

Código do Anexo:	FM-ENG-001		
Código do Documento:	PG-ENG-001		
Nº da revisão	02		
Elaborador:	Fernando de Abreu		
Aprovador:	Carlos Martini		
Data da aprovação:	11/01/2024		
Periodicidade da revisão:	Bienal		
Classificação:	Público		
<b>SÓCIOAMBIENTAL 02-PG 32-MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO DE ÁGUA</b> <b>BELO ORIENTE</b> <b>PROJETO BÁSICO –ADEQUAÇÃO CAP. PRINCIPAL CACHOEIRA ESCURA - SE32743</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - ENGENHARIA SANITÁRIA</b> <b>MEMORIAL DE CÁLCULO</b>		Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
		<b>SE32743</b>	
		Nº CONTRATADA <b>705-AA-BS-01-SAA-RET01-MC-001</b>	PÁGINA <b>1/24</b>
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA <b>N022500-R-1MC005</b>	REV. <b>00</b>

[illegible]

Código do Anexo:	FM-ENG-001			
Código do Documento:	PG-ENG-001			
Nº da revisão	02			
Elaborador:	Fernando de Abreu			
Aprovador:	Carlos Martini			
Data da aprovação:	11/01/2024			
Periodicidade da revisão:	Bienal			
Classificação:	Público			
<b>SÓCIOAMBIENTAL 02-PG 32-MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO DE ÁGUA BELO ORIENTE PROJETO BÁSICO –ADEQUAÇÃO CAP. PRINCIPAL CACHOEIRA ESCURA - SE32743 MEMÓRIA DE CÁLCULO - ENGENHARIA SANITÁRIA MEMORIAL DE CÁLCULO</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE32743</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>705-AA-BS-01-SAA-RET01-MC-001</b>	<b>2/24</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			<b>N022500-R-1MC005</b>	<b>00</b>

## ÍNDICE

<u>ITEM</u>	<u>DESCRIÇÃO</u>	<u>PÁGINA</u>
1.0	OBJETIVO	3
2.0	DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA	3
3.0	A LOCALIDADE	3
4.0	NOVO SISTEMA PRODUTOR DE CACHOEIRA ESCURA	7
4.1	INTRODUÇÃO	7
4.2	MANANCIAL	8
4.3	CAPTAÇÃO	9
4.4	ADUTORA DE ÁGUA BRUTA	10
4.5	CONJUNTO ELEVATÓRIO	14

Código do Anexo:	FM-ENG-001			
Código do Documento:	PG-ENG-001			
Nº da revisão	02			
Elaborador:	Fernando de Abreu			
Aprovador:	Carlos Martini			
Data da aprovação:	11/01/2024			
Periodicidade da revisão:	Bienal			
Classificação:	Público			
<b>SÓCIOAMBIENTAL 02-PG 32-MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO DE ÁGUA BELO ORIENTE PROJETO BÁSICO –ADEQUAÇÃO CAP. PRINCIPAL CACHOEIRA ESCURA - SE32743 MEMÓRIA DE CÁLCULO - ENGENHARIA SANITÁRIA MEMORIAL DE CÁLCULO</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE32743</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>705-AA-BS-01-SAA-RET01-MC-001</b>	<b>3/24</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
	<b>N022500-R-1MC005</b>	<b>00</b>		

## 1.0 OBJETIVO

O presente documento compreende o memorial descritivo e de cálculo do projeto básico do novo sistema produtor composto de captação e adutora de água bruta com vazão de 40 L/s para o distrito de Perpétuo Socorro, também conhecido como Cachoeira Escura, empregando o rio Doce como manancial.

## 2.0 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

Os documentos relacionados foram utilizados na elaboração deste documento ou contêm instruções e procedimentos aplicáveis a ele.

**Tabela 1 – Documentos de Referência**

DOCUMENTO	DESCRIÇÃO
N020000-K-1RT002_R-00	Relatório Técnico – Topografia / Geoprocessamento
N022500-R-1RT002_R-04	Memorial Descritivo e Memorial de Cálculo
Declaração de Escopo Perpétuo Socorro - Belo Oriente	Declaração de escopo das melhorias de ETA, captação alternativa e UTR da localidade de Perpétuo Socorro – MG

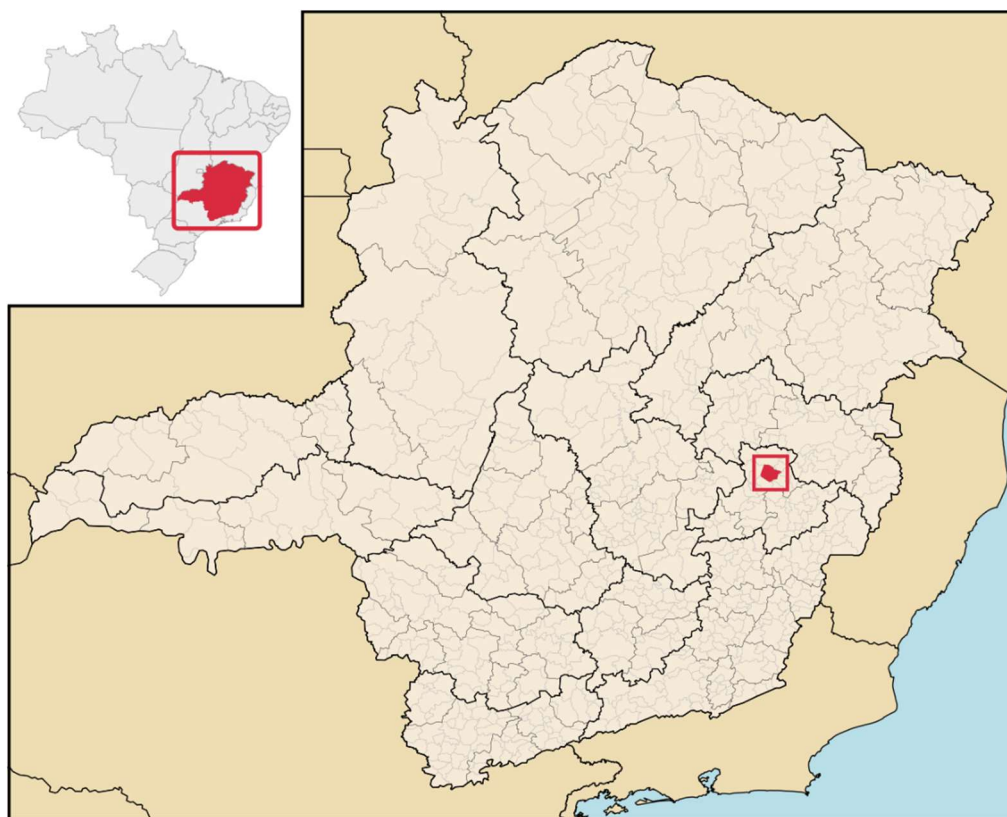
## 3.0 A LOCALIDADE

Localizada à margem esquerda do Rio Doce no estado de Minas Gerais, Cachoeira Escura dista-se a aproximadamente 240km da capital Belo Horizonte. O distrito é pertencente ao município de Belo Oriente em Minas Gerais, sendo este integrante da Mesorregião do Vale do

Código do Anexo:	FM-ENG-001			
Código do Documento:	PG-ENG-001			
Nº da revisão	02			
Elaborador:	Fernando de Abreu			
Aprovador:	Carlos Martini			
Data da aprovação:	11/01/2024			
Periodicidade da revisão:	Bienal			
Classificação:	Público			
<b>SÓCIOAMBIENTAL 02-PG 32-MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO DE ÁGUA BELO ORIENTE PROJETO BÁSICO –ADEQUAÇÃO CAP. PRINCIPAL CACHOEIRA ESCURA - SE32743 MEMÓRIA DE CÁLCULO - ENGENHARIA SANITÁRIA MEMORIAL DE CÁLCULO</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE32743</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>705-AA-BS-01-SAA-RET01-MC-001</b>	<b>4/24</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
<b>N022500-R-1MC005</b>	<b>00</b>			

Rio Doce e pertencente a Microrregião de Ipatinga. Conforme estimativas realizadas pelo IBGE no ano de 2010, o distrito possuía população composta de 8.823 habitantes.

O distrito de Cachoeira Escura (Perpétuo Socorro) foi criado em 30 de dezembro de 1962, juntamente à emancipação do município de Belo Oriente.

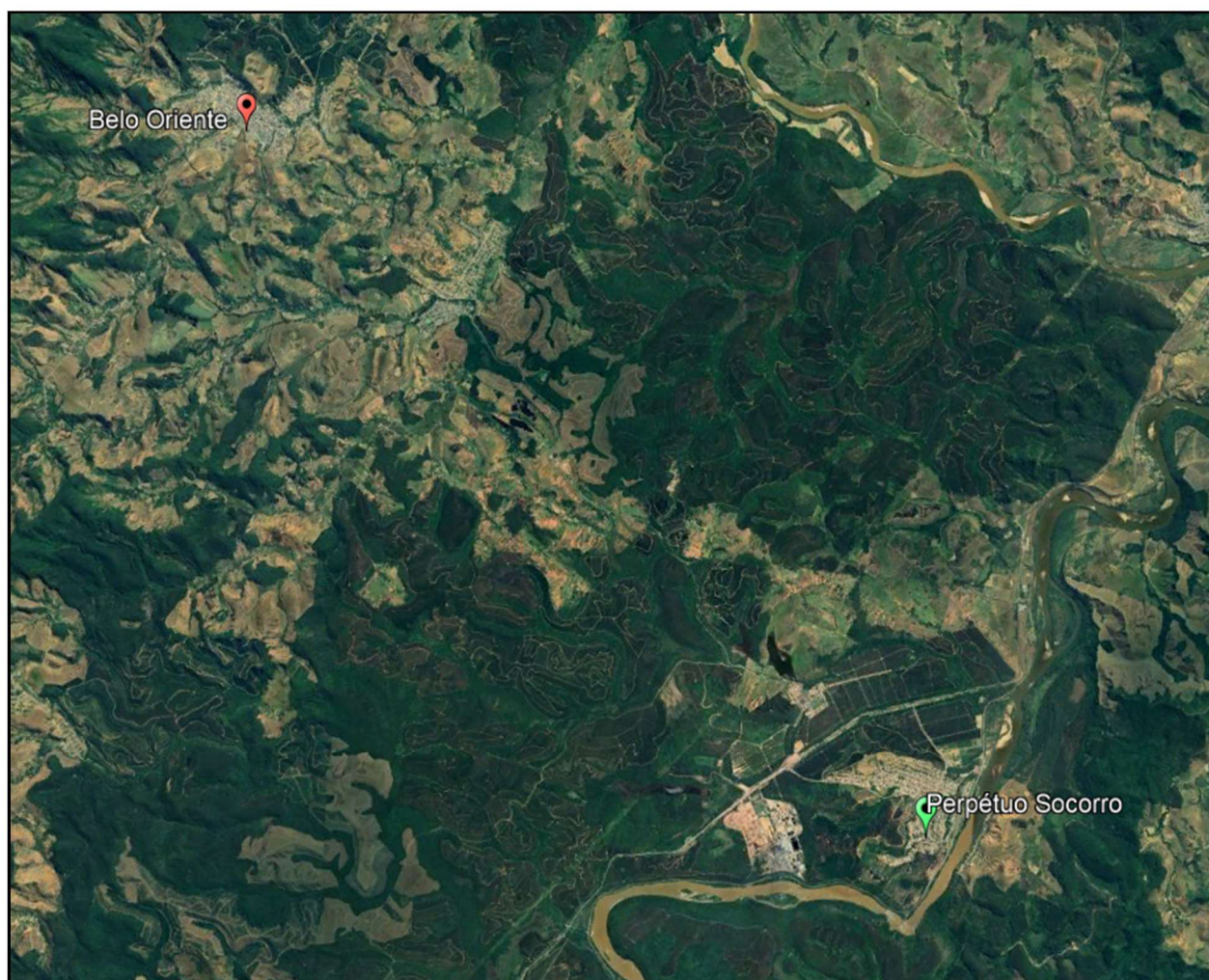


**Figura 1: Localização do município de Belo Oriente-MG**

De acordo com IBGE o distrito de Cachoeira Escura (Perpétuo Socorro) possui uma área de 65,2 km<sup>2</sup> e uma densidade demográfica de 135,4 hab/km<sup>2</sup>. No ano de 2022, o distrito possuía 8.471 habitantes.



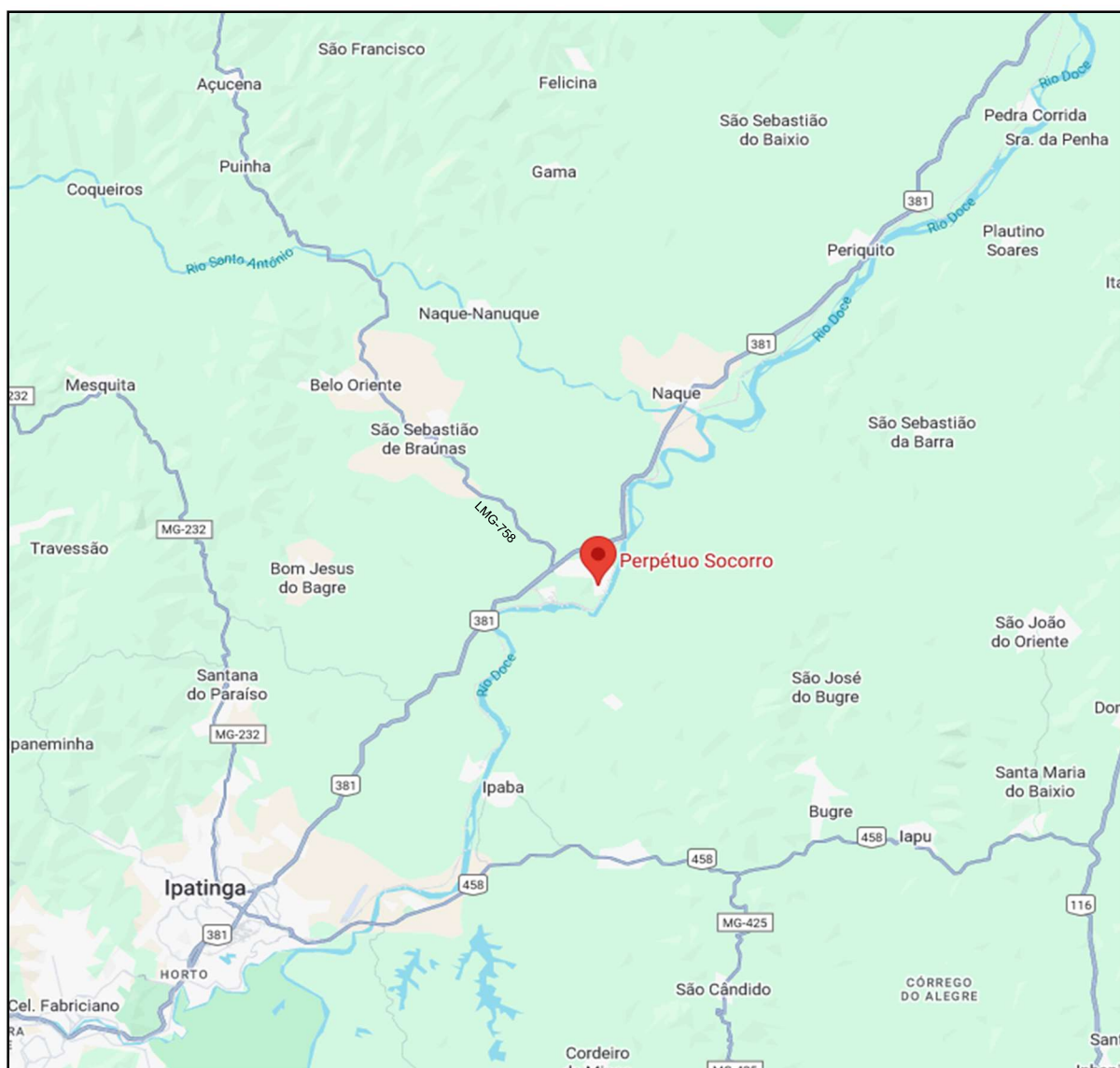
Código do Anexo:	FM-ENG-001			
Código do Documento:	PG-ENG-001			
Nº da revisão	02			
Elaborador:	Fernando de Abreu			
Aprovador:	Carlos Martini			
Data da aprovação:	11/01/2024			
Periodicidade da revisão:	Bienal			
Classificação:	Público	<div><div>SÓCIOAMBIENTAL 02-PG 32-MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO DE ÁGUA BELO ORIENTE PROJETO BÁSICO –ADEQUAÇÃO CAP. PRINCIPAL CACHOEIRA ESCURA - SE32743 MEMÓRIA DE CÁLCULO - ENGENHARIA SANITÁRIA MEMORIAL DE CÁLCULO</div></div>		
		Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)		
		SE32743		
		Nº CONTRATADA	PÁGINA	
		705-AA-BS-01-SAA-RET01-MC-001	5/24	
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.	
		N022500-R-1MC005	00	



**Figura 2: Localização de Perpétuo Socorro-MG à Belo Oriente-MG (fonte: GoogleEarth)**

Seu principal acesso às cidades vizinhas se dá pelas rodovias BR-381 e LMG-758 que dão acesso os municípios limítrofes como Ipatinga, Naque e Açucena.

Código do Anexo:	FM-ENG-001			
Código do Documento:	PG-ENG-001			
Nº da revisão	02			
Elaborador:	Fernando de Abreu			
Aprovador:	Carlos Martini			
Data da aprovação:	11/01/2024			
Periodicidade da revisão:	Bienal			
Classificação:	Público			
<b>SÓCIOAMBIENTAL 02-PG 32-MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO DE ÁGUA</b> <b>BELO ORIENTE</b> <b>PROJETO BÁSICO –ADEQUAÇÃO CAP. PRINCIPAL CACHOEIRA ESCURA - SE32743</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - ENGENHARIA SANITÁRIA</b> <b>MEMORIAL DE CÁLCULO</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE32743</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>705-AA-BS-01-SAA-RET01-MC-001</b>	<b>6/24</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
	<b>N022500-R-1MC005</b>	<b>00</b>		



**Figura 3: Principais acessos ao distrito de Perpétuo Socorro-MG (fonte: GoogleMaps)**

O distrito de Perpétuo Socorro (Cachoeira Escura) possui sistema de abastecimento de água próprio, atualmente operado pela COPASA.

Código do Anexo:	FM-ENG-001			
Código do Documento:	PG-ENG-001			
Nº da revisão	02			
Elaborador:	Fernando de Abreu			
Aprovador:	Carlos Martini			
Data da aprovação:	11/01/2024			
Periodicidade da revisão:	Bienal			
Classificação:	Público			
<b>SÓCIOAMBIENTAL 02-PG 32-MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO DE ÁGUA BELO ORIENTE PROJETO BÁSICO –ADEQUAÇÃO CAP. PRINCIPAL CACHOEIRA ESCURA - SE32743 MEMÓRIA DE CÁLCULO - ENGENHARIA SANITÁRIA MEMORIAL DE CÁLCULO</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE32743</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>705-AA-BS-01-SAA-RET01-MC-001</b>	<b>7/24</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
<b>N022500-R-1MC005</b>	<b>00</b>			

## 4.0 NOVO SISTEMA PRODUTOR DE CACHOEIRA ESCURA

### 4.1 INTRODUÇÃO

O projeto do novo ponto de captação e adução para Cachoeira Escura adveio de um pleito realizado pela COPASA, a concessionária operadora do sistema, junto ao Comitê Interfederativo (CIF) que foi discutido pelos membros integrantes e aprovado parcialmente.

Alegando dificuldades em operar o sistema de flutuadores devido ao banco de areia formado principalmente em períodos de cheia, a COPASA solicitou que o local da nova captação fosse alterado. O objetivo é evitar que a estrutura a ser montada tenha sua estabilidade comprometida além de evitar que a mesma seja arrastada pela força das águas nos períodos de precipitações.

Para a instalação da nova captação, foi escolhido o local próximo à Cachoeira do Rio Doce, onde não ocorre formação de banco de areia nas margens do Rio Doce que comprometa a tomada d'água para a adução/recalque. O escopo contemplará as seguintes atividades:

- Alterar o ponto de captação no rio Doce, para aproximadamente 1,2 km a montante da localização atual, bem como implantar a respectiva adutora, interligando na tubulação de travessia existente;
- Captação baseada em sistema de recalque com dois conjuntos motobomba do tipo anfíbia, com capacidade de 40 L/s, instaladas em plano inclinado para içamento e transporte para manutenção.



Código do Anexo:	FM-ENG-001			
Código do Documento:	PG-ENG-001			
Nº da revisão	02			
Elaborador:	Fernando de Abreu			
Aprovador:	Carlos Martini			
Data da aprovação:	11/01/2024			
Periodicidade da revisão:	Bienal			
Classificação:	Público			
<b>SÓCIOAMBIENTAL 02-PG 32-MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO DE ÁGUA BELO ORIENTE PROJETO BÁSICO –ADEQUAÇÃO CAP. PRINCIPAL CACHOEIRA ESCURA - SE32743 MEMÓRIA DE CÁLCULO - ENGENHARIA SANITÁRIA MEMORIAL DE CÁLCULO</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE32743</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>705-AA-BS-01-SAA-RET01-MC-001</b>	<b>8/24</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
<b>N022500-R-1MC005</b>	<b>00</b>			

## 4.2 MANANCIAL

O manancial do novo sistema produtor será o Rio Doce à aproximadamente 1,2 km a montante da captação atual e 50 metros à montante do local onde atualmente se encontram as instalações do sistema de travessia de veículos e pedestres via balsa.



**Figura 4: Ponto de Captação de Cachoeira Escura**

A captação se localiza em um trecho reto do rio Doce e próximo à margem externa do curso de água. O local não apresenta histórico de sedimentação e formação de bancos de areia.



Código do Anexo:	FM-ENG-001		
Código do Documento:	PG-ENG-001		
Nº da revisão	02		
Elaborador:	Fernando de Abreu		
Aprovador:	Carlos Martini		
Data da aprovação:	11/01/2024		
Periodicidade da revisão:	Bienal		
Classificação:	Público		
<b>SÓCIOAMBIENTAL 02-PG 32-MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO DE ÁGUA</b> <b>BELO ORIENTE</b> <b>PROJETO BÁSICO –ADEQUAÇÃO CAP. PRINCIPAL CACHOEIRA ESCURA - SE32743</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - ENGENHARIA SANITÁRIA</b> <b>MEMORIAL DE CÁLCULO</b>		Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
		<b>SE32743</b>	
		Nº CONTRATADA <b>705-AA-BS-01-SAA-RET01-MC-001</b>	PÁGINA <b>9/24</b>
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA <b>N022500-R-1MC005</b>	REV. <b>00</b>

O manancial é de grande porte com variação de nível superior a 6 metros com corredeiras de alta velocidade nos períodos de cheias de grande magnitude. Em função disso, optou-se por uma captação baseada em sistema de recalque com conjuntos motobomba do tipo anfíbia instalados em rampa de concreto.

### 4.3 CAPTAÇÃO

A captação de água bruta será realizada no Rio Doce, localizada nas seguintes coordenadas UTM:

- ```

- Longitude ..... 776.887,817 E
- Latitude ..... 7.861.551,224 S
- Fuso ..... 23K

```

As cotas de enchente foram objeto de Estudo de Modelagem Hidrodinâmica realizado pela HidroBR para a Fundação Renova e foram processados e compilados em formato de tabela pela Engenharia CF para diversos Tempos de Retorno (TR).

| Cota Z TR 2 | Cota Z TR 5 | Cota Z TR 10 | Cota TR 25 | Cota TR 50 | Cota TR 100 |
|-------------|-------------|--------------|------------|------------|-------------|
| 196.437 m   | 197.559 m   | 198.366 m    | 199.309 m  | 199.962 m  | 200.578 m   |

**Figura 5: Níveis de Cheia da Captação de Cachoeira Escura. (Fonte: Engenharia CF – Topografia e Aerolevantamento)**

Considerando-se a cheia de TR 25 anos como referência satisfatória, foi projetado para os níveis de acesso de manutenção dos conjuntos motobomba, o pórtico do sistema de movimentação das bombas no platô 200,00 m, garantindo proteção contra as cheias.

|                                                                                                                                                                                                                                          |                   |                                                                                   |                                                                                     |              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Código do Anexo:                                                                                                                                                                                                                         | FM-ENG-001        |  |  |              |
| Código do Documento:                                                                                                                                                                                                                     | PG-ENG-001        |                                                                                   |                                                                                     |              |
| Nº da revisão                                                                                                                                                                                                                            | 02                |                                                                                   |                                                                                     |              |
| Elaborador:                                                                                                                                                                                                                              | Fernando de Abreu |                                                                                   |                                                                                     |              |
| Aprovador:                                                                                                                                                                                                                               | Carlos Martini    |                                                                                   |                                                                                     |              |
| Data da aprovação:                                                                                                                                                                                                                       | 11/01/2024        |                                                                                   |                                                                                     |              |
| Periodicidade da revisão:                                                                                                                                                                                                                | Bienal            |                                                                                   |                                                                                     |              |
| Classificação:                                                                                                                                                                                                                           | Público           |                                                                                   |                                                                                     |              |
| <b>SÓCIOAMBIENTAL 02-PG 32-MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO DE ÁGUA<br/>BELO ORIENTE<br/>PROJETO BÁSICO –ADEQUAÇÃO CAP. PRINCIPAL<br/>CACHOEIRA ESCURA - SE32743<br/>MEMÓRIA DE CÁLCULO - ENGENHARIA SANITÁRIA<br/>MEMORIAL DE CÁLCULO</b> |                   |                                                                                   | Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)                                               |              |
|                                                                                                                                                                                                                                          |                   |                                                                                   | <b>SE32743</b>                                                                      |              |
|                                                                                                                                                                                                                                          |                   |                                                                                   | Nº CONTRATADA                                                                       | PÁGINA       |
|                                                                                                                                                                                                                                          |                   |                                                                                   | <b>705-AA-BS-01-SAA-RET01-MC-001</b>                                                | <b>10/24</b> |
|                                                                                                                                                                                                                                          |                   |                                                                                   | Nº FUNDAÇÃO RENOVA                                                                  | REV.         |
| <b>N022500-R-1MC005</b>                                                                                                                                                                                                                  | <b>00</b>         |                                                                                   |                                                                                     |              |

A estrutura concebida para a captação constitui-se de uma rampa de concreto em que serão instalados trilhos em formato de cantoneira para movimentação de bombas anfíbias e tubos de aço que estarão apoiados em rodízios metálicos em formato de V com rolamento. Nas laterais da rampa, estão previstas vigas invertidas com função de proteção mecânica contra objetos eventuais e objetos de maior porte que possam ser transportados em alta velocidade pela correnteza do rio. Outra proteção mecânica prevista é um perfil metálico acompanhando o trilho longitudinalmente na mesma altura dos rodízios. Outra função desse perfil é limitar o curso de movimentação lateral e vertical, de forma a impedir o descarrilamento.

As bombas anfíbias terão uma proteção adicional em formato de gaiola metálica, para evitar eventuais danos diretos que as vigas invertidas não forem capazes de proteger. Nas bombas estarão afixados cabos de aço que serão empregados para movimentação destes conjuntos a partir de um guincho de alavanca na região do barrilete.

Os tubos de aço terão juntas do tipo Alvenius K10, cuja montagem e desmontagem é mais expedita do que os flanges. Na região do barrilete haverá ainda um pórtico com monovia para auxiliar na montagem e desmontagem dos tubos e para movimentação do conjunto motobomba diretamente para a caçamba do caminhão em casos de manutenção.

O projeto foi concebido para operar na vazão de 40 L/s. Para isto estão previstos dois conjuntos motobomba, sendo um em operação e outro reserva. Estão previstos também inversores de frequência para acionamento dos motores, que permitirão ajustes automáticos da vazão em função do nível do rio.

#### 4.4 ADUTORA DE ÁGUA BRUTA

O barrilete de recalque será composto de tubos de aço carbono conectados aos tramos individuais de ferro fundido localizados no topo da rampa, ambos com diâmetro nominal de

|                                                                                                                                                                                                                                          |                   |                                                                                   |                                                                                     |              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Código do Anexo:                                                                                                                                                                                                                         | FM-ENG-001        |  |  |              |
| Código do Documento:                                                                                                                                                                                                                     | PG-ENG-001        |                                                                                   |                                                                                     |              |
| Nº da revisão                                                                                                                                                                                                                            | 02                |                                                                                   |                                                                                     |              |
| Elaborador:                                                                                                                                                                                                                              | Fernando de Abreu |                                                                                   |                                                                                     |              |
| Aprovador:                                                                                                                                                                                                                               | Carlos Martini    |                                                                                   |                                                                                     |              |
| Data da aprovação:                                                                                                                                                                                                                       | 11/01/2024        |                                                                                   |                                                                                     |              |
| Periodicidade da revisão:                                                                                                                                                                                                                | Bienal            |                                                                                   |                                                                                     |              |
| Classificação:                                                                                                                                                                                                                           | Público           |                                                                                   |                                                                                     |              |
| <b>SÓCIOAMBIENTAL 02-PG 32-MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO DE ÁGUA<br/>BELO ORIENTE<br/>PROJETO BÁSICO –ADEQUAÇÃO CAP. PRINCIPAL<br/>CACHOEIRA ESCURA - SE32743<br/>MEMÓRIA DE CÁLCULO - ENGENHARIA SANITÁRIA<br/>MEMORIAL DE CÁLCULO</b> |                   |                                                                                   | Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)                                               |              |
|                                                                                                                                                                                                                                          |                   |                                                                                   | <b>SE32743</b>                                                                      |              |
|                                                                                                                                                                                                                                          |                   |                                                                                   | Nº CONTRATADA                                                                       | PÁGINA       |
|                                                                                                                                                                                                                                          |                   |                                                                                   | <b>705-AA-BS-01-SAA-RET01-MC-001</b>                                                | <b>11/24</b> |
|                                                                                                                                                                                                                                          |                   |                                                                                   | Nº FUNDAÇÃO RENOVA                                                                  | REV.         |
| <b>N022500-R-1MC005</b>                                                                                                                                                                                                                  | <b>00</b>         |                                                                                   |                                                                                     |              |

200mm. O tramo coletivo do recalque será em diâmetro de 225mm iniciando no barrilete de recalque até a interligação com a tubulação existente, que por fim faz lançamento no desarenador tipo hidrociclone na ETA (ambos existentes).

### Desnível Geométrico

- . Cota de chegada no hidrociclone\* ..... 217,000 m
- . Nível máx rio ..... 199,309 m
- . Nível mín rio ..... 192,880 m
- . Desnível geométrico mínimo ..... Hg = 17,70 m
- . Desnível geométrico máximo ..... Hg = 24,12 m

\* Cota de chegada estimada.

### Definição do diâmetro da Adutora

O diâmetro econômico teve como orientação a fórmula de Bresse com coeficiente  $K = 1,0$ .

$$D = K\sqrt{Q} = 1,0 \sqrt{0,040} = 0,200m$$

Com base nesta avaliação, adotou-se o diâmetro nominal de 225mm em PEAD, cujo diâmetro de interno é de 198,20 mm.

A tubulação de recalque se divide em três trechos: o primeiro trecho em aço carbono  $\Phi 8''$  (200mm), o segundo trecho em PEAD 225 mm e o terceiro é existente em ferro fundido/PVC DeFoFo 150 mm. Na sequência apresenta-se o dimensionamento hidráulico da adutora de água bruta.

|                                                                                                                                                                                                                                          |                   |                                                                                   |                                                                                     |              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Código do Anexo:                                                                                                                                                                                                                         | FM-ENG-001        |  |  |              |
| Código do Documento:                                                                                                                                                                                                                     | PG-ENG-001        |                                                                                   |                                                                                     |              |
| Nº da revisão                                                                                                                                                                                                                            | 02                |                                                                                   |                                                                                     |              |
| Elaborador:                                                                                                                                                                                                                              | Fernando de Abreu |                                                                                   |                                                                                     |              |
| Aprovador:                                                                                                                                                                                                                               | Carlos Martini    |                                                                                   |                                                                                     |              |
| Data da aprovação:                                                                                                                                                                                                                       | 11/01/2024        |                                                                                   |                                                                                     |              |
| Periodicidade da revisão:                                                                                                                                                                                                                | Bienal            |                                                                                   |                                                                                     |              |
| Classificação:                                                                                                                                                                                                                           | Público           |                                                                                   |                                                                                     |              |
| <b>SÓCIOAMBIENTAL 02-PG 32-MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO DE ÁGUA<br/>BELO ORIENTE<br/>PROJETO BÁSICO –ADEQUAÇÃO CAP. PRINCIPAL<br/>CACHOEIRA ESCURA - SE32743<br/>MEMÓRIA DE CÁLCULO - ENGENHARIA SANITÁRIA<br/>MEMORIAL DE CÁLCULO</b> |                   |                                                                                   | Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)                                               |              |
|                                                                                                                                                                                                                                          |                   |                                                                                   | <b>SE32743</b>                                                                      |              |
|                                                                                                                                                                                                                                          |                   |                                                                                   | Nº CONTRATADA                                                                       | PÁGINA       |
|                                                                                                                                                                                                                                          |                   |                                                                                   | <b>705-AA-BS-01-SAA-RET01-MC-001</b>                                                | <b>12/24</b> |
|                                                                                                                                                                                                                                          |                   |                                                                                   | Nº FUNDAÇÃO RENOVA                                                                  | REV.         |
| <b>N022500-R-1MC005</b>                                                                                                                                                                                                                  | <b>00</b>         |                                                                                   |                                                                                     |              |

#### Trecho 01 – em rampa (ligação bomba-barrilete)

- . Material ..... Aço Carbono
- . Diâmetro Nominal .....  $\Phi$  8" (200 mm)
- . Diâmetro Interno ..... 202,74 mm
- . Extensão ..... 20,0 m
- . Rugosidade equivalente (C) ..... 140
- . Classe de pressão ..... PN10

#### Trecho 02 – trecho coletivo 225 mm (linha de recalque-adutora projetada)

- . Material ..... PEAD
- . Diâmetro Nominal ..... 225 mm
- . Diâmetro Interno ..... 198,2 mm
- . Extensão ..... 1.082 m
- . Rugosidade equivalente (C) ..... 140
- . Classe de pressão ..... PN10

#### Trecho 03 – trecho coletivo 150 mm (linha de recalque-adutora existente)

- . Material ..... FoFo
- . Diâmetro Nominal ..... 150 mm
- . Diâmetro Interno ..... 153,60 mm
- . Extensão ..... 40 m
- . Rugosidade equivalente (C) ..... 125
- . Classe de pressão ..... PN10 / Classe K7
  
- . Material ..... PVC DeFoFo
- . Diâmetro Nominal ..... 150 mm
- . Diâmetro Interno ..... 156,40 mm



|                                                                                                                                                                                                                                          |                         |                                                                                   |                                                                                     |              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Código do Anexo:                                                                                                                                                                                                                         | FM-ENG-001              |  |  |              |
| Código do Documento:                                                                                                                                                                                                                     | PG-ENG-001              |                                                                                   |                                                                                     |              |
| Nº da revisão                                                                                                                                                                                                                            | 02                      |                                                                                   |                                                                                     |              |
| Elaborador:                                                                                                                                                                                                                              | Fernando de Abreu       |                                                                                   |                                                                                     |              |
| Aprovador:                                                                                                                                                                                                                               | Carlos Martini          |                                                                                   |                                                                                     |              |
| Data da aprovação:                                                                                                                                                                                                                       | 11/01/2024              |                                                                                   |                                                                                     |              |
| Periodicidade da revisão:                                                                                                                                                                                                                | Bienal                  |                                                                                   |                                                                                     |              |
| Classificação:                                                                                                                                                                                                                           | Público                 |                                                                                   |                                                                                     |              |
| <b>SÓCIOAMBIENTAL 02-PG 32-MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO DE ÁGUA<br/>BELO ORIENTE<br/>PROJETO BÁSICO –ADEQUAÇÃO CAP. PRINCIPAL<br/>CACHOEIRA ESCURA - SE32743<br/>MEMÓRIA DE CÁLCULO - ENGENHARIA SANITÁRIA<br/>MEMORIAL DE CÁLCULO</b> |                         |                                                                                   | Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)                                               |              |
|                                                                                                                                                                                                                                          |                         |                                                                                   | <b>SE32743</b>                                                                      |              |
|                                                                                                                                                                                                                                          |                         |                                                                                   | Nº CONTRATADA                                                                       | PÁGINA       |
|                                                                                                                                                                                                                                          |                         |                                                                                   | <b>705-AA-BS-01-SAA-RET01-MC-001</b>                                                | <b>13/24</b> |
|                                                                                                                                                                                                                                          |                         |                                                                                   | Nº FUNDAÇÃO RENOVA                                                                  | REV.         |
|                                                                                                                                                                                                                                          | <b>N022500-R-1MC005</b> | <b>00</b>                                                                         |                                                                                     |              |

- Extensão ..... 140 m
- Rugosidade equivalente (C) ..... 130
- Classe de pressão ..... PN10

### Cálculos Hidráulicos

As perdas de carga contínuas em tubulações foram calculadas através da equação de Hazen-Williams, conforme apresentada a seguir:

$$h_{f-cont} = 10,643 \times \frac{Q^{1,85}}{C^{1,85} \times D^{4,87}} \times L$$

Em que:

- $H_{f-cont}$  ..... Perda de Carga Contínua (m)
- Q ..... Vazão na Tubulação (m³/s)
- L ..... Extensão (m)
- C ..... Coeficiente de Hazen-Williams
- D ..... Diâmetro da Tubulação (m)

As perdas de carga localizada foram calculadas através da seguinte equação:

$$h_{f-loc} = \frac{8 \times Q^2}{\pi^2 \times g} \times \left( \frac{\sum K}{D^4} \right)$$

Em que:

- $H_{f-loc}$  ..... Perda de Carga Localizada (m)
- Q ..... Vazão na Tubulação (m³/s)
- g ..... Aceleração da Gravidade (9,81 m/s²)
- $\sum K$  ..... Somatório dos Pesos das Conexões
- D ..... Diâmetro da Tubulação (m)

|                                                                                                                                                                                                                                      |                   |                                                                                   |                                                                                     |              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Código do Anexo:                                                                                                                                                                                                                     | FM-ENG-001        |  |  |              |
| Código do Documento:                                                                                                                                                                                                                 | PG-ENG-001        |                                                                                   |                                                                                     |              |
| Nº da revisão                                                                                                                                                                                                                        | 02                |                                                                                   |                                                                                     |              |
| Elaborador:                                                                                                                                                                                                                          | Fernando de Abreu |                                                                                   |                                                                                     |              |
| Aprovador:                                                                                                                                                                                                                           | Carlos Martini    |                                                                                   |                                                                                     |              |
| Data da aprovação:                                                                                                                                                                                                                   | 11/01/2024        |                                                                                   |                                                                                     |              |
| Periodicidade da revisão:                                                                                                                                                                                                            | Bienal            |                                                                                   |                                                                                     |              |
| Classificação:                                                                                                                                                                                                                       | Público           |                                                                                   |                                                                                     |              |
| <b>SÓCIOAMBIENTAL 02-PG 32-MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO DE ÁGUA<br/>BELO ORIENTE<br/>PROJETO BÁSICO –ADEQUAÇÃO CAP. PRINCIPAL CACHOEIRA ESCURA - SE32743<br/>MEMÓRIA DE CÁLCULO - ENGENHARIA SANITÁRIA<br/>MEMORIAL DE CÁLCULO</b> |                   |                                                                                   | Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)                                               |              |
|                                                                                                                                                                                                                                      |                   |                                                                                   | <b>SE32743</b>                                                                      |              |
|                                                                                                                                                                                                                                      |                   |                                                                                   | Nº CONTRATADA                                                                       | PÁGINA       |
|                                                                                                                                                                                                                                      |                   |                                                                                   | <b>705-AA-BS-01-SAA-RET01-MC-001</b>                                                | <b>14/24</b> |
|                                                                                                                                                                                                                                      |                   |                                                                                   | Nº FUNDAÇÃO RENOVA                                                                  | REV.         |
| <b>N022500-R-1MC005</b>                                                                                                                                                                                                              | <b>00</b>         |                                                                                   |                                                                                     |              |

#### 4.5 CONJUNTO ELEVATÓRIO

Para atender ao ponto operacional do sistema, adotou-se como referência o conjunto motobomba com as seguintes características:

- . Tipo ..... Anfíbia
- . Instalação ..... Submersa
- . Fabricante de referência ..... Higr
- . Modelo de referência ..... R2-265/40B
- . Rotor - diâmetro ..... 235 mm
- . Rotor - Tipo ..... Radial
- . Nº Estágios ..... 2
- . Nº Fases ..... Trifásico
- . Potência nominal ..... 40,0 cv

\*O projeto elétrico deverá contemplar inversor de frequência para partida suave e permitir ajustes precisos do ponto operacional.

Na sequência apresentam-se os cálculos do sistema que foi realizado em planilha eletrônica.

|                                                                                                                                                                                                                                                              |                   |                                                                                   |                                                                                     |              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Código do Anexo:                                                                                                                                                                                                                                             | FM-ENG-001        |  |  |              |
| Código do Documento:                                                                                                                                                                                                                                         | PG-ENG-001        |                                                                                   |                                                                                     |              |
| Nº da revisão                                                                                                                                                                                                                                                | 02                |                                                                                   |                                                                                     |              |
| Elaborador:                                                                                                                                                                                                                                                  | Fernando de Abreu |                                                                                   |                                                                                     |              |
| Aprovador:                                                                                                                                                                                                                                                   | Carlos Martini    |                                                                                   |                                                                                     |              |
| Data da aprovação:                                                                                                                                                                                                                                           | 11/01/2024        |                                                                                   |                                                                                     |              |
| Periodicidade da revisão:                                                                                                                                                                                                                                    | Bienal            |                                                                                   |                                                                                     |              |
| Classificação:                                                                                                                                                                                                                                               | Público           |                                                                                   |                                                                                     |              |
| <b>SÓCIOAMBIENTAL 02-PG 32-MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO DE ÁGUA</b><br><b>BELO ORIENTE</b><br><b>PROJETO BÁSICO –ADEQUAÇÃO CAP. PRINCIPAL CACHOEIRA ESCURA - SE32743</b><br><b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - ENGENHARIA SANITÁRIA</b><br><b>MEMORIAL DE CÁLCULO</b> |                   |                                                                                   | Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)                                               |              |
|                                                                                                                                                                                                                                                              |                   |                                                                                   | <b>SE32743</b>                                                                      |              |
|                                                                                                                                                                                                                                                              |                   |                                                                                   | Nº CONTRATADA                                                                       | PÁGINA       |
|                                                                                                                                                                                                                                                              |                   |                                                                                   | <b>705-AA-BS-01-SAA-RET01-MC-001</b>                                                | <b>15/24</b> |
|                                                                                                                                                                                                                                                              |                   |                                                                                   | Nº FUNDAÇÃO RENOVA                                                                  | REV.         |
| <b>N022500-R-1MC005</b>                                                                                                                                                                                                                                      | <b>00</b>         |                                                                                   |                                                                                     |              |

## ELEVATÓRIA DE ÁGUA BRUTA - EAB

### CÁLCULO DAS CONSTANTES

PERDAS LOCALIZADAS - 1 CONJUNTO OPERANDO

| PEÇAS               | DIÂMETRO (mm) | VAZÃO (L/s) | VELOCIDADE (m/s) | K    | KV2/2g (m)   |
|---------------------|---------------|-------------|------------------|------|--------------|
| CRIVO               | 200           | 40,00       | 1,27             | 0,75 | 0,062        |
| C30                 | 200           | 40,00       | 1,27             | 0,20 | 0,017        |
| VALV.RETENÇÃO       | 200           | 40,00       | 1,27             | 2,50 | 0,207        |
| REG. GAV.           | 200           | 40,00       | 1,27             | 0,20 | 0,017        |
| TÊ SAÍDA LAT.       | 200           | 40,00       | 1,27             | 1,30 | 0,107        |
| TÊ PASS. DIRETA(2x) | 200           | 40,00       | 1,27             | 1,20 | 0,099        |
| C90 (2x)            | 200           | 40,00       | 1,27             | 1,80 | 0,149        |
|                     |               |             |                  |      | <b>0,657</b> |
| SAÍDA TUB.          | 150           | 40,00       | 2,26             | 1,00 | 0,261        |
|                     |               |             |                  |      | <b>0,261</b> |

PERDA CONTÍNUA NA LIGAÇÃO BOMBA-BARRILETE

|      |             |      |      |             |     |
|------|-------------|------|------|-------------|-----|
| DN = | 8" (200 mm) | Aço  | V =  | 1,24        | m/s |
| DI = | 0,203       | m    | L =  | 20,00       | m   |
| C =  | 140         |      | J =  | 0,00698     | m/m |
| Q =  | 0,0400      | m³/s | hf = | <b>0,14</b> | m   |

PERDA CONTÍNUA NA LINHA DE RECALQUE TR1

|      |        |      |      |             |     |
|------|--------|------|------|-------------|-----|
| DN = | 225    | PEAD | V =  | 1,30        | m/s |
| DI = | 0,198  | m    | L =  | 1082,00     | m   |
| C =  | 140    |      | J =  | 0,00780     | m/m |
| Q =  | 0,0400 | m³/s | hf = | <b>8,44</b> | m   |

|                                                                                                                                                                                                                                                              |                   |                                                                                   |                                                                                     |              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Código do Anexo:                                                                                                                                                                                                                                             | FM-ENG-001        |  |  |              |
| Código do Documento:                                                                                                                                                                                                                                         | PG-ENG-001        |                                                                                   |                                                                                     |              |
| Nº da revisão                                                                                                                                                                                                                                                | 02                |                                                                                   |                                                                                     |              |
| Elaborador:                                                                                                                                                                                                                                                  | Fernando de Abreu |                                                                                   |                                                                                     |              |
| Aprovador:                                                                                                                                                                                                                                                   | Carlos Martini    |                                                                                   |                                                                                     |              |
| Data da aprovação:                                                                                                                                                                                                                                           | 11/01/2024        |                                                                                   |                                                                                     |              |
| Periodicidade da revisão:                                                                                                                                                                                                                                    | Bienal            |                                                                                   |                                                                                     |              |
| Classificação:                                                                                                                                                                                                                                               | Público           |                                                                                   |                                                                                     |              |
| <b>SÓCIOAMBIENTAL 02-PG 32-MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO DE ÁGUA</b><br><b>BELO ORIENTE</b><br><b>PROJETO BÁSICO –ADEQUAÇÃO CAP. PRINCIPAL CACHOEIRA ESCURA - SE32743</b><br><b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - ENGENHARIA SANITÁRIA</b><br><b>MEMORIAL DE CÁLCULO</b> |                   |                                                                                   | Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)                                               |              |
|                                                                                                                                                                                                                                                              |                   |                                                                                   | <b>SE32743</b>                                                                      |              |
|                                                                                                                                                                                                                                                              |                   |                                                                                   | Nº CONTRATADA                                                                       | PÁGINA       |
|                                                                                                                                                                                                                                                              |                   |                                                                                   | <b>705-AA-BS-01-SAA-RET01-MC-001</b>                                                | <b>16/24</b> |
|                                                                                                                                                                                                                                                              |                   |                                                                                   | Nº FUNDAÇÃO RENOVA                                                                  | REV.         |
| <b>N022500-R-1MC005</b>                                                                                                                                                                                                                                      | <b>00</b>         |                                                                                   |                                                                                     |              |

PERDA CONTÍNUA NA LINHA DE RECALQUE TR2

|      |        |      |      |             |     |
|------|--------|------|------|-------------|-----|
| DN = | 150    | FoFo | V =  | 2,16        | m/s |
| DI = | 0,154  | m    | L =  | 40,00       | m   |
| C =  | 125    |      | J =  | 0,03324     | m/m |
| Q =  | 0,0400 | m³/s | hf = | <b>1,33</b> | m   |

PERDA CONTÍNUA NA LINHA DE RECALQUE TR3

|      |        |            |      |             |     |
|------|--------|------------|------|-------------|-----|
| DN = | 150    | PVC DeFoFo | V =  | 2,08        | m/s |
| DI = | 0,156  | m          | L =  | 140,00      | m   |
| C =  | 130    |            | J =  | 0,02831     | m/m |
| Q =  | 0,0400 | m³/s       | hf = | <b>3,96</b> | m   |

|                    |   |          |              |   |
|--------------------|---|----------|--------------|---|
| ALTURA GEOMÉTRICA  | { | Mínima = | 17,69        | m |
|                    |   | Máxima = | 24,12        | m |
| ALTURA MANOMÉTRICA | { | Mínima = | <b>32,48</b> | m |
|                    |   | Máxima = | <b>38,91</b> | m |



|                                                                                                                                                                                                                                                              |                   |                                                                                   |                                                                                     |              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Código do Anexo:                                                                                                                                                                                                                                             | FM-ENG-001        |  |  |              |
| Código do Documento:                                                                                                                                                                                                                                         | PG-ENG-001        |                                                                                   |                                                                                     |              |
| Nº da revisão                                                                                                                                                                                                                                                | 02                |                                                                                   |                                                                                     |              |
| Elaborador:                                                                                                                                                                                                                                                  | Fernando de Abreu |                                                                                   |                                                                                     |              |
| Aprovador:                                                                                                                                                                                                                                                   | Carlos Martini    |                                                                                   |                                                                                     |              |
| Data da aprovação:                                                                                                                                                                                                                                           | 11/01/2024        |                                                                                   |                                                                                     |              |
| Periodicidade da revisão:                                                                                                                                                                                                                                    | Bienal            |                                                                                   |                                                                                     |              |
| Classificação:                                                                                                                                                                                                                                               | Público           |                                                                                   |                                                                                     |              |
| <b>SÓCIOAMBIENTAL 02-PG 32-MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO DE ÁGUA</b><br><b>BELO ORIENTE</b><br><b>PROJETO BÁSICO –ADEQUAÇÃO CAP. PRINCIPAL CACHOEIRA ESCURA - SE32743</b><br><b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - ENGENHARIA SANITÁRIA</b><br><b>MEMORIAL DE CÁLCULO</b> |                   |                                                                                   | Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)                                               |              |
|                                                                                                                                                                                                                                                              |                   |                                                                                   | <b>SE32743</b>                                                                      |              |
|                                                                                                                                                                                                                                                              |                   |                                                                                   | Nº CONTRATADA                                                                       | PÁGINA       |
|                                                                                                                                                                                                                                                              |                   |                                                                                   | <b>705-AA-BS-01-SAA-RET01-MC-001</b>                                                | <b>17/24</b> |
|                                                                                                                                                                                                                                                              |                   |                                                                                   | Nº FUNDAÇÃO RENOVA                                                                  | REV.         |
| <b>N022500-R-1MC005</b>                                                                                                                                                                                                                                      | <b>00</b>         |                                                                                   |                                                                                     |              |

A partir dos cálculos, foi possível estabelecer equações características da linha de recalque no seguinte formato:

$$H_{man} = H_g + C_{loc} \times Q^2 + C_{cont} \times Q^{1,85}$$

Em que:

- $H_{man}$ ..... Altura Manométrica (m.c.a.)
- $C_1$  ..... Coeficiente 1
- $Q$  ..... Vazão (m³/s)
- $C_2$  ..... Coeficiente 2

|                                                                                                                                                                                                                                      |                   |                                                                                   |                                                                                     |              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Código do Anexo:                                                                                                                                                                                                                     | FM-ENG-001        |  |  |              |
| Código do Documento:                                                                                                                                                                                                                 | PG-ENG-001        |                                                                                   |                                                                                     |              |
| Nº da revisão                                                                                                                                                                                                                        | 02                |                                                                                   |                                                                                     |              |
| Elaborador:                                                                                                                                                                                                                          | Fernando de Abreu |                                                                                   |                                                                                     |              |
| Aprovador:                                                                                                                                                                                                                           | Carlos Martini    |                                                                                   |                                                                                     |              |
| Data da aprovação:                                                                                                                                                                                                                   | 11/01/2024        |                                                                                   |                                                                                     |              |
| Periodicidade da revisão:                                                                                                                                                                                                            | Bienal            |                                                                                   |                                                                                     |              |
| Classificação:                                                                                                                                                                                                                       | Público           |                                                                                   |                                                                                     |              |
| <b>SÓCIOAMBIENTAL 02-PG 32-MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO DE ÁGUA<br/>BELO ORIENTE<br/>PROJETO BÁSICO –ADEQUAÇÃO CAP. PRINCIPAL CACHOEIRA ESCURA - SE32743<br/>MEMÓRIA DE CÁLCULO - ENGENHARIA SANITÁRIA<br/>MEMORIAL DE CÁLCULO</b> |                   |                                                                                   | Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)                                               |              |
|                                                                                                                                                                                                                                      |                   |                                                                                   | <b>SE32743</b>                                                                      |              |
|                                                                                                                                                                                                                                      |                   |                                                                                   | Nº CONTRATADA                                                                       | PÁGINA       |
|                                                                                                                                                                                                                                      |                   |                                                                                   | <b>705-AA-BS-01-SAA-RET01-MC-001</b>                                                | <b>18/24</b> |
|                                                                                                                                                                                                                                      |                   |                                                                                   | Nº FUNDAÇÃO RENOVA                                                                  | REV.         |
| <b>N022500-R-1MC005</b>                                                                                                                                                                                                              | <b>00</b>         |                                                                                   |                                                                                     |              |

### ELEVATÓRIA DE ÁGUA BRUTA - EAB

CURVA CARACTERÍSTICA DA LINHA DE RECALQUE - 1 CONJUNTO OPERANDO

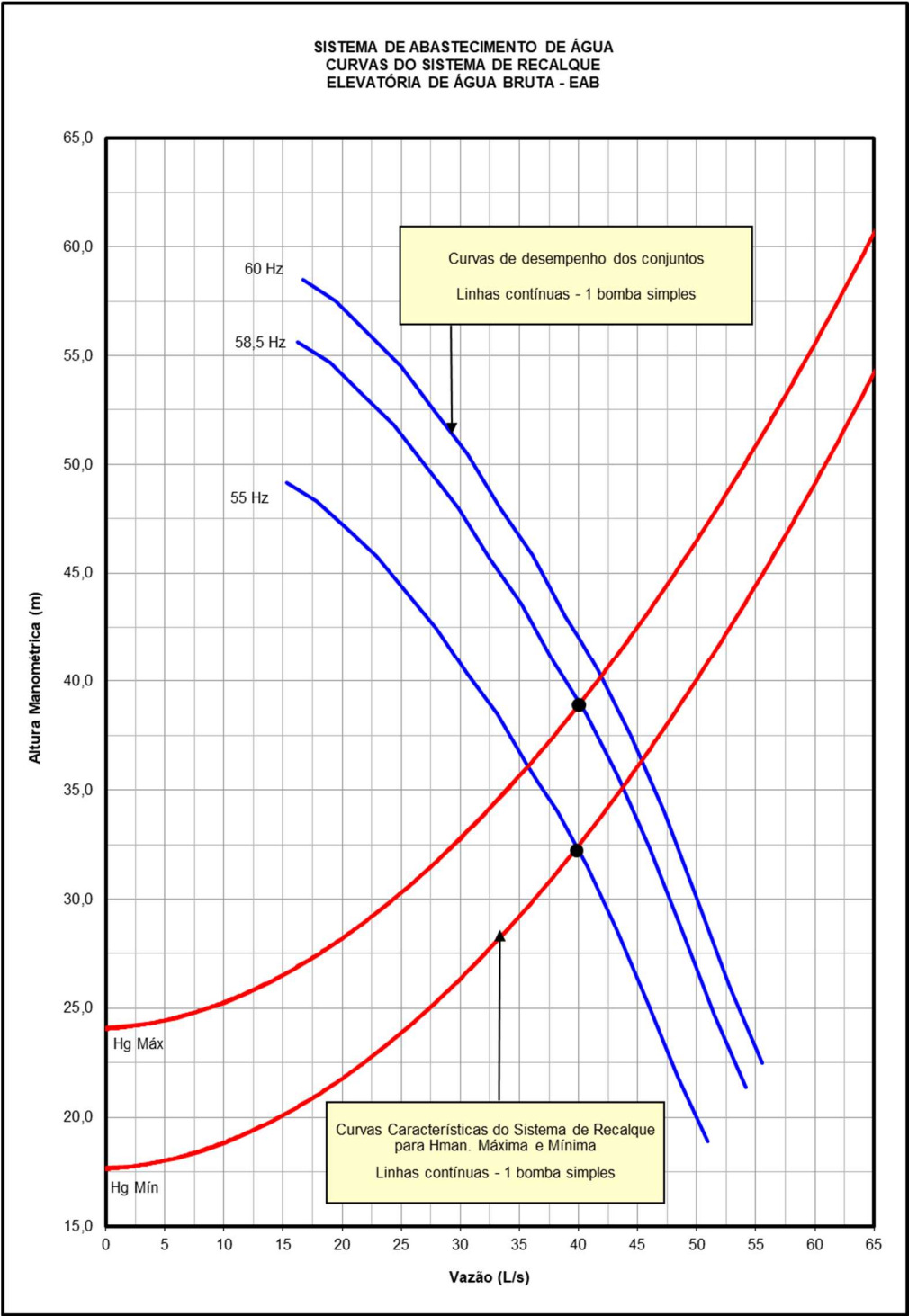
| VAZÃO (L/s) | PERDAS ( m ) |          |        | ALT. MAN. (m) |        |
|-------------|--------------|----------|--------|---------------|--------|
|             | LOCALIZADA   | CONTÍNUA | TOTAL  | MÍNIMA        | MÁXIMA |
| 0           | 0,000        | 0,000    | 0,000  | 17,69         | 24,12  |
| 2           | 0,002        | 0,054    | 0,057  | 17,75         | 24,18  |
| 4           | 0,009        | 0,196    | 0,205  | 17,90         | 24,33  |
| 6           | 0,021        | 0,415    | 0,435  | 18,13         | 24,56  |
| 8           | 0,037        | 0,706    | 0,743  | 18,43         | 24,86  |
| 10          | 0,057        | 1,067    | 1,125  | 18,82         | 25,24  |
| 12          | 0,083        | 1,495    | 1,578  | 19,27         | 25,70  |
| 14          | 0,112        | 1,989    | 2,101  | 19,79         | 26,22  |
| 16          | 0,147        | 2,546    | 2,693  | 20,38         | 26,81  |
| 18          | 0,186        | 3,166    | 3,352  | 21,04         | 27,47  |
| 20          | 0,230        | 3,847    | 4,077  | 21,77         | 28,20  |
| 22          | 0,278        | 4,589    | 4,867  | 22,56         | 28,99  |
| 24          | 0,330        | 5,391    | 5,721  | 23,41         | 29,84  |
| 26          | 0,388        | 6,251    | 6,639  | 24,33         | 30,76  |
| 28          | 0,450        | 7,170    | 7,619  | 25,31         | 31,74  |
| 30          | 0,516        | 8,146    | 8,662  | 26,35         | 32,78  |
| 32          | 0,588        | 9,179    | 9,766  | 27,46         | 33,89  |
| 34          | 0,663        | 10,268   | 10,931 | 28,62         | 35,05  |
| 36          | 0,744        | 11,413   | 12,157 | 29,85         | 36,28  |
| 38          | 0,829        | 12,614   | 13,442 | 31,13         | 37,56  |
| 40          | 0,918        | 13,869   | 14,787 | 32,48         | 38,91  |
| 42          | 1,012        | 15,180   | 16,192 | 33,88         | 40,31  |
| 44          | 1,111        | 16,544   | 17,655 | 35,35         | 41,77  |
| 46          | 1,214        | 17,962   | 19,176 | 36,87         | 43,30  |
| 48          | 1,322        | 19,433   | 20,755 | 38,45         | 44,88  |
| 50          | 1,434        | 20,958   | 22,392 | 40,08         | 46,51  |
| 52          | 1,551        | 22,535   | 24,086 | 41,78         | 48,21  |
| 54          | 1,673        | 24,164   | 25,838 | 43,53         | 49,96  |
| 56          | 1,799        | 25,846   | 27,645 | 45,34         | 51,77  |
| 58          | 1,930        | 27,580   | 29,510 | 47,20         | 53,63  |
| 60          | 2,066        | 29,365   | 31,430 | 49,12         | 55,55  |
| 62          | 2,206        | 31,201   | 33,407 | 51,10         | 57,53  |
| 64          | 2,350        | 33,089   | 35,439 | 53,13         | 59,56  |
| 66          | 2,499        | 35,027   | 37,526 | 55,22         | 61,65  |
| 68          | 2,653        | 37,016   | 39,669 | 57,36         | 63,79  |
| 70          | 2,811        | 39,055   | 41,867 | 59,56         | 65,99  |
| 72          | 2,974        | 41,145   | 44,119 | 61,81         | 68,24  |
| 74          | 3,142        | 43,284   | 46,426 | 64,12         | 70,55  |
| 76          | 3,314        | 45,473   | 48,787 | 66,48         | 72,91  |
| 78          | 3,491        | 47,711   | 51,202 | 68,89         | 75,32  |
| 80          | 3,672        | 49,999   | 53,671 | 71,36         | 77,79  |

|                                                                                                                                                                                                                                      |                         |                                                                                   |                                                                                     |              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Código do Anexo:                                                                                                                                                                                                                     | FM-ENG-001              |  |  |              |
| Código do Documento:                                                                                                                                                                                                                 | PG-ENG-001              |                                                                                   |                                                                                     |              |
| Nº da revisão                                                                                                                                                                                                                        | 02                      |                                                                                   |                                                                                     |              |
| Elaborador:                                                                                                                                                                                                                          | Fernando de Abreu       |                                                                                   |                                                                                     |              |
| Aprovador:                                                                                                                                                                                                                           | Carlos Martini          |                                                                                   |                                                                                     |              |
| Data da aprovação:                                                                                                                                                                                                                   | 11/01/2024              |                                                                                   |                                                                                     |              |
| Periodicidade da revisão:                                                                                                                                                                                                            | Bienal                  |                                                                                   |                                                                                     |              |
| Classificação:                                                                                                                                                                                                                       | Público                 |                                                                                   |                                                                                     |              |
| <b>SÓCIOAMBIENTAL 02-PG 32-MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO DE ÁGUA<br/>BELO ORIENTE<br/>PROJETO BÁSICO –ADEQUAÇÃO CAP. PRINCIPAL CACHOEIRA ESCURA - SE32743<br/>MEMÓRIA DE CÁLCULO - ENGENHARIA SANITÁRIA<br/>MEMORIAL DE CÁLCULO</b> |                         |                                                                                   | Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)                                               |              |
|                                                                                                                                                                                                                                      |                         |                                                                                   | <b>SE32743</b>                                                                      |              |
|                                                                                                                                                                                                                                      |                         |                                                                                   | Nº CONTRATADA                                                                       | PÁGINA       |
|                                                                                                                                                                                                                                      |                         |                                                                                   | <b>705-AA-BS-01-SAA-RET01-MC-001</b>                                                | <b>19/24</b> |
|                                                                                                                                                                                                                                      |                         |                                                                                   | Nº FUNDAÇÃO RENOVA                                                                  | REV.         |
|                                                                                                                                                                                                                                      | <b>N022500-R-1MC005</b> | <b>00</b>                                                                         |                                                                                     |              |

$$H_{man} = 573,7630584 \quad Q^2 + 5348,697391 \quad Q^{1,85}$$

O traçado das curvas do sistema e o gráfico dos pontos operacionais foram elaborados em planilha eletrônica e são apresentados a seguir.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                   |                                                                                                                                                                                              |                                                                                     |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Código do Anexo:                                                                                                                                                                                                                                                                    | FM-ENG-001        |                                                                                                             |  |  |
| Código do Documento:                                                                                                                                                                                                                                                                | PG-ENG-001        |                                                                                                                                                                                              |                                                                                     |  |
| Nº da revisão                                                                                                                                                                                                                                                                       | 02                |                                                                                                                                                                                              |                                                                                     |  |
| Elaborador:                                                                                                                                                                                                                                                                         | Fernando de Abreu |                                                                                                                                                                                              |                                                                                     |  |
| Aprovador:                                                                                                                                                                                                                                                                          | Carlos Martini    |                                                                                                                                                                                              |                                                                                     |  |
| Data da aprovação:                                                                                                                                                                                                                                                                  | 11/01/2024        |                                                                                                                                                                                              |                                                                                     |  |
| Periodicidade da revisão:                                                                                                                                                                                                                                                           | Bienal            | <p>Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)</p> <p><b>SE32743</b></p> <p>Nº CONTRATADA</p> <p><b>705-AA-BS-01-SAA-RET01-MC-001</b></p> <p>Nº FUNDAÇÃO RENOVA</p> <p><b>N022500-R-1MC005</b></p> | <p>PÁGINA</p> <p><b>20/24</b></p> <p>REV.</p> <p><b>00</b></p>                      |  |
| Classificação:                                                                                                                                                                                                                                                                      | Público           |                                                                                                                                                                                              |                                                                                     |  |
| <p><b>SÓCIOAMBIENTAL 02-PG 32-MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO DE ÁGUA</b></p> <p><b>BELO ORIENTE</b></p> <p><b>PROJETO BÁSICO –ADEQUAÇÃO CAP. PRINCIPAL CACHOEIRA ESCURA - SE32743</b></p> <p><b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - ENGENHARIA SANITÁRIA</b></p> <p><b>MEMORIAL DE CÁLCULO</b></p> |                   |                                                                                                                                                                                              |                                                                                     |  |





|                                                                                                                                                                                                                                          |                   |                                                                                   |                                                                                     |              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Código do Anexo:                                                                                                                                                                                                                         | FM-ENG-001        |  |  |              |
| Código do Documento:                                                                                                                                                                                                                     | PG-ENG-001        |                                                                                   |                                                                                     |              |
| Nº da revisão                                                                                                                                                                                                                            | 02                |                                                                                   |                                                                                     |              |
| Elaborador:                                                                                                                                                                                                                              | Fernando de Abreu |                                                                                   |                                                                                     |              |
| Aprovador:                                                                                                                                                                                                                               | Carlos Martini    |                                                                                   |                                                                                     |              |
| Data da aprovação:                                                                                                                                                                                                                       | 11/01/2024        |                                                                                   |                                                                                     |              |
| Periodicidade da revisão:                                                                                                                                                                                                                | Bienal            |                                                                                   |                                                                                     |              |
| Classificação:                                                                                                                                                                                                                           | Público           |                                                                                   |                                                                                     |              |
| <b>SÓCIOAMBIENTAL 02-PG 32-MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO DE ÁGUA<br/>BELO ORIENTE<br/>PROJETO BÁSICO –ADEQUAÇÃO CAP. PRINCIPAL<br/>CACHOEIRA ESCURA - SE32743<br/>MEMÓRIA DE CÁLCULO - ENGENHARIA SANITÁRIA<br/>MEMORIAL DE CÁLCULO</b> |                   |                                                                                   | Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)                                               |              |
|                                                                                                                                                                                                                                          |                   |                                                                                   | <b>SE32743</b>                                                                      |              |
|                                                                                                                                                                                                                                          |                   |                                                                                   | Nº CONTRATADA                                                                       | PÁGINA       |
|                                                                                                                                                                                                                                          |                   |                                                                                   | <b>705-AA-BS-01-SAA-RET01-MC-001</b>                                                | <b>21/24</b> |
|                                                                                                                                                                                                                                          |                   |                                                                                   | Nº FUNDAÇÃO RENOVA                                                                  | REV.         |
| <b>N022500-R-1MC005</b>                                                                                                                                                                                                                  | <b>00</b>         |                                                                                   |                                                                                     |              |

### Pontos de Operação

Os pontos operacionais obtidos a partir do gráfico são:

#### Ponto de Referência para Aquisição

- . Regulagem do Inversor de Frequência .....60,0 Hz
- . Vazão ..... 40 L/s
- . Altura Manométrica ..... 42,0 mca
- . Rendimento Hidráulico ..... 75 %
- . Rendimento Total .....66 %

#### Ponto Operacional de Altura Manométrica Máxima

- . Regulagem do Inversor de Frequência .....58,5 Hz
- . Vazão ..... 40 L/s
- . Altura Manométrica ..... 38,9 mca
- . Rendimento Hidráulico ..... 74 %
- . Rendimento Total .....65 %

#### Ponto Operacional de Altura Manométrica Mínima

- . Regulagem do Inversor de Frequência .....55,0 Hz
- . Vazão ..... 40 L/s
- . Altura Manométrica ..... 32,4 mca
- . Rendimento Hidráulico .....71,5 %
- . Rendimento Total .....63 %

### Verificação do NPSH

O sistema foi verificado para garantir operação com segurança mínima de 30% ou 1,50 m do NPSH disponível em relação ao NPSH requerido.

|                                                                                                                                                                                                                                          |                   |                                                                                   |                                                                                     |              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Código do Anexo:                                                                                                                                                                                                                         | FM-ENG-001        |  |  |              |
| Código do Documento:                                                                                                                                                                                                                     | PG-ENG-001        |                                                                                   |                                                                                     |              |
| Nº da revisão                                                                                                                                                                                                                            | 02                |                                                                                   |                                                                                     |              |
| Elaborador:                                                                                                                                                                                                                              | Fernando de Abreu |                                                                                   |                                                                                     |              |
| Aprovador:                                                                                                                                                                                                                               | Carlos Martini    |                                                                                   |                                                                                     |              |
| Data da aprovação:                                                                                                                                                                                                                       | 11/01/2024        |                                                                                   |                                                                                     |              |
| Periodicidade da revisão:                                                                                                                                                                                                                | Bienal            |                                                                                   |                                                                                     |              |
| Classificação:                                                                                                                                                                                                                           | Público           |                                                                                   |                                                                                     |              |
| <b>SÓCIOAMBIENTAL 02-PG 32-MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO DE ÁGUA<br/>BELO ORIENTE<br/>PROJETO BÁSICO –ADEQUAÇÃO CAP. PRINCIPAL<br/>CACHOEIRA ESCURA - SE32743<br/>MEMÓRIA DE CÁLCULO - ENGENHARIA SANITÁRIA<br/>MEMORIAL DE CÁLCULO</b> |                   |                                                                                   | Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)                                               |              |
|                                                                                                                                                                                                                                          |                   |                                                                                   | <b>SE32743</b>                                                                      |              |
|                                                                                                                                                                                                                                          |                   |                                                                                   | Nº CONTRATADA                                                                       | PÁGINA       |
|                                                                                                                                                                                                                                          |                   |                                                                                   | <b>705-AA-BS-01-SAA-RET01-MC-001</b>                                                | <b>22/24</b> |
|                                                                                                                                                                                                                                          |                   |                                                                                   | Nº FUNDAÇÃO RENOVA                                                                  | REV.         |
| <b>N022500-R-1MC005</b>                                                                                                                                                                                                                  | <b>00</b>         |                                                                                   |                                                                                     |              |

Para a determinação do NPSH disponível foi utilizada a seguinte equação:

$$NPSH_d = \pm H + \frac{p_a - p_v}{\gamma} \times 10 - h_f, \text{ sendo,}$$

Onde:

$NPSH_d$  = NPSH disponível (m.c.a);

+H = Carga na sucção caso entrada afogada (m);

-H = Altura de aspiração (m);

$p_a$  = Pressão atmosférica local (kgf/cm<sup>2</sup>);

$p_v$  = Pressão de vapor da água local (kgf/cm<sup>2</sup>);

$\gamma$  = Peso específico da água (g/cm<sup>3</sup>);

$h_f$  = Soma das perdas de carga na sucção (mca).

$$NPSH_d = 1,38 + \frac{1,01 - 0,03}{1,0} \times 10 - 0,06 = 11,12 \text{ m}$$

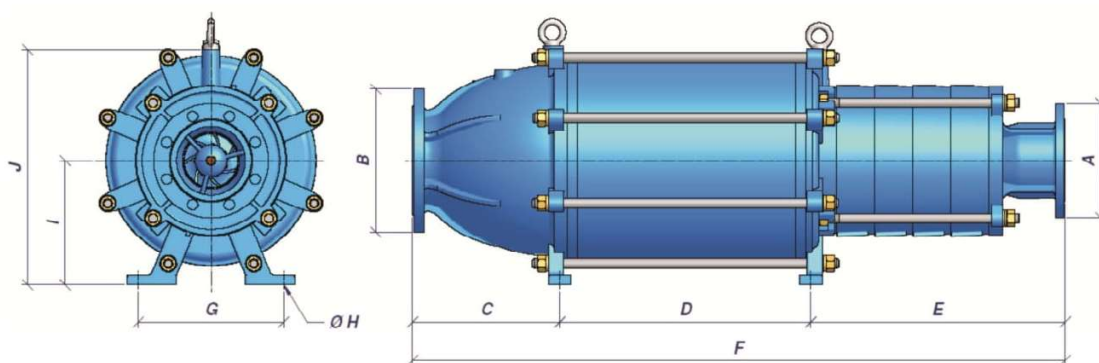
O NPSH máximo requerido pelo conjunto motobomba de referência dentro do universo possível de pontos operacionais é 3,70 m. Logo, a segurança em relação a este ponto é de 200% ou 7,42 m.

#### Folha de Dados do Fabricante de Referência

A seguir apresenta-se as curvas e a folha de dados do fabricante. As informações se referem à altura manométrica a 60 Hz. Durante a operação do sistema, os ajustes à vazão requerida serão realizados pelo inversor de frequência.

|                                                                                                                                                                                                                                      |                         |                                                                                   |                                                                                     |              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Código do Anexo:                                                                                                                                                                                                                     | FM-ENG-001              |  |  |              |
| Código do Documento:                                                                                                                                                                                                                 | PG-ENG-001              |                                                                                   |                                                                                     |              |
| Nº da revisão                                                                                                                                                                                                                        | 02                      |                                                                                   |                                                                                     |              |
| Elaborador:                                                                                                                                                                                                                          | Fernando de Abreu       |                                                                                   |                                                                                     |              |
| Aprovador:                                                                                                                                                                                                                           | Carlos Martini          |                                                                                   |                                                                                     |              |
| Data da aprovação:                                                                                                                                                                                                                   | 11/01/2024              |                                                                                   |                                                                                     |              |
| Periodicidade da revisão:                                                                                                                                                                                                            | Bienal                  |                                                                                   |                                                                                     |              |
| Classificação:                                                                                                                                                                                                                       | Público                 |                                                                                   |                                                                                     |              |
| <b>SÓCIOAMBIENTAL 02-PG 32-MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO DE ÁGUA<br/>BELO ORIENTE<br/>PROJETO BÁSICO –ADEQUAÇÃO CAP. PRINCIPAL CACHOEIRA ESCURA - SE32743<br/>MEMÓRIA DE CÁLCULO - ENGENHARIA SANITÁRIA<br/>MEMORIAL DE CÁLCULO</b> |                         |                                                                                   | Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)                                               |              |
|                                                                                                                                                                                                                                      |                         |                                                                                   | <b>SE32743</b>                                                                      |              |
|                                                                                                                                                                                                                                      |                         |                                                                                   | Nº CONTRATADA                                                                       | PÁGINA       |
|                                                                                                                                                                                                                                      |                         |                                                                                   | <b>705-AA-BS-01-SAA-RET01-MC-001</b>                                                | <b>23/24</b> |
|                                                                                                                                                                                                                                      |                         |                                                                                   | Nº FUNDAÇÃO RENOVA                                                                  | REV.         |
|                                                                                                                                                                                                                                      | <b>N022500-R-1MC005</b> | <b>00</b>                                                                         |                                                                                     |              |

**Bombas Anfíbias de Múltiplos Estágios (60Hz):**



| Modelo Bomba | A Sucção    | B Descarga  | C mm | D mm | E mm | F mm | G mm | H mm | I mm | J mm | Peso kg | GD <sup>2</sup> kg.m <sup>2</sup> |
|--------------|-------------|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------|-----------------------------------|
| R2-150/15B   | DN 80 PN40  | DN 80 PN40  | 160  | 599  | 193  | 952  | 270  | 24   | 206  | 396  | 210     | 0,150                             |
| R2-150/20B   | DN 80 PN40  | DN 80 PN40  | 160  | 599  | 193  | 952  | 270  | 24   | 206  | 396  | 210     | 0,150                             |
| R3-150/20B   | DN 80 PN40  | DN 80 PN40  | 160  | 599  | 242  | 1001 | 270  | 24   | 206  | 396  | 220     | 0,169                             |
| R3-150/25B   | DN 80 PN40  | DN 80 PN40  | 160  | 599  | 242  | 1001 | 270  | 24   | 206  | 396  | 220     | 0,169                             |
| R2-265/40B   | DN 150 PN40 | DN 200 PN40 | 385  | 656  | 365  | 1406 | 380  | 30   | 325  | 625  | 730     | 1,669                             |
| R2-265/50B   | DN 150 PN40 | DN 200 PN40 | 385  | 656  | 365  | 1406 | 380  | 30   | 325  | 625  | 730     | 1,669                             |
| R2-265/60B   | DN 150 PN40 | DN 200 PN40 | 385  | 656  | 365  | 1406 | 380  | 30   | 325  | 625  | 730     | 1,669                             |
| R3-265/50B   | DN 150 PN40 | DN 200 PN40 | 385  | 656  | 465  | 1506 | 380  | 30   | 325  | 625  | 780     | 3,023                             |
| R3-265/60B   | DN 150 PN40 | DN 200 PN40 | 385  | 656  | 465  | 1506 | 380  | 30   | 325  | 625  | 780     | 3,023                             |
| R3-265/75B   | DN 150 PN40 | DN 200 PN40 | 385  | 656  | 465  | 1506 | 380  | 30   | 325  | 625  | 780     | 3,023                             |
| R4-265/75B   | DN 150 PN40 | DN 200 PN40 | 385  | 656  | 565  | 1606 | 380  | 30   | 325  | 625  | 830     | 3,227                             |
| R4-265/100B  | DN 150 PN40 | DN 200 PN40 | 385  | 656  | 565  | 1606 | 380  | 30   | 325  | 625  | 830     | 3,227                             |
| R4-265/125B  | DN 150 PN40 | DN 200 PN40 | 385  | 656  | 565  | 1606 | 380  | 30   | 325  | 625  | 830     | 3,227                             |
| R5-265/100B  | DN 150 PN40 | DN 200 PN40 | 385  | 656  | 665  | 1706 | 380  | 30   | 325  | 625  | 890     | 3,400                             |
| R5-265/125B  | DN 150 PN40 | DN 200 PN40 | 385  | 656  | 665  | 1706 | 380  | 30   | 325  | 625  | 890     | 3,400                             |
| R2-320/75B   | DN 200 PN40 | DN 200 PN40 | 385  | 658  | 327  | 1370 | 380  | 30   | 325  | 625  | 800     | 3,254                             |
| R2-320/100B  | DN 200 PN40 | DN 200 PN40 | 385  | 658  | 327  | 1370 | 380  | 30   | 325  | 625  | 800     | 3,254                             |
| R2-320/125B  | DN 200 PN40 | DN 200 PN40 | 385  | 658  | 327  | 1370 | 380  | 30   | 325  | 625  | 800     | 3,254                             |
| R3-320/100B  | DN 200 PN40 | DN 200 PN40 | 385  | 658  | 444  | 1487 | 380  | 30   | 325  | 625  | 840     | 3,693                             |
| R3-320/125B  | DN 200 PN40 | DN 200 PN40 | 385  | 658  | 444  | 1487 | 380  | 30   | 325  | 625  | 840     | 3,693                             |
| R2-360/150B  | DN 250 PN40 | DN 250 PN40 | 355  | 1080 | 456  | 1891 | 450  | 35   | 431  | 810  | 1450    | 9,541                             |
| R2-360/175B  | DN 250 PN40 | DN 250 PN40 | 355  | 1080 | 456  | 1891 | 450  | 35   | 431  | 810  | 1450    | 9,541                             |
| R2-360/200B  | DN 250 PN40 | DN 250 PN40 | 355  | 1080 | 456  | 1891 | 450  | 35   | 431  | 810  | 1450    | 9,541                             |
| R2-360/250B  | DN 250 PN40 | DN 250 PN40 | 355  | 1080 | 456  | 1891 | 450  | 35   | 431  | 810  | 1450    | 9,541                             |
| R2-360/300B  | DN 250 PN40 | DN 250 PN40 | 355  | 1080 | 456  | 1891 | 450  | 35   | 431  | 810  | 1450    | 9,541                             |
| R3-360/300B  | DN 250 PN40 | DN 250 PN40 | 355  | 1080 | 598  | 2033 | 450  | 35   | 431  | 810  | 1490    | 10,562                            |
| R3-360/350B  | DN 250 PN40 | DN 250 PN40 | 355  | 1280 | 598  | 2233 | 450  | 35   | 431  | 810  | 1600    | 10,562                            |
| R3-360/400B  | DN 250 PN40 | DN 250 PN40 | 355  | 1280 | 598  | 2233 | 450  | 35   | 431  | 810  | 1600    | 10,562                            |
| R4-360/350B  | DN 250 PN40 | DN 250 PN40 | 355  | 1280 | 741  | 2376 | 450  | 35   | 431  | 810  | 2220    | 21,560                            |
| R4-360/400B  | DN 250 PN40 | DN 250 PN40 | 355  | 1280 | 741  | 2376 | 450  | 35   | 431  | 810  | 2200    | 21,560                            |

**Figura 6 –Dimensionais do Conjunto Especificado**

|                                                                                                                                                                                                                                      |                   |                                                                                   |                                                                                     |              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Código do Anexo:                                                                                                                                                                                                                     | FM-ENG-001        |  |  |              |
| Código do Documento:                                                                                                                                                                                                                 | PG-ENG-001        |                                                                                   |                                                                                     |              |
| Nº da revisão                                                                                                                                                                                                                        | 02                |                                                                                   |                                                                                     |              |
| Elaborador:                                                                                                                                                                                                                          | Fernando de Abreu |                                                                                   |                                                                                     |              |
| Aprovador:                                                                                                                                                                                                                           | Carlos Martini    |                                                                                   |                                                                                     |              |
| Data da aprovação:                                                                                                                                                                                                                   | 11/01/2024        |                                                                                   |                                                                                     |              |
| Periodicidade da revisão:                                                                                                                                                                                                            | Bienal            |                                                                                   |                                                                                     |              |
| Classificação:                                                                                                                                                                                                                       | Público           | Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)                                             |                                                                                     |              |
| <b>SÓCIOAMBIENTAL 02-PG 32-MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO DE ÁGUA<br/>BELO ORIENTE<br/>PROJETO BÁSICO –ADEQUAÇÃO CAP. PRINCIPAL CACHOEIRA ESCURA - SE32743<br/>MEMÓRIA DE CÁLCULO - ENGENHARIA SANITÁRIA<br/>MEMORIAL DE CÁLCULO</b> |                   |                                                                                   | <b>SE32743</b>                                                                      |              |
|                                                                                                                                                                                                                                      |                   |                                                                                   | Nº CONTRATADA                                                                       | PÁGINA       |
|                                                                                                                                                                                                                                      |                   |                                                                                   | <b>705-AA-BS-01-SAA-RET01-MC-001</b>                                                | <b>24/24</b> |
|                                                                                                                                                                                                                                      |                   |                                                                                   | Nº FUNDAÇÃO RENOVA                                                                  | REV.         |
|                                                                                                                                                                                                                                      |                   |                                                                                   | <b>N022500-R-1MC005</b>                                                             | <b>00</b>    |



## GRÁFICO DE PERFORMANCE R2-265 (40, 50 e 60 CV) B

