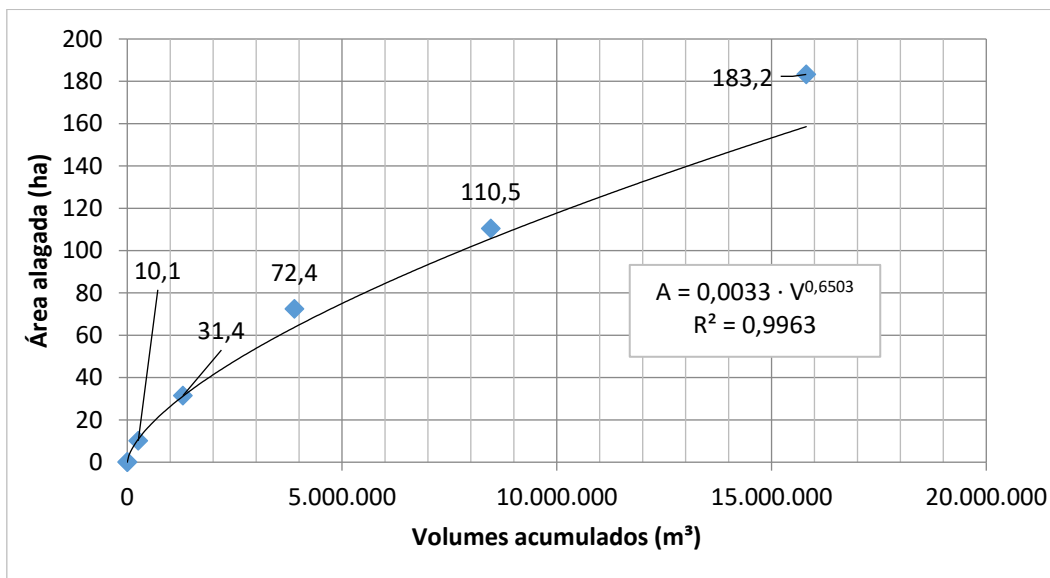


Figura 4.28 - Curva de Acumulação (Área Alagada x Volume Acumulado): Reservatório Peixe.

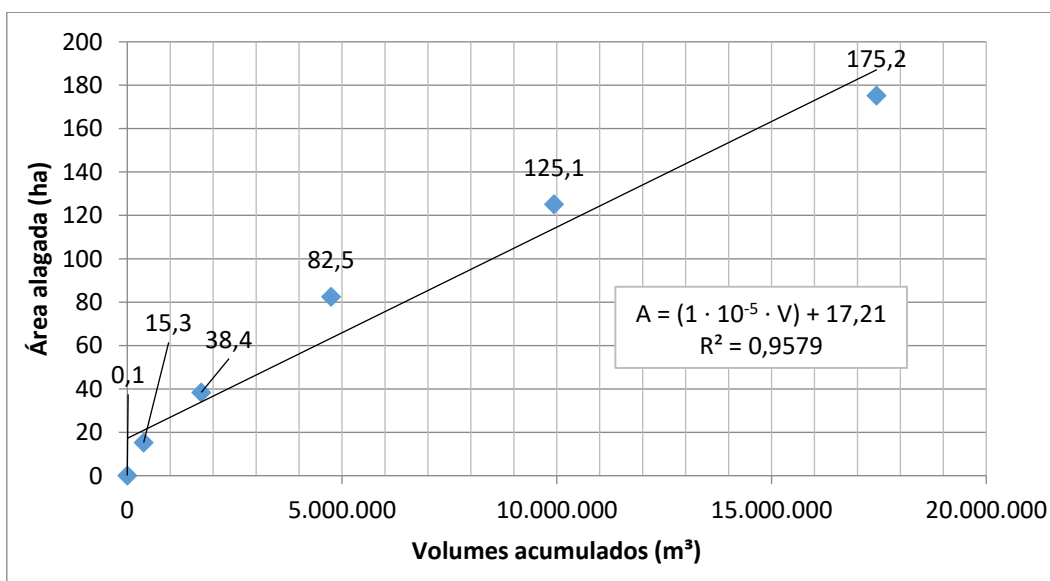


Figura 4.29 - Curva de Acumulação (Área Alagada x Volume Acumulado): Reservatório Sítio.

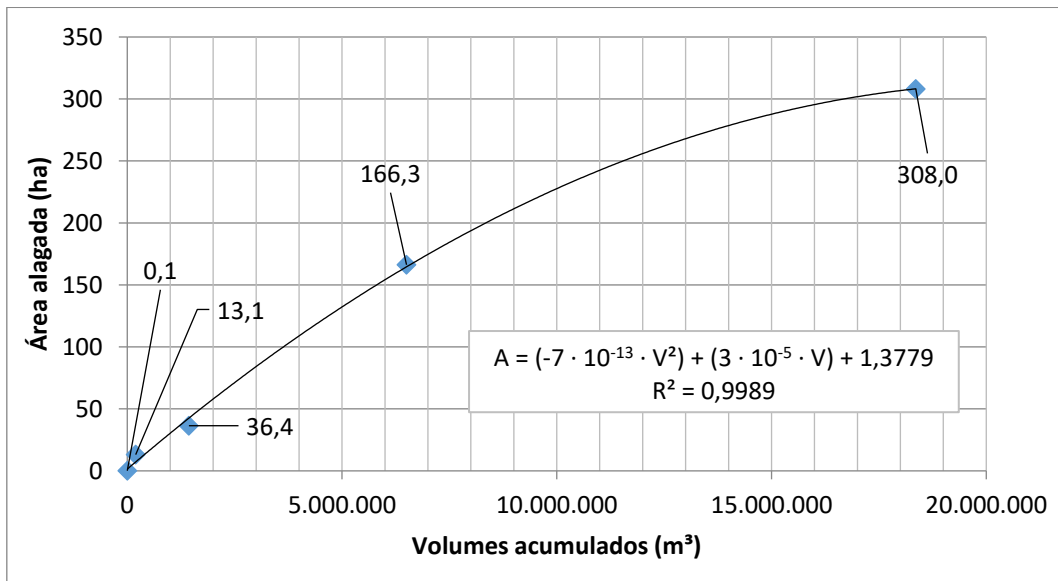


Figura 4.30 - Curva de Acumulação (Área Alagada x Volume Acumulado): Reservatório Pedras.

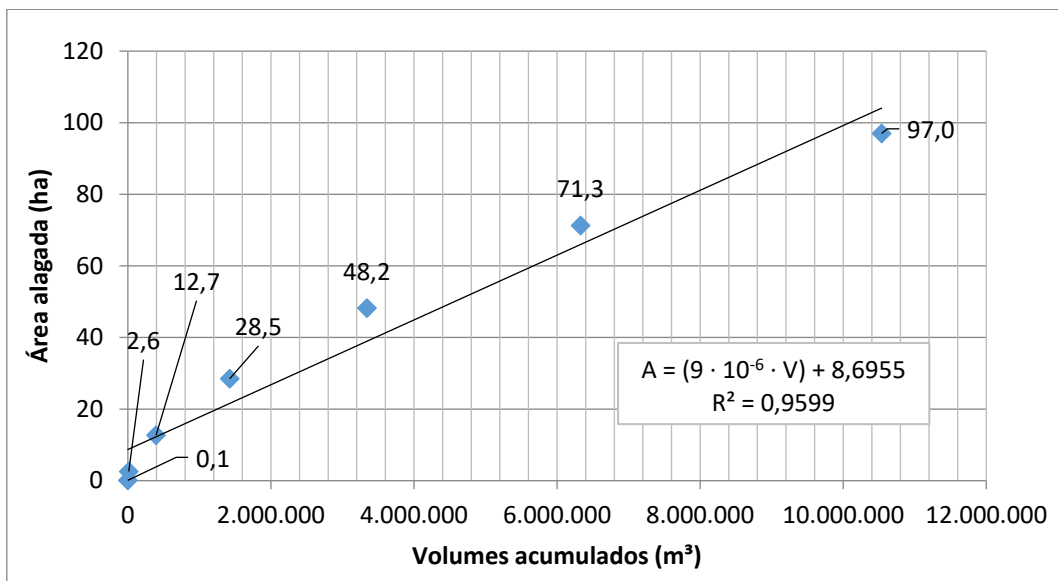


Figura 4.31 - Curva de Acumulação (Área Alagada x Volume Acumulado): Reservatório Prata.

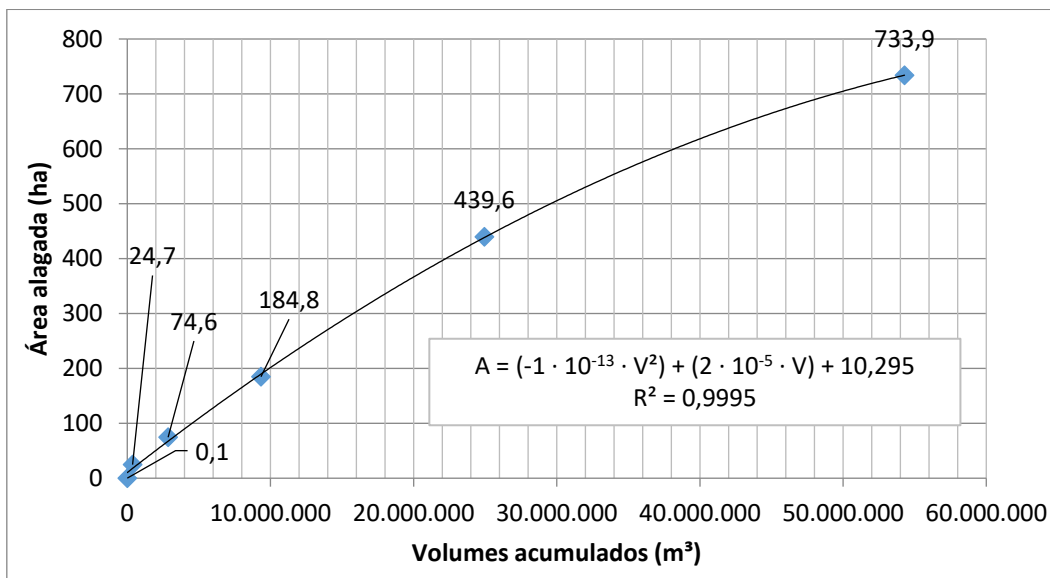


Figura 4.32 - Curva de Acumulação (Área Alagada x Volume Acumulado): Reservatório Verde.

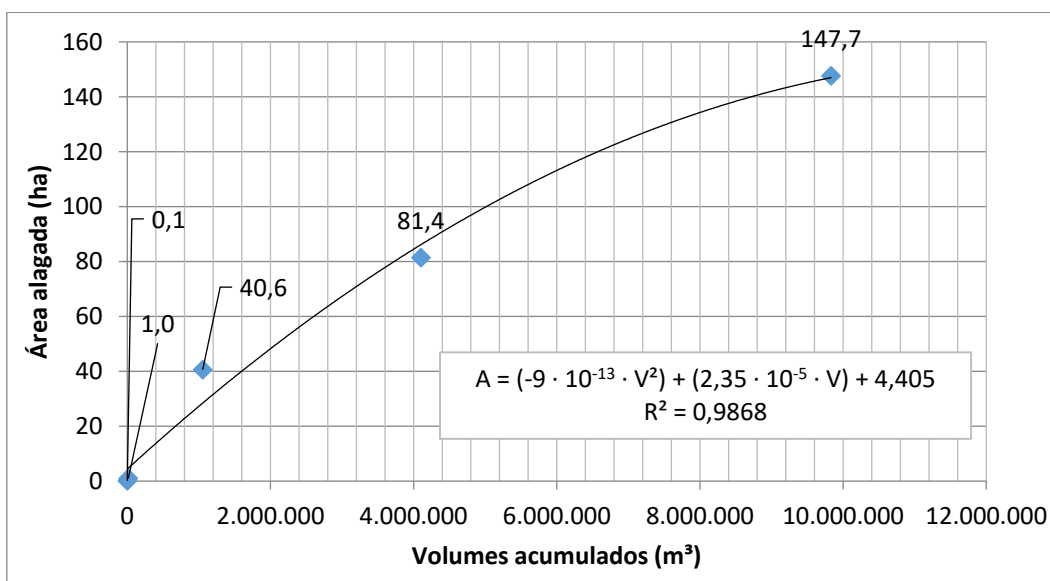


Figura 4.33 - Curva de Acumulação (Área Alagada x Volume Acumulado): Reservatório Canoas.



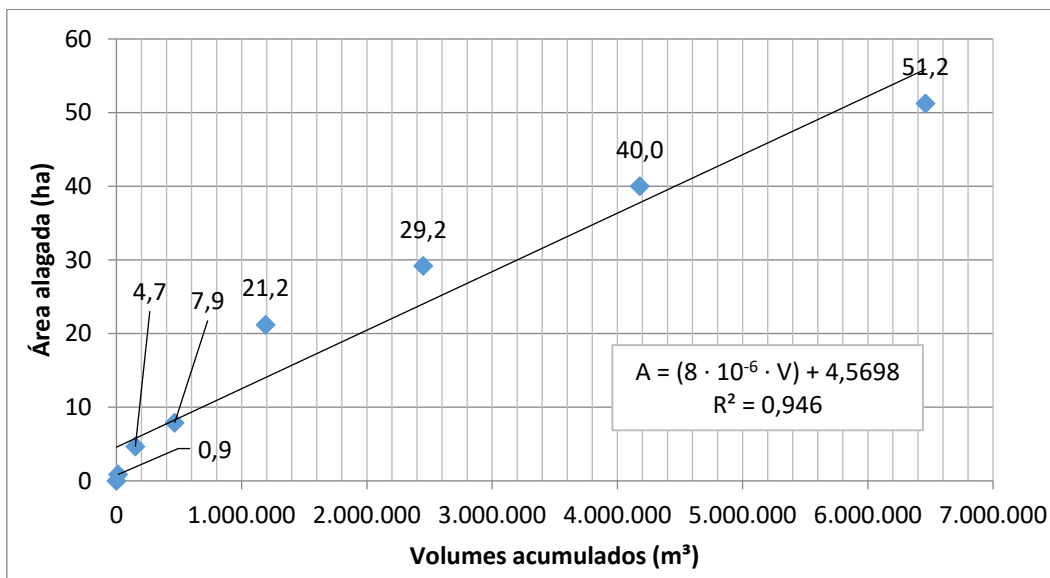


Figura 4.34 - Curva de Acumulação (Área Alagada x Volume Acumulado): Reservatório Cerrado.

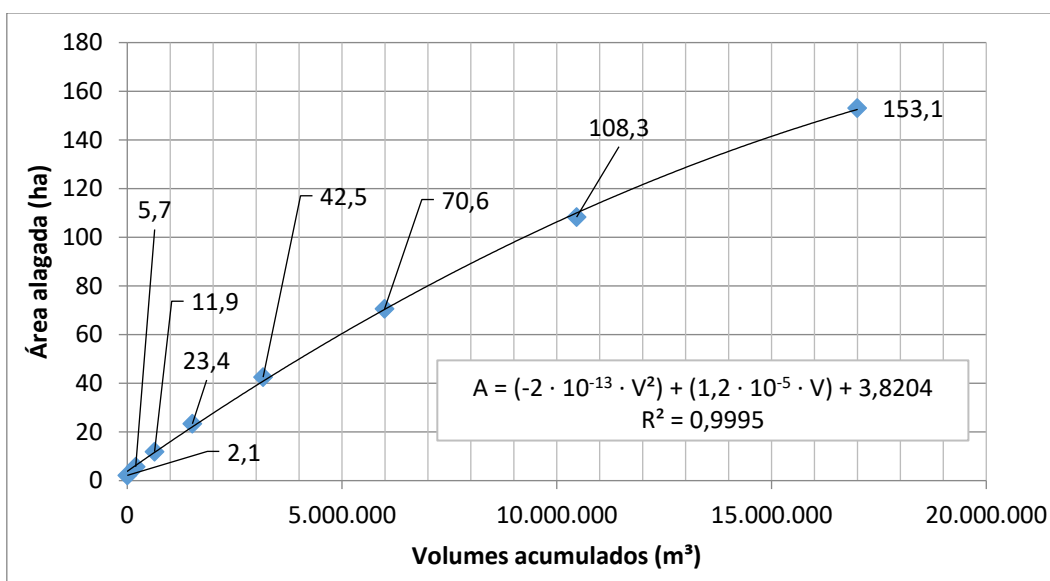


Figura 4.35 - Curva de Acumulação (Área Alagada x Volume Acumulado): Reservatório Tábua.

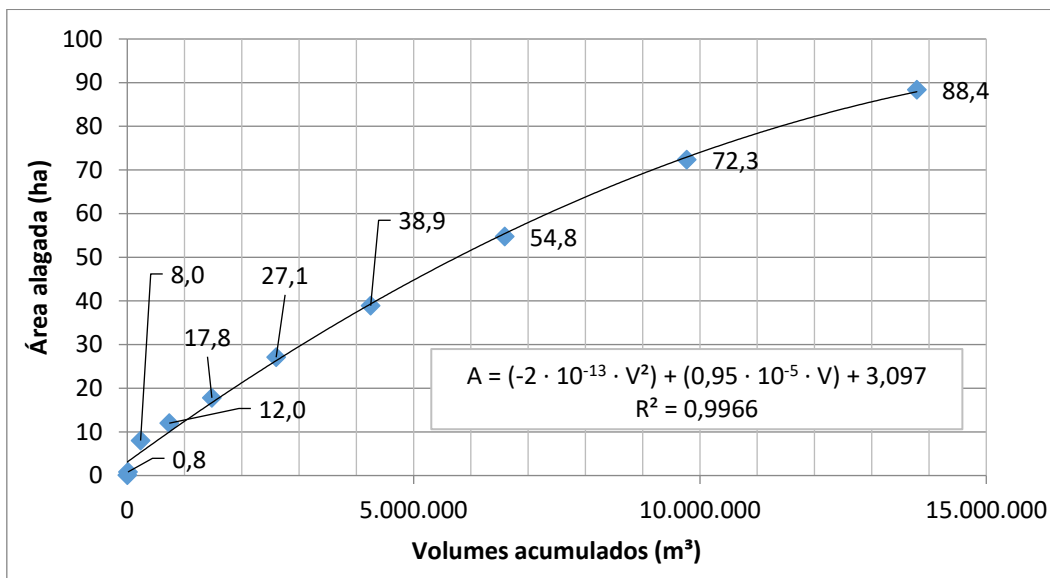


Figura 4.36 - Curva de Acumulação (Área Alagada x Volume Acumulado): Reservatório Suçupara.

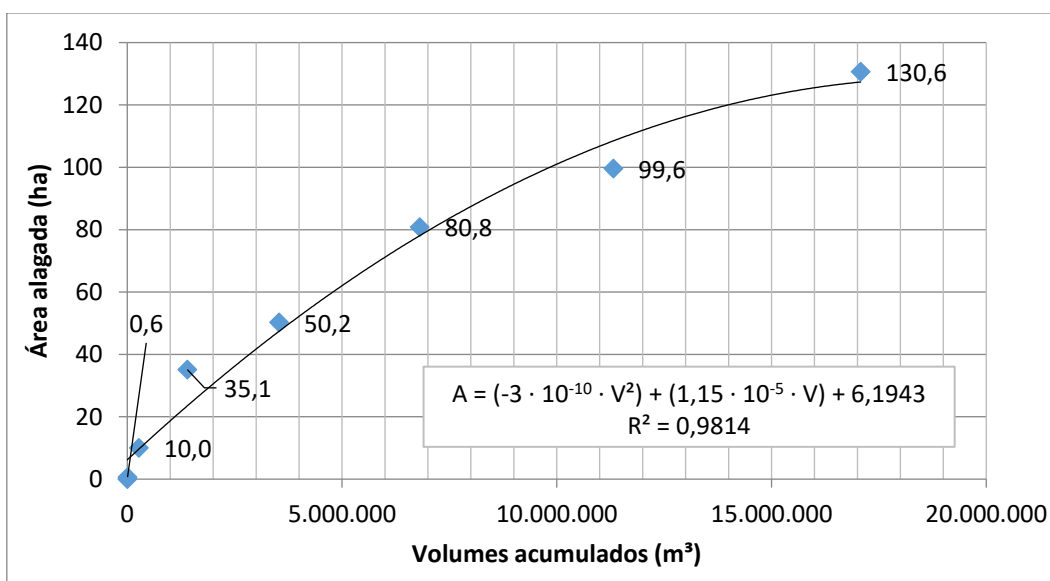


Figura 4.37 - Curva de Acumulação (Área Alagada x Volume Acumulado): Reservatório Água Limpa.

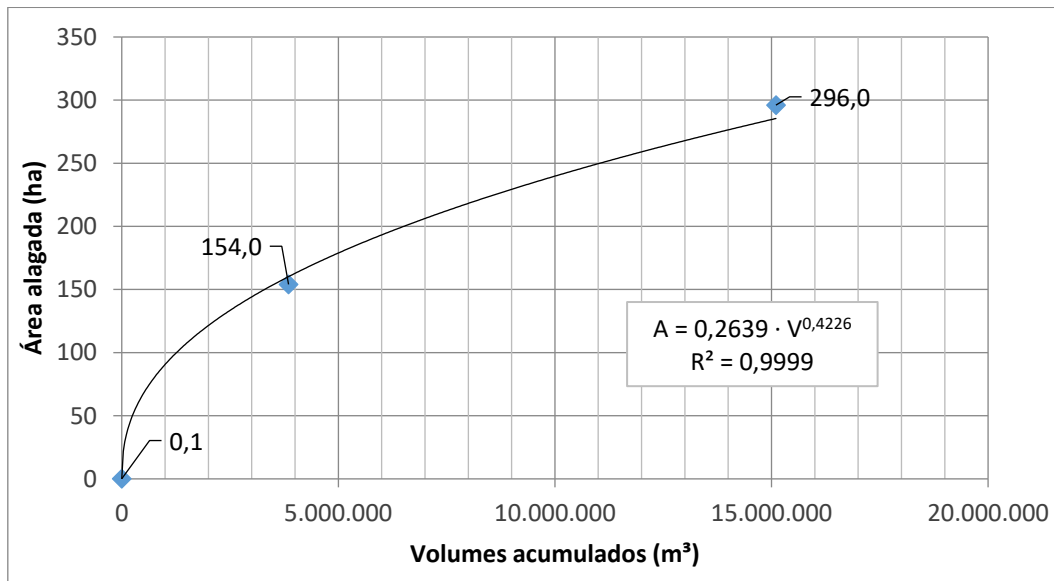


Figura 4.38 - Curva de Acumulação (Área Alagada x Volume Acumulado): Reservatório Cocos.

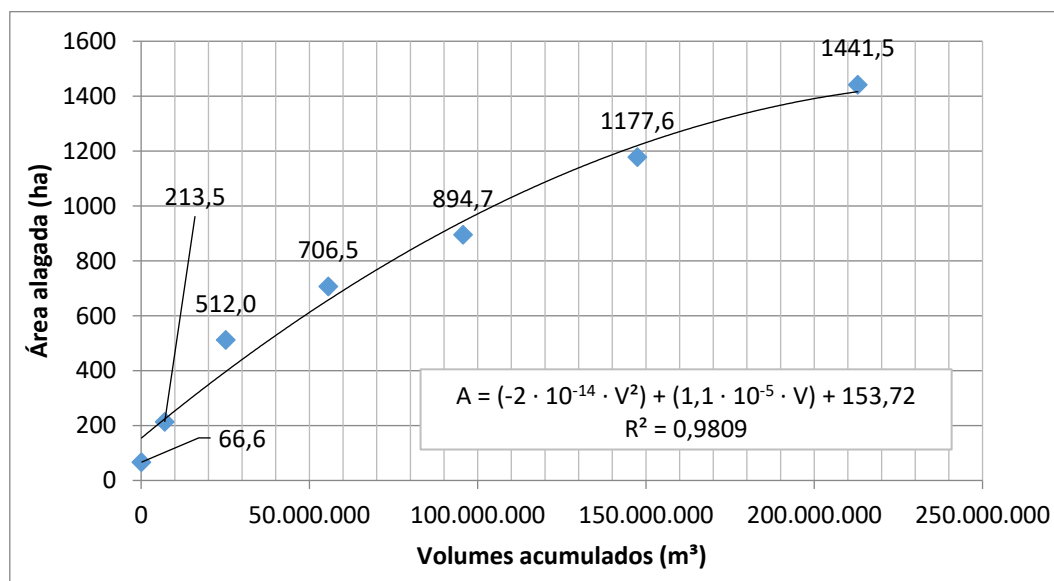


Figura 4.39 - Curva de Acumulação (Área Alagada x Volume Acumulado): Reservatório Sítio Novo.

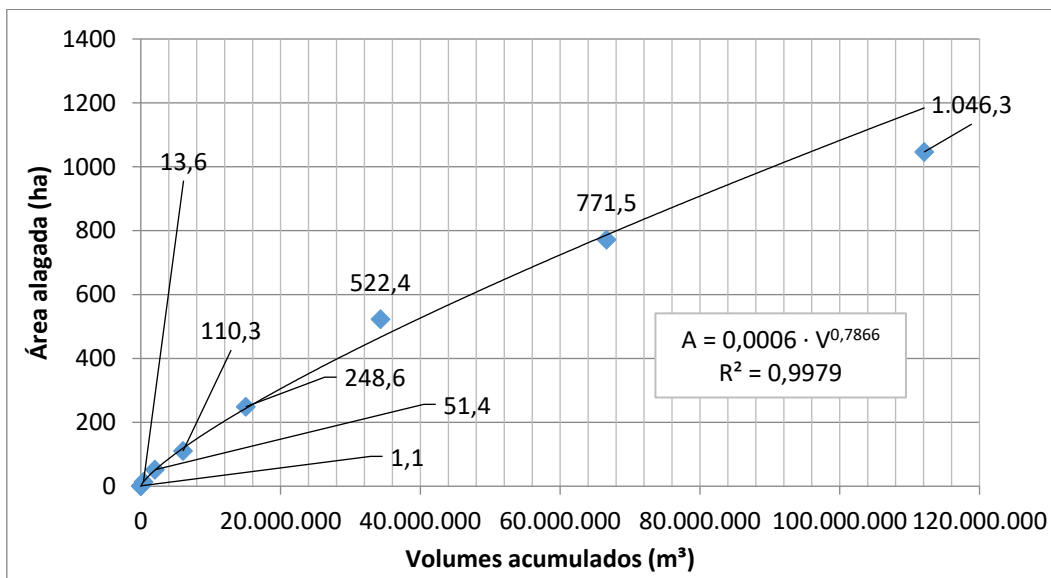


Figura 4.40 - Curva de Acumulação (Área Alagada x Volume Acumulado): Reservatório Mamonas.

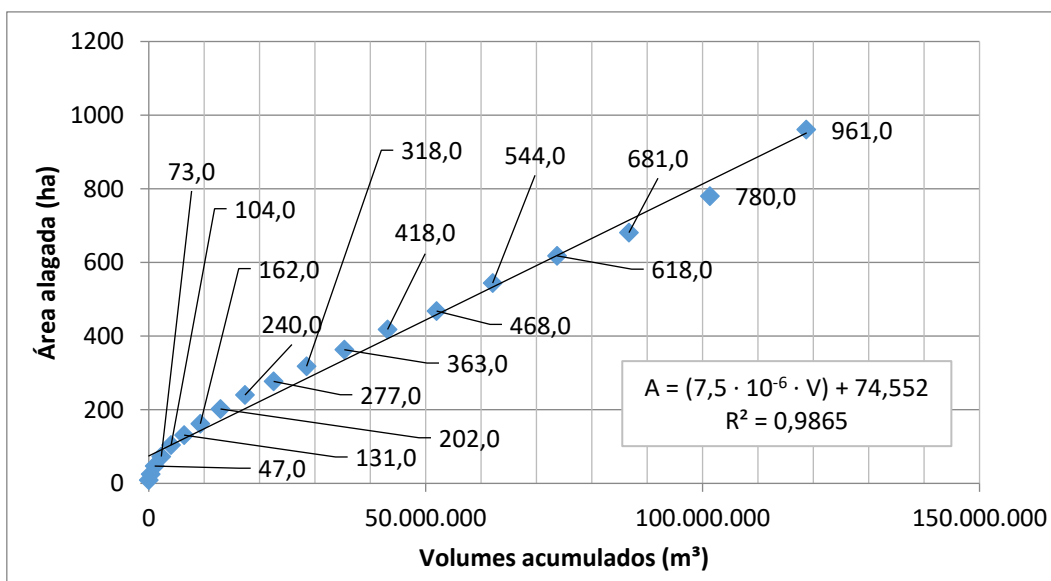


Figura 4.41 - Curva de Acumulação (Área Alagada x Volume Acumulado): Reservatório São Domingos.

Para cada curva de acumulação, foi determinada uma equação que melhor se ajustou representando a relação do volume acumulado para a área alagada – curva volume x área. Tais equações serão utilizadas adiante quando da simulação da operação dos reservatórios para fins de dimensionamento e determinação das vazões regularizadas. O Quadro 4.5 apresenta essas equações.

Quadro 4.5 - Equações de Correlação Volume Acumulado x Área Alagada.

Barragem	Equação	R2	Função
Peixe	$A = 0,0033 \cdot V^{0,6503}$	0,9963	potência
Sítio	$A = (1 \cdot 10^{-5} \cdot V) + 17,21$	0,9579	linear
Pedras	$A = (-7 \cdot 10^{-13} \cdot V^2) + (3 \cdot 10^{-5} \cdot V) + 1,3779$	0,9989	polinômio
Prata	$A = (9 \cdot 10^{-6} \cdot V) + 8,6955$	0,9599	linear
Verde	$A = (-1 \cdot 10^{-13} \cdot V^2) + (2 \cdot 10^{-5} \cdot V) + 10,295$	0,9995	polinômio
Canoas	$A = (-9 \cdot 10^{-13} \cdot V^2) + (2,35 \cdot 10^{-5} \cdot V) + 4,405$	0,9868	polinômio
Cerrado	$A = (8 \cdot 10^{-6} \cdot V) + 4,5698$	0,946	linear
Tabua	$A = (-2 \cdot 10^{-13} \cdot V^2) + (1,2 \cdot 10^{-5} \cdot V) + 3,8204$	0,9995	polinômio
Suçupara	$A = (-2 \cdot 10^{-13} \cdot V^2) + (0,95 \cdot 10^{-5} \cdot V) + 3,097$	0,9966	polinômio
Água Limpa	$A = (-3 \cdot 10^{-10} \cdot V^2) + (1,15 \cdot 10^{-5} \cdot V) + 6,1943$	0,9814	polinômio
Cocos	$A = 0,2639 \cdot V^{0,4226}$	0,9999	potência
Sítio Novo	$A = (-2 \cdot 10^{-14} \cdot V^2) + (1,1 \cdot 10^{-5} \cdot V) + 153,72$	0,9809	polinômio
Mamonas	$A = 0,0006 \cdot V^{0,7866}$	0,9979	potência
São Domingos	$A = 7,5 \cdot 10^{-6} \cdot V + 74,552$	0,9865	linear

Para o ajuste das equações, o procedimento adotado seguiu os passos indicados a seguir:

- 1) Busca do melhor modelo de ajuste matemático, através do coeficiente R<sup>2</sup>;
- 2) Realização de uma escala de variantes, visando priorizar o ajuste das equações nas maiores áreas e volumes, de modo a provocar menores erros de estimativa de evaporação; e
- 3) Por fim, ajuste dos parâmetros com foco em reproduzir o ponto da relação área/volume medida através do SIG, na situação de nível d'água (NA) normal do barramento.

## 5 SIMULAÇÃO DOS RESERVATÓRIOS E DETERMINAÇÃO DAS VAZÕES REGULARIZADAS

O objetivo do estudo ora contratado está focado no incremento da oferta hídrica na Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande. Neste contexto, para os reservatórios propostos no PRH Verde Grande, o principal resultado a ser alcançado reside nas vazões regularizadas decorrentes da implantação dessas estruturas. As diferenças entre as vazões regularizadas com determinado grau de garantia e as vazões naturais para mesma garantia, nos pontos de barramento, consistirão nos incrementos hídricos efetivos proporcionados pelos reservatórios.



### 5.1 Procedimentos Metodológicos

Para a determinação das vazões regularizadas com determinada garantia, foram realizadas simulações operacionais dos reservatórios. As simulações operacionais consistem em balanços hídricos mensais, ao longo de uma série de anos pré-determinada, confrontando as afluições hídricas com as demandas de água (no caso as vazões regularizadas). A contabilização de falhas mensais no atendimento das demandas (ou das vazões regularizadas almeçadas) indica o grau de garantia.

A base operacional para a simulação é uma planilha Excel na qual as linhas representam os meses (unidades temporais de simulação) e as colunas os parâmetros de entrada ou calculados. A determinação da vazão regularizada para determinada garantia temporal é obtida por tentativas sucessivas, definindo-se uma vazão e verificando o nível de falhas e respectiva garantia. São simuladas diversas vazões até se encontrar aquela que resulta no nível de garantia procurado. A Figura 5.1 apresenta a estrutura básica da planilha de simulação.



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ANO	MÊS	PRECIP.	DEFL.	EVAP.	ÁREA	EVAP.	PREC.	DEMANDA	VOLUME	VOLUME	Situação
		(mm)	(m3)	(mm)	(ha)	(m3)	DIR. (m3)	(m3)	(m3)	(m3)	
									Vol. Inicial	Vol. Ajust.	
XXXX	JAN										
	FEV										

Figura 5.1 - Modelo de Planilha de Simulação da Operação dos Reservatórios

	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
	P3 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – BARRAGENS PROJETADAS	
ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE		

A estrutura da planilha apresenta o seguinte conteúdo:

- As primeiras duas colunas indicam o ano e o mês considerado;
- A coluna 3 apresenta a precipitação mensal no reservatório (em mm) – dado de entrada;
- A coluna 4 indica o deflúvio mensal afluyente no reservatório (em m<sup>3</sup>) – dado de entrada;
- A coluna 5 apresenta a taxa mensal de evaporação no reservatório (em mm) – dado de entrada;
- A coluna 6 apresenta a área do reservatório (em ha), calculada com base na situação do reservatório no mês anterior (volume indicado na coluna 11, na linha anterior) e obtida através da aplicação da equação que relaciona volume acumulado x área alagada;
- A coluna 7 informa o volume evaporado no reservatório (em m<sup>3</sup>), calculado com base na taxa de evaporação (coluna 5) aplicada sobre a área alagada no reservatório no mês considerado (coluna 6);
- A coluna 8 informa o volume precipitado sobre o reservatório (em m<sup>3</sup>), calculado com base na precipitação (coluna 3) aplicada sobre a área alagada no reservatório no mês considerado (coluna 6);
- A coluna 9 informa o volume demandado no mês considerado (em m<sup>3</sup>), sendo determinado com base na vazão regularizada pré-determinada, multiplicando-se essa vazão pelo tempo;
- Na coluna 10 ocorre o cálculo de “balanço hídrico” do reservatório, a partir do volume acumulado no mês anterior (coluna 11, linha anterior) procede-se a soma da afluência hídrica (coluna 4) e do volume precipitado sobre o reservatório (coluna 8) e subtrai-se o volume evaporado (coluna 7) e o volume demandado (coluna 9);
- Na coluna 11 é realizada uma verificação condicional: se o volume calculado na coluna 10 é maior que o volume de armazenamento do reservatório (definida na coluna 10, primeira linha como Volume Inicial), o volume é corrigido para o valor Volume Inicial (o excedente é considerado como vertido); se o volume calculado na coluna 10 é menor que zero, é indicada Falha na coluna 12; para as outras

	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
	P3 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – BARRAGENS PROJETADAS	
ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE		

situações é repetido o valor da coluna 10, pois o reservatório está em condições operacionais normais.

- a coluna 12, conforme referido acima, indica a ocorrência de falha operacional no mês considerado, ou seja, naquele mês não havia água suficiente para atender à demanda.


Ao término do período de simulação, é realizado um somatório dos meses com falha e esse valor é utilizado para calcular a garantia no atendimento da vazão demandada (no caso a vazão regularizada simulada).

Dois aspectos específicos merecem ser destacados:



- Na presente simulação, por se tratar de um estudo em nível de anteprojeto, não foi considerado um “volume morto” para cada reservatório, visto não haver informações suficientes para a estimativa desse valor (por exemplo: conformação do fundo dos vales – lembrando que as curvas de nível utilizadas são espaçadas de 5 m; e indicativo de volumes de sedimentos produzidos nas bacias hidrográficas). Entende-se que esse procedimento não altera substancialmente os resultados das simulações, no âmbito do presente estudo.
- No que se refere à contabilidade de falhas de atendimento, foi adotado o conceito de “falhas absoluta”: ou seja, foi considerada uma falha de atendimento sempre que não havia volume no mês suficiente para atender à demanda, independente deste valor “faltante” ser significativo ou não em termos numéricos. Também entende-se que essa simplificação, nesta natureza de estudo, não resulta em alteração significativa de resultados.

Também é possível calcular o volume médio anual perdido por evaporação direto no reservatório, bem como extrair outros parâmetros de interesse.

O início da simulação (primeiro mês do primeiro ano) ocorre com o reservatório cheio, o que é bastante razoável, considerando-se que as simulações em questão trabalham com demandas (ou vazões regularizadas) relativamente baixas em confrontação com as vazões médias afluentes.

Elaborado por: 	N° da revisão: 03	Código do Documento: AGBPV_VRDGRANDE_EHID_P3_EOH_Barragens_REV03	55/135
---	----------------------	---	--------



	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
	P3 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – BARRAGENS PROJETADAS	
ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE		

Três premissas básicas foram definidas para as simulações:

- Os intervalos de tempo de simulação são mensais, o que faz sentido em se tratando de reservatórios de regularização intra e interanuais;
- A série histórica considerada nas simulações compreende os últimos 30 anos (de 1989 a 2018), totalizando 360 meses; abrange um período suficientemente longo no qual a quantidade de falhas para determinada garantia de atendimento representa números relativamente elevados (na casa das dezenas) e engloba períodos hidrológicamente severos (principalmente os últimos anos) o que confere bastante segurança às simulações; e
- As garantias de atendimento às demandas (vazões regularizadas) foram previamente definidas em: 95%, representando 18 falhas no período simulado de 360 meses; 90%, representando 36 falhas no período simulado de 360 meses e 85%, representando 54 falhas no período simulado de 360 meses.



No capítulo anterior foram determinadas as características de acumulação dos reservatórios (curvas de acumulação e volume inicial de simulação). No item a seguir são apresentados os parâmetros hidrológicos e climatológicos utilizados nas simulações.

## 5.2 Parâmetros Hidrológicos e Climatológicos Utilizados

Com o objetivo de possibilitar a simulação operacional dos reservatórios foram definidos previamente os parâmetros hidrológicos e climatológicos necessários, a saber: os deflúvios mensais afluentes ao reservatório ao longo da série histórica simulada; e as precipitações e evaporações que ocorrem sobre o reservatório, ao longo do período simulado.

Os parâmetros considerados em cada reservatório estão descritos nas primeiras colunas das planilhas de simulação, apresentadas no Apêndice 1:

- Na terceira coluna, a precipitação direta (em mm) sobre o reservatório no mês simulado;

	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
	P3 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – BARRAGENS PROJETADAS	
ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE		

- Na quarta coluna, o deflúvio mensal afluyente (em m<sup>3</sup>) ao reservatório no mês simulado; e
- Na quinta coluna a taxa de evaporação direta sobre o reservatório (em mm), no mês simulado, considerando valor médio mensal.

As séries de precipitações (1989-2018) sobre os reservatórios foram obtidas a partir das informações geradas pelo MGB (ver Nota Técnica NT1) para as mini-bacias onde se encontram os reservatórios. Foram interpolados valores das estações mais próximas (pelo inverso da distância ao quadrado), preenchendo todos os anos do período simulado.

As evaporações foram obtidas das normais climatológicas do INMET para o período 1981-2010, ou seja, foram definidos 12 valores anuais que se repetem ao longo dos 30 anos simulados. Foram utilizadas as estações climatológicas mais próximas dos reservatórios, com exceção de Água Limpa e Suçupara, nos quais foi adotada uma média ponderada entre as estações mais próximas desses reservatórios (em razão da distância entre as estações e os reservatórios).

Os dados de evaporação das estações climatológicas utilizadas são provenientes de Evaporímetro Piche. Usualmente, para simulações de evaporações diretas em reservatórios são utilizados coeficientes que atenuam os valores desse evaporímetro. No entanto, a adoção desses coeficientes, mostrou uma redução bastante significativa nas taxas mensais de evaporação, resultando em valores baixos para a realidade local. Assim, optou-se por manter os valores observados (vale ressaltar que esse procedimento é a favor da segurança dos cálculos de regularização dos reservatórios).

A Figura 5.2 apresenta as estações climatológicas utilizadas como fontes de dados, bem como suas localizações relativamente aos reservatórios simulados.

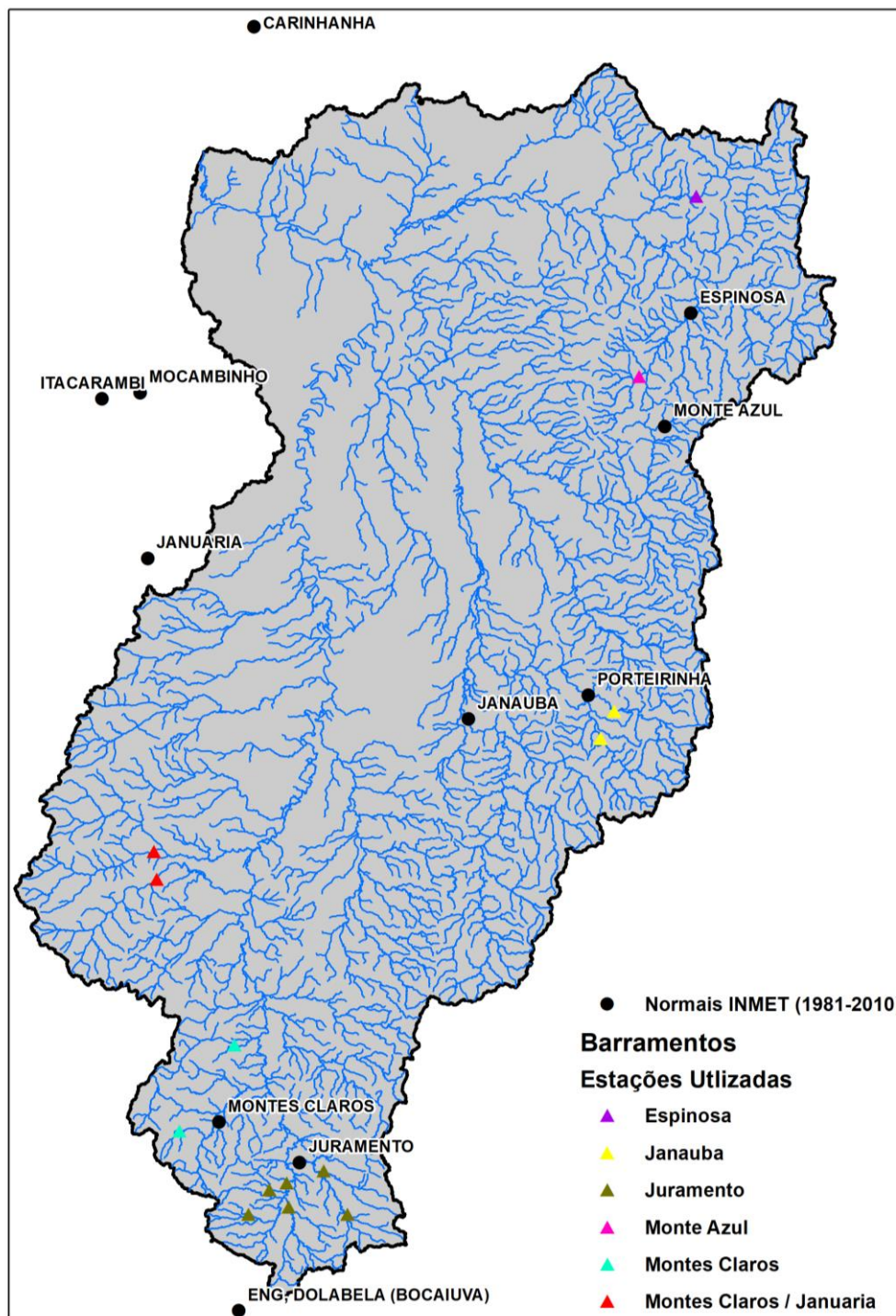




Figura 5.2 - Estações Climatológicas Consideradas.


	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
	P3 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – BARRAGENS PROJETADAS	
ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE		



Os deflúvios mensais afluentes aos reservatórios, ao longo das séries históricas simuladas, foram obtidos diretamente das séries de vazões geradas pelo modelo MGB (ver Nota Técnica NT-1). Os valores das vazões mensais geradas foram multiplicados pelo número de segundos do mês, para se obter o volume afluente. Os volumes considerados mensalmente em cada reservatório são apresentados nas quartas colunas das planilhas de simulação (Apêndice 1).

No caso do reservatório Verde, localizado a jusante dos reservatórios Peixe, Sítio e Pedras, os deflúvios foram corrigidos, suprimindo-se a parcela interceptada por estes reservatórios. Esse procedimento também ocorreu no caso do reservatório de Cocos, localizado a jusante do reservatório existente de Mosquito, descontando-se as contribuições a montante deste reservatório.

Especificamente para os reservatórios Cocos e Sítio Novo, que utilizaram o mesmo ajuste de equação no MGB (ver NT-1) os resultados produziram deflúvios relativamente elevados, quando comparados às precipitações observadas e os coeficientes de escoamento normalmente esperados para a região. O ajuste da equação foi refinado em relação ao inicialmente considerado, priorizando-se o ajuste volumétrico, o que resultou em valores mais adequados (coeficientes médios de escoamento para toda a série histórica simulada da ordem de 10%).

Para o caso dos reservatórios de Cerrado e Tábua foram adotadas as séries de aflúncias geradas a partir da estação fluviométrica 44600000 (Ponte de Rodagem), utilizada para a simulação dos reservatórios do Alto de Verde Grande, por apresentar melhor representatividade das condições naturais locais, notadamente hidrológicas. A utilização dos dados da estação fluviométrica 44600000 (Ponte de Rodagem) se deu através da técnica de regionalização de vazões, metodologia esta que permite transferir informações entre bacias hidrográficas semelhantes que possuam dados de monitoramento, a fim de calcular variáveis de interesse em locais sem dados disponíveis. No caso dos reservatórios Cerrado e Tábua, aplicou-se a técnica de regionalização hidrológica tendo por base as relações entre as áreas de drenagem dos reservatórios supracitados e a área de contribuição da estação fluviométrica 44600000 (Ponte de Rodagem). Desta forma, foi possível obter a vazão afluente para os reservatórios Cerrado e Tábua.

Elaborado por: 	N° da revisão: 03	Código do Documento: AGBPV_VRDGRANDE_EHID_P3_EOH_Barragens_REV03	59/135
---	----------------------	---	--------


	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
	P3 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – BARRAGENS PROJETADAS	
ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE		



Importante referir que as séries de vazões afluentes utilizadas nas simulações de operação dos reservatórios, determinadas na Nota Técnica NT-1, tem como base a aplicação de modelo chuva-vazão, visto que há necessidade de se definir séries de vazões específicas para cada local de barramento (no caso vazões mensais), ao longo de um período relativamente longo (30 anos), capaz de abranger os diversos períodos climáticos enfrentados pela região. Esse longo período visa garantir maior robustez estatística nas simulações. O fato das séries de precipitações observadas serem mais longas que as de vazões e também sua maior abrangência espacial, suportam a adoção dessa metodologia.

Em termos hidrológicos, outros procedimentos também seriam possíveis para a geração da série de vazões, como, por exemplo, a adoção das séries observadas nas estações fluviométricas, transpostas diretamente para os locais das barragens através de fator de correção considerando a proporção de áreas. Esse procedimento possibilitaria utilizar, como referência, as séries de vazões das estações localizadas na calha do rio Verde Grande, consideradas na elaboração do Marco Regulatório (Nota Técnica ANA nº 10/2018).

No entanto, esse procedimento levaria a uma menor extensão das séries de vazões (restritas aos períodos de observação de cada estação), bem como poderia introduzir diferenças relativas à inserção das demandas que ocorrem a montante destas estações e que impactam (reduzem) as vazões observadas. Outra questão refere-se à existência de substrato cárstico junto ao assoalho do Verde Grande, que influencia no comportamento hídrico do rio, através da surgências e insurgências de água (esse efeito é menos significativo nos afluentes do Verde Grande, onde estão localizados os barramentos ora estudados). Também, a magnitude das diferenças entre as áreas de contribuição das estações na calha do Verde Grande e as dos locais de barramento podem introduzir distorções notadamente nas vazões de base (mínimas), face à maior capacidade de regularização de grandes bacias hidrográficas.

Assim, optou-se por adotar a metodologia ora descrita, para a geração das séries de vazões em cada local de barramento. Importante entender que, no presente caso, está se realizando o dimensionamento de reservatórios, o que exige abordagem hidrológica conforme a utilizada, na qual a atenção está voltada aos

Elaborado por: 	N° da revisão: 03	Código do Documento: AGBPV_VRDGRANDE_EHID_P3_EOH_Barragens_REV03	60/135
---	----------------------	---	--------

	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
	P3 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – BARRAGENS PROJETADAS	
ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE		

volumes afluentes mensais ao longo do período de simulação (para essas situações um ajuste volumétrico elevado é necessário, o que efetivamente foi obtido nas calibrações, conforme explicitado na NT-1).

Situação diferente é observada na gestão de recursos hídricos, na qual há maior foco no ajuste das vazões mínimas (essenciais para a adequada gestão de recursos hídricos). Como decorrência, a adoção da abordagem hidrológica aqui referida não representa afronta aos pressupostos técnicos utilizados no Marco Regulatório, mas apenas a utilização de procedimento metodológico adequado ao dimensionamento de reservatórios.

Por fim, cabe comentar que ao término dos estudos será realizada análise de sensibilidade sobre os resultados alcançados para os aproveitamentos melhor hierarquizados, com vistas a verificar seus desempenhos frente a disponibilidades hídricas regidas pelos pressupostos técnicos do Marco Regulatório, com o objetivo de dar mais elementos para a tomada de decisões dos gestores.

### 5.3 Simulação da Operação dos Reservatórios

A simulação operacional dos reservatórios foi realizada através da aplicação da planilha de cálculo apresentada no item 5.1, considerando os dados de partida apresentados no item 5.2.

Como condições de partida (início de simulação) foram considerados os volumes máximos acumulados, apresentados no item 4.2.3, obtidos a partir dos ajustes locais realizados e de informações provenientes do PRH Verde Grande.

As simulações iniciaram utilizando os valores de demandas (vazões regularizadas) equivalentes àqueles informados para cada reservatório no PRH Verde Grande. A partir dos primeiros resultados e através de tentativas sucessivas foram sendo alterados os valores de demandas até atingir as garantias procuradas: 95% (18 falhas), 90% (36 falhas) e 85% (54 falhas).

Uma vez obtidos os resultados procurados, procederam-se ajustes considerando os valores referenciais do PRH Verde Grande, para cada reservatório. Esse ajuste procurou a otimização volumétrica (redução de volume acumulado no

reservatório), sempre que a vazão regularizada era razoavelmente superior àquela indicada no PRH Verde Grande.

As planilhas de cálculo para as situações com vazões regularizadas de 95%, para cada reservatório, já com os ajustes nos volumes acumulados, são apresentadas no Apêndice 1.

A opção por adotar a garantia 95% deve-se ao fato de ser o valor adotado no PRH Verde Grande. No entanto, nos resultados das simulações, apresentados no item a seguir, são informados os valores relativos também para as outras garantias consideradas: 90% e 85%.

#### 5.4 Determinação das Vazões Regularizadas

Após proceder as simulações operacionais, referidas no item anterior, foram obtidos os seguintes resultados, apresentados no Quadro 5.1. Tais resultados apresentam e comparam as vazões naturais e regularizadas para garantias de 95%, 90% e 85% nos pontos dos barramentos. A diferença entre essas vazões foi considerada como o incremento de oferta hídrica (ou seja, o ganho hídrico fornecido pelo reservatório) e está grifada no quadro, na quinta coluna. Na sexta coluna apresentam-se os valores originalmente informados no PRH Verde Grande, para fins de comparação.

Quadro 5.1 - Resultados das Simulações Operacionais dos Reservatórios – Incremento das Ofertas Hídricas.

Reservatório	Garantia Atendimento (%)	Qnat (m³/s)	Qreg (m³/s)	Qreg-Qnat (m³/s)	Incremento PRH Verde Grande (m³/s)
Peixe	85	0,020	0,098	0,078	
	90	0,018	0,091	0,073	
	95	0,015	0,083	<b>0,068</b>	0,060
Sítio	85	0,020	0,101	0,081	
	90	0,017	0,094	0,077	
	95	0,015	0,084	<b>0,069</b>	0,090
Pedras	85	0,104	0,410	0,306	
	90	0,091	0,370	0,279	
	95	0,068	0,320	<b>0,252</b>	0,040
Prata	85	0,028	0,130	0,102	
	90	0,025	0,122	0,097	
	95	0,022	0,108	<b>0,086</b>	0,070

Reservatório	Garantia Atendimento (%)	Qnat (m³/s)	Qreg (m³/s)	Qreg-Qnat (m³/s)	Increment. PRH Verde Grande (m³/s)
Verde	85	0,267	0,630	0,363	
	90	0,227	0,580	0,353	
	95	0,189	0,490	<b>0,301</b>	0,150
Canoas	85	0,065	0,274	0,209	
	90	0,056	0,243	0,187	
	95	0,048	0,207	<b>0,159</b>	0,050
Cerrado	85	0,020	0,094	0,074	
	90	0,018	0,087	0,069	
	95	0,015	0,074	<b>0,059</b>	0,060
Tábua	85	0,061	0,227	0,166	
	90	0,054	0,204	0,150	
	95	0,044	0,181	<b>0,137</b>	0,050
Suçupara	85	0,173	0,439	0,266	
	90	0,149	0,386	0,237	
	95	0,115	0,292	<b>0,177</b>	0,090
Água Limpa	85	0,197	0,541	0,344	
	90	0,171	0,507	0,336	
	95	0,142	0,390	<b>0,248</b>	0,090
Cocos	85	0,066	0,210	0,144	
	90	0,040	0,180	0,140	
	95	0,019	0,146	<b>0,127</b>	0,050
Sítio Novo	85	0,115	0,631	0,516	
	90	0,079	0,562	0,483	
	95	0,054	0,510	<b>0,456</b>	0,200
Mamonas	85	0,00052	0,224	0,223	
	90	0,00034	0,200	0,200	
	95	0,00017	0,174	<b>0,174</b>	0,110
São Domingos	85	0,00005	0,708	0,708	
	90	0,00003	0,645	0,645	
	95	0,00001	0,580	<b>0,580</b>	0,420
<b>Total Garantia 95%</b>				<b>2,893</b>	<b>1,530</b>

O incremento hídrico total (vazão total regularizada pelos 14 reservatórios considerados menos a vazão natural para mesma garantia), na atual simulação, é de 2,893 m³/s, para garantia de 95%. No PRH Verde Grande, esse valor era de 1,530 m³/s, o que mostra um acréscimo da ordem de 90%.





O Quadro 5.2 apresenta as características básicas dos reservatórios para as situações finais de simulação, já com os ajustes citados no item 5.3, bem como o volume médio anual perdido por evaporação.

Quadro 5.2 - Resultados das Simulações Operacionais dos Reservatórios – Características Básicas dos Reservatórios.

Barragem	Volume Acum. (m³)	Área Alag. (ha)	Altura Lâmina Água (m)	Cota NA (m)	VEMA (m³/ano)
Peixe	10.000.000	130	22	661	1.337.400
Sítio	12.800.000	145	22	707	1.455.500
Pedras	6.500.000	166	13	645	1.799.700
Prata	5.600.000	60	20	714	664.900
Verde	18.000.000	340	16	628	3.642.800
Canoas	6.500.000	120	15	652	1.360.000
Cerrado	4.180.000	40	28	720	478.900
Tábua	3.200.000	43	20	610	498.900
Suçupara	4.250.000	39	28	590	596.800
Água Limpa	8.800.000	85	24	602	1.269.400
Cocos	8.400.000	225	7	577	3.224.400
Sítio Novo	48.000.000	640	17	589	8.192.900
Mamonas	12.000.000	220	20	618	2.777.400
São Domingos	73.750.000	618	30	581	7.696.230

VEMA = Volume Evaporado Médio Anual.

	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
	P3 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – BARRAGENS PROJETADAS	
ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE		

## 6 DETERMINAÇÃO DAS DIMENSÕES BÁSICAS DOS BARRAMENTOS

A partir de definição das características principais dos reservatórios, foram determinadas as dimensões básicas dos respectivos barramentos, passo essencial para a definição dos custos de implantação (que serão apresentados no capítulo seguinte).

Assim, no presente capítulo apresentam-se as principais dimensões caracterizadoras dos barramentos necessários à formação dos reservatórios simulados anteriormente.

Inicialmente, é definido o tipo de maciço (em aterro compactado ou em concreto). Posteriormente, são definidas as dimensões básicas dos maciços (altura máxima e extensão) e, na sequência, calculados os respectivos volumes.

### 6.1 Tipos de Barramentos

Usualmente, os tipos de maciços de barragens são definidos em função das condições topográficas e geotécnicas. Vales muito fechados costumam resultar em barragens com maciços em concreto, em razão das condições construtivas favoráveis. Ao contrário, vales mais abertos, normalmente resultam em maciços em aterro compactado, visto o elevado custo construtivo.

Essa condição foi adotada para a definição do tipo de maciço do barramento em cada caso. Para vales, nos locais selecionados para os barramentos, em que a relação *Extensão do Maciço/Altura Máxima do Maciço* era superior a 8, foi adotado maciço em aterro compactado. Já nos casos em que essa relação foi inferior ao referido valor a opção foi por maciço em concreto.

A altura máxima do maciço considerada foi aquela obtida nos dimensionamentos dos reservatórios (capítulo 5) acrescida de 3 metros, valor preliminar para a “folga” entre o nível de água normal de acumulação do reservatório e a cota de coroamento do maciço. Nos casos em que a bacia de contribuição tem área superior a 400 km<sup>2</sup> esse valor foi elevado para 5 m, com o objetivo de absorver lâminas vertentes maiores, fruto de cheias mais intensas.

A extensão do maciço foi obtida para a cota de coroamento definida, lançada sobre o perfil topográfico transversal ao leito do curso de água no local do

barramento. Esses perfis foram obtidos a partir da cartografia básica e são apresentados para os 14 barramentos no Apêndice 2.

No caso específico da barragem de São Domingos foram mantidas as características do projeto desenvolvido pela Codevasf em 2019.



O Quadro 6.1 apresenta os valores considerados e as relações obtidas, bem como o tipo de maciço definido para cada barramento. No caso da barragem Cocos, apesar da conformação do vale indicar maciço em terra, optou-se pelo concreto em razão das pequenas dimensões do maciço e da facilidade construtiva que o concreto oferece nessas situações.

Quadro 6.1 - Relações Dimensionais nos Vales e Tipos de Maciços Seleccionados para os Barramentos.

Barragem	Lâmina d'Água (m)	NA (m)	Folga (m)	Altura Máx. Mac. (m)	Comprim. (m)	Relação Compr./Alt Máx. (m)	Tipo de Maciço
Peixe	22	661	3	25	500	20,0	Terra
Sítio	22	707	3	25	590	23,6	Terra
Pedras	13	645	3	16	390	24,4	Terra
Prata	20	714	3	23	270	11,7	Terra
Verde	16	628	5	21	1.100	52,4	Terra
Canoas	15	652	3	18	260	14,4	Terra
Cerrado	28	720	3	31	225	7,3	Concreto
Tábua	20	610	3	23	490	21,3	Terra
Suçupara	28	590	5	33	150	4,5	Concreto
Água Limpa	24	602	5	29	195	6,7	Concreto
Cocos	7	577	3	10	330	33,0	Concreto
Sítio Novo	14	589	3	17	1.000	58,8	Terra
Mamonas	20	618	3	23	170	7,4	Concreto
São Domingos	30	581	5	35	540	15,4	Terra

## 6.2 Dimensões Básicas e Volumes dos Maciços dos Barramentos

As dimensões básicas dos maciços dos barramentos, para fins do presente estudo e com o objetivo de possibilitar o cálculo dos seus volumes, consistem em dois parâmetros básicos: alturas e extensões. Em termos gerais, é possível caracterizar um maciço com esses dois valores (altura máxima sobre as fundações e extensão total do maciço).

	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
	P3 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – BARRAGENS PROJETADAS	
ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE		

Para a altura do maciço, além do acréscimo efetuado para calcular a cota de coroamento, foi considerado, ainda, 2 m para incorporar as escavações de fundação.

Para o cálculo dos volumes, além das alturas e extensões, é necessário definir previamente a geometria da seção transversal do maciço. Nesse sentido, foram adotadas duas geometrias características, conforme o tipo de maciço.

Para os maciços em aterro compactado foi adotada a seção transversal com as seguintes características:

- Inclinação do talude de montante: 3H:1V
- Inclinação do talude de jusante: 2,5H:1V
- Largura do coroamento:  $L_c = (H_{\text{máx.}} / 5) + 3$  (em m)
- Largura da base:  $B = 5,5 * H + L_c$  (em m)

Para os maciços em concreto foi adotada a seção transversal com as seguintes características:

- Inclinação do talude de montante: vertical
- Inclinação do talude de jusante: 0,75H:1V
- Largura do coroamento:  $L_c = 2$  m
- Largura da base:  $B = 0,75 * H + L_c$  (em m)



Essas são seções clássicas de projeto que conferem segurança frente à limitação de informações sobre as condições de fundação e características tecnológicas dos materiais de construção.

Os cálculos dos volumes foram realizados da forma usual, com a determinação das áreas em determinadas posições ou seções ao longo do eixo do maciço, obtendo-se o volume pela multiplicação da dupla área pela semi-distância. Esses cálculos são apresentados no Apêndice 3, para cada um dos 13 barramentos (para São Domingos foi adotado o valor definido no respectivo projeto).

Assim, no Quadro 6.2, são apresentados os resultados em termos de volumes dos maciços.

**Quadro 6.2 - Volumes e Principais Características dos Maciços dos Barramentos.**

Barragem	Alt Máx. Maciço (m)	Comprimento do Maciço (m)	Tipo de Maciço	Volume Maciço (m <sup>3</sup> )
Peixe	27	510	Terra	598.932
Sítio	27	590	Terra	720.435
Pedras	18	390	Terra	167.226
Prata	25	270	Terra	266.986
Verde	23	1.100	Terra	848.650
Canoas	20	260	Terra	166.945
Cerrado	33	225	Concreto	46.637
Tábua	25	490	Terra	481.259
Suçupara	35	150	Concreto	40.483
Água Limpa	31	195	Concreto	41.528
Cocos	12	330	Concreto	10.938
Sítio Novo	22	1.000	Terra	920.513
Mamonas	25	170	Concreto	25.328
São Domingos	37	540	Terra	1.644.000

	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
	P3 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – BARRAGENS PROJETADAS	
ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE		

## 7 DEFINIÇÃO DOS CUSTOS ASSOCIADOS AOS BARRAMENTOS E RESERVATÓRIOS

Diversos custos estão associados à implantação de um barramento e seu respectivo reservatório. São eles: custos de implantação dos barramentos, custos com a elaboração de estudos, projetos e licenciamento ambiental, custos com a desapropriação das áreas alagadas pelos reservatórios e custos necessários às compensações ambientais.


Ainda, é possível associar os custos com operação e manutenção, necessários para manter os barramentos em condições adequadas, tanto do ponto de vista operacional, quanto de segurança e integridade física.



O somatório desses custos resultará no valor total a ser investido para a implantação do conjunto barramento/reservatório.

Nos capítulos anteriores foram definidos diversos elementos dimensionais básicos a partir dos quais é possível determinar esses custos. Por exemplo, a partir do conhecimento das dimensões principais dos barramentos, notadamente dos tipos de maciços e dos seus volumes, é possível definir os custos associados as suas implantações. Igualmente, ao se conhecer as características das áreas a serem alagadas pelos respectivos reservatórios também é possível determinar os custos associados à desapropriação.

O procedimento adotado para a definição dos custos considerados baseia-se no conhecimento de valores referenciais unitários, que multiplicados pelos valores dimensionais anteriormente definidos, possibilitam determinar os custos em questão. Essa é uma prática bastante usual em estudo de natureza similar ao IOH Verde Grande, até porque o nível de detalhe dos elementos dimensionais envolvidos limita a adoção de outros procedimentos mais complexos.

O ponto inicial para a definição dos custos, então, consiste em determinar os valores unitários referenciais a serem adotados. Posteriormente, com base nesses valores, são calculados os custos para cada barramento/reservatório (itens 7.2 a 7.6) e, ao término, o custo global (item 7.7).

Elaborado por: 	N° da revisão: 03	Código do Documento: AGBPV_VRDGRANDE_EHID_P3_EOH_Barragens_REV03	69/135
---	----------------------	---	--------

	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
	P3 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – BARRAGENS PROJETADAS	
ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE		

## 7.1 Valores Unitários Referenciais

Seguindo a ordem de custos a serem definidos, é necessário determinar os valores unitários de referência a serem adotados nos cálculos para:

- Implantação dos barramentos (maciços);
- Elaboração de estudos, projetos e licenciamento ambiental;
- Desapropriação das áreas alagadas pelos reservatórios;
- Com compensações ambientais decorrentes da formação dos reservatórios; e
- Com a operação e manutenção dos barramentos.


Para facilitar o entendimento dos procedimentos de cálculo dos custos, para cada tipologia de custo, apresentadas nos itens a seguir, serão informados previamente os valores unitários referenciais considerados.



Obviamente, os custos ora determinados são compatíveis com o nível de conhecimento e detalhamento que um estudo desta natureza (compatível com um estudo de viabilidade) apresenta. Importante ressaltar que não se procura, neste momento e pelos objetivos do presente estudo, definir os valores absolutos, mas sim demonstrar relações entre custos que permitam comparar os diversos barramentos e respectivos reservatórios entre si.

## 7.2 Custos Considerados na Implantação das Obras Civas - Maciço

Com relação aos custos de implantação dos barramentos, a base considerada foi o orçamento do anteprojeto da barragem de São Domingos, elaborado pela Codevasf em 2009. Essa opção baseia-se no fato de ser uma das barragens relacionadas no PRH Verde Grande, estar localizada na bacia e ser relativamente recente, o que permite a atualização financeira direta do seu orçamento.

A barragem de São Domingos, conforme o anteprojeto, é constituída de maciço em aterro compactado, com vertedor em concreto. Portanto, possui, referencialmente, valores para os materiais integrantes dos dois tipos de maciços de barramentos considerados no presente estudo (terra e concreto).

Elaborado por: 	N° da revisão: 03	Código do Documento: AGBPV_VRDGRANDE_EHID_P3_EOH_Barragens_REV03	70/135
---	----------------------	---	--------

	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
	P3 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – BARRAGENS PROJETADAS	
ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE		

Inicialmente, foi determinada a relação entre o valor total orçado para a construção da barragem de São Domingos e o volume do maciço, com vistas a determinar um custo unitário referencial.

Conforme o orçamento, o valor total orçado foi de R\$ 77.185.255,00, a valores de setembro de 2008 (expurgando os custos relacionados à bacia de inundação – que no presente estudo são definidos em outro item específico). O volume do maciço de terra é de 1.644.000 m<sup>3</sup>. Assim, para a construção integral da barragem, para cada m<sup>3</sup> de maciço de terra teria sido necessário investir R\$ 46,95, em setembro de 2008.

Esse valor foi utilizado como referencial para a determinação do custo de implantação para barramentos com maciço em terra. O próximo passo foi atualizar este valor para a data base do presente estudo: outubro/2019. Para tanto, foi aplicado o índice de reajuste IGP-DI, usualmente utilizado para cálculo de reajustes de obras e serviços, a saber:



- IGP-DI set/2008 = 401,327
- IGP-DI out/2019 = 732,041
- Índice de reajuste = 1,824

O valor atualizado referencial para o maciço de terra passa a ser, então, de R\$ 85,64/m<sup>3</sup> (= 1,824 x R\$ 46,95/m<sup>3</sup>).

O próximo passo foi determinar o valor referencial para barragens com maciços em concreto. Nestes casos o custo do maciço é mais significativo frente ao custo total do empreendimento, do que no caso de barragens com maciços em terra. Por exemplo, no caso da barragem de São Domingos a relação entre o custo total e o custo específico do maciço de terra é de quatro vezes (R\$ 77.185.255,00 / R\$ 19.119.720,00).

Já no caso de maciços em concreto, pela sua natureza mais robusta, diversos itens executivos associados (necessários no caso de maciço em terra, como, por exemplo, proteção com enrocamento) são dispensáveis, razão pela qual essa relação usualmente reduz para a metade. Assim, para as barragens com maciços em concreto foi utilizado um fator equivalente a duas vezes, a ser aplicado sobre o



	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
	P3 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – BARRAGENS PROJETADAS	
ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE		

custo do maciço de concreto para se obter o custo total com a implantação da barragem.

Para se obter o valor unitário do concreto, novamente foi utilizado o orçamento do anteprojeto da barragem de São Domingos como referência, atualizando-se o custo unitário do concreto. Esse valor unitário, atualizado, para o m<sup>3</sup> de concreto é de R\$ 505,72 [= 1,824 (fator de atualização) x R\$ 277,26 (valor unitário do concreto no orçamento de São Domingos)]. O valor referencial para o custo global com maciço em concreto foi obtido, então, multiplicando-se o valor unitário atualizado (R\$ 505,72) pelo fator (2,0) resultando em R\$ 1.011,44/m<sup>3</sup>. Assim, o valor global das barragens em concreto foi obtido multiplicando o volume do seu maciço pelo valor referencial unitário atualizado de R\$ 1.011,44/m<sup>3</sup>.

Para obter os custos de implantação (leia-se construção) dos maciços das barragens foram, então, multiplicados os volumes dos maciços pelos valores unitários referenciais, conforme o tipo de maciço. O Quadro 7.1 apresenta os resultados com os custos de implantação para cada barramento.

Quadro 7.1 - Custos para Implantação dos Barramentos.

Barragem	Tipo de Maciço	Área Alagada (ha)	Volume Maciço (m <sup>3</sup> )	Custo Unit. Ref. Maciço (R\$)	Custos Implantação (R\$)
Peixe	Terra	130	598.932	85,64	51.292.536,48
Sítio	Terra	145	720.435	85,64	61.698.053,40
Pedras	Terra	166	167.226	85,64	14.321.234,64
Prata	Terra	60	266.986	85,64	22.864.681,04
Verde	Terra	340	848.650	85,64	72.678.386,00
Canoas	Terra	120	166.945	85,64	14.297.169,80
Cerrado	Concreto	40	46.637	1.011,44	47.170.527,28
Tábua	Terra	43	481.259	85,64	41.215.020,76
Suçupara	Concreto	39	40.483	1.011,44	40.946.125,52
Água Limpa	Concreto	85	41.528	1.011,44	42.003.080,32
Cocos	Concreto	225	10.938	1.011,44	11.063.130,72
Sítio Novo	Terra	640	920.513	85,64	78.832.733,32
Mamonas	Concreto	220	25.328	1.011,44	25.617.752,32
São Domingos	Terra	618	1.644.000	85,64	140.792.160,00
<b>Total</b>					<b>664.792.591,60</b>

### 7.3 Custos com Projetos e Estudos e Licenciamento Ambiental

Previamente à implantação de um barramento há a necessidade de serem desenvolvidos diversos estudos e projetos, além de realizadas ações específicas relacionadas ao licenciamento ambiental do empreendimento.

No presente caso, foram considerados os seguintes custos, expressos em percentuais relativos aos custos de implantação (definidos no item anterior):

- Elaboração do estudo de viabilidade e projeto básico: 2%;
- Elaboração do projeto executivo: 5%;
- Ações de licenciamento: 3%.

Esses percentuais foram obtidos de estudos realizados em empreendimentos similares e consistem em valores usualmente praticados. A soma desses custos totaliza 10% sobre o valor de implantação do barramento. O Quadro 7.2 apresenta os valores calculados para cada barragem, tendo por base os custos de implantação definidos no item anterior.

Quadro 7.2 - Custos com Projetos, Estudos e Licenciamento Ambiental.

Barragem	Custos com Projetos, Estudos e Licenciamento Ambiental (R\$)
Peixe	5.129.253,65
Sítio	6.169.805,34
Pedras	1.432.123,46
Prata	2.286.468,10
Verde	7.267.838,60
Canoas	1.429.716,98
Cerrado	4.717.052,73
Tábua	4.121.502,08
Suçupara	4.094.612,55
Água Limpa	4.200.308,03
Cocos	1.106.313,07
Sítio Novo	7.883.273,33
Mamonas	2.561.775,23
São Domingos	14.079.216,00
<b>Total</b>	<b>66.479.259,16</b>

## 7.4 Custos com Desapropriações

Os custos com desapropriações foram determinados com base nas áreas a serem alagadas pelos reservatórios multiplicadas por valor referencial do hectare a ser desapropriado. Face à abrangência espacial e diversidade de situações em que cada um dos 14 reservatórios se encontra, não é viável, neste estágio dos estudos, proceder pesquisa de valores para cada caso.



Como alternativa, foi adotado um valor médio para o hectare desapropriado. Esse valor foi baseado em estudo de viabilidade recentemente concluído para o Projeto de Irrigação Iuiú (Codevasf, 2019), situado na margem direita do rio Verde Grande, em seu curso baixo.

No referido estudo, foi considerado um valor médio de R\$ 4.000,00/ha desapropriado. Naquele caso, de terras com pouca disponibilidade de água. Já as áreas a serem alagadas pelos reservatórios encontram-se às margens de cursos de água, o que as tornam mais valorizadas. Objetivando corrigir essa diferença, foi aplicado um fator multiplicador de 1,5, que resultou no seguinte valor referencial: R\$ 6.000,00/ha.

O Quadro 7.3 apresenta os custos com desapropriação de cada reservatório, considerando as áreas alagadas e o custo referencial unitário.

Quadro 7.3 - Custos com Desapropriações.

Barragem	Área Alagada (ha)	Custo Unitário Referencial (R\$/ha)	Desapropriações (R\$)
Peixe	130	6.000,00	780.000,00
Sítio	145	6.000,00	870.000,00
Pedras	166	6.000,00	996.000,00
Prata	60	6.000,00	360.000,00
Verde	340	6.000,00	2.040.000,00
Canoas	120	6.000,00	720.000,00
Cerrado	40	6.000,00	240.000,00
Tábua	43	6.000,00	258.000,00
Suçupara	39	6.000,00	234.000,00
Água Limpa	85	6.000,00	510.000,00
Cocos	225	6.000,00	1.350.000,00
Sítio Novo	640	6.000,00	3.840.000,00
Mamonas	220	6.000,00	1.320.000,00
São Domingos	618	6.000,00	3.708.000,00

	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
	P3 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – BARRAGENS PROJETADAS	
ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE		

Barragem	Área Alagada (ha)	Custo Unitário Referencial (R\$/ha)	Desapropriações (R\$)
<b>Total</b>			<b>17.226.000,00</b>

## 7.5 Custos com Compensação Ambiental

A implantação de barragens e reservatórios associados costumam implicar em uma série de custos destinados à compensação ambiental dos impactos resultantes. No presente caso, os custos ambientais foram determinados com base em valores (percentuais) usualmente praticados em empreendimentos similares, definidos em bases técnicas e legais.

Assim, foram considerados os seguintes custos percentuais (aplicados sobre o custo de implantação – item 7.2):

- Estudos ambientais específicos: 0,5%
- Compensação ambiental: 0,5%
- Gestão e supervisão ambiental: 2,0%

Esses valores totalizam um percentual de 3,0% aplicado sobre o custo de implantação do barramento. O Quadro 7.4 apresenta os resultados obtidos.

Quadro 7.4 - Custos com Compensações Ambientais.

Barragem	Custos com Compensação Ambiental (R\$)
Peixe	1.538.776,09
Sítio	1.850.941,60
Pedras	429.637,04
Prata	685.940,43
Verde	2.180.351,58
Canoas	428.915,09
Cerrado	1.415.115,82
Tábua	1.236.450,62
Suçupara	1.228.383,77
Água Limpa	1.260.092,41
Cocos	331.893,92
Sítio Novo	2.364.982,00
Mamonas	768.532,57
São Domingos	4.223.764,80
<b>Total</b>	<b>19.943.777,75</b>

## 7.6 Custos com Operação e Manutenção

Também foram considerados os custos de operação e manutenção, necessários para manter as estruturas dos barramentos operacionais e em segurança. Para tanto, calculou-se, em Valor Presente, o somatório dos custos anuais equivalentes a 1% do valor de implantação (item 7.2), durante 50 anos, com taxa de desconto anual de 6%. O resultado, equivalente a um investimento da ordem de 16,76% do valor de implantação é apresentado, para cada barramento, no Quadro 7.5.

Quadro 7.5 - Custos com Operação e Manutenção dos Barramentos.

Barragem	Custos com Operação & Manutenção (R\$)
Peixe	8.596.629,11
Sítio	10.340.593,75
Pedras	2.400.238,93
Prata	3.832.120,54
Verde	12.180.897,49
Canoas	2.396.205,66
Cerrado	7.905.780,37
Tábua	6.907.637,48
Suçupara	6.862.570,64
Água Limpa	7.039.716,26
Cocos	1.854.180,71
Sítio Novo	13.212.366,10
Mamonas	4.293.535,29
São Domingos	23.596.766,02
<b>Total</b>	<b>111.419.238,35</b>

## 7.7 Resumo dos Custos

Com base no somatório dos custos definidos nos itens anteriores foram obtidos os custos totais, para cada barramento/reservatório. Esses valores são apresentados no Quadro 7.6.

Quadro 7.6 - Resumo dos Custos e Custo Global dos Barramentos e Reservatórios.

Barragem	Tipo de Maciço	Volume Maciço (m³)	Custos (R\$)					TOTAL
			Construção	Projetos, Estudos e Licenc. Ambiental	Desapropriações	Compensação Ambiental	Operação & Manut.	
Peixe	Terra	598.932	51.292.536,48	5.129.253,65	780.000,00	1.538.776,09	8.596.629,11	<b>67.337.195,34</b>
Sítio	Terra	720.435	61.698.053,40	6.169.805,34	870.000,00	1.850.941,60	10.340.593,75	<b>80.929.394,09</b>
Pedras	Terra	167.226	14.321.234,64	1.432.123,46	996.000,00	429.637,04	2.400.238,93	<b>19.579.234,07</b>
Prata	Terra	266.986	22.864.681,04	2.286.468,10	360.000,00	685.940,43	3.832.120,54	<b>30.029.210,12</b>
Verde	Terra	848.650	72.678.386,00	7.267.838,60	2.040.000,00	2.180.351,58	12.180.897,49	<b>96.347.473,67</b>
Canoas	Terra	166.945	14.297.169,80	1.429.716,98	720.000,00	428.915,09	2.396.205,66	<b>19.272.007,53</b>
Cerrado	Concreto	46.637	47.170.527,28	4.717.052,73	240.000,00	1.415.115,82	7.905.780,37	<b>61.448.476,20</b>
Tábua	Terra	481.259	41.215.020,76	4.121.502,08	258.000,00	1.236.450,62	6.907.637,48	<b>53.738.610,94</b>
Suçupara	Concreto	40.483	40.946.125,52	4.094.612,55	234.000,00	1.228.383,77	6.862.570,64	<b>53.365.692,47</b>
Água Limpa	Concreto	41.528	42.003.080,32	4.200.308,03	510.000,00	1.260.092,41	7.039.716,26	<b>55.013.197,02</b>
Cocos	Concreto	10.938	11.063.130,72	1.106.313,07	1.350.000,00	331.893,92	1.854.180,71	<b>15.705.518,42</b>
Sítio Novo	Terra	920.513	78.832.733,32	7.883.273,33	3.840.000,00	2.364.982,00	13.212.366,10	<b>106.133.354,76</b>
Mamonas	Concreto	25.328	25.617.752,32	2.561.775,23	1.320.000,00	768.532,57	4.293.535,29	<b>34.561.595,41</b>
São Domingos	Terra	1.644.000	140.792.160,00	14.079.216,00	3.708.000,00	4.223.764,80	23.596.766,02	<b>186.399.906,82</b>
<b>Total</b>			<b>664.792.591,60</b>	<b>66.479.259,16</b>	<b>17.226.000,00</b>	<b>19.943.777,75</b>	<b>111.419.238,35</b>	<b>879.860.866,86</b>

## 8 DEFINIÇÃO DE INDICADORES DE DESEMPENHO

A avaliação quanto ao desempenho de cada barramento/reservatório considerado neste estudo, de forma comparativa, pode ser materializada através da definição de indicadores. Os indicadores servem para possibilitar comparações diretas entre empreendimentos, permitindo conhecer aqueles com melhor desempenho comparativo. Ou seja, são uma eficiente ferramenta para a futura hierarquização ou mesmo seleção daqueles que serão implantados. Também servem para apontar aqueles empreendimentos que possuem baixa viabilidade e, conseqüentemente, apresentarão, caso implantados, maiores dificuldades e empecilhos.

No presente estudo, foram estabelecidas diferentes naturezas de indicadores, buscando, no seu conjunto, expressar o desempenho ou viabilidade global do empreendimento. Assim, foram consideradas as seguintes naturezas de indicadores: técnicas, financeiras, sociais e ambientais. Também foram avaliados os desempenhos relativos à segurança dos barramentos/reservatórios, utilizando alguns conceitos baseados na Lei de Segurança de Barragens, tema bastante importante e atual.

Para o cálculo dos indicadores foram utilizadas todas as informações geradas até o momento (e apresentadas neste relatório), bem como, em alguns casos, determinadas algumas informações específicas necessárias.

Nos itens a seguir, são apresentados os indicadores de desempenho para cada barramento/reservatório, organizados segundo as suas naturezas. A análise dos resultados (dos indicadores de desempenho ora calculados) é apresentada no capítulo 9.

### 8.1 Indicadores Técnicos

Com base nas informações disponíveis e objetivando configurar os desempenhos, específicos e comparativos, dos barramentos/reservatórios estudados, foram definidos sete indicadores técnicos.

Eles relacionam grandezas já definidas para os empreendimentos no âmbito do presente estudo, a saber: incremento hídrico calculado a partir da vazão regularizada pelo empreendimento ( $Q_{reg95}$ ); vazão natural do corpo hídrico no local do barramento com garantia de 95% ( $Q_{nat95}$ ); volume de água acumulado no reservatório; área alagada pelo reservatório; e volume do maciço do barramento.

Cruzando essas grandezas, resultam indicadores que permitem a comparação direta entre os empreendimentos, em termos técnicos. O Quadro 8.1 apresenta as grandezas consideradas para o cálculo dos indicadores técnicos.

Quadro 8.1 - Grandezas Consideradas no Cálculo dos Indicadores Técnicos.

Barragem	Informações Referenciais					
	Qincr 95 (m <sup>3</sup> /s)	Qnat 95 (m <sup>3</sup> /s)	Vol. Acum. (m <sup>3</sup> )	Área Alag. (ha)	Tipo Maciço	Vol. Maciço (m <sup>3</sup> )
Peixe	0,068	0,015	10.000.000	130	Terra	598.932
Sítio	0,069	0,015	12.800.000	145	Terra	720.435
Pedras	0,252	0,068	6.500.000	166	Terra	167.226
Prata	0,086	0,022	5.600.000	60	Terra	266.986
Verde	0,301	0,189	18.000.000	340	Terra	848.650
Canoas	0,159	0,048	6.500.000	120	Terra	166.945
Cerrado	0,059	0,015	4.180.000	40	Concreto	46.637
Tábua	0,137	0,044	3.200.000	43	Terra	481.259
Suçuapara	0,177	0,115	4.250.000	39	Concreto	40.483
Água Limpa	0,248	0,142	8.800.000	85	Concreto	41.528
Cocos	0,127	0,019	8.400.000	225	Concreto	10.938
Sítio Novo	0,456	0,054	48.000.000	640	Terra	920.513
Mamonas	0,174	0,0002	12.000.000	220	Concreto	25.328
São Domingos	0,580	0,00001	73.750.000	618	Terra	1.644.000

Obs.: Qincr95 é a vazão incremental com garantia de 95%.

Com base nessas grandezas, foram considerados e calculados os seguintes indicadores técnicos:

- O próprio incremento hídrico, calculado a partir da vazão regularizada pelo reservatório com garantia de 95% (Qincr95), que expressa o seu potencial de acréscimo hídrico;
- A relação entre a área alagada pelo reservatório e a Qincr95, que expressa quanta área deverá ser alagada para cada unidade de incremento de oferta hídrica – quanto menor o valor, melhor a situação, indicando menor área alagada por incremento de vazão regularizada;
- A relação entre o volume acumulado no reservatório e a Qincr95, que expressa quanta água deverá ser acumulada para cada unidade de incremento de oferta hídrica – quanto menor o valor, melhor a situação, indicando menor volume acumulado por incremento de vazão regularizada;
- A relação entre o volume do maciço do barramento e a Qincr95, que expressa quanto material de construção deverá ser utilizado para cada unidade de



incremento de oferta hídrica – quanto menor o valor, melhor a situação, indicando menor necessidade de material de maciço por incremento de vazão regularizada;

- A relação entre  $Q_{incr95}$  e  $Q_{nat95}$ , que indica a capacidade de incremento hídrico em relação à situação atual (sem barramento/reservatório) – quanto maior o valor, melhor a situação, indicando maior incremento de vazão regularizada em relação à vazão natural;
- A relação entre o volume acumulado no reservatório e a área por ele alagada, que demonstra a eficiência entre termos de acumulação – quanto maior o valor, melhor a situação, indicando maior volume acumulado com menor área de alagamento; e
- A relação entre o volume acumulado no reservatório e o volume utilizado no maciço do barramento, indicando também a eficiência em termos de acumulação – quanto maior o valor, melhor a situação, indicando maior volume de água acumulado com menor necessidade de material para o maciço (de terra ou concreto).

O Quadro 8.2 apresenta os indicadores técnicos calculados para cada barramento/reservatório.

Quadro 8.2 - Indicadores Técnicos Calculados para os Barramentos/Reservatórios.

Barragem	Indicadores Técnicos						
	Q incr 95 [m <sup>3</sup> /s]	Área Alag. / Q incr [ha/m <sup>3</sup> /s]	Vol. Acum. / Q incr [Hm <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> /s]	Vol. Mac. / Q incr [Hm <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> /s]	Qincr / Qnat [m <sup>3</sup> /s/m <sup>3</sup> /s]	Vol. Acum. / Área Alag. [Hm <sup>3</sup> /ha]	Vol. Acum. / Vol. Mac. [m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> ]
Condição do Indicador	Maior Melhor	Menor Melhor	Menor Melhor	Menor Melhor	Maior Melhor	Maior Melhor	Maior Melhor
Peixe	0,068	1.912	147,1	8,8	4,53	76,9	16,7
Sítio	0,069	2.101	185,5	10,4	4,60	88,3	17,8
Pedras	0,252	659	25,8	0,7	3,71	39,2	38,9
Prata	0,086	698	65,1	3,1	3,91	93,3	21,0
Verde	0,301	1.130	59,8	2,8	1,59	52,9	21,2
Canoas	0,159	755	40,9	1,0	3,31	54,2	38,9
Cerrado	0,059	678	70,8	0,8	3,93	104,5	89,6
Tábua	0,137	314	23,4	3,5	3,11	74,4	6,6
Suçupara	0,177	220	24,0	0,2	1,54	109,0	105,0
Água Limpa	0,248	343	35,5	0,2	1,75	103,5	211,9
Cocos	0,127	1.772	66,1	0,1	6,68	37,3	768,0
Sítio Novo	0,456	1.404	105,3	2,0	8,44	75,0	52,1
Mamonas	0,174	1.266	69,0	0,1	869,2	54,5	473,8

Barragem	Indicadores Técnicos						
	Q incr 95 [m³/s]	Área Alag. / Q incr [ha/m³/s]	Vol. Acum. / Q incr [Hm³/m³/s]	Vol. Mac. / Q incr [Hm³/m³/s]	Qincr / Qnat [m³/s/m³/s]	Vol. Acum. / Área Alag. [Hm³/ha]	Vol. Acum. / Vol. Mac. [m³/m³]
São Domingos	0,580	1.066	127,2	2,8	57.999	119,3	44,9

## 8.2 Indicadores Financeiros

Em termos de desempenho financeiro e considerando as informações disponíveis no presente estudo, foram definidos dois indicadores financeiros, a saber:



- O custo do incremento hídrico, calculado pela relação entre o custo total do empreendimento e incremento hídrico (Qincr95) – quanto menor o indicador, melhor a situação, indicando menor custo para incrementar a vazão; e
- O custo de acumulação de água, obtido pela relação entre o custo total do empreendimento e o volume acumulado no reservatório – quanto menor o indicador, melhor a situação, indicando menor custo por volume acumulado.

As grandezas consideradas nos cálculos e os valores obtidos para os indicadores financeiros são apresentados no Quadro 8.3.

Quadro 8.3 - Indicadores Financeiros Calculados para os Barramentos/Reservatórios.

Barragem	Informações Referenciais			Indicadores Financeiros	
	Qincr 95 (m³/s)	Vol. Acum. (m³)	Custo Total (R\$)	Custo / Qincr 95	Custo / Vol. Acum.
Condição do Indicador	-	-	-	Menor Melhor	Menor Melhor
Peixe	0,068	10.000.000	67.337.195,34	990,25	6,73
Sítio	0,069	12.800.000	80.929.394,09	1.172,89	6,32
Pedras	0,252	6.500.000	19.579.234,07	77,70	3,01
Prata	0,086	5.600.000	30.029.210,12	349,18	5,36
Verde	0,301	18.000.000	96.347.473,67	320,09	5,35
Canoas	0,159	6.500.000	19.272.007,53	121,21	2,96
Cerrado	0,059	4.180.000	61.448.476,20	1.041,50	14,70
Tábua	0,137	3.200.000	53.738.610,94	392,25	16,79
Suçupara	0,177	4.250.000	53.365.692,47	301,50	12,56
Água Limpa	0,248	8.800.000	55.013.197,02	221,83	6,25
Cocos	0,180	8.400.000	15.705.518,42	123,67	1,87
Sítio Novo	0,456	48.000.000	106.133.354,76	232,75	2,21
Mamonas	0,174	12.000.000	34.561.595,41	198,82	2,88
São Domingos	0,580	73.750.000	186.399.906,82	321,38	2,53

[10<sup>6</sup>R\$ / m³/s] [R\$ / m³]

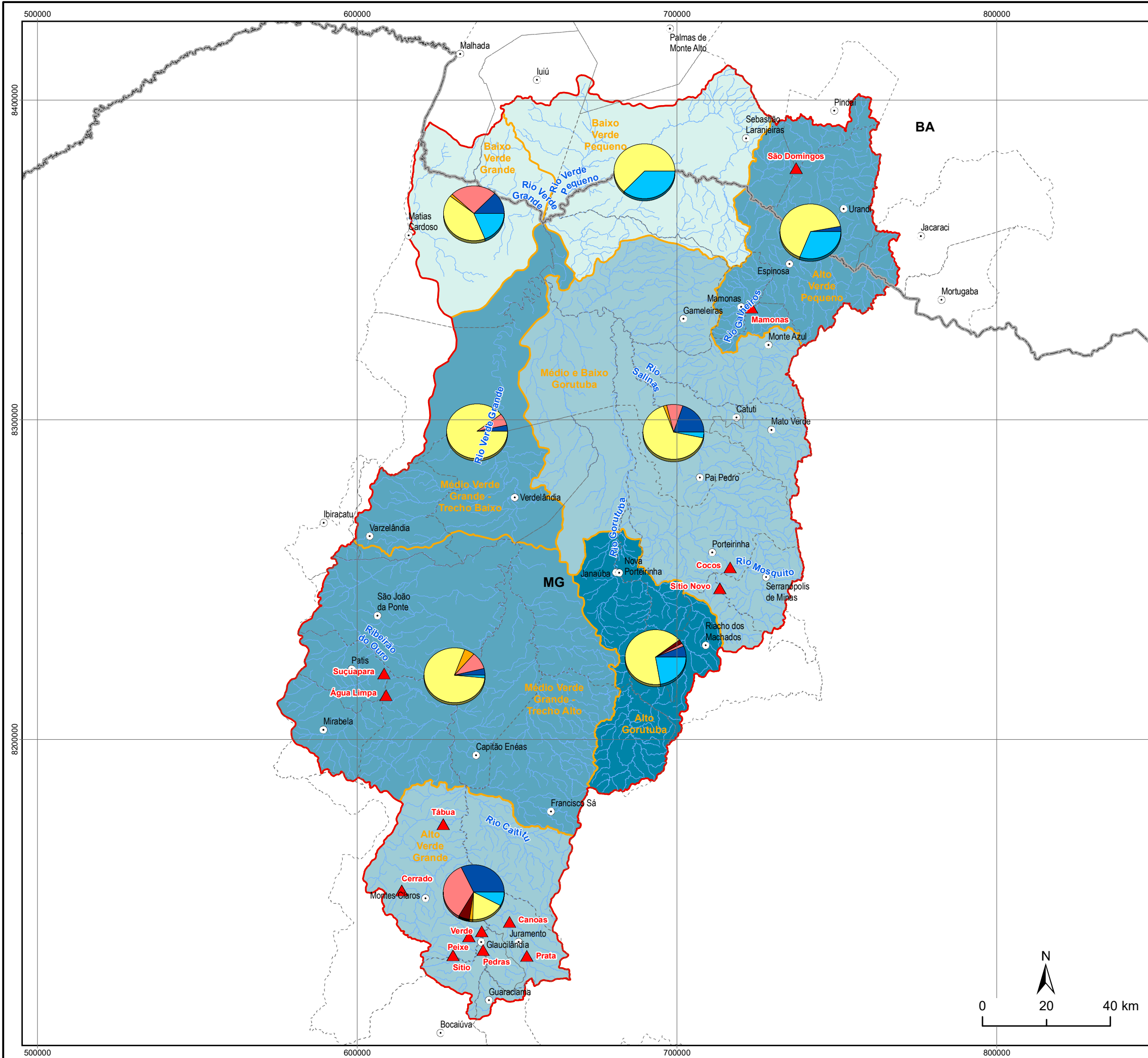
	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
	P3 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – BARRAGENS PROJETADAS	
ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE		

### 8.3 Indicadores Sociais

Em termos de indicadores sociais, foram configuradas duas situações: uma relativa à associação do incremento hídrico proporcionado pelo empreendimento com a efetiva necessidade de água; e outra relativa ao impacto social gerado com a implantação do reservatório.

Para o primeiro indicador, foi considerada a situação, em termos de intensidade de demanda de água na sub-bacia em que se encontra o empreendimento. Para tanto, utilizou-se, como referência, o Mapa 5.11 do relatório P2 – Estudo de Demandas Hídricas, que apresenta as demandas totais em cada sub-bacia da Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande. Conforme a situação da sub-bacia, em termos de demanda de água, na qual o empreendimento está localizado, foi conferida uma classificação: Muito Alta, Alta, Média e Baixa (seguindo as quatro classes de demandas do referido mapa).

O Mapa 8.1 apresenta a localização dos Barramentos/Reservatórios Conforme as Demandas Hídricas Totais, por Sub-Bacia.



**Mapa 8.1 – Localização dos Barramentos/ Reservatórios Conforme as Demandas Hídricas Totais, por Sub-Bacia**

**Legenda**

- Sede Municipal
- ▲ Barramentos Propostos
- Hidrografia
- Limite de Sub-bacia
- Limite da Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande
- Limite Municipal
- Limite Estadual

**Demanda total por setor**

**Demanda Total (m³/s)**

- 0,07 - 0,15
- 0,16 - 1,05
- 1,06 - 3,34
- 3,35 - 4,64



**Informações**

Fonte de dados:  
 - Sede municipal: IBGE, 2017  
 - Limite municipal: IBGE, 2017  
 - Limite estadual: IBGE, 2017  
 - Hidrografia: ANA, 2017 (BHO 5k)  
 - Limite da Bacia do Verde Grande: ANA, 2013  
 - Limite das Sub-bacias: ANA, 2013  
 - Demandas: ANA, 2019a, 2019c

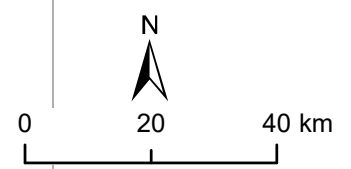
**Sistema de Coordenadas UTM**  
 Datum SIRGAS2000  
 Zona 23S  
 Escala: 1:1.200.000

**Dados do Projeto**

Análise e proposta da melhor alternativa de **INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA (IOH) NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE** considerando ações de regularização e transposição de vazões entre bacias, apresentadas em seu Plano de Recursos Hídricos (PRH-Verde Grande)

P3 – Estudo de Oferta Hídrica – Barragens Projetadas

Execução técnica: Acompanhamento: Realização:



Já o segundo indicador considera os impactos sociais potenciais na área a ser alagada pelos reservatórios, através de identificação de existência de comunidades, localidades, estradas, benfeitorias e áreas produtivas. Para tanto, foram gerados mapas para cada área alagada que apresentam a situação do terreno natural, permitindo identificar a presença de comunidades, localidades, estradas, benfeitorias e áreas produtivas. Esses mapas são apresentados no Apêndice 4.

A classificação do indicador foi realizada por inspeção visual direta sobre os mapas dos reservatórios e baseada na seguinte escala:

- **Alto Impacto:** presença de comunidades, estradas, benfeitorias e áreas produtivas;
- **Médio Impacto:** presença de estradas, benfeitorias e áreas produtivas, de forma dispersa e pouco numerosa;
- **Baixo Impacto:** inexistência de comunidades, estradas, benfeitorias e áreas produtivas.

Os resultados quanto à determinação desses indicadores sociais são apresentados no Quadro 8.4.

Quadro 8.4 - Indicadores Sociais Calculados para os Barramentos/Reservatórios.

Barragem	Indicadores Sociais	
	Atendimento Demandas	Impactos na Área Alagada
Condição do Indicador	Positivo: Alta e Muito Alta	Positivo: Baixo
Peixe	Média Demanda	Médio
Sítio	Média Demanda	Médio
Pedras	Média Demanda	Médio
Prata	Média Demanda	Médio
Verde	Média Demanda	Alto
Canoas	Média Demanda	Médio
Cerrado	Média Demanda	Alto
Tábua	Média Demanda	Alto
Suçupara	Alta Demanda	Baixo
Água Limpa	Alta Demanda	Baixo
Cocos	Média Demanda	Alto
Sítio Novo	Média Demanda	Médio
Mamonas	Muito Alta Demanda	Alto
São Domingos	Muito Alta Demanda	Médio

#### 8.4 Indicadores Ambientais

Em termos de indicadores ambientais, para retratar a situação real em cada caso, haveria a necessidade de aprofundamento de estudos específicos, que não é o objetivo do presente estudo. Neste sentido, definiu-se um único indicador ambiental associado à supressão de áreas vegetadas pelos alagamentos resultantes das formações dos reservatórios.

Com base de informação foram utilizados os mapas dos reservatórios já indicados no item 8.3 e apresentados em Apêndice 4. Para fins de classificação do indicador, foi utilizada a seguinte escala:

- Alto Impacto: presença significativa de área vegetada;
- Médio Impacto: presença não significativa de área vegetada;
- Baixo Impacto: inexistência ou presença pouco significativa de área vegetada.

A classificação foi realizada de forma visual e direta sobre os mapas dos reservatórios e os resultados são apresentados no Quadro 8.5.

Quadro 8.5 - Indicador Ambiental Calculado para os Barramentos/Reservatórios.

Barragem	Supressão de Área Vegetada
Peixe	Médio Impacto
Sítio	Médio Impacto
Pedras	Médio Impacto
Prata	Médio Impacto
Verde	Médio Impacto
Canoas	Médio Impacto
Cerrado	Alto Impacto
Tábua	Médio Impacto
Suçupara	Alto Impacto
Água Limpa	Médio Impacto
Cocos	Médio Impacto
Sítio Novo	Baixo Impacto
Mamonas	Médio Impacto
São Domingos	Baixo Impacto

## 8.5 Indicadores de Segurança

Com o objetivo de avaliar questões relacionadas à segurança dos barramentos/reservatórios considerados neste estudo, tema bastante atual e importante, optou-se por definir alguns indicadores baseados nos conceitos adotados pela Lei de Segurança de Barragem. Obviamente, pelo grau de detalhamento das informações disponíveis foram procedidas algumas simplificações, mas buscando preservar os conceitos da referida legislação.

Assim, foram definidos dois indicadores: um relacionado ao risco de rompimento do barramento (denominado de Equivalente de Risco); e outro relacionado aos danos potenciais associados no caso do rompimento do barramento (denominado de Equivalente DPA).

Para determinar o primeiro indicador, Equivalente de Risco, foram consideradas as seguintes grandezas associadas aos barramentos/reservatórios: altura máxima do maciço e volume de água acumulado no reservatório, ambas já determinadas anteriormente. A classificação deste indicador considerou a seguinte escala:

- Alto Risco: se a altura máxima do maciço for superior a 25 m e o volume acumulado no reservatório for superior a 10 Hm<sup>3</sup>;
- Médio Risco: se apenas uma das condições anteriores ocorrer; e
- Baixo Risco: se nenhuma das condições ocorrer.

Para a determinação do Equivalente DPA, foi considerada a existência de comunidades e estradas a jusante do barramento (até uma distância de 5 km), junto ou próximo às calhas dos cursos de água barrados. A classificação deste indicador considerou a seguinte escala:

- Alto Dano Potencial Associado: existência de comunidades, residências e estradas junto ou próximas às calhas dos cursos de água barrados, em distância de até 5 km a jusante do barramento;
- Médio Dano Potencial Associado: existência de estradas (que indiquem a presença e trânsito de pessoas) junto ou próximas às calhas dos cursos de água barrados, em distância de até 5 km a jusante do barramento; e
- Baixo Dano Potencial Associado: inexistência de comunidades, residências e estradas junto ou próximas às calhas dos cursos de água barrados, em distância de até 5 km a jusante do barramento.

Importante destacar que esses indicadores são destinados à comparação entre empreendimentos e tem caráter relativo e não absoluto.

A classificação foi realizada de forma visual e direta sobre a base cartográfica e os resultados são apresentados no Quadro 8.6.

Quadro 8.6 - Indicadores de Segurança Calculados para os Barramentos/Reservatórios.

Barragem	Informações Referenciais			Indicadores de Segurança	
	Alt. Máx. (m)	Vol. Acum. (m3)	Presença Humana a Jusante Maciço	Equivalente Risco	Equivalente DPA
Peixe	27	10.000.000	residências/estradas	Alto	Alto
Sítio	27	12.800.000	residências/estradas	Alto	Alto
Pedras	18	6.500.000	residências/estradas	Baixo	Alto
Prata	25	5.600.000	residências/estradas	Médio	Alto
Verde	23	18.000.000	residências/estradas	Médio	Alto
Canoas	20	6.500.000	mont. Reserv. Juramento	Baixo	Médio
Cerrado	33	4.180.000	residências/estradas	Médio	Alto
Tábua	25	3.200.000	residências/estradas	Médio	Alto
Suçupara	35	4.250.000	não	Médio	Baixo
Água Limpa	31	8.800.000	não	Médio	Baixo
Cocos	12	8.400.000	residências/estradas	Baixo	Alto
Sítio Novo	22	48.000.000	estradas	Médio	Médio
Mamonas	25	12.000.000	estradas	Alto	Médio
São Domingos	37	73.750.000	residências/estradas	Alto	Alto



## 9 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao término da Atividade 5 – Avaliação do Incremento da Oferta Hídrica, para os reservatórios considerados no PRH Verde Grande, foram alcançados os objetivos propostos, a saber:

- Determinar os efetivos incrementos hídricos proporcionados individualmente pelos barramentos/reservatórios;
- Definir as dimensões básicas dos barramentos e respectivos reservatórios;
- Determinar os custos específicos e globais necessários à implantação de cada um dos empreendimentos considerados; e
- Definir indicadores de desempenho que permitam comparar os empreendimentos entre si, possibilitando uma hierarquização e mesmo uma seleção daqueles com melhores desempenhos específicos ou globais.

Quanto à hierarquização ou seleção dos empreendimentos, os indicadores configurados permitem uma primeira abordagem desse assunto, através da análise puramente técnica dos resultados (o que será apresentado mais adiante neste capítulo). No entanto, a ponderação de importância de cada um desses indicadores, necessário à tomada de decisão, seja de seleção ou hierarquização, demanda participação direta dos atores estratégicos da Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande.

Esse importante passo será realizado através de dinâmica específica e aplicação de Sistema de Suporte à Decisão (SSD), conforme indicado na Nota Técnica NT2. Nesse contexto, a realização de Oficina será determinante na definição dos ponderadores dos indicadores, bem como para a Avaliação Conjunta das Soluções Abordadas (Atividade A8).

Assim, no encerramento da presente Atividade (A5) é possível configurar uma abordagem preliminar quanto à hierarquização dos empreendimentos considerados (14 barramentos/reservatórios propostos no PRH Verde Grande). Salientando-se que é resultado de análise estritamente técnica a ser consolidada posteriormente.

A seguir apresentam-se as hierarquizações conforme as naturezas dos indicadores considerados.

O Quadro 9.1 apresenta uma classificação dos indicadores técnicos, conforme escala de valoração indicada ao pé do quadro. Quando a condição de classificação é atendida, a célula é destacada e este indicador é considerado positivo. A escala de

valoração considerada é relativa e baseada exclusivamente nos resultados obtidos no presente estudo, objetivando estabelecer uma classificação relativa. Ou seja, não possui validade em termos absolutos, é para fins de diferenciação entre os resultados obtidos para cada empreendimento e seguindo a lógica de valoração explicitada nos indicadores (capítulo 8). Este comentário também é válido para a classificação adotada nos demais indicadores (quadros seguintes).

Quadro 9.1 - Classificação dos Indicadores Técnicos.

Empreendimento	Indicadores Técnicos							Indicadores Técnicos Positivos
	Qinc <sub>95</sub>	Área Alag. / Qinc <sub>95</sub>	Vol. Acum. / Qinc <sub>95</sub>	Vol. Mac. / Qinc <sub>95</sub>	Qinc <sub>95</sub> / Qnat	Vol. Acum. / Área Alag.	Vol. Acum. / Vol. Mac.	
Peixe	0,068	1.912	147,1	8,8	4,53	76,9	16,7	0
Sítio	0,069	2.101	185,5	10,4	4,60	88,3	17,8	0
Pedras	0,252	659	25,8	0,7	3,71	39,2	38,9	4
Prata	0,086	698	65,1	3,1	3,91	93,3	21,0	1
Verde	0,301	1.130	59,8	2,8	1,59	52,9	21,2	1
Canoas	0,159	755	40,9	1,0	3,31	54,2	38,9	2
Cerrado	0,059	678	70,8	0,8	3,93	104,5	89,6	4
Tábua	0,137	314	23,4	3,5	3,11	74,4	6,6	2
Suçupara	0,177	220	24,0	0,2	1,54	109,0	105,0	5
Água Limpa	0,248	343	35,5	0,2	1,75	103,5	211,9	6
Cocos	0,127	1.772	66,7	0,1	6,68	37,3	768,0	4
Sítio Novo	0,456	1.404	105,3	2,0	8,44	75,0	52,1	2
Mamonas	0,174	1.266	69,0	0,1	869,2	54,6	473,8	3
São Domingos	0,580	1.066	127,2	2,8	57.999	119,3	44,9	3
<i>Unidades</i>	<i>[m<sup>3</sup>/s]</i>	<i>[ha/m<sup>3</sup>/s]</i>	<i>[Hm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>/s]</i>	<i>[Hm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>/s]</i>	<i>[m<sup>3</sup>/s/m<sup>3</sup>/s]</i>	<i>[1.000m<sup>3</sup>/ha]</i>	<i>[m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>]</i>	
<i>Classificação</i>	<i>maior</i>	<i>menor</i>	<i>menor</i>	<i>menor</i>	<i>maior</i>	<i>maior</i>	<i>maior</i>	
	<i>&gt; 0,200</i>	<i>&lt; 1.000</i>	<i>&lt; 50</i>	<i>&lt; 1,0</i>	<i>&gt; 5,00</i>	<i>&gt; 100</i>	<i>&gt; 100</i>	

O Quadro 9.2 apresenta uma classificação dos indicadores financeiros, conforme escala de valoração indicada ao pé do quadro. Quando a condição de classificação é atendida, a célula é destacada com a cor verde e este indicador é considerado positivo.

Quadro 9.2 - Classificação dos Indicadores Financeiros.

Empreendimento	Indicadores Financeiros		Indicadores Financeiros Positivos
	Custo / Qreg 95	Custo / Vol. Acum.	
Peixe	990,25	6,73	0
Sítio	1.172,89	6,32	0
Pedras	77,70	3,01	2
Prata	349,18	5,36	0
Verde	320,09	5,35	0

Empreendimento	Indicadores Financeiros		Indicadores Financeiros Positivos
	Custo / Qreg 95	Custo / Vol. Acum.	
Canoas	121,21	2,96	1
Cerrado	1.041,50	14,70	0
Tábua	392,25	16,79	0
Suçupara	301,50	12,56	0
Água Limpa	221,83	6,25	1
Cocos	123,67	1,87	2
Sítio Novo	232,75	2,21	2
Mamonas	198,82	2,88	2
São Domingos	321,38	2,53	1
<i>Unidades</i>	<i>[10<sup>6</sup>R\$/ m3/s]</i>	<i>[R\$/ m3]</i>	
<i>Classificação:</i>	<i>menor</i>	<i>menor</i>	
	<i>&lt; 300</i>	<i>&lt; 5</i>	

O Quadro 9.3 apresenta uma classificação dos indicadores sociais, conforme escala de valoração indicada ao pé do quadro. Quando a condição de classificação é atendida, a célula é destacada e este indicador é considerado positivo.

Quadro 9.3 - Classificação dos Indicadores Sociais.

Empreendimento	Indicadores Sociais		Indicadores Sociais Positivos
	Atendimento Demandas	Impactos na Área Alagada	
Peixe	Média Demanda	Médio	0
Sítio	Média Demanda	Médio	0
Pedras	Média Demanda	Médio	0
Prata	Média Demanda	Médio	0
Verde	Média Demanda	Alto	0
Canoas	Média Demanda	Médio	0
Cerrado	Média Demanda	Alto	0
Tábua	Média Demanda	Alto	0
Suçupara	Alta Demanda	Baixo	2
Água Limpa	Alta Demanda	Baixo	2
Cocos	Média Demanda	Alto	0
Sítio Novo	Média Demanda	Médio	0
Mamonas	Muito Alta Demanda	Alto	1
São Domingos	Muito Alta Demanda	Médio	1
<i>Classificação</i>	<i>Muito Alto e Alto</i>	<i>Baixo</i>	

O Quadro 9.4 apresenta uma classificação do indicador ambiental, conforme escala de valoração indicada ao pé do quadro. Quando a condição de classificação é atendida, a célula é destacada e este indicador é considerado positivo.

Quadro 9.4 - Classificação do Indicador Ambiental.

Empreendimento	Supressão de Área Vegetada	Indicador Ambiental Positivo
Peixe	Médio Impacto	0
Sítio	Médio Impacto	0
Pedras	Médio Impacto	0
Prata	Médio Impacto	0
Verde	Médio Impacto	0
Canoas	Médio Impacto	0
Cerrado	Alto Impacto	0
Tábua	Médio Impacto	0
Suçupara	Alto Impacto	0
Água Limpa	Médio Impacto	0
Cocos	Médio Impacto	0
Sítio Novo	Baixo Impacto	1
Mamonas	Médio Impacto	0
São Domingos	Baixo Impacto	1
<i>Classificação:</i>	<i>Baixo Impacto</i>	

O Quadro 9.5 apresenta uma classificação dos indicadores de segurança, conforme escala de valoração indicada ao pé do quadro. Quando a condição de classificação é atendida, a célula é destacada e este indicador é considerado positivo.

Quadro 9.5 - Classificação dos Indicadores de Segurança.

Empreendimento	Indicadores de Segurança		Indicadores de Segurança Positivos
	Equivalente Risco	Equivalente DPA	
Peixe	Alto	Alto	0
Sítio	Alto	Alto	0
Pedras	Baixo	Alto	1
Prata	Médio	Alto	0
Verde	Médio	Alto	0
Canoas	Baixo	Médio	1
Cerrado	Médio	Alto	0
Tábua	Médio	Alto	0
Suçupara	Médio	Baixo	1
Água Limpa	Médio	Baixo	1
Cocos	Baixo	Alto	1

Empreendimento	Indicadores de Segurança		Indicadores de Segurança Positivos
	Equivalente Risco	Equivalente DPA	
Sítio Novo	Médio	Médio	0
Mamonas	Alto	Médio	0
São Domingos	Alto	Alto	0
<i>Classificação:</i>	<i>Baixo</i>	<i>Baixo</i>	

O Quadro 9.6 apresenta uma síntese da classificação mostrando todas as naturezas de indicadores consideradas, bem como a totalização dos resultados através de um indicador global que expressa a quantidade de indicadores positivos (assim sendo, trata-se de uma soma direta, sem ponderação).

Quadro 9.6 - Síntese da Classificação dos Empreendimentos Através dos Indicadores de Desempenho – Abordagem Preliminar.

Empreendimento	Indicadores Positivos					
	Técnicos	Financeiros	Sociais	Ambientais	Segurança	Global
Peixe	0	0	0	0	0	0
Sítio	0	0	0	0	0	0
Pedras	4	2	0	0	1	7
Prata	1	0	0	0	0	1
Verde	1	0	0	0	0	1
Canoas	2	1	0	0	1	4
Cerrado	4	0	0	0	0	4
Tábua	2	0	0	0	0	2
Suçupara	5	0	2	0	1	8
Água Limpa	6	1	2	0	1	10
Cocos	4	2	0	0	1	7
Sítio Novo	2	2	0	1	0	5
Mamonas	3	2	1	0	0	6
São Domingos	3	1	1	1	0	6

Observando a síntese dos indicadores, apresentada no quadro anterior, é possível concluir, em uma abordagem preliminar, ainda sem aplicar ponderadores aos indicadores, que:

- Os empreendimentos com melhores desempenhos técnicos são: Pedras, Cerrado, Suçupara, Água Limpa e Cocos.
- Os empreendimentos com melhores desempenhos financeiros são: Pedras, Cocos, Suçupara e Água Limpa.



- Os empreendimentos com melhores desempenhos sociais são: Suçuapara e Água Limpa.
- Os empreendimentos com melhores desempenhos ambientais são: Sítio Novo e São Domingos.
- Os empreendimentos com melhores desempenhos de segurança são: Pedras, Canoas, Suçuapara, Água Limpa e Cocos.

Também é possível concluir, com base nessa classificação, que alguns empreendimentos apresentam situações positivas em diversas naturezas de indicadores, tais como: Pedras, Suçuapara, Água Limpa e Cocos.

Ao se considerar o somatório de indicadores positivos (última coluna do Quadro 9.6), considerado aqui como um retrato da situação global do empreendimento, os seguintes se destacam: Água Limpa, Suçuapara, Cocos e Pedras. Havendo também situação positiva para Mamonas e São Domingos.

Os primeiros quatro empreendimentos referidos totalizam um incremento hídrico de 0,81 m<sup>3</sup>/s, enquanto ao se considerar também os dois últimos referidos (Mamonas e São Domingos) esse total eleva-se para 1,56 m<sup>3</sup>/s. Apenas para efeito de comparação, esse valor é superior ao originalmente indicado no PRH Verde Grande para todos os 14 barramentos (1,53 m<sup>3</sup>/s).

Por fim, é importante ressaltar, novamente, a necessidade de realização de dinâmica com os atores estratégicos da Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande, prevista no âmbito da Primeira Oficina a ser realizada na bacia, no sentido de aplicar o Sistema de Suporte à Decisão (SSD) preconizado na Nota Técnica NT-2, com vistas a ponderar os indicadores e melhorar a análise de hierarquização ou seleção dos empreendimentos a serem implantados, com base na percepção desses atores locais.



	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
	P3 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – BARRAGENS PROJETADAS	
ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE		

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA, Agência Nacional de Águas. **Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande**. Brasília: ANA, 124 p. 2013.

CBH Verde Grande, Comitê da Bacia Hidrográfica Verde Grande. **O Comitê**. Disponível em: <<http://www.verdegrande.cbh.gov.br/Default.aspx>>. Acesso em: Ago. 2019.

CODEVASF, Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e Parnaíba. **Elaboração do Estudo de Viabilidade Sócio-Técnico-Econômico e Ambiental e Projeto Básico da Barragem São Domingos**. Brasília. 2009.



	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
	P3 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – BARRAGENS PROJETADAS	
ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE		

## APÊNDICE


A seguir são apresentados os seguintes Apêndices:

- Apêndice 1: Planilhas de simulação da operação de cada reservatório;
- Apêndice 2: Perfis dos eixos dos barramentos;
- Apêndice 3: Cálculo dos volumes dos maciços;
- Apêndice 4: Figuras dos reservatórios;
- Apêndice 5: Quadros Cota x Área x Volume dos Reservatórios.



	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
	P3 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – BARRAGENS PROJETADAS	
ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE		

## Apêndice 1: Planilhas de simulação da operação de cada reservatório

Elaborado por: 	N° da revisão: 03	Código do Documento: AGBPV_VRDGRANDE_EHID_P3_EOH_Barragens_REV03
---	----------------------	---









	MAR	160,2	177.758	105,5	0	0	0	222.307	-44.549	0	falha
	ABR	1,5	38.551	104,0	0	0	0	215.136	-176.585	0	falha
	MAI	34,8	55.434	117,7	0	0	0	222.307	-166.873	0	falha
	JUN	0,0	34.484	121,5	0	0	0	215.136	-180.652	0	falha
	JUL	0,0	31.870	151,2	0	0	0	222.307	-190.437	0	falha
	AGO	0,0	27.719	184,1	0	0	0	222.307	-194.588	0	falha
	SET	0,0	23.028	197,7	0	0	0	215.136	-192.108	0	falha
	OUT	35,5	31.574	195,2	0	0	0	222.307	-190.733	0	falha
	NOV	90,8	64.251	119,5	0	0	0	215.136	-150.885	0	falha
	DEZ	253,2	317.507	90,1	0	0	0	222.307	95.200	95.200	0
2018	JAN	55,6	113.133	100,3	6	6.292	3.488	222.307	-16.779	0	falha
	FEV	278,9	603.133	108,0	0	0	0	200.794	402.339	402.339	0
	MAR	81,7	270.633	105,5	16	16.898	13.086	222.307	446.853	446.853	0
	ABR	36,6	120.083	104,0	17	17.834	6.276	215.136	340.242	340.242	0
	MAI	15,5	77.550	117,7	14	16.905	2.226	222.307	180.807	180.807	0
	JUN	0,0	58.199	121,5	10	11.568	0	215.136	12.301	12.301	0
	JUL	0,0	53.614	151,2	2	2.507	0	222.307	-158.899	0	falha
	AGO	12,8	50.847	184,1	0	0	0	222.307	-171.461	0	falha
	SET	3,8	39.014	197,7	0	0	0	215.136	-176.122	0	falha
	OUT	189,3	148.416	195,2	0	0	0	222.307	-73.892	0	falha
	NOV	72,0	104.800	119,5	0	0	0	215.136	-110.336	0	falha
	DEZ	236,6	299.319	90,1	0	0	0	222.307	77.012	77.012	0
						40.121.317				<b>Falhas:</b>	17

Regularizada (m3/s) 0,083

Jan	222307,2	Fev	200793,6	Mar	222307,2	Abr	215136	Mai	222307,2	215136
Jul	222307,2	Ago	222307,2	Set	215136	Out	222307,2	Nov	215136	222307,2

<b>Número de falhas:</b>	17
<b>Atendimento: (%)</b>	95,3











	MAR	137,9	169.541	105,5	17	18.157	23.725	224.986	-49.876	0	falha	
	ABR	1,0	38.601	104,0	17	17.898	164	217.728	-196.861	0	falha	
	MAI	28,4	53.531	117,7	17	20.256	4.881	224.986	-186.830	0	falha	
	JUN	0,0	34.889	121,5	17	20.910	0	217.728	-203.749	0	falha	
	JUL	0,2	32.427	151,2	17	26.022	33	224.986	-218.547	0	falha	
	AGO	0,0	28.357	184,1	17	31.684	0	224.986	-228.312	0	falha	
	SET	0,7	23.678	197,7	17	34.024	118	217.728	-227.957	0	falha	
	OUT	25,0	29.460	195,2	17	33.594	4.305	224.986	-224.815	0	falha	
	NOV	80,5	56.393	119,5	17	20.566	13.846	217.728	-168.055	0	falha	
	DEZ	247,8	295.887	90,1	17	15.506	42.651	224.986	98.045	98.045	0	
2018	JAN	60,3	105.408	100,3	18	18.245	10.973	224.986	-28.805	0	falha	
	FEV	289,9	579.524	108,0	17	18.587	49.895	203.213	407.619	407.619	0	
	MAR	98,0	259.305	105,5	21	22.457	20.852	224.986	440.334	440.334	0	
	ABR	36,5	112.232	104,0	22	22.478	7.883	217.728	320.242	320.242	0	
	MAI	14,4	73.708	117,7	20	24.025	2.932	224.986	147.871	147.871	0	
	JUN	0,0	56.399	121,5	19	22.707	0	217.728	-36.165	0	falha	
	JUL	0,0	52.213	151,2	17	26.022	0	224.986	-198.794	0	falha	
	AGO	10,9	49.624	184,1	17	31.684	1.868	224.986	-205.177	0	falha	
	SET	2,8	38.084	197,7	17	34.024	486	217.728	-213.182	0	falha	
	OUT	153,4	129.171	195,2	17	33.594	26.398	224.986	-103.011	0	falha	
	NOV	71,6	95.666	119,5	17	20.566	12.316	217.728	-130.312	0	falha	
	DEZ	209,0	258.943	90,1	17	15.506	35.965	224.986	54.416	54.416	0	
						43.664.720					<b>Falhas:</b>	18

Regularizada (m3/s) 0,084

Jan	224985,6	Fev	203212,8	Mar	224985,6	Abr	217728	Mai	224985,6	217728
Jul	224985,6	Ago	224985,6	Set	217728	Out	224985,6	Nov	217728	224985,6

<b>Número de falhas:</b>	18
<b>Atendimento: (%)</b>	95,0









	MAR	160,2	1.162.209	105,5	18	19.179	29.123	857.088	882.620	882.620	0
	ABR	1,5	196.921	104	27	28.404	410	829.440	222.107	222.107	0
	MAI	34,8	314.572	117,7	8	9.424	2.786	857.088	-327.047	0	falha
	JUN	0,0	167.491	121,5	1	1.674	0	829.440	-663.623	0	falha
	JUL	0,0	150.446	151,2	1	2.083	0	857.088	-708.725	0	falha
	AGO	0,0	127.337	184,1	1	2.537	0	857.088	-732.288	0	falha
	SET	0,0	103.724	197,7	1	2.724	0	829.440	-728.440	0	falha
	OUT	35,1	185.851	195,2	1	2.690	484	857.088	-673.443	0	falha
	NOV	90,8	448.096	119,5	1	1.647	1.251	829.440	-381.739	0	falha
	DEZ	253,2	2.148.706	90,1	1	1.241	3.489	857.088	1.293.865	1.293.865	0
2018	JAN	55,6	675.592	100,3	39	39.139	21.696	857.088	1.094.927	1.094.927	0
	FEV	278,9	3.580.901	108	33	36.057	93.115	774.144	3.958.741	3.958.741	0
	MAR	81,7	1.325.072	105,5	109	115.174	89.192	857.088	4.400.743	4.400.743	0
	ABR	36,6	641.251	104	120	124.637	43.863	829.440	4.131.780	4.131.780	0
	MAI	15,5	407.525	117,7	113	133.450	17.574	857.088	3.566.341	3.566.341	0
	JUN	0,0	297.625	121,5	99	120.850	0	829.440	2.913.676	2.913.676	0
	JUL	0,0	264.245	151,2	83	125.262	0	857.088	2.195.571	2.195.571	0
	AGO	12,8	255.404	184,1	64	117.586	8.175	857.088	1.484.476	1.484.476	0
	SET	3,8	189.976	197,7	44	87.719	1.686	829.440	758.979	758.979	0
	OUT	189,3	1.118.565	195,2	24	46.348	44.947	857.088	1.019.056	1.019.056	0
	NOV	83,4	658.471	119,5	31	37.311	26.054	829.440	836.830	836.830	0
	DEZ	236,6	1.929.577	90,1	26	23.419	61.498	857.088	1.947.397	1.947.397	0
						53.991.311				<b>Falhas:</b>	18

Regularizada (m3/s) 0,32

Jan	857088	Fev	774144	Mar	857088	Abr	829440	Mai	857088	829440
Jul	857088	Ago	857088	Set	829440	Out	857088	Nov	829440	857088

<b>Número de falhas:</b>	18
<b>Atendimento: (%)</b>	95,0











	MAR	160,2	312.769	105,5	9	9.174	13.930	289.267	28.259	28.259	0
	ABR	1,5	64.847	104	9	9.308	134	279.936	-196.004	0	falha
	MAI	34,8	97.565	117,7	9	10.235	3.026	289.267	-198.911	0	falha
	JUN	0,0	59.211	121,5	9	10.565	0	279.936	-231.290	0	falha
	JUL	0,0	56.032	151,2	9	13.148	0	289.267	-246.383	0	falha
	AGO	0,0	49.467	184,1	9	16.008	0	289.267	-255.809	0	falha
	SET	0,0	41.320	197,7	9	17.191	0	279.936	-255.807	0	falha
	OUT	35,4	55.383	195,2	9	16.974	3.077	289.267	-247.781	0	falha
	NOV	90,8	112.351	119,5	9	10.391	7.896	279.936	-170.081	0	falha
	DEZ	253,2	458.195	90,1	9	7.835	22.017	289.267	183.110	183.110	0
2018	JAN	55,6	159.980	100,3	10	10.375	5.751	289.267	49.199	49.199	0
	FEV	278,9	806.234	108	9	9.869	25.487	261.274	609.777	609.777	0
	MAR	81,7	285.265	105,5	14	14.964	11.588	289.267	602.399	602.399	0
	ABR	36,6	145.300	104	14	14.682	5.167	279.936	458.248	458.248	0
	MAI	15,5	101.131	117,7	13	15.089	1.987	289.267	257.011	257.011	0
	JUN	0,0	77.378	121,5	11	13.375	0	279.936	41.077	41.077	0
	JUL	0,0	72.039	151,2	9	13.707	0	289.267	-189.858	0	falha
	AGO	12,8	69.424	184,1	9	16.008	1.113	289.267	-234.739	0	falha
	SET	3,8	54.099	197,7	9	17.191	330	279.936	-242.698	0	falha
	OUT	189,3	232.064	195,2	9	16.974	16.461	289.267	-57.716	0	falha
	NOV	67,8	136.171	119,5	9	10.391	5.892	279.936	-148.264	0	falha
	DEZ	236,6	441.019	90,1	9	7.835	20.574	289.267	164.491	164.491	0
						19.945.528				<b>Falhas:</b>	18

Regularizada (m3/s) 0,108

Jan	289267,2	Fev	261273,6	Mar	289267,2	Abr	279936	Mai	289267,2	279936
Jul	289267,2	Ago	289267,2	Set	279936	Out	289267,2	Nov	279936	289267,2

<b>Número de falhas:</b>	18
<b>Atendimento: (%)</b>	95,0











	MAR	160,2	1.318.348	105,5	10	10.861	16.493	1.312.416	11.564	11.564	0
	ABR	1,5	250.684	104	11	10.947	158	1.270.080	-1.018.621	0	falha
	MAI	34,8	380.718	117,7	10	12.117	3.583	1.312.416	-940.233	0	falha
	JUN	0,0	220.057	121,5	10	12.508	0	1.270.080	-1.062.532	0	falha
	JUL	0,0	201.158	151,2	10	15.566	0	1.312.416	-1.126.824	0	falha
	AGO	0,0	173.110	184,1	10	18.953	0	1.312.416	-1.158.260	0	falha
	SET	0,0	142.653	197,7	10	20.353	0	1.270.080	-1.147.780	0	falha
	OUT	35,5	219.815	195,2	10	20.096	3.650	1.312.416	-1.109.047	0	falha
	NOV	90,8	481.027	119,5	10	12.303	9.348	1.270.080	-792.008	0	falha
	DEZ	253,2	2.347.340	90,1	10	9.276	26.067	1.312.416	1.051.715	1.051.715	0
2018	JAN	55,6	774.092	100,3	31	31.312	17.358	1.312.416	499.436	499.436	0
	FEV	278,9	4.133.076	108	20	21.879	56.502	1.185.408	3.481.727	3.481.727	0
	MAR	81,7	1.648.782	105,5	79	83.047	64.312	1.312.416	3.799.358	3.799.358	0
	ABR	36,6	773.185	104	85	88.232	31.051	1.270.080	3.245.282	3.245.282	0
	MAI	15,5	499.852	117,7	74	87.272	11.493	1.312.416	2.356.940	2.356.940	0
	JUN	0,0	371.743	121,5	57	69.107	0	1.270.080	1.389.495	1.389.495	0
	JUL	0,0	336.802	151,2	38	57.292	0	1.312.416	356.589	356.589	0
	AGO	12,8	323.853	184,1	17	32.059	2.229	1.312.416	-661.804	0	falha
	SET	3,8	244.287	197,7	10	20.353	391	1.270.080	-1.045.755	0	falha
	OUT	189,3	1.174.962	195,2	10	20.096	19.488	1.312.416	-138.062	0	falha
	NOV	71,4	744.356	119,5	10	12.303	7.348	1.270.080	-530.679	0	falha
	DEZ	236,6	2.129.745	90,1	10	9.276	24.358	1.312.416	832.411	832.411	0
						109.282.812				<b>Falhas:</b>	18

Regularizada (m3/s) 0,49

Jan	1312416	Fev	1185408	Mar	1312416	Abr	1270080	Mai	1312416	1270080
Jul	1312416	Ago	1312416	Set	1270080	Out	1312416	Nov	1270080	1312416

<b>Número de falhas:</b>	18
<b>Atendimento: (%)</b>	95,0









	MAR	160,2	689.652	105,5	4	4.647	7.057	554.429	137.633	137.633	0
	ABR	1,5	135.338	104	8	7.927	114	536.544	-271.386	0	falha
	MAI	34,8	210.076	117,7	4	5.185	1.533	554.429	-348.004	0	falha
	JUN	0,0	122.838	121,5	4	5.352	0	536.544	-419.058	0	falha
	JUL	0,0	114.833	151,2	4	6.660	0	554.429	-446.256	0	falha
	AGO	0,0	100.416	184,1	4	8.110	0	554.429	-462.122	0	falha
	SET	0,0	83.358	197,7	4	8.709	0	536.544	-461.895	0	falha
	OUT	35,1	119.927	195,2	4	8.599	1.546	554.429	-441.554	0	falha
	NOV	90,8	237.978	119,5	4	5.264	4.000	536.544	-299.830	0	falha
	DEZ	253,2	1.068.029	90,1	4	3.969	11.153	554.429	520.785	520.785	0
2018	JAN	55,6	361.484	100,3	16	16.449	9.118	554.429	320.510	320.510	0
	FEV	278,9	1.858.559	108	12	12.792	33.034	500.774	1.698.537	1.698.537	0
	MAR	81,7	697.610	105,5	42	44.019	34.089	554.429	1.831.787	1.831.787	0
	ABR	36,6	351.659	104	44	46.209	16.262	536.544	1.616.955	1.616.955	0
	MAI	15,5	236.532	117,7	40	47.139	6.208	554.429	1.258.127	1.258.127	0
	JUN	0,0	177.033	121,5	33	39.544	0	536.544	859.072	859.072	0
	JUL	0,0	163.261	151,2	24	36.181	0	554.429	431.723	431.723	0
	AGO	12,8	159.167	184,1	14	26.479	1.841	554.429	11.824	11.824	0
	SET	3,8	120.823	197,7	5	9.258	178	536.544	-412.977	0	falha
	OUT	189,3	565.402	195,2	4	8.599	8.339	554.429	10.713	10.713	0
	NOV	83,4	353.315	119,5	5	5.565	3.886	536.544	-174.195	0	falha
	DEZ	236,6	1.104.703	90,1	4	3.969	10.422	554.429	556.727	556.727	0
						40.799.881				<b>Falhas:</b>	18

Regularizada (m3/s) 0,207

Jan	554428,8	Fev	500774,4	Mar	554428,8	Abr	536544	Mai	554428,8	536544
Jul	554428,8	Ago	554428,8	Set	536544	Out	554428,8	Nov	536544	554428,8

<b>Número de falhas:</b>	18
<b>Atendimento: (%)</b>	95,0











	MAR	90,8	142.754	110,0	5	5.027	4.149	198.202	-56.325	0	falha
	ABR	0,0	39.622	116,0	5	5.301	2	191.808	-157.485	0	falha
	MAI	17,1	48.518	126,6	5	5.785	780	198.202	-154.689	0	falha
	JUN	0,0	34.230	135,4	5	6.188	0	191.808	-163.765	0	falha
	JUL	0,4	31.244	169,8	5	7.760	17	198.202	-174.701	0	falha
	AGO	0,0	26.968	205,5	5	9.391	0	198.202	-180.625	0	falha
	SET	1,9	22.689	229,4	5	10.483	87	191.808	-179.515	0	falha
	OUT	9,1	22.169	221,1	5	10.104	415	198.202	-185.721	0	falha
	NOV	66,3	46.222	134,4	5	6.142	3.028	191.808	-148.699	0	falha
	DEZ	233,4	296.367	103,0	5	4.707	10.664	198.202	104.122	104.122	0
2018	JAN	70,9	114.813	105,1	5	5.678	3.829	198.202	18.885	18.885	0
	FEV	310,4	667.827	116,5	5	5.500	14.654	179.021	516.845	516.845	0
	MAR	135,7	380.738	110,0	9	9.575	11.809	198.202	701.615	701.615	0
	ABR	39,4	138.586	116,0	10	11.812	4.012	191.808	640.593	640.593	0
	MAI	14,5	82.465	126,6	10	12.273	1.404	198.202	513.987	513.987	0
	JUN	0,0	64.081	135,4	9	11.755	0	191.808	374.506	374.506	0
	JUL	0,0	59.555	169,8	8	12.847	0	198.202	223.013	223.013	0
	AGO	5,6	54.770	205,5	6	13.057	353	198.202	66.877	66.877	0
	SET	0,9	43.028	229,4	5	11.710	44	191.808	-93.570	0	falha
	OUT	89,2	94.862	221,1	5	10.104	4.075	198.202	-109.368	0	falha
	NOV	72,2	89.786	134,4	5	6.142	3.299	191.808	-104.865	0	falha
	DEZ	172,5	203.785	103,0	5	4.707	7.883	198.202	8.759	8.759	0
						14.366.117				<b>Falhas:</b>	18

Regularizada (m3/s) 0,074

Jan	198201,6	Fev	179020,8	Mar	198201,6	Abr	191808	Mai	198201,6	191808
Jul	198201,6	Ago	198201,6	Set	191808	Out	198201,6	Nov	191808	198201,6

<b>Número de falhas:</b>	18
<b>Atendimento: (%)</b>	95,0











	MAR	64,4	295.136	110,0	6	6.612	3.871	484.790	-9.299	0	falha
	ABR	0,0	104.954	116,0	4	4.432	0	469.152	-368.630	0	falha
	MAI	15,6	126.547	126,6	4	4.837	596	484.790	-362.484	0	falha
	JUN	0,0	85.171	135,4	4	5.173	0	469.152	-389.154	0	falha
	JUL	0,0	76.521	169,8	4	6.487	0	484.790	-414.756	0	falha
	AGO	0,0	65.309	205,5	4	7.851	0	484.790	-427.332	0	falha
	SET	2,1	55.590	229,4	4	8.764	80	469.152	-422.246	0	falha
	OUT	12,4	64.281	221,1	4	8.447	474	484.790	-428.482	0	falha
	NOV	74,6	192.495	134,4	4	5.135	2.850	469.152	-278.942	0	falha
	DEZ	218,5	952.086	103,0	4	3.935	8.348	484.790	471.708	471.708	0
2018	JAN	78,1	472.339	105,1	9	9.918	7.370	484.790	456.708	456.708	0
	FEV	316,1	2.453.294	116,5	9	10.787	29.268	437.875	2.490.609	2.490.609	0
	MAR	164,2	2.107.666	110,0	32	35.714	53.311	484.790	4.131.081	3.200.000	0
	ABR	47,9	744.105	116,0	40	46.600	19.243	469.152	3.447.595	3.200.000	0
	MAI	19,9	364.205	126,6	40	50.858	7.994	484.790	3.036.551	3.036.551	0
	JUN	0,0	247.555	135,4	38	52.014	0	469.152	2.762.940	2.762.940	0
	JUL	0,0	231.887	169,8	35	60.192	0	484.790	2.449.844	2.449.844	0
	AGO	0,0	200.960	205,5	32	65.797	0	484.790	2.100.216	2.100.216	0
	SET	0,0	164.970	229,4	28	64.555	0	469.152	1.731.478	1.731.478	0
	OUT	77,6	305.595	221,1	24	53.061	18.623	484.790	1.517.845	1.517.845	0
	NOV	77,0	360.118	134,4	22	28.995	16.612	469.152	1.396.428	1.396.428	0
	DEZ	198,5	964.235	103,0	20	20.793	40.072	484.790	1.895.151	1.895.151	0
						14.967.895				<b>Falhas:</b>	19

Regularizada (m3/s) 0,181

Jan	484790,4	Fev	437875,2	Mar	484790,4	Abr	469152	Mai	484790,4	469152
Jul	484790,4	Ago	484790,4	Set	469152	Out	484790,4	Nov	469152	484790,4

<b>Número de falhas:</b>	19
<b>Atendimento: (%)</b>	94,7









	MAR	124,1	1.518.352	107,6	6	6.807	7.850	782.093	1.186.771	1.186.771	0
	ABR	2,1	374.907	117,6	13	15.399	275	756.864	789.691	789.691	0
	MAI	8,7	407.859	131,7	9	12.480	828	782.093	403.805	403.805	0
	JUN	0,0	354.506	143,4	6	8.461	0	756.864	-7.014	0	falha
	JUL	0,9	329.338	177,4	2	3.721	20	782.093	-456.456	0	falha
	AGO	0,0	285.073	215,4	2	4.517	0	782.093	-501.536	0	falha
	SET	0,0	234.663	240,5	2	5.044	0	756.864	-527.245	0	falha
	OUT	7,0	212.223	232,4	2	4.874	147	782.093	-574.597	0	falha
	NOV	125,3	771.390	136,2	2	2.857	2.628	756.864	14.298	14.298	0
	DEZ	244,0	1.787.473	104,8	2	2.340	5.449	782.093	1.022.786	1.022.786	0
2018	JAN	40,8	732.967	108,1	12	12.541	4.732	782.093	965.851	965.851	0
	FEV	364,1	3.406.552	113,3	11	12.557	40.362	706.406	3.693.800	3.693.800	0
	MAR	103,0	2.698.683	107,6	34	37.075	35.485	782.093	5.608.801	4.250.000	0
	ABR	12,6	962.874	117,6	39	45.715	4.899	756.864	4.415.194	4.250.000	0
	MAI	14,4	789.678	131,7	39	51.189	5.592	782.093	4.211.988	4.211.988	0
	JUN	0,0	637.557	143,4	39	55.299	0	756.864	4.037.383	4.037.383	0
	JUL	0,0	601.317	177,4	37	65.994	0	782.093	3.790.614	3.790.614	0
	AGO	0,3	526.330	215,4	35	75.893	100	782.093	3.459.058	3.459.058	0
	SET	2,6	435.476	240,5	33	78.328	862	756.864	3.060.204	3.060.204	0
	OUT	63,9	760.026	232,4	29	68.093	18.721	782.093	2.988.766	2.988.766	0
	NOV	115,4	990.817	136,2	29	39.108	33.124	756.864	3.216.735	3.216.735	0
	DEZ	139,2	1.288.912	104,8	31	32.053	42.574	782.093	3.734.075	3.734.075	0
						17.904.680				<b>Falhas:</b>	18

Regularizada (m3/s) 0,292

Jan	782092,8	Fev	706406,4	Mar	782092,8	Abr	756864	Mai	782092,8	756864
Jul	782092,8	Ago	782092,8	Set	756864	Out	782092,8	Nov	756864	782092,8

<b>Número de falhas:</b>	18
<b>Atendimento: (%)</b>	95,0











	MAR	123,9	1.600.968	107,4	11	11.304	13.045	1.044.576	938.841	938.841	0
	ABR	2,5	463.364	117,8	17	19.703	413	1.010.880	372.034	372.034	0
	MAI	7,7	506.493	132,2	10	13.792	807	1.044.576	-179.034	0	falha
	JUN	0,0	424.134	144,2	6	8.930	0	1.010.880	-595.676	0	falha
	JUL	0,6	395.975	178,2	6	11.036	38	1.044.576	-659.600	0	falha
	AGO	0,0	346.372	216,3	6	13.401	0	1.044.576	-711.605	0	falha
	SET	0,0	288.105	241,6	6	14.965	0	1.010.880	-737.740	0	falha
	OUT	6,7	277.961	233,5	6	14.465	416	1.044.576	-780.663	0	falha
	NOV	132,2	755.877	136,4	6	8.450	8.190	1.010.880	-255.264	0	falha
	DEZ	244,0	1.957.602	105,0	6	6.502	15.112	1.044.576	921.636	921.636	0
2018	JAN	34,5	746.521	108,4	17	17.921	5.702	1.044.576	611.362	611.362	0
	FEV	372,2	4.856.451	113,0	13	14.812	48.803	943.488	4.558.316	4.558.316	0
	MAR	105,7	2.866.477	107,4	52	56.237	55.374	1.044.576	6.379.355	6.379.355	0
	ABR	11,5	1.285.055	117,8	67	79.334	7.733	1.010.880	6.581.928	6.581.928	0
	MAI	12,8	875.858	132,2	69	91.085	8.815	1.044.576	6.330.941	6.330.941	0
	JUN	0,0	735.766	144,2	67	96.555	0	1.010.880	5.959.272	5.959.272	0
	JUL	0,0	696.884	178,2	64	114.157	0	1.044.576	5.497.423	5.497.423	0
	AGO	0,2	614.981	216,3	60	130.559	112	1.044.576	4.937.381	4.937.381	0
	SET	2,1	511.342	241,6	56	134.471	1.149	1.010.880	4.304.521	4.304.521	0
	OUT	63,2	747.491	233,5	50	117.079	31.698	1.044.576	3.922.055	3.922.055	0
	NOV	110,5	941.548	136,4	47	63.686	51.571	1.010.880	3.840.608	3.840.608	0
	DEZ	141,4	1.333.056	105,0	46	48.217	64.948	1.044.576	4.145.819	4.145.819	0
						38.081.749				<b>Falhas:</b>	18

Regularizada (m3/s)

0,39

<b>Número de falhas:</b>	18
<b>Atendimento: (%)</b>	95,0









	MAR	71,1	322.602	135,1	74	99.707	52.481	391.046	500.181	500.181	0
	ABR	15,5	108.998	155,7	68	105.240	10.471	378.432	135.978	135.978	0
	MAI	6,5	28.578	164,9	39	64.278	2.531	391.046	-288.237	0	falha
	JUN	0,0	7.017	171,7	0	0	0	378.432	-371.415	0	falha
	JUL	0,0	5.588	194,6	0	0	0	391.046	-385.459	0	falha
	AGO	0,7	1.833	222,3	0	0	0	391.046	-389.213	0	falha
	SET	2,0	2.125	236,3	0	0	0	378.432	-376.307	0	falha
	OUT	7,6	11.438	240,3	0	0	0	391.046	-379.608	0	falha
	NOV	107,4	507.064	152,5	0	0	0	378.432	128.632	128.632	0
	DEZ	238,0	2.474.438	83,8	38	31.904	90.614	391.046	2.270.734	2.270.734	0
2018	JAN	33,1	325.772	126,1	128	161.536	42.451	391.046	2.086.374	2.086.374	0
	FEV	196,0	2.069.131	139,9	124	172.915	242.269	353.203	3.871.657	3.871.657	0
	MAR	82,0	828.700	135,1	161	216.840	131.579	391.046	4.224.049	4.224.049	0
	ABR	0,0	88.013	155,7	167	259.275	54	378.432	3.674.409	3.674.409	0
	MAI	0,9	36.020	164,9	157	258.886	1.478	391.046	3.061.975	3.061.975	0
	JUN	0,0	10.086	171,7	145	249.571	0	378.432	2.444.058	2.444.058	0
	JUL	0,0	3.561	194,6	132	257.157	29	391.046	1.799.444	1.799.444	0
	AGO	0,0	1.272	222,3	116	258.107	0	391.046	1.151.563	1.151.563	0
	SET	0,0	438	236,3	96	227.197	0	378.432	546.371	546.371	0
	OUT	53,8	172.709	240,3	70	168.599	37.737	391.046	197.171	197.171	0
	NOV	127,5	720.841	152,5	46	69.552	58.130	378.432	528.157	528.157	0
	DEZ	179,5	1.722.298	83,8	69	57.952	124.127	391.046	1.925.583	1.925.583	0
						96.732.323				<b>Falhas:</b>	18

Regularizada (m3/s) 0,146

Jan	391046,4	Fev	353203,2	Mar	391046,4	Abr	378432	Mai	391046,4	378432
Jul	391046,4	Ago	391046,4	Set	378432	Out	391046,4	Nov	378432	391046,4

<b>Número de falhas:</b>	18
<b>Atendimento: (%)</b>	95,0











	MAR	69,0	659.251	135,1	271	366.042	186.866	1.365.984	9.985.464	9.985.464	0
	ABR	10,1	124.083	155,7	262	407.258	26.301	1.321.920	8.406.670	8.406.670	0
	MAI	6,3	61.919	164,9	245	403.642	15.447	1.365.984	6.714.410	6.714.410	0
	JUN	0,0	19.688	171,7	227	389.204	0	1.321.920	5.022.974	5.022.974	0
	JUL	0,0	12.692	194,6	208	405.679	0	1.365.984	3.264.003	3.264.003	0
	AGO	1,4	9.277	222,3	189	421.061	2.682	1.365.984	1.488.917	1.488.917	0
	SET	4,1	21.763	236,3	170	401.837	6.976	1.321.920	-206.101	0	falha
	OUT	7,9	34.910	240,3	154	369.389	12.097	1.365.984	-1.688.367	0	falha
	NOV	95,7	633.461	152,5	154	234.423	147.102	1.321.920	-775.780	0	falha
	DEZ	263,4	5.466.462	119,7	154	184.003	404.959	1.365.984	4.321.434	4.321.434	0
2018	JAN	35,9	767.233	126,1	201	253.313	72.204	1.365.984	3.541.575	3.541.575	0
	FEV	199,0	3.725.275	139,9	192	269.205	382.884	1.233.792	6.146.738	6.146.738	0
	MAR	93,0	1.924.750	135,1	221	298.002	205.134	1.365.984	6.612.636	6.612.636	0
	ABR	0,0	265.891	155,7	226	351.235	56	1.321.920	5.205.428	5.205.428	0
	MAI	1,7	121.914	164,9	210	347.012	3.543	1.365.984	3.617.889	3.617.889	0
	JUN	0,0	39.319	171,7	193	331.819	0	1.321.920	2.003.469	2.003.469	0
	JUL	0,0	14.473	194,6	176	341.869	80	1.365.984	310.169	310.169	0
	AGO	0,0	5.240	222,3	157	349.300	0	1.365.984	-1.399.875	0	falha
	SET	0,0	1.817	236,3	154	363.240	0	1.321.920	-1.683.343	0	falha
	OUT	54,8	309.934	240,3	154	369.389	84.303	1.365.984	-1.341.136	0	falha
	NOV	137,1	1.471.750	152,5	154	234.423	210.762	1.321.920	126.169	126.169	0
	DEZ	168,7	2.627.162	119,7	155	185.664	261.598	1.365.984	1.463.282	1.463.282	0
						245.785.917				<b>Falhas:</b>	17

Regularizada (m3/s) 0,51

Jan	1365984	Fev	1233792	Mar	1365984	Abr	1321920	Mai	1365984	1321920
Jul	1365984	Ago	1365984	Set	1321920	Out	1365984	Nov	1321920	1365984

Número de falhas:	17
Atendimento: (%)	95,3











	MAR	84,8	421.962	162,1	27	43.877	22.955	466.042	761.013	761.013	0	
	ABR	1,4	15.091	182,1	25	46.213	353	451.008	279.237	279.237	0	
	MAI	3,7	7.822	203,5	12	23.470	427	466.042	-202.026	0	falha	
	JUN	0,1	1.598	202,3	0	0	0	451.008	-449.410	0	falha	
	JUL	0,4	1.146	232,5	0	0	0	466.042	-464.896	0	falha	
	AGO	0,0	387	263,7	0	0	0	466.042	-465.654	0	falha	
	SET	0,0	179	276,5	0	0	0	451.008	-450.829	0	falha	
	OUT	4,2	10.741	273,4	0	0	0	466.042	-455.301	0	falha	
	NOV	75,1	237.302	185,4	0	0	0	451.008	-213.706	0	falha	
	DEZ	157,8	1.336.476	138,9	0	0	0	466.042	870.435	870.435	0	
2018	JAN	45,1	157.291	144,3	28	40.702	12.731	466.042	533.713	533.713	0	
	FEV	181,8	1.987.528	157,4	19	30.217	34.909	420.941	2.104.992	2.104.992	0	
	MAR	132,1	789.511	162,1	56	91.581	74.610	466.042	2.411.491	2.411.491	0	
	ABR	2,1	16.930	182,1	63	114.490	1.290	451.008	1.864.213	1.864.213	0	
	MAI	3,0	6.430	203,5	51	104.493	1.539	466.042	1.301.647	1.301.647	0	
	JUN	0,0	2.442	202,3	39	78.308	0	451.008	774.773	774.773	0	
	JUL	0,0	1.217	232,5	26	59.841	0	466.042	250.108	250.108	0	
	AGO	0,0	576	263,7	11	27.889	0	466.042	-243.247	0	falha	
	SET	0,3	346	276,5	0	0	0	451.008	-450.662	0	falha	
	OUT	126,9	781.595	273,4	0	0	0	466.042	315.553	315.553	0	
	NOV	106,8	1.180.643	185,4	13	23.541	13.559	451.008	1.035.206	1.035.206	0	
	DEZ	212,9	2.904.049	138,9	32	44.903	68.822	466.042	3.497.132	3.497.132	0	
						83.321.233					<b>Falhas:</b>	17

Regularizada (m3/s) 0,174

Jan	466041,6	Fev	420940,8	Mar	466041,6	Abr	451008	Mai	466041,6	451008
Jul	466041,6	Ago	466041,6	Set	451008	Out	466041,6	Nov	451008	466041,6

<b>Número de falhas:</b>	17
<b>Atendimento: (%)</b>	95,3











	MAR	70,6	914.061	161,1	330	532.169	233.241	1.553.472	33.166.015	33.166.015	0	
	ABR	7,2	365.213	169,5	323	547.989	23.132	1.503.360	31.503.011	31.503.011	0	
	MAI	2,7	687	190,4	311	591.810	8.271	1.553.472	29.366.686	29.366.686	0	
	JUN	0,3	145	200,7	295	591.668	983	1.503.360	27.272.787	27.272.787	0	
	JUL	2,6	6.803	232,4	279	648.624	7.304	1.553.472	25.084.798	25.084.798	0	
	AGO	0,3	37	276,5	263	726.332	722	1.553.472	22.805.752	22.805.752	0	
	SET	0,3	17	300,5	246	738.013	730	1.503.360	20.565.126	20.565.126	0	
	OUT	4,6	5.025	296,8	229	679.050	10.632	1.553.472	18.348.261	18.348.261	0	
	NOV	102,1	1.114.888	192,0	212	407.355	216.724	1.503.360	17.769.158	17.769.158	0	
	DEZ	158,5	4.355.105	153,4	208	318.797	329.416	1.553.472	20.581.411	20.581.411	0	
2018	JAN	35,7	313.533	147,8	229	338.333	81.707	1.553.472	19.084.845	19.084.845	0	
	FEV	185,0	8.096.708	164,9	218	358.968	402.724	1.403.136	25.822.173	25.822.173	0	
	MAR	155,4	4.416.670	161,1	268	432.100	416.834	1.553.472	28.670.106	28.670.106	0	
	ABR	0,6	1.307	169,5	290	490.834	1.595	1.503.360	26.678.813	26.678.813	0	
	MAI	3,1	4.899	190,4	275	522.920	8.638	1.553.472	24.615.958	24.615.958	0	
	JUN	1,4	1.630	200,7	259	520.158	3.650	1.503.360	22.597.721	22.597.721	0	
	JUL	0,1	168	232,4	244	567.137	264	1.553.472	20.477.544	20.477.544	0	
	AGO	0,0	79	276,5	228	630.789	0	1.553.472	18.293.362	18.293.362	0	
	SET	0,9	95	300,5	212	636.315	1.802	1.503.360	16.155.583	16.155.583	0	
	OUT	73,2	775.070	296,8	196	580.894	143.275	1.553.472	14.939.563	14.939.563	0	
	NOV	109,0	2.712.596	192,0	187	358.270	203.373	1.503.360	15.993.902	15.993.902	0	
	DEZ	207,2	6.936.404	153,4	195	298.373	403.009	1.553.472	21.481.471	21.481.471	0	
										230.886.892	<b>Falhas:</b>	18


Regularizada (m3/s) 0,58

Jan	1553472	Fev	1403136	Mar	1553472	Abr	1503360	Mai	1553472	1503360
Jul	1553472	Ago	1553472	Set	1503360	Out	1553472	Nov	1503360	1553472

<b>Número de falhas:</b>	18
<b>Atendimento: (%)</b>	95,0

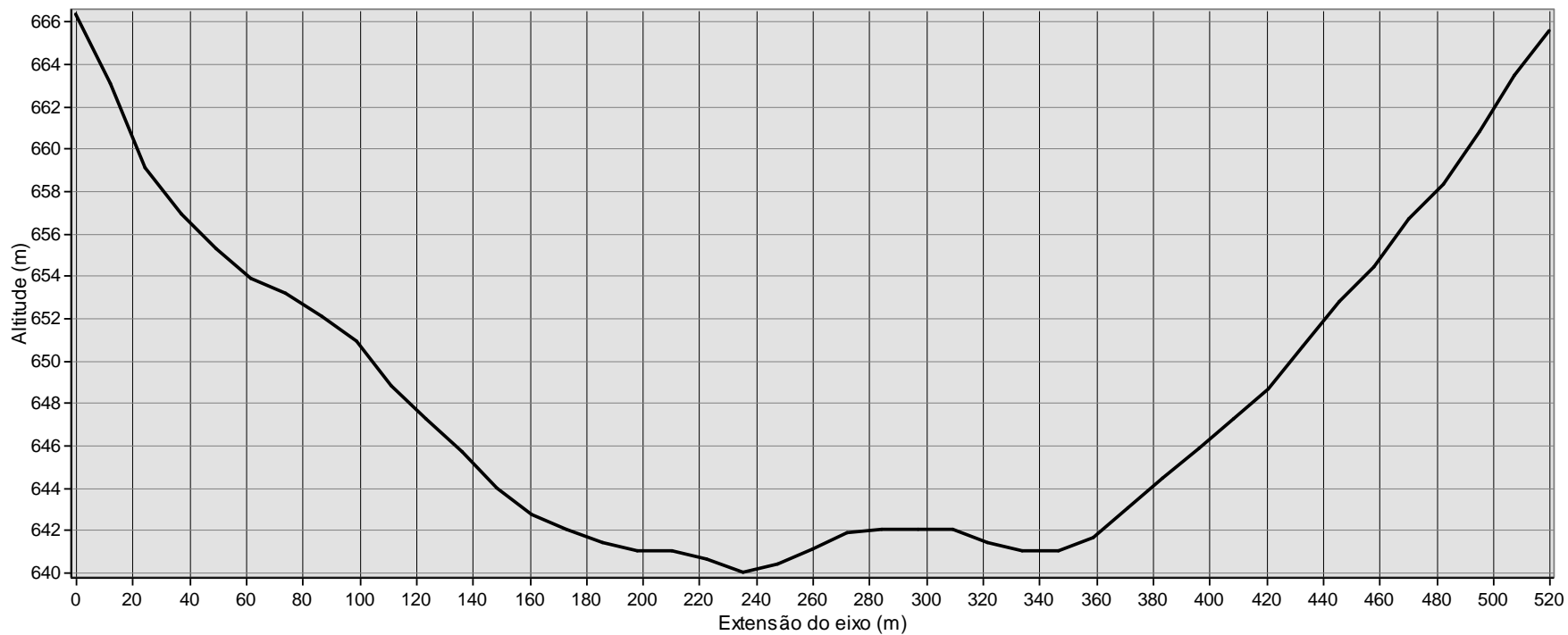
	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
	P3 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – BARRAGENS PROJETADAS	
ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE		

## Apêndice 2: Perfis dos eixos dos barramentos

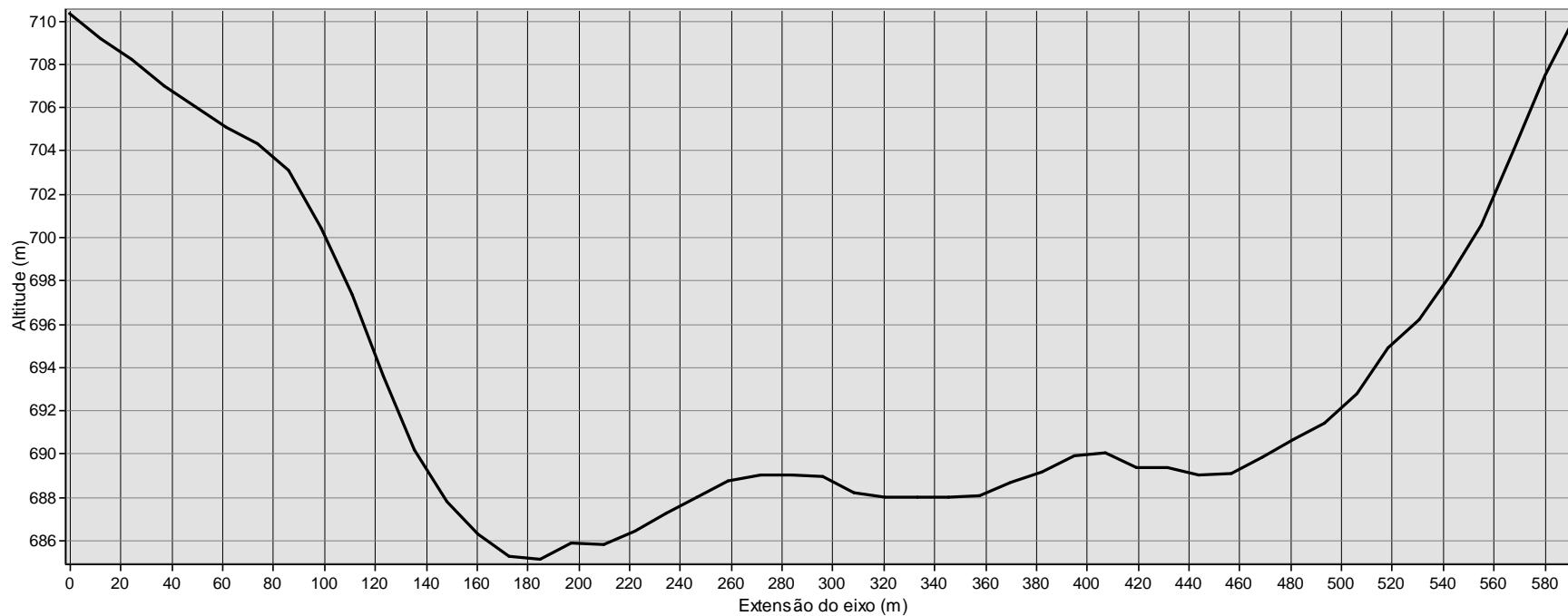
Elaborado por: 	N° da revisão: 03	Código do Documento: AGBPV_VRDGRANDE_EHID_P3_EOH_Barragens_REV03
---	----------------------	---



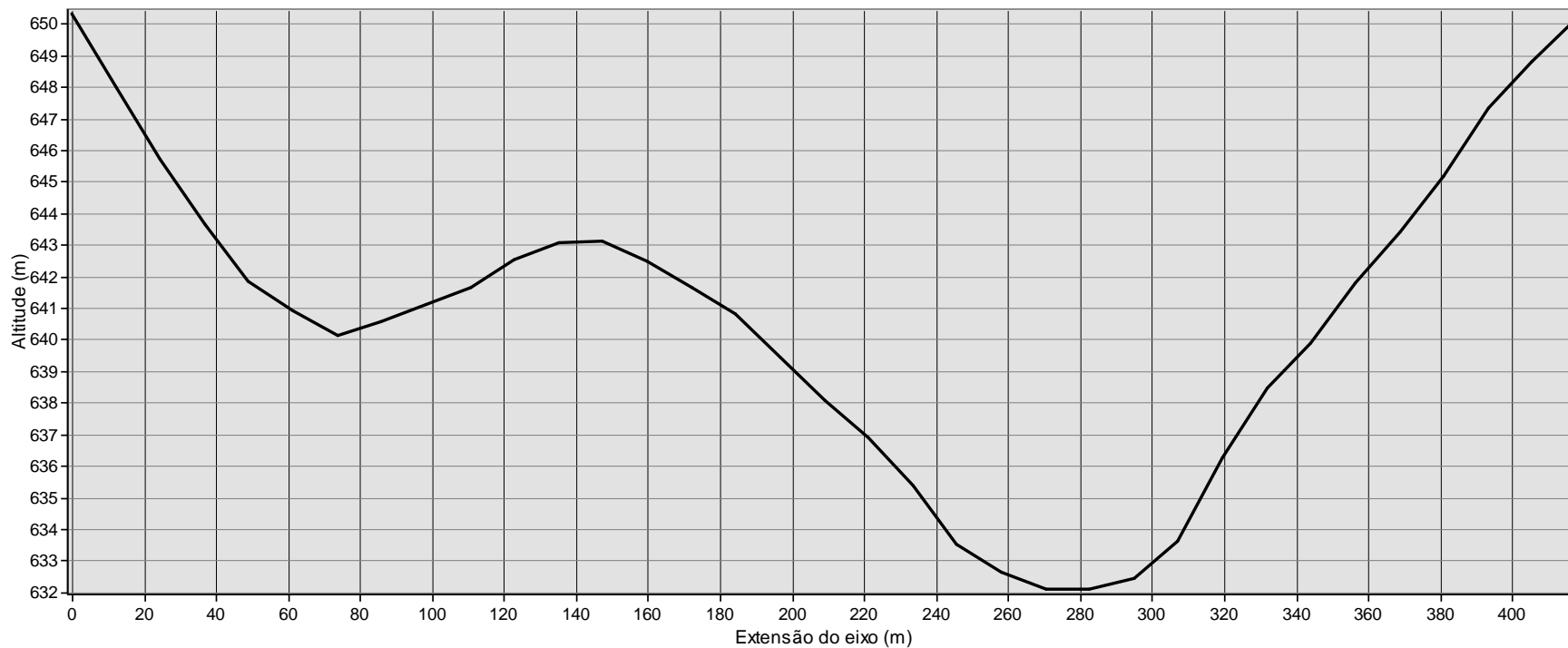
### Peixe



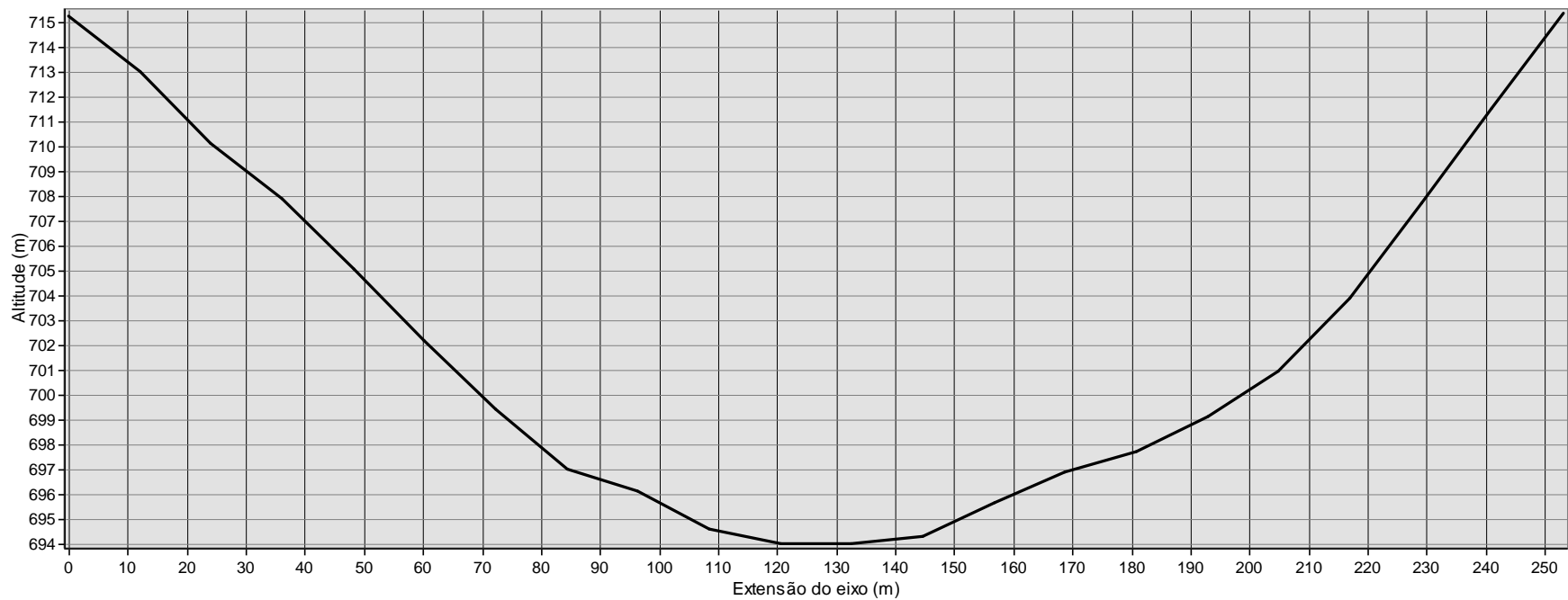
**Sítio**



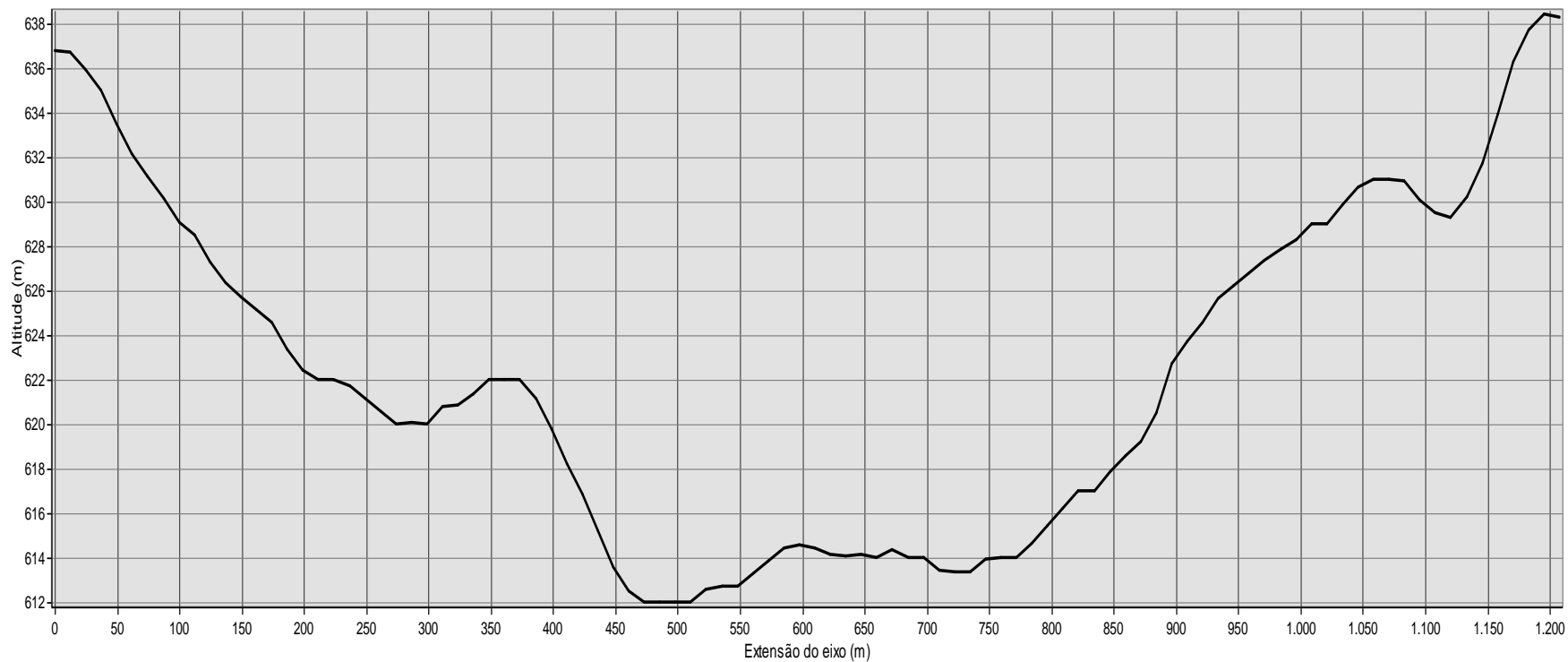
### Pedras



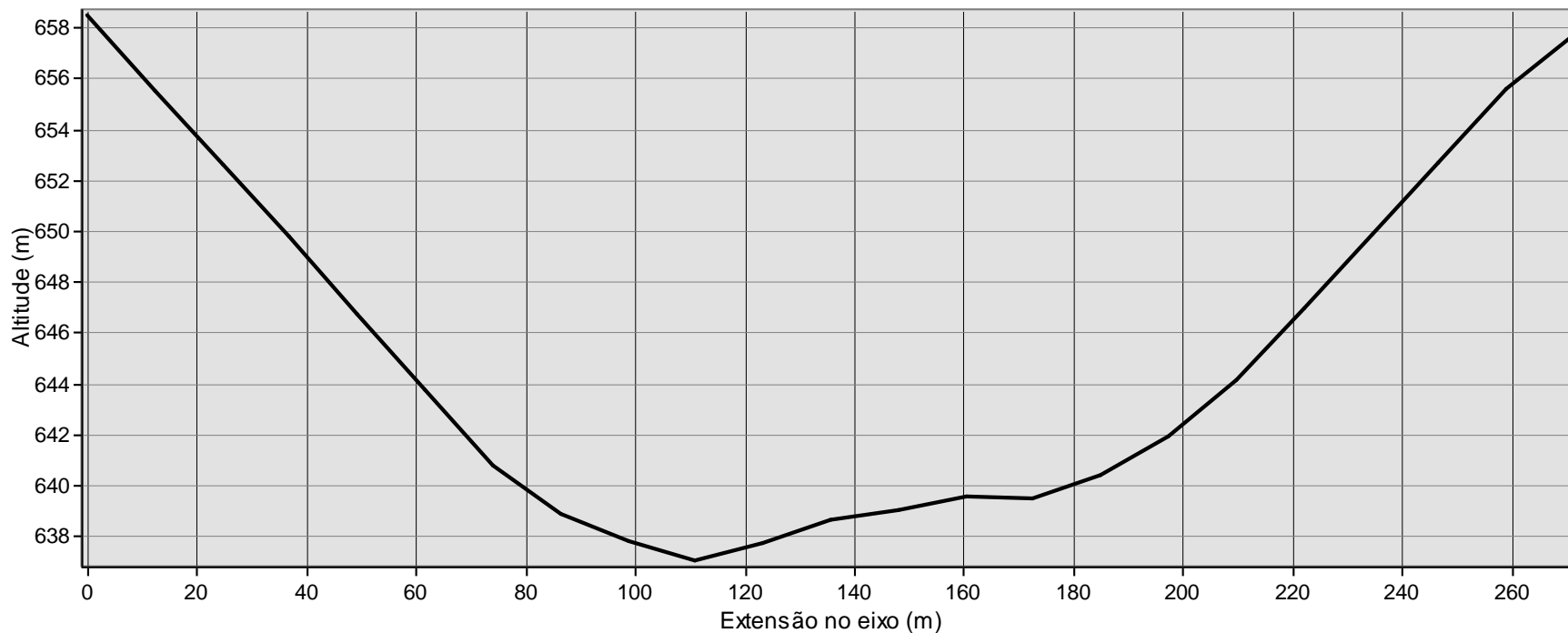
**Prata**



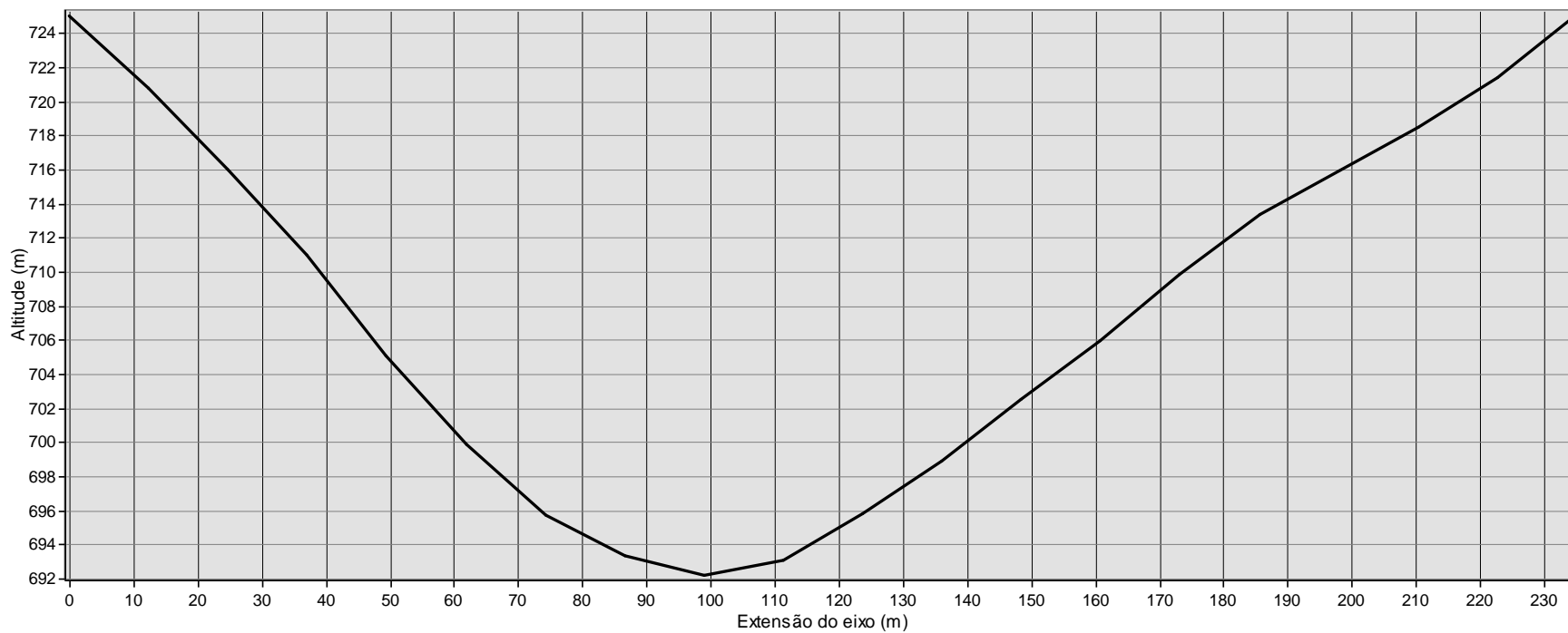
Verde



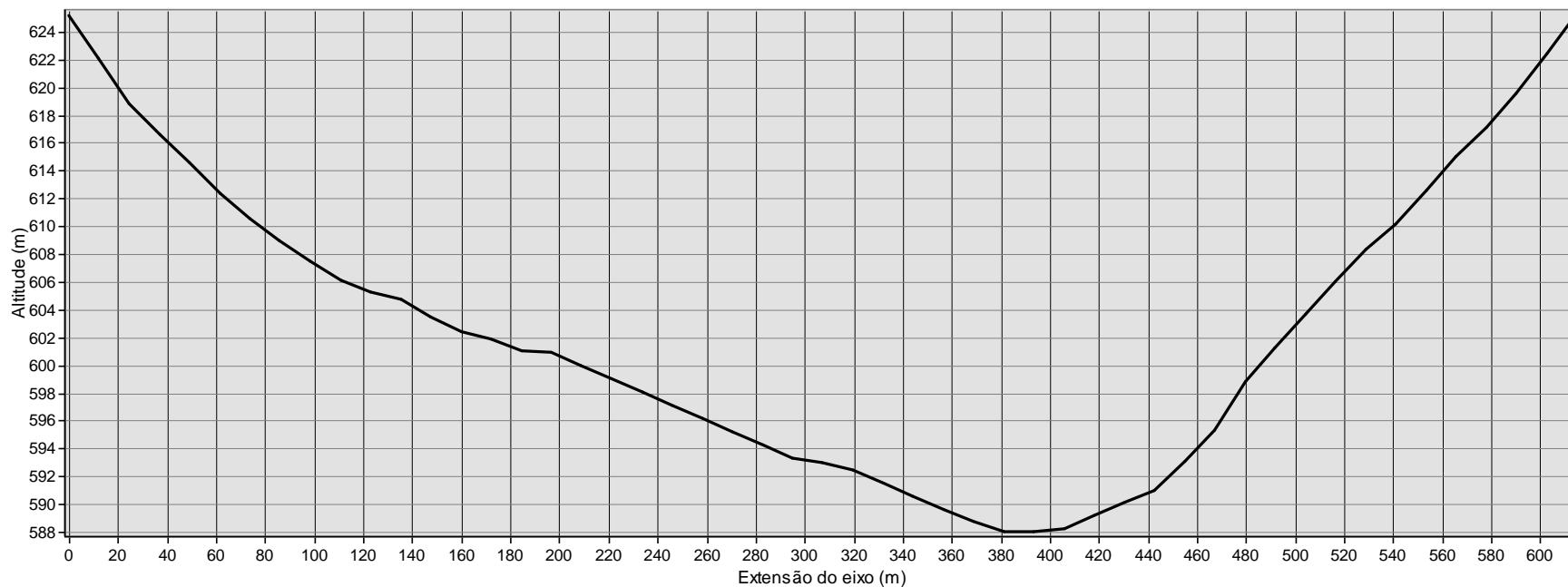
### Canoas



### Cerrado

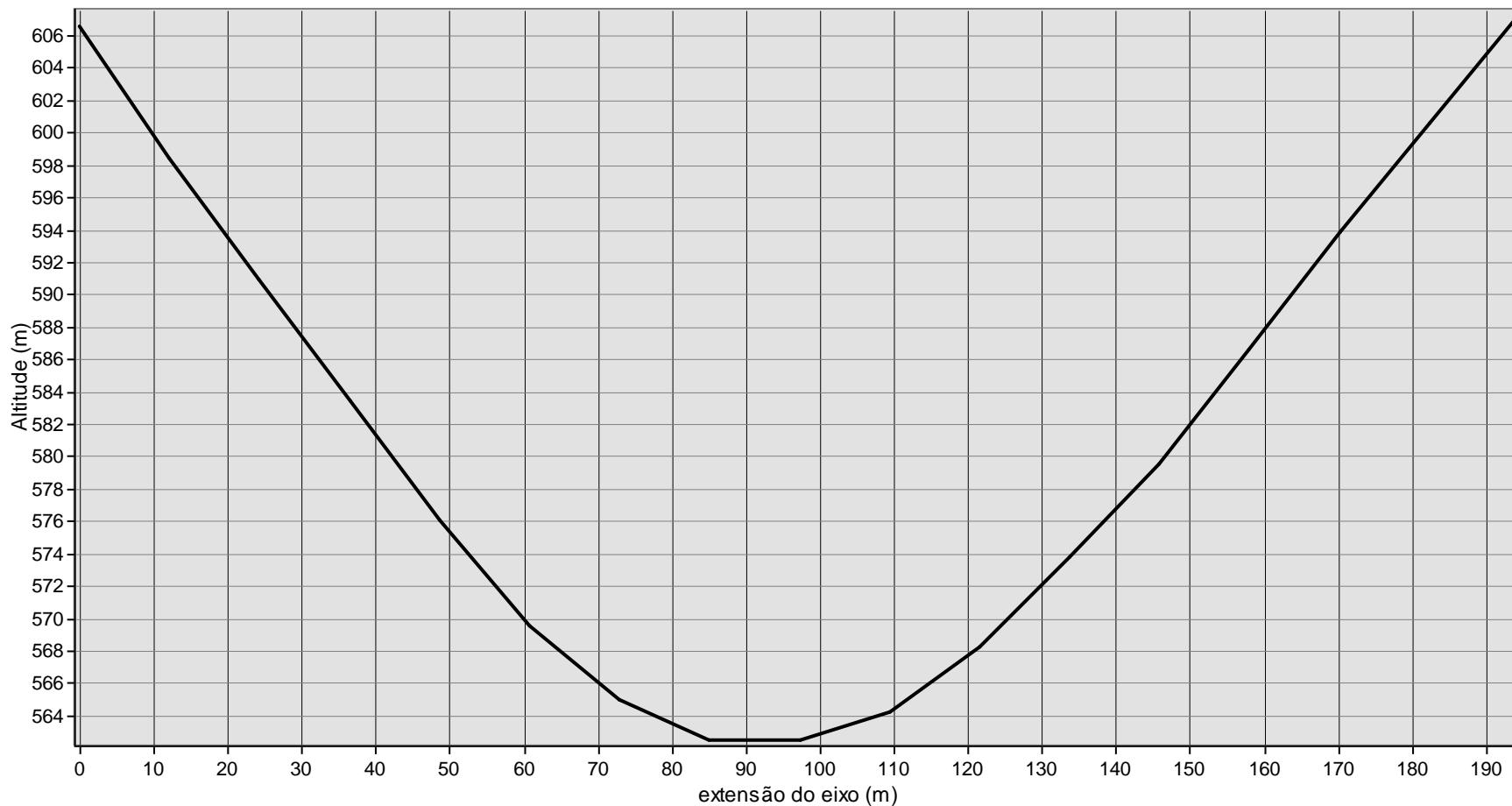


**Tábua**

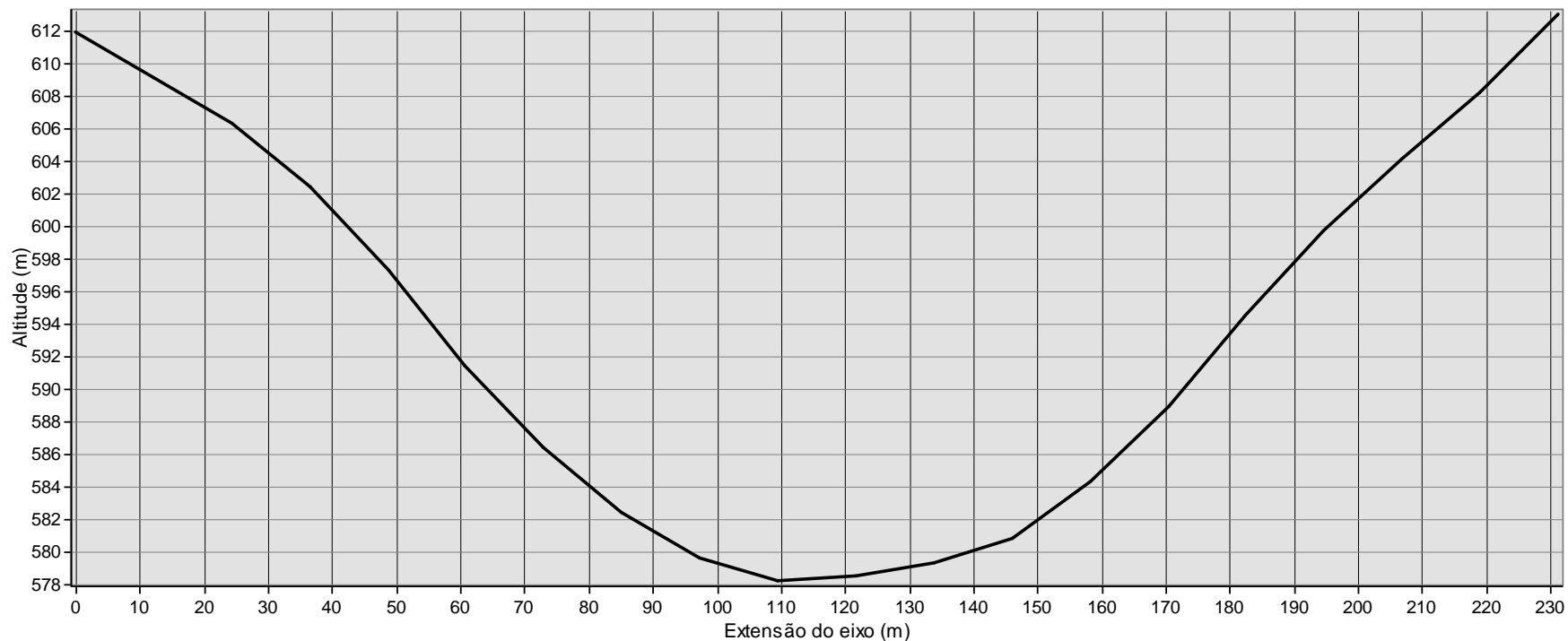




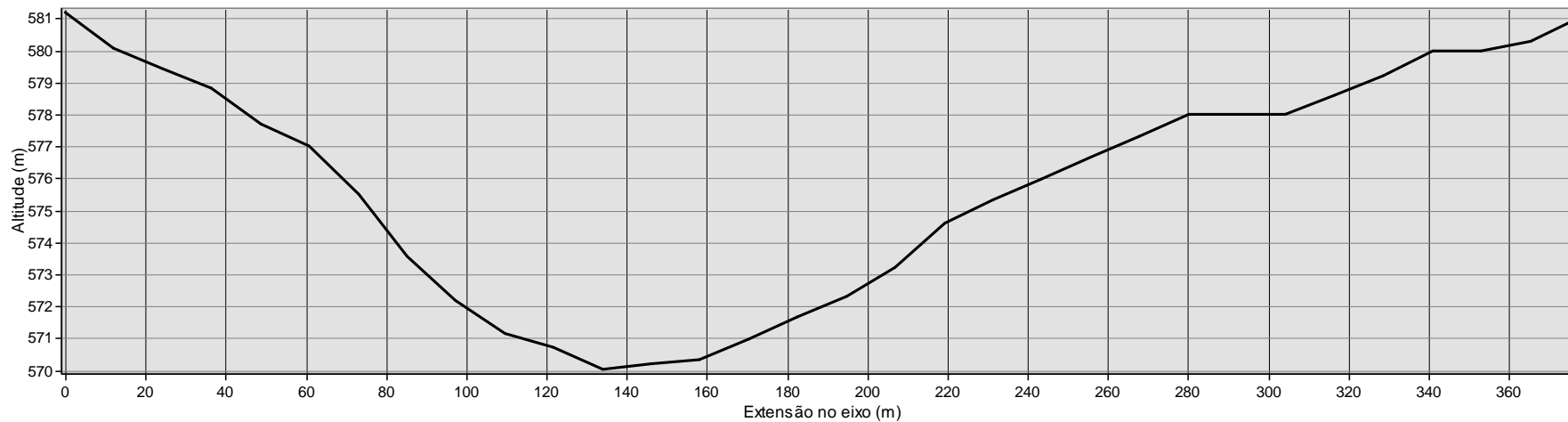
### Suçupara



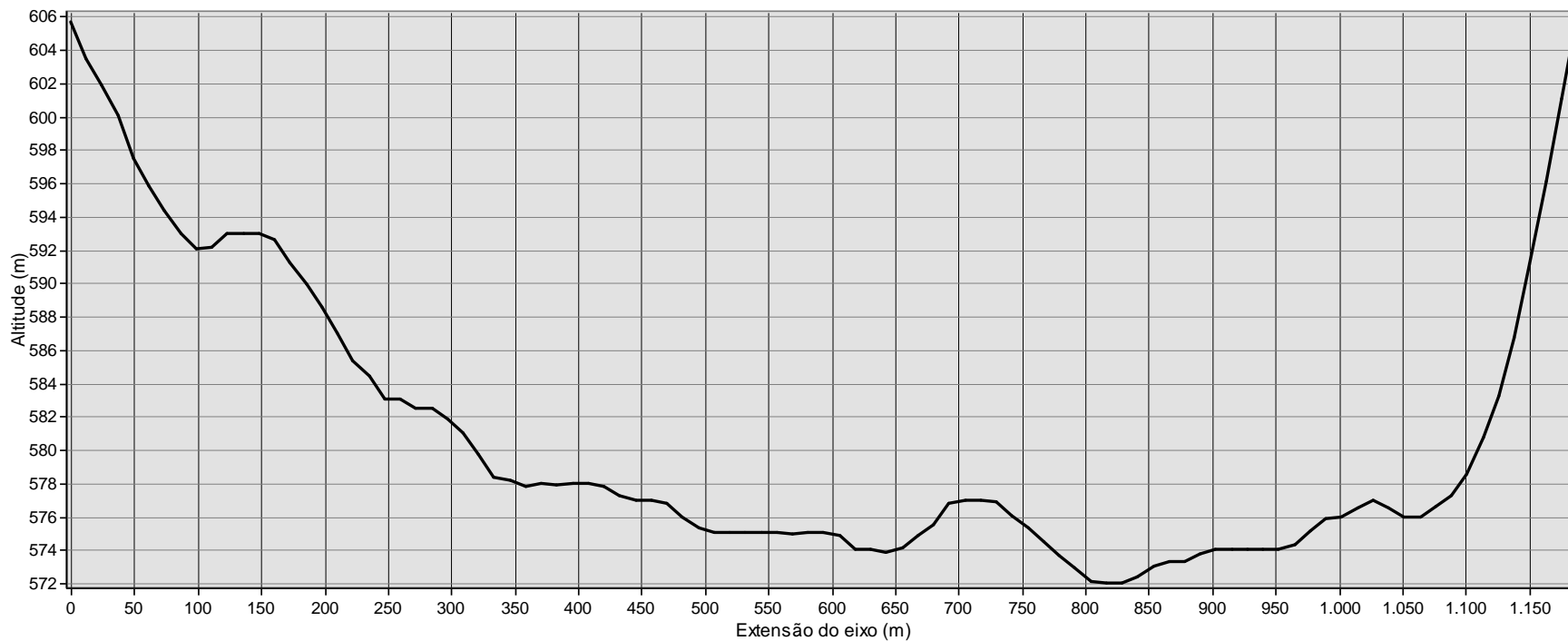
### Água Limpa



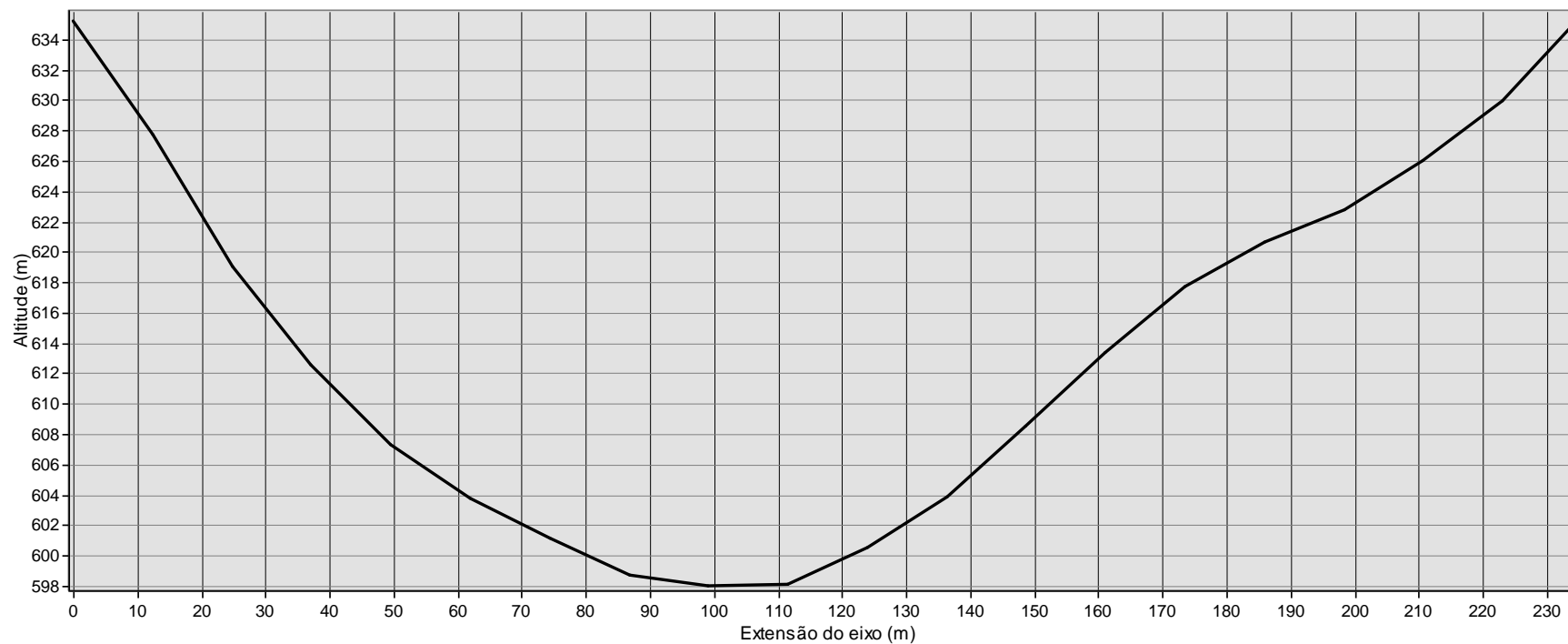
### Côcos





### Sítio Novo




### Mamonas



	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
	P3 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – BARRAGENS PROJETADAS	
ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE		

### Apêndice 3: Cálculo dos volumes dos maciços

Elaborado por: 	N° da revisão: 03	Código do Documento: AGBPV_VRDGRANDE_EHID_P3_EOH_Barragens_REV03
---	----------------------	---

**BARRAGEM:** Peixe

**TIPO MACIÇO:** Terra

$$l_c = (H_{\text{máx.}}/5)+3$$

$$A=(l_c=B)/2Xh$$

$$l_c = (27/5)+3$$

=

8,4

$$B = (5,5 \times H) + l_c$$

adotado 8 m

Dist. (m)	Altura (m)	Área (m <sup>2</sup> )	D. Área (m <sup>2</sup> )	Semi-dist. (m)	Volume (m <sup>3</sup> )	Vol. Acum. (m <sup>3</sup> )
10	0	0,0	0,0	0	0	0
40	9,5	324,2	324,2	15	4.863	4.863
80	13	568,8	892,9	20	17.859	22.722
120	18	1035,0	1603,8	20	32.075	54.797
160	23,5	1706,7	2741,7	20	54.834	109.630
200	23	1638,8	3345,4	20	66.909	176.539
240	27	2220,8	3859,5	20	77.190	253.729
280	24	1776,0	3996,8	20	79.935	333.664
320	24,5	1846,7	3622,7	20	72.454	406.118
360	24	1776,0	3622,7	20	72.454	478.572
400	20	1260,0	3036,0	20	60.720	539.292
440	14	651,0	1911,0	20	38.220	577.512
480	8	240,0	891,0	20	17.820	595.332
510	0	0,0	240,0	15	3.600	<b>598.932</b>

**BARRAGEM:** Sítio

**TIPO MACIÇO:** Terra

$$l_c = (H_{\text{máx.}}/5)+3$$

$$A=(l_c=B)/2Xh$$

$$l_c = (27/5)+3$$

=

8,4

$$B = (5,5 \times H) + l_c$$

adotado 8 m

Dist. (m)	Altura (m)	Área (m <sup>2</sup> )	D. Área (m <sup>2</sup> )	Semi-dist. (m)	Volume (m <sup>3</sup> )	Vol. Acum. (m <sup>3</sup> )
0	0	0,0	0,0	0	0	0
40	5	108,8	108,8	20	2.175	2.175
80	8	240,0	348,8	20	6.975	9.150
120	17	930,8	1170,8	20	23.415	32.565
160	24	1776,0	2706,8	20	54.135	86.700
200	27	2220,8	3996,8	20	79.935	166.635
240	24	1776,0	3996,8	20	79.935	246.570
280	23	1638,8	3414,8	20	68.295	314.865
320	24	1776,0	3414,8	20	68.295	383.160
360	24	1776,0	3552,0	20	71.040	454.200
400	22	1507,0	3283,0	20	65.660	519.860
440	23	1638,8	3145,8	20	62.915	582.775
480	21	1380,8	3019,5	20	60.390	643.165
520	17	930,8	2311,5	20	46.230	689.395
560	10	355,0	1285,8	20	25.715	715.110
590	0	0,0	355,0	15	5.325	<b>720.435</b>



**BARRAGEM:** Pedras

**TIPO MACIÇO:** Terra

$$l_c = (H_{\text{máx.}}/5)+3 \quad A=(l_c=B)/2Xh \quad l_c = (18/5)+3 = 6,6$$

$$B = (5,5 \times H) + l_c \quad \text{adotado } 7 \text{ m}$$

Dist. (m)	Altura (m)	Área (m <sup>2</sup> )	D. Área (m <sup>2</sup> )	Semi-dist. (m)	Volume (m <sup>3</sup> )	Vol. Acum. (m <sup>3</sup> )
10	0	0,0	0,0	0	0	0
40	7	190,8	190,8	15	2.861	2.861
80	10	355,0	545,8	20	10.915	13.776
120	8	240,0	595,0	20	11.900	25.676
160	8	240,0	480,0	20	9.600	35.276
200	11	420,8	660,8	20	13.215	48.491
240	16	832,0	1252,8	20	25.055	73.546
280	18	1035,0	1867,0	20	37.340	110.886
320	14	651,0	1686,0	20	33.720	144.606
360	8	240,0	891,0	20	17.820	162.426
400	0	0,0	240,0	20	4.800	<b>167.226</b>

**BARRAGEM:** Prata

**TIPO MACIÇO:** Terra

$$l_c = (H_{\text{máx.}}/5)+3 \quad A=(l_c=B)/2Xh \quad l_c = (25/5)+3 = 8$$

$$B = (5,5 \times H) + l_c \quad \text{adotado } 8 \text{ m}$$

Dist. (m)	Altura (m)	Área (m <sup>2</sup> )	D. Área (m <sup>2</sup> )	Semi-dist. (m)	Volume (m <sup>3</sup> )	Vol. Acum. (m <sup>3</sup> )
-10	0	0,0	0,0	0	0	0
10	6	147,0	147,0	10	1.470	1.470
30	10	355,0	502,0	10	5.020	6.490
50	14	651,0	1006,0	10	10.060	16.550
70	19	1144,8	1795,8	10	17.958	34.508
90	22	1507,0	2651,8	10	26.518	61.025
110	24	1776,0	3283,0	10	32.830	93.855
130	25	1918,8	3694,8	10	36.948	130.803
150	24	1776,0	3694,8	10	36.948	167.750
170	21	1380,8	3156,8	10	31.568	199.318
190	20	1260,0	2640,8	10	26.408	225.725
210	17	930,8	2190,8	10	21.908	247.633
230	11	420,8	1351,5	10	13.515	261.148
250	5	108,8	529,5	10	5.295	266.443
260	0	0,0	108,8	5	544	<b>266.986</b>

**BARRAGEM:** Verde

**TIPO MACIÇO:** Terra

$$l_c = (H_{\text{máx.}}/5)+3$$

$$A=(l_c \times B)/2 \times H$$

$$l_c = (23/5)+3$$

=

7,6

$$B = (5,5 \times H) + l_c$$

adotado 8 m

Dist. (m)	Altura (m)	Área (m <sup>2</sup> )	D. Área (m <sup>2</sup> )	Semi-dist. (m)	Volume (m <sup>3</sup> )	Vol. Acum. (m <sup>3</sup> )
50	0	0,0	0,0	0	0	0
100	6	147,0	147,0	25	3.675	3.675
150	8	240,0	387,0	25	9.675	13.350
200	13	568,8	808,8	25	20.219	33.569
250	14	651,0	1219,8	25	30.494	64.063
300	15	738,8	1389,8	25	34.744	98.806
350	13	568,8	1307,5	25	32.688	131.494
400	15	738,8	1307,5	25	32.688	164.181
450	21	1380,8	2119,5	25	52.988	217.169
500	23	1638,8	3019,5	25	75.488	292.656
550	22	1507,0	3145,8	25	78.644	371.300
600	21	1380,8	2887,8	25	72.194	443.494
650	21	1380,8	2761,5	25	69.038	512.531
700	21	1380,8	2761,5	25	69.038	581.569
750	21	1380,8	2761,5	25	69.038	650.606
800	19	1144,8	2525,5	25	63.138	713.744
850	17	930,8	2075,5	25	51.888	765.631
900	12	492,0	1422,8	25	35.569	801.200
950	9	294,8	786,8	25	19.669	820.869
1000	7	190,8	485,5	25	12.138	833.006
1050	5	108,8	299,5	25	7.488	840.494
1100	5	108,8	217,5	25	5.438	845.931
1150	0	0,0	108,8	25	2.719	<b>848.650</b>

**BARRAGEM:** Canoas

**TIPO MACIÇO:** Terra

$$l_c = (H_{\text{máx.}}/5)+3$$

$$A=(l_c=B)/2Xh$$

$$l_c = (20/5)+3$$

=

7

$$B = (5,5 \times H) + l_c$$

adotado 7 m

Dist. (m)	Altura (m)	Área (m <sup>2</sup> )	D. Área (m <sup>2</sup> )	Semi-dist. (m)	Volume (m <sup>3</sup> )	Vol. Acum. (m <sup>3</sup> )
20	0	0,0	0,0	0	0	0
40	8	240,0	240,0	10	2.400	2.400
60	13	568,8	808,8	10	8.088	10.488
80	17	930,8	1499,5	10	14.995	25.483
100	20	1260,0	2190,8	10	21.908	47.390
120	19	1144,8	2404,8	10	24.048	71.438
140	18	1035,0	2179,8	10	21.798	93.235
160	17	930,8	1965,8	10	19.658	112.893
180	17	930,8	1861,5	10	18.615	131.508
200	15	738,8	1669,5	10	16.695	148.203
220	11	420,8	1159,5	10	11.595	159.798
240	6	147,0	567,8	10	5.678	165.475
260	0	0,0	147,0	10	1.470	<b>166.945</b>

**BARRAGEM:** Cerrado

**TIPO MACIÇO:**

Concreto

$$l_c = 2m$$

$$B = (0,75 \times H) + 2$$

Dist. (m)	Altura (m)	Área (m <sup>2</sup> )	D. Área (m <sup>2</sup> )	Semi-dist. (m)	Volume (m <sup>3</sup> )	Vol. Acum. (m <sup>3</sup> )
5	0	0,0	0,0	0	0	0
20	7	32,4	32,4	7,5	243	243
40	15	114,4	146,8	10	1.468	1.710
60	24	264,0	378,4	10	3.784	5.494
80	31	422,4	686,4	10	6.864	12.358
100	33	474,4	896,8	10	8.968	21.325
120	31	422,4	896,8	10	8.968	30.293
140	25	284,4	706,8	10	7.068	37.360
160	19	173,4	457,8	10	4.578	41.938
180	13	89,4	262,8	10	2.628	44.565
200	9	48,4	137,8	10	1.378	45.943
220	4	14,0	62,4	10	624	46.567
230	0	0,0	14,0	5	70	<b>46.637</b>

**BARRAGEM:** Tábua

**TIPO MACIÇO:** Terra

$$l_c = (H_{\text{máx.}}/5)+3$$

$$A=(l_c=B)/2Xh$$

$$l_c = (25/5)+3$$

=

8

$$B = (5,5 \times H) + l_c$$

adotado 8 m

Dist. (m)	Altura (m)	Área (m <sup>2</sup> )	D. Área (m <sup>2</sup> )	Semi-dist. (m)	Volume (m <sup>3</sup> )	Vol. Acum. (m <sup>3</sup> )
60	0	0,0	0,0	0	0	0
100	8	240,0	240,0	20	4.800	4.800
140	11	420,8	660,8	20	13.215	18.015
180	13	568,8	989,5	20	19.790	37.805
220	15	738,8	1307,5	20	26.150	63.955
260	19	1144,8	1883,5	20	37.670	101.625
300	22	1507,0	2651,8	20	53.035	154.660
340	24	1776,0	3283,0	20	65.660	220.320
380	25	1918,8	3694,8	20	73.895	294.215
420	24	1776,0	3694,8	20	73.895	368.110
460	21	1380,8	3156,8	20	63.135	431.245
500	12	492,0	1872,8	20	37.455	468.700
540	5	108,8	600,8	20	12.015	480.715
550	0	0,0	108,8	5	544	<b>481.259</b>

**BARRAGEM:** Suçuapara

**TIPO MACIÇO:**

Concreto

lc = 2m

$B = (0,75 \times H) + 2$

Dist. (m)	Altura (m)	Área (m <sup>2</sup> )	D. Área (m <sup>2</sup> )	Semi-dist. (m)	Volume (m <sup>3</sup> )	Vol. Acum. (m <sup>3</sup> )
20	0	0,0	0,0	0	0	0
30	9	48,4	48,4	5	242	242
40	15	114,4	162,8	5	814	1.056
50	21	207,4	321,8	5	1.609	2.664
60	27	327,4	534,8	5	2.674	5.338
70	31	422,4	749,8	5	3.749	9.087
80	33	474,4	896,8	5	4.484	13.571
90	35	529,4	1003,8	5	5.019	18.589
100	33	474,4	1003,8	5	5.019	23.608
110	31	422,4	896,8	5	4.484	28.092
120	29	373,4	795,8	5	3.979	32.071
130	25	284,4	657,8	5	3.289	35.359
140	21	207,4	491,8	5	2.459	37.818
150	15	114,4	321,8	5	1.609	39.427
160	9	48,4	162,8	5	814	40.241
170	0	0,0	48,4	5	242	<b>40.483</b>

**BARRAGEM:** Água Limpa

**TIPO MACIÇO:**

Concreto

$l_c = 2m$

$B = (0,75 \times H) + 2$

Dist. (m)	Altura (m)	Área (m <sup>2</sup> )	D. Área (m <sup>2</sup> )	Semi-dist. (m)	Volume (m <sup>3</sup> )	Vol. Acum. (m <sup>3</sup> )
20	0	0,0	0,0	0	0	0
30	5	19,4	19,4	5	97	97
40	8	40,0	59,4	5	297	394
50	12	78,0	118,0	5	590	984
60	17	142,4	220,4	5	1.102	2.086
70	21	207,4	349,8	5	1.749	3.834
80	25	284,4	491,8	5	2.459	6.293
90	27	327,4	611,8	5	3.059	9.352
100	29	373,4	700,8	5	3.504	12.856
110	31	422,4	795,8	5	3.979	16.834
120	31	422,4	844,8	5	4.224	21.058
130	30	397,5	819,9	5	4.099	25.158
140	29	373,4	770,9	5	3.854	29.012
150	27	327,4	700,8	5	3.504	32.516
160	26	305,5	632,9	5	3.164	35.680
170	21	207,4	512,9	5	2.564	38.244
180	15	114,4	321,8	5	1.609	39.853
190	11	67,4	181,8	5	909	40.762
200	7	32,4	99,8	5	499	41.261
210	4	14,0	46,4	5	232	41.493
215	0	0,0	14,0	2,5	35	<b>41.528</b>

**BARRAGEM: Cocos**

**TIPO MACIÇO:**

Concreto

$l_c = 2m$

$B = (0,75 \times H) + 2$

Dist. (m)	Altura (m)	Área (m <sup>2</sup> )	D. Área (m <sup>2</sup> )	Semi-dist. (m)	Volume (m <sup>3</sup> )	Vol. Acum. (m <sup>3</sup> )
10	0	0,0	0,0	0	0	0
20	2	5,5	5,5	5	28	28
40	3	9,4	14,9	10	149	176
60	5	19,4	28,8	10	288	464
80	7	32,4	51,8	10	518	981
100	9	48,4	80,8	10	808	1.789
120	11	67,4	115,8	10	1.158	2.946
140	12	78,0	145,4	10	1.454	4.400
160	11	67,4	145,4	10	1.454	5.854
180	10	57,5	124,9	10	1.249	7.103
200	9	48,4	105,9	10	1.059	8.161
220	7	32,4	80,8	10	808	8.969
240	6	25,5	57,9	10	579	9.548
260	5	19,4	44,9	10	449	9.996
280	4	14,0	33,4	10	334	10.330
300	4	14,0	28,0	10	280	10.610
320	3	9,4	23,4	10	234	10.844
340	0	0,0	9,4	10	94	<b>10.938</b>

**BARRAGEM:** Sítio Novo

**TIPO MACIÇO:** Terra

$$Ic = (H_{\text{máx.}}/5)+3$$

$$A=(Ic=B)/2Xh$$

$$Ic = (22/5)+3$$

=

7,4

$$B = (5,5 \times H) + Ic$$

adotado 7 m

Dist. (m)	Altura (m)	Área (m <sup>2</sup> )	D. Área (m <sup>2</sup> )	Semi-dist. (m)	Volume (m <sup>3</sup> )	Vol. Acum. (m <sup>3</sup> )
150	0	0,0	0,0	0	0	0
200	6	147,0	147,0	25	3.675	3.675
250	11	420,8	567,8	25	14.194	17.869
300	12	492,0	912,8	25	22.819	40.688
350	16	832,0	1324,0	25	33.100	73.788
400	16	832,0	1664,0	25	41.600	115.388
450	17	930,8	1762,8	25	44.069	159.456
500	18	1035,0	1965,8	25	49.144	208.600
550	19	1144,8	2179,8	25	54.494	263.094
600	19	1144,8	2289,5	25	57.238	320.331
650	20	1260,0	2404,8	25	60.119	380.450
700	17	930,8	2190,8	25	54.769	435.219
750	17	930,8	1861,5	25	46.538	481.756
800	22	1507,0	2437,8	25	60.944	542.700
850	21	1380,8	2887,8	25	72.194	614.894
900	20	1260,0	2640,8	25	66.019	680.913
950	20	1260,0	2520,0	25	63.000	743.913
1000	18	1035,0	2295,0	25	57.375	801.288
1050	18	1035,0	2070,0	25	51.750	853.038
1100	16	832,0	1867,0	25	46.675	899.713
1150	0	0,0	832,0	25	20.800	<b>920.513</b>



**BARRAGEM: Mamonas**



TIPO MACIÇO:

Concreto

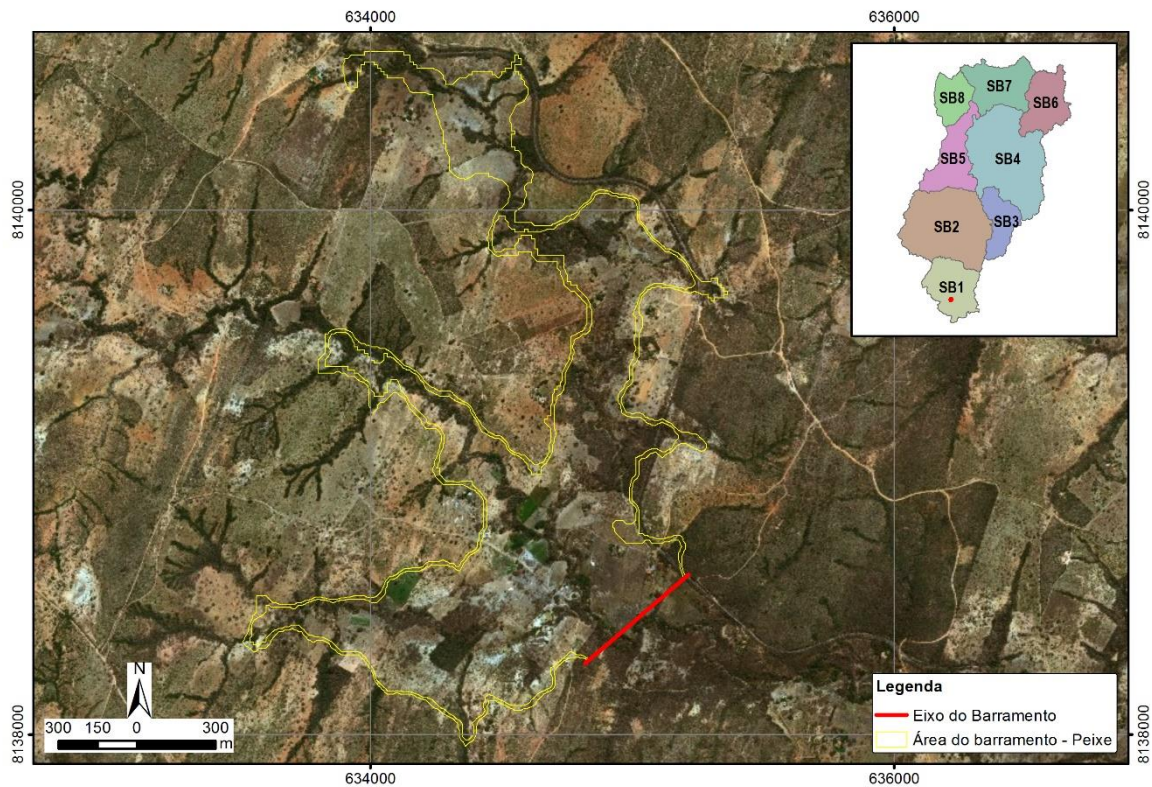
lc = 2m

$B = (0,75 \times H) + 2$

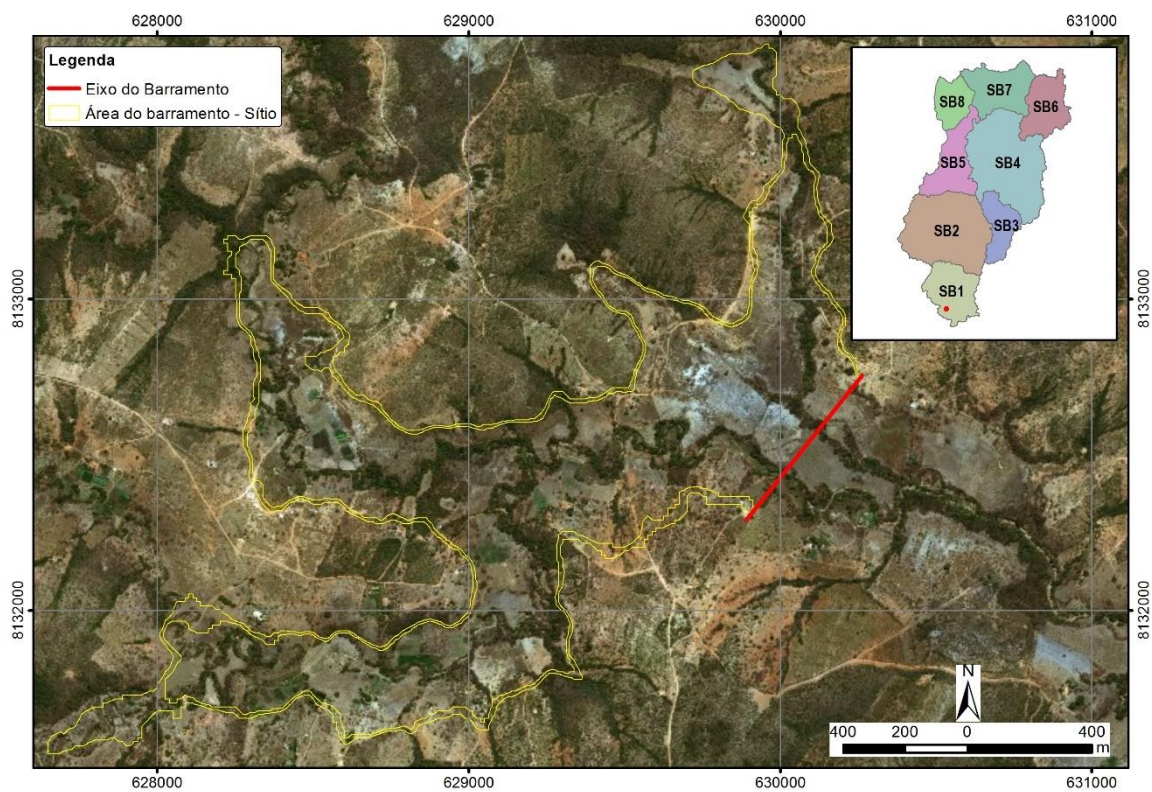
Dist. (m)	Altura (m)	Área (m <sup>2</sup> )	D. Área (m <sup>2</sup> )	Semi-dist. (m)	Volume (m <sup>3</sup> )	Vol. Acum. (m <sup>3</sup> )
20	0	0,0	0,0	0	0	0
30	7	32,4	32,4	5	162	162
40	11	67,4	99,8	5	499	661
50	16	128,0	195,4	5	977	1.638
60	19	173,4	301,4	5	1.507	3.144
70	21	207,4	380,8	5	1.904	5.048
80	23	244,4	451,8	5	2.259	7.307
90	24	264,0	508,4	5	2.542	9.849
100	25	284,4	548,4	5	2.742	12.591
110	25	284,4	568,8	5	2.844	15.434
120	23	244,4	528,8	5	2.644	18.078
130	21	207,4	451,8	5	2.259	20.337
140	20	190,0	397,4	5	1.987	22.324
150	14	101,5	291,5	5	1.458	23.781
160	10	57,5	159,0	5	795	24.576
170	7	32,4	89,9	5	449	25.026
180	4	14,0	46,4	5	232	25.258
190	0	0,0	14,0	5	70	<b>25.328</b>

	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
	P3 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – BARRAGENS PROJETADAS	
ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE		

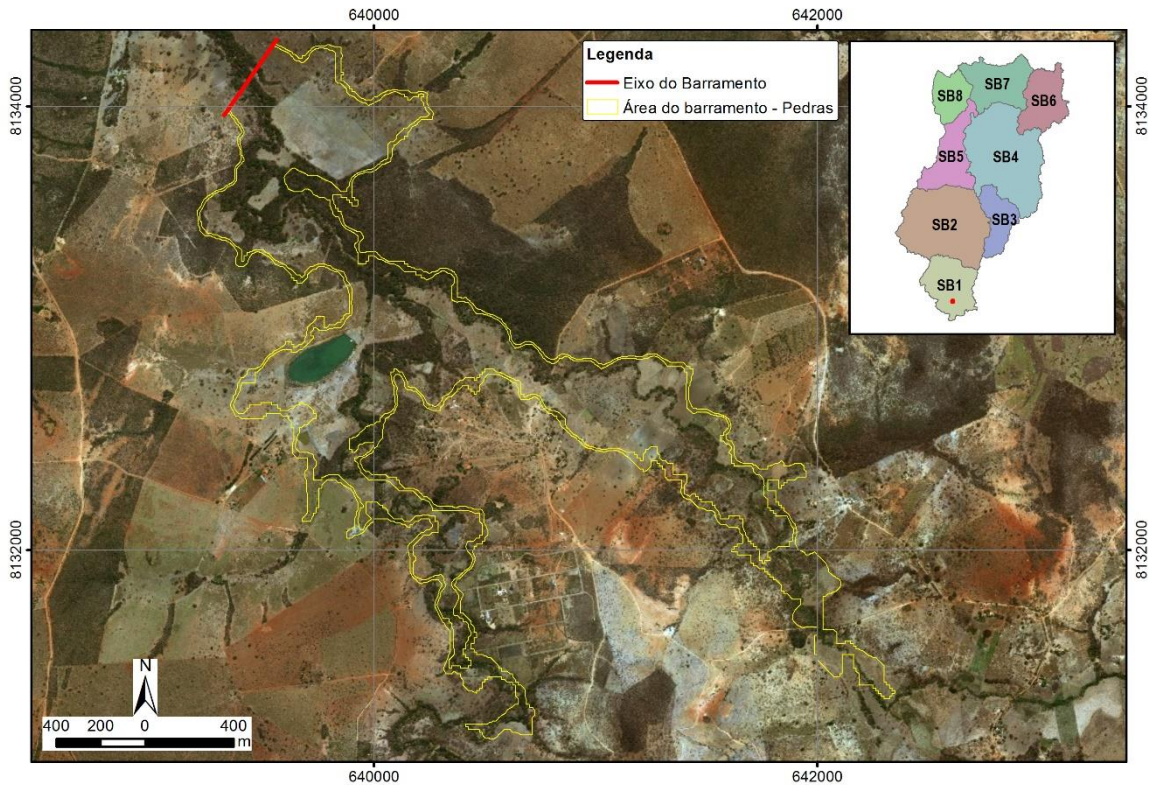
## Apêndice 4: Figuras dos reservatórios



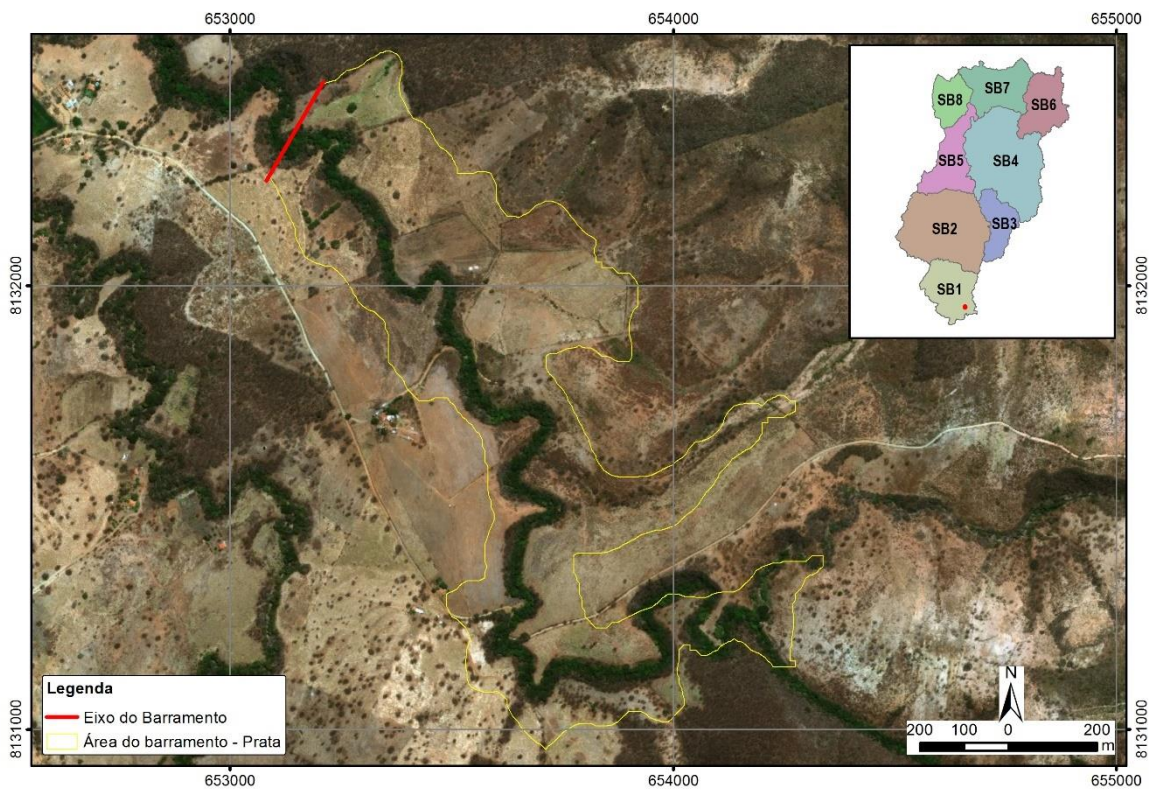
Reservatório Peixe



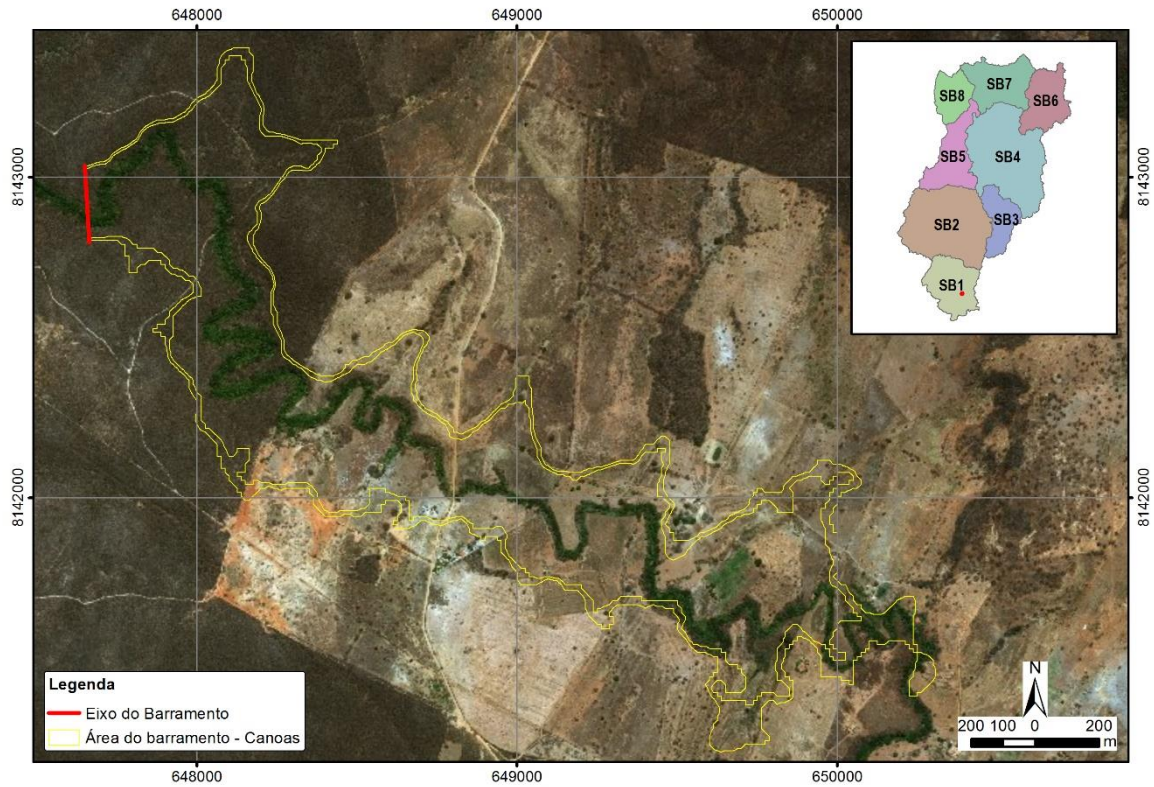
Reservatório Sítio



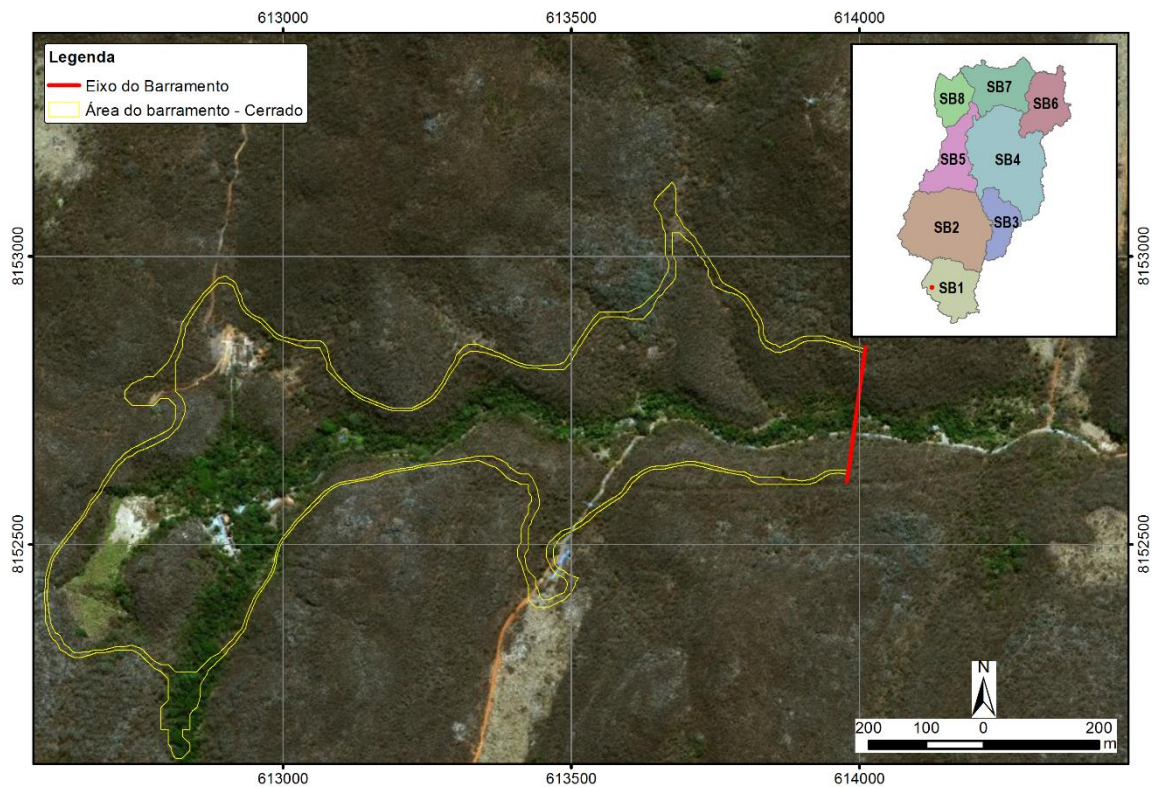
Reservatório Pedras



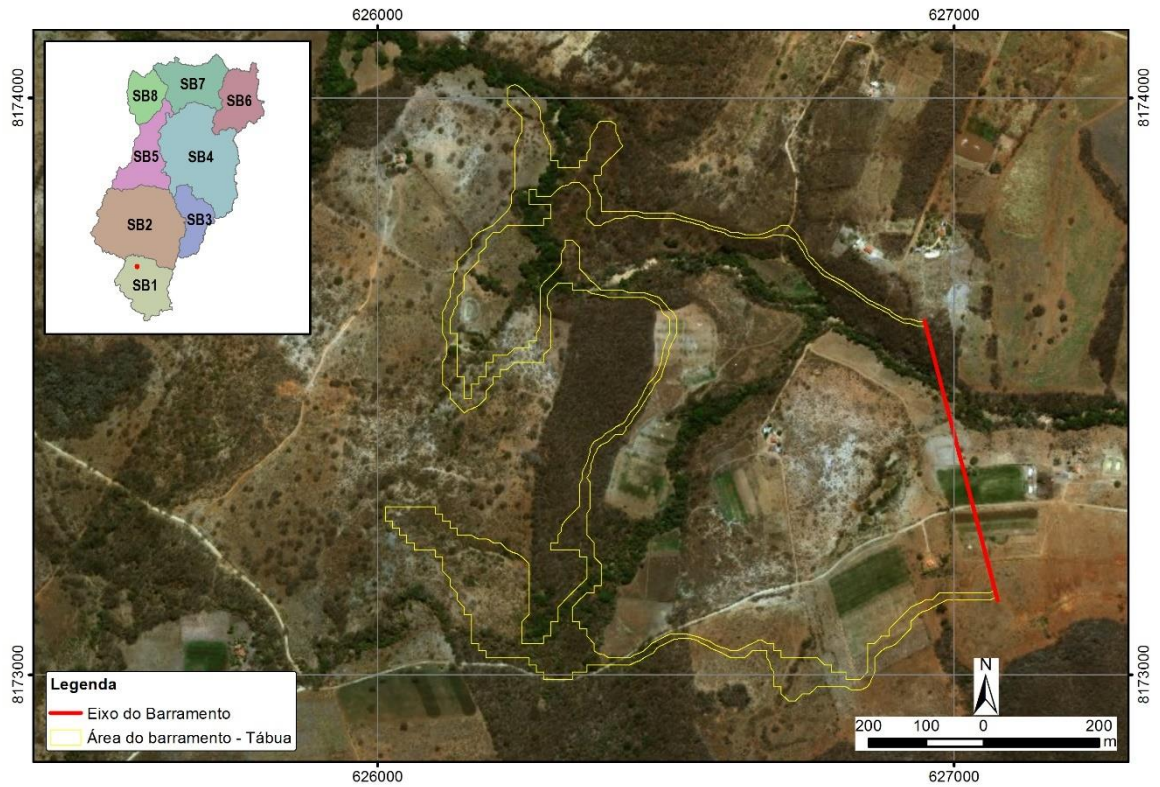
Reservatório Verde



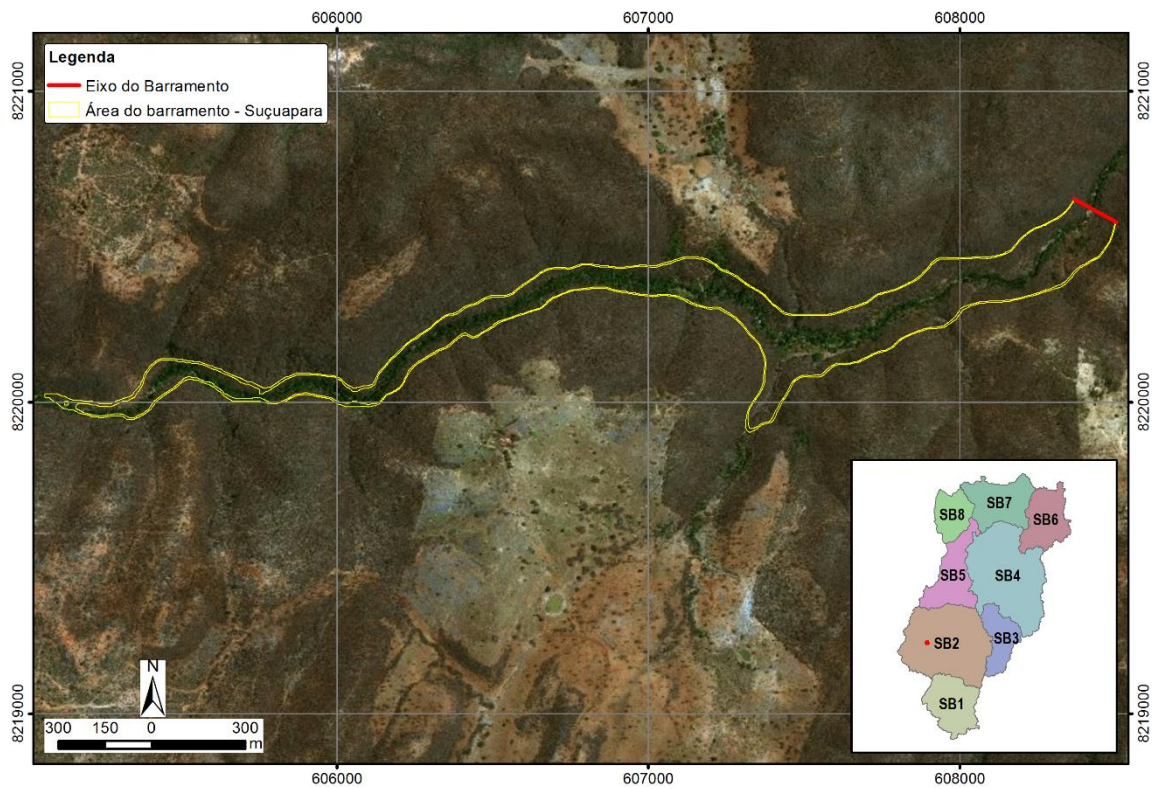
Reservatório Canoas



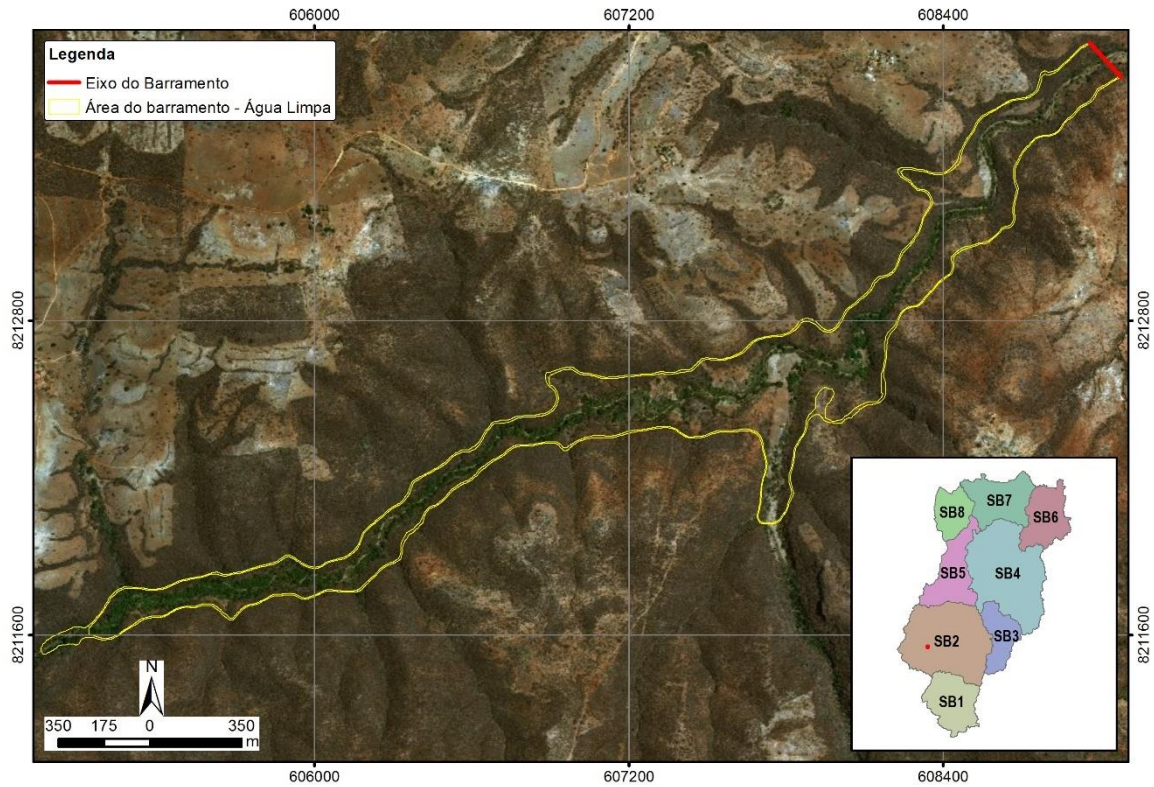
Reservatório Cerrado



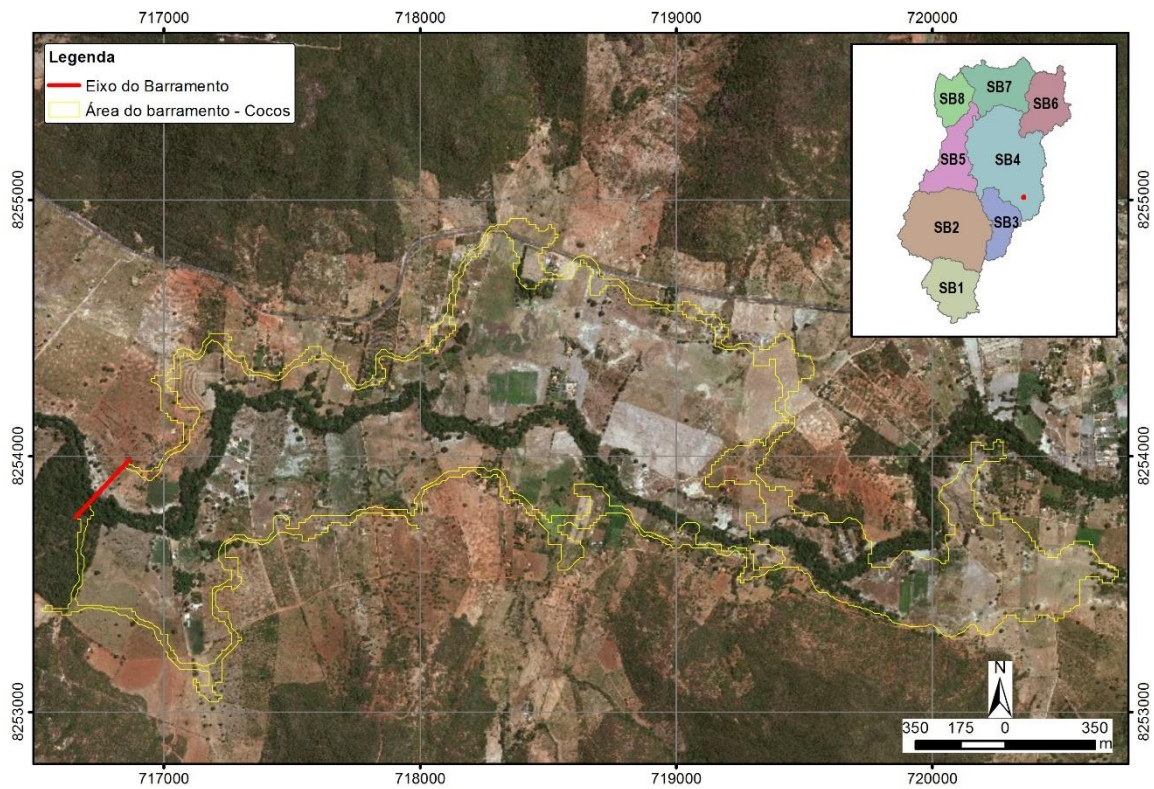
Reservatório Tábua



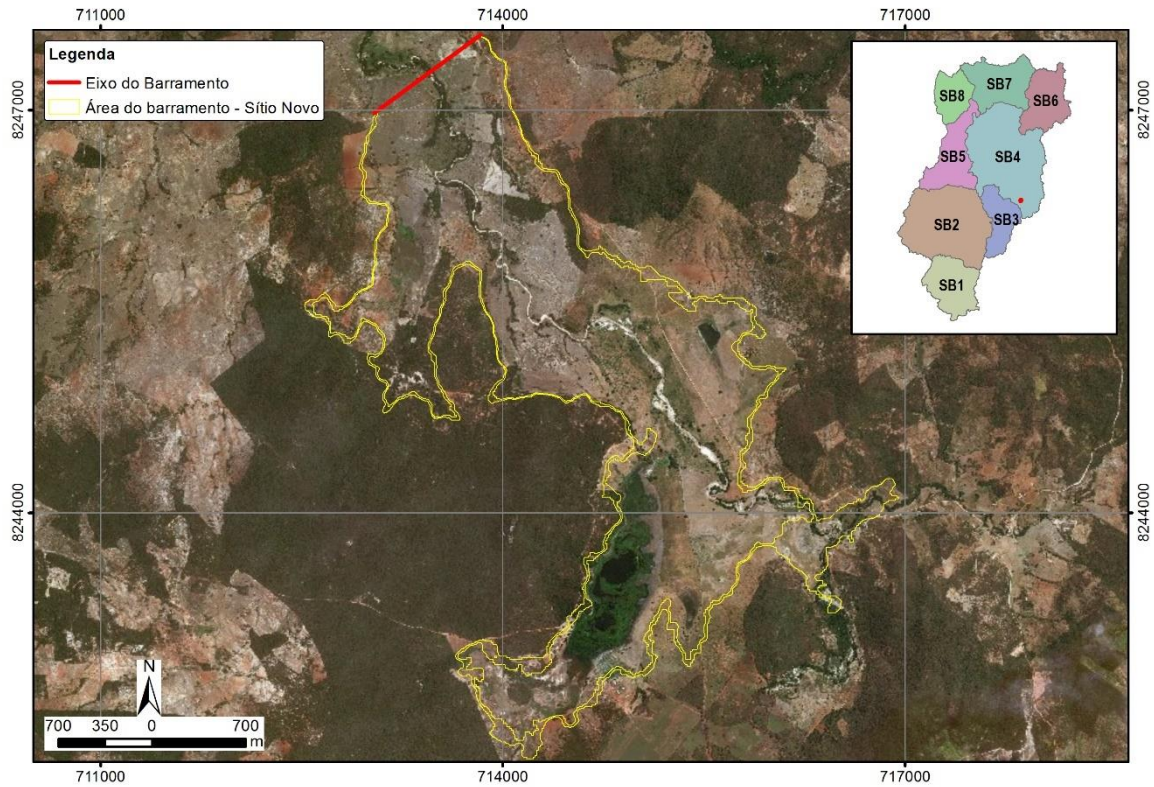
Reservatório Sucuapara



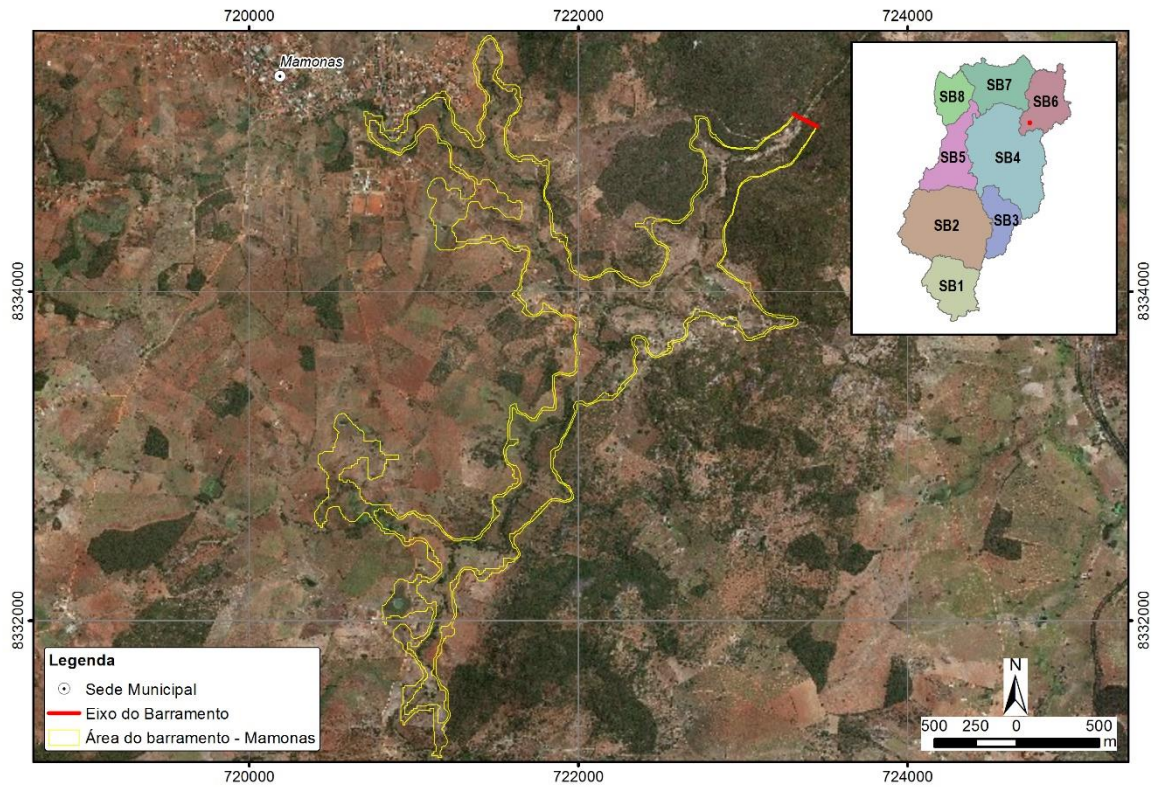
Reservatório Água Limpa



Reservatório Côcos





Reservatório Sítio Novo



Reservatório Mamonas



	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
	P3 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – BARRAGENS PROJETADAS	
ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE		

## Apêndice 5: Quadros Cota x Área x Volume dos Reservatórios.

### Reservatório: Peixe

Cota (m)	Área Alagada (ha)	Volume Acumulado (m <sup>3</sup> )
669	0	0
670	0,64	3.216
675	7,29	201.518
680	15,30	766.236
685	42,76	2.217.641
690	85,24	5.417.550
695	128,99	10.773.423
700	197,07	18.924.960

### Reservatório: Sítio

Cota (m)	Área Alagada (ha)	Volume Acumulado (m <sup>3</sup> )
658		0
660	0,21	2.079
665	104,59	2.622.064
670	178,32	9.694.797
675	262,84	20.723.800
680	354,40	36.154.902
685	438,43	55.975.588
690	605,01	82.061.372

### Reservatório: Pedras

Cota (m)	Área Alagada (ha)	Volume Acumulado (m <sup>3</sup> )
644		0
645	1,51	7.530
650	33,68	887.263
655	76,11	3.632.064
660	128,62	8.750.340
665	262,21	18.521.183

#### Reservatório: Prata

Cota (m)	Área Alagada (ha)	Volume Acumulado (m <sup>3</sup> )
689		0
690	4,65	23.236
695	40,55	1.153.133
700	94,87	4.538.516
705	182,31	11.467.806
710	263,04	22.601.357
715	364,85	38.298.532

#### Reservatório: Verde

Cota (m)	Área Alagada (ha)	Volume Acumulado (m <sup>3</sup> )
612		0
615	24,72	370.773
620	74,55	2.852.483
625	184,84	9.337.195
630	439,60	24.948.078
635	733,93	54.286.249

#### Reservatório: Canoas

Cota (m)	Área Alagada (ha)	Volume Acumulado (m <sup>3</sup> )
637		0
640	0,97	14.560
645	40,60	1.053.854
650	81,41	4.104.195
655	147,67	9.831.237

#### Reservatório: Cerrado

Cota (m)	Área Alagada (ha)	Volume Acumulado (m <sup>3</sup> )
653		0
655	0,06	566
660	5,50	139.526
665	14,90	649.634
670	22,06	1.573.584
675	42,27	3.181.703
680	51,83	5.534.087
685	62,53	8.393.048

#### Reservatório: Tábua

Cota (m)	Área Alagada (ha)	Volume Acumulado (m <sup>3</sup> )
638		0
640	0,96	9.614
645	14,37	392.868
650	25,44	1.388.084
655	34,99	2.898.887
660	47,75	4.967.396
665	57,94	7.609.681
670	76,91	10.980.929

#### Reservatório: Suçupara

Cota (m)	Área Alagada (ha)	Volume Acumulado (m <sup>3</sup> )
562		0
565	0,81	12.135
570	8,01	232.614
575	11,99	732.560
580	17,80	1.477.349
585	27,09	2.599.811
590	38,92	4.250.068
595	54,76	6.591.921
600	72,34	9.769.499
605	88,36	13.787.051

#### Reservatório: Água Limpa

Cota (m)	Área Alagada (ha)	Volume Acumulado (m <sup>3</sup> )
578		0
580	0,63	6.320
585	9,99	271.968
590	35,11	1.399.578
595	50,23	3.533.214
600	80,81	6.809.373
605	99,57	11.318.897
610	130,64	17.074.064

#### Reservatório: Cocos

Cota (m)	Área Alagada (ha)	Volume Acumulado (m <sup>3</sup> )
570		0
575	154,02	3.850.585
580	296,04	15.102.085

#### Reservatório: Sítio Novo

Cota (m)	Área Alagada (ha)	Volume Acumulado (m <sup>3</sup> )
551		0
555	220,16	4.403.118
560	471,81	21.702.186
565	922,71	56.565.141
570	1599,46	119.619.471
575	1620,25	200.112.366

#### Reservatório: Mamonas

Cota (m)	Área Alagada (ha)	Volume Acumulado (m <sup>3</sup> )
567		0
570	63,96	959.349
575	182,95	7.131.961
580	352,89	20.527.966
585	572,73	43.668.622

**Reservatório: São Domingos**

Cota (m)	Área Alagada (ha)	Volume Acumulado (m <sup>3</sup> )
551	9	0
553	25,00	340.000
555	47,00	1.060.000
557	73,00	2.260.000
559	104,00	4.030.000
561	131,00	6.380.000
563	162,00	9.310.000
565	202,00	12.950.000
567	240,00	17.370.000
569	277,00	22.540.000
571	318,00	28.490.000
573	363,00	35.300.000
575	418,00	43.110.000
577	468,00	51.970.000
579	544,00	62.090.000
581	618,00	73.710.000
583	681,00	86.700.000
585	780,00	101.310.000
587	961,00	118.720.000