







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	SOCIOAMBIENTAL 02– PG 32- MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO ÁGUA REGÊNCIA/LINHARES PROJETO CONCEITUAL - ESTUDO DE ALTERNATIVAS E VIABILIDADE PARA A CAPTAÇÃO PRINCIPAL - SE 32781 RELATÓRIO TÉCNICO - ENGENHARIA SANITÁRIA ESTUDO ECONÔMICO-FINANCEIRO OPEX PARA TRÊS ALTERNATIVAS	Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			SE32781	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			HBR135-23-RENOVA-PT17-C-REL002	1/25
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
		N024600-R-1RT008	01	

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>SOCIOAMBIENTAL 02– PG 32- MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO ÁGUA REGÊNCIA/LINHARES PROJETO CONCEITUAL - ESTUDO DE ALTERNATIVAS E VIABILIDADE PARA A CAPTAÇÃO PRINCIPAL - SE 32781 RELATÓRIO TÉCNICO - ENGENHARIA SANITÁRIA ESTUDO ECONÔMICO-FINANCEIRO OPEX PARA TRÊS ALTERNATIVAS</div>		
		Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)		
		SE32781		
		Nº CONTRATADA	PÁGINA	
		HBR135-23-RENOVA-PT17-C-REL002	2/25	
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.	
		N024600-R-1RT008	01	

ÍNDICE

<u>ITEM</u>	<u>DESCRIÇÃO</u>	<u>PÁGINA</u>
1.0	OBJETIVO	4
2.0	INTRODUÇÃO	4
3.0	DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA	5
4.0	PREMISSAS E NORMAS	6
5.0	DISTRITO DE REGÊNCIA	7
6.0	ESTUDO DE ALTERNATIVAS	12
7.0	RESUMO DOS CUSTOS	25

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			
SOCIOAMBIENTAL 02– PG 32- MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO ÁGUA REGÊNCIA/LINHARES PROJETO CONCEITUAL - ESTUDO DE ALTERNATIVAS E VIABILIDADE PARA A CAPTAÇÃO PRINCIPAL - SE 32781 RELATÓRIO TÉCNICO - ENGENHARIA SANITÁRIA ESTUDO ECONÔMICO-FINANCEIRO OPEX PARA TRÊS ALTERNATIVAS			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			SE32781	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			HBR135-23-RENOVA-PT17-C-REL002	4/25
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			N024600-R-1RT008	01

1.0 OBJETIVO

O presente documento contempla o Estudo Econômico-Financeiro, que compõe a avaliação das alternativas para captação principal do sistema de abastecimento de água do distrito de Regência, localizado no município de Linhares - ES. Assim, este documento apresenta as três alternativas de captação avaliadas para o distrito, bem como os custos de operação associados a cada uma delas. As alternativas avaliadas são descritas abaixo.

Alternativa 1: Captação no rio Doce, próxima à ETA existente, com tratamento de água com interferência da maré;

Alternativa 2: Captação no rio Doce, próxima à ETA existente, captando em períodos de maré baixa e armazenando em um reservatório apoiado;

Alternativa 3: Captação no rio Doce, com um trecho de adutora de 12 km, sem interferência da pluma salina.

2.0 INTRODUÇÃO

A Fundação Renova contratou a HIDROBR CONSULTORIA LTDA para a elaboração do estudo de alternativas e viabilidade para a captação principal do sistema de abastecimento de água do distrito de Regência. A elaboração do projeto se dá no âmbito do PG 32 da Fundação Renova, referente a Melhoria do Sistema de Abastecimento de Água.

Dentre os objetivos do PG 32, destaca-se a implementação de ações que reduzam a dependência do abastecimento direto do rio Doce nos municípios cuja operação do sistema de abastecimento público ficou inviabilizada temporariamente por conta do rompimento da barragem de Fundão, ocorrida no dia 5 de novembro de 2015.

Todas as atividades desenvolvidas pela HIDROBR durante a realização do projeto seguiram as diretrizes estabelecidas pelas Normas Técnicas vigentes, bem como as premissas estabelecidas pela Fundação Renova.



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>SOCIOAMBIENTAL 02– PG 32- MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO ÁGUA REGÊNCIA/LINHARES PROJETO CONCEITUAL - ESTUDO DE ALTERNATIVAS E VIABILIDADE PARA A CAPTAÇÃO PRINCIPAL - SE 32781 RELATÓRIO TÉCNICO - ENGENHARIA SANITÁRIA ESTUDO ECONÔMICO-FINANCEIRO OPEX PARA TRÊS ALTERNATIVAS</div><div><div>Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)</div><div>SE32781</div><div><div>Nº CONTRATADA</div><div>HBR135-23-RENOVA-PT17-C-REL002</div><div>Nº FUNDAÇÃO RENOVA</div><div>N024600-R-1RT008</div></div><div><div>PÁGINA</div><div>5/25</div><div>REV.</div><div>01</div></div></div></div>		

3.0 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

Os documentos relacionados na Tabela 1 contêm instruções e procedimentos aplicáveis a este documento e devem ser utilizados em sua última revisão.

Tabela 1 - Documentos de referência

Documento	Descrição
N024600-R-1RT002	PROJETO CONCEITUAL - ESTUDO DE CONCEPÇÃO DO SAA - REGÊNCIA - SE32475 RELATÓRIO TÉCNICO - ENGENHARIA SANITÁRIA ESTUDO COMPARATIVO ECONÔMICO DE ALTERNATIVAS

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	SOCIOAMBIENTAL 02– PG 32- MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO ÁGUA REGÊNCIA/LINHARES PROJETO CONCEITUAL - ESTUDO DE ALTERNATIVAS E VIABILIDADE PARA A CAPTAÇÃO PRINCIPAL - SE 32781 RELATÓRIO TÉCNICO - ENGENHARIA SANITÁRIA ESTUDO ECONÔMICO-FINANCEIRO OPEX PARA TRÊS ALTERNATIVAS	Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			SE32781	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			HBR135-23-RENOVA-PT17-C-REL002	6/25
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			N024600-R-1RT008	01

4.0 PREMISSAS E NORMAS

4.1 PREMISSAS

Para a estimativa dos custos de operação (OPEX), associados às alternativas de captação avaliadas, foi realizada uma análise dos custos operacionais atrelados ao consumo de energia elétrica. Para isso, foram consideradas as tarifas de consumo e demanda da EDP, concessionária responsável pela distribuição de energia elétrica no município de Linhares – ES.

Além disso, visando considerar a desvalorização monetária ao longo do período de projeto, foi realizada a atualização do valor do investimento requerido. Para isso, foi realizado o cálculo do valor presente (VP), possibilitando, assim, a atualização dos valores de investimento estimados.

4.2 NORMAS TÉCNICAS

Todos os trabalhos desenvolvidos no presente projeto seguiram as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Os códigos e normas pertinentes para o desenvolvimento do projeto são apresentadas na Tabela 2.



Tabela 2 - Normas de referência

Norma/legislação	Responsável	Conteúdo
NBR 12.215-1/2017	Associação Brasileira de Normas Técnicas	Projeto de adutora de água – Parte 1: Conduto forçado

4.3 PROGRAMAS ELETRÔNICOS

São utilizados programas eletrônicos como ferramentas de auxílio para a estimativa de custos das alternativas. Nesta etapa do trabalho, foram utilizados os seguintes programas:

- EXCEL: 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	SOCIOAMBIENTAL 02– PG 32- MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO ÁGUA REGÊNCIA/LINHARES PROJETO CONCEITUAL - ESTUDO DE ALTERNATIVAS E VIABILIDADE PARA A CAPTAÇÃO PRINCIPAL - SE 32781 RELATÓRIO TÉCNICO - ENGENHARIA SANITÁRIA ESTUDO ECONÔMICO-FINANCEIRO OPEX PARA TRÊS ALTERNATIVAS		
		Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)		
		SE32781		
		Nº CONTRATADA	PÁGINA	
		HBR135-23-RENOVA-PT17-C-REL002	7/25	
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.	
		N024600-R-1RT008	01	



5.0 DISTRITO DE REGÊNCIA

5.1 LOCALIZAÇÃO

O município de Linhares está localizado no vale do rio Doce, na região leste do estado do Espírito Santo. O município possui área aproximada de 3.496 km² e a população total apurada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) no censo 2022 foi de 166.786 habitantes.

O distrito de Regência está localizado na região centro-oeste do município de Linhares, distante 50 km da sede do município. Com área total aproximada de 240 km², a população total do distrito, apurada pelo IBGE no censo 2022, foi de 1.749 habitantes.

A Localização do município de Linhares, bem como a sede do distrito Regência, é visualizada na Figura 1.

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>SOCIOAMBIENTAL 02– PG 32- MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO ÁGUA REGÊNCIA/LINHARES PROJETO CONCEITUAL - ESTUDO DE ALTERNATIVAS E VIABILIDADE PARA A CAPTAÇÃO PRINCIPAL - SE 32781 RELATÓRIO TÉCNICO - ENGENHARIA SANITÁRIA ESTUDO ECONÔMICO-FINANCEIRO OPEX PARA TRÊS ALTERNATIVAS</div><div><div>Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE) SE32781</div><div><div>Nº CONTRATADA HBR135-23-RENOVA-PT17-C-REL002</div><div>Nº FUNDAÇÃO RENOVA N024600-R-1RT008</div></div><div><div>PÁGINA 8/25</div><div>REV. 01</div></div></div></div>		

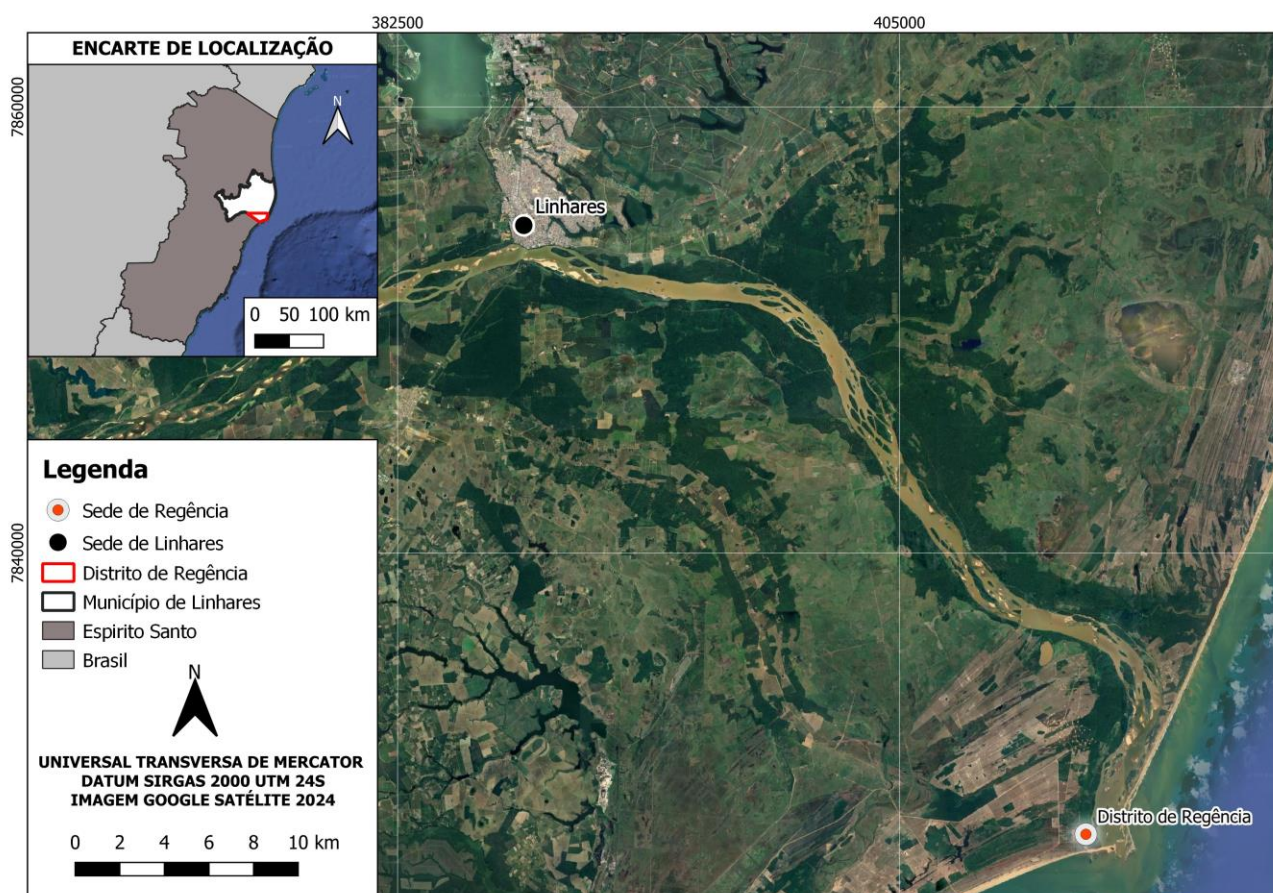




Figura 1 - Localização distrito de Regência
Fonte: HIDROBR (2024)

5.2 DADOS POPULACIONAIS

A população total do distrito de Regência apurada pelo IBGE no censo 2010 era de 1.204 habitantes, sendo que desses, cerca de 56,8% eram caracterizados como população urbana. No censo de 2022 do IBGE a população do distrito sofreu incremento, sendo estimada em 1.749 habitantes.

O distrito possui grande demanda motivada pelo turismo, atividades de comércio e serviços, que são impulsionados por movimentos sazonais de trabalhadores que se deslocam para empreendimentos localizados na planície costeira.

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>SOCIOAMBIENTAL 02– PG 32- MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO ÁGUA REGÊNCIA/LINHARES PROJETO CONCEITUAL - ESTUDO DE ALTERNATIVAS E VIABILIDADE PARA A CAPTAÇÃO PRINCIPAL - SE 32781 RELATÓRIO TÉCNICO - ENGENHARIA SANITÁRIA ESTUDO ECONÔMICO-FINANCEIRO OPEX PARA TRÊS ALTERNATIVAS</div><div><div>Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)</div><div>SE32781</div><table><tr><td>Nº CONTRATADA</td><td>PÁGINA</td></tr><tr><td>HBR135-23-RENOVA-PT17-C-REL002</td><td>9/25</td></tr><tr><td>Nº FUNDAÇÃO RENOVA</td><td>REV.</td></tr><tr><td>N024600-R-1RT008</td><td>01</td></tr></table></div></div>			Nº CONTRATADA	PÁGINA	HBR135-23-RENOVA-PT17-C-REL002	9/25	Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.	N024600-R-1RT008	01
Nº CONTRATADA	PÁGINA											
HBR135-23-RENOVA-PT17-C-REL002	9/25											
Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.											
N024600-R-1RT008	01											

5.3 CORPO HÍDRICO

A Bacia Hidrográfica do rio Doce está localizada nos estados de Minas Gerais e Espírito Santo, situados na região Sudeste do país. O rio Doce é o principal rio da bacia, possuindo uma extensão de cerca de 853 km e uma área de drenagem em torno de 86.715 km², sendo 86% pertencentes ao Estado de Minas Gerais e 14% ao Estado do Espírito Santo.

O rio Doce deságua no oceano Atlântico, no município de Linhares/ES, e tem como ponto de formação o encontro dos rios Carmo, Piranga e Xopotó. O clima predominante na bacia é o tropical, que ocasiona uma variação na vazão do rio ao longo do ano, atingindo o pico durante o verão, com a ocorrência de chuvas intensas, e diminuindo durante o inverno, caracterizado por ser um período de seca.

O principal bioma responsável por constituir a bacia do rio Doce é a Mata Atlântica, que é formada por diversos ecossistemas e vegetações e contempla cerca de 98% do território total da bacia, onde, os 2% restantes, são constituídos pelo bioma Cerrado.

Os cursos d'água da bacia do rio Doce agem como canais receptores, transportadores e autodepuradores de rejeitos e efluentes advindos, principalmente, de lançamentos de esgotos domésticos da região e das atividades econômicas, que corroboram para o comprometimento da qualidade da água.

Ademais, em novembro de 2015, com o rompimento da barragem do Fundão em Mariana – MG, parte da área de drenagem do rio Doce foi atingida por rejeitos, inviabilizando o uso de suas águas para o abastecimento público de alguns municípios e gerando danos socioeconômicos e ambientais para a região.

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			
SOCIOAMBIENTAL 02– PG 32- MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO ÁGUA REGÊNCIA/LINHARES PROJETO CONCEITUAL - ESTUDO DE ALTERNATIVAS E VIABILIDADE PARA A CAPTAÇÃO PRINCIPAL - SE 32781 RELATÓRIO TÉCNICO - ENGENHARIA SANITÁRIA ESTUDO ECONÔMICO-FINANCEIRO OPEX PARA TRÊS ALTERNATIVAS			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			SE32781	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			HBR135-23-RENOVA-PT17-C-REL002	10/25
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			N024600-R-1RT008	01

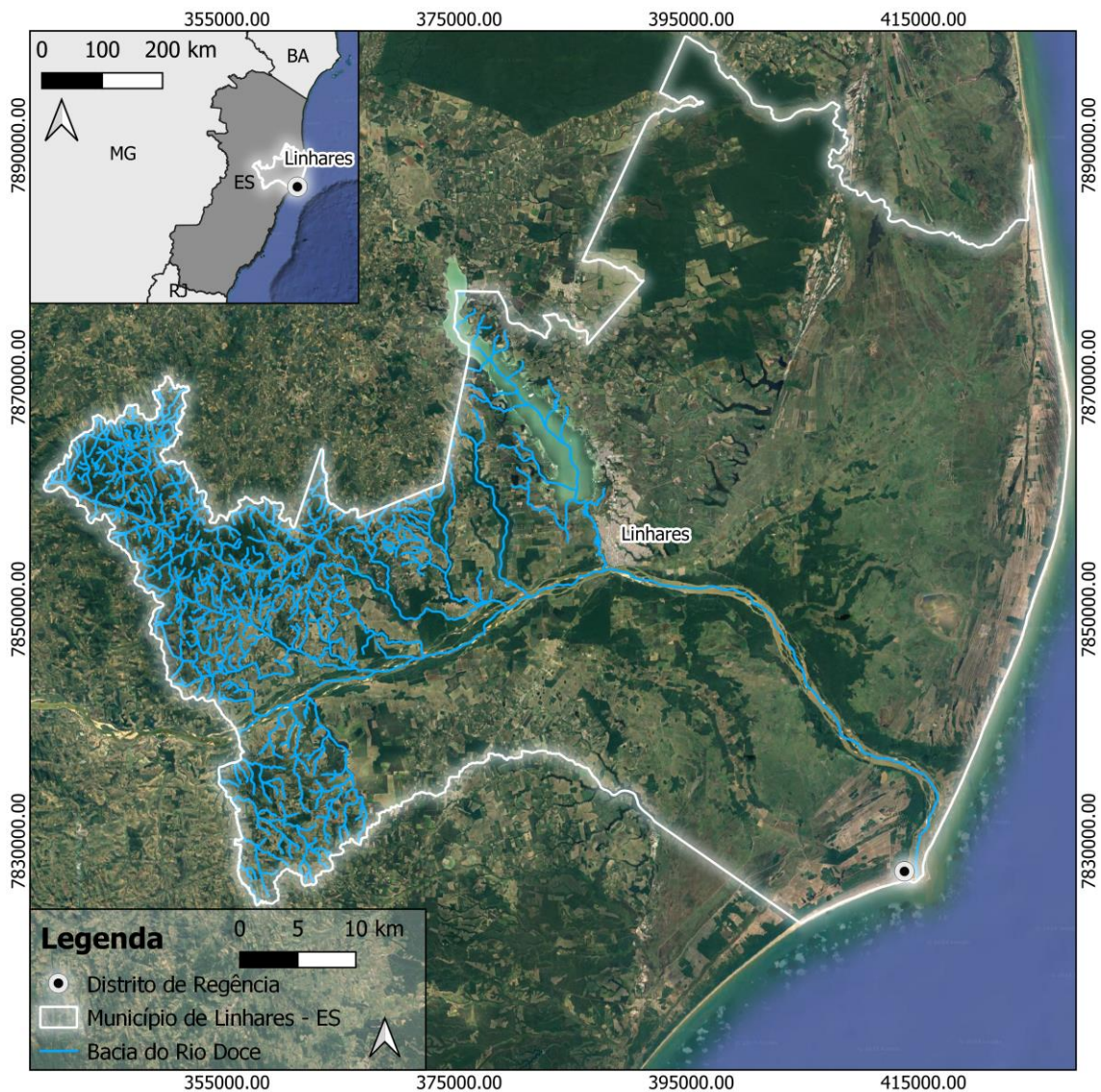




Figura 2 - Bacia do rio Doce no município de Linhares
Fonte: HIDROBR (2024)

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>SOCIOAMBIENTAL 02– PG 32- MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO ÁGUA REGÊNCIA/LINHARES PROJETO CONCEITUAL - ESTUDO DE ALTERNATIVAS E VIABILIDADE PARA A CAPTAÇÃO PRINCIPAL - SE 32781</div> <div>RELATÓRIO TÉCNICO - ENGENHARIA SANITÁRIA ESTUDO ECONÔMICO-FINANCEIRO OPEX PARA TRÊS ALTERNATIVAS</div>		
		Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)		
		SE32781		
		Nº CONTRATADA	PÁGINA	
		HBR135-23-RENOVA-PT17-C-REL002	12/25	
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.	
		N024600-R-1RT008	01	

Ressalta-se ainda que, nas proximidades do reservatório elevado foi implantada pela Fundação Renova um posto para recebimento de água potável, constituído por 4 tanques de 4.000 L e 3 tanques de 15.000 L.

5.4.4 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA

A Estação de Tratamento de Água de Regência apresenta tecnologia de tratamento do tipo convencional, composta pelas etapas de mistura rápida, coagulação, floculação, decantação, filtração e desinfecção. O tempo de operação da ETA é de 13 horas/dia.

Construída em concreto armado, a ETA apresenta vazão nominal de 15 L/s, sendo composta por arejador de bandejas, canal desarenador, unidade de mistura rápida hidráulica tipo Calha Parshall, floculador hidráulico em canal de chicanas verticais, um decantador lamelar, além de dois filtros de areia descendentes de camada dupla.

A área da ETA conta ainda com depósito, casa de química para preparo e dosagem dos produtos químicos, laboratório, almoxarifado, banheiro, além de uma sala de atendimento ao público com copa e banheiro sanitário.



A água tratada é encaminhada para um reservatório semienterrado, onde é realizada a desinfecção da água, posteriormente recalçada para o reservatório elevado de concreto de 100 m³, volante de distribuição para o distrito de Regência.

6.0 ESTUDO DE ALTERNATIVAS

6.1 ALTERNATIVA 01: REESTABELECIMENTO DA SITUAÇÃO ANTERIOR AO ROMPIMENTO DA BARRAGEM DE MARIANA

A Alternativa 01 consiste em reestabelecer o sistema de captação de água existente antes do rompimento da barragem de Mariana – MG. Assim sendo, o projeto visa ter como ponto de captação principal o rio Doce, com localização a montante da ETA, além do transporte da água bruta por meio de uma adutora de 150 mm de diâmetro e 300 m de extensão.

Além disso, visando atender o TTAC (Termo de Transação e de Ajustamento de Conduta), o sistema prevê uma captação alternativa no poço existente em frente à área da ETA, caracterizando, entretanto, a captação no rio Doce como manancial principal do SAA.

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>SOCIOAMBIENTAL 02– PG 32- MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO ÁGUA REGÊNCIA/LINHARES PROJETO CONCEITUAL - ESTUDO DE ALTERNATIVAS E VIABILIDADE PARA A CAPTAÇÃO PRINCIPAL - SE 32781 RELATÓRIO TÉCNICO - ENGENHARIA SANITÁRIA ESTUDO ECONÔMICO-FINANCEIRO OPEX PARA TRÊS ALTERNATIVAS</div><div><div>Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)</div><div>SE32781</div><div><div>Nº CONTRATADA</div><div>HBR135-23-RENOVA-PT17-C-REL002</div><div>Nº FUNDAÇÃO RENOVA</div><div>N024600-R-1RT008</div></div><div><div>PÁGINA</div><div>13/25</div><div>REV.</div><div>01</div></div></div></div>		

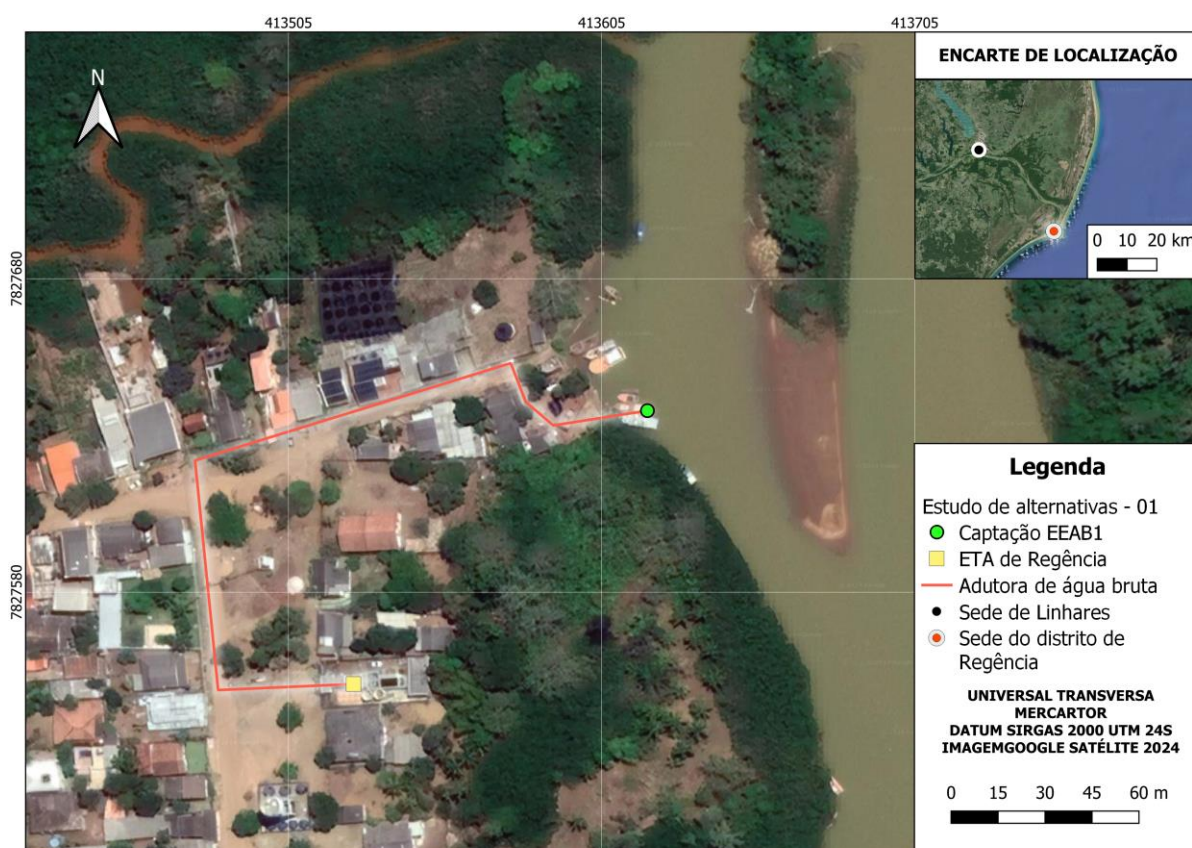


Figura 3 - Desenho esquemático da Alternativa 01
Fonte: HIDROBR (2024)

6.1.1 Descrição das unidades

As unidades que compõem o sistema de captação da Alternativa 01 são descritas a seguir.

6.1.1.1 Captação Superficial no manancial do rio Doce

A captação da água bruta utilizada no SAA se dará por meio de tomada direta no rio Doce, utilizando bombas centrífugas montadas sobre balsa (Elevatória de Água Bruta 1 – EAB1), e recalque direcionado para a ETA. O dimensionamento da captação é dado abaixo.

- Vazão: 15 L/s;
- Altura Manométrica: 12 m.c.a;
- Potência consumida: 4 cv;
- Potência instalada: 5 cv.

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>SOCIOAMBIENTAL 02– PG 32- MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO ÁGUA REGÊNCIA/LINHARES PROJETO CONCEITUAL - ESTUDO DE ALTERNATIVAS E VIABILIDADE PARA A CAPTAÇÃO PRINCIPAL - SE 32781 RELATÓRIO TÉCNICO - ENGENHARIA SANITÁRIA ESTUDO ECONÔMICO-FINANCEIRO OPEX PARA TRÊS ALTERNATIVAS</div><div><div>Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)</div><div>SE32781</div><div><div>Nº CONTRATADA</div><div>HBR135-23-RENOVA-PT17-C-REL002</div><div>Nº FUNDAÇÃO RENOVA</div><div>N024600-R-1RT008</div></div><div><div>PÁGINA</div><div>14/25</div><div>REV.</div><div>01</div></div></div></div>		

6.1.1.2 Adutora de água bruta

O projeto contará com uma adutora de água bruta, responsável por conduzir a água captada até a ETA, com as seguintes características:

- Material/Diâmetro: PVC-O / 150 mm;
- Extensão: 300 m.

6.1.2 Custos operacionais com energia elétrica

Os custos relativos ao consumo de energia elétrica para esta alternativa são apresentados na tabela seguinte, abrangendo o período de 20 anos, com valor final trazido ao valor presente dos investimentos, para efeito comparativo entre as alternativas.



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>SOCIOAMBIENTAL 02– PG 32- MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO ÁGUA REGÊNCIA/LINHARES PROJETO CONCEITUAL - ESTUDO DE ALTERNATIVAS E VIABILIDADE PARA A CAPTAÇÃO PRINCIPAL - SE 32781 RELATÓRIO TÉCNICO - ENGENHARIA SANITÁRIA ESTUDO ECONÔMICO-FINANCEIRO OPEX PARA TRÊS ALTERNATIVAS</div>		
		Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)		
		SE32781		
		Nº CONTRATADA	PÁGINA	
		HBR135-23-RENOVA-PT17-C-REL002	15/25	
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.	
		N024600-R-1RT008	01	

Tabela 3 - Custos de Energia em Valor Presente EAB1 – Alternativa 01

Ano		População (hab)	Jornada operacional (horas)	Energia consumida (kWh/ano)	Pot. Inst. (kWh)	Despesa (R\$)			Implantação (R\$)	F.V.P	V. pres (R\$)	
Projeto	Civil					Consumo	Demanda	Total			Imp + Desap	Energia
0	2024	0	0	0	0	0	0	0	0,00	1,00000	0,00	0,00
1	2025	1749	3	3221,42	3,73	1264,51	984,467	2248,97		0,92593	0,00	2082,38
2	2026	1749	3	3221,42	3,73	1264,51	984,467	2248,97		0,85734	0,00	1928,13
3	2027	1749	3	3221,42	3,73	1264,51	984,467	2248,97		0,79383	0,00	1785,31
4	2028	1749	3	3221,42	3,73	1264,51	984,467	2248,97		0,73503	0,00	1653,06
5	2029	1749	3	3221,42	3,73	1264,51	984,467	2248,97		0,68058	0,00	1530,61
6	2030	1749	3	3221,42	3,73	1264,51	984,467	2248,97		0,63017	0,00	1417,23
7	2031	1749	3	3221,42	3,73	1264,51	984,467	2248,97		0,58349	0,00	1312,25
8	2032	1749	3	3221,42	3,73	1264,51	984,467	2248,97		0,54027	0,00	1215,05
9	2033	1749	3	3221,42	3,73	1264,51	984,467	2248,97		0,50025	0,00	1125,05
10	2034	1749	3	3221,42	3,73	1264,51	984,467	2248,97		0,46319	0,00	1041,71
11	2035	1749	3	3221,42	3,73	1264,51	984,467	2248,97		0,42888	0,00	964,55
12	2036	1749	3	3221,42	3,73	1264,51	984,467	2248,97		0,39711	0,00	893,10
13	2037	1749	3	3221,42	3,73	1264,51	984,467	2248,97		0,36770	0,00	826,94
14	2038	1749	3	3221,42	3,73	1264,51	984,467	2248,97		0,34046	0,00	765,69
15	2039	1749	3	3221,42	3,73	1264,51	984,467	2248,97		0,31524	0,00	708,97
16	2040	1749	3	3221,42	3,73	1264,51	984,467	2248,97		0,29189	0,00	656,45
17	2041	1749	3	3221,42	3,73	1264,51	984,467	2248,97		0,27027	0,00	607,83
18	2042	1749	3	3221,42	3,73	1264,51	984,467	2248,97		0,25025	0,00	562,80
19	2043	1749	3	3221,42	3,73	1264,51	984,467	2248,97		0,23171	0,00	521,11
20	2044	1749	3	3221,42	3,73	1264,51	984,467	2248,97		0,21455	0,00	482,51
										Total	R\$ -	R\$ 22.080,74

Fonte: HIDROBR (2024)



6.2 ALTERNATIVA 02: CAPTAÇÃO EM FUNÇÃO DA TÁBUA DE MARÉS

A Alternativa 02 consiste na captação superficial da água bruta no rio Doce, no mesmo ponto anteriormente definido para a Alternativa 01, porém, em decorrência das águas do oceano atingirem o ponto de captação durante a maré alta, o sistema visa captar a água bruta somente em períodos de maré baixa.

Nesse contexto, a segunda alternativa consiste na reutilização da antiga área de captação, dimensionada para a vazão de 45 L/s, com o recalque e armazenamento da água bruta em um tanque-pulmão. Além disso, visando a produção de água com menores teores de salinidade, o projeto conta com a utilização de um poço profundo de captação subterrânea.

Ressalta-se ainda que, neste caso, o poço consiste na captação alternativa do sistema de abastecimento de água do município, atendendo ao estabelecido pelo Termo de Transação e de Ajustamento de Conduta (TTAC).

Para a Alternativa 02, o sistema de captação se dará em duas etapas de bombeamento: a primeira etapa consiste em transportar a água bruta da balsa flutuante até o terreno próximo à margem do rio (EAB-1), de área retangular de aproximadamente 1200 m², onde haverá um

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>SOCIOAMBIENTAL 02– PG 32- MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO ÁGUA REGÊNCIA/LINHARES PROJETO CONCEITUAL - ESTUDO DE ALTERNATIVAS E VIABILIDADE PARA A CAPTAÇÃO PRINCIPAL - SE 32781 RELATÓRIO TÉCNICO - ENGENHARIA SANITÁRIA ESTUDO ECONÔMICO-FINANCEIRO OPEX PARA TRÊS ALTERNATIVAS</div><div><div>Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)</div><div>SE32781</div><div><div>Nº CONTRATADA</div><div>HBR135-23-RENOVA-PT17-C-REL002</div><div>Nº FUNDAÇÃO RENOVA</div><div>N024600-R-1RT008</div></div><div><div>PÁGINA</div><div>16/25</div><div>REV.</div><div>01</div></div></div></div>		

desarenador; a segunda etapa consiste em transportar a água do desarenador ao reservatório pulmão (EAB-2). Além destas unidades de bombeamento, o sistema contará com uma terceira elevatória de água bruta, responsável pelo transporte da água do reservatório pulmão à Estação de Tratamento de Água (EAB-3).

O período de funcionamento durante a maré de vazante, próxima à beira-mar, seria dado por meio de bombeamentos automáticos de água de três horas de duração, iniciando aproximadamente três horas antes da baixa máxima da maré. Além disso, o bombeamento da terceira elevatória seria realizado durante toda a jornada de operação da ETA.

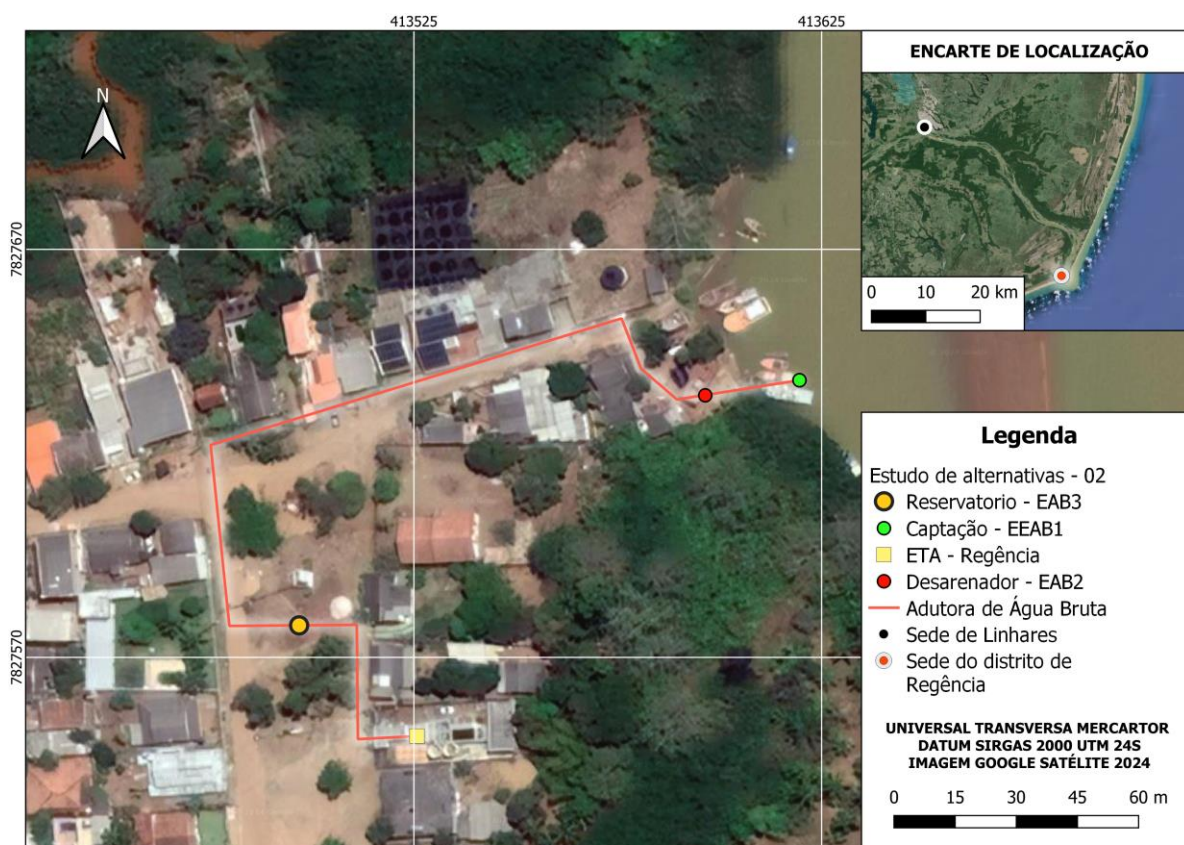




Figura 4 - Desenho esquemático da Alternativa 02
Fonte: HIDROBR (2024)

6.2.1 Descrição das unidades

As unidades que compõem o sistema de captação da Alternativa 02 são descritas 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			
Classificação:	Público	<div><div>SOCIOAMBIENTAL 02– PG 32- MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO ÁGUA REGÊNCIA/LINHARES PROJETO CONCEITUAL - ESTUDO DE ALTERNATIVAS E VIABILIDADE PARA A CAPTAÇÃO PRINCIPAL - SE 32781 RELATÓRIO TÉCNICO - ENGENHARIA SANITÁRIA ESTUDO ECONÔMICO-FINANCEIRO OPEX PARA TRÊS ALTERNATIVAS</div><div><div>Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE) SE32781</div><div><div>Nº CONTRATADA HBR135-23-RENOVA-PT17-C-REL002</div><div><div>Nº FUNDAÇÃO RENOVA N024600-R-1RT008</div><div><div>PÁGINA 18/25</div><div><div>REV. 01</div></div></div></div></div></div></div>		

- Potência consumida: 2 cv;
- Potência instalada: 3 cv.

6.2.1.4 Adutora de água bruta 2 (AAB-2)

O projeto contará com uma segunda adutora de água bruta, responsável por conduzir a água captada do reservatório até a ETA, e que possui as seguintes características:

- Material/Diâmetro: PVC-O / 150 mm;
- Extensão: 60 m.

6.2.2 Custos operacionais com energia elétrica

Os custos relativos ao consumo de energia elétrica para esta alternativa são apresentados na tabela seguinte, abrangendo o período de 20 anos, com valor final trazido ao valor presente dos investimentos, para efeito comparativo entre as alternativas.

Tabela 4 - Custos de Energia em Valor Presente EAB1 – Alternativa 02

Ano		População (hab)	Jornada operacional (horas)	Energia consumida (kWh/ano)	Pot. Inst. (kW)	Despesa (R\$)			Implantação (R\$)	F.V.P	V. pres (R\$)	
Projeto	Civil					Consumo	Demanda	Total			Imp + Desap	Energia
0	2024	0	0	0	0	0	0	0	0,00	1,00000	0,00	0,00
1	2025	1749	3	5234,81	5,59	2054,82	1599,76	3654,58		0,92593	0,00	3383,87
2	2026	1749	3	5234,81	5,59	2054,82	1599,76	3654,58		0,85734	0,00	3133,21
3	2027	1749	3	5234,81	5,59	2054,82	1599,76	3654,58		0,79383	0,00	2901,12
4	2028	1749	3	5234,81	5,59	2054,82	1599,76	3654,58		0,73503	0,00	2686,23
5	2029	1749	3	5234,81	5,59	2054,82	1599,76	3654,58		0,68058	0,00	2487,25
6	2030	1749	3	5234,81	5,59	2054,82	1599,76	3654,58		0,63017	0,00	2303,01
7	2031	1749	3	5234,81	5,59	2054,82	1599,76	3654,58		0,58349	0,00	2132,41
8	2032	1749	3	5234,81	5,59	2054,82	1599,76	3654,58		0,54027	0,00	1974,46
9	2033	1749	3	5234,81	5,59	2054,82	1599,76	3654,58		0,50025	0,00	1828,20
10	2034	1749	3	5234,81	5,59	2054,82	1599,76	3654,58		0,46319	0,00	1692,78
11	2035	1749	3	5234,81	5,59	2054,82	1599,76	3654,58		0,42888	0,00	1567,39
12	2036	1749	3	5234,81	5,59	2054,82	1599,76	3654,58		0,39711	0,00	1451,28
13	2037	1749	3	5234,81	5,59	2054,82	1599,76	3654,58		0,36770	0,00	1343,78
14	2038	1749	3	5234,81	5,59	2054,82	1599,76	3654,58		0,34046	0,00	1244,24
15	2039	1749	3	5234,81	5,59	2054,82	1599,76	3654,58		0,31524	0,00	1152,08
16	2040	1749	3	5234,81	5,59	2054,82	1599,76	3654,58		0,29189	0,00	1066,74
17	2041	1749	3	5234,81	5,59	2054,82	1599,76	3654,58		0,27027	0,00	987,72
18	2042	1749	3	5234,81	5,59	2054,82	1599,76	3654,58		0,25025	0,00	914,56
19	2043	1749	3	5234,81	5,59	2054,82	1599,76	3654,58		0,23171	0,00	846,81
20	2044	1749	3	5234,81	5,59	2054,82	1599,76	3654,58		0,21455	0,00	784,08
										Total	R\$ -	R\$ 35.881,21

Fonte: HIDROBR (2024)

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	SOCIOAMBIENTAL 02– PG 32- MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO ÁGUA REGÊNCIA/LINHARES PROJETO CONCEITUAL - ESTUDO DE ALTERNATIVAS E VIABILIDADE PARA A CAPTAÇÃO PRINCIPAL - SE 32781 RELATÓRIO TÉCNICO - ENGENHARIA SANITÁRIA ESTUDO ECONÔMICO-FINANCEIRO OPEX PARA TRÊS ALTERNATIVAS		
		Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)		
		SE32781		
		Nº CONTRATADA	PÁGINA	
		HBR135-23-RENOVA-PT17-C-REL002	19/25	
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.	
		N024600-R-1RT008	01	

Tabela 5 - Custos de Energia em Valor Presente EAB2 – Alternativa 02



Ano		População (hab)	Jornada operacional (horas)	Energia consumida (kWh/ano)	Pot. Inst. (kW)	Despesa (R\$)			Implantação (R\$)	F.V.P	V. pres (R\$)	
Projeto	Civil					Consumo	Demanda	Total			Imp + Desap	Energia
0	2024	0	0	0	0	0	0	0	0,00	1,00000	0,00	0,00
1	2025	1749	3	14093,73	14,91	5532,21	4307,04	9839,25		0,92593	0,00	9110,42
2	2026	1749	3	14093,73	14,91	5532,21	4307,04	9839,25		0,85734	0,00	8435,57
3	2027	1749	3	14093,73	14,91	5532,21	4307,04	9839,25		0,79383	0,00	7810,72
4	2028	1749	3	14093,73	14,91	5532,21	4307,04	9839,25		0,73503	0,00	7232,15
5	2029	1749	3	14093,73	14,91	5532,21	4307,04	9839,25		0,68058	0,00	6696,43
6	2030	1749	3	14093,73	14,91	5532,21	4307,04	9839,25		0,63017	0,00	6200,40
7	2031	1749	3	14093,73	14,91	5532,21	4307,04	9839,25		0,58349	0,00	5741,11
8	2032	1749	3	14093,73	14,91	5532,21	4307,04	9839,25		0,54027	0,00	5315,84
9	2033	1749	3	14093,73	14,91	5532,21	4307,04	9839,25		0,50025	0,00	4922,08
10	2034	1749	3	14093,73	14,91	5532,21	4307,04	9839,25		0,46319	0,00	4557,48
11	2035	1749	3	14093,73	14,91	5532,21	4307,04	9839,25		0,42888	0,00	4219,89
12	2036	1749	3	14093,73	14,91	5532,21	4307,04	9839,25		0,39711	0,00	3907,30
13	2037	1749	3	14093,73	14,91	5532,21	4307,04	9839,25		0,36770	0,00	3617,87
14	2038	1749	3	14093,73	14,91	5532,21	4307,04	9839,25		0,34046	0,00	3349,88
15	2039	1749	3	14093,73	14,91	5532,21	4307,04	9839,25		0,31524	0,00	3101,74
16	2040	1749	3	14093,73	14,91	5532,21	4307,04	9839,25		0,29189	0,00	2871,98
17	2041	1749	3	14093,73	14,91	5532,21	4307,04	9839,25		0,27027	0,00	2659,24
18	2042	1749	3	14093,73	14,91	5532,21	4307,04	9839,25		0,25025	0,00	2462,26
19	2043	1749	3	14093,73	14,91	5532,21	4307,04	9839,25		0,23171	0,00	2279,87
20	2044	1749	3	14093,73	14,91	5532,21	4307,04	9839,25		0,21455	0,00	2110,99
Total										R\$	-	R\$ 96.603,25

Fonte: HIDROBR (2024)

Tabela 6 - Custos de Energia em Valor Presente EAB3 – Alternativa 02

Ano		População (hab)	Jornada operacional (horas)	Energia consumida (kWh/ano)	Pot. Inst. (kW)	Despesa (R\$)			Implantação (R\$)	F.V.P	V. pres (R\$)	
Projeto	Civil					Consumo	Demanda	Total			Imp + Desap	Energia
0	2024	0	0	0	0	0	0	0	0,00	1,00000	0,00	0,00
1	2025	1749	13	6979,75	2,23709961	2739,76	2133,01	4872,77		0,92593	0,00	4511,83
2	2026	1749	13	6979,75	2,23709961	2739,76	2133,01	4872,77		0,85734	0,00	4177,62
3	2027	1749	13	6979,75	2,23709961	2739,76	2133,01	4872,77		0,79383	0,00	3868,16
4	2028	1749	13	6979,75	2,23709961	2739,76	2133,01	4872,77		0,73503	0,00	3581,63
5	2029	1749	13	6979,75	2,23709961	2739,76	2133,01	4872,77		0,68058	0,00	3316,33
6	2030	1749	13	6979,75	2,23709961	2739,76	2133,01	4872,77		0,63017	0,00	3070,67
7	2031	1749	13	6979,75	2,23709961	2739,76	2133,01	4872,77		0,58349	0,00	2843,22
8	2032	1749	13	6979,75	2,23709961	2739,76	2133,01	4872,77		0,54027	0,00	2632,61
9	2033	1749	13	6979,75	2,23709961	2739,76	2133,01	4872,77		0,50025	0,00	2437,60
10	2034	1749	13	6979,75	2,23709961	2739,76	2133,01	4872,77		0,46319	0,00	2257,04
11	2035	1749	13	6979,75	2,23709961	2739,76	2133,01	4872,77		0,42888	0,00	2089,85
12	2036	1749	13	6979,75	2,23709961	2739,76	2133,01	4872,77		0,39711	0,00	1935,05
13	2037	1749	13	6979,75	2,23709961	2739,76	2133,01	4872,77		0,36770	0,00	1791,71
14	2038	1749	13	6979,75	2,23709961	2739,76	2133,01	4872,77		0,34046	0,00	1658,99
15	2039	1749	13	6979,75	2,23709961	2739,76	2133,01	4872,77		0,31524	0,00	1536,10
16	2040	1749	13	6979,75	2,23709961	2739,76	2133,01	4872,77		0,29189	0,00	1422,32
17	2041	1749	13	6979,75	2,23709961	2739,76	2133,01	4872,77		0,27027	0,00	1316,96
18	2042	1749	13	6979,75	2,23709961	2739,76	2133,01	4872,77		0,25025	0,00	1219,41
19	2043	1749	13	6979,75	2,23709961	2739,76	2133,01	4872,77		0,23171	0,00	1129,08
20	2044	1749	13	6979,75	2,23709961	2739,76	2133,01	4872,77		0,21455	0,00	1045,44
Total										R\$	-	R\$ 47.841,61

Fonte: HIDROBR (2024)

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>SOCIOAMBIENTAL 02– PG 32- MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO ÁGUA REGÊNCIA/LINHARES PROJETO CONCEITUAL - ESTUDO DE ALTERNATIVAS E VIABILIDADE PARA A CAPTAÇÃO PRINCIPAL - SE 32781 RELATÓRIO TÉCNICO - ENGENHARIA SANITÁRIA ESTUDO ECONÔMICO-FINANCEIRO OPEX PARA TRÊS ALTERNATIVAS</div>		
		Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)		
		SE32781		
		Nº CONTRATADA	PÁGINA	
		HBR135-23-RENOVA-PT17-C-REL002	20/25	
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.	
		N024600-R-1RT008	01	

Na tabela a seguir está apresentado um resumo dos custos da Alternativa 02.

Tabela 7 - Tabela comparativa - Custos operacionais com energia elétrica

EAB	Custo operacionais – Energia elétrica
EAB 1	R\$ 35.881,21
EAB 2	R\$ 96.603,25
EAB 3	R\$ 47.841,61
Total	R\$ 180.326,06



Fonte: HIDROBR (2024)

6.3 ALTERNATIVA 03: NOVO PONTO DE CAPTAÇÃO A MONTANTE

A Alternativa 03 tem como concepção a captação superficial no rio Doce em um ponto mais a montante dos pontos definidos para as alternativas anteriores. Dessa forma, conforme solicitado pelo SAAE Linhares, nesta alternativa será avaliada a captação superficial em um ponto localizado dentro da propriedade particular, Fazenda Petrópolis, cuja água se apresenta isenta das interferências ocasionadas pela pluma salina.

Assim sendo, a água bruta será captada e recalçada, por meio de uma adutora de água bruta em PEAD de 12,2 km de extensão, até a ETA onde passará pelo tratamento para posterior distribuição no distrito.

Ressalta-se que, a existência de interferências de oleodutos e gasodutos da Petrobras e da Capixaba Energia, ao longo do caminho da adutora projetada, pode dificultar a adoção e implementação da Alternativa 03.

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>SOCIOAMBIENTAL 02– PG 32- MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO ÁGUA REGÊNCIA/LINHARES PROJETO CONCEITUAL - ESTUDO DE ALTERNATIVAS E VIABILIDADE PARA A CAPTAÇÃO PRINCIPAL - SE 32781 RELATÓRIO TÉCNICO - ENGENHARIA SANITÁRIA ESTUDO ECONÔMICO-FINANCEIRO OPEX PARA TRÊS ALTERNATIVAS</div>		
		Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)		
		SE32781		
		Nº CONTRATADA	PÁGINA	
		HBR135-23-RENOVA-PT17-C-REL002	21/25	
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.	
		N024600-R-1RT008	01	

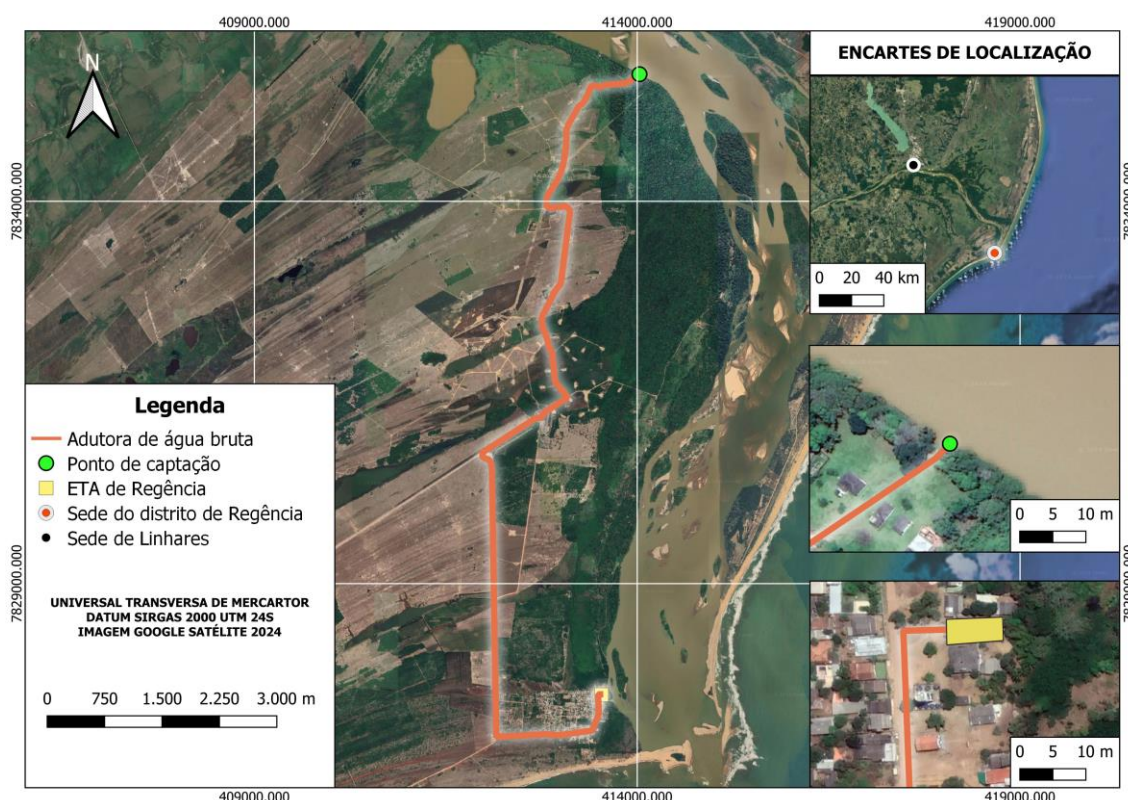


Figura 5 - Desenho esquemático da Alternativa 03
Fonte: HIDROBR (2024)

6.3.1 Dimensionamento da adutora de água bruta

Inicialmente, para auxiliar na estimativa de custos associada a alternativa 3, foi realizado um pré-dimensionamento da adutora de água bruta projetada. O cálculo do desnível geométrico máximo (H_g) é apresentado a seguir.



$$H_g = \text{Cota de chegada da adutora na ETA} - \text{Cota de saída}$$

$$H_g = 4,00 - 3,00$$

$$H_g = 1,00 \text{ m}$$

Na sequência foi estimado o diâmetro da linha de recalque, a partir do cálculo do diâmetro econômico pela Fórmula de Bresse. Ressalta-se ainda que para o coeficiente k foi adotado o valor de 1,0, valor situado dentro da faixa de recomendação para o PEAD de 0,6 e 2,4.

$$D = k\sqrt{Q}$$

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>SOCIOAMBIENTAL 02– PG 32- MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO ÁGUA REGÊNCIA/LINHARES PROJETO CONCEITUAL - ESTUDO DE ALTERNATIVAS E VIABILIDADE PARA A CAPTAÇÃO PRINCIPAL - SE 32781 RELATÓRIO TÉCNICO - ENGENHARIA SANITÁRIA ESTUDO ECONÔMICO-FINANCEIRO OPEX PARA TRÊS ALTERNATIVAS</div><div><div>Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)</div><div>SE32781</div><table><tr><td>Nº CONTRATADA</td><td>PÁGINA</td></tr><tr><td>HBR135-23-RENOVA-PT17-C-REL002</td><td>22/25</td></tr><tr><td>Nº FUNDAÇÃO RENOVA</td><td>REV.</td></tr><tr><td>N024600-R-1RT008</td><td>01</td></tr></table></div></div>			Nº CONTRATADA	PÁGINA	HBR135-23-RENOVA-PT17-C-REL002	22/25	Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.	N024600-R-1RT008	01
Nº CONTRATADA	PÁGINA											
HBR135-23-RENOVA-PT17-C-REL002	22/25											
Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.											
N024600-R-1RT008	01											

Sendo:

D = Diâmetro econômico (m);

k = coeficiente econômico;

Q = Vazão de recalque (0,015 m³/s)

A partir da aplicação da fórmula de Bresse foi estimado um diâmetro de 122 mm, sendo então adotada uma tubulação de PEAD liso, com diâmetro comercial de 160 mm. Além disso, a partir da realização do traçado previsto para a adutora, foi estimada uma extensão total de 12,2 km.

Para estimativa da perda de carga localizada foi empregada a fórmula universal da equação da continuidade.

$$H_f = \sum K \times \frac{V^2}{2g}$$

Sendo:

H_f = Perda de carga localizada (m);

K = Coeficiente adimensional da perda de carga localizada em peças e acessórios localizados na linha adutora;

V = Velocidade média de fluxo (m/s);

g = Aceleração da Gravidade (m/s²);

$$H_f = 0,31 \text{ m}$$



As singularidades consideradas para o cálculo da perda de carga localizada são apresentadas na Tabela 8.

Tabela 8 - Singularidades adutora - Alternativa 03

Singularidade	Diâmetro interno (mm)	K-unit	Quantidade	K-total
Curva 90°	141,00	0,4	5	0,094
Curva 45°	141,00	0,2	23	0,216

Fonte: HIDROBR (2024)

Para a estimativa da perda de carga linear foi utilizada a fórmula de HAZEN-WILLIAMS. Foi adotado um coeficiente de rugosidade (c) igual a 150 para tubo PEAD.

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	SOCIOAMBIENTAL 02– PG 32- MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO ÁGUA REGÊNCIA/LINHARES PROJETO CONCEITUAL - ESTUDO DE ALTERNATIVAS E VIABILIDADE PARA A CAPTAÇÃO PRINCIPAL - SE 32781 RELATÓRIO TÉCNICO - ENGENHARIA SANITÁRIA ESTUDO ECONÔMICO-FINANCEIRO OPEX PARA TRÊS ALTERNATIVAS	Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			SE32781	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			HBR135-23-RENOVA-PT17-C-REL002	23/25
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			N024600-R-1RT008	01

$$Hf = 10,643 \times \frac{Q^{1,85}}{C^{1,85} \times D^{4,87}} \times L$$

Sendo:

Hf = perda de carga (m);
L = Comprimento da tubulação (m);
Q = Vazão (m³/s);
C = Coeficiente de rugosidade;
D = Diâmetro da tubulação (m)

$$Hf = 71,90 \text{ m}$$

A partir do cálculo da perda de carga localizada e da perda de carga linear foi calculada a perda de carga total a partir da equação apresentada a seguir.

$$Jt = hf(localizada) + hf(linear recalque)$$

$$Jt = 0,31 + 71,90$$

$$Jt = 72,21 \text{ m}$$

Por fim, para o cálculo da altura manométrica foi utilizada a equação:

$$Hm = Hg + Jt$$

Em que:



- Hm = altura manométrica;
- Hg = desnível geométrico;
- Jt = perda de carga total.

$$Hm = 73,21 \text{ m}$$

Por fim, para a avaliação dos parâmetros definidos no dimensionamento da adutora, foi verificada a velocidade na tubulação de recalque, considerando seu diâmetro interno (141mm), calculada em 0,96 m/s, dentro dos limites estabelecidos pela NBR 12.215-1/2017 entre 0,6 m/s e 3,0 m/s.

6.3.2 Descrição das unidades

As unidades que compõem o sistema de captação da Alternativa 03 são descritas 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			
Classificação:	Público			
SOCIOAMBIENTAL 02– PG 32- MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO ÁGUA REGÊNCIA/LINHARES PROJETO CONCEITUAL - ESTUDO DE ALTERNATIVAS E VIABILIDADE PARA A CAPTAÇÃO PRINCIPAL - SE 32781 RELATÓRIO TÉCNICO - ENGENHARIA SANITÁRIA ESTUDO ECONÔMICO-FINANCEIRO OPEX PARA TRÊS ALTERNATIVAS			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			SE32781	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			HBR135-23-RENOVA-PT17-C-REL002	24/25
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			N024600-R-1RT008	01

6.3.2.1 Captação superficial no manancial do rio Doce

A captação da água bruta se dará por meio de tomada direta no rio, utilizando bombas centrífugas montadas sobre balsa (Elevatória de Água Bruta 1 – EAB1), e recalque direcionado para a ETA.

Destaca-se que o bombeamento ocorre durante toda a jornada operacional da ETA. O dimensionamento da captação é dado abaixo.

- Vazão: 15 L/s;
- Altura Manométrica: 73,21 m.c.a;
- Potência consumida: 30 cv;
- Potência instalada: 35 cv.

6.3.2.2 Adutora de água bruta

O projeto contará com uma adutora de água bruta, responsável por conduzir a água captada até a ETA, com as seguintes características:

- Material/Diâmetro: PEAD / 160 mm;
- Extensão: 12200 m.

6.3.3 Custos operacionais com energia elétrica

Os custos relativos ao consumo de energia elétrica para esta alternativa são apresentados na tabela seguinte, abrangendo o período de 20 anos, com valor final trazido ao valor presente dos investimentos, para efeito comparativo entre as alternativas.

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			
SOCIOAMBIENTAL 02– PG 32- MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO ÁGUA REGÊNCIA/LINHARES PROJETO CONCEITUAL - ESTUDO DE ALTERNATIVAS E VIABILIDADE PARA A CAPTAÇÃO PRINCIPAL - SE 32781 RELATÓRIO TÉCNICO - ENGENHARIA SANITÁRIA ESTUDO ECONÔMICO-FINANCEIRO OPEX PARA TRÊS ALTERNATIVAS			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			SE32781	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			HBR135-23-RENOVA-PT17-C-REL002	25/25
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
N024600-R-1RT008	01			

Tabela 9 - Custos de Energia em Valor Presente EAB1 – Alternativa 03

Ano		População (hab)	Jornada operacional (horas)	Energia consumida (kWh/ano)	Pot. Inst. (kW)	Despesa (R\$)			Implantação (R\$)	F.V.P	V. pres (R\$)	
Projeto	Civil					Consumo	Demanda	Total			Imp + Desap	Energia
0	2024	0	0	0	0	0	0	0	0,00	1,00000	0,00	0,00
1	2025	1749	13	104696,26	29,83	41096,4	31995,2	73091,6		0,92593	0,00	67677,41
2	2026	1749	13	104696,26	29,83	41096,4	31995,2	73091,6		0,85734	0,00	62664,27
3	2027	1749	13	104696,26	29,83	41096,4	31995,2	73091,6		0,79383	0,00	58022,47
4	2028	1749	13	104696,26	29,83	41096,4	31995,2	73091,6		0,73503	0,00	53724,51
5	2029	1749	13	104696,26	29,83	41096,4	31995,2	73091,6		0,68058	0,00	49744,92
6	2030	1749	13	104696,26	29,83	41096,4	31995,2	73091,6		0,63017	0,00	46060,11
7	2031	1749	13	104696,26	29,83	41096,4	31995,2	73091,6		0,58349	0,00	42648,25
8	2032	1749	13	104696,26	29,83	41096,4	31995,2	73091,6		0,54027	0,00	39489,12
9	2033	1749	13	104696,26	29,83	41096,4	31995,2	73091,6		0,50025	0,00	36564,00
10	2034	1749	13	104696,26	29,83	41096,4	31995,2	73091,6		0,46319	0,00	33855,55
11	2035	1749	13	104696,26	29,83	41096,4	31995,2	73091,6		0,42888	0,00	31347,73
12	2036	1749	13	104696,26	29,83	41096,4	31995,2	73091,6		0,39711	0,00	29025,68
13	2037	1749	13	104696,26	29,83	41096,4	31995,2	73091,6		0,36770	0,00	26875,63
14	2038	1749	13	104696,26	29,83	41096,4	31995,2	73091,6		0,34046	0,00	24884,84
15	2039	1749	13	104696,26	29,83	41096,4	31995,2	73091,6		0,31524	0,00	23041,52
16	2040	1749	13	104696,26	29,83	41096,4	31995,2	73091,6		0,29189	0,00	21334,74
17	2041	1749	13	104696,26	29,83	41096,4	31995,2	73091,6		0,27027	0,00	19754,39
18	2042	1749	13	104696,26	29,83	41096,4	31995,2	73091,6		0,25025	0,00	18291,10
19	2043	1749	13	104696,26	29,83	41096,4	31995,2	73091,6		0,23171	0,00	16936,21
20	2044	1749	13	104696,26	29,83	41096,4	31995,2	73091,6		0,21455	0,00	15681,67
										Total	R\$ -	R\$ 717.624,12

Fonte: HIDROBR (2024)

7.0 RESUMO DOS CUSTOS

Os custos de operação associados ao consumo de energia elétrica estimados para as três alternativas de captação são apresentados na Tabela 10.

Tabela 10 - Tabela comparativa - Custos operacionais com energia elétrica

Alternativa	Custo operacionais – Energia elétrica
Alternativa 1	R\$ 22.080,74
Alternativa 2	R\$ 180.326,06
Alternativa 3	R\$ 717.624,12

Fonte: HIDROBR (2024)

A partir da análise dos resultados observou-se que a **Alternativa 01**, referente ao reestabelecimento do sistema de captação superficial existente antes do rompimento da barragem de Mariana – MG, se apresentou como a alternativa mais viável economicamente, totalizando um custo de operação de 22.080,74 reais.

Ressalta-se que a Alternativa 03 se apresentou como a alternativa com os maiores custos operacionais com energia elétrica, totalizando 717.624,12 reais.