

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 4:

## ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA: TRANSPOSIÇÕES PLANEJADAS

*Revisão 02*

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)**

P4 – Estudo de Oferta Hídrica – Transposições Planejadas

Revisão 02

Abril/2020



### Equipe Técnica responsável pela elaboração do P4:

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	

Revisão	Data	Descrição Breve	Autor	Supervisão	Aprovação
02	07/04/2020	Ajustes e correções após análise da ANA	HK	CB	SA
01	21/01/2020	Ajustes e correções após análise da Ag. Peixe Vivo	HK	CB	SA
00	08/01/2020	Entrega inicial	HK	CB	SA

**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)**

## P4 - Estudo de Oferta Hídrica – Transposições Planejadas

Elaborado por:  
Eng. Henrique B. Kotzian

Supervisionado por:  
Eng. Carlos R. Bortoli

Aprovado por:  
Eng. Sidnei G. Agra

Revisão:  
02

Finalidade:  
3



Data:  
07/04/2020

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



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




	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
	P4 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – TRANSPOSIÇÕES PLANEJADAS	
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 02 do **Produto 4: Estudo de Oferta Hídrica – Transposições Planejadas**, 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 ANA e da consequente incorporação de ajustes solicitados após análise da revisão 01 do presente produto.

Abril de 2020

Elaborado por: 	Nº da revisão: 02	Código do Documento: AGBPV_VRDGRANDE_EHID_P4_IOH_Transposições_REV02	4/92
---	----------------------	---	------

	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
	P4 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – TRANSPOSIÇÕES PLANEJADAS	
ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE		

## LISTA DE QUADROS



Quadro 4.1 - Sub-bacias da Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande .....	18
Quadro 6.1 - Principais Parâmetros de Dimensionamento do Bombeamento no Reservatório da Barragem Congonhas .....	36
Quadro 6.2 - Custos Estimados de Implantação do Sistema de Adução da Transposição Congonhas-Juramento.....	42
Quadro 6.3 - Cálculo de Valor Presente dos Custos da Transposição Congonhas-Juramento	46
Quadro 7.1 - Principais Parâmetros de Dimensionamento das Estações de Bombeamento da Transposição Jaíba .....	63
Quadro 7.2 - Principais Parâmetros de Dimensionamento das Tubulações da Transposição Jaíba .....	64
Quadro 7.3 - Principais Parâmetros de Dimensionamento dos Canais na transposição Jaíba .	64
Quadro 7.4 - Custos de Implantação das Estruturas Hidráulicas da Transposição Jaíba .....	65
Quadro 7.5 - Custos Anuais de Energia por Estação de Bombeamento.....	67
Quadro 7.6 - Cálculo de Valor Presente dos Custos da Transposição Jaíba .....	69
Quadro 8.1 - Custo Unitário da Água Transposta.....	75
Quadro 8.2 - Transposição Jaíba – Locais e Vazões de Lançamentos .....	77

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Organograma da Agência Peixe Vivo.....	11
Figura 2.2 – Organograma da Diretoria Executiva da Agência Peixe Vivo .....	11
Figura 2.3 – Organograma da Plenária do CBH Verde Grande .....	12
Figura 6.1 – Localização da barragem Congonhas e da transposição Congonhas-Juramento.	30
Figura 6.2 – Configuração da Transposição Congonhas-Juramento .....	34
Figura 6.3 – Alternativa Concebida para Transposição Congonhas-Juramento .....	38
Figura 6.4 – Perfil Longitudinal Parcial da Alternativa Concebida para Transposição Congonhas-Juramento.....	39
Figura 7.1 – Declaração Anual de Uso de Recursos Hídricos do Projeto Jaíba (2017).....	55
Figura 7.2 – Situação e Localização do Projeto Jaíba e suas Etapas de Implantação .....	58
Figura 7.3 – Seção Típica dos Canais Trapezoidais Dimensionados .....	63



## LISTA DE MAPAS

Mapa 4.1 – Divisão das Sub-bacias que compõem a Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande	19
Mapa 7.1 – Arranjo espacial da Transposição Jaíba .....	60

	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
	P4 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – TRANSPOSIÇÕES PLANEJADAS	
ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE		



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>CONTEXTUALIZAÇÃO</b>	<b>10</b>
2.1	Agência Peixe Vivo	10
2.2	Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande	12
2.3	Fonte de Financiamento do Projeto	12
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>14</b>
<b>4</b>	<b>INFORMAÇÕES BÁSICAS UTILIZADAS E FONTES CONSULTADAS</b>	<b>17</b>
4.1	A Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande e suas Sub-bacias	17
4.2	Informações Básicas Utilizadas e Fontes Consultadas	20
<b>5</b>	<b>METODOLOGIA GERAL ADOTADA</b>	<b>22</b>
<b>6</b>	<b>TRANSPOSIÇÃO CONGONHAS-JURAMENTO</b>	<b>25</b>
6.1	Material Consultado e Fontes de Informações	25
6.2	Metodologia Específica Adotada	27
6.3	Descrição e Caracterização Técnica da Transposição Congonhas-Juramento	29
6.4	Estimativa de Custos Atualizados	40
6.5	Questões Institucionais e Estratégicas	47
<b>7</b>	<b>TRANSPOSIÇÃO JAÍBA</b>	<b>51</b>
7.1	Material Consultado e Fontes de Informações	51
7.2	Metodologia Específica Adotada	52
7.3	Descrição e Caracterização Técnica da Transposição Jaíba	57
7.4	Estimativa de Custos Atualizados	65
7.5	Questões Institucionais e Estratégicas	71
<b>8</b>	<b>INDICADORES DE DESEMPENHO</b>	<b>75</b>
8.1	Custo da Água Transposta	75
8.2	Abrangência dos Benefícios da Transposição	75
8.3	Incremento Hídrico nos Pontos de Controle das Sub-Bacias	77
<b>9</b>	<b>CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>79</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>81</b>
	<b>APÊNDICES</b>	<b>83</b>

	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
	P4 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – TRANSPOSIÇÕES PLANEJADAS	
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
- CERTOH:** Certificado de Avaliação de Sustentabilidade da Obra Hídrica
- CEMIG:** Companhia de Eletricidade do Estado de Minas Gerais
- COPASA:** Companhia de Saneamento de Minas Gerais
- Codevasf:** Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba
- CTC:** Câmara Técnica Consultiva
- DAURH:** Declaração Anual de Uso de Recursos Hídricos
- DNOCS:** Departamento Nacional de Obras Contra as Secas
- FEAM:** Fundação Estadual do Meio Ambiente de Minas Gerais
- IBAMA:** Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
- IGAM:** Instituto Mineiro de Gestão das Águas
- IOH:** Incremento da Oferta Hídrica
- P:** Produto
- PTE:** Plano de Trabalho Específico
- PRH - Verde Grande:** Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande
- RIMA:** Relatório de Impacto Ambiental
- RTC:** *Radiometric Terrain Correction*
- SEMAD:** Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável
- SIG:** Sistemas de Informações Geográficas
- SRTM:** Shuttle Radar Topography Mission
- TE:** Tarifas de Energia
- TUSD:** Tarifas de Uso do Sistema de Distribuição
- WARM-GIS:** *Water Resources Management GIS Integrated Tools*

	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
	P4 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – TRANSPOSIÇÕES PLANEJADAS	
ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE		

## 1 INTRODUÇÃO


O Produto 4 (P4) apresenta os resultados da Atividade 6: Avaliação do Incremento de Oferta Hídrica (IOH) – Transposições de Vazões propostas no PRH - Verde Grande, 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 6, o conteúdo deste relatório contempla temas relacionados às:

- Informações básicas utilizadas e fontes consultadas;
- Metodologia adotada para a avaliação das duas transposições propostas no PRH – Verde Grande;
- Descrição das transposições, incluindo elementos técnicos, financeiros e institucionais;
- Configuração de indicadores de desempenho; e
- Conclusões e Recomendações Finais.

Assim, o P4 está estruturado em onze capítulos, incluindo esta introdução, as Referências Bibliográficas e os Apêndices. 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 6, 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, são apresentadas as informações básicas utilizadas e as fontes consultadas. A metodologia geral

Elaborado por: 	Nº da revisão: 02	Código do Documento: AGBPV_VRDGRANDE_EHID_P4_IOH_Transposições_REV02	8/92
---	----------------------	---	------


	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
	P4 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – TRANSPOSIÇÕES PLANEJADAS	
ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE		

utilizada para a elaboração dos estudos é apresentada no capítulo 5, sendo complementada, nos capítulos posteriores, conforme suas especificidades.



No capítulo 6 é apresentada uma descrição e avaliação da Transposição Congonhas-Juramento, enquanto no capítulo 7 é tratada a Transposição Jaíba. Nesses capítulos são descritas as respectivas transposições, bem como determinados os seus custos de implantação e operação. Também abordam questões institucionais e estratégicas associadas a esses empreendimentos.

No capítulo 8 são apresentados indicadores configurados para expressar o desempenho das transposições sob diversas óticas ou naturezas: técnica, financeira e institucional. 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.

No capítulo 9 são apresentadas as conclusões e considerações finais. Por fim, são apresentadas as referências bibliográficas e apêndice.

Elaborado por: 	N° da revisão: 02	Código do Documento: AGBPV_VRDGRANDE_EHID_P4_IOH_Transposições_REV02	9/92
---	----------------------	---	------



	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
	P4 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – TRANSPOSIÇÕES PLANEJADAS	
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.

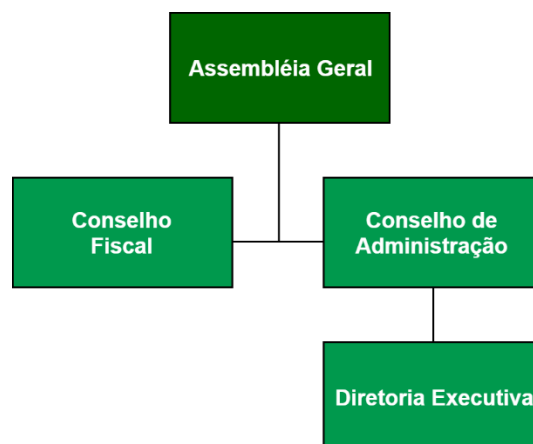
### 2.1 Agência Peixe Vivo

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).

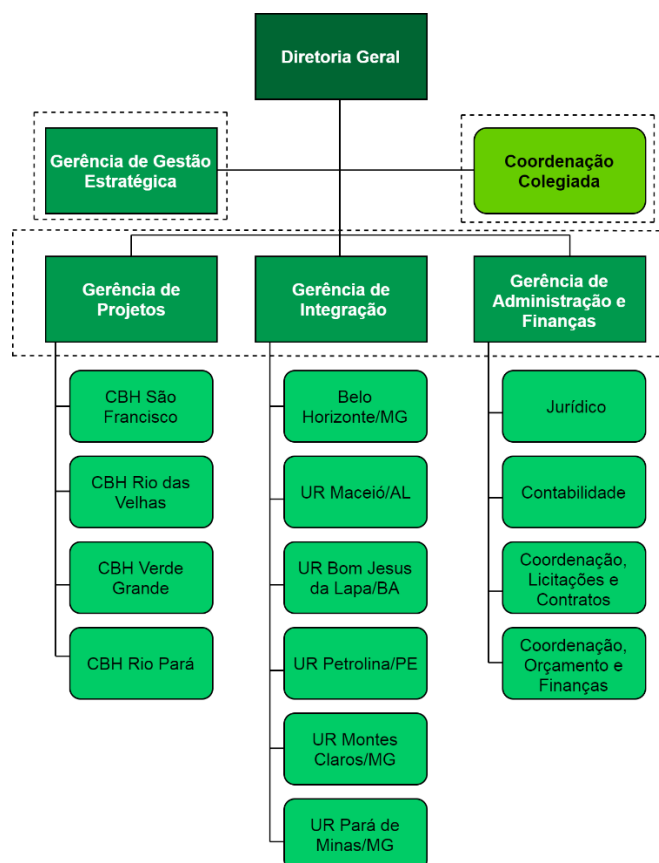
Com relação à estrutura da AGB Peixe Vivo, de acordo com a Figura 2.1, é composta por quatro setores a saber: (i) Assembleia Geral, órgão soberano da Agência Peixe Vivo, constituída por empresas usuárias de recursos hídricos e organizações da sociedade civil; (ii) Conselho Fiscal, órgão fiscalizador 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.

Elaborado por: 	Nº da revisão: 02	Código do Documento: AGBPV_VRDGRANDE_EHID_P4_IOH_Transposições_REV02	10/92
---	----------------------	---	-------



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

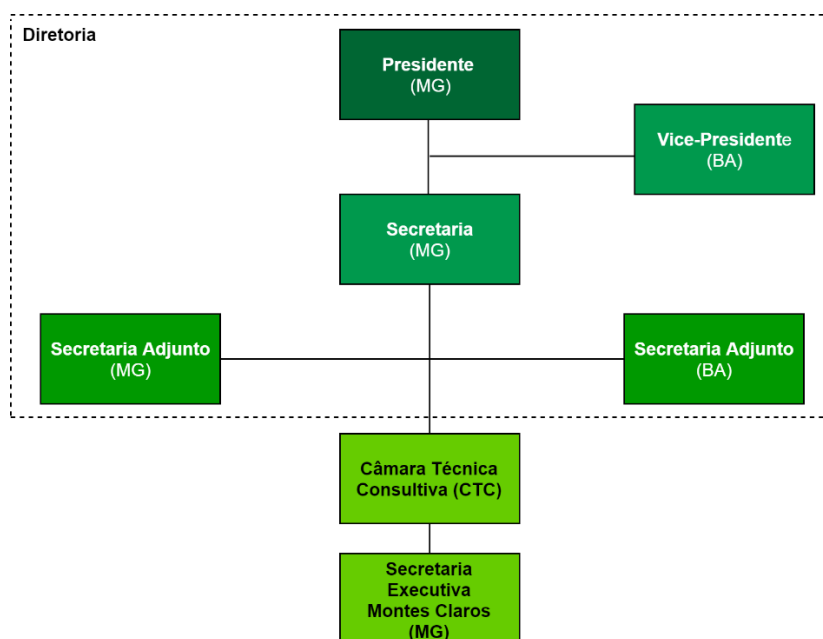
Complementarmente, a Figura 2.2 apresenta a estrutura da Diretoria Executiva da Agência Peixe Vivo.



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	
	P4 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – TRANSPOSIÇÕES PLANEJADAS	
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	
	P4 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – TRANSPOSIÇÕES PLANEJADAS	
ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE		

### 3 OBJETIVOS

O objetivo específico do P4 é apresentar o resultado da Atividade 6 do Plano de Trabalho, referente à Avaliação do Incremento de Oferta Hídrica (IOH) – Transposições de Vazões propostas no PRH - Verde Grande. Neste caso, refere-se aos estudos relativos às duas transposições propostas no Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande (ANA, 2013).

Conforme apresentado no PRH - Verde Grande, ainda que sejam implementados todos os 14 barramentos propostos, o incremento hídrico não seria suficiente para minimizar o *déficit* verificado na bacia, sendo fundamental a adoção de medidas adicionais. Essas medidas adicionais consistem nas infraestruturas de transposição de água, que aportam vazões de fontes externas à bacia.



O Plano propôs, inicialmente, a implementação de três projetos de transposição, dois deles utilizando o rio São Francisco como fonte de captação (Projeto Jaíba e Luiú) e o outro utilizando o rio Jequitinhonha (Projeto Congonhas). O escopo do presente estudo define, no horizonte de planejamento considerado, apenas duas dessas transposições (Jaíba e Congonhas), até porque a possibilidade de transposição de água para o Projeto Estreito IV, via Projeto Luiú, foi descartada no estudo de viabilidade específico, recentemente concluído pela Codevasf (2018).

A seguir, é apresentada uma breve descrição de cada sistema de transposição proposto no PRH - Verde Grande:

#### **Transposição Congonhas-Juramento**

O PRH - Verde Grande avaliou a possibilidade de adução de água para a bacia tendo como origem o rio Jequitinhonha, a partir da barragem de Congonhas (a ser construída). A transposição da barragem do rio Congonhas tem como finalidade incrementar a oferta hídrica, de modo a atender parte da demanda de abastecimento público de Montes Claros e alguns usos agrícolas.

A vazão total regularizada pela barragem de Congonhas será de 2,9 m<sup>3</sup>/s para atendimento das demandas projetadas para o ano 2025, assim divididas: 2,0 m<sup>3</sup>/s ao sistema adutor que realizará a transposição para a Bacia do Verde

	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
	P4 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – TRANSPOSIÇÕES PLANEJADAS	
ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE		

Grande, e cerca de 0,9 m<sup>3</sup>/s para atendimento das demandas hídricas rurais da Bacia do rio Jequitinhonha.


### Transposição Jaíba

O distrito de irrigação Jaíba encontra-se em operação desde 1975, sendo localizado entre as margens do rio São Francisco e as margens do rio Verde Grande. O projeto foi originalmente projetado com uma demanda unitária de 1,4 L/s/ha. No entanto, devido a uma revisão deste valor, reduzindo para patamares atuais mais eficientes no uso da água para irrigação, possibilitou a geração de um excedente hídrico da ordem de 4,5 m<sup>3</sup>/s, mantendo-se as áreas originalmente projetadas no perímetro do Jaíba. Esse excedente hídrico pode ser aduzidos para regiões do interior da bacia, ao longo do rio Verde Grande, incrementando a oferta hídrica. No PRH Verde Grande foram estudadas modulações de adução de água:



- Adução 1: do canal existente (CP-3) à cidade de Jaíba (vazão: 4,5 m<sup>3</sup>/s);
- Adução 2: de Jaíba à cidade de Verdelândia (vazão: 3,0 m<sup>3</sup>/s);
- Adução 3: de Verdelândia às proximidades de Janaúba (vazão: 1,5 m<sup>3</sup>/s).

Essas situações de adução são independentes e complementares entre si, seguindo a ordem numérica. O objetivo desta rede era destinar 1,5 m<sup>3</sup>/s em cada um dos pontos finais das aduções, ou seja, em Jaíba, Verdelândia e Janaúba. O relatório de prognóstico do Plano de Recursos Hídricos da bacia do rio Verde Grande descreve a infraestrutura prevista para o conjunto de aduções. É importante destacar que face ao relevo local se mostrar bastante aplainado, as situações de adução se mostraram possíveis e viáveis, mesmo a distâncias consideráveis.

Estudos recentes indicam ser importante reavaliar as estimativas propostas no PRH - Verde Grande, tendo em vista a situação do Rio São Francisco, no que se refere a sua disponibilidade hídrica. O estudo de viabilidade do Projeto Iuiú, que capta água no São Francisco, a exemplo do Projeto Jaíba, indicou redução nos níveis referenciais de água, frente ao recente período seco.

Elaborado por: 	N° da revisão: 02	Código do Documento: AGBPV_VRDGRANDE_EHID_P4_IOH_Transposições_REV02	15/92
---	----------------------	---	-------




	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
	P4 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – TRANSPOSIÇÕES PLANEJADAS	
ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE		



Na presente atividade (A6) é realizada, então, uma avaliação das referidas transposições, atualizando os principais dados, com vistas a configurar indicadores de desempenho. Tais indicadores serão, posteriormente (Atividade 8), considerados no âmbito do sistema de suporte à decisão, com vistas a seleção e hierarquização. Quanto à verificação do efetivo incremento hídrico na bacia, as transposições serão estudadas como pontos de lançamento de água, através do WARM-GIS. As simulações hidrológicas fornecerão os resultados em termos de incremento de oferta hídrica para cada situação e para o conjunto de intervenções previstas.

A exemplo da Atividade 5, que tratou da implantação de reservatórios de regularização, os indicadores de desempenho aqui configurados permitem estabelecer um cenário inicial de hierarquização entre as transposições. Cenário esse que será consistido e consolidado na Atividade 8 após dinâmica participativa com os atores estratégicos da bacia, implementado em Oficina específica. Por esta razão, o presente relatório finaliza com a apresentação dos indicadores de desempenho considerados, configurando apenas uma situação comparativa, a ser consolidada no curso do andamento dos trabalhos.

Em termos específicos, os objetivos da Atividade 6, apresentados neste relatório são os seguintes:

- Caracterização atualizada das transposições de vazões Congonhas-Juramento e Jaíba;
- Determinação dos custos de implantação e operação;
- Configuração das questões institucionais e operacionais associadas às transposições de vazões;
- Definição de indicadores de desempenho e configuração de cenário preliminar de comparação entre as transposições de vazões estudadas.

Elaborado por: 	Nº da revisão: 02	Código do Documento: AGBPV_VRDGRANDE_EHID_P4_IOH_Transposições_REV02	16/92
---	----------------------	---	-------

	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
	P4 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – TRANSPOSIÇÕES PLANEJADAS	
ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE		

## 4 INFORMAÇÕES BÁSICAS UTILIZADAS E FONTES CONSULTADAS

Neste capítulo, são apresentadas, inicialmente, informações gerais da Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande e, na sequência, informações básicas relativas às transposições de vazão Congonhas-Juramento e Jaíba, bem como indicadas as fontes de informações consultadas.


### 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 federal.

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.

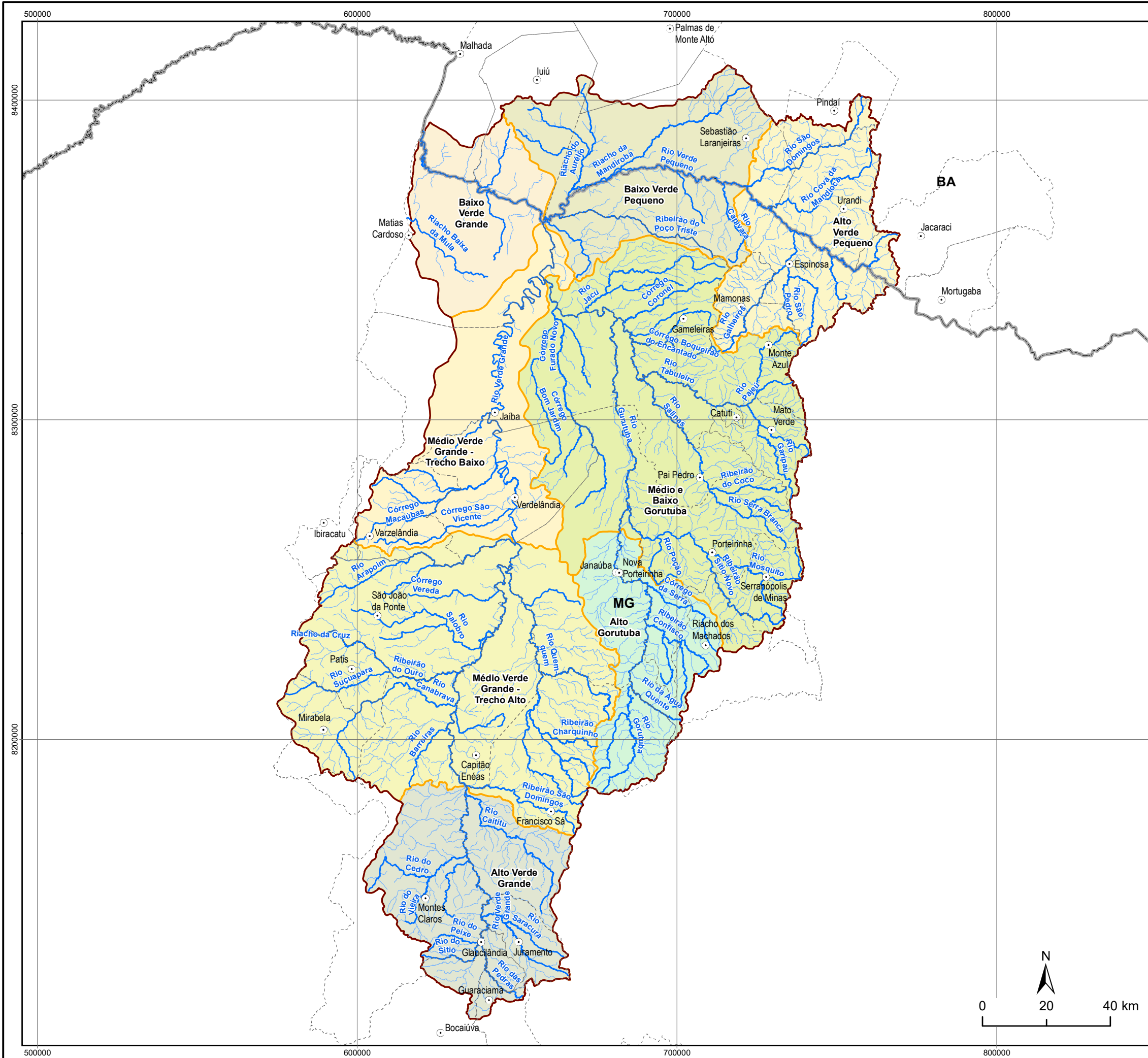
Elaborado por: 	N° da revisão: 02	Código do Documento: AGBPV_VRDGRANDE_EHID_P4_IOH_Transposições_REV02	17/92
---	----------------------	---	-------

	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
	P4 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – TRANSPOSIÇÕES PLANEJADAS	
ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE		

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

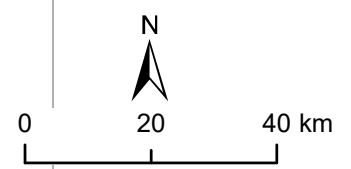
**Sistema de Coordenadas UTM**  
 Datum SIRGAS2000  
 Zona 23S  
 Escala: 1:1.200.000



**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)

P4 – Estudo de Oferta Hídrica – Transposições Planejadas

Execução técnica: **PROFILL**      Acompanhamento: **Comitê do Verde Grande**      Realização: **ANA** e **peixe vivo**



	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
	P4 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – TRANSPOSIÇÕES PLANEJADAS	
ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE		

## 4.2 Informações Básicas Utilizadas e Fontes Consultadas


O passo inicial para a avaliação do Incremento de Oferta Hídrica através das transposições de vazão consistiu na obtenção e geração das informações básicas. Neste sentido, foram considerados:

### Para ambas:



- Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Verde Grande (ANA, 2013);
- Marco Regulatório estabelecendo as novas condições de uso dos recursos hídricos no rio Verde Grande (Resolução Conjunta ANA/SEMAD-MG/IGAM-MG Nº 52/2018 e Notas Técnicas ANA nº 10/2018 e nº 36/2018).
- Estudo de Viabilidade e Consolidação do Anteprojeto do Projeto Iuiú (Codevasf-Ecoplan, 2018).
- RESOLUÇÃO HOMOLOGATÓRIA Nº 2.550 de 21 de maio de 2019, Tarifas de Energia – TE e Tarifas de Uso do Sistema de Distribuição – TUSD referentes à Companhia de Eletricidade do Estado de Minas Gerais – CEMIG.

### Para a Transposição Congonhas-Juramento:

- Projeto Executivo da Barragem Congonhas, Volume 1: Memorial Descritivo (DNOCS-Engesoft Engenharia e Consultoria Ltda, 2014).
- Documentação para Obtenção de Outorga de Uso de Água – Captação em Barramento com Regularização de Vazão – Barragem Congonhas, 572-DNS-SUS-RT-P033 (DNOCS-Engecorps, 2006).
- Estudo de Impacto Ambiental (EIA) da Barragem Congonhas (DNOCS-UMAH, 2007).
- Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) da Barragem Congonhas (DNOCS-UMAH, 2007).
- Plano de Controle Ambiental do Açude Público Congonhas (DNOCS-TECISAN, 2011).

Elaborado por: 	Nº da revisão: 02	Código do Documento: AGBPV_VRDGRANDE_EHID_P4_IOH_Transposições_REV02	20/92
---	----------------------	---	-------




	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
	P4 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – TRANSPOSIÇÕES PLANEJADAS	
ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE		



- Parecer SEMAD/SUPRAM, Licenciamento Ambiental Barragem Congonhas, 2015.
- Certificado de Avaliação de Sustentabilidade da Obra Hídrica – CERTOH, referente à Barragem de Congonhas – Processo N° 02501.002007/2007-25, através da Resolução nº 897/2016.
- Relato recebido por e-mail do eng. Marcus Rangel, DNOCS, em 28/11/2019.

Para a Transposição do Jaíba:

- Estudos Ambientais e Projeto Básico para o Prolongamento dos Canais CP-3, CS-19 e CS-21 do Projeto Jaíba – MG (Codevasf, 2005).
- Outorga de Direito de Uso de Água - Projeto Jaíba, Resolução ANA nº 0268/2017, de 09/02/2017.
- Base cartográfica gerada especificamente para este estudo (ALOS Palsar, com resolução espacial de 12,5 m, resultantes do projeto Radiometric Terrain Correction – RTC).
- Informações obtidas em contato com as gerências executivas dos Distritos de Irrigação DIJ e DIJ2.

Elaborado por: 	N° da revisão: 02	Código do Documento: AGBPV_VRDGRANDE_EHID_P4_IOH_Transposições_REV02	21/92
---	----------------------	---	-------



	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
	P4 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – TRANSPOSIÇÕES PLANEJADAS	
ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE		

## 5 METODOLOGIA GERAL ADOTADA

Embora ambos empreendimentos tratem de transposições de vazões, por suas origens distintas, apresentam significativas diferenças, que resultam na necessidade de abordagens metodológicas específicas.


Enquanto a Transposição Congonhas-Juramento, inserida no âmbito da Barragem Congonhas, de iniciativa do DNOCS, é uma questão estudada há mais de década, a Transposição Jaíba ainda se encontra em fase de estudo conceitual e de viabilidade, tendo sido inicialmente concebida no PRH Verde Grande (2013).



Com efeito, a Barragem Congonhas possui material técnico, como estudos ambientais (EIA, RIMA, PCA, Licenciamento Ambiental) e projeto de engenharia (Projeto Executivo), bem como outorga de uso da água (e estudo técnico de embasamento). Especificamente quanto à Transposição Congonhas-Juramento, as informações técnicas são mais restritas, embora existam de forma suficiente para a avaliação em questão.

No entanto, chama atenção a existência de alternativas estruturais à transposição, relativamente à concepção original de projeto, conforme referido pelo eng. Marcus Rangel do DNOCS.

Já no caso da Transposição do Projeto Jaíba, as informações disponíveis referem-se exclusivamente à proposição do PRH Verde Grande. E, nesse sentido, a abordagem metodológica foi baseada na realização de um estudo de concepção e pré-dimensionamento, com o objetivo de determinar os elementos dimensionais básicos e sua respectiva orçamentação. Também foram realizados contatos com o Distrito de Irrigação Jaíba – DIJ, através das gerências executivas (DIJ e DIJ2), para obter informações relativas às condições operacionais do sistema de adução de água até o ponto de captação da Transposição (canal CP-3).

Nesses contatos, também foram abordadas questões conceituais (verificada a capacidade do sistema adutor do Projeto Jaíba suportar a Transposição, sem comprometer os usos atuais e futuros projetados), além de questões relacionadas à viabilidade estrutural e operacional, bem como solicitadas informações relativas às tarifas de água praticadas no ponto de captação da Transposição.

Elaborado por: 	N° da revisão: 02	Código do Documento: AGBPV_VRDGRANDE_EHID_P4_IOH_Transposições_REV02	22/92
---	----------------------	---	-------

	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
	P4 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – TRANSPOSIÇÕES PLANEJADAS	
ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE		


A partir dessas informações, para ambas transposições, foi adotado o seguinte procedimento:



- Caracterizado o sistema de transposição e obtidos os principais elementos dimensionais;
- Estimados os custos de implantação;
- Estimados os custos de operação e manutenção, com destaque para o custo de energia, visto que ambas transposições necessitam de bombeamentos;
- Analisadas as existências de custos de obtenção da vazão transposta (cobrança de tarifa da água);
- Configurados indicadores de desempenho; e
- Levantadas questões estratégicas e institucionais associadas às transposições.

Reiteram-se as distintas particularidades que envolvem as duas transposições em questão, seja no seu estágio de estudo, seja na sua natureza estrutural e relativa à fonte de captação. Inobstante este fato, objetivou-se no presente estudo estabelecer uma base equânime de informações e dados que permitisse a avaliação comparativa entre as transposições.

Após determinadas essas questões, foram configurados indicadores de desempenho para cada transposição, de forma a possibilitar uma comparação entre elas, com vistas à futura hierarquização ou mesmo valoração em termos de viabilidade relativa. Esses indicadores possuem caráter relativo e destinam-se, exclusivamente, a permitir uma comparação entre as duas transposições, com vistas a subsidiar a Abordagem Conjunta das Soluções a ser realizada na Atividade 8.

As metodologias específicas, para cada transposição, são apresentadas nos capítulos 6 e 7, na sequência. Os indicadores de desempenho, por sua vez, são apresentados no capítulo 8.


Elaborado por: 	N° da revisão: 02	Código do Documento: AGBPV_VRDGRANDE_EHID_P4_IOH_Transposições_REV02	23/92
---	----------------------	---	-------



	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
	P4 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – TRANSPOSIÇÕES PLANEJADAS	
ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE		

Chama atenção, no que se refere às diferenças entre as transposições o fato que de embora estudada de forma mais detalhada, a Transposição Congonhas-Juramento não possui nenhuma iniciativa estrutural implementada. Em contrapartida, a Transposição Jaíba apresenta estudos apenas de caráter conceitual, mas conta com fonte de água (no ponto de captação) existente e em operação. Neste diverso contexto, é complexo tornar equilibrado o nível de informações entre as transposições, embora este tenha sido o esforço nesta atividade do Plano de Trabalho.

Importante destacar, também, que as duas transposições beneficiam a bacia do rio Verde Grande em setores geográficos e hidrográficos distintos, sendo possível antever sobreposição de seus benefícios. Enquanto a Transposição Congonhas-Juramento incrementará água na porção alta da bacia, a Transposição Jaíba distribuirá a maior parte dos seus benefícios ao longo do trecho médio-baixo do rio Verde Grande. Assim, não é de se esperar algum grau de competição ou concorrência entre as transposições, mas sim de complementariedade. Ainda neste aspecto, a Transposição Congonhas-Juramento, por beneficiar considerável contingente populacional com água para o abastecimento público, mostra-se em situação distinta da Transposição Jaíba.

Em termos de indicadores de desempenho (apresentados no capítulo 8), foram considerados os seguintes: custo da água transposta (em R\$/m<sup>3</sup>), abrangência espacial da transposição e incremento hídrico nos Pontos de Controle estabelecidos pelo Marco Regulatório (em termos percentuais).

Elaborado por: 	N° da revisão: 02	Código do Documento: AGBPV_VRDGRANDE_EHID_P4_IOH_Transposições_REV02	24/92
---	----------------------	---	-------

	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
	P4 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – TRANSPOSIÇÕES PLANEJADAS	
ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE		

## 6 TRANSPOSIÇÃO CONGONHAS-JURAMENTO

No presente capítulo apresenta-se uma descrição da Transposição Congonhas-Juramento, obtida a partir de informações originadas nas fontes e materiais consultados (item 6.1). A abordagem metodológica específica é indicada no item 6.2, buscando a determinação dos elementos dimensionais e de custos que permitam, posteriormente (capítulo 8) determinar indicadores comparativos de desempenho, com vistas à hierarquização entre as possibilidades de transposição ora estudadas (capítulo 9). No item 6.3 apresenta-se a concepção do sistema adutor proposto, bem como a sua descrição. Já no item 6.4 são calculados os custos envolvidos na implantação, operação e manutenção do sistema adutor. Por fim, no item 6.5 são apresentados comentários relativos às questões institucionais e estratégicas relacionadas ao empreendimento.

### 6.1 Material Consultado e Fontes de Informações


Inicialmente, foram identificadas fontes de informações relativas à Transposição Congonhas-Juramento. Visto que a transposição está diretamente associada a um empreendimento maior, Barragem Congonhas, da qual faz parte, as fontes consultadas referem-se à Barragem Congonhas.



A Barragem Congonhas é uma iniciativa do Departamento Nacional de Obras Contra Secas – DNOCS e foi procurada sua representação no Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande.

Em um primeiro contato, o Comitê informou (através da ex-representante do DNOCS, Maria Socorro Carvalho), que deveria ser contatado diretamente o DNOCS.

Na sequência, foi estabelecido contato com o eng. Marcus Rangel, que disponibilizou material relativo ao Projeto Executivo da Barragem Congonhas, no qual constam informações sobre a Transposição Congonhas-Juramento.

Na sequência, foi contatada representante local da Agência Peixe Viva em Montes Claros (Jannyne Amorim), que disponibilizou, eletronicamente, diversos


Elaborado por: 	N° da revisão: 02	Código do Documento: AGBPV_VRDGRANDE_EHID_P4_IOH_Transposições_REV02	25/92
---	----------------------	---	-------



	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
	P4 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – TRANSPOSIÇÕES PLANEJADAS	
ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE		

documentos relativos à Barragem Congonhas através do site da SEMAD, abrangendo o licenciamento ambiental e a outorga de uso da água.

Assim, a relação básica de documentos consultados é apresentada na sequência:

- Projeto Executivo da Barragem Congonhas, Volume 1: Memorial Descritivo, DNOCS-Engesoft Engenharia e Consultoria Ltda, 2014.
- Documentação para Obtenção de Outorga de Uso de Água – Captação em Barramento com Regularização de Vazão – Barragem Congonhas, 572-DNS-SUS-RT-P033, DNOCS-Engecorps, 2006.
- Estudo de Impacto Ambiental (EIA) da Barragem Congonhas, DNOCS-UMAH, 2007.
- Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) da Barragem Congonhas, DNOCS-UMAH, 2007.
- Plano de Controle Ambiental do Açude Público Congonhas, DNOCS-TECISAN, 2011.
- Parecer SEMAD/SUPRAM, Licenciamento Ambiental Barragem Congonhas, 2015.
- Certificado de Avaliação de Sustentabilidade da Obra Hídrica – CERTOH, referente à Barragem de Congonhas – Processo N° 02501.002007/2007-25, através da Resolução ANA n° 897/2016.
- Relato recebido por e-mail do eng. Marcus Rangel, DNOCS, em 28/11/2019.

Elaborado por: 	N° da revisão: 02	Código do Documento: AGBPV_VRDGRANDE_EHID_P4_IOH_Transposições_REV02	26/92
---	----------------------	---	-------

	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
	P4 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – TRANSPOSIÇÕES PLANEJADAS	
ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE		

## 6.2 Metodologia Específica Adotada

Inicialmente, após a obtenção do material referido no item anterior, foi realizada uma leitura crítica da documentação, com vistas a se obter as informações necessárias à presente avaliação.


Basicamente, objetivou-se obter uma descrição detalhada da Transposição Congonhas-Juramento, com informações relativas às principais estruturas envolvidas, suas dimensões, bem como aos procedimentos operacionais a serem adotados para viabilizar a transposição.

Inicialmente, é importante destacar que o projeto da barragem Congonhas, sofreu, ao longo do tempo, ajustes dimensionais. No estágio atual, conforme o Projeto Executivo (revisão de fev/2014, Engesoft) o volume acumulado é de 580 Hm<sup>3</sup>. Importante comentar que esse ajuste no volume acumulado não alterou a vazão a ser extraída do reservatório para fins da transposição.



Os dados mais detalhados da transposição Congonhas-Juramento são referentes ao CERTOH e baseados em informações anteriores à referida revisão da barragem. Conforme informações do DNOCS o estudo da melhor alternativa de transposição necessita, ainda, ser licitado e desenvolvido, visto haver alternativas viáveis em aberto.

Em decorrência desta situação, no presente estudo foram consideradas, para a barragem Congonhas as informações da revisão do Projeto Executivo (fev/2014). Para a transposição Congonhas-Juramento, foram consideradas informações do CERTOH (2016), do estudo para obtenção de outorga (2006), bem como o relato atual do DNOCS quanto a alternativa prevista.

Assim, é importante entender que há significativa diferença no grau de definição e detalhamento entre a barragem e a transposição. Enquanto para a primeira já existe projeto executivo consolidado, para a transposição ainda persistem dúvidas conceituais e técnicas, o que condiciona sobremaneira os resultados apresentados no presente estudo.

Elaborado por: 	N° da revisão: 02	Código do Documento: AGBPV_VRDGRANDE_EHID_P4_IOH_Transposições_REV02	27/92
---	----------------------	---	-------



	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
	P4 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – TRANSPOSIÇÕES PLANEJADAS	
ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE		


A alternativa para a transposição Congonhas-Juramento substitui o túnel originalmente previsto para travessia da Serra do Espinhaço por um maior bombeamento. Ou seja, a alternativa consiste em substituir um custo considerável com a implantação do túnel, por custo operacional resultante de uma maior altura de bombeamento. Essa alternativa foi analisada no âmbito da presente análise e os valores comparativos disponibilizados para auxiliar na tomada de decisão.



Analisando a documentação disponível, verificam-se algumas incongruências entre as informações. Nesses casos, foi considerada sempre a mais atualizada, entendendo-se que ainda persistem algumas definições em aberto, notadamente quanto à transposição. Assim, ressalta-se que a presente avaliação considera os dados disponibilizados conforme descrito no item anterior (6.1).

Obtidas essas informações básicas, foi descrita e caracterizada tecnicamente a Transposição Congonhas-Juramento (item 6.3), no estágio em que o assunto se encontra e com as limitações naturais quanto a um projeto ainda em estudo.

Os custos de implantação foram atualizados financeiramente a partir dos valores indicados nos estudos e projetos existentes, sendo que para alternativa foram estimados com base em valores referenciais (os mesmos utilizados para a estimativa de custos da Transposição Jaíba). Também foram calculados os custos operacionais, com destaque para o de energia, para as duas alternativas. Para tanto, foram utilizados, como referência, os custos unitários atuais de energia e regras operacionais pré-determinadas. Os cálculos e resultados são apresentados no item 6.4.

Por fim, no item 6.5, foram indicadas questões de caráter estratégico e institucionais relacionadas à implantação e operação da transposição, resultantes da análise crítica dos elementos disponibilizados e calculados, bem como das informações obtidas com atores estratégicos locais (DNOCS, por exemplo) e da própria experiência dos técnicos da PROFILL com situações similares em empreendimentos de natureza semelhante.

Elaborado por: 	N° da revisão: 02	Código do Documento: AGBPV_VRDGRANDE_EHID_P4_IOH_Transposições_REV02	28/92
---	----------------------	---	-------

	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
	P4 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – TRANSPOSIÇÕES PLANEJADAS	
ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE		


### 6.3 Descrição e Caracterização Técnica da Transposição Congonhas-Juramento



Inicialmente, é descrita a barragem Congonhas, conforme a revisão do Projeto Executivo (fev/2014), para, na sequência, descrever a Transposição Congonhas-Juramento, no estágio em que esse assunto se encontra.

O objetivo principal do empreendimento (Barragem de Congonhas e transposição de águas para a Bacia do Verde Grande – Barragem Saracura) é o abastecimento da população da região de Montes Claros, no Estado de Minas Gerais. O empreendimento consistirá na construção da Barragem de Congonhas e posterior sistema de bombeamento e adução de água desse reservatório às Barragens de Saracura e Juramento, na Bacia do rio Verde Grande. Embora destinada prioritariamente para o abastecimento público, as águas transpostas contribuirão, diretamente, para o aumento da oferta hídrica ao longo do Verde Grande, a jusante da cidade de Montes Claros, minimizando os intensos conflitos existentes entre diversos setores de usuários de água da bacia do rio Verde Grande. Essa contribuição resultará do retorno da água de abastecimento transposta (através do esgotamento sanitário e, portanto, após seu uso pela população) à rede hidrográfica a jusante da cidade e, em termos, volumétricos, pode-se considerar uma quantidade de retorno equivalente a 80% do valor da vazão de abastecimento. Importante salientar que o esgotamento sanitário deve pressupor o devido tratamento dos efluentes, antes do seu lançamento na rede hidrográfica.

O empreendimento consiste na construção de um barramento para formação de reservatório, no rio Congonhas, afluente pela margem esquerda do rio Itacambiruçu, contribuinte do rio Jequitinhonha, em áreas dos municípios mineiros de Grão Mogol e Itacambira.

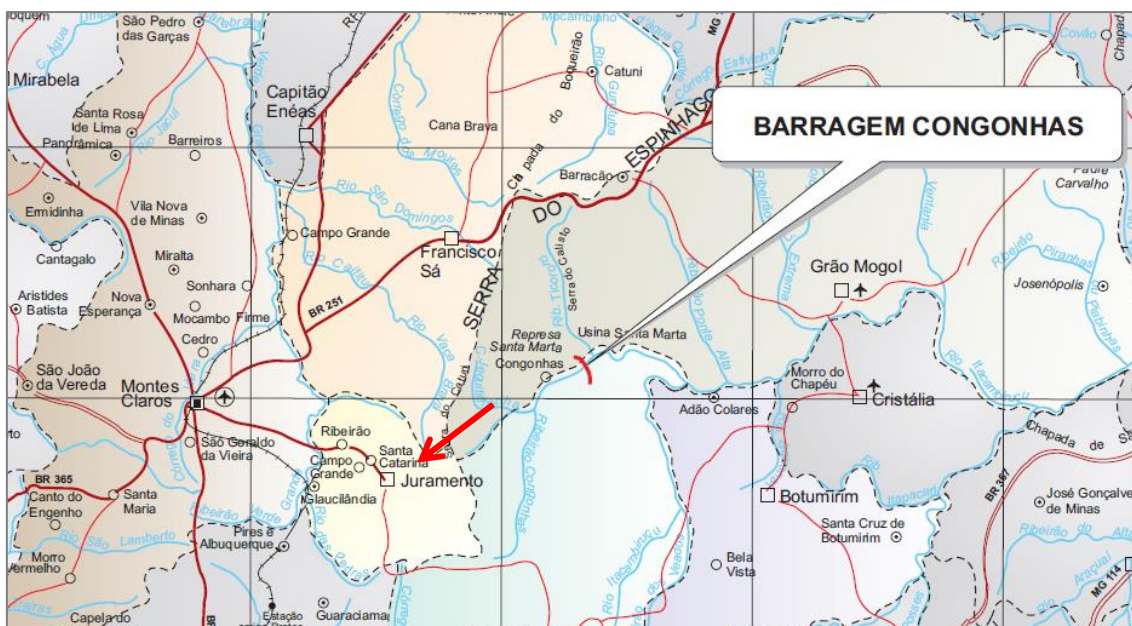
O DNOCS é o atual responsável pelo empreendimento até que seja concluído na sua totalidade. Após a construção e incorporação do sistema adutor de água bruta do reservatório de Congonhas às Barragens de Saracura e Juramento, na Bacia do rio Verde Grande, a COPASA deverá assumir a responsabilidade técnica

Elaborado por: 	N° da revisão: 02	Código do Documento: AGBPV_VRDGRANDE_EHID_P4_IOH_Transposições_REV02	29/92
---	----------------------	---	-------

	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
	P4 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – TRANSPOSIÇÕES PLANEJADAS	
ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE		

pela operação e manutenção da infraestrutura integrada da Barragem de Congonhas e o Sistema de Adução Congonhas/Rio Verde Grande.

A Figura 6.1 apresenta a localização da barragem Congonhas e da transposição Congonhas-Juramento.



Fonte: Revisão do Projeto Executivo da Barragem Congonhas, 2014

Figura 6.1 – Localização da barragem Congonhas e da transposição Congonhas-Juramento

Conforme a revisão do Projeto Executivo (Engesoft, 2014), as principais características da barragem Congonhas são:

- Bacia de contribuição: 577 km<sup>2</sup>
- Volume acumulado no reservatório (cota 926 m): 574,5 Hm<sup>3</sup>
- Volume morto (abaixo da cota 095 m): 103,8 Hm<sup>3</sup>
- Área alagada (cota 926 m): 3.560 ha
- Vazão regularizada (99%): 6,00 m<sup>3</sup>/s
- Volume afluente médio anual: 201,2 Hm<sup>3</sup>
- Maciço principal:
  - Materiais: Terra, Enrocamento e Concreto Compactado a Rolo (CCR);
  - Cota Coroamento: 940 m;

Elaborado por:





Nº da revisão:

02

Código do Documento:

AGBPV\_VRDGRANDE\_EHID\_P4\_IOH\_Transposições\_REV02

30/92

	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
	P4 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – TRANSPOSIÇÕES PLANEJADAS	
ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE		


- Altura máxima: 64,5 m;
- Extensão total: 1.127 m.



Com relação à regularização do reservatório, cabe ressaltar que a ANA, em 2016, ao emitir o Certificado de Avaliação de Sustentabilidade da Obra Hídrica - CERTOH (Resolução ANA nº 897/2016), apontou a vazão de 3,65 m<sup>3</sup>/s para garantia de 100%. Embora a diferença de valores e garantias, entende-se que para fins da transposição a vazão mantém-se inalterada (2,9 m<sup>3</sup>/s), conforme revisão de projeto da Engesoft (2014).

Assim, as informações relativas à transposição Congonhas-Juramento baseiam-se, principalmente, no Certificado de Avaliação de Sustentabilidade da Obra Hídrica – CERTOH, referente à Barragem de Congonhas – Processo N° 02501.002007/2007-25, através da Resolução ANA nº 897/2016, cujo requerente é o Departamento Nacional de Obras Contra as Secas – DNOCS e na Documentação para Obtenção de Outorga de Uso de Água – Captação em Barramento com Regularização de Vazão – Barragem Congonhas, 572-DNS-SUS-RT-P033, DNOCS-Engecorps, 2006. Complementarmente, face à alternativa atualmente considerada pelo DNOCS, também foram consideradas as informações obtidas diretamente através de mensagens eletrônicas.

Associado à barragem Congonhas, foi concebido e projetado um sistema adutor com capacidade para 2,0 m<sup>3</sup>/s de água bruta, a partir de captação no reservatório a ser formado, com entrega da vazão aduzida no rio Saracura, a montante da barragem de Juramento, no rio Juramento, em uma pequena barragem já existente e operada pela COPASA.

Em que pese a vazão regularizada de 6,00 m<sup>3</sup>/s pela barragem Congonhas (com garantia de 99%) informados na revisão de 2014, a vazão total considerada nos estudos da transposição é de 2,907 m<sup>3</sup>/s atendendo às demandas projetadas para o ano 2025, assim divididas: 2,0 m<sup>3</sup>/s para a transposição para o rio Juramento e 0,907 m<sup>3</sup>/s para as demandas hídricas rurais da bacia do rio Jequitinhonha. Entende-se que, mesmo que o reservatório tenha capacidade de regularização

Elaborado por: 	N° da revisão: 02	Código do Documento: AGBPV_VRDGRANDE_EHID_P4_IOH_Transposições_REV02	31/92
---	----------------------	---	-------

	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
	P4 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – TRANSPOSIÇÕES PLANEJADAS	
ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE		


superior à extração de água referida, a parcela da transposição deve ser mantida visando atender à demanda projetada.

Com relação ao sistema de transposição de água bruta do reservatório de Congonhas para Montes Claros, conforme os estudos anteriormente citados, está prevista uma captação de água no reservatório de Congonhas, junto à margem esquerda, a jusante do braço formado pelo córrego do Salto, sendo um canal de chamada escavado até a cota 898 m.



Esse sistema de captação foi dimensionado para uma vazão de 2,5 m<sup>3</sup>/s, por meio de seis unidades de bombeamento, operando 20 h/dia, de forma a garantir as demandas requeridas de 2,0 m<sup>3</sup>/s. A partir desse ponto, as vazões são conduzidas por gravidade, em canal revestido por uma camada de concreto e geomembrana, por 9,4 km, até um reservatório intermediário, que alimentará um túnel de adução, com 5,7 km de extensão, que desaguará no reservatório de Saracura, afluente do rio Juramento. Essa é a alternativa projetada, mas conforme já comentado anteriormente, atualmente o DNOCS estuda outra possibilidade de transposição (descrita mais adiante neste item).

Na concepção operacional-institucional idealizada, o DNOCS tem o compromisso de implantar a barragem, bem como a transposição, e realizar a operação e manutenção desse sistema nos primeiros anos, até que o empreendimento seja transferido para a COPASA. Nesse sentido, a COPASA assumirá, futuramente, a operação e manutenção da infraestrutura integrada constituída pela da barragem Congonhas e pelo sistema de transposição Congonhas-Juramento, suportando os custos decorrentes destes procedimentos. Vale ressaltar, que a COPASA é responsável pelos serviços de água e esgoto sanitário municipal para Montes Claros, conforme contrato de concessão vigente.

O projeto prevê a instalação de instrumentos de controle hidráulico, como registradores de nível do reservatório e das vazões afluentes e efluentes, válvula dispersora, sistema de adução (transposição), além de mecanismo de descarga para garantir a vazão mínima a ser mantida a jusante da barragem.

Elaborado por: 	N° da revisão: 02	Código do Documento: AGBPV_VRDGRANDE_EHID_P4_IOH_Transposições_REV02	32/92
---	----------------------	---	-------



	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
	P4 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – TRANSPOSIÇÕES PLANEJADAS	
ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE		

Para acompanhar a qualidade de água do reservatório deverá ser implementado um Programa de Monitoramento Liminológico. A responsabilidade pelo desenvolvimento dessas atividades é do DNOCS e serão iniciadas com antecedência de um ano do enchimento do reservatório e prosseguirão ao longo do período de operação da barragem de Congonhas.


Conforme o DNOCS, o empreendimento deverá ser implantado em duas etapas, sendo a primeira relativa à construção da barragem e a segunda do sistema de transposição. Os custos de operação e manutenção, inclusive da barragem, deverão ser arcados com as receitas provenientes da tarifação dos serviços de abastecimento de água.

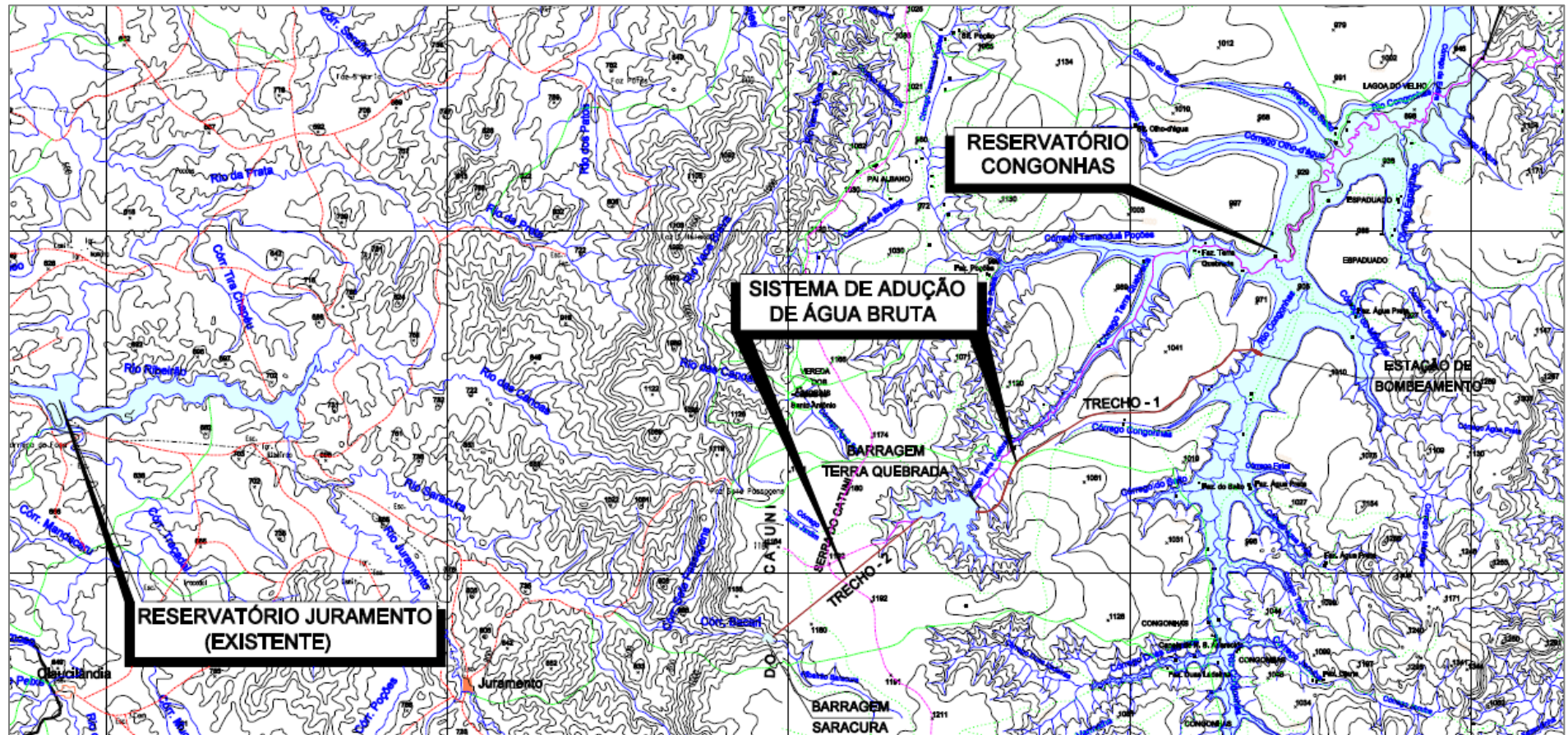
Os resultados dos estudos realizados para emissão da outorga de direito de uso de recursos hídricos atestam a disponibilidade hídrica dos volumes de água para o empreendimento.

Quanto ao aspecto qualidade da água, as águas do rio Congonhas são compatíveis à finalidade de abastecimento humano, encontrando-se, em geral, na Classe II da Resolução N° 357/2005 do CONAMA.

Relativamente à transposição, as informações mais detalhadas referem-se aos estudos desenvolvidos em 2006 (DNOCS-Engecorps) e em 2009 (CERTOH-ANA). Pelas datas, pode-se observar que são estudos que consideram a Barragem Congonhas ainda em sua configuração anterior à atual (válida). Este é um aspecto importante a ser considerado e que corrobora com os comentários do DNOCS sobre a necessidade de atualização do projeto da transposição (inclusive considerando nova alternativa conceitual-estrutural). Também é importante ressaltar que a redução de volume não altera a capacidade de regularização do reservatório relativamente à vazão a ser transposta, mas altera, isso sim, o nível de água da captação (reduzido em cerca de 9 m).

Com base nos dois estudos citados, a transposição Congonhas-Juramento apresenta a configuração indicada na Figura 6.2.



Elaborado por: 	N° da revisão: 02	Código do Documento: AGBPV_VRDGRANDE_EHID_P4_IOH_Transposições_REV02	33/92
---	----------------------	---	-------



Fonte: Documentação para Obtenção de Outorga de Uso de Água –Barragem Congonhas, 572-DNS-SUS-RT-P033, DNOCS-Engecorps, 2006

Figura 6.2 – Configuração da Transposição Congonhas-Juramento



	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
	P4 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – TRANSPOSIÇÕES PLANEJADAS	
ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE		

Em termos esquemáticos, a transposição pode ser representada da seguinte forma: reservatório da Barragem Congonhas → estação de bombeamento localizada na margem do reservatório → primeiro trecho de adução → barragem Terra Quebrada → segundo trecho de adução, no qual está previsto um túnel (cruzando o divisor de águas entre as bacias do Jequitinhonha e Verde Grande) → barragem Saracura → calha do riacho Bacari e posteriormente rio Saracura → reservatório da barragem Juramento.


Em termos mais detalhados, a alternativa de transposição proposta no referido estudo é descrita a seguir:

*O sistema concebido e selecionado prevê a captação de águas no futuro reservatório junto à margem esquerda a jusante do braço formado pelo córrego do Salto, sendo o canal de chamada escavado até a cota 898,0 m.*

*O sistema de captação foi dimensionado para uma vazão de 2,5 m<sup>3</sup>/s, sendo previstas 6 (seis) unidades de bombeamento (cinco operando e uma de reserva). Tal vazão resulta da operação em 20 h/dia, de forma a garantir as demandas requeridas de 2,0 m<sup>3</sup>/s. O conduto forçado foi previsto em aço com diâmetro de 1,0 m e comprimento de 631 m até a elevação 1.000 m.*

*Após este ponto, as vazões são conduzidas por gravidade em canal de seção trapezoidal (taludes 1,0V:1,0H) com largura de base de 1,80 m e altura de 1,37 m. O canal será revestido com geomembrana de PEAD (e=1mm) e camada de concreto (e=7cm) em uma extensão de 9,54 km, até um reservatório intermediário (Barragem Terra Quebrada), a partir do qual se dá a alimentação do túnel de adução.*

*O túnel apresenta seção arco-retângulo de 3,0 m de altura com declividade de 0,3% e extensão de 5,7 km, desaguando em um pequeno reservatório criado com o barramento do ribeirão Saracura. Tanto o reservatório intermediário (Barragem Terra Quebrada) como o de chegada no ribeirão Saracura, estarão associados a barramentos de concreto compactado a rolo com alturas aproximadas de 10,0 m.*

Elaborado por: 	Nº da revisão: 02	Código do Documento: AGBPV_VRDGRANDE_EHID_P4_IOH_Transposições_REV02	35/92
---	----------------------	---	-------

*Para a adequada implantação das obras estão previstos também aterros de enrocamento, pontes/passarelas de acesso, blocos de ancoragem e de dissipação de energia, entre outros. O desamboque do túnel conduz as águas até o ribeirão Saracura, afluente direto da margem direita do riacho Juramento. Neste ribeirão prevê-se a implantação de barragem de CCR com cerca de 10,0 m de altura, possibilitando a formação de reservatório de acumulação e tranquilização das águas.*

Ainda, conforme o referido estudo, no Quadro 6.1 são apresentados os principais parâmetros de dimensionamento do sistema de bombeamento a partir do reservatório, para a alternativa concebida.



Quadro 6.1 - Principais Parâmetros de Dimensionamento do Bombeamento no Reservatório da Barragem Congonhas

Parâmetro	Unidade	Quantidade
NA jus	m	1.000
NA mont (máx)	m	935
NA mont (mín)	m	900
Perda total	m	5,2
Altura Manométrica	m	105,2
Conjunto Motobomba	un	5 + 1
Vazão Unitária	m <sup>3</sup> /s	0,5
Potência Motor	kW	700
Consumo Mensal de Energia (médio)	MWh	1.200,7

Fonte: Documentação para Obtenção de Outorga de Uso de Água – Barragem Congonhas, 572-DNS-SUS-RT-P033, DNOCS-Engecorps, 2006

*A partir do reservatório de Juramento: a vazão aduzida passará a integrar o sistema da COPASA de adução de água bruta, tratamento e distribuição para a cidade de Montes Claros e região, estando prevista, inclusive pela COPASA, uma duplicação do sistema existente, compreendendo: incremento da captação, com tomada d'água diretamente na barragem de Juramento; estação elevatória de água bruta; e adutora com diâmetro de 700 mm, vazão da ordem de 600 l/s e traçado paralelo ao da linha existente.*

Em termos de custos, o sistema de transposição de água proposto foi orçado, conforme o referido estudo, em R\$ 44.752.514,83 (a preços de março de 2005).


	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
	P4 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – TRANSPOSIÇÕES PLANEJADAS	
ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE		

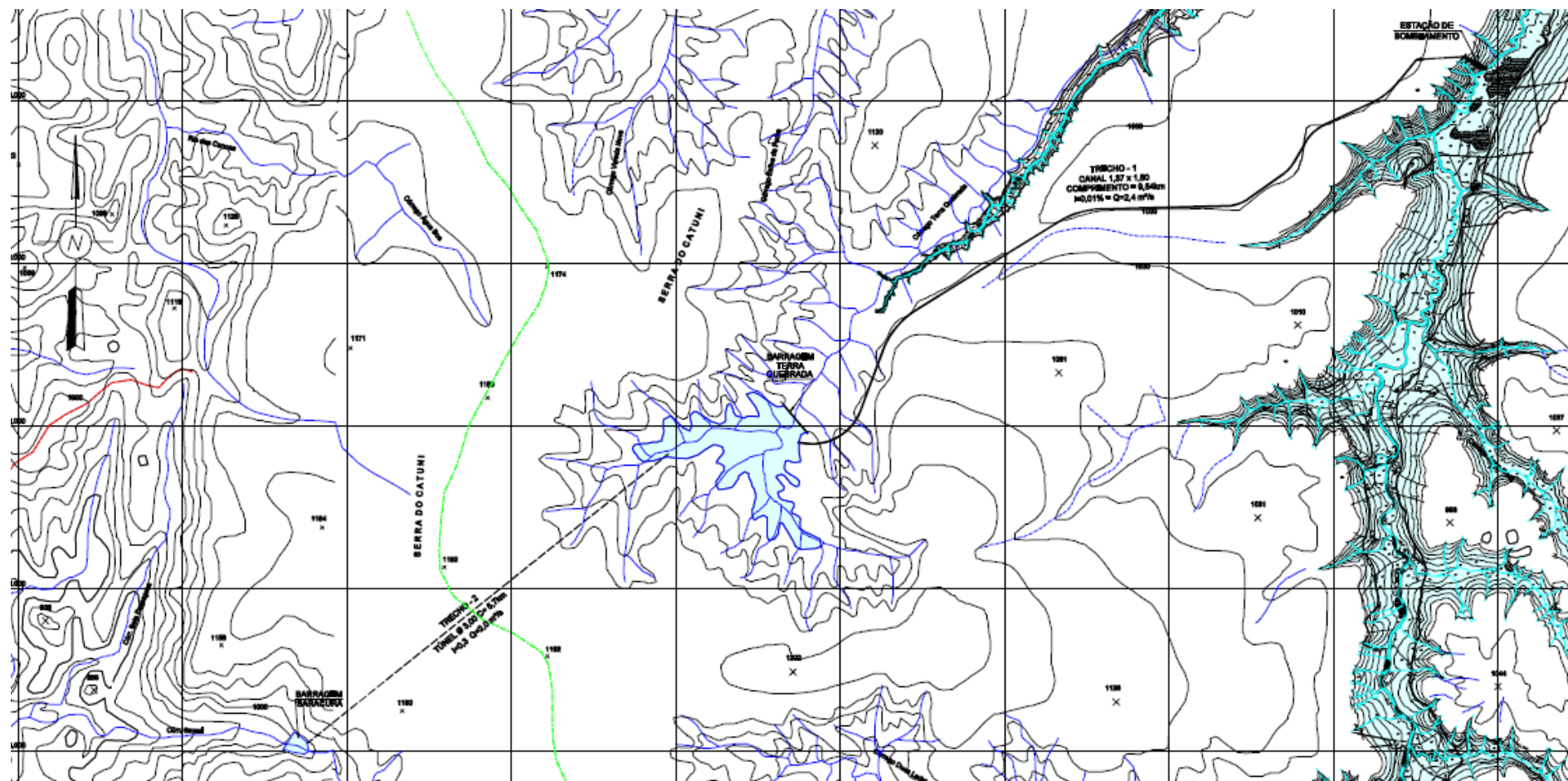
A Figura 6.3 e Figura 6.4 apresentam a alternativa concebida para a transposição de vazões entre o reservatório da Barragem de Congonhas e o reservatório da Barragem de Juramento.

Conforme já comentado anteriormente, a alternativa desenvolvida nos referidos estudos considerou um nível de acumulação na Barragem de Congonhas superior ao definido mais recentemente na Revisão do Projeto Executivo (2014). Essa redução de volume acumulado e nível de água não altera a capacidade de regularização do reservatório, visto que a vazão de transposição é inferior ao valor regularizado com garantia máxima (100%).

No entanto, a redução na cota do NA do reservatório acresce cerca de 9 m à altura manométrica de bombeamento (original de 105 m). Assim, é de se esperar um acréscimo nos custos de energia para o bombeamento, da ordem de 8,6% sobre os originalmente considerados. Esse acréscimo na altura de bombeamento também não implica em alteração substancial das características principais de bombeamento, a se preservar a alternativa com túnel para cruzamento da Serra do Espinhaço.

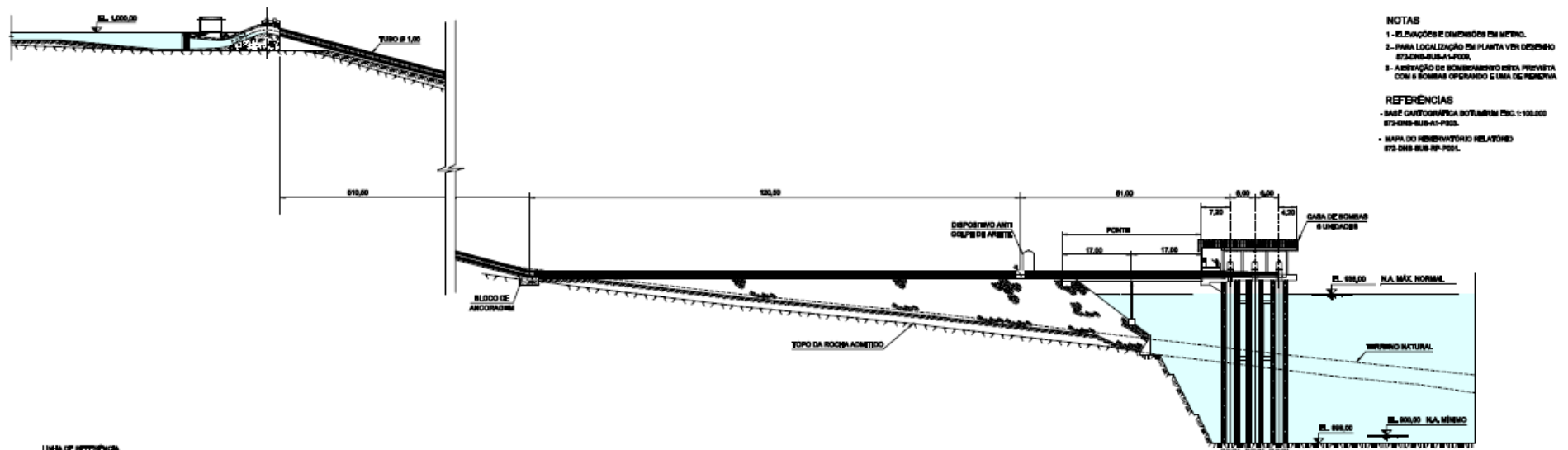
Com relação às possibilidades para o sistema de transposição de vazões, o DNOCS ainda estuda alternativas, visto que não há projeto executivo para o sistema de transposição, mas apenas o anteprojeto concebido e dimensionamento nos estudos de 2006 (subsídios à obtenção da Outorga) e 2009 (CERTOH).

Elaborado por: 	N° da revisão: 02	Código do Documento: AGBPV_VRDGRANDE_EHID_P4_IOH_Transposições_REV02	37/92
---	----------------------	---	-------





Fonte: Documentação para Obtenção de Outorga de Uso de Água –Barragem Congonhas, 572-DNS-SUS-RT-P033, DNOCS-Engcorps, 2006; desenho 572-DNS-SUS-A1-P054

Figura 6.3 – Alternativa Concebida para Transposição Congonhas-Juramento



Fonte: Documentação para Obtenção de Outorga de Uso de Água –Barragem Congonhas, 572-DNS-SUS-RT-P033, DNOCS-Engecorps, 2006; desenho 572-DNS-SUS-A1-P055

Figura 6.4 – Perfil Longitudinal Parcial da Alternativa Concebida para Transposição Congonhas-Juramento

	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
	P4 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – TRANSPOSIÇÕES PLANEJADAS	
ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE		

O anteprojeto existente prevê um túnel por onde passaria uma vazão de até 6 m<sup>3</sup>/s. Como alternativa estudada por equipe do DNOCS, poderia haver bombeamento até a cota de 1.230, cruzando a Serra sem o túnel, com caminhamento por canal e/ou tubulação e com um reservatório para distribuição de vazões; após cruzar a Serra, poderia haver geração de energia, através de uma tubulação (cerca de 800 m de desnível, com 2 m<sup>3</sup>/s) e uma PCH.


Tendo em vista as informações disponíveis, o presente estudo considerou a alternativa de concepção dimensionada nos estudos de 2006 e 2009. No entanto, é importante ressaltar que essa questão não se encontra resolvida, havendo questões técnicas a serem definidas no âmbito do DNOCS quanto à concepção final a ser adotada.

Uma questão importante a destacar refere-se à vazão transposta para o reservatório Juramento, que é atendida pela capacidade de regularização do reservatório Congonhas, com folga, mesmo considerando a redução de volume acumulado (promovida na revisão de 2014). A magnitude desta folga leva a crer que mesmo que sejam acrescidos, à simulação da operação do reservatório, períodos secos (mais recentes), haverá ainda plenas condições de atendimento da vazão transposta.



#### 6.4 Estimativa de Custos Atualizados

Quanto aos custos relativos à transposição Congonhas-Juramento, foram objetivo de estudo aqueles associados à implantação do sistema adutor, bem como a sua operação, com destaque para os custos de energia, significativos em sistemas desta natureza.

O custo da implantação da barragem Congonhas foi considerado apenas como uma referência, visto que, pelos documentos acessados, sua recuperação financeira ocorrerá mediante a tarifação pelo uso da água. Usualmente, em situações de construção de grandes infraestruturas hídricas, o custo de implantação tem sido arcado pelo poder público, ficando os custos operacionais e de manutenção a cargo da entidade operadora. No entanto, também ocorrem situações em que se busca

Elaborado por: 	N° da revisão: 02	Código do Documento: AGBPV_VRDGRANDE_EHID_P4_IOH_Transposições_REV02	40/92
---	----------------------	---	-------



	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
	P4 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – TRANSPOSIÇÕES PLANEJADAS	
ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE		

recuperar, se não no todo, ao menos em parte, os custos de implantação. Enfim, essa é uma questão financeiro-institucional a ser tratada especificamente.

As informações mais recentes sobre estimativa do custo de implantação da Barragem Congonhas resultam da publicação de edital de licitação do DNOCS em junho de 2015. Nessa ocasião o preço oficial informado era de aproximadamente R\$ 183.000.000,00. Esse valor é compatível com o informado após a revisão do Projeto Executivo, em fevereiro de 2014, que era de R\$ 179.051.743,10.


Atualizando o valor de fevereiro de 2014 para outubro de 2019, através do índice IGP-DI, considerando os índices adotados e publicados pelo DNIT, resulta o seguinte valor:

- IGP-DI fev/2014 = 537,703
- IGP-DI out/2019 = 732,041
- Índice de reajustamento: 1,3614
- Valor reajustado: R\$ 243.761.043,00

Apenas de forma ilustrativa, para configurar um valor referencial de tarifa de captação no reservatório de Congonhas, que considere a recuperação do valor investido nas obras, foi procedido um cálculo direto considerando o valor atualizado dividido pelo volume de água aduzido em 30 anos (1.458 Hm<sup>3</sup>), o que resultou em R\$ 0,10/m<sup>3</sup>. Obviamente existem outros custos a serem considerados, como de operação e manutenção da barragem ao longo deste período, mas o valor calculado serve apenas como referencial.

Nos valores acima informados foram considerados apenas os custos das obras, assim, não foram computados, por não estarem disponíveis, custos com desapropriações e compensações ambientais, por exemplo.

Com relação ao sistema de adução da transposição, os custos de implantação estimados nos estudos de outorga e do CERTOH são apresentados no Quadro 6.2.

Elaborado por: 	N° da revisão: 02	Código do Documento: AGBPV_VRDGRANDE_EHID_P4_IOH_Transposições_REV02	41/92
---	----------------------	---	-------



**Quadro 6.2 - Custos Estimados de Implantação do Sistema de Adução da Transposição Congonhas-Juramento**

Item	Descrição	Unid	Quant	Custo (R\$)	
				Unitário	Total
<b>1</b>	<b>Obras Cíveis</b>				
1.1	Canal Trapezoidal				
1.1.1	Escavação em solo	m <sup>3</sup>	140.000,00	3,71	519.400,00
1.1.2	Aterro compactado	m <sup>3</sup>	35.000,00	7,86	275.100,00
1.1.3	Concreto de proteção mecânica (7cm)	m <sup>3</sup>	4.741,38	430,77	2.042.444,26
1.1.4	Geomembrana PEAD (1mm)	m <sup>2</sup>	86.814,00	14,00	1.215.396,00
1.2	Túnel arco retângulo				
1.2.1	Escavação subterrânea em rocha	m <sup>3</sup>	58.824,00	98,10	5.770.634,40
1.2.2	Concreto projetado (e=20cm)	m <sup>3</sup>	9.150,21	252,72	2.312.441,07
1.2.3	Forn.de fibras metálicas(20kg/m <sup>3</sup> )	kg	183.004,20	2,87	525.222,05
1.2.4	Concreto magro (20cm)	m <sup>3</sup>	3.420,00	187,00	639.540,00
1.2.5	Tratamento do maciço (15% do custo do túnel)				1.387.175,63
1.3	Tomada d'água				
1.3.1	Escavação em rocha	m <sup>3</sup>	32.200,00	26,13	841.386,00
1.3.2	Escavação em solo	m <sup>3</sup>	22.000,00	3,71	81.620,00
1.3.3	Enrocamento	m <sup>3</sup>	15.000,00	16,48	247.200,00
1.3.4	Ponte-concreto	m <sup>3</sup>	1.048,39	430,77	451.614,96
1.3.5	Ponte-armadura	kg	83.871,20	5,31	445.356,07
1.4	Barragem de Saracura				
1.4.1	Concreto compactado a rolo (C.C.R.)	m <sup>3</sup>	19.320,00	152,13	2.939.151,60
1.4.2	Quebra-ondas	m <sup>3</sup>	200,00	352,34	70.468,00
1.4.3	Bloco de ancoragem	m <sup>3</sup>	150,00	352,34	52.851,00
1.4.4	Enrocamento	m <sup>3</sup>	100,00	16,48	1.648,00
1.5	Barragem de Terra Quebrada				
1.5.1	Concreto compactado a rolo (C.C.R.)	m <sup>3</sup>	42.964,00	152,13	6.536.113,32
1.5.2	Desapropriação	ha	150,00	300,00	45.000,00
	<b>Subtotal Obras Cíveis</b>				<b>26.399.762,36</b>
<b>2</b>	<b>Equipamentos e Sistemas Eletromecânicos</b>				
2.1	5 conjuntos moto bombas + 1 Reserva; Capacidade de cada conjunto = 0,5 m <sup>3</sup> /s; Hrecalque ~80m Potência ~480 kW cada	-	-	-	5.250.000,00
2.2	Ponte Rolante cap ~10 Ton	-	-	-	120.000,00
2.3	Conjunto de Comportas e grades	-	-	-	504.000,00
2.4	Fornecimento dos Sistemas Elétricos incluindo Subestação	-	-	-	1.400.000,00
2.5	Dispositivo Anti Golpe de Ariete	-	-	-	160.000,00
2.6	Adutora de Recalque DN 1,8 m; trecho 650 m	-	-	-	1.250.000,00
2.7	Instalações Cíveis	-	-	-	2.210.000,00
	<b>Subtotal Equipamentos e Sistemas Eletromecânicos</b>				<b>10.894.000,00</b>
	<b>TOTAL</b>				<b>37.293.762,36</b>

Item	Descrição	Unid	Quant	Custo (R\$)	
				Unitário	Total
	Eventuais (20%)				7.458.752,47
	<b>TOTAL GERAL</b>				<b>44.752.514,83</b>

Fonte: Documentação para Obtenção de Outorga de Uso de Água – Barragem Congonhas, 572-DNS-SUS-RT-P033, DNOCS-Engecorps, 2006. Data-base: março de 2005.

O valor orçado para a Transposição foi atualizado através de procedimento similar ao realizado anteriormente para o custo da barragem, utilizando-se os índices adotados e publicados pelo DNIT, para o IGP-DI:



- IGP-DI mar/2005 = 329,241
- IGP-DI out/2019 = 732,041
- Índice de reajustamento: 2,2234
- Valor reajustado: R\$ 99.502.741,00

Observa-se que o custo de implantação da transposição equivale a 41% do custo de implantação da barragem Congonhas. E que o investimento conjunto (barragem + transposição) alcança, hoje, aproximadamente R\$ 343,3 milhões.

No entanto, em sistemas desta natureza, parcela considerável dos custos está associada à operação e manutenção, notadamente ao custo de energia.

Neste sentido, procedeu-se o cálculo desses custos, com vistas a possibilitar a determinação de um valor referencial para o m<sup>3</sup> aduzido, permitindo, assim, estabelecer futuras comparações com outras possibilidades de incremento de oferta hídrica na bacia do rio Verde Grande (transposição Jaíba e regularizações de vazões através de barragens e reservatórios).

Assim, a estimativa do valor referencial do m<sup>3</sup> aduzido foi realizada considerando o custo atualizado de implantação do sistema de transposição, os custos de operação e manutenção (estimados em 1,0% ao ano, valor compatível com sistemas adutores de natureza e porte similar) e o custo anual com energia para acionamento dos conjuntos moto bombas. Com esses valores foi realizado o cálculo financeiro a Valor Presente (para período de 30 anos e com taxa de desconto anual de 6%) e o resultado dividido pelo volume total aduzido nesses 30 anos,

	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
	P4 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – TRANSPOSIÇÕES PLANEJADAS	
ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE		

possibilitando, assim, determinar um valor referencial para o m<sup>3</sup> aduzido. Reitera-se que não foi computado nestes cálculos o valor referente à Barragem Congonhas.

O custo de implantação do sistema de adução foi aquele atualizado a partir das informações disponíveis, de R\$ R\$ 99.502.741,00.


Os custos de operação e manutenção foram definidos conforme procedimento usualmente adotado em sistemas similares de adução de água (por exemplo, adotados nos estudos de viabilidade contratados pela Codevasf). Usualmente, utiliza-se um percentual do custo de implantação, como despesa anual para operação e manutenção do sistema adutor. No caso de haver diversos equipamentos eletromecânicos, esse percentual tende a ser elevado. Para a presente situação adotou-se o percentual de 1,0% ao ano, face à diversidade, dimensão e intensidade de uso desses equipamentos (importante comentar que nos custos operacionais aqui considerados, expurgou-se o de energia, que por sua importância foi calculado em separado, a seguir). O valor anual considerado foi, então, de R\$ 995.027,00.



O custo de energia foi calculado com base nas parcelas relativas à demanda e consumo em alta tensão, praticados pelo CEMIG, aplicados, respectivamente sobre a demanda e o consumo anual de energia elétrica para o acionamento dos conjuntos moto bombas. Os valores considerados foram os seguintes:

- Custo unitário da demanda: R\$ 19,18/kW
- Custo unitário da energia consumida: R\$ 490,17/MWH/ano

As tarifas correspondem ao Grupo A4 (2,3 a 25 KV), classe Azul, fora da ponta, de acordo com a RESOLUÇÃO HOMOLOGATÓRIA Nº 2.550 de 21 de maio de 2019, que homologa o resultado do Reajuste Tarifário Anual de 2019, as Tarifas de Energia – TE e as Tarifas de Uso do Sistema de Distribuição – TUSD referentes à Companhia de Eletricidade do Estado de Minas Gerais - CEMIG, e dá outras providências. Esses valores incluem os impostos.

A potência unitária de cada conjunto moto bomba, considerando a vazão de 0,50 m<sup>3</sup>/s e uma altura manométrica total de 114 m (já acrescidos os 9 m resultantes

Elaborado por: 	Nº da revisão: 02	Código do Documento: AGBPV_VRDGRANDE_EHID_P4_IOH_Transposições_REV02	44/92
---	----------------------	---	-------

	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
	P4 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – TRANSPOSIÇÕES PLANEJADAS	
ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE		

do rebaixamento do NA no reservatório Congonhas em razão da revisão do Projeto Executivo de 2014) foi determinada em 820 kW, resultando em uma potência no transformador de 1.050 kVA.

Para o cálculo do consumo de energia ao longo de um ano, foram considerados os seguintes parâmetros:


- Operação diária: 20h/dia
- Operação anual: 270 dias/ano (considerando que no período chuvoso, na bacia, não será necessário bombear água para Juramento).
- Quantidade de horas anuais de operação: 5.400 h/ano
- Quantidade de conjuntos operacionais: 5 conjuntos moto bomba
- Potência unitária de cada conjunto moto bomba: 820 kW

Como resultado, obteve-se um consumo anual de energia de 22.140.000 kWh/ano (equivalente a 22.140 MWh/ano). Com esses valores e multiplicando-os pelas tarifas de energia referidas, obteve as seguintes parcelas de custos anuais de energia:

- Custo anual de demanda: R\$ 1.450.008,00
- Custo anual de consumo de energia: R\$ 10.852.364,00

Como resultado, o custo anual total com energia é de R\$ 12.302.372,00.



O cálculo financeiro do Valor Presente desses custos, lançados ao longo de 30 anos, com taxa de desconto de 6% ao ano é apresentado no Quadro 6.3, considerando-se que todo o investimento na implantação da Transposição seja realizado no Ano 0 e que a operação se inicie de forma plena a partir do Ano 1 até o Ano 30.

Elaborado por: 	Nº da revisão: 02	Código do Documento: AGBPV_VRDGRANDE_EHID_P4_IOH_Transposições_REV02	45/92
---	----------------------	---	-------

**Quadro 6.3 - Cálculo de Valor Presente dos Custos da Transposição Congonhas-Juramento**

ANO	Custo Implantação (R\$)	Custos Anual de O & M (R\$)	Custos de O & M descontado (R\$)	Custo Anual de Energia (R\$)	Custos de Energia descontado (R\$)	Custos Totais (R\$)	Custos Totais descontados (R\$)
0	99.502.741,00	-	-	-	-	99.502.741,00	99.502.741,00
1	-	995.027,00	938.704,72	12.302.372,00	11.606.011,32	13.297.399,00	12.544.716,04
2	-	995.027,00	885.570,49	12.302.372,00	10.949.067,28	13.297.399,00	11.834.637,77
3	-	995.027,00	835.443,86	12.302.372,00	10.329.308,76	13.297.399,00	11.164.752,61
4	-	995.027,00	788.154,58	12.302.372,00	9.744.630,90	13.297.399,00	10.532.785,49
5	-	995.027,00	743.542,06	12.302.372,00	9.193.048,02	13.297.399,00	9.936.590,08
6	-	995.027,00	701.454,77	12.302.372,00	8.672.686,81	13.297.399,00	9.374.141,59
7	-	995.027,00	661.749,78	12.302.372,00	8.181.780,01	13.297.399,00	8.843.529,80
8	-	995.027,00	624.292,25	12.302.372,00	7.718.660,39	13.297.399,00	8.342.952,64
9	-	995.027,00	588.954,95	12.302.372,00	7.281.755,08	13.297.399,00	7.870.710,04
10	-	995.027,00	555.617,88	12.302.372,00	6.869.580,27	13.297.399,00	7.425.198,15
11	-	995.027,00	524.167,81	12.302.372,00	6.480.736,10	13.297.399,00	7.004.903,91
12	-	995.027,00	494.497,93	12.302.372,00	6.113.901,98	13.297.399,00	6.608.399,92
13	-	995.027,00	466.507,49	12.302.372,00	5.767.832,06	13.297.399,00	6.234.339,55
14	-	995.027,00	440.101,40	12.302.372,00	5.441.351,00	13.297.399,00	5.881.452,40
15	-	995.027,00	415.190,00	12.302.372,00	5.133.350,00	13.297.399,00	5.548.540,00
16	-	995.027,00	391.688,68	12.302.372,00	4.842.783,02	13.297.399,00	5.234.471,70
17	-	995.027,00	369.517,62	12.302.372,00	4.568.663,23	13.297.399,00	4.938.180,85
18	-	995.027,00	348.601,53	12.302.372,00	4.310.059,65	13.297.399,00	4.658.661,18
19	-	995.027,00	328.869,37	12.302.372,00	4.066.094,01	13.297.399,00	4.394.963,38
20	-	995.027,00	310.254,12	12.302.372,00	3.835.937,74	13.297.399,00	4.146.191,86
21	-	995.027,00	292.692,57	12.302.372,00	3.618.809,19	13.297.399,00	3.911.501,76
22	-	995.027,00	276.125,06	12.302.372,00	3.413.970,93	13.297.399,00	3.690.096,00
23	-	995.027,00	260.495,34	12.302.372,00	3.220.727,30	13.297.399,00	3.481.222,64
24	-	995.027,00	245.750,32	12.302.372,00	3.038.421,98	13.297.399,00	3.284.172,30
25	-	995.027,00	231.839,93	12.302.372,00	2.866.435,83	13.297.399,00	3.098.275,76
26	-	995.027,00	218.716,91	12.302.372,00	2.704.184,74	13.297.399,00	2.922.901,66
27	-	995.027,00	206.336,71	12.302.372,00	2.551.117,68	13.297.399,00	2.757.454,39
28	-	995.027,00	194.657,27	12.302.372,00	2.406.714,79	13.297.399,00	2.601.372,07
29	-	995.027,00	183.638,94	12.302.372,00	2.270.485,66	13.297.399,00	2.454.124,59
30	-	995.027,00	173.244,28	12.302.372,00	2.141.967,60	13.297.399,00	2.315.211,88
<b>VP</b>	<b>99.502.741,00</b>	<b>-</b>	<b>13.696.378,65</b>	<b>-</b>	<b>169.340.073,34</b>	<b>-</b>	<b>282.539.192,99</b>

Observa-se que o custo a Valor Presente total do empreendimento, considerando sua operação e manutenção ao longo de 30 anos, totaliza aproximadamente 282.539.200,00. Desse valor, a parcela mais significativa é a dos

	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
	P4 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – TRANSPOSIÇÕES PLANEJADAS	
ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE		

custos de energia, respondendo por 60% desse total, enquanto o valor do investimento na implantação representa 35%.

Este fato chama a atenção para a importância do custo da energia nessa transposição, ressaltando a necessidade de considerar alternativas que reduzam essa parcela, mesmo que implicando em maiores custos de implantação.

O volume total aduzido pela Transposição, ao longo dos 30 anos simulados, considerando uma vazão de (2,5 m<sup>3</sup>/s durante 20h/dia e em 270 dias/ano) é de:

$$2,5 \text{ m}^3/\text{s} \times 60 \text{ s} \times 60 \text{ min} \times 20 \text{ h} \times 270 \text{ d} \times 30 \text{ anos} = 1.458.000.000 \text{ m}^3$$

O valor referencial do m<sup>3</sup> aduzido foi obtido através da divisão do Valor Presente dos custos da Transposição ao longo de 30 anos pelo volume aduzido neste período:

$$\text{R\$ } 282.539.193,00 / 1.458.000.000 \text{ m}^3 = \text{R\$ } 0,194/\text{m}^3$$


Esse valor, embora tendo significado absoluto relativo, deve ser entendido na ótica comparativa desta avaliação, servindo como referencial de comparação tanto com a Transposição Jaíba, como para os barramentos propostos, para obtenção de juízo de valor com vistas a futura hierarquização e até mesmo seleção de alternativas de incremento hídrico na bacia do rio Verde Grande.



Novamente, é importante destacar que no valor referencial acima calculado não foi computado o custo da Barragem Congonhas.

## 6.5 Questões Institucionais e Estratégicas

Em termos institucionais, a Transposição Congonhas-Juramento envolve, diretamente, duas instituições (DNOCS e COPASA), embora indiretamente demande a participação de outros importantes atores estratégicos.

Na atual configuração institucional, o DNOCS consiste no proponente do empreendimento, cujo objetivo é a regularização das águas do ribeirão Congonhas, afluente pela margem esquerda do rio Itacambiruçu, integrantes da bacia do rio Jequitinhonha. O objetivo principal da vazão regularizada é o abastecimento da

Elaborado por: 	N° da revisão: 02	Código do Documento: AGBPV_VRDGRANDE_EHID_P4_IOH_Transposições_REV02	47/92
---	----------------------	---	-------

	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
	P4 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – TRANSPOSIÇÕES PLANEJADAS	
ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE		

população da região de Montes Claros, no Estado de Minas Gerais. Note-se que Montes Claros e sua atual captação de água encontram-se na bacia do rio Verde Grande. Assim, para possibilitar esse abastecimento há necessidade de transposição de vazão entre as referidas bacias.


Parcela da vazão regularizada (cerca de 30%, equivalendo a aproximadamente 0,9 m<sup>3</sup>/s) será destinada ao atendimento de demandas hídricas ao longo dos cursos de água da bacia doadora (ribeirão Congonhas e rio Itacambiruçu). Este é um fato importante, visto contemplar a bacia doadora com os benefícios da regularização proporcionada pelo reservatório, não imputando a esta bacia apenas os impactos negativos associados a implantação de uma barragem do porte da projetada.

No que tange à bacia do rio Verde Grande, o benefício do empreendimento de estenderá para além do abastecimento público de Montes Claros e cidades vizinhas, visto que o retorno das águas após o devido tratamento reforçará o regime fluviométrico do rio Verde Grande a jusante do seu lançamento, com vazão equivalente a cerca de 80% do valor fornecido para o abastecimento público (cerca de 1,6 m<sup>3</sup>/s).



A influência deste reforço (incremento) hídrico deverá ser simulada posteriormente, através de modelagem hidrológica de balanço hídrico (durante a Atividade 8), visando fornecer subsídios à avaliação dos impactos resultantes no comportamento hídrico da bacia em razão das diversas alternativas ora estudadas para incremento hídrico.

Observa-se, assim, que a Transposição Congonhas-Juramento extrapola o âmbito do abastecimento público em uma visão mais ampla e integral dos seus benefícios associados. Este fato justifica a inclusão de outros importantes atores estratégicos, dos quais pode-se citar o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande, juntamente com o Comitê da bacia doadora (Comitê da Bacia Hidrográfica dos Afluentes Mineiros do Alto Jequitinhonha).

Nesse contexto, incluem-se também, por tratar diretamente das questões relacionadas às águas (e suas dominialidade), a Agência Peixe Vivo, o IGAM e a

Elaborado por: 	N° da revisão: 02	Código do Documento: AGBPV_VRDGRANDE_EHID_P4_IOH_Transposições_REV02	48/92
---	----------------------	---	-------



	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
	P4 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – TRANSPOSIÇÕES PLANEJADAS	
ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE		

ANA. Ampliando ainda mais esse contexto, é possível abranger também os órgãos vinculados ao meio ambiente, citando-se a FEAM e o IBAMA.


Conforme o arranjo institucional vigente, o DNOCS será responsável pelo empreendimento até que sua implantação seja integralmente concluída. Após essa fase, a COPASA deverá assumir a responsabilidade técnica pela operação e manutenção da infraestrutura integrada da Barragem de Congonhas e o Sistema de Adução Congonhas/Rio Verde Grande, suportadas financeiramente através das receitas resultantes da tarifação de água destinada ao abastecimento público.



Observa-se assim, que podem ser configuradas três instâncias institucionais associadas ao empreendimento:

- Os responsáveis diretos pela implantação, operação e manutenção: DNOCS e COPASA;
- Os atores estratégicos diretamente relacionados ao planejamento e à gestão dos recursos hídricos: Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande (bacia receptora), Comitê da Bacia Hidrográfica dos Afluentes Mineiros do Alto Jequitinhonha (bacia doadora, mas também parcialmente receptora), IGAM e ANA (gestores das águas em questão e responsáveis pela emissão das outorgas de direito de uso das águas) e a Agência Peixe Vivo (agência delegatária para gestão das águas na bacia do Verde Grande).
- Atores associados vinculados à questão ambiental e responsáveis pelo licenciamento ambiental: a FEAM e o IBAMA.

O arranjo atualmente configurado mostra-se adequado, visto que os principais intervenientes na Transposição Congonhas-Juramento se encontram atuantes. No entanto, é essencial ao bom andamento dos processos vinculados à implantação e operação do empreendimento, exercitar a participação dos atores estratégicos principais ao longo de todo o processo, com destaque para a atual fase de estudos.

Neste momento, é necessário evidenciar as características e os benefícios resultantes do empreendimento, de forma a angariar o máximo apoio a essa


Elaborado por: 	N° da revisão: 02	Código do Documento: AGBPV_VRDGRANDE_EHID_P4_IOH_Transposições_REV02	49/92
---	----------------------	---	-------



	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
	P4 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – TRANSPOSIÇÕES PLANEJADAS	
ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE		

alternativa de incremento hídrico para a bacia do rio Verde Grande, que se mostra bastante viável, efetiva e necessária. Importante destacar ainda, os esforços já realizados e em realização pelo DNOCS e pelo Governo de Minas Gerais, sendo exemplos as tentativas de licitação das obras de implantação da Barragem Congonhas (a última ocorrida em junho de 2015).

Pelo exposto, entende-se que as condições institucionais e estratégicas são positivas para o empreendimento, devendo avançar, ainda, no detalhamento do sistema de adução de água da Transposição Congonhas-Juramento, que não se encontra em estágio de projeto executivo, como ocorre para a Barragem Congonhas. As alternativas para essa transposição devem ser analisadas e definida aquela que se mostre mais viável, embora pelos estudos agora realizados seja possível afirmar que a alternativa ora considerada, mesmo com o ajuste no Projeto Executivo da Barragem Congonhas, mostra-se viável em termos técnicos e financeiros.

A possibilidade de se substituir o atual túnel projetado para cruzamento do divisor topográfico, por uma maior altura de bombeamento, resultará, como os cálculos financeiros apontam, em maior custo total (implantação, operação e manutenção, incluindo energia), face ao considerável custo da energia neste sistema de adução.

Elaborado por: 	N° da revisão: 02	Código do Documento: AGBPV_VRDGRANDE_EHID_P4_IOH_Transposições_REV02	50/92
---	----------------------	---	-------

	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
	P4 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – TRANSPOSIÇÕES PLANEJADAS	
ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE		

## 7 TRANSPOSIÇÃO JAÍBA

No presente capítulo, a exemplo do anterior, apresenta-se uma descrição da Transposição Jaíba, obtida a partir de informações originadas nas fontes e materiais consultados (item 7.1), mas principalmente na concepção realizada (item 7.3). A abordagem metodológica específica é indicada no item 7.2, buscando a determinação dos elementos dimensionais e de custos que permitam, posteriormente (capítulo 8) determinar indicadores comparativos de desempenho, com vistas à hierarquização entre as possibilidades de transposição ora estudadas (capítulo 9). No item 7.3 apresenta-se a concepção do sistema adutor proposto, bem como a sua descrição. Já no item 7.4 são calculados os custos envolvidos na implantação, operação e manutenção do sistema adutor. Por fim, no item 7.5 são apresentados comentários relativos às questões institucionais e estratégicas relacionadas ao empreendimento.


### 7.1 Material Consultado e Fontes de Informações



Inicialmente, foram identificadas fontes de informações relativas ao Projeto Jaíba. É importante ressaltar que esta Transposição foi estudada pela primeira vez durante a elaboração do Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Verde Grande (ANA, 2013). Após essa data, não houve outros estudos sobre o assunto, sendo ele retomado no âmbito do presente contrato.

Sendo assim, poucos documentos foram consultados para o estudo ora apresentado relativo à Transposição Jaíba, sendo o esforço maior concentrado na concepção e dimensionamento das estruturas e equipamentos (resultados apresentados no item 7.3).

Como a fonte hídrica para a Transposição Jaíba é o Projeto Jaíba, a partir do seu canal adutor CP-3, foram consultados os documentos de projeto relativos a essa estrutura.

Também foram verificadas as condições relacionadas à outorga de uso da água do Projeto Jaíba, cuja captação ocorre no rio São Francisco, a montante da confluência do rio Verde Grande.

Elaborado por: 	N° da revisão: 02	Código do Documento: AGBPV_VRDGRANDE_EHID_P4_IOH_Transposições_REV02	51/92
---	----------------------	---	-------

	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
	P4 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – TRANSPOSIÇÕES PLANEJADAS	
ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE		

A base cartográfica para o estudo de traçado e perfil do sistema adutor da transposição foi desenvolvida especificamente para esta atividade, 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. Alternativamente, foi utilizada imagem do Googleearth para auxiliar na interpretação do terreno natural.


Com vistas a obter informações complementares, notadamente aquelas relativas a questões operacionais do canal CP-3 do Projeto Jaíba, foi realizado contato com as gerências executivas do DIJ – Distrito de Irrigação Jaíba e DIJ2 – Distrito de Irrigação Jaíba – Etapa 2. O DIJ atende à primeira etapa do Projeto Jaíba, onde está localizada a captação no rio São Francisco (através da estação de bombeamento EB-1), enquanto o DIJ2 atende à Etapa 2 no qual está localizado o ponto de captação da transposição, no canal CP-3.



A relação básica de documentos consultados é apresentada a seguir:

- Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Verde Grande (ANA, 2013)
- Estudos Ambientais e Projeto Básico para o Prolongamento dos Canais CP-3, CS-19 e CS-21 do Projeto Jaíba – MG (Codevasf, 2005).
- Outorga de Direito de Uso de Água - Projeto Jaíba, Resolução ANA nº 0268/2017, de 09/02/2017.
- Base cartográfica gerada especificamente para este estudo.

## 7.2 Metodologia Específica Adotada

Inicialmente, foi realizada leitura crítica da documentação referida no item anterior, com vistas a se obter as informações necessárias à presente avaliação. Igualmente, foi gerada a base cartográfica ao longo do traçado pretendido para a


Elaborado por: 	N° da revisão: 02	Código do Documento: AGBPV_VRDGRANDE_EHID_P4_IOH_Transposições_REV02	52/92
---	----------------------	---	-------



	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
	P4 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – TRANSPOSIÇÕES PLANEJADAS	
ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE		

transposição, iniciando na estrutura final do canal CP-3, desenvolvendo-se ao longo da MG-401 em direção a cidade de Jaíba e, posteriormente, até a cidade de Verdelândia; deste ponto configurou-se uma bifurcação, dividindo-se o traçado: a esquerda em direção à cidade de Janaúba, lateralmente à rodovia, e a direita ao longo da margem do rio Verde Grande até próximo a fazenda Manicó, aproximadamente 500 metros a jusante da confluência do rio Verde Grande com o rio Quem-Quem.

Elemento essencial à Transposição Jaíba refere-se à disponibilidade de água, junto à referida estrutura do canal CP-3. Para se obter o valor dessa disponibilidade, foi considerada a vazão de dimensionamento do CP-3, bem como de todo o sistema adutor principal do Projeto Jaíba desde a captação no rio São Francisco: EB-1, CP-1, EB-2, CP-2, EB-3 e CP-3. Originalmente, no dimensionamento do Projeto Jaíba (década de 1980), foi considerada uma demanda unitária de dimensionamento da infraestrutura hidráulica principal de 1,24 L/s/ha. Esse valor orientou o dimensionamento do sistema adutor de água. Desta forma, junto à estrutura terminal do canal CP-3, após cruzamento da LMG-633, a vazão de adução é de 15,695 m<sup>3</sup>/s, suficiente para atender 12.657 ha.

Atualmente, em razão das novas técnicas, equipamentos e procedimentos de irrigação, a demanda unitária de dimensionamento da infraestrutura hidráulica principal tem alcançado valores inferiores. Por exemplo, no Projeto Iuiú, cujo estudo de viabilidade e anteprojeto foi recentemente concluído pela Codevasf (2018) e está localizado na margem direita do rio Verde Grande próxima a sua confluência com o rio São Francisco, portanto, muito próximo do Projeto Jaíba, a demanda unitária de dimensionamento foi calculada em 0,84 L/s/ha. Adotando-se esse valor atualizado para o Projeto Jaíba e considerando a área a ser atendida pelo canal CP-3 a partir da referida estrutura terminal (12.657 ha) a vazão necessária é de 10,631 m<sup>3</sup>/s. A diferença entre esse valor e o original de projeto (15,695 m<sup>3</sup>/s) resulta em 5,06 m<sup>3</sup>/s. A Transposição Jaíba proposta no PRH Verde Grande utiliza essa diferença, por um lado aproveitando a capacidade de adução do sistema principal do Projeto Jaíba e, por outro lado, preservando a área beneficiada originalmente considerada para esse Projeto.


Elaborado por: 	N° da revisão: 02	Código do Documento: AGBPV_VRDGRANDE_EHID_P4_IOH_Transposições_REV02	53/92
---	----------------------	---	-------

	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
	P4 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – TRANSPOSIÇÕES PLANEJADAS	
ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE		

Importante ressaltar que para a Transposição foi considerada uma vazão de 4,5 m<sup>3</sup>/s, preservando assim, ainda, uma parcela hídrica ao Projeto Jaíba.

Complementarmente, destaca-se que a demanda unitária de dimensionamento da infraestrutura hidráulica principal, parâmetro utilizado na determinação da disponibilidade hídrica adicional para a Transposição Jaíba, refere-se a uma grandeza obtida a partir da verificação da máxima demanda unitária de água: para mês de maior consumo de água pelo elenco de culturas irrigadas, considerando operação em 20h/dia, coincidência de operação de irrigação por todos os irrigantes atendidos (ou seja, toda área beneficiada operando a pleno ao mesmo tempo) e, ainda, acrescentando um coeficiente de perdas (evaporação e infiltração) ao sistema de condução. Assim, resulta em valor elevado, destinado a garantir a disponibilidade de água a todos os irrigantes, na pior condição de operação. Esse é um procedimento clássico em projetos de irrigação, constando de manuais técnicos de projeto de obras hidráulicas para irrigação e adotado pela Codevasf nos seus projetos de perímetros de irrigação. Para a região em questão, os meses de maior demanda de água para a irrigação (considerando as características climáticas locais e o elenco de culturas normalmente irrigado) são setembro e outubro.

Essa demanda específica difere da demanda média calculada com base nos dados de operação dos sistemas, exatamente por focar em condições máximas para o dimensionamento das estruturas hidráulicas principais. Assim, por exemplo, ao considerar as informações operacionais a partir da Declaração Anual de Uso de Recursos Hídricos (DAURH) do Projeto Jaíba para o ano de 2017, tem-se uma demanda específica média de 0,492 L/s/ha, resultado do volume total anual medido pelo sistema operacional de 379.113.963 m<sup>3</sup>/ano, dividido pelo número de segundos em um ano e pela área ocupada declarada de 24.400 ha (conforme Figura 7.1).

Elaborado por: 	N° da revisão: 02	Código do Documento: AGBPV_VRDGRANDE_EHID_P4_IOH_Transposições_REV02	54/92
---	----------------------	---	-------



#### Declaração Anual de Uso de Recursos Hídricos - DAURH

2017	2018
<b>Mês</b>	<b>Volume Medido (m³)</b>
Janeiro	35.845.974,00
Fevereiro	23.554.443,00
Março	30.972.414,00
Abril	34.660.056,00
Maio	34.951.258,00
Junho	33.311.010,00
Julho	31.800.729,00
Agosto	34.179.411,00
Setembro	35.843.201,00
Outubro	39.821.481,00
Novembro	20.171.697,00
Dezembro	15.713.906,00

Figura 7.1 – Declaração Anual de Uso de Recursos Hídricos do Projeto Jaíba (2017)

Considerando o mês de outubro, de maior demanda no ano, e comparando com a média mensal do ano de 2017, observa-se que este mês representa uma demanda 26% superior à média mensal. Ainda, considerando que o sistema de bombeamento opera em regime de 20h/dia, há um acréscimo de 20% na vazão para compensar o menor período operacional (relativamente à 24h/dia). Também há o coeficiente de perdas na condução, de 10%. Multiplicando esses três coeficientes, resulta uma diferença entre a demanda específica de dimensionamento e a demanda específica média, da ordem de 1,66 (ou 66%). Se multiplicarmos o valor médio anual de 2017, de 0,492 L/s/ha, por 1,66 o resultado será 0,82 L/s/ha, valor bastante similar ao adotado na estimativa da disponibilidade hídrica para a Transposição Jaíba (0,84 L/s/ha), validando esse valor adotado. Essa explicação evidencia a diferença entre os parâmetros: demanda específica de água para dimensionamento hidráulico da infraestrutura principal e demanda específica média (anual). O primeiro adotado em projetos e o segundo válido para operação e gestão de recursos hídricos.



	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
	P4 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – TRANSPOSIÇÕES PLANEJADAS	
ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE		

Com base na vazão potencial de transposição, nas informações cartográficas (planialtimétricas) obtidas da base gerada, partindo da estrutura terminal do CP-3 e desenvolvendo-se para montante ao longo do rio Verde Grande, e em uma modulação de distribuição de vazões ao longo desse traçado, foram concebidas e pré-dimensionadas, as estruturas e equipamentos necessários.

Para tanto, foi adotada a concepção usualmente utilizada em projetos de adução hídrica, notadamente pela Codevasf, através de estações de bombeamento, canais adutores e tubulações adutoras.


A concepção, pré-dimensionamento e descrição da Transposição Jaíba é apresentada no item 7.3.



Os custos de implantação foram determinados a partir das principais dimensões resultantes do pré-dimensionamento aplicadas sobre valores unitários referenciais utilizados em estudos e projetos similares, notadamente os recentemente concluídos pela Codevasf (Projeto Iuiú, 2018 e Projeto Mocambo-Cuscuzeiro, 2019).

Importante citar que essas referências de custos também foram utilizadas na determinação dos custos associados à Transposição Congonhas-Juramento, o que garante equanimidade e validade na comparação entre as transposições.

Também foram calculados os custos operacionais, com destaque para o de energia. Para tanto, foram utilizados, como referência, os custos unitários atuais de energia e regras operacionais pré-determinadas. Os cálculos e resultados relativos à estimativa de custos da Transposição Jaíba são apresentados no item 7.4.

Por fim, no item 7.5, são comentadas as questões de caráter estratégico e institucionais relacionadas à implantação e operação da transposição, resultantes da análise crítica dos elementos disponibilizados e calculados, bem como das informações obtidas com atores estratégicos locais (notadamente DIJ e DIJ2) e da própria experiência dos técnicos da PROFILL com situações similares em empreendimentos de natureza semelhante.


Elaborado por: 	N° da revisão: 02	Código do Documento: AGBPV_VRDGRANDE_EHID_P4_IOH_Transposições_REV02	56/92
---	----------------------	---	-------

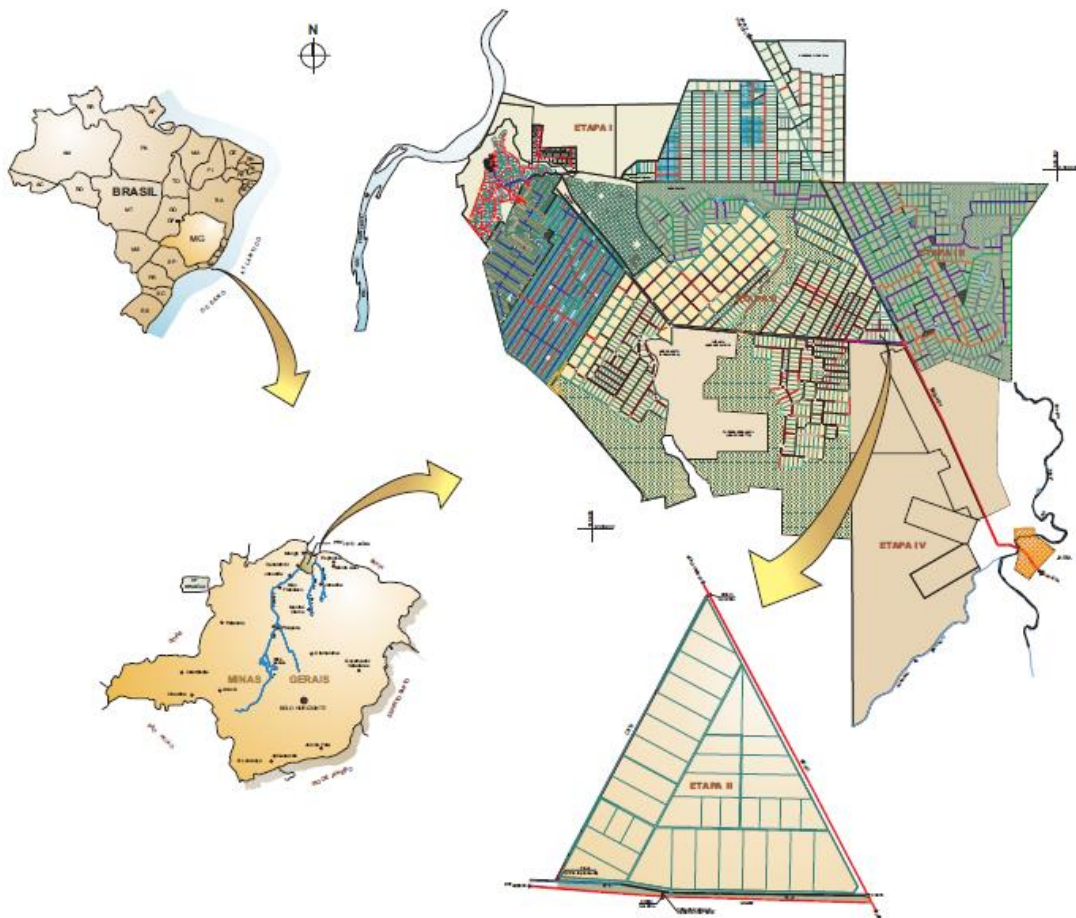
	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
	P4 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – TRANSPOSIÇÕES PLANEJADAS	
ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE		

### 7.3 Descrição e Caracterização Técnica da Transposição Jaíba

O Projeto Jaíba é um empreendimento destinado à irrigação, que utiliza as águas do rio São Francisco para beneficiar uma área da ordem de 100.000 ha. Teve suas obras iniciadas na década de 1980, sendo a captação no rio São Francisco realizada através de uma estação de bombeamento com capacidade para 80 m<sup>3</sup>/s. O sistema projetado consistia em sucessivos bombeamentos seguidos de canais principais de adução de água, alcançado os patamares topográficos que constituem a margem direita do São Francisco a montante da confluência do rio Verde Grande.

A seqüência de estruturas principais de adução consiste em: EB-1 → CP-1 → EB-2 → CP-2 → EB-3 → CP-3. Em razão das dimensões e porte das estruturas, a implantação do Projeto Jaíba foi sequenciada e setorizada em Etapa 1, Etapa 2, Etapa 3 e Etapa 4. Em termos físicos, o sistema adutor principal encontra-se implantado até uma estrutura terminal do canal CP-3 (após cruzamento da rodovia LMG-633). Nessa situação há condições de atendimento até a Etapa 3, sendo que a Etapa 4 encontra-se localizada deste ponto, em direção sul, acompanhando a rodovia MG-401. A Figura 7.1 apresenta a localização e situação do Projeto Jaíba e suas etapas de implantação.

Elaborado por: 	N° da revisão: 02	Código do Documento: AGBPV_VRDGRANDE_EHID_P4_IOH_Transposições_REV02	57/92
---	----------------------	---	-------



Fonte: Codevasf, 2005

Figura 7.2 – Situação e Localização do Projeto Jaíba e suas Etapas de Implantação



A Transposição Jaíba, considerando os elementos disponíveis, foi concebida de forma modulada, em quatro trechos:

**Trecho 1:** da captação junto à estrutura existente no término do canal CP-3 do Projeto Jaíba, até a sede do município de Jaíba, onde descarrega 1,50 m<sup>3</sup>/s no rio Verde Grande.

**Trecho 2:** Da sede municipal da Jaíba até alcançar a sede municipal de Verdelândia, onde descarrega outros 1,50 m<sup>3</sup>/s no rio Verde Grande, logo a montante da captação de água da Copasa.

**Trecho 3:** Este trecho inicia próxima à sede do município de Verdelândia e se entende até próximo da sede do município de Janaúba.

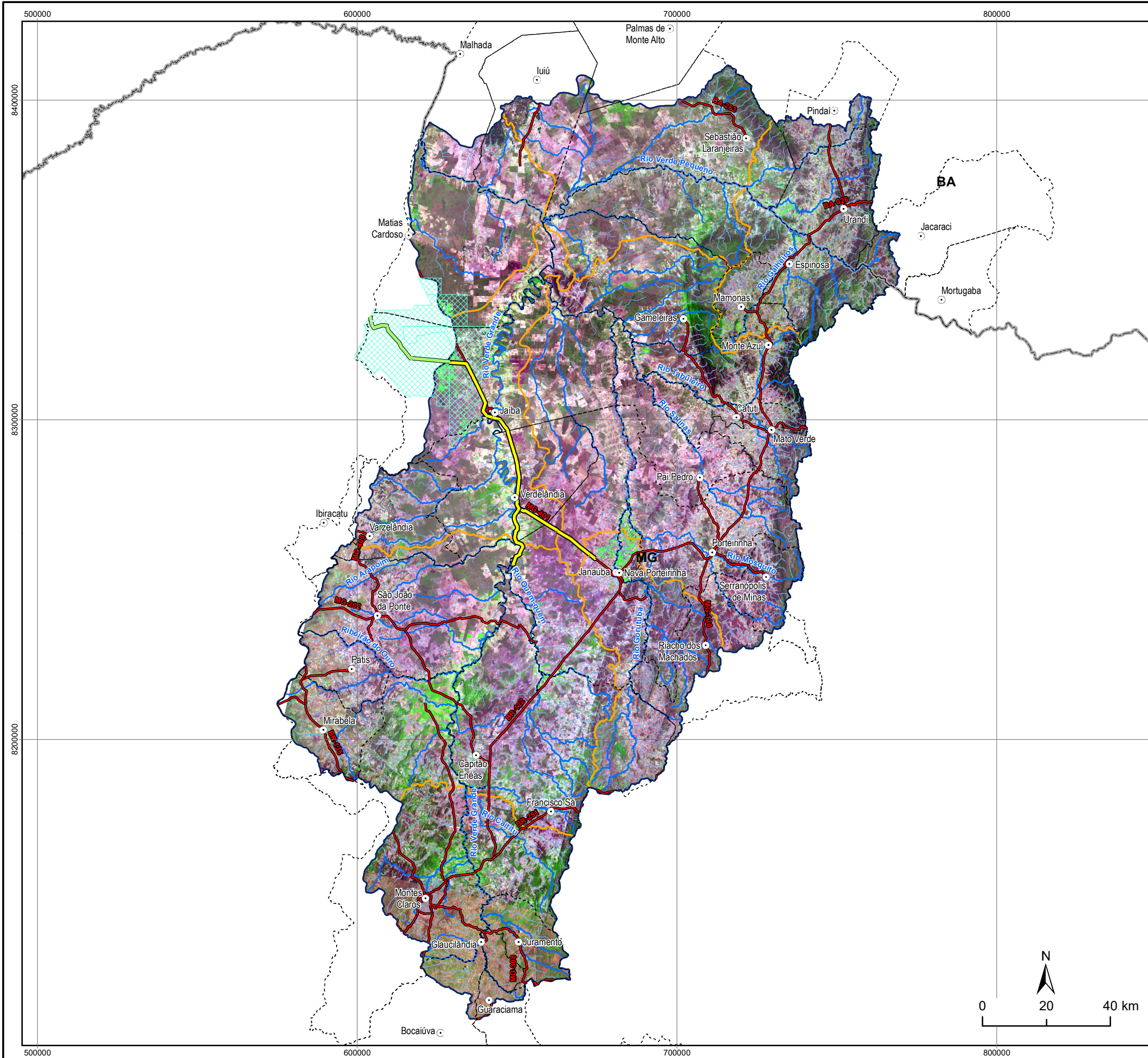
**Trecho 4:** Inicia também em Verdelândia e acompanha o rio Verde Grande até próximo à foz do rio Quem-Quem.

	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p> <p>P4 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – TRANSPOSIÇÕES PLANEJADAS</p>	
<p>ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE</p>		

As estruturas hidráulicas foram concebidas sempre priorizando as que apresentam menores custos de implantação, operação e manutenção, ou seja, prioritariamente condução em canais trapezoidais revestidos com placas de concreto nos casos em que o terreno apresenta ondulações, por tubulações gravitárias onde o terreno permitir, e por fim, tubulações pressurizadas onde é necessário vencer desníveis geométricos com emprego de grupos elevatórios.

Os eixos dos canais quando acompanham a MG-401, foram locados 30 metros paralelamente ao limite da faixa de domínio da rodovia. Os trechos em tubulação foram locados dentro da faixa de domínio da rodovia, a 3 metros do limite da faixa de domínio. O Mapa 7.1 ilustra o arranjo espacial da Transposição Jaíba.





## Mapa 7.1 – Arranjo espacial da Transposição Jaíba

### Legenda

- Sede Municipal
- Hidrografia
- Rios principais
- Canal existente
- Transposição Jaíba
- Rodovia
- Limite Jaíba
- Limite Municipal
- Limite Estadual
- Limite de Sub-bacia
- Limite da Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande

### Localização



### 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  
 - Rodovias: Open Street Map, 2018

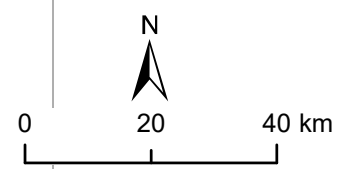
**Sistema de Coordenadas UTM**  
 Datum SIRGAS2000  
 Zona 23S  
 Escala: 1:1.200.000

### 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)

P4 – Estudo de Oferta Hídrica – Transposições Planejadas

Execução técnica	Acompanhamento	Realização







O Trecho 1 tem seu início com a captação de água junto ao canal CP-3 do Projeto Jaíba e segue em direção à sede de município de Jaíba através de canal trapezoidal revestido com concreto (CPVG-1), paralelo primeiramente à rodovia LMG-633 e, após, paralelo à rodovia MG-401, dimensionado para uma vazão de 4,50 m<sup>3</sup>/s, base de 1,00 m, inclinação de fundo de 0,0001 m/m, taludes internos com inclinação de 1 (H):1,5 (V), revestidos com placas de concreto simples com espessura de 7 cm assentadas sobre uma manta impermeabilizante de PEAD (1 mm de espessura) e comprimento de 21.066 m. No final do trecho o canal CPVG-1 contorna a área urbana de Jaíba. Na entrada do sifão SIF-1, de travessia do rio Verde Grande, descarrega 1,50 m<sup>3</sup>/s no leito deste rio, a montante da cidade.

Na captação junto ao CP-3 do Projeto Jaíba a cota do terreno é 478,45 m, de acordo com o levantamento topográfico elaborado por ocasião do Projeto deste canal. No entanto, no mesmo ponto a cota do terreno com base na cartografia adotada neste trabalho é de 481,50 m. Ajustou-se então, as cotas do projeto em +3,05 m para compatibilizar as altimetrias do estudo.

O Trecho 2 inicia na entrada do sifão SIF-1 de travessia do rio Verde Grande em Jaíba e foi dimensionado em aço soldado, DN1800, comprimento de 1.600 m e vazão de 3,00 m<sup>3</sup>/s. Ao final do sifão está localizada a estação de bombeamento EBVG-1 equipada com quatro grupos elevatórios com vazão unitária de 1,00 m<sup>3</sup>/s (um GMB reserva) vazão total de 3,00 m<sup>3</sup>/s, bombas axiais do tipo de coluna vertical, motores com potência de 350 CV, que deverão vencer o desnível de 13,30 m até o início do canal CPVG-2. O canal CPVG-2 se desenvolve novamente ao longo da MG-401, com base de 0,90 m, comprimento de 27.524 m e as mesmas características geométricas do CPVG-1. Ao final, para contornar o núcleo urbano de Verdelândia foi prevista uma tubulação gravitória de concreto armado (TUB-1), DN1500, com extensão de 1.330 m. Ao final desse trecho ocorre a descarga no rio Verde Grande com vazão de 1,50 m<sup>3</sup>/s, a montante da barragem de nível de captação de água da Copasa.

O Trecho 3 inicia ao final da tubulação TUB-1 com uma estação de bombeamento EBVG-2 compartilhada com a Trecho 4, onde serão instalados três conjuntos elevatórios de 0,25 m<sup>3</sup>/s (um GMB reserva) totalizando 0,50 m<sup>3</sup>/s, bombas centrífugas bi-partidas de eixo vertical, motores com potência de 800 CV, adutora de aço carbono, DN800 e extensão de 17.540 m instaladas na faixa de domínio da rodovia MG-401, que deverá



	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p> <p>P4 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – TRANSPOSIÇÕES PLANEJADAS</p>	
<p>ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE</p>		

vencer o desnível de 83,05 m até o início do canal CPVG-3. Aproveitando que o terreno natural apresenta pequena variação de nível, apesar de uma leve ondulação, por um segmento com 12.604 m, foi previsto um canal trapezoidal, com base de 0,40 m, paralelo a rodovia MG-401. No segmento final foi prevista uma tubulação gravitária de concreto armado (TUB-2), DN600 e comprimento de 2.163 m. O lançamento da vazão de 0,50 m<sup>3</sup>/s será em talvegue existente que conduzirá até um reservatório existente no perímetro de irrigação Gorutuba.

O Trecho 4 inicia também na estação de bombeamento EBVG-4 onde serão instalados três conjuntos elevatórios de 0,50 m<sup>3</sup>/s (um GMB reserva) totalizando 1,00 m<sup>3</sup>/s, bombas centrífugas bi-partidas de eixo vertical, motores com potência de 250 CV, adutora de aço carbono, DN1000 e extensão de 3.550 m, que deverá vencer o desnível de 14,55 m até o início do canal CPVG-4. Aproveitando que o terreno natural apresenta pequena variação de nível, apesar de leve ondulação, por um segmento com 21.185 m, foi previsto um canal trapezoidal, com base de 1,00 m e tirante de 1,53 m. No segmento final do canal ocorrerá o lançamento da vazão de 1,00 m<sup>3</sup>/s no rio Verde Grande, aproximadamente 500 m a jusante da foz do rio Quem-Quem.

Observe-se que foi alterada a vazão aduzida nos trechos 3 e 4 em relação à proposta inicial do PRH Verde Grande: originalmente, 1,5 m<sup>3</sup>/s era aduzido até próximo da cidade de Janaúba, enquanto no presente estudo, essa vazão foi dividida, sendo 0,5 m<sup>3</sup>/s para Janaúba e 1,0 m<sup>3</sup>/s destinada a reforçar a vazão do rio Verde Grande, próximo à foz do rio Quem-Quem. Esse ajuste busca reforçar o incremento hídrico no rio Verde Grande.

No Apêndice 1 é apresentado o arranjo geral da solução proposta para a Transposição Jaíba, com as localizações das principais estruturas citadas na descrição anterior.

Os canais trapezoidais foram dimensionados considerando a seção transversal típica apresenta na Figura 7.3.

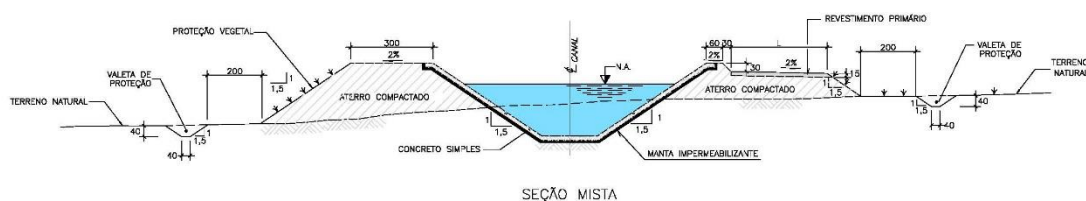


Figura 7.3 – Seção Típica dos Canais Trapezoidais Dimensionados

As características hidráulicas, mecânicas e elétricas das estruturas pré-dimensionadas para as estações de bombeamento e adutoras de recalque são sintetizadas no Quadro 7.1.

Quadro 7.1 - Principais Parâmetros de Dimensionamento das Estações de Bombeamento da Transposição Jaíba

	Nome	EBGV-1	EBVG-2.1	EBVG-2.2
<b>Estação de Bombeamento</b>	Q Bomba (L/s)	1.000	250	500
	Qtde GMB	3+1	2+1	2+1
	Q <sub>Total</sub> (L/s)	3.000	500	1.000
<b>Barrilete</b>	DN	800	400	500
	v (m/s)	1,989	1,768	1,273
<b>Adutora de Recalque</b>	Q (L/s)	1.000	500	1.000
	Nome	ADT-1 à ADT-4	ADT-2.1	ADT-2.2
	DN	800	800	1000
	v (m/s)	1,989	0,995	1,273
	L (m)	63,3	17.540	3.550
	hp (m)	2,63	21,84	8,16
	dH (m)	15,3	83,05	14,55
<b>Bomba</b>	AMT (mca)	17,93	104,89	22,71
	BHP (CV)	319	466	202
<b>Motor</b>	CV	377	551	239
	Adotado	350	800	250
	Tensão	660v	660v	660v
	Nº de Polos	6	6	6
<b>Subestação</b>	Potência (KVA)	2 X 1.000	2 X 1.500	2 X 500

As características hidráulicas das tubulações previstas para a Transposição Jaíba são apresentadas no Quadro 7.2.

**Quadro 7.2 - Principais Parâmetros de Dimensionamento das Tubulações da Transposição Jaíba**

Item	Unidade	TUB-1	TUB-2	SIFÃO SIF-1
Comprimento	m	1.332	2.163	1.600
Vazão	m <sup>3</sup> /s	3,00	0,50	3,00
Diâmetro	m	1,50	0,60	1,80
Material	-	Concreto Armado	Concreto Armado	Aço Soldado
Declividade	m/m	0,0037	0,00844	-
Lâmina D'Água	m	0,923	0,439	1,80
Velocidade	m/s	2,631	2,253	1,179
H/d	%	0,615	0,732	1,00
Perda de Carga	m	-	-	0,909
Cotas do Terreno	Mon	561,20	553,29	-
	Jus	550,40	534,00	-
Cotas da Canalização	Mon	559,40	550,00	-
	Jus	548,60	531,75	-
Profundidade	Mon	1,80	3,29	-
	Jus	1,80	2,25	-

As características hidráulicas dos canais previstos para a Transposição Jaíba são apresentadas no Quadro 7.3.

**Quadro 7.3 - Principais Parâmetros de Dimensionamento dos Canais na transposição Jaíba**

Item	Unidade	CPVG-1	CPVG-2	CPVG-3	CPVG-4
Início	Km+m	0+000	0+000	17+540	3+550
Fim	Km+m	21+600	27+524	30+144	24+735
Comprimento	m	21.600	27.524	12.604	21.185
Vazão	m <sup>3</sup> /s	4,50	3,00	0,50	1,00
Velocidade	m/s	0,664	0,600	0,383	0,456
Declividade de Fundo	m/km	0,100	0,100	0,100	0,100
N Manning	-	0,014	0,014	0,014	0,014
Lâmina d'água	m	1,818	1,55	1,818	1,036
Base (b)	m	1,00	0,90	0,40	1,00
Altura Máxima (H)	m	2,318	2,050	1,309	1,526

Os desenhos contendo as concepções e dimensões principais das estruturas hidráulicas previstas para integrar a Transposição Jaíba são apresentadas no Apêndice 1 ao Apêndice 9.

## 7.4 Estimativa de Custos Atualizados

Quanto aos custos relativos à Transposição Jaíba, foram objeto de estudo aqueles associados à implantação do sistema adutor, bem como a sua operação, com destaque para os custos de energia, significativos em sistemas desta natureza.

Neste sentido, procedeu-se o cálculo desses custos, com vistas a possibilitar a determinação de um valor referencial para o volume aduzido, permitindo, assim, estabelecer futuras comparações com outras possibilidades de incremento de oferta hídrica na bacia do rio Verde Grande (transposição Congonhas-Juramento e regularizações de vazões através de barragens e reservatórios).

Assim, a estimativa do valor referencial do m<sup>3</sup> aduzido foi realizada considerando o custo atualizado de implantação do sistema de transposição, os custos de operação e manutenção e o custo anual com energia para acionamento dos conjuntos moto bombas. Com esses valores foi realizado o cálculo financeiro a Valor Presente (para período de 30 anos e com taxa de desconto anual de 6%) e o resultado dividido pelo volume total aduzido nesses 30 anos, possibilitando, assim, determinar um valor referencial para o m<sup>3</sup> aduzido. Neste cálculo não foi considerado o valor da tarifa de água praticado pelo Projeto Jaíba, para captação no canal CP-3 (da ordem de R\$ 0,05/m<sup>3</sup>).

O custo de implantação do sistema de adução foi estimado em R\$ 337.437.342,39, conforme demonstrado no Quadro 7.4.

Quadro 7.4 - Custos de Implantação das Estruturas Hidráulicas da Transposição Jaíba

Trecho	Item	Unidade	Qtde.	Valor Unitário (R\$)	Valor Total (R\$)
Trecho 1 (Jaíba)	CPVG-1	m	21.600	3.000,00	64.800.000,00
	<b>Total Trecho 1</b>				<b>64.800.000,00</b>
Trecho 2 (Verdelândia)	Sifão SIF-1	m	1.600	6.916,98	11.067.168,00
	EBVG-1	CV	1.400	6.500,00	9.100.000,00
	Linhas de Recalque ADT-1 à ADT-4	m	192	2.087,65	400.828,80
	Canal CPVG-2	m	27.524	3.000,00	82.572.000,00
	Tubulação TUB-1	m	1.332	364,47	485.474,04
<b>Total Trecho2</b>				<b>103.625.470,84</b>	
Trecho 3 (Janaúba)	EBVG-2.1	CV	2.400	6.500,00	15.600.000,00
	Linha de Recalque ADT-2.1	m	17.540	2.087,65	36.617.381,00
	Canal CPVG-3	m	12.604	3.000,00	37.812.000,00

Trecho	Item	Unidade	Qtde.	Valor Unitário (R\$)	Valor Total (R\$)
	Tubulação TUB-2	m	2.163	214,35	463.639,05
	<b>Total Trecho 3</b>				<b>90.493.020,05</b>
Trecho 4 (rio Verde Grande)	EBVG-2.2	CV	750	6.500,00	4.875.000,00
	Linha de Recalque ADT-2.2	m	3.550	2.841,93	10.088.851,50
	Canal CPVG-4	m	21.185	3.000,00	63.555.000,00
	<b>Total Trecho 4</b>				<b>78.518.851,50</b>
<b>Total Transposição Jaíba</b>					<b>337.437.342,39</b>

Os preços unitários das tubulações gravitárias foram determinados com base em quantitativos de serviços como: escavação, escoramento de vala, assentamento da tubulação e reaterro com material escavado determinados em função do diâmetro da canalização. Os preços unitários adotados foram da tabela SINAPI, com preço base de novembro/2019, inclusive o fornecimento do tubo de concreto. Foi considerado um BDI igual a 28%.

Os custos de operação e manutenção foram definidos conforme procedimento usualmente adotado em sistemas similares de adução de água (por exemplo, adotados nos estudos de viabilidade contratados pela Codevasf). Usualmente, utiliza-se um percentual do custo de implantação, como despesa anual para operação e manutenção do sistema adutor. No caso de haver diversos equipamentos eletromecânicos, esse percentual tende a ser elevado. Para a presente situação adotou-se o percentual de 1,0% ao ano, face à diversidade, dimensão e intensidade de uso desses equipamentos (importante comentar que nos custos operacionais aqui considerados, expurgou-se o de energia, que por sua importância foi calculado em separado, a seguir). O valor anual considerado foi, então, de R\$ 3.374.373,42.

O custo de energia foi calculado com base nas parcelas relativas à demanda e consumo em alta tensão, praticados pelo CEMIG, aplicados, respectivamente sobre a demanda e o consumo anual de energia elétrica para o acionamento dos conjuntos moto bombas. Os valores considerados foram os seguintes:

- Custo unitário da demanda: R\$ 19,18/kW
- Custo unitário da energia consumida: R\$ 490,17/MWH/ano

As tarifas correspondem ao Grupo A4 (2,3 a 25 KV), classe Azul, fora da ponta, de acordo com a RESOLUÇÃO HOMOLOGATÓRIA Nº 2.550 de 21 de maio de 2019, que homologa o resultado do Reajuste Tarifário Anual de 2019, as Tarifas de Energia – TE e as Tarifas de Uso do Sistema de Distribuição – TUSD referentes à Companhia de Eletricidade do Estado de Minas Gerais - CEMIG, e dá outras providências. Esses valores incluem os impostos. Complementarmente, conforme essa Resolução, observa-se que, em razão da operação das estações de bombeamento ocorrer fora do período de ponta (em regime de 20h/dia), a aplicação da tarifa Verde no cálculo do custo da energia, não traria diferença nos valores calculados (visto que a diferença entre essas tarifas ocorre justamente no período de pico).

No Quadro 7.5 apresenta-se o custo anual com energia para acionamento das estações de bombeamento ao longo da Transposição Jaíba.



Quadro 7.5 - Custos Anuais de Energia por Estação de Bombeamento

Estação de Bombeamento	Potência (kW)	Horas de Operação Anual (h)	Custo Demanda (R\$)	Custo Consumo (R\$)	Custo Anual de Energia (R\$)
EBVG-1	1.030	5.400	237.064,80	2.726.325,54	2.963.390,34
EBVG-2.1	1.766	5.400	406.462,56	4.674.457,19	5.080.919,75
EBVG-2.2	552	5.400	127.048,32	1.461.098,74	1.588.147,06
Total		5.400	770.575,68	8.861.881,47	9.632.457,15

Para o cálculo do consumo de energia ao longo de um ano, foram considerados os seguintes parâmetros:

- Operação diária: 20h/dia
- Operação anual: 270 dias/ano (considerando que no período chuvoso, na bacia, não será necessário bombear água para Juramento).
- Quantidade de horas anuais de operação: 5.400 h/ano
- Quantidade de conjuntos operacionais: EBVG-1 - 4 conjuntos moto bomba; EBVG-2.1 – 3 conjuntos moto bomba e EBVG-2.2 – 3 conjuntos moto bomba.
- Potência unitária de cada conjunto moto bomba: EBVG1 = 257,6 kW; EBVG2.1 = 588,8 kW e EBVG-2.2 = 184,0 kW.



	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p> <p>P4 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – TRANSPOSIÇÕES PLANEJADAS</p>	
<p>ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE</p>		

Como resultado, obteve-se um consumo anual de energia de 18.079,20 MWh/ano. Com esses valores e multiplicando-os pelas tarifas de energia referidas, obteve as seguintes parcelas de custos anuais de energia:

- Custo anual de demanda: R\$ 770.575,68
- Custo anual de consumo de energia: R\$ 8.861.881,47

Como resultado, o custo anual total com energia é de R\$ 9.632.457,15.

O cálculo financeiro do Valor Presente desses custos, lançados ao longo de 30 anos, com taxa de desconto de 6% ao ano é apresentado no Quadro 7.6, considerando-se que todo o investimento na implantação da Transposição seja realizado no Ano 0 e que a operação se inicie de forma plena a partir do Ano 1 até o Ano 30.

Quadro 7.6 - Cálculo de Valor Presente dos Custos da Transposição Jaíba

ANO	Custo Implantação (R\$)	Custos Anual de O & M (R\$)	Custos de O & M descontado (R\$)	Custo Anual de Energia (R\$)	Custos de Energia descontado (R\$)	Custos Totais (R\$)	Custos Totais descontados (R\$)
0	337.437.342,39					337.437.342,39	337.437.342,39
1		3.374.373,42	3.183.371,15	9.632.457,15	9.087.223,73	13.006.830,57	12.270.594,88
2		3.374.373,42	3.003.180,33	9.632.457,15	8.572.852,57	13.006.830,57	11.576.032,90
3		3.374.373,42	2.833.188,99	9.632.457,15	8.087.596,77	13.006.830,57	10.920.785,76
4		3.374.373,42	2.672.819,80	9.632.457,15	7.629.808,27	13.006.830,57	10.302.628,07
5		3.374.373,42	2.521.528,12	9.632.457,15	7.197.932,33	13.006.830,57	9.719.460,45
6		3.374.373,42	2.378.800,11	9.632.457,15	6.790.502,20	13.006.830,57	9.169.302,31
7		3.374.373,42	2.244.151,05	9.632.457,15	6.406.134,15	13.006.830,57	8.650.285,20
8		3.374.373,42	2.117.123,63	9.632.457,15	6.043.522,78	13.006.830,57	8.160.646,41
9		3.374.373,42	1.997.286,44	9.632.457,15	5.701.436,59	13.006.830,57	7.698.723,03
10		3.374.373,42	1.884.232,49	9.632.457,15	5.378.713,76	13.006.830,57	7.262.946,25
11		3.374.373,42	1.777.577,82	9.632.457,15	5.074.258,27	13.006.830,57	6.851.836,09
12		3.374.373,42	1.676.960,21	9.632.457,15	4.787.036,10	13.006.830,57	6.463.996,31
13		3.374.373,42	1.582.037,93	9.632.457,15	4.516.071,79	13.006.830,57	6.098.109,73
14		3.374.373,42	1.492.488,62	9.632.457,15	4.260.445,09	13.006.830,57	5.752.933,70
15		3.374.373,42	1.408.008,13	9.632.457,15	4.019.287,82	13.006.830,57	5.427.295,95
16		3.374.373,42	1.328.309,56	9.632.457,15	3.791.780,96	13.006.830,57	5.120.090,52
17		3.374.373,42	1.253.122,22	9.632.457,15	3.577.151,85	13.006.830,57	4.830.274,07
18		3.374.373,42	1.182.190,78	9.632.457,15	3.374.671,56	13.006.830,57	4.556.862,33
19		3.374.373,42	1.115.274,32	9.632.457,15	3.183.652,41	13.006.830,57	4.298.926,73
20		3.374.373,42	1.052.145,58	9.632.457,15	3.003.445,67	13.006.830,57	4.055.591,25
21		3.374.373,42	992.590,17	9.632.457,15	2.833.439,31	13.006.830,57	3.826.029,48
22		3.374.373,42	936.405,82	9.632.457,15	2.673.055,95	13.006.830,57	3.609.461,78
23		3.374.373,42	883.401,72	9.632.457,15	2.521.750,90	13.006.830,57	3.405.152,62

ANO	Custo Implantação (R\$)	Custos Anual de O & M (R\$)	Custos de O & M descontado (R\$)	Custo Anual de Energia (R\$)	Custos de Energia descontado (R\$)	Custos Totais (R\$)	Custos Totais descontados (R\$)
24		3.374.373,42	833.397,85	9.632.457,15	2.379.010,28	13.006.830,57	3.212.408,13
25		3.374.373,42	786.224,39	9.632.457,15	2.244.349,32	13.006.830,57	3.030.573,71
26		3.374.373,42	741.721,12	9.632.457,15	2.117.310,68	13.006.830,57	2.859.031,80
27		3.374.373,42	699.736,90	9.632.457,15	1.997.462,91	13.006.830,57	2.697.199,81
28		3.374.373,42	660.129,15	9.632.457,15	1.884.398,97	13.006.830,57	2.544.528,13
29		3.374.373,42	622.763,35	9.632.457,15	1.777.734,88	13.006.830,57	2.400.498,23
30		3.374.373,42	587.512,60	9.632.457,15	1.677.108,38	13.006.830,57	2.264.620,97
<b>VP</b>	<b>337.437.342,39</b>	-	<b>46.431.378,26</b>	-	<b>132.589.1467,24</b>	-	<b>516.474.169,00</b>

Observa-se que o custo a Valor Presente total do empreendimento, considerando sua operação e manutenção ao longo de 30 anos, totaliza aproximadamente R\$ 516.474.169,00. Desse valor, a parcela mais significativa é do investimento na implantação, respondendo por 65% desse total, enquanto que para os custos de energia o valor representa 26%.

O volume total aduzido pela Transposição, ao longo dos 30 anos simulados, considerando uma vazão de (4,5 m<sup>3</sup>/s durante 20h/dia e em 270 dias/ano) é de:

$$4,5 \text{ m}^3/\text{s} \times 60 \text{ s} \times 60 \text{ min} \times 20 \text{ h} \times 270 \text{ d} \times 30 \text{ anos} = 2.624.400.000 \text{ m}^3$$

O valor referencial do m<sup>3</sup> aduzido foi obtido através da divisão do Valor Presente dos custos da Transposição ao longo de 30 anos pelo volume aduzido neste período:

$$\text{R\$ } 516.474.169,00 / 2.624.400.000 \text{ m}^3 = \text{R\$ } 0,197/\text{m}^3$$



Esse valor, embora tendo significado absoluto relativo, deve ser entendido na ótica comparativa desta avaliação, servindo como referencial de comparação tanto com a Transposição Congonhas-Juramento, como para os barramentos propostos, para obtenção de juízo de valor com vistas a futura hierarquização e até mesmo seleção de alternativas de incremento hídrico na bacia do rio Verde Grande.

Novamente, é importante destacar que no valor referencial acima calculado não foi computado o custo da tarifa de água praticada para captação no canal CP-3 do Projeto Jaíba (da ordem de R\$ 0,05/m<sup>3</sup>, conforme informações do DIJ2), assim como os custos de desapropriação das áreas de faixa de domínio dos canais, os quais deverão ser acrescido para se obter o valor total final.

## 7.5 Questões Institucionais e Estratégicas

Em termos institucionais, a Transposição Jaíba envolve, diretamente, o Projeto Jaíba, atualmente gerido e operado pelo Distrito de Irrigação Jaíba (DIJ e DIJ2). O Projeto Jaíba tem ainda a interveniência da Codevasf e do Governo do Estado de Minas Gerais através da SEAPA.

Por se encontrar em fase conceitual e de pré-dimensionamento, a Transposição Jaíba ainda não possui uma instituição oficial proponente. Como os benefícios do uso das suas águas transpostas é múltiplo, podendo-se destacar, em termos quantitativos, a

	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p> <p>P4 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – TRANSPOSIÇÕES PLANEJADAS</p>	
<p>ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE</p>		

irrigação e o abastecimento público, não se identifica, de antemão, uma instituição proponente específica (como no caso da Transposição Congonhas-Juramento). Assim, um primeiro desafio a ser enfrentado consiste em identificar a instituição responsável, tanto para a realização dos estudos e projetos, como para a implantação das estruturas e equipamentos e, posteriormente, para a sua operação.

Mais recentemente, têm sido utilizadas instituições constituídas especificamente para gestão e operação de sistemas adutores, que podem ser administradas pelo conjunto dos usuários. O próprio DIJ é um exemplo desta modalidade. No entanto, a fase inicial de estudos e implantação, normalmente tem sido conduzida por instituição oficial, preferencialmente com experiência na área.


O próprio Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande pode ser um dos promotores do empreendimento, resguardando-se as suas características e limitações institucionais. Também a Agência Peixe Vivo pode ser promotora, nesta fase inicial de estudos e projetos.

Mesmo o DIJ/DIJ2 podem ser partícipes dessa iniciativa, visto que se pode entender a Transposição Jaíba como uma usuária de água do Projeto Jaíba ou mesmo como uma Etapa do próprio Projeto Jaíba. Vale comentar que o trecho inicial da Transposição Jaíba se desenvolve em áreas onde estava prevista a Etapa 4 do Projeto Jaíba.

Também com relação ao Projeto Jaíba, é importante referir dois aspectos, por se tratar do manancial de suprimento da Transposição Jaíba: o custo tarifário da vazão aduzida e a influência no aumento da captação de água no São Francisco.

A questão tarifária deve ser tratada diretamente com o DIJ/DIJ2, mas é possível estimar uma otimização no uso operacional das estruturas hidráulicas existentes do Projeto Jaíba, uma vez que haverá maior utilização do potencial de adução de água, hoje ainda utilizando apenas parte da vazão nominal de projeto. Assim, entende-se que operar o sistema de adução do Projeto Jaíba com vazão mais próxima da nominal de projeto significa melhorar o desempenho técnico e financeiro dos equipamentos e estruturas, além de aumentar o faturamento (via venda de água) do Distrito.

Um dos pontos principais da Transposição Jaíba consiste no pagamento ao DIJ/DIJ2, via tarifação, da água captada. Para tanto, a instituição a ser responsável pela futura operação da Transposição deverá promover, por sua parte, a cobrança, também

<p>Elaborado por:</p> 	<p>Nº da revisão: 02</p>	<p>Código do Documento: AGBPV_VRDGRANDE_EHID_P4_IOH_Transposições_REV02</p>	<p>72/92</p>
---	------------------------------	---	--------------

via tarifa, da água disponibilizada. Esse é um pressuposto essencial ao funcionamento da Transposição e deverá ser tratado com especial atenção durante a configuração institucional-operacional a ser realizada.



Atualmente, a tarifa praticada para captação no canal CP-3 do Projeto Jaíba é composta por uma parcela fixa de R\$ 6,00 acrescido de uma parcela variável de R\$ 50,00 para cada 1.000 m<sup>3</sup>.

Com relação à captação do Projeto Jaíba no rio São Francisco, conforme a outorga vigente, o volume anual captado é de 379.113.963 m<sup>3</sup>, variando ao longo do ano, conforme o mês, com períodos operacionais variando entre 20 e 23 dias/mês e 8 a 10 horas/dia. Os maiores períodos ocorrem nos meses mais secos, alcançando 230 horas/mês, enquanto os menores ocorrem nos meses mais chuvosos, sendo de 184 horas/mês. Observa-se assim, que há considerável folga, visto que a operação diária suportaria até 20 horas (evitando o horário de pico da energia), em torno de 460 horas/mês como máximo período operacional da captação. Considerando os valores estabelecidos na Outorga (Resolução nº 0268/2017) a vazão máxima captada no rio São Francisco ocorre em setembro, sendo da ordem de 47,6 m<sup>3</sup>/s, enquanto a mínima é de 35,6 m<sup>3</sup>/s, para o mês de janeiro. Considerando que a EB-1 tem capacidade nominal para 80 m<sup>3</sup>/s, em termos operacionais utiliza-se, no máximo, 60% desta capacidade.

Neste contexto, o incremento representado pela Transposição Jaíba (4,5 m<sup>3</sup>/s) representaria um acréscimo de 9,4% na vazão atualmente captada no rio São Francisco. Conforme estudos recentes realizados pela Codevasf (Estudo de Viabilidade e Consolidação do Anteprojeto do Projeto Iuiú, Codevasf-Ecoplan, 2018) a vazão mínima para a captação do Projeto Iuiú, localizada próxima e a jusante da captação do Projeto Jaíba, no rio São Francisco, após a afluência do rio Verde Grande, é de 238 m<sup>3</sup>/s (TR 100 anos). Considerando esse valor referencial para a captação do Projeto Jaíba, a vazão da Transposição Jaíba representa um acréscimo de cerca de 1,9% deste valor. Assim, mesmo considerando a atual realidade hídrica da bacia do rio São Francisco, entende-se que a Transposição Jaíba não representa impacto significativo que represente impossibilidade técnica.

Em termos operacionais, a EB-3 opera atualmente com capacidade reduzida de bombeamento de 9,6 m<sup>3</sup>/s, visto que a Bomba nº 06 (com capacidade de 5,6 m<sup>3</sup>/s) não



	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p> <p>P4 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – TRANSPOSIÇÕES PLANEJADAS</p>	
<p>ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE</p>		

apresenta condições operacionais (bomba foi entregue ao Jaíba pelo Governo do Estado). Essa restrição operacional limita a captação de água pretendida para a Transposição.

Conforme posicionamento do DIJ2, deve ser considerado, na Transposição Jaíba, o abastecimento das Etapas 3 e 4 previstas para o Projeto Jaíba, e os atuais consumos, com vistas a garantir o atendimento dos irrigantes do Projeto. Ainda conforme o DIJ2, não há instrumento de delegação da operação e manutenção da extensão do canal CP-3 onde está proposta a captação da Transposição, sendo que esse assunto deve ser tratado com a Codevasf, responsável pela implantação estrutural, bem como com o Governo do Estado de Minas Gerais, através da SEAPA.

Voltando à questão institucional, considerando o incremento de água ao longo do rio Verde Grande, notadamente nos pontos de lançamento (Colônia Jaíba e Verdelândia), a gestão da água na bacia passa a ser diretamente influenciada pela Transposição Jaíba. ANA e IGAM constituem, assim, em atores estratégicos na montagem da arquitetura institucional e operacional.

Especificamente, a influência deste reforço (incremento) hídrico deverá ser simulada posteriormente, através de modelagem hidrológica de balanço hídrico (durante a Atividade 8).

De forma análoga à considerada para a Transposição Congonhas-Juramento, é essencial ao bom andamento dos processos vinculados à implantação e operação da Transposição Jaíba, exercitar a participação dos atores estratégicos principais ao longo de todo o processo, com destaque para a atual fase de estudos. Novamente, é importante ressaltar que esta transposição se encontra ainda em fase de estudo conceitual e de pré-dimensionamento, e que os resultados do estudo ora contratado pela Agência Peixe Vivo deverão servir de base para o início de um processo de amadurecimento conceitual e institucional da Transposição Jaíba.

## 8 INDICADORES DE DESEMPENHO

Com vistas a possibilitar a verificação do desempenho de cada transposição estudada, em termos comparativos, foram considerados três indicadores, a saber:

- Custo da água transposta;
- Abrangência dos benefícios da transposição (multiplicidade de usos e espacial); e
- Incremento hídrico nos pontos de controle das sub-bacias do rio Verde Grande.

### 8.1 Custo da Água Transposta

O custo da água transposta foi calculado, para cada transposição, nos capítulos 6 e 7, considerando os custos de implantação, operação e manutenção, incluindo os custos de energia, em termos de R\$/m<sup>3</sup>. Esses valores foram obtidos, a Valor Presente, para um período de 30 anos, com taxa de desconto de 6% ao ano, e são apresentados no Quadro 8.1.

Quadro 8.1 - Custo Unitário da Água Transposta

Transposição	Vazão (m <sup>3</sup> /s)	R\$/m <sup>3</sup>
Congonhas-Juramento	2,00	0,194
Jaíba	4,50	0,197

Importante comentar que os valores apresentados para as transposições não consideram as tarifas de água relativas às suas captações (seja no reservatório Congonhas, seja no canal CP-3 do Projeto Jaíba), embora esses valores tenham sido simulados e sejam da ordem de R\$ 0,10 e 0,05 por m<sup>3</sup>, respectivamente, não alterando substancialmente os resultados.

Chama a atenção o fato de os valores serem bastante similares, embora constituídos por parcelas distintas: enquanto na Transposição Congonhas-Juramento a maior parcela seja relativa ao custo de energia (60% do total), na Transposição Jaíba os custos de implantação são os mais significativos (65% do total).

### 8.2 Abrangência dos Benefícios da Transposição

Com relação aos benefícios decorrentes das transposições, dois aspectos foram considerados: a multiplicidade de uso e a abrangência espacial.

Quanto à multiplicidade de usos, foi avaliada não somente a quantidade e diversidade de usos da água atendidos pela transposição, mas também e principalmente, o seu efetivo impacto positivo sobre o abastecimento público, uso prioritário e com maior capacidade de suporte financeiro.

Neste quesito, a Transposição Congonhas-Juramento apresenta destaque, pois tem a totalidade da sua vazão voltada, primeiramente, ao abastecimento público de Montes Claros e cidades vizinhas. Ademais, o retorno aos cursos de água da vazão utilizada no abastecimento público (mesmo considerando esse retorno da ordem de 80% do valor da vazão transposta), representa potencial disponibilidade para outros usos ao longo da rede hidrográfica, com destaque para o rio Verde Grande. Nesse trajeto, usos rurais, como irrigação e dessedentação animal serão passíveis de atendimento. Devendo-se destacar a necessidade de tratamento desses efluentes do abastecimento antes de retornarem à rede hidrográfica.

No caso da Transposição Jaíba a maior parcela da vazão transposta destina-se ao reforço hídrico do rio Verde Grande, em áreas onde predomina a irrigação, mas podendo também ser utilizada para o abastecimento público (Jaíba e Verdelândia, por exemplo), bem como para a dessedentação animal.

Comparativamente, a Transposição Congonhas-Juramento beneficia um maior contingente populacional, considerando-se a cidade de Montes Claros.

Quanto à abrangência espacial, pela configuração proposta, a Transposição Jaíba apresenta área de benefício nas sub-bacias Médio Verde Grande – Trecho Baixo e Baixo Verde Grande, enquanto a Transposição Congonhas-Juramento concentra seus benefícios na sub-bacia Alto Verde Grande. No entanto, as águas transpostas, após retornarem ao curso do rio Verde Grande a jusante de Montes Claros, têm potencial para alcançar também a sub-bacia Médio Verde Grande – Trecho Alto. Os resultados hídricos efetivos e mais detalhados dessa transposição deverão ser verificados em etapa posterior de estudo.

Assim, comparativamente, é possível identificar leve vantagem para a Transposição Jaíba, em termos de abrangência espacial dos benefícios, inclusive por atender áreas com significativos déficits hídricos.

### 8.3 Incremento Hídrico nos Pontos de Controle das Sub-Bacias

As transposições estudadas resultam em incrementos hídricos à rede hidrográfica principal da bacia do rio Verde Grande. Tendo em vista os locais de lançamento das vazões transpostas, na calha do rio Verde Grande, é possível mensurar o incremento hídrico, relacionando essas parcelas lançadas com as vazões naturais.

Para tanto, foram considerados os valores referenciais indicados no Marco Regulatório do Rio Verde Grande (Nota Técnica ANA nº 10/2018), nos pontos de controle vinculados a estações fluviométricas, que possuem séries históricas observadas. Nesse sentido, foram considerados os valores apresentados na Tabela 1 (Vazões e garantias nas estações fluviométricas na bacia do rio Verde Grande) da referida Nota Técnica, visto que esses pontos servem também de referência para os lançamentos das transposições, notadamente do Jaíba.

Para uma garantia de 95% ( $Q_{95}$ ), nessa tabela foram obtidos os seguintes valores conforme a estação:

- Capitão Enéas (exutório Alto Verde Grande): 0,403 m<sup>3</sup>/s;
- Fazenda Alegre (exutório Médio Superior Verde Grande): 0,949 m<sup>3</sup>/s;
- Colônia Jaíba (exutório Médio Inferior Verde Grande): 1,317 m<sup>3</sup>/s.

No caso da transposição Jaíba, foram consideradas três pontos de lançamentos de vazões, com os seguintes valores (Quadro 8.2).

Quadro 8.2 - Transposição Jaíba – Locais e Vazões de Lançamentos



Local de Lançamento	Vazão (m <sup>3</sup> /s) [1]
1º Lançamento – Rio Verde Grande em Colônia Jaíba	1,25
2º Lançamento – Rio Verde Grande em Verdelândia	1,25
3º Lançamento – Rio Verde Grande montante Verdelândia	0,83

Obs.: Os restantes 0,41 m<sup>3</sup>/s após Verdelândia são destinados à Janaúba, não sendo considerados nesta análise.

[1] Valores corrigidos para 24h/dia.

Esses valores representam os seguintes acréscimos percentuais sobre as vazões referenciais com 95% de garantia:

- Fazenda Alegre (exutório Médio Superior Verde Grande): 220%; e
- Colônia Jaíba (exutório Médio Inferior Verde Grande): 95%.

	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p> <p>P4 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – TRANSPOSIÇÕES PLANEJADAS</p>	
<p>ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE</p>		

O 3º lançamento, a montante de Verdelândia, próximo à foz do rio Quem-Quem, ocorre em local distante dos pontos referenciais citados, mas próximo do denominado PC-2 proposto no Marco Regulatório.

Esses valores representam o impacto local e instantâneo, visto que na medida em que essas vazões fluírem pela calha do rio, sofrerão alterações hidrodinâmicas e das próprias retiradas de água, modificando o impacto ora mensurado.

Já para o caso da Transposição Congonhas-Juramento, foi considerada o ponto de controle relativo à estação Capitão Enéas, que embora fique cerca de 20 km a jusante (ao longo da calha do rio Verde Grande) da entrada dos retornos das vazões de abastecimento de Montes Claros, possui informações hidrológicas observadas que permitem calcular vazão com garantia de 95%.

Considerando uma vazão de retorno de 1,60 m<sup>3</sup>/s (80% da vazão de transposição de 2,00 m<sup>3</sup>/s) a ser lançada no rio Verde Grande e o valor referencial com garantia de 95% em Capitão Enéas, o acréscimo hídrico resultante é de 397%, bastante significativo.

Observa-se assim, que as transposições resultaram em incremento hídricos significativos nos principais pontos de controle para a gestão hídrica da bacia do rio Verde Grande, com destaque para a Transposição Congonhas-Juramento, embora a Transposição Jaíba também apresente forte acréscimo de água, em região onde há considerável demanda, principalmente para irrigação.

Esses acréscimos hídricos serão estudados em maior grau de detalhamento através da aplicação de modelagem hidrológica de balanço hídrico, em fase posterior do estudo.

## 9 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os estudos realizados sobre as alternativas de transposição de vazões na Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande mostram condições favoráveis de viabilidade técnica. Em termos financeiros (e não econômicos), os resultados apontam situações interessantes a serem verificadas junto aos futuros ou potenciais operadores. Observam-se, também, questões institucionais e operacionais que deverão ser solucionadas previamente à implantação dessas alternativas.

Com efeito, a Transposição Congonhas-Juramento encontra-se evoluída em termos de estudos e projetos relativos à Barragem Congonhas, mas, pelas informações obtidas, ainda persistem dúvidas quanto à melhor forma de realizar a transposição de vazões. O presente estudo mostrou que a solução atualmente vigente se mostra viável e exequível sob a ótica técnica (em que pese a existência, ainda, de alternativas para o sistema de transposição). Em termos financeiros, os valores simulados para o custo da água transposta deverão ser avaliados pelo futuro operador do sistema, embora mostre-se dentro de limites razoáveis considerando o abastecimento público.



Já no que se refere à Transposição Jaíba, o ponto de captação para a transposição já existe fisicamente (final do canal CP-3 do Projeto Jaíba). No entanto, questões institucionais e operacionais impossibilitam, hoje, a disponibilização da vazão a ser transposta, necessitando esforço de articulação institucional para a consolidação dessa solução.

Em termos de custos unitários, as duas transposições apresentaram resultados bastante similares, embora suas matrizes de custos sejam distintas.

A Transposição Congonhas-Juramento destina-se a uso mais nobre da água (abastecimento humano, notadamente da cidade de Montes Claros), embora possa atender também, após os retornos à rede hidrográfica, outros usos, como irrigação e dessedentação animal. Em termos espaciais, seus benefícios concentram-se nas sub-bacias Alto Verde Grande e Médio Verde Grande – Trecho Superior. O incremento hídrico é bastante significativo, praticamente quadruplicando a vazão referencial.



A Transposição Jaíba destina suas águas majoritariamente ao reforço hídrico do rio Verde Grande, alcançando o Médio Verde Grande – Trecho Inferior e Baixo Verde Grande, além de alcançar, também, parte baixa do Gorutuba. Os maiores usuários serão



	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p> <p>P4 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – TRANSPOSIÇÕES PLANEJADAS</p>	
<p>ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE</p>		

nas áreas rurais, através da irrigação e dessedentação animal. Também o incremento hídrico resultante é significativo em relação às vazões de referência nos pontos de lançamento.

Sendo assim, observa-se que as duas transposições apresentam resultados positivos e, por beneficiarem áreas distintas na Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande, com destaque para a própria calha do rio Verde Grande, devem ser entendidas com soluções complementares entre si, não se vislumbrando caráter competitivo entre elas.

	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p> <p>P4 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – TRANSPOSIÇÕES PLANEJADAS</p>	
<p>ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE</p>		

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

ANA, Agência Nacional de Águas. **Nota Técnica nº 10/2018: Subsídios ao CNRH para definição dos valores a serem cobrados pelo uso de recursos hídricos de domínio da União na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. Deliberação CEIVAP nº 259/2018**. Disponível em: < <https://www.ana.gov.br/todos-os-documentos-do-portal/documentos-sas/arquivos-cobranca/nota-tecnica-no-10-2018-cscob-sas.pdf/view>>. Acesso em: dez. 2019

ANA, Agência Nacional de Águas. **Nota Técnica nº 36/2018: Correção à Resolução Conjunta ANA/SEMAD-MG/IGAM-MG nº 52, de 26 de julho de 2018 (documento nº 00000.046594/2018-32) - Marco Regulatório estabelecendo novas condições de uso dos recursos hídricos no sistema hídrico rio Verde Grande, Estado de Minas Gerais**. Disponível em: < [https://www.ana.gov.br/regulacao/resolucoes-e-normativos/regras-especiais-de-uso-da-agua/marcos-regulatorios/nt\\_36\\_2017\\_comar\\_sre-1.pdf](https://www.ana.gov.br/regulacao/resolucoes-e-normativos/regras-especiais-de-uso-da-agua/marcos-regulatorios/nt_36_2017_comar_sre-1.pdf)>. Acesso em: dez. 2019

ANA, Agência Nacional de Águas. **Certificado de Avaliação de Sustentabilidade da Obra Hídrica – CERTOH, referente à Barragem de Congonhas – Processo Nº 02501.002007/2007-25, através da Resolução nº 781, de 27 de outubro de 2009**. Disponível em: <<http://arquivos.ana.gov.br/resolucoes/2009/781-2009.pdf>>. Acesso em: dez 2019.

ANEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. **Resolução Homologatória nº 2.550 de 21 de maio de 2019**. Disponível em: <<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/servlet/INPDFViewer?jornal=515&pagina=42&data=27/05/2019&captchafield=firstAccess>>. Acesso em: jan.2020

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.

DNOCS, Departamento Nacional de Obras Contra as Secas. **Projeto Executivo da Barragem Congonhas**. Volume 1: Memorial Descritivo. Acesso em: dez 2019.



DNOCS, Departamento Nacional de Obras Contra as Secas. **Documentação para Obtenção de Outorga de Uso de Água – Captação em Barramento com Regularização de Vazão – Barragem Congonhas**, 572-DNS-SUS-RT-P033. Engecrps, 2006.

DNOCS, Departamento Nacional de Obras Contra as Secas. **Estudo de Impacto Ambiental (EIA) da Barragem Congonhas**. UMAH, 2007.

DNOCS, Departamento Nacional de Obras Contra as Secas. **Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) da Barragem Congonhas**. UMAH, 2007.



DNOCS, Departamento Nacional de Obras Contra as Secas. **Plano de Controle Ambiental do Açude Público Congonhas**. TECISAN, 2011.

GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Parecer Único nº 108/2016 SEMAD/SUPRAM, Licenciamento Ambiental Barragem Congonhas, 2015**. Disponível

	Tipo de Documento: Relatório Técnico P4 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – TRANSPOSIÇÕES PLANEJADAS	
ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE		

em: <<http://sistemas.meioambiente.mg.gov.br/reunioes/uploads/9ULooUYHCacR5WtfJSA5PrziNnQNjjjS.pdf>>. Acesso em: jan.2020



MMA, Ministério do Meio Ambiente. **Resolução Conjunta ANA/SEMAD-MG/IGAM-MG Nº 52/2018**. Disponível em: <[http://www.in.gov.br/materia/-/asset\\_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/35518220/do1-2018-08-06-resolucao-conjunta-n-52-de-26-de-julho-de-2018-35518173](http://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/35518220/do1-2018-08-06-resolucao-conjunta-n-52-de-26-de-julho-de-2018-35518173)>. Acesso em: dez. 2019

	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p> <p>P4 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – TRANSPOSIÇÕES PLANEJADAS</p>	
<p>ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE</p>		


## APÊNDICES

A seguir são apresentados os seguintes Apêndices:

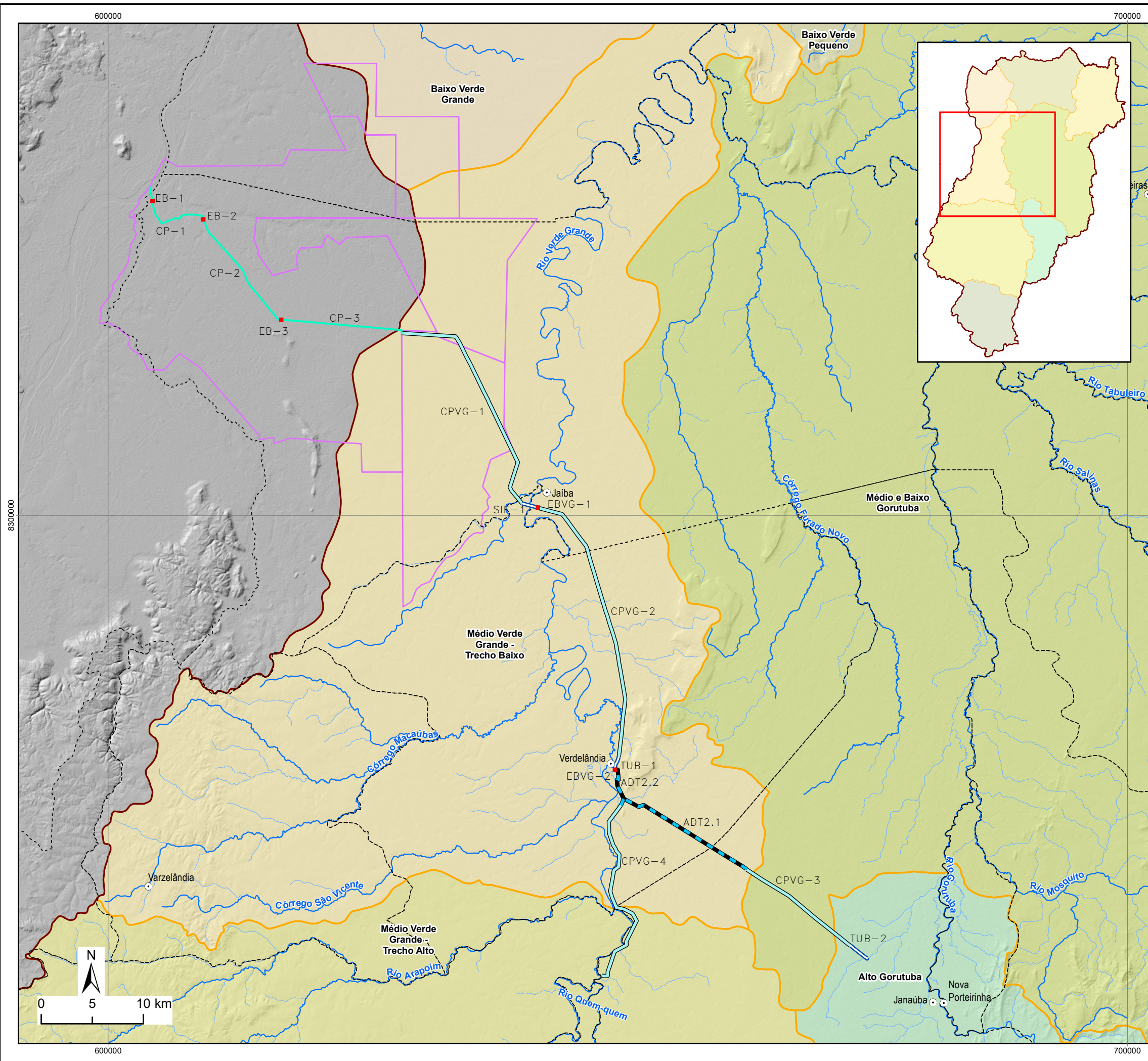
- Apêndice 1: Arranjo Geral da Transposição Jaíba
- Apêndice 2: Estações de Bombeamento EBVG-1;
- Apêndice 3: Estações de Bombeamento EBVG-2;
- Apêndice 4: Perfil Longitudinal Canal CPVG-01;
- Apêndice 5: Perfil Longitudinal Canal CPVG-02;
- Apêndice 6: Perfil Longitudinal Adutora ADT-2.1;
- Apêndice 7: Perfil Longitudinal Adutora ADT-2.2;
- Apêndice 8: Perfil Longitudinal Sifão SIF-1;
- Apêndice 9: Perfil Longitudinal Tubulação TUB-1.

	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p> <p>P4 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – TRANSPOSIÇÕES PLANEJADAS</p>	
<p>ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE</p>		

## Apêndice 1: Arranjo Geral da Transposição Jaíba

<p>Elaborado por:</p> 	<p>Nº da revisão: 02</p>	<p>Código do Documento: AGBPV_VRDGRANDE_EHID_P4_IOH_Transposições_REV02</p>	
---	------------------------------	---	--





### Apêndice 1 – Arranjo geral da Transposição Jaíba

- Legenda**
- Sede Municipal
  - ~ Hidrografia
  - ~ Rios principais
  - ~ Canal existente
  - Transposição Jaíba**
  - Eixo Canal
  - Adução
  - Tubulação
  - Estação de Bombeamento
  - Limite Jaíba
  - Limite Municipal
  - Limite Estadual
  - Limite da Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande
  - Sub-Bacia**
  - Médio Verde Grande - Trecho Alto
  - Alto Gorutuba
  - Médio e Baixo Gorutuba
  - Médio Verde Grande - Trecho Baixo
  - 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: 1:375.000



**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)


P4 – Estudo de Oferta Hídrica – Transposições Planejadas

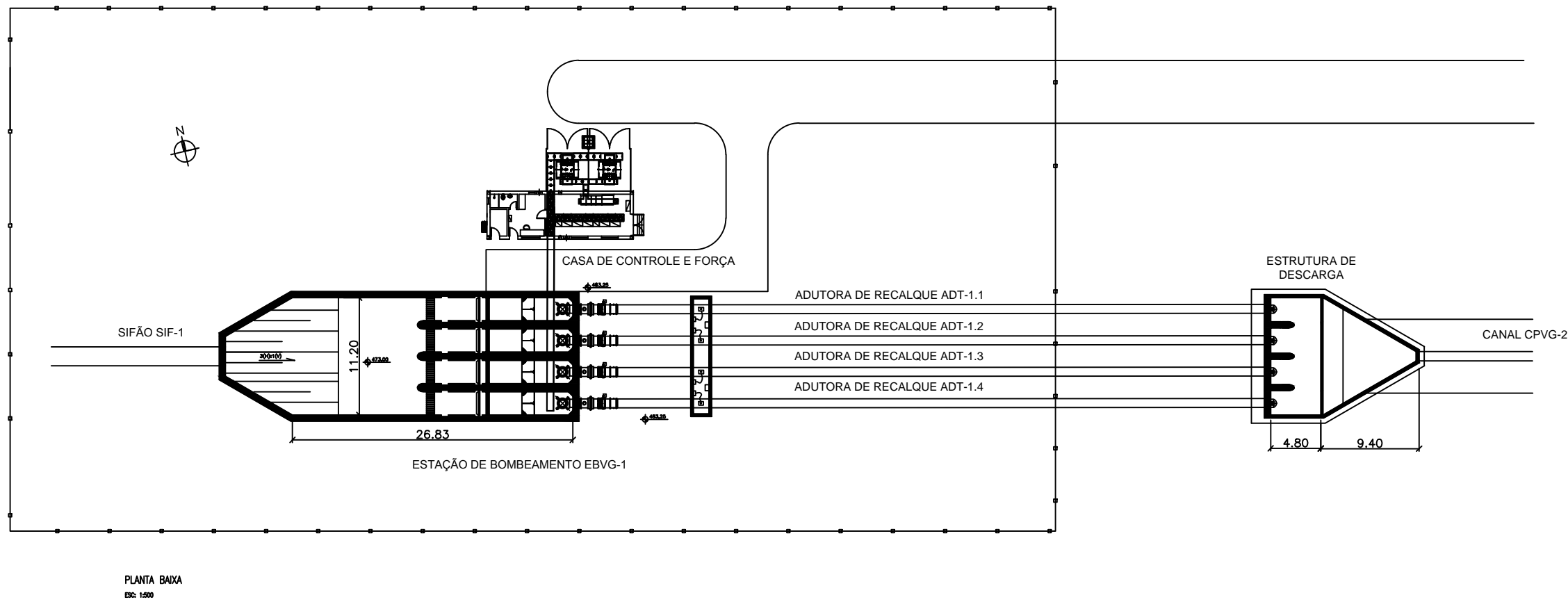
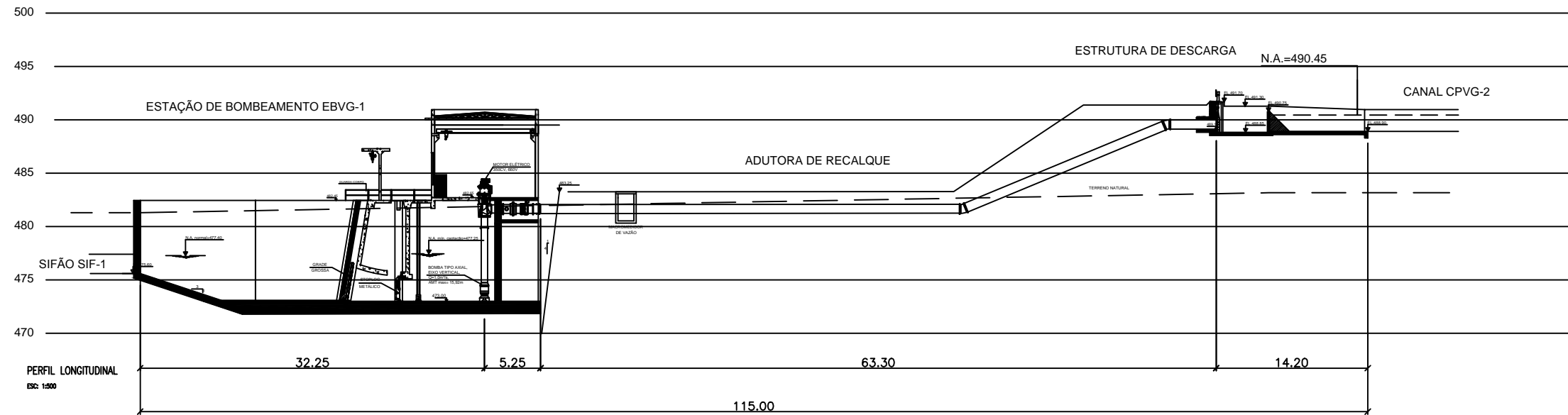
Execução técnica      Acompanhamento      Realização



	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p> <p>P4 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – TRANSPOSIÇÕES PLANEJADAS</p>	
<p>ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE</p>		



## Apêndice 2: Estações de Bombeamento EBVG-1;

<p>Elaborado por:</p> 	<p>Nº da revisão: 02</p>	<p>Código do Documento: AGBPV_VRDGRANDE_EHID_P4_IOH_Transposições_REV02</p>	
---	------------------------------	---	--




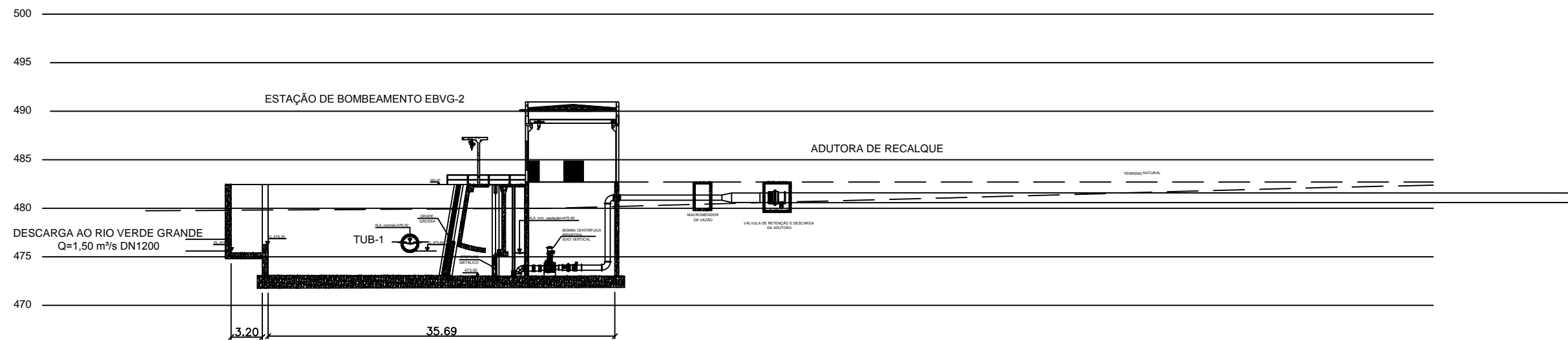
NOTAS

IDENTIFICAÇÃO 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)	
TÍTULO DO APÊNDICE		ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO EBVG-1	DATA: JANEIRO/2020
		Sistema de Coordenadas UTM Datum SIRGAS2000 Zona 23S	Fonte de dados: - Sede municipal: IBGE, 2017 - Limite municipal: IBGE, 2017
		ESCALA: Indicada	APÊNDICE 2

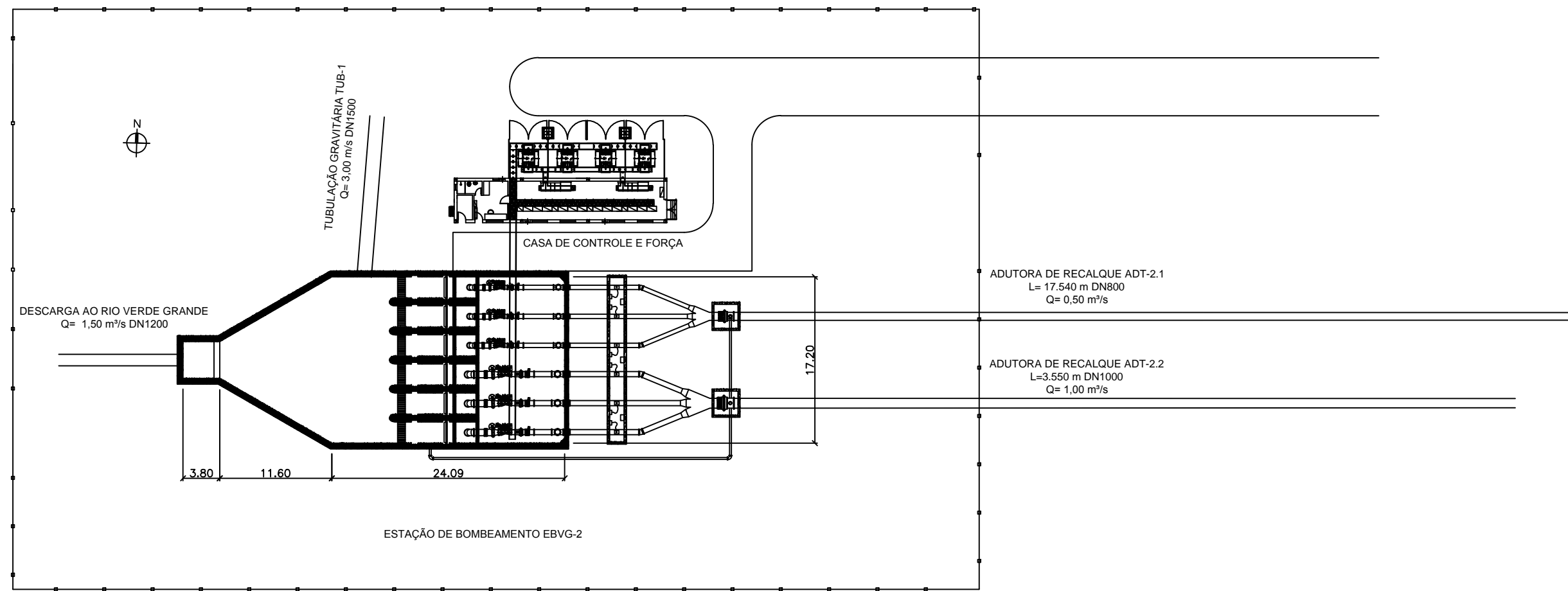
	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p> <p>P4 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – TRANSPOSIÇÕES PLANEJADAS</p>	
<p>ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE</p>		

## Apêndice 3: Estações de Bombeamento EBVG-2

<p>Elaborado por:</p> 	<p>Nº da revisão: 02</p>	<p>Código do Documento: AGBPV_VRDGRANDE_EHID_P4_IOH_Transposições_REV02</p>	
---	------------------------------	---	--





PERFIL LONGITUDINAL  
ESC: 1:500




PLANTA BAIXA  
ESC: 1:500

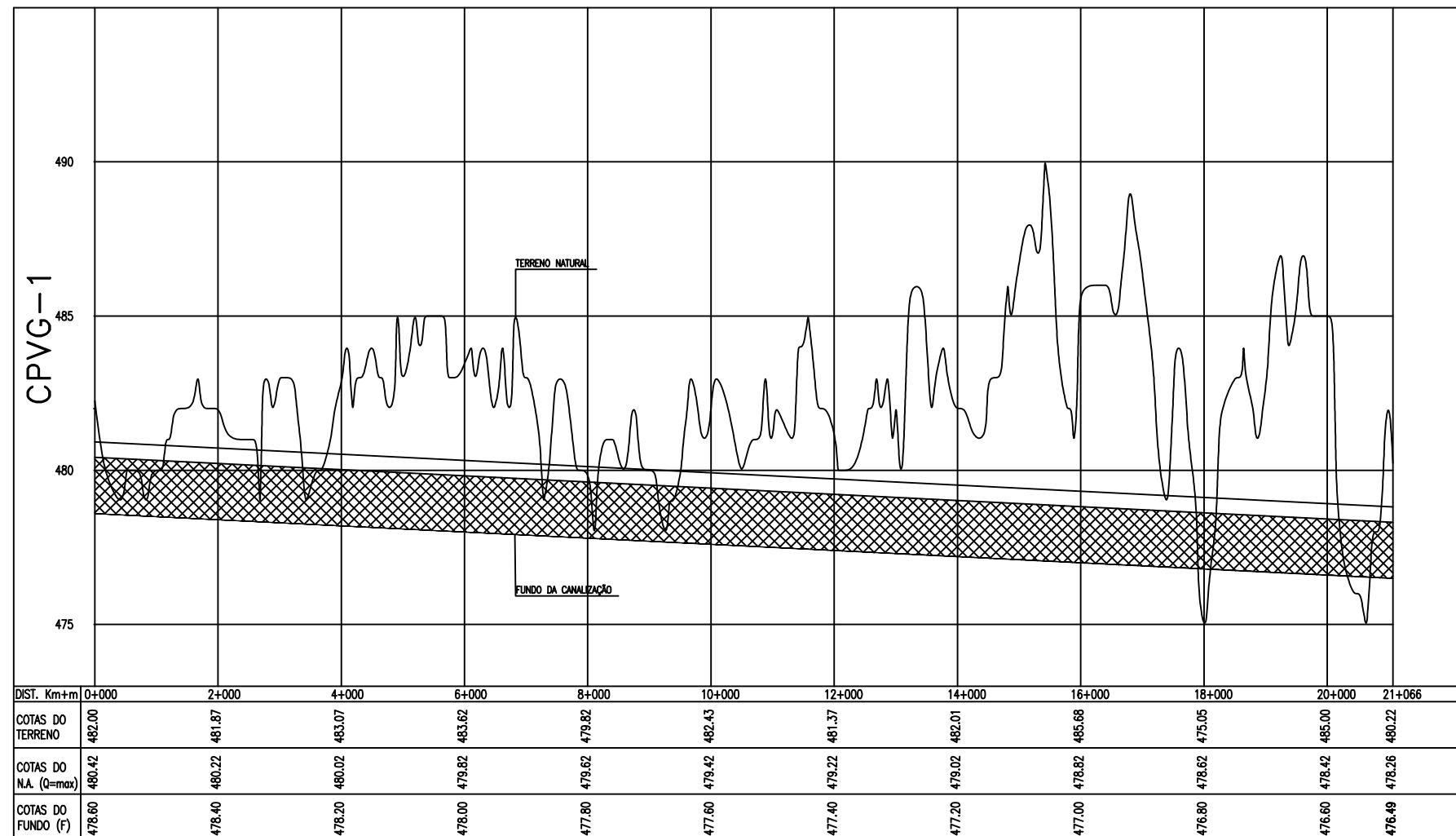
NOTAS

IDENTIFICAÇÃO 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)		
TÍTULO DO APÊNDICE		ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO EBVG-2		DATA: JANEIRO/2020
		Sistema de Coordenadas UTM Datum SIRGAS2000 Zona 23S	Fonte de dados: - Sede municipal: IBGE, 2017 - Limite municipal: IBGE, 2017	ESCALA: Indicada
				APÊNDICE 3

	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p> <p>P4 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – TRANSPOSIÇÕES PLANEJADAS</p>	
<p>ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE</p>		

## Apêndice 4: Perfil Longitudinal Canal CPVG-01

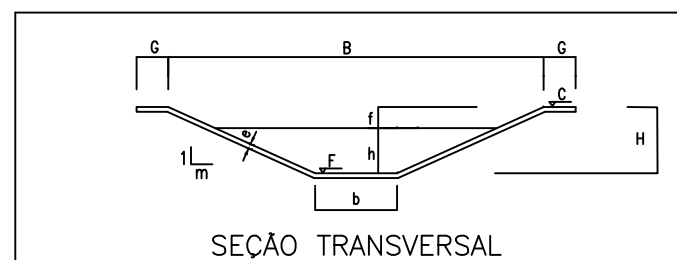
<p>Elaborado por:</p> 	<p>Nº da revisão: 02</p>	<p>Código do Documento: AGBPV_VRDGRANDE_EHID_P4_IOH_Transposições_REV02</p>
---	------------------------------	---





PERFIL LONGITUDINAL  
 ESC: H= 1:100.000  
 V= 1:200

CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS E GEOMÉTRICAS



CANAL	CPVG-1
TRECHO	1
INICIO km+m	0+000
FIM km+m	21+600
Q m <sup>3</sup> /s	4.500
V m/s	0.664
i m/km	0.100
n (Manning)	0.014
h (Q=0) m	0.000
h(Q=MAX) m	1.818
f m	0.500
C m	VARIÁVEL
B m	7.954
b m	1.000
H m	2.318
G m	0.200
e m	0.070
1:m	1:1.5




NOTAS

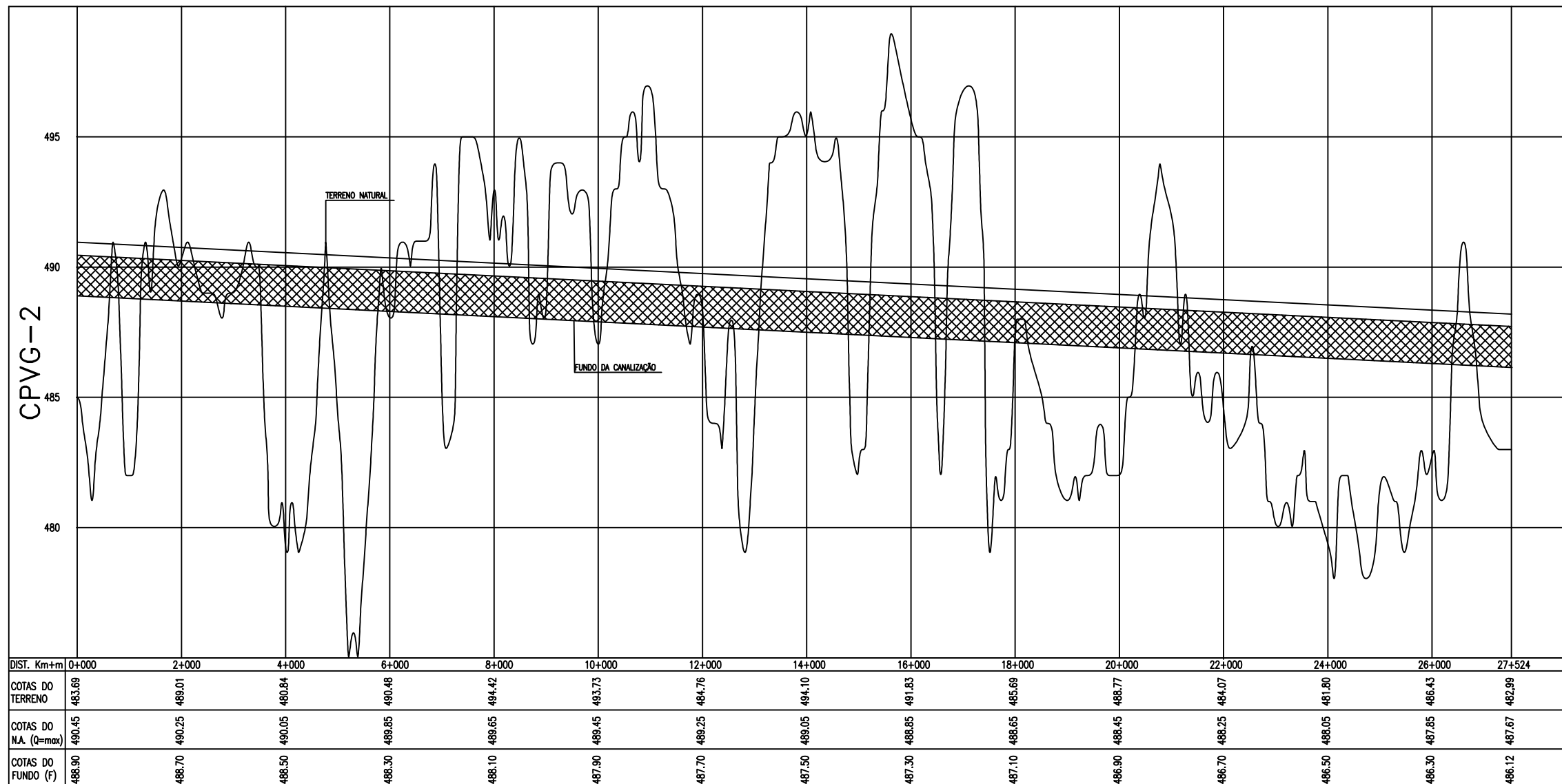
IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO		Análise e proposta da melhor alternativa de INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA (IOH) NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE considerando ações de regularização e transposição de vazões entre bacias, apresentadas em seu Plano de Recursos Hídricos (PRH-Verde Grande)	
TÍTULO DO APÊNDICE		PERFIL LONGITUDINAL CANAL CPVG-1	DATA: JANEIRO/2020
		Sistema de Coordenadas UTM Datum SIRGAS2000 Zona 23S	Fonte de dados: - Sede municipal: IBGE, 2017 - Limite municipal: IBGE, 2017
		ESCALA: Indicada	APÊNDICE 4



	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p> <p>P4 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – TRANSPOSIÇÕES PLANEJADAS</p>	
<p>ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE</p>		

## Apêndice 5: Perfil Longitudinal Canal CPVG-02

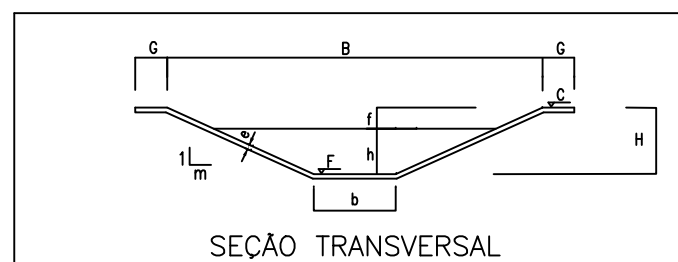
<p>Elaborado por:</p> 	<p>Nº da revisão: 02</p>	<p>Código do Documento: AGBPV_VRDGRANDE_EHID_P4_IOH_Transposições_REV02</p>	
---	------------------------------	---	--



PERFIL LONGITUDINAL  
 ESC: H= 1:100.000  
 V= 1:200



### CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS E GEOMÉTRICAS

CANAL		CPVG-2
TRECHO		2
INICIO	km+m	0+000
FIM	km+m	27+524
Q	m <sup>3</sup> /s	3.000
V	m/s	0.600
i	m/km	0.100
n (Manning)	-	0.014
h (Q=0)	m	0.000
h (Q=max)	m	1.550
f	m	0.500
C	m	VARIÁVEL
B	m	7.050
b	m	0.900
H	m	2.050
G	m	0.200
e	m	0.070
1:m	-	1:1.5




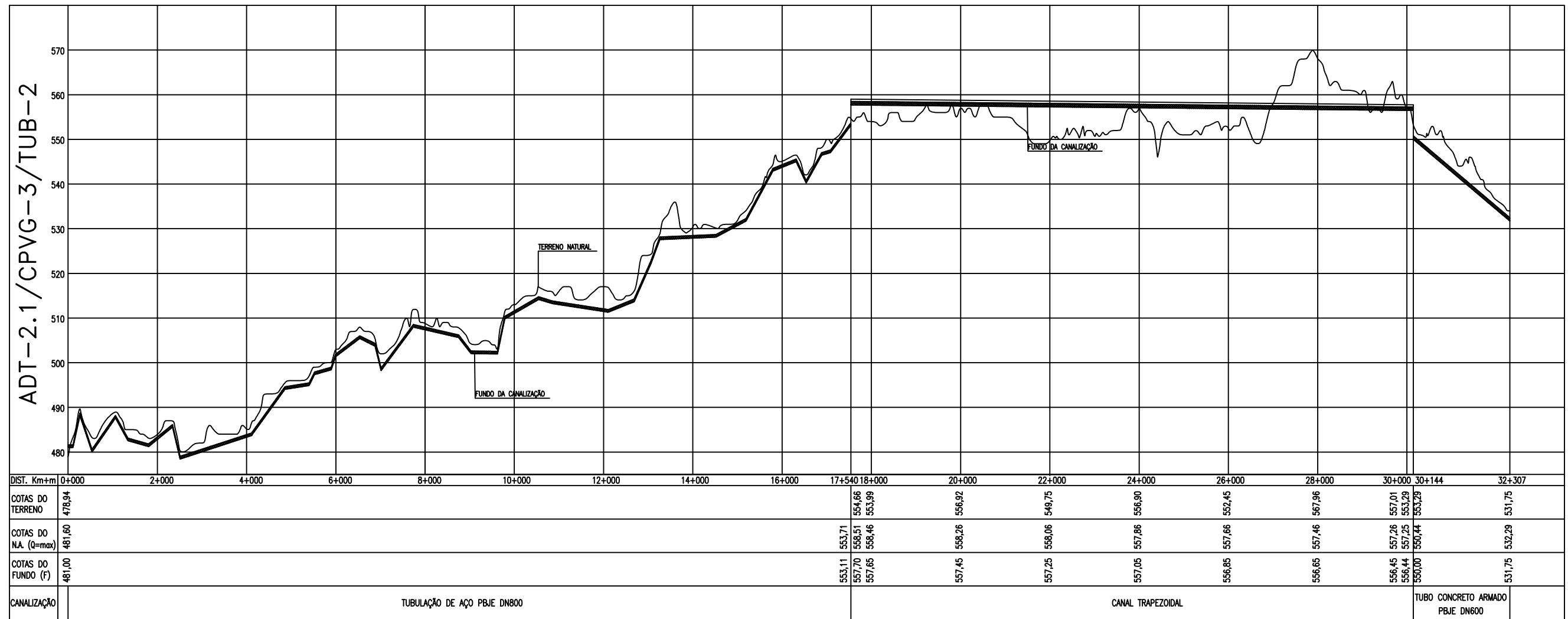
NOTAS

IDENTIFICAÇÃO 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)	
TÍTULO DO APÊNDICE		PERFIL LONGITUDINAL CANAL CPVG-2	DATA: JANEIRO/2020
	Sistema de Coordenadas UTM Datum SIRGAS2000 Zona 23S	Fonte de dados: - Sede municipal: IBGE, 2017 - Limite municipal: IBGE, 2017	ESCALA: <b>Indicada</b>
			APÊNDICE <b>5</b>

	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p> <p>P4 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – TRANSPOSIÇÕES PLANEJADAS</p>	
<p>ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE</p>		

## Apêndice 6: Perfil Longitudinal Adutora ADT-2.1;

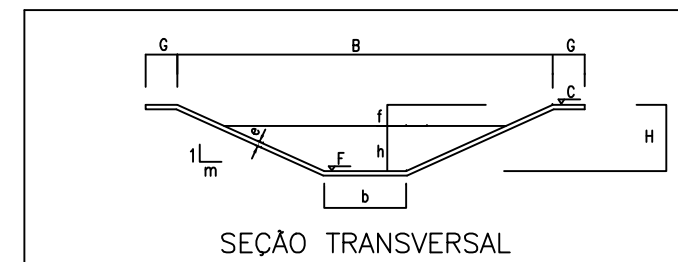
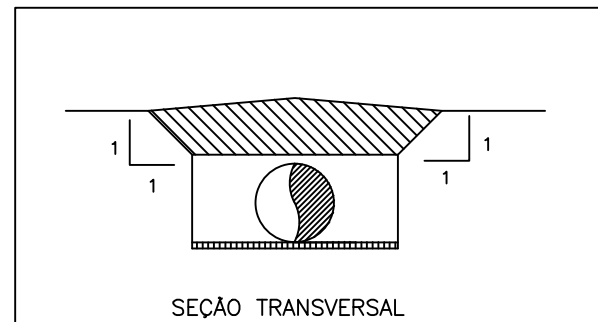
<p>Elaborado por:</p> 	<p>Nº da revisão: 02</p>	<p>Código do Documento: AGBPV_VRDGRANDE_EHID_P4_IOH_Transposições_REV02</p>	
---	------------------------------	---	--



PERFIL LONGITUDINAL  
 ESC: H= 1:100.000  
 V= 1:1.000



### CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS E GEOMÉTRICAS

CANAL	ADT-2.1	CPVG-3	TUB-2
TRECHO	3.1	3.2	3.3
INICIO km+m	0+000	17+540	30+144
FIM km+m	17+540	30+144	32+307
Q m <sup>3</sup> /s	0.500	0.500	0.500
V m/s	0,995	0,383	2,253
i m/km	-	0,100	8,400
n (Manning)	-	0,014	0,013
h (Q=0) m	-	-	-
h(Q=max) m	0,800	1,818	0,439
f m	-	0,500	-
c m	VARIÁVEL	VARIÁVEL	VARIÁVEL
B m	-	4,327	-
b ou DN m	0,800	0,400	0,600
H m	-	1,309	-
G m	-	0,200	-
e m	-	0,070	-
1:m	-	1:1,5	-




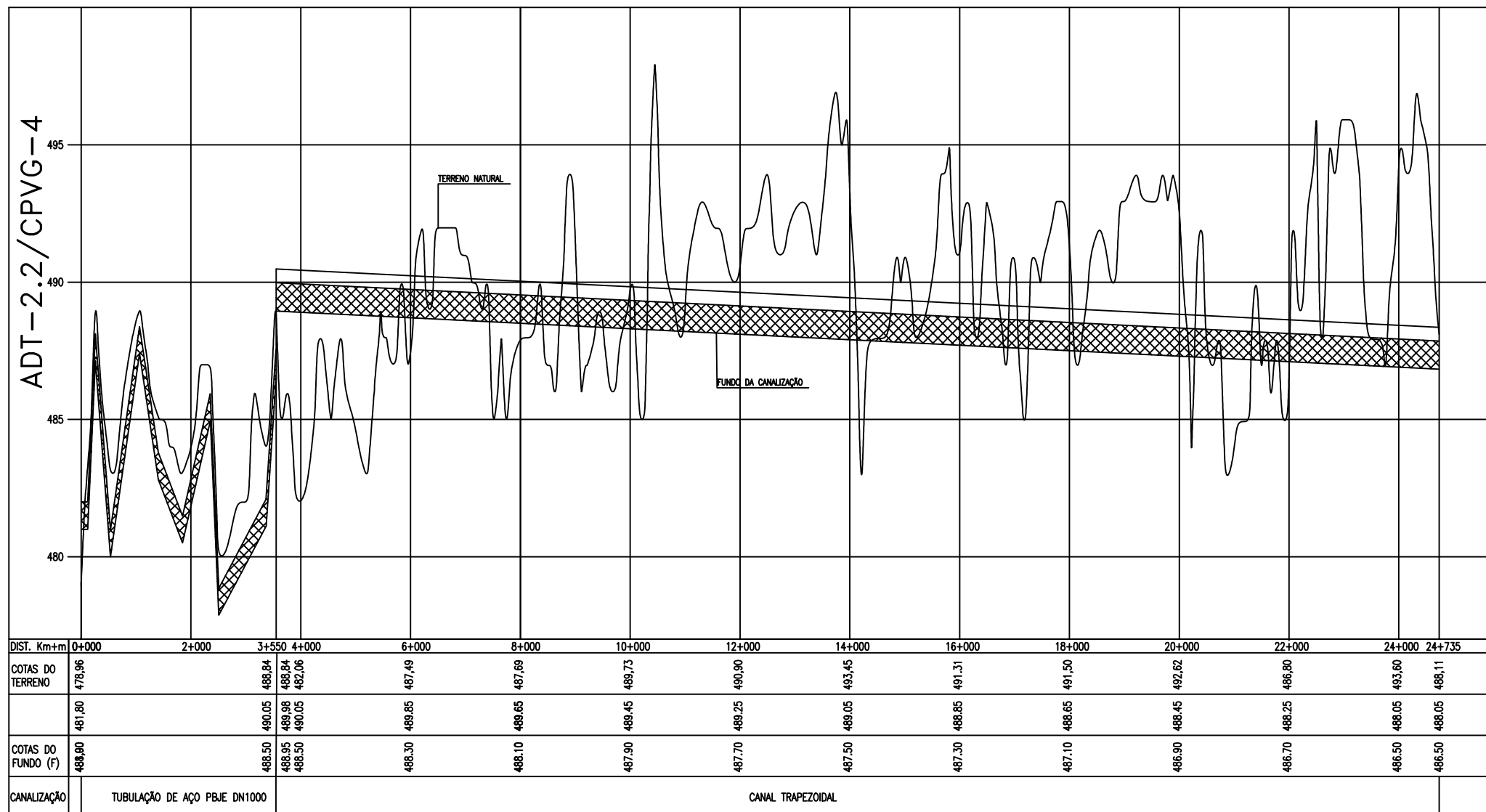
### NOTAS

IDENTIFICAÇÃO 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)			
TÍTULO DO APÊNDICE			DATA:
PERFIL LONGITUDINAL ADT-2.1/CPVG-3/TUB-2			JANEIRO/2020
		Sistema de Coordenadas UTM Datum SIRGAS2000 Zona 23S	Fonte de dados: - Sede municipal: IBGE, 2017 - Limite municipal: IBGE, 2017
		ESCALA:	APÊNDICE
		Indicada	6

	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p> <p>P4 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – TRANSPOSIÇÕES PLANEJADAS</p>	
<p>ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE</p>		

## Apêndice 7: Perfil Longitudinal Adutora ADT-2.2;

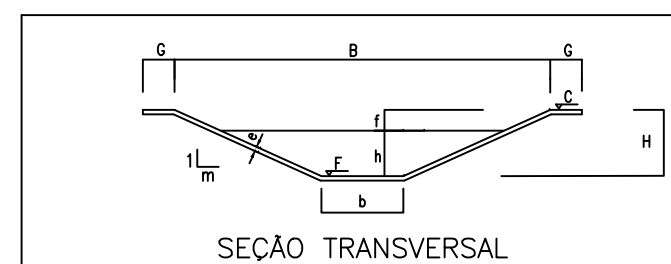
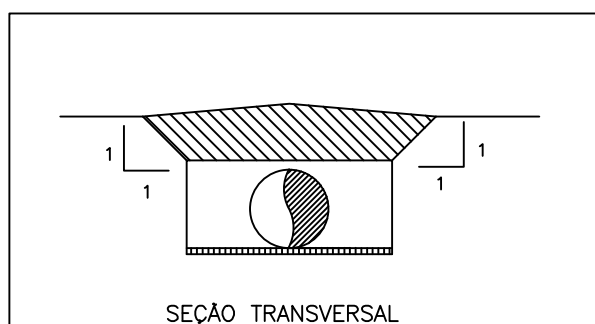
<p>Elaborado por:</p> 	<p>Nº da revisão: 02</p>	<p>Código do Documento: AGBPV_VRDGRANDE_EHID_P4_IOH_Transposições_REV02</p>
---	------------------------------	---



PERFIL LONGITUDINAL  
 Esc: H= 1:100,000  
 V= 1:200

### CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS E GEOMÉTRICAS



CANAL	ADT-2.2	CPVG-4
TRECHO	4.1	4.2
INICIO	km+m 0+000	3+550
FIM	km+m 3+550	24+735
Q	m <sup>3</sup> /s 1.000	1.000
V	m/s 1.989	0.456
i	m/km -	0.100
n (Manning)	- 0.014	0.014
h (Q=0)	m -	-
h(Q=max)	m 0.800	1.026
f	m -	0.500
C	m VARIÁVEL	VARIÁVEL
B	m -	5,578
b ou DN	m 1,000	1,000
H	m -	1,526
G	m -	0,200
e	m -	0,070
1:m	-	1:1.5




### NOTAS

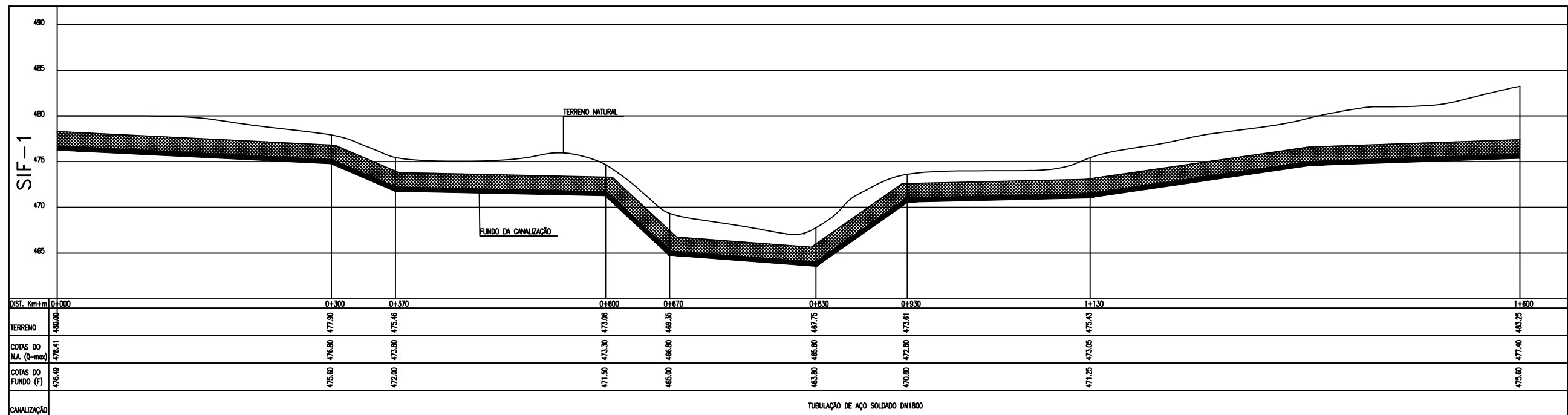
IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO		Análise e proposta da melhor alternativa de INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA (IOH) NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE considerando ações de regularização e transposição de vazões entre bacias, apresentadas em seu Plano de Recursos Hídricos (PRH-Verde Grande)	
TÍTULO DO APÊNDICE		PERFIL LONGITUDINAL ADT-2.2 E CPVG-4	DATA: JANEIRO/2020
		Sistema de Coordenadas UTM Datum SIRGAS2000 Zona 23S	Fonte de dados: - Sede municipal: IBGE, 2017 - Limite municipal: IBGE, 2017
		ESCALA: Indicada	APÊNDICE 7



	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p> <p>P4 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – TRANSPOSIÇÕES PLANEJADAS</p>	
<p>ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE</p>		

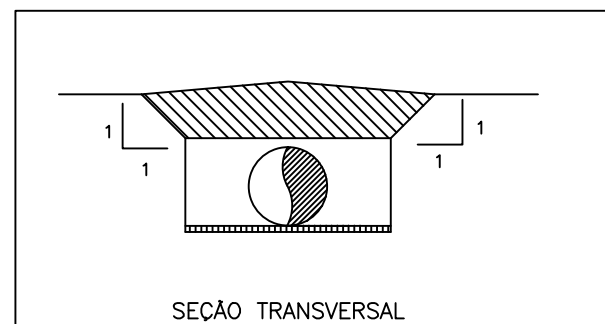
## Apêndice 8: Perfil Longitudinal Sifão SIF-1

<p>Elaborado por:</p> 	<p>Nº da revisão: 02</p>	<p>Código do Documento: AGBPV_VRDGRANDE_EHID_P4_IOH_Transposições_REV02</p>
---	------------------------------	---





CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS E GEOMÉTRICAS

CANAL	SIF-1
TRECHO	2
INICIO	km+m 0+000
FIM	km+m 1+600
Q	m <sup>3</sup> /s 3,000
V	m/s 1,179
DN	m 1,800
hp	m 0,309




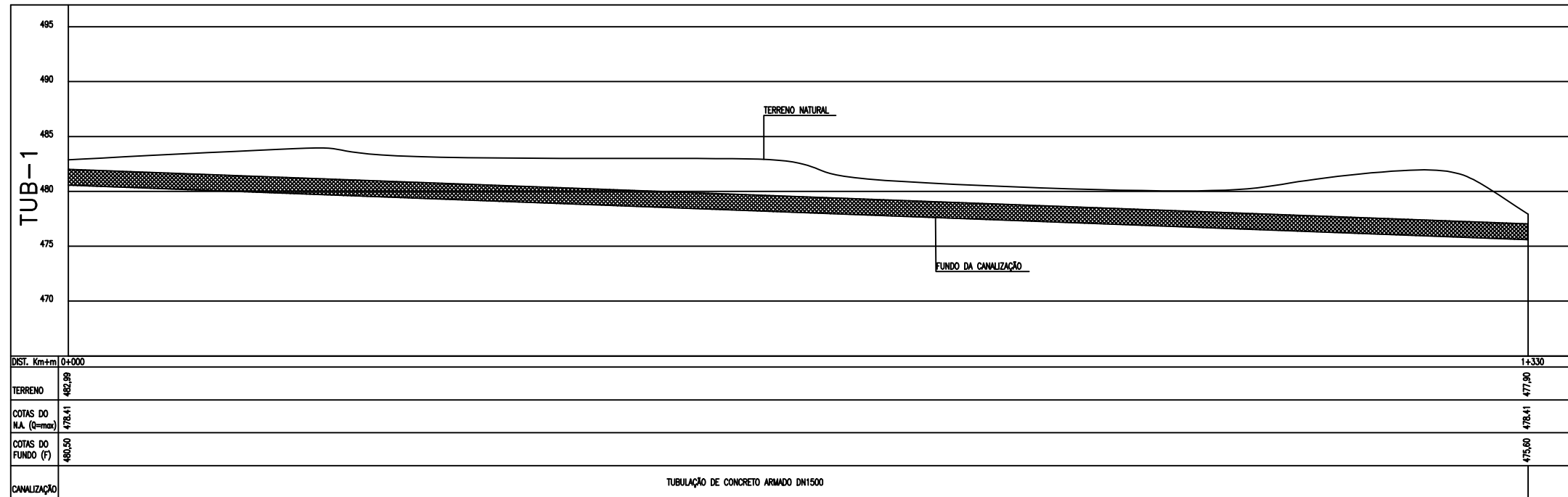
NOTAS

IDENTIFICAÇÃO 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)			
TÍTULO DO APÊNDICE			DATA:
PERFIL LONGITUDINAL SIFÃO SOB O RIO VERDE GRANDE SIF-1			JANEIRO/2020
SISTEMA DE COORDENADAS		Fonte de dados:	ESCALA:
Sistema de Coordenadas UTM Datum SIRGAS2000 Zona 23S		- Sede municipal: IBGE, 2017 - Limite municipal: IBGE, 2017	Indicada
		APÊNDICE	8

	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p> <p>P4 – ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA – TRANSPOSIÇÕES PLANEJADAS</p>	
<p>ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA DE INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE</p>		

## Apêndice 9: Perfil Longitudinal Tubulação TUB-1.

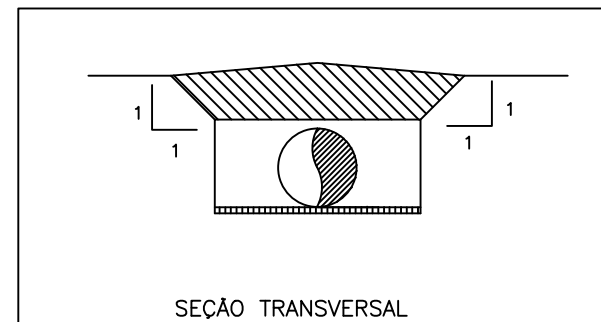
<p>Elaborado por:</p> 	<p>Nº da revisão: 02</p>	<p>Código do Documento: AGBPV_VRDGRANDE_EHID_P4_IOH_Transposições_REV02</p>
---	------------------------------	---



PERFIL LONGITUDINAL  
 ESO: 1/5000  
 V: 1:500

CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS E GEOMÉTRICAS

CANAL		TUB-1
TRECHO		2
INICIO	km+m	0+000
FIN	km+m	1+330
Q	m <sup>3</sup> /s	3.000
V	m/s	2.630
DN	m	1.500
I	m/m	0.0037



NOTAS

IDENTIFICAÇÃO 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)	
TÍTULO DO APÊNDICE		PERFIL LONGITUDINAL TUBULAÇÃO TUB-1	DATA: JANEIRO/2020
		Sistema de Coordenadas UTM Datum SIRGAS2000 Zona 23S	Fonte de dados: - Sede municipal: IBGE, 2017 - Limite municipal: IBGE, 2017
		ESCALA: Indicada	APÊNDICE 9