


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 ITUETA PROJETO CONCEITUAL – CAPTAÇÃO PARA A NOVA ETA E UTR DE ITUETA - SE32819 RELATÓRIO TÉCNICO - ENGENHARIA SANITÁRIA RELATÓRIO CONCEITUAL		
		Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE) SE32819		
		Nº CONTRATADA HBR135-23-RENOVA-PT26-C-REL002	PÁGINA 2/22	
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA N024000-R-1RT008	REV. 01	

ÍNDICE

<u>ITEM</u>	<u>DESCRIÇÃO</u>	<u>PÁGINA</u>
1.0	OBJETIVO	3
2.0	CONTEXTUALIZAÇÃO	4
3.0	PREMISSAS DE PROJETO	6
4.0	DESCRIÇÃO DO SISTEMA DE CAPTAÇÃO EXISTENTE	9
5.0	INTERVENÇÕES PROPOSTAS	12
6.0	DIMENSIONAMENTO DAS ESTRUTURAS	16

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 ITUETA PROJETO CONCEITUAL – CAPTAÇÃO PARA A NOVA ETA E UTR DE ITUETA - SE32819 RELATÓRIO TÉCNICO - ENGENHARIA SANITÁRIA RELATÓRIO CONCEITUAL		
		Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE) SE32819		
		Nº CONTRATADA HBR135-23-RENOVA-PT26-C-REL002	PÁGINA 3/22	
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA N024000-R-1RT008	REV. 01	



1.0 OBJETIVO

Este projeto é parte integrante de contrato firmado entre a Fundação Renova e a HIDROBR CONSULTORIA LTDA para elaboração dos projetos conceitual, básico e detalhado da Captação no Rio Doce da ETA Itueta, localizada no município de Itueta – MG.

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.

Nesse contexto, este documento, N024000-R-1RT008, elaborado pela HIDROBR, contempla o relatório da fase conceitual referente a adequação da captação existente no Rio Doce, de forma a atender a demanda de água bruta do novo módulo de tratamento em implantação na ETA Itueta. Assim, este documento contempla a concepção das intervenções propostas na referida captação, que terá a vazão ampliada para 25L/s.

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	SOCIOAMBIENTAL 02– PG 32 - MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO ÁGUA ITUETA PROJETO CONCEITUAL – CAPTAÇÃO PARA A NOVA ETA E UTR DE ITUETA - SE32819 RELATÓRIO TÉCNICO - ENGENHARIA SANITÁRIA RELATÓRIO CONCEITUAL		
		Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE) SE32819		
		Nº CONTRATADA HBR135-23-RENOVA-PT26-C-REL002	PÁGINA 4/22	
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA N024000-R-1RT008	REV. 01	

2.0 CONTEXTUALIZAÇÃO

2.1 CORPO HÍDRICO

A Bacia Hidrográfica do Rio Doce está localizada entre os estados de Minas Gerais e Espírito Santo, na região Sudeste do Brasil. O rio principal da bacia é o Rio Doce e este possui uma extensão total de 853 km, além de conter uma área de drenagem com cerca de 86.715 km², onde 86% pertencem ao Estado de Minas Gerais e apenas 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 da sua bacia é predominantemente tropical e, em decorrência disso, a sua vazão varia ao longo do ano, atingindo o pico durante o verão, onde tem-se a ocorrência de chuvas intensas, e diminuindo durante o inverno, caracterizado por ser um período de seca.

A grande parte do bioma que constitui a bacia hidrográfica do rio Doce é a Mata Atlântica, composta por diversas formações vegetais e ecossistemas. Esta abrange aproximadamente 98% da área total da bacia e o restante da área, cerca de 2%, é constituído 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	Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE) SE32819	
SOCIOAMBIENTAL 02- PG 32 - MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO ÁGUA ITUETA PROJETO CONCEITUAL – CAPTAÇÃO PARA A NOVA ETA E UTR DE ITUETA - SE32819 RELATÓRIO TÉCNICO - ENGENHARIA SANITÁRIA RELATÓRIO CONCEITUAL		Nº CONTRATADA	PÁGINA
		HBR135-23-RENOVA-PT26-C-REL002	5/22
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
		N024000-R-1RT008	01

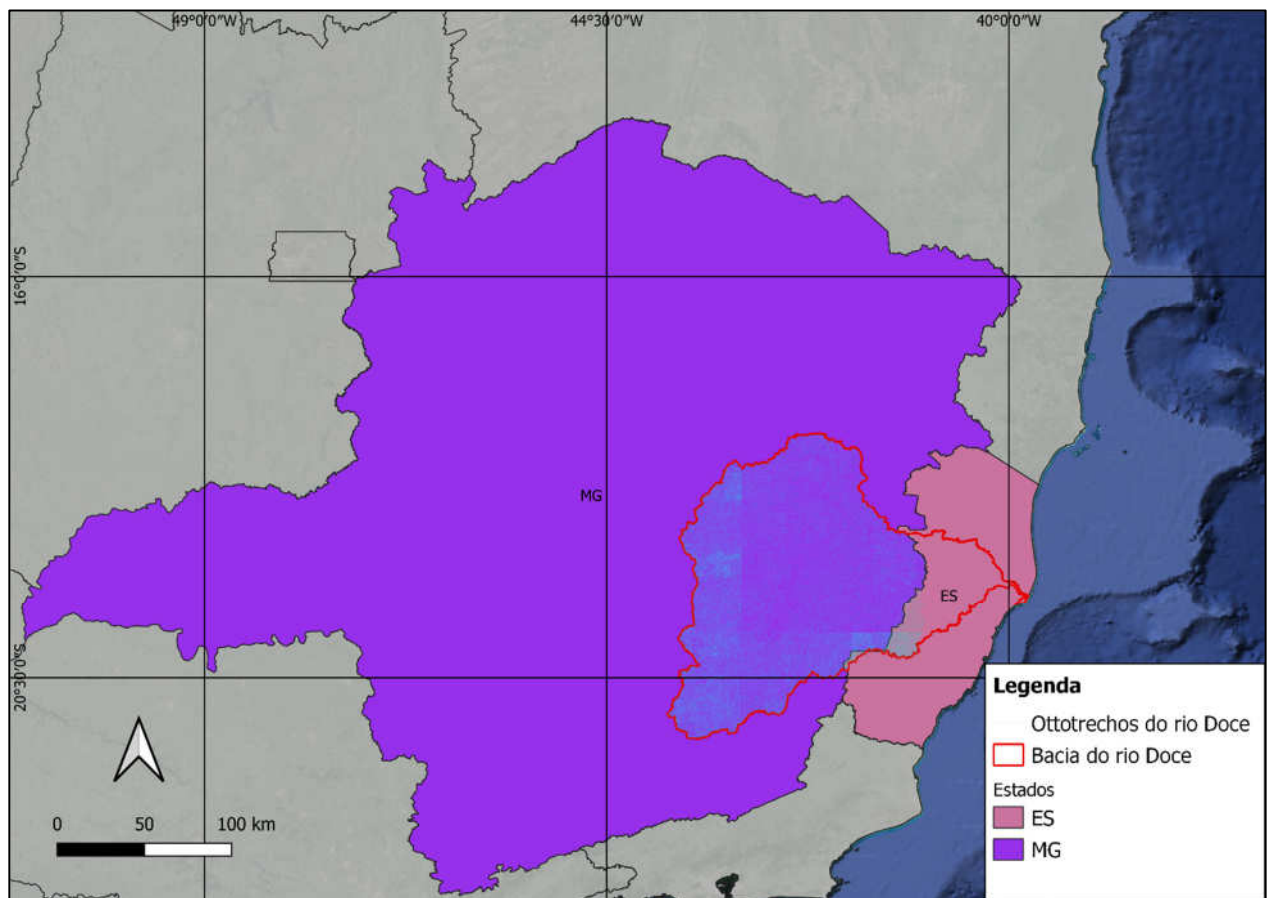


Figura 1 - Bacia do rio Doce
 Fonte: HIDROBR (2024)

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 ITUETA PROJETO CONCEITUAL – CAPTAÇÃO PARA A NOVA ETA E UTR DE ITUETA - SE32819 RELATÓRIO TÉCNICO - ENGENHARIA SANITÁRIA RELATÓRIO CONCEITUAL		
		Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE) SE32819		
		Nº CONTRATADA HBR135-23-RENOVA-PT26-C-REL002	PÁGINA 6/22	
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA N024000-R-1RT008	REV. 01	

3.0 PREMISSAS DE PROJETO

3.1 VAZÃO DE PROJETO

Para o desenvolvimento do projeto conceitual da Captação Superficial do Rio Doce em Itueta, foram adotados os parâmetros definidos em reunião com a COPASA. Dessa forma, para o dimensionamento da EEAB foi adotada uma vazão nominal de 25 L/s.

3.2 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 1.

Tabela 1 – Normas

Norma	Descrição
NBR 12211	Estudo de concepção de sistemas públicos de abastecimento de água
NBR 12213	Projeto de captação de água de superfície para abastecimento público
NBR 12214	Projeto de sistema de bombeamento de água para abastecimento público
NBR 12215	Projeto de Adutora de Água – Conduto Forçado

3.3 CRITÉRIOS E PARÂMETROS DE DIMENSIONAMENTO

3.3.1 Desnível Geométrico Máximo e Mínimo (H_g)

O desnível geométrico é a diferença entre a cota topográfica de chegada da linha de recalque e a cota de captação da água bruta.

$$H_g = \text{Cota de chegada} - \text{Cota de saída}$$

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 ITUETA PROJETO CONCEITUAL – CAPTAÇÃO PARA A NOVA ETA E UTR DE ITUETA - SE32819 RELATÓRIO TÉCNICO - ENGENHARIA SANITÁRIA RELATÓRIO CONCEITUAL		
		Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE) SE32819		
		Nº CONTRATADA HBR135-23-RENOVA-PT26-C-REL002	PÁGINA 7/22	
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA N024000-R-1RT008	REV. 01	

3.3.2 Verificação Da Linha De Recalque Existente

A adutora de água bruta constitui-se de sistema de linha de recalque, que para pleno funcionamento, faz-se necessário o bombeamento considerando as perdas de carga correspondentes à AAB existente.

3.3.2.1 Diâmetro da Linha de Recalque

Para a verificação da nova Adutora de Água Bruta, com vazão de 25 L/s, considerou - se o diâmetro econômico pela fórmula de Bresse:

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

Sendo:

D – Diâmetro econômico (m);

k – Valor entre 0,6 e 2,4, adotou-se k = 1,0;

Q - Vazão de adução.

3.3.2.2 Comprimento da Linha de Recalque

Distância estimada entre a captação existente e a chegada da tubulação de água bruta na área da ETA projetada.

3.3.3 Perda De Carga

3.3.3.1 Perda de carga localizada ($h_{f\text{Localizada}}$)

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

$$H_f(\text{localizada}) = \sum K x \frac{V^2}{2g}$$

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): 1,60 m/s;

g – Aceleração da Gravidade (m/s²): 9,81 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 ITUETA PROJETO CONCEITUAL – CAPTAÇÃO PARA A NOVA ETA E UTR DE ITUETA - SE32819 RELATÓRIO TÉCNICO - ENGENHARIA SANITÁRIA RELATÓRIO CONCEITUAL		
		Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE) SE32819		
		Nº CONTRATADA HBR135-23-RENOVA-PT26-C-REL002	PÁGINA 8 / 22	
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA N024000-R-1RT008	REV. 01	

3.3.3.2 Perda de carga linear:

Foi utilizada a fórmula de HAZEN-WILLIAMS, empregando, para tal, o coeficiente de rugosidade para tubo de ferro fundido usado DN150 (C = 100):

$$H_f(\text{linear recalque}) = 10,643 \times \frac{Q^{1,85}}{C^{1,85} \times D^{4,87}} \times L$$

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).

3.3.3.3 Perda de carga total

A perda de carga total (J_t) pode ser calculada pela seguinte equação:

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

3.3.4 Altura Manométrica

A altura manométrica foi calculada pela seguinte equação:

$$H_m = H_g + J_t$$

Em que:

- H_m – Altura manométrica;
- H_g – Desnível geométrico;
- J_t – Perda de carga total.

Pode-se adotar uma altura manométrica superior a calculada, como um fator de segurança.

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) SE32819		
SOCIOAMBIENTAL 02– PG 32 - MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO ÁGUA ITUETA PROJETO CONCEITUAL – CAPTAÇÃO PARA A NOVA ETA E UTR DE ITUETA - SE32819 RELATÓRIO TÉCNICO - ENGENHARIA SANITÁRIA RELATÓRIO CONCEITUAL			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			HBR135-23-RENOVA-PT26-C-REL002	9/22
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			N024000-R-1RT008	01

4.0 DESCRIÇÃO DO SISTEMA DE CAPTAÇÃO EXISTENTE

O sistema de abastecimento de água da localidade de Itueta é operado atualmente pela COPASA, o sistema conta com todas as unidades convencionais de um SAA (captação, adução, tratamento, reservação e distribuição). A área de captação no Rio Doce existente é próxima à ETA (Figura 2), mas passou por complicações na qualidade à água devido ao Rompimento da Barragem de Fundão em Mariana-MG. Assim, o SAA atualmente opera com água captada no rio Manhuaçu e transportada até o local de tratamento por meio de caminhões pipa, estando desativada a captação de água superficial no Rio Doce.

O novo módulo de tratamento da ETA Itueta, funcionará com uma vazão de 25L/s, mais que o dobro da vazão tratada atualmente, de apenas 12L/s. Isto reforça a necessidade de reestabelecer a captação superficial de água bruta no Rio Doce, localizada nas proximidades da ETA, que facilitará a logística do processo.

O abastecimento emergencial, quando necessário, é realizado através de caminhões pipa com água tratada.



Figura 2 – Localização da ETA de Itueta e sua captação de água bruta no Rio Doce
 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 ITUETA PROJETO CONCEITUAL – CAPTAÇÃO PARA A NOVA ETA E UTR DE ITUETA - SE32819 RELATÓRIO TÉCNICO - ENGENHARIA SANITÁRIA RELATÓRIO CONCEITUAL		
		Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE) SE32819		
		Nº CONTRATADA HBR135-23-RENOVA-PT26-C-REL002	PÁGINA 10/22	
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA N024000-R-1RT008	REV. 01	

Atualmente a ETA funciona com uma vazão de 12L/s. No entanto, a estrutura está passando por uma reforma, onde o tratamento existente dará lugar a um sistema novo com capacidade nominal de tratamento de 25L/s.

Dada esta ampliação e a intenção de reativar o sistema de captação no Rio Doce, torna-se necessária a adequação do sistema de captação e bombeamento existente, de forma a comportar a nova vazão de tratamento.

O sistema de captação pré-existente é equipado com uma balsa flutuante para a instalação das bombas, a estrutura varia sua elevação conforme o nível da água do Rio Doce.

Nota-se que a estrutura se apresenta em boas condições para ser utilizada no novo sistema. No entanto são necessárias algumas intervenções para viabilizar o acesso adequado, bem como corrigir avarias estruturais no telhado, para garantir o correto condicionamento das bombas.

As imagens exibidas foram tiradas durante visita de campo realizada pela contratada no dia 04 de setembro de 2024. Outras informações e fotografias da visita podem ser consultadas no relatório N024000-R-1RT008.

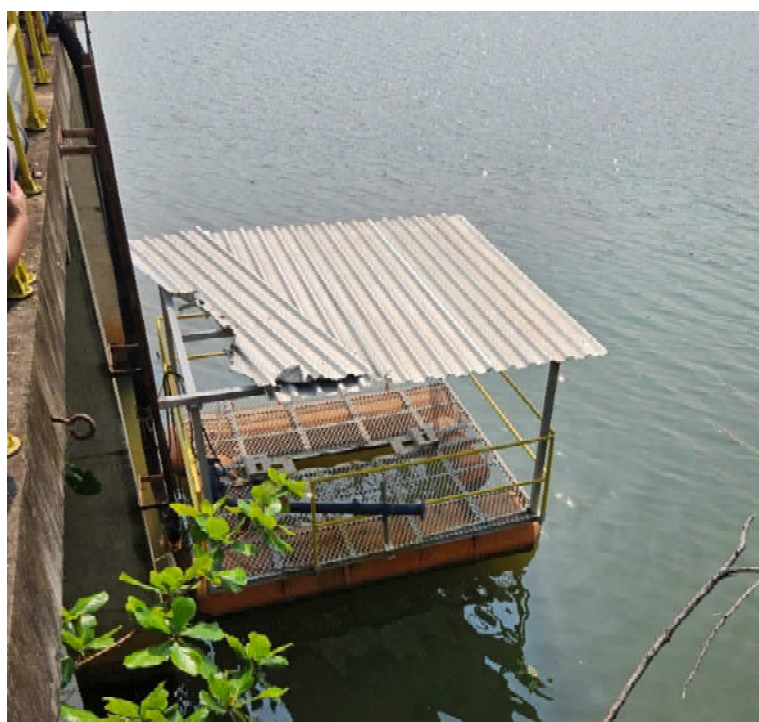


Figura 3 – Balsa flutuante existente
 Fonte: HIDROBR (2024)

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	Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE) SE32819		
SOCIOAMBIENTAL 02– PG 32 - MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO ÁGUA ITUETA PROJETO CONCEITUAL – CAPTAÇÃO PARA A NOVA ETA E UTR DE ITUETA - SE32819 RELATÓRIO TÉCNICO - ENGENHARIA SANITÁRIA RELATÓRIO CONCEITUAL			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			HBR135-23-RENOVA-PT26-C-REL002	11/22
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			N024000-R-1RT008	01

A balsa fica localizada ao final de uma passarela, usada para suporte da tubulação de linha de recalque e cabos elétricos. A tubulação de recalque é em ferro fundido de DN 150 mm E encaminha a água bruta até a ETA, conforme exibido na Figura 4.

A estrutura do corredor e a tubulação de recalque apresentam-se em boas condições e podem ser mantidas mesmo após as intervenções a serem realizadas na captação.



Figura 4 – Passarela de suporte da linha de recalque
 Fonte: HIDROBR (2024)

Ao lado da tubulação de recalque, passa outra tubulação de menor diâmetro, que transporta cabos elétricos até a casa de elétrica existente, exibida na Figura 5.



Figura 5 – Painel elétrico
 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	Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE) SE32819	
SOCIOAMBIENTAL 02- PG 32 - MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO ÁGUA ITUETA PROJETO CONCEITUAL – CAPTAÇÃO PARA A NOVA ETA E UTR DE ITUETA - SE32819 RELATÓRIO TÉCNICO - ENGENHARIA SANITÁRIA RELATÓRIO CONCEITUAL		Nº CONTRATADA	PÁGINA
		HBR135-23-RENOVA-PT26-C-REL002	12/22
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
		N024000-R-1RT008	01

5.0 INTERVENÇÕES PROPOSTAS

Tendo em vista a necessidade de ampliação da vazão de água bruta captada no sistema do Rio Doce e demais intervenções imprescindíveis para o adequado funcionamento do sistema, serão propostos à Fundação Renova alguns ajustes no sistema atual, que possuem aplicabilidade às limitações da área de estudo e consideram o aproveitamento das estruturas existentes, como balsa flutuante, estrutura da passarela existente e tubulação de recalque.

Entretanto, torna-se necessária a substituição das bombas existentes, já que a nova vazão (25L/s) é superior a anterior, pela qual as bombas existentes (em manutenção) foram selecionadas.

O aproveitamento da balsa existente na captação é possível, tendo em vista que a sua estrutura está em condições de ser utilizada, desde que se façam os reparos necessários, a exemplo da troca de parte do telhado que se encontra danificado, e quaisquer outras adequações necessárias à sua padronização.

Alinhado a isso, deve-se substituir o acesso da balsa à casa elétrica, instalando uma escada adequada, para facilitar a manutenção do sistema de bombeamento e garantir a segurança dos operadores. Destaca-se que o principal acesso a balsa flutuante é feito por meio de embarcações, que permite o transporte das bombas e dos demais materiais necessários aos eventuais reparos.

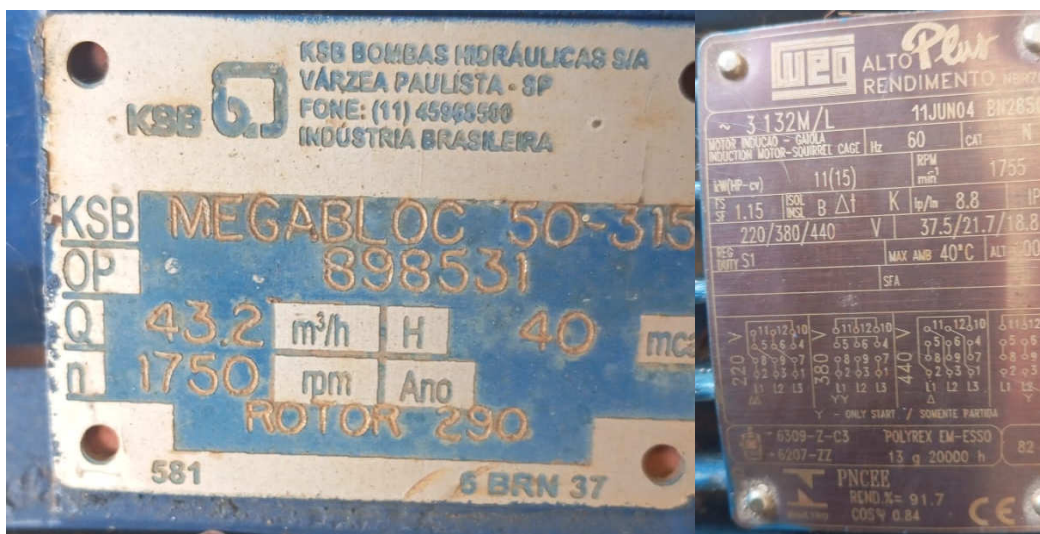


Figura 6 – Placas das bombas
 Fonte: HIDROBR (2024)

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 ITUETA PROJETO CONCEITUAL – CAPTAÇÃO PARA A NOVA ETA E UTR DE ITUETA - SE32819 RELATÓRIO TÉCNICO - ENGENHARIA SANITÁRIA RELATÓRIO CONCEITUAL	
		Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE) SE32819	
		Nº CONTRATADA HBR135-23-RENOVA-PT26-C-REL002	PÁGINA 13/22
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA N024000-R-1RT008	REV. 01

As bombas disponíveis atualmente, conforme as suas especificações (Figura 6), não atendem à vazão demandada. Assim, será necessária a aquisição de novas bombas, adequadas à vazão da ETA após a ampliação do sistema para a vazão nominal de 25L/s.

A linha de recalque 150mm existente encontra-se em bom estado de conservação e pode suportar a nova vazão da ETA, conforme verificações apresentadas no capítulo 6 deste relatório.

A Figura 7 exhibe a configuração geral da captação com as adequações a serem realizadas, enquanto a Figura 8 exhibe a planta da balsa flutuante com a configuração da locação das bombas e demais elementos necessários à estrutura.

Destaca-se que não foram disponibilizadas informações das dimensões reais da balsa flutuante existente. Desse modo, os esquemas elaborados levaram em consideração o projeto padrão de balsa metálica flutuante da COPASA (03.01.001/0).

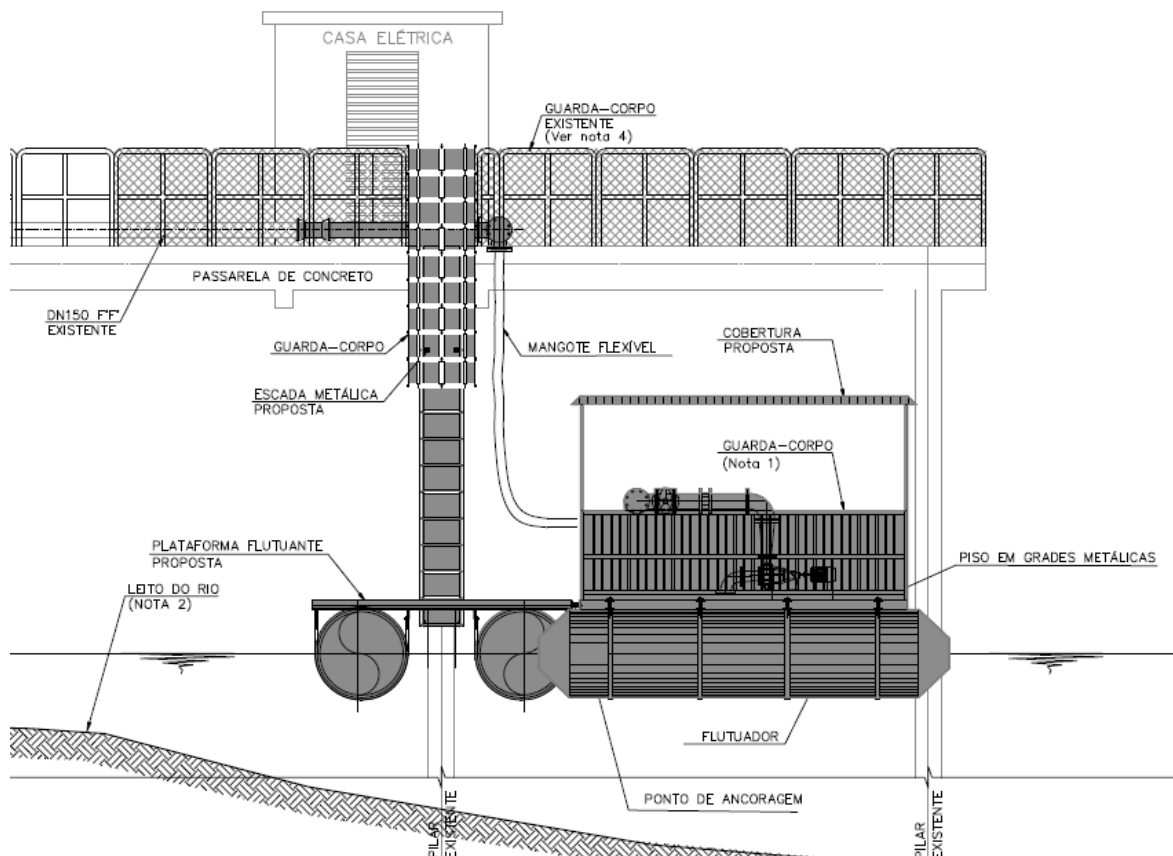


Figura 7 – Arranjo geral da captação com as intervenções propostas
Fonte: HIDROBR (2024)

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	Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE) SE32819		
SOCIOAMBIENTAL 02- PG 32 - MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO ÁGUA ITUETA PROJETO CONCEITUAL – CAPTAÇÃO PARA A NOVA ETA E UTR DE ITUETA - SE32819 RELATÓRIO TÉCNICO - ENGENHARIA SANITÁRIA RELATÓRIO CONCEITUAL			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			HBR135-23-RENOVA-PT26-C-REL002	14/22
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			N024000-R-1RT008	01

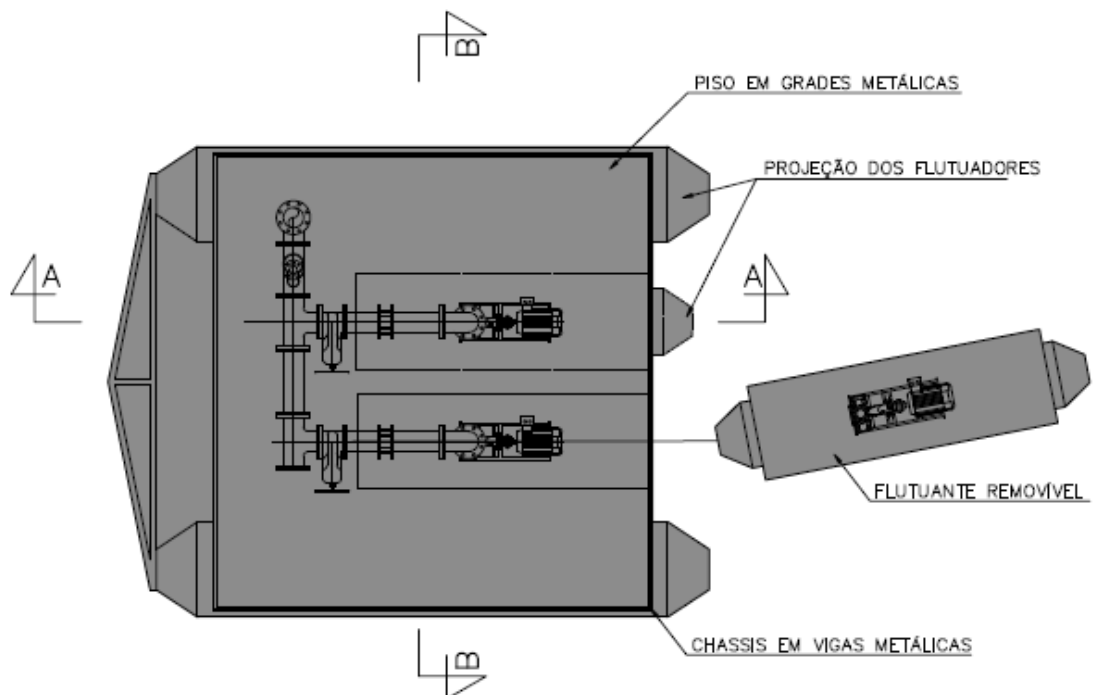


Figura 8 – Planta da balsa de captação e demais estruturas
Fonte: HIDROBR (2024)

A Figura 9 e a Figura 10 exibem cortes da balsa de captação, indicados na Figura 8, onde se concentrarão as maiores intervenções propostas neste projeto, uma vez que as configurações da linha de recalque serão mantidas.

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) SE32819	
SOCIOAMBIENTAL 02– PG 32 - MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO ÁGUA ITUETA PROJETO CONCEITUAL – CAPTAÇÃO PARA A NOVA ETA E UTR DE ITUETA - SE32819 RELATÓRIO TÉCNICO - ENGENHARIA SANITÁRIA RELATÓRIO CONCEITUAL		Nº CONTRATADA	PÁGINA
		HBR135-23-RENOVA-PT26-C-REL002	15/22
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
		N024000-R-1RT008	01

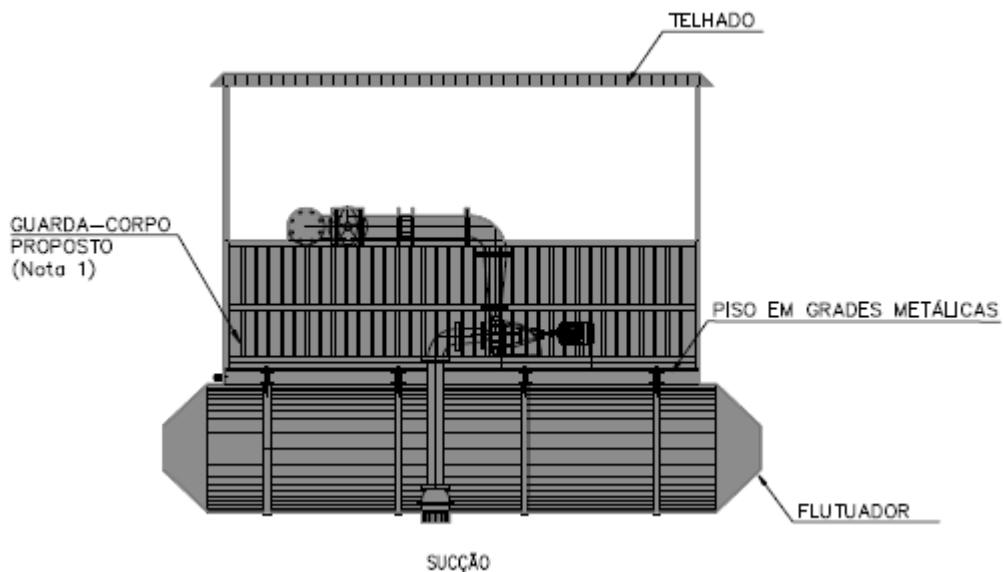


Figura 9 – Corte da balsa de captação (A-A)
 Fonte: HIDROBR (2024)

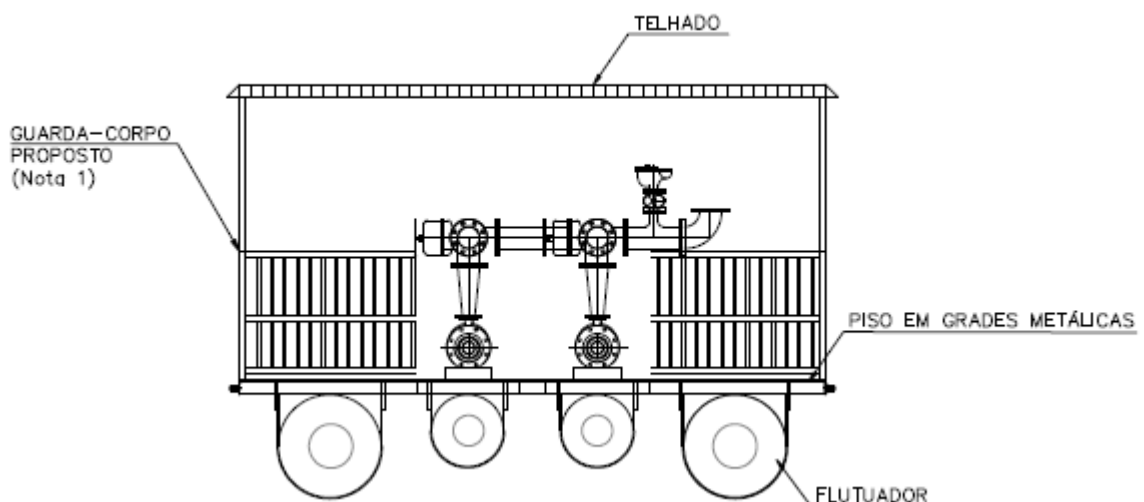


Figura 10 – Corte da balsa de captação (B-B)
 Fonte: HIDROBR (2024)

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 ITUETA PROJETO CONCEITUAL – CAPTAÇÃO PARA A NOVA ETA E UTR DE ITUETA - SE32819 RELATÓRIO TÉCNICO - ENGENHARIA SANITÁRIA RELATÓRIO CONCEITUAL		
		Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE) SE32819		
		Nº CONTRATADA HBR135-23-RENOVA-PT26-C-REL002	PÁGINA 16/22	
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA N024000-R-1RT008	REV. 01	

6.0 DIMENSIONAMENTO DAS ESTRUTURAS

6.1 DESNÍVEL GEOMÉTRICO MÁXIMO E MÍNIMO (H_g)

O desnível geométrico é a diferença entre a cota topográfica de chegada da linha de recalque e a cota de captação da água bruta.

Assim, considerou-se os estudos topográficos disponíveis (N024000-K-100009_R-00 e N024000-K-100009_R-03) para extração das elevações dos pontos de interesse. Para a cota de chegada da linha de recalque, considerou-se a curva de nível correspondente a caixa pela qual a tubulação chega à ETA existente (124,85 m), considerando 80cm de desnível em relação à cota do terreno.

Para a saída da linha de recalque, foi admitida a variação do nível d'água do Rio Doce com amplitude de até 3m, considerando 1m de submersão da tubulação de sucção. Desse modo, quando o nível d'água for máximo, a cota de saída é equivalente a 89,0 m, configurando a altura geométrica mínima, e quando o nível do rio for o mínimo, a cota de saída da linha de recalque será de 86,0 m, configurando o desnível geométrico máximo.

$$H_g = \text{Cota de chegada} - \text{Cota de saída}$$

$$H_{g\text{máx}} = 124,05\text{m} - 86,00\text{m}$$

$$H_{g\text{máx}} = 38,05 \text{ m}$$

$$H_{g\text{min}} = 124,05 - 89,00\text{m}$$

$$H_{g\text{min}} = 35,05 \text{ m}$$

6.2 VERIFICAÇÃO DA LINHA DE RECALQUE EXISTENTE

A adutora de água bruta constitui-se de sistema de linha de recalque, que para pleno funcionamento, faz-se necessário o bombeamento e considerar as perdas de carga.

6.2.1 Diâmetro da Linha de Recalque

Para a verificação da Adutora de Água Bruta existente, com vazão de 25 L/s, considerou - se o diâmetro econômico pela fórmula de Bresse:

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

Sendo:

D – Diâmetro econômico (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	SOCIOAMBIENTAL 02– PG 32 - MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO ÁGUA ITUETA PROJETO CONCEITUAL – CAPTAÇÃO PARA A NOVA ETA E UTR DE ITUETA - SE32819 RELATÓRIO TÉCNICO - ENGENHARIA SANITÁRIA RELATÓRIO CONCEITUAL		
		Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE) SE32819		
		Nº CONTRATADA HBR135-23-RENOVA-PT26-C-REL002	PÁGINA 17/22	
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA N024000-R-1RT008	REV. 01	

k – Valor entre 0,6 e 2,4, adotou-se k = 1,0;
Q – Vazão de adução: 25L/s

$$D = 1,0\sqrt[0,025]{Q}$$

$$D = 0,158\text{m}$$

A fórmula confirma o diâmetro de 150 mm a ser utilizado nos trechos de linha de recalque, em conformidade com a tubulação já implantada a ser aproveitada.

6.2.2 Comprimento da Linha de Recalque

Embora não se tenha conhecimento acerca do traçado de toda a linha de recalque existente. A distância entre a captação existente e a chegada da tubulação de água bruta na área da ETA foi estimada, com uma extensão total de 284m, conforme exibe o traçado da Figura 11.



Figura 11 – Traçado estimado da Adutora de Água Bruta
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 ITUETA PROJETO CONCEITUAL – CAPTAÇÃO PARA A NOVA ETA E UTR DE ITUETA - SE32819 RELATÓRIO TÉCNICO - ENGENHARIA SANITÁRIA RELATÓRIO CONCEITUAL		
		Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE) SE32819		
		Nº CONTRATADA HBR135-23-RENOVA-PT26-C-REL002	PÁGINA 18/22	
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA N024000-R-1RT008	REV. 01	

6.3 PERDA DE CARGA

6.3.1 Perda de carga localizada ($h_{f_{Localizada}}$)

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

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

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 de fluxo (m/s);

g – Aceleração da Gravidade (m/s²): 9,81 m/s².

Consideradas as peças de sucção, barrilete e da linha de recalque, a Tabela 2 exibe uma listagem de de conexões com seus respectivos valores de K, de modo a possibilitar a estimativa das perdas de cargas localizadas da estrutura.

Tabela 2 – Valores de K, velocidades e perda de carga localizada H_f

CONEXÕES	DN (mm)	QUANT.	K	nxK	Q (L/s)	V (m/s)	$H_{fi}=K.V^2/(2g)$
Entrada de bordo	100	1	1	1	25	3,18	0,5
Válvula de pé e crivo	100	1	1,75	1,75	25	3,18	0,9
Ampliação	100	1	0,3	0,3	25	3,18	0,2
Curva de 90°	100	1	0,4	0,4	25	3,18	0,2
Ampliação	150	1	0,3	0,3	25	1,41	0,0
Curva de 90°	150	1	0,4	0,4	25	1,41	0,0
Válvula gaveta	150	1	0,2	0,2	25	1,41	0,0
Tê, saída de lado	150	1	1,3	1,3	25	1,41	0,1
Curva de 90°	150	2	0,4	0,8	25	1,41	0,1
Curva de 45°	150	4	0,2	0,8	26	1,47	0,1
Junção	150	1	0,4	0,4	27	1,53	0,0
Medidor de vazão	150	1	2,5	2,5	28	1,58	0,3
Saída canalização	150	1	1	1	25	1,41	0,1
Somatório (H_f)							2,7

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 ITUETA PROJETO CONCEITUAL – CAPTAÇÃO PARA A NOVA ETA E UTR DE ITUETA - SE32819 RELATÓRIO TÉCNICO - ENGENHARIA SANITÁRIA RELATÓRIO CONCEITUAL		
		Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE) SE32819		
		Nº CONTRATADA HBR135-23-RENOVA-PT26-C-REL002	PÁGINA 19/22	
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA N024000-R-1RT008	REV. 01	

Dadas as incertezas acerca do traçado exato da linha de recalque, sobretudo na travessia da linha férrea existente, resolveu-se considerar um fator de segurança de 50% em relação ao valor calculado na Tabela 2. Assim adotou-se o valor de $H_f = 4,05\text{m}$.

6.3.2 Perda de carga linear:

Foi utilizada a fórmula de HAZEN-WILLIAMS, empregando, para tal, o coeficiente de rugosidade para tubo de ferro fundido usado DN150 ($C = 100$):

$$H_f(\text{linear recalque}) = 10,643 \times \frac{Q^{1,85}}{C^{1,85} \times D^{4,87}} \times L$$

Sendo:

- H_f – Perda de carga (m);
- L – Comprimento da tubulação (m);
- Q – Vazão (m^3/s);
- C – Coeficiente de rugosidade;
- D – Diâmetro interno da tubulação (m).

$$H_f(\text{linear recalque}) = 10,643 \times \frac{0,025^{1,85}}{100^{1,85} \times 0,158^{4,87}} \times 284$$

$$H_f(\text{linear recalque}) = 5,24\text{m}$$

6.3.3 Perda de carga total

A perda de carga total foi calculada pela seguinte equação:

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

$$J_t = 4,05\text{m} + 5,24\text{m}$$

$$J_t = 9,29 \text{ m}$$

6.4 ALTURA MANOMÉTRICA

A altura manométrica foi calculada pela seguinte equação:

$$H_m = H_g + J_t$$

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			
Classificação:	Público	SOCIOAMBIENTAL 02– PG 32 - MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO ÁGUA ITUETA PROJETO CONCEITUAL – CAPTAÇÃO PARA A NOVA ETA E UTR DE ITUETA - SE32819 RELATÓRIO TÉCNICO - ENGENHARIA SANITÁRIA RELATÓRIO CONCEITUAL		
		Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE) SE32819		
		Nº CONTRATADA HBR135-23-RENOVA-PT26-C-REL002	PÁGINA 20/22	
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA N024000-R-1RT008	REV. 01	

Em que:

- H_m – Altura manométrica;
- $H_{g\text{máx}}$ – Altura geométrica;
- J_t – Perda de carga total.

$$H_m = 48,14 \text{ m}$$

6.5 PRÉ-SELEÇÃO DO CONJUNTO MOTOBOMBA

Para o atendimento do ponto de operação calculado ($H_m = 48,14$ e $Q = 25\text{l/s}$), foi confirmada a disponibilidade do conjunto motobomba fornecido pela Franklin Electric, modelo 080-050-160 F 25 T 2P 60 4V, RT 174, cujas principais características são apresentadas na Figura 12 e Figura 13.

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 ITUETA PROJETO CONCEITUAL – CAPTAÇÃO PARA A NOVA ETA E UTR DE ITUETA - SE32819 RELATÓRIO TÉCNICO - ENGENHARIA SANITÁRIA RELATÓRIO CONCEITUAL		
		Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE) SE32819		
		Nº CONTRATADA HBR135-23-RENOVA-PT26-C-REL002	PÁGINA 21/22	
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA N024000-R-1RT008	REV. 01	



Todas as imagens são meramente ilustrativas.

87233518-00

080-050-160 F 25 T 2P 60 4V,RT 174

Marca	Schneider
Família	FIT Monobloco
Potência (cv)	25
Fase	Trifásico
Diâmetro de Sucção	3"
Diâmetro de Recalque	2"
Número de Estágio(s)	1

Características do Produto

Categoria Específica	Centrífugas Monoestágio
Rendimento do Produto BEP	77.3
Diametro do Rotor	174 mm
Tipo do Rotor	Fechado

Características Hidráulicas

Faixa de Vazão (Mín/Máx)	20 - 124 m ³ /h
Faixa de Altura (Mín/Máx)	34-61 m.c.a.
Alt. Máx. sem Vazão - Shut off	62 m.c.a.
Altura Máxima Sucção	8 m.c.a.

Vazão 90 m³/h

Materiais Construtivos

Material Eixo do Motor	Aço Carbono SAE 1040/45
Material Intermediário	Ferro Fundido GG-25
Material Caracol	Ferro Fundido GG-25
Material Rotor	Ferro Fundido GG-25
Material Vedação	Grafite/Cerâmica/Buna

Figura 12 – Dados do conjunto motobomba pré-selecionado
 Fonte: Catálogo Schneider (2024)

