







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	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 CAPEX PARA TRÊS ALTERNATIVAS	Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
Classificação:	Público		SE32781	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			HBR135-23-RENOVA-PT17-C-REL001	1/22
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			N024600-R-1RT007	01

[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	<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 CAPEX PARA TRÊS ALTERNATIVAS</div>		
		Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)		
		SE32781		
		Nº CONTRATADA	PÁGINA	
		HBR135-23-RENOVA-PT17-C-REL001	2/22	
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.	
		N024600-R-1RT007	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	22



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 CAPEX 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-REL001</td><td>3/22</td></tr><tr><td>Nº FUNDAÇÃO RENOVA</td><td>REV.</td></tr><tr><td>N024600-R-1RT007</td><td>01</td></tr></table></div></div>			Nº CONTRATADA	PÁGINA	HBR135-23-RENOVA-PT17-C-REL001	3/22	Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.	N024600-R-1RT007	01
Nº CONTRATADA	PÁGINA											
HBR135-23-RENOVA-PT17-C-REL001	3/22											
Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.											
N024600-R-1RT007	01											

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização distrito de Regência.....	8
Figura 2 - Bacia do rio Doce no município de Linhares	10
Figura 3 - Desenho esquemático da Alternativa 01	13
Figura 4 - Desenho esquemático da Alternativa 02	15
Figura 5 - Desenho esquemático da Alternativa 03.....	18

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Documentos de referência	5
Tabela 2 - Normas de referência	6
Tabela 3 - Custos de Implantação Alternativa 01	14
Tabela 4 - Custos de Implantação Alternativa 02	17
Tabela 5 - Singularidades adutora - Alternativa 03.....	20
Tabela 6 - Custos de Implantação Alternativa 03	22
Tabela 7 - Tabela comparativa - Custos de Implantação	22

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 CAPEX PARA TRÊS ALTERNATIVAS			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			SE32781	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			HBR135-23-RENOVA-PT17-C-REL001	4/22
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			N024600-R-1RT007	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 implantação 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 CAPEX 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-REL001</td><td>5/22</td></tr><tr><td>Nº FUNDAÇÃO RENOVA</td><td>REV.</td></tr><tr><td>N024600-R-1RT007</td><td>01</td></tr></table></div></div>			Nº CONTRATADA	PÁGINA	HBR135-23-RENOVA-PT17-C-REL001	5/22	Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.	N024600-R-1RT007	01
Nº CONTRATADA	PÁGINA											
HBR135-23-RENOVA-PT17-C-REL001	5/22											
Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.											
N024600-R-1RT007	01											

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 CAPEX PARA TRÊS ALTERNATIVAS		
			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			SE32781	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			HBR135-23-RENOVA-PT17-C-REL001	6/22
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			N024600-R-1RT007	01

4.0 PREMISSAS E NORMAS

4.1 PREMISSAS

As estimativas de custo de implantação (CAPEX) das Alternativas 01 e 02 avaliadas neste relatório foram formuladas previamente pela O&M e apresentadas à Fundação Renova no documento N024600-R-1RT002, referente ao “Projeto Conceitual - Estudo de Concepção do SAA - Regência”. A Fundação decidiu continuar com a avaliação destas duas alternativas, sem contemplar a verificação do aspecto técnico operacional, já validada e aprovada. Portanto, neste relatório, o foco principal será o aspecto econômico-financeiro destas alternativas.

Os valores obtidos para as Alternativas 01 e 02 foram atualizados a partir do Índice Nacional do Custo de Construção (INCC), correção realizada anualmente pela Fundação Getúlio Vargas (FGV), responsável por compilar os valores pagos pelas construtoras em materiais de construção, serviços de mão-de-obra e equipamentos.

Já para a estimativa do custo de implantação associado à Alternativa 03, foi consultada a base de dados do Sistema Nacional de Índices da Construção Civil (SINAPI) para o estado do Espírito Santo, além da base de preços da Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA).

4.2 NORMAS TÉCNICAS

O trabalho desenvolvido seguiu 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	<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 CAPEX 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-REL001</td><td>7/22</td></tr><tr><td>Nº FUNDAÇÃO RENOVA</td><td>REV.</td></tr><tr><td>N024600-R-1RT007</td><td>01</td></tr></table></div></div>			Nº CONTRATADA	PÁGINA	HBR135-23-RENOVA-PT17-C-REL001	7/22	Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.	N024600-R-1RT007	01
Nº CONTRATADA	PÁGINA											
HBR135-23-RENOVA-PT17-C-REL001	7/22											
Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.											
N024600-R-1RT007	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 da sede do município de Linhares, bem como 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		Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
Classificação:	Público		SE32781	
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 CAPEX PARA TRÊS ALTERNATIVAS			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			HBR135-23-RENOVA-PT17-C-REL001	8/22
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			N024600-R-1RT007	01

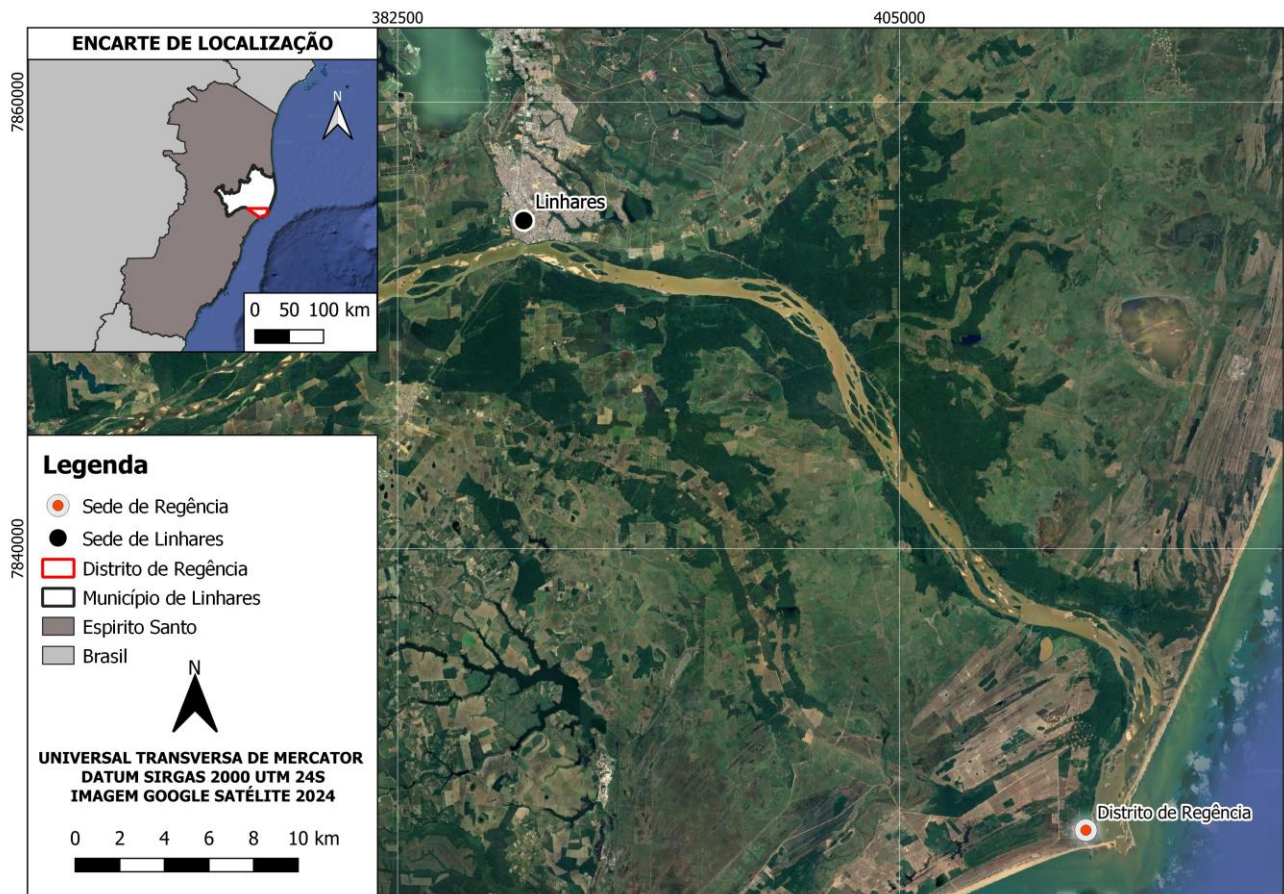




Figura 1 - Localização distrito de Regência
Fonte: HIDROBR (2024)

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 CAPEX 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-REL001</td><td>9/22</td></tr><tr><td>Nº FUNDAÇÃO RENOVA</td><td>REV.</td></tr><tr><td>N024600-R-1RT007</td><td>01</td></tr></table></div></div>			Nº CONTRATADA	PÁGINA	HBR135-23-RENOVA-PT17-C-REL001	9/22	Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.	N024600-R-1RT007	01
Nº CONTRATADA	PÁGINA											
HBR135-23-RENOVA-PT17-C-REL001	9/22											
Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.											
N024600-R-1RT007	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 (Figura 2) 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 CAPEX PARA TRÊS ALTERNATIVAS			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			SE32781	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			HBR135-23-RENOVA-PT17-C-REL001	10/22
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			N024600-R-1RT007	01

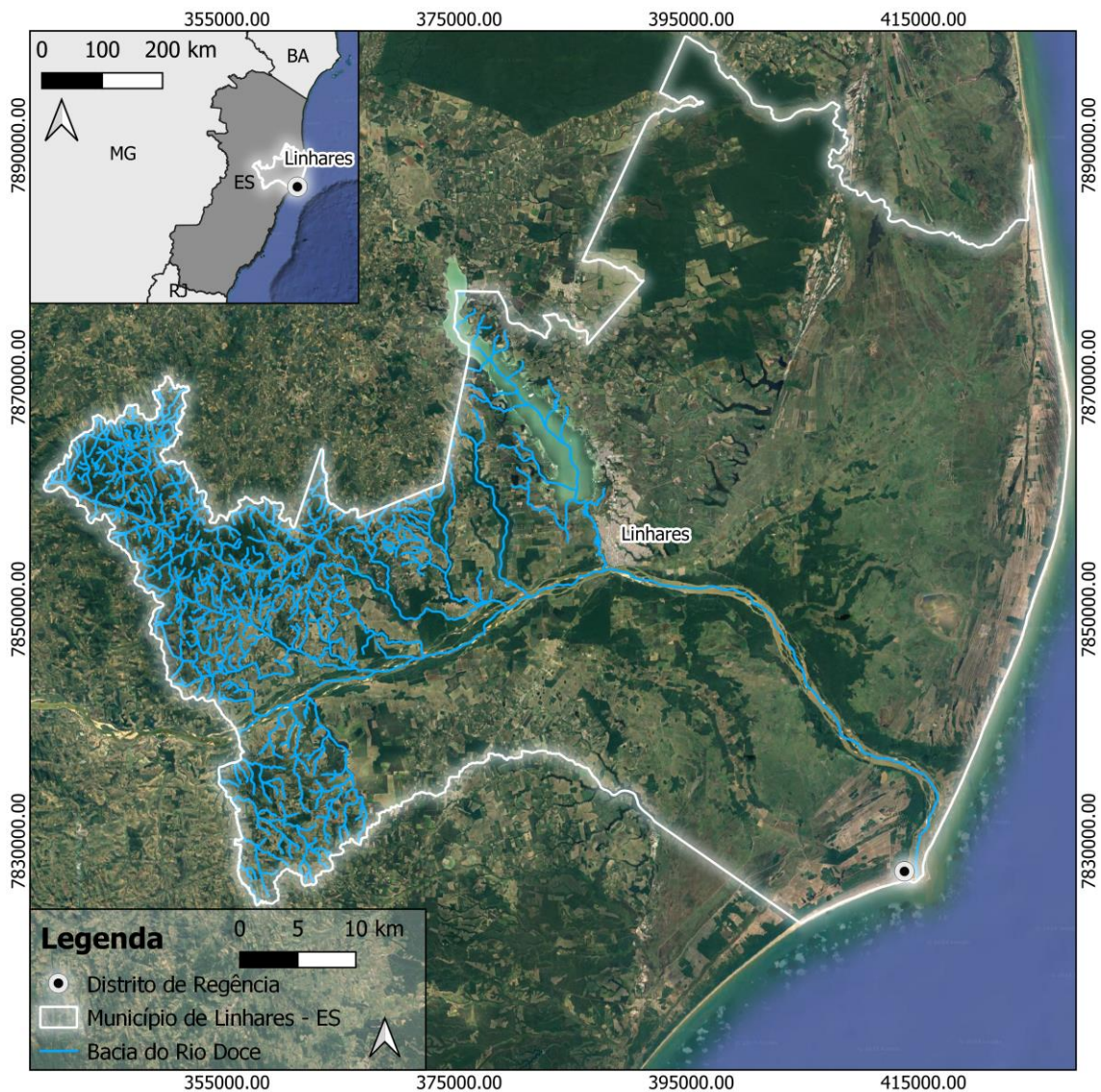




Figura 2 - Bacia do rio Doce no município de Linhares
Fonte: HIDROBR (2024)

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	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 CAPEX PARA TRÊS ALTERNATIVAS	Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
Classificação:	Público		SE32781	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			HBR135-23-RENOVA-PT17-C-REL001	11/22
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			N024600-R-1RT007	01

5.4 SISTEMA EXISTENTE

O distrito de Regência possui um sistema de abastecimento de água próprio, operado pelo SAAE de Linhares e composto por estação de tratamento de água (ETA), sistema de captação superficial (desativada), sistema de captação subterrânea, reservatório elevado (REL) e rede de distribuição.

Uma breve descrição dos elementos componentes do sistema de abastecimento de água de Regência é apresentada a seguir.

5.4.1 CAPTAÇÃO SUPERFICIAL: RIO DOCE

A captação da água bruta utilizada no sistema de abastecimento de água do distrito de Regência, em situação regular de funcionamento, era realizada através de captação superficial no rio Doce. A água bruta era captada através de sistema de balsa flutuante e aduzida para a estação de tratamento de água por meio de uma adutora de água bruta (AAB) de ferro fundido, com 150 mm de diâmetro e extensão aproximada de 240 metros.

Após o rompimento da barragem de Fundão, ocorrido em novembro de 2015, a captação superficial de água no manancial foi interrompida, sendo substituída pela captação de água subterrânea.


5.4.2 CAPTAÇÃO SUBTERRÂNEA: POÇOS

Visando substituir a captação superficial interrompida, foram perfurados dois poços freáticos nas proximidades da ETA, com vazão total de aproximadamente 4 L/s, atualmente tamponados e fora de funcionamento. Além disso, ainda em 2015 foi realizada a perfuração de um poço profundo, localizado a aproximadamente 20 metros de distância da ETA.

Atualmente, o abastecimento de água no distrito é realizado através do poço profundo existente e complementado através de caminhões pipa com água tratada provenientes da ETA sede de Linhares, em uma proporção 4:1 (20% do abastecimento provém dos caminhões-pipa).

5.4.3 RESERVATÓRIO ELEVADO

O atual sistema de abastecimento de água conta com a presença de um reservatório elevado de 100 m³, volante de distribuição do distrito localizado a aproximadamente 50 metros da estação de tratamento de água existente.

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 CAPEX PARA TRÊS ALTERNATIVAS			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			SE32781	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			HBR135-23-RENOVA-PT17-C-REL001	12/22
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			N024600-R-1RT007	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.

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 dosagem de cloro e flúor, e 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 CAPEX 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-REL001</div><div>Nº FUNDAÇÃO RENOVA</div><div>N024600-R-1RT007</div></div><div><div>PÁGINA</div><div>13/22</div><div>REV.</div><div>01</div></div></div></div>		

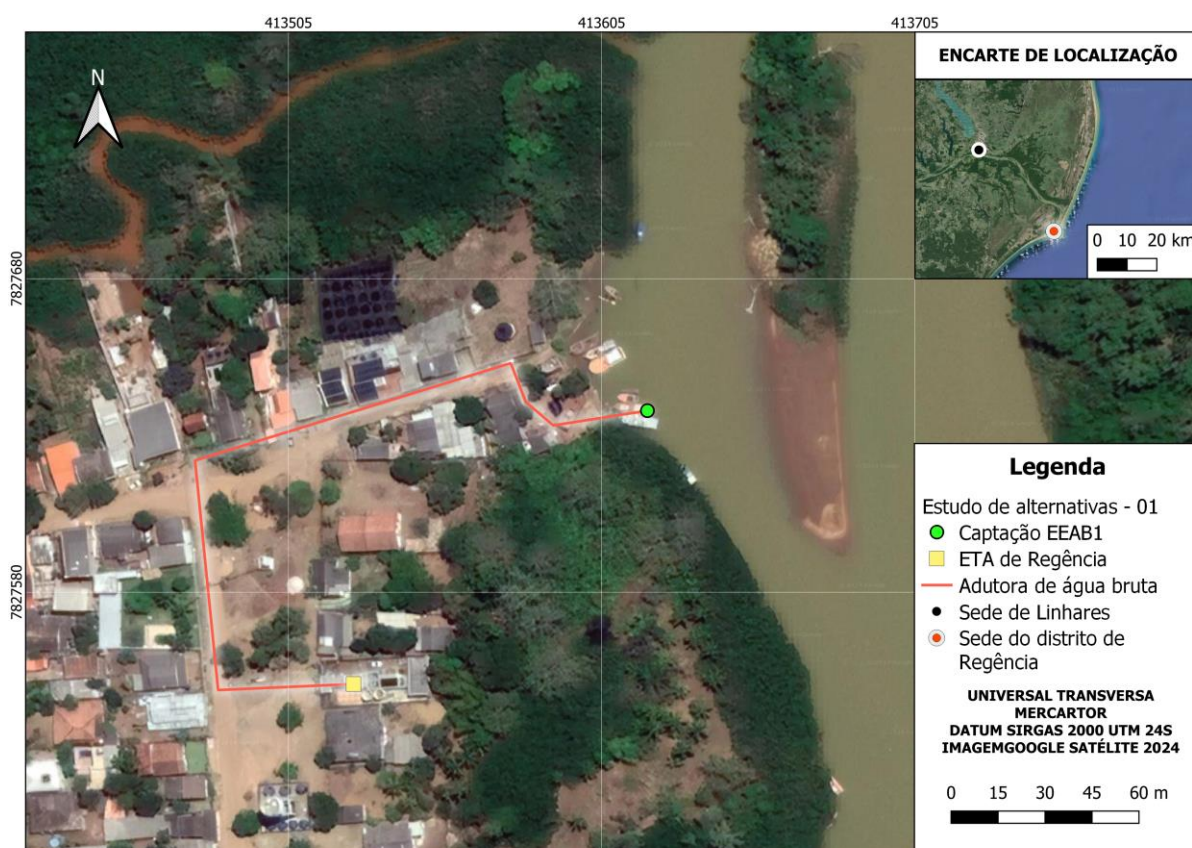


Figura 3 - Desenho esquemático da Alternativa 01
Fonte: HIDROBR (2024)



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, 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	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 CAPEX PARA TRÊS ALTERNATIVAS		
		Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)		
		SE32781		
		Nº CONTRATADA	PÁGINA	
		HBR135-23-RENOVA-PT17-C-REL001	14/22	
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.	
		N024600-R-1RT007	01	

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 de implantação

Conforme apresentado no item 4.1, para a estimativa dos custos de implantação associados a Alternativa 01, foi realizada a atualização dos valores apresentados pela empresa O&M, a partir da taxa INCC. Os valores estimados são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Custos de Implantação Alternativa 01

ITEM	UNIDADE	CUSTO - R\$		%
1	Administração local	R\$	95.024,00	10,67%
2	Canteiro de obras	R\$	35.634,00	4,00%
3	Nova Balsa para EAB-1 (15 L/s)	R\$	237.560,00	26,67%
4	Adutora 150mm PVC-O - 300 m	R\$	285.072,00	32,00%
5	Instalações elétricas EAB-1	R\$	237.560,00	26,67%
TOTAL		R\$	890.850,00	100,00%

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).

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 CAPEX PARA TRÊS ALTERNATIVAS			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			SE32781	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			HBR135-23-RENOVA-PT17-C-REL001	15/22
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			N024600-R-1RT007	01

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 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.

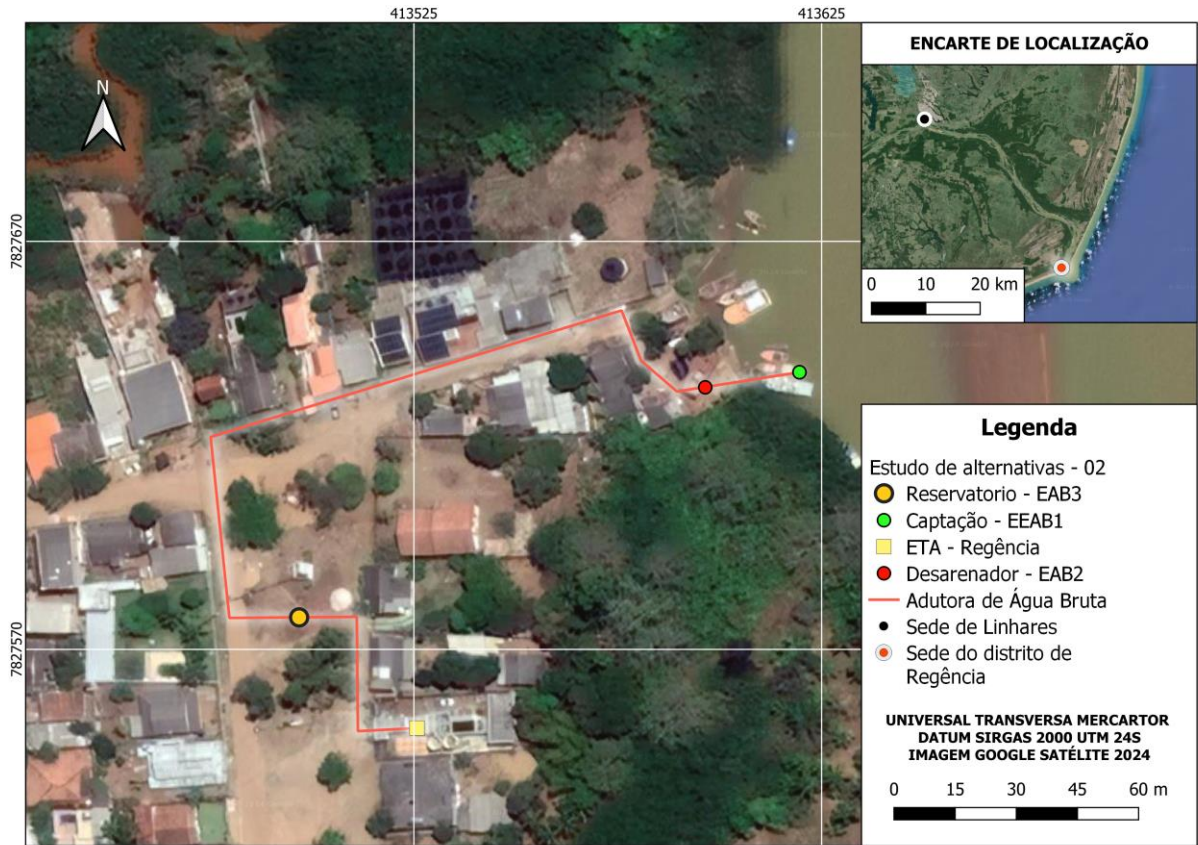



Figura 4 - Desenho esquemático da Alternativa 02
Fonte: HIDROBR (2024)

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 CAPEX PARA TRÊS ALTERNATIVAS		
		Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)		
		SE32781		
		Nº CONTRATADA	PÁGINA	
		HBR135-23-RENOVA-PT17-C-REL001	16/22	
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.	
		N024600-R-1RT007	01	

6.2.1 Descrição das unidades

As unidades que compõem o sistema de captação da Alternativa 02 são descritas a seguir.

6.2.1.1 Captação superficial no manancial do rio Doce

A captação da água bruta se dará por meio de tomada direta no rio, a partir de bombas anfíbias da EAB1, com recalque direcionado para a unidade desarenadora. O dimensionamento do conjunto de bombas é dado abaixo.

- Vazão: 45 L/s;
- Altura manométrica: 8 m.c.a;
- Potência consumida: 6,5 cv;
- Potência instalada: 7,5 cv.

Em anexo ao desarenador/poço de sucção haverá a segunda elevatória de água bruta (EAB2), que estará equipada por dois conjuntos motobomba horizontais com o seguinte dimensionamento:

- Vazão: 45 L/s;
- Altura manométrica: 20,5 m.c.a;
- Potência consumida: 17,5 cv;
- Potência instalada: 20 cv.

6.2.1.2 Adutora de água bruta 1 (AAB-1)



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

- Material/Diâmetro: PVC-O / 250 mm;
- Extensão: 240 m.

6.2.1.3 Reservatório de água bruta – RAP/EAB3

Como descrito anteriormente, o projeto da Alternativa 02 contará com um reservatório para armazenamento da água bruta captada, com as seguintes características:

- Tipo/Material: Apoiado/Aço;
- Capacidade: 500 m³.

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 CAPEX PARA TRÊS ALTERNATIVAS				
					Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
					SE32781	
					Nº CONTRATADA	PÁGINA
					HBR135-23-RENOVA-PT17-C-REL001	17/22
					Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
					N024600-R-1RT007	01

Além disso, a elevatória de água bruta anexa ao RAP será equipada com dois conjuntos motobomba com o dimensionamento dado abaixo.

- Vazão: 15 L/s;
- Altura manométrica: 7 m.c.a;
- 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 de implantação

Conforme apresentado no item 4.1, para a estimativa dos custos de implantação associados a Alternativa 02 foi realizada a atualização dos valores apresentados pela empresa O&M, a partir da taxa INCC. Os valores estimados são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 - Custos de Implantação Alternativa 02

ITEM	UNIDADE	CUSTO - R\$	%
1	Administração local	R\$ 593.900.00	11,13%
2	Canteiro de obras	R\$ 237.560.00	4,45%
3	Nova captação superficial (45 L/s); EAB-1 e Desarenador	R\$ 890.850.00	16,69%
4	Elevatória de água bruta EAB-2	R\$ 831.460.00	15,58%
5	Adutora 250mm PVC-O - 240 m (AAB-1)	R\$ 351.588.80	6,59%
6	Reservatório apoiado metálico 500 m³	R\$ 1.781.700.00	33,38%
7	EAB-3	R\$ 178.170.00	3,34%
8	Adutora 150 mm PVC-O - 60m (AAB-2)	R\$ 57.014.40	1,07%
9	Instalações elétricas captação e EABs	R\$ 415.730.00	7,79%
TOTAL		R\$ 5.337.973.20	100,00%

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

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 CAPEX PARA TRÊS ALTERNATIVAS			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			SE32781	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			HBR135-23-RENOVA-PT17-C-REL001	18/22
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
N024600-R-1RT007	01			

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.

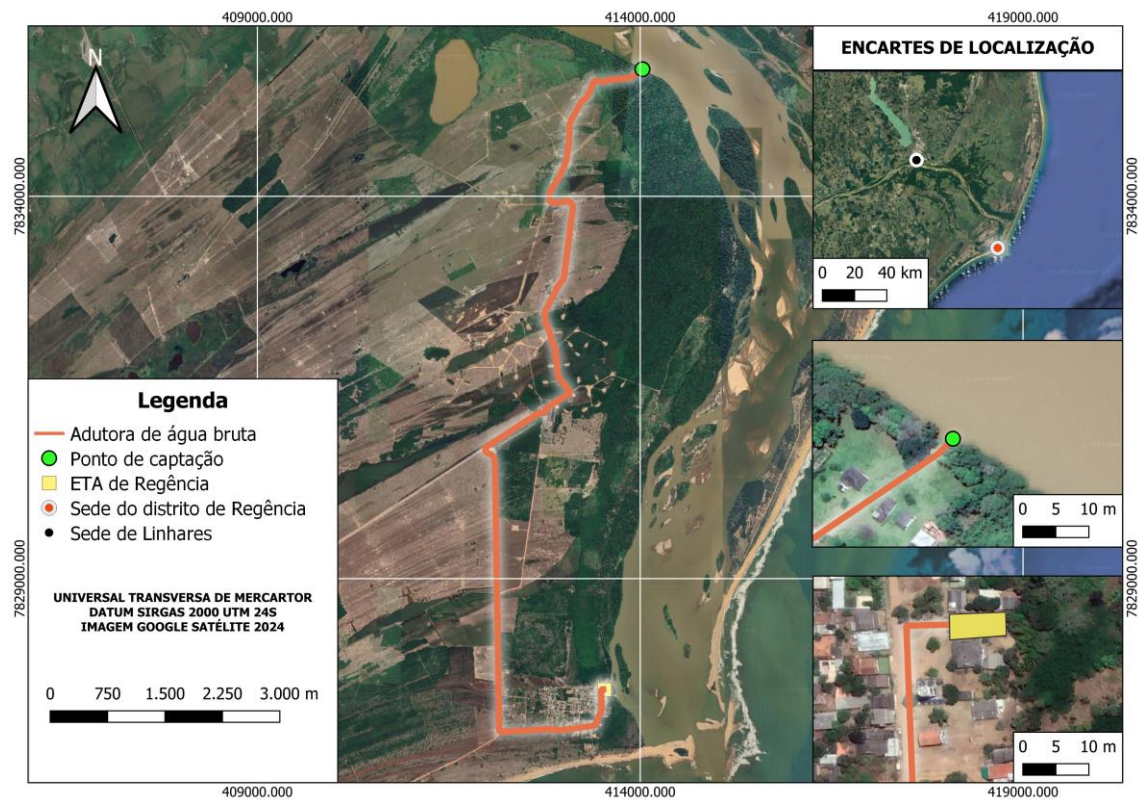




Figura 5 - Desenho esquemático da Alternativa 03
 Fonte: HIDROBR (2024)

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);

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 CAPEX PARA TRÊS ALTERNATIVAS			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			SE32781	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			HBR135-23-RENOVA-PT17-C-REL001	20/22
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			N024600-R-1RT007	01

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

As singularidades consideradas para o cálculo da perda de carga localizada são apresentadas na Tabela 5.

Tabela 5 - 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.

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

Sendo:

H_f = perda de carga (m);

L = Comprimento da tubulação (m);

Q = Vazão (m³/s);

C = Coeficiente de rugosidade;

D = Diâmetro interno da tubulação (m)

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

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.

$$J_t = hf(\text{localizada}) + hf(\text{linear recalque})$$

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

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

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

$$H_m = H_g + J_t$$

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		Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
Classificação:	Público		SE32781	
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 CAPEX PARA TRÊS ALTERNATIVAS			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			HBR135-23-RENOVA-PT17-C-REL001	22/22
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			N024600-R-1RT007	01

Civil (SINAPI) para o estado do Espírito Santo, além da base de preços da Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA). Os valores estimados são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 - Custos de Implantação Alternativa 03

ITEM	UNIDADE	CUSTO - R\$	%
1	Administração local	R\$ 95.024.00	2,46%
2	Canteiro de obras	R\$ 43.595.26	1,13%
3	Nova Balsa para EAB-1 (15 L/s)	R\$ 237.560.00	6,16%
4	Adutora 160mm PEAD - 12200 m	R\$ 3.244.834.00	84,09%
5	Instalações elétricas EAB-1	R\$ 237.560.00	6,16%
TOTAL		R\$ 3.858.573,26	100,00%

Fonte: HIDROBR (2024)

7.0 RESUMO DOS CUSTOS

As estimativas dos custos de implantação para as três alternativas de captação são apresentadas na Tabela 7.

Tabela 7 - Tabela comparativa - Custos de Implantação

Alternativa	Custo de Implantação
Alternativa 01	R\$ 890.850,00
Alternativa 02	R\$ 5.337.973,20
Alternativa 03	R\$ 3.858.573,26

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 implantação de R\$ 890.850,00 reais, significativamente inferior as outras duas alternativas de captação avaliadas.