

2023

ATO CONVOCATÓRIO Nº 08/2022
CONTRATO Nº22/2022



PRODUTO 5.1

PROJETO EXECUTIVO MEMÓRIAL TÉCNICO - HIDRÁULICO

NOVA ERA - MG

TOMO I

ELABORAÇÃO DE ESTUDOS DE CONCEPÇÃO, PROJETOS BÁSICOS E EXECUTIVOS DE ESTRUTURAS HIDRÁULICAS PARA GARANTIA DA SEGURANÇA HÍDRICA EM CONSONÂNCIA COM O PROGRAMA P21 – PROGRAMA DE INCREMENTO DE DISPONIBILIDADE HÍDRICA

CONSORCIO


EQUILÍBRIO
ENGENHARIA


HIDRO BR
SOLUÇÕES INTEGRADAS


CBH-DOCE
Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Doce


AGEDOCE
Agência de Gestão do Rio Doce

EQUIPE PERMANENTE		
Profissional	Formação	Função
Tiago de Souza Alves	Eng. Civil	Coordenador – Nível Sênior
Pedro Paulo Soares Barbosa	Eng. Civil	Engenheiro de Projetos – Nível Pleno
Dayla Sotte Alves Medeiros	Eng. Civil	Engenheiro de Projetos – Nível Pleno
Ana Leticia Almeida	Eng. Civil	Engenheiro de Projetos – Nível Júnior
Ana Raquel Teixeira Torchetti Resende	Eng. Civil	Engenheiro de Projetos – Nível Júnior
Juliano Raposo Vieira	Eng. Sanit. e Ambiental	Engenheiro Ambiental – Nível Pleno
Tainara Couto de Paula	Eng. Civil	Desenhista Técnico Auxiliar
Mariana Alves Pinto Januário	Eng. Sanit. e Ambiental	Desenhista Técnico Auxiliar
Isabella Lorrany da Silva Carvalho	Nível médio	Secretária
Josiele Soares Voiski Souza	Nível médio	Auxiliar administrativo
EQUIPE DE CONSULTORES		
Profissional	Formação	Função
Vitor Carvalho Queiroz	Eng. Hídrico	Consultoria e Apoio na Elaboração dos Projetos
Vitor Lages do Vale	Eng Geotécnico	Consultoria e Apoio na Elaboração dos Projetos
José Luiz Gonçalves	Eng. Civil	Consultoria e Apoio na Elaboração dos Projetos Estruturais
Rodrigo de Magalhães Cotta	Eng. Mecânico	Consultoria e Apoio na Elaboração dos Projetos Mecânicos
Ana Raquel Teixeira Torchetti Resende	Eng. Civil	Consultoria e Apoio na Elaboração dos Orçamentos
Geraldo Magela Dolabela	Eng. Eletricista	Consultoria e Apoio na Elaboração dos Projetos elétricos
EQUIPE DE APOIO		
Profissional	Formação	Função
Henrique Pereira Barcelos	Eng. Civil	Coordenador Executivo
Laíne Aparecida Silva	Eng. Ambiental	Técnica de Campo e Apoio na Elaboração dos Projetos
Daniel Italo Barragan Frattezi	Eng. Eletricista	Elaboração do Projeto Elétrico
Mariana Martins Barroso Neme	Eng. Ambiental	Técnica de Campo e Apoio na Elaboração dos Projetos
João Pedro Vinhas Fuhr	Eng. Civil	Apoio na Elaboração dos Projetos e orçamento
Fabiany Cristina Magalhães e Silva	Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária	Apoio na Elaboração dos Projetos
Rafael Terra Barbosa	Graduando em Engenharia Ambienta	Apoio na Elaboração dos Projetos
Stella Braga de Andrade	Eng. Ambiental	Apoio na Elaboração dos Estudos Hidrológicos
Breno Aguiar Rimulo	Eng. Civil	Apoio na Elaboração dos Estudos Hidrológicos
Mariana Almeida Henriques	Eng. Civil	Apoio na Elaboração dos Estudos Hidrológicos

00	29/09/2023	Projeto Executivo Nova Era	EQUI-HBR	VCQ	TSA
Revisão	Data	Descrição Breve	Ass. do Autor.	Ass. do Superv.	Ass. de Aprov.
ELABORAÇÃO DE ESTUDOS DE CONCEPÇÃO, PROJETOS BÁSICOS E EXECUTIVOS DE ESTRUTURAS HIDRÁULICAS PARA GARANTIA DA SEGURANÇA HÍDRICA EM CONSONÂNCIA COM O PROGRAMA P21 – PROGRAMA DE INCREMENTO DE DISPONIBILIDADE HÍDRICA					
PRODUTO 5 Projeto Executivo – Memorial Técnico – Nova Era/MG					
Elaborado por: Equipe EQUILÍBRIO-HIDROBR			Supervisionado por: Vitor Carvalho Queiroz		
Aprovado por: Tiago de Souza Alves			Revisão	Finalidade	Data
			01	3	29/09/2023
Legenda Finalidade: [1] Para Informação [2] Para Comentário [3] Para Aprovação					

APRESENTAÇÃO

O Consórcio O Consórcio EQUILÍBRIO-HIDROBR., formado pelas empresas Equilíbrio Engenharia Ltda. e HIDROBR Consultoria Ltda., firmou com a Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul – AGEVAP – Filial Governador Valadares – MG, Entidade Delegatária às funções de Agência de Água da Bacia Hidrográfica do Rio Doce, o Contrato nº 22/2022 para a “Elaboração de estudos de concepção, projetos básicos e executivos de estruturas hidráulicas para garantia da segurança hídrica em consonância com o programa P21 – Programa de Incremento de Disponibilidade Hídrica”, em conformidade com o Ato Convocatório nº. 008/2022.

Este documento – Produto 5.1: Projeto Executivo (Tomo I) – apresenta o conjunto dos elementos necessários e suficientes à execução completa da obra.

SUMÁRIO

1	FICHA TÉCNICA	12
2	INTRODUÇÃO	13
3	CONTEXTUALIZAÇÃO	14
4	DEFINIÇÃO E DESCRIÇÃO DA CONCEPÇÃO ESCOLHIDA	17
5	DESCRIÇÃO DAS OBRAS	19
6	DIMENSIONAMENTO DAS ESTRUTURAS HIDRÁULICAS	20
6.1	PARÂMETROS DE PROJETO.....	20
6.1.1	CONSUMO PER-CAPITA	20
6.1.2	COEFICIENTES	21
6.1.3	POPULAÇÃO ATENDIDA	21
6.2	VAZÃO DE PRODUÇÃO.....	21
6.3	CAPTAÇÃO DO RIO DA PRATA	22
6.3.1	TOMADA D'ÁGUA.....	22
6.3.2	SUCÇÃO	23
6.4	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA BRUTA.....	23
6.5	ADUTORA DE ÁGUA BRUTA (RECALQUE).....	28
6.5.1	DESNÍVEL GEOMÉTRICO MÁXIMO (H_G).....	29
6.5.2	LINHA DE RECALQUE	29
6.5.3	PERDA DE CARGA.....	30
6.5.4	ALTURA MANOMÉTRICA	31
6.5.5	BLOCOS DE ANCORAGEM	32
6.6	GOLPE DE ARÍETE	34
6.6.1	DETERMINAÇÃO DE SOBREPRESSÃO E SUBPRESSÃO (GOLPE DE ARÍETE)	34
6.7	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA (ETA)	39
7	APÊNDICES	41
7.1	APÊNDICE 01 – ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA (ART)	41
7.2	APÊNDICE 02 – LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO	42

7.3	APÊNDICE 03 – DIMENSIONAMENTO DA ADUTORA DE ÁGUA BRUTA (RECALQUE)	43
8	ANEXOS	47
8.1	ANEXO 01 – ESTUDOS GEOTÉCNICOS	47
8.1.1	ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA (ART)	47
8.1.2	RELATÓRIO DE SONDAGEM À TRADO	48
8.1.3	RELATÓRIO DE SONDAGEM À PERCUSSÃO	49

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa da bacia hidrográfica do Rio Doce	14
Figura 2 - Balsa para captação existente no Rio da Prata.	18
Figura 3 - Traçado da nova Adutora de Água Bruta	19
Figura 4 - Curva de performance da bomba a ser implantada – 125 CV	27
Figura 5 - Desenho Esquemático de Água Bruta	36
Figura 6 - Perfil da Adutora de Água Bruta.	36
Figura 7 - Envoltória das alturas piezométricas máximas e mínimas	37
Figura 8 – Envoltória das pressões máximas e mínimas	38
Figura 9 – Módulos com floco decantador e filtro	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Conjunto Motobomba a ser implantado.....	23
Tabela 2 – Dimensionamento do conjunto motobomba a ser instalado	23
Tabela 3 – Dimensionamento das perdas de carga (contínua e localizada)	25
Tabela 4 – Cálculo do NPSH (Net Positive Suction Head).....	28
Tabela 5 – Capacidade de suporte estimada para o solo	33
Tabela 6 – Dimensionamento dos blocos de ancoragem.....	33
Tabela 7 – Dimensões consideradas para os blocos	34

LISTA DE ABREVIATÓES

ΔT – Período de Projeção (anos)

A – Ampere

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

AGEDOCE – Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul – Filial Governador Valadares/MG

AGEVAP – Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul

°C – Graus Celsius

CBH – Comitê de Bacia Hidrográfica

CBH Doce – Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Doce

cm – Centímetro

DN – Diâmetro Nominal

EAB – Elevatória de Água Bruta

EEAB – Estação Elevatória de Água Bruta

EEAT – Estação Elevatória de Água Tratada

ES – Espírito Santo

ETA – Estação de Tratamento de Água

FoFo – Ferro Fundido

hab. – Habitantes

Hf – Perda de Carga

i – Taxa de Crescimento Anual

kg – Quilograma

km – Quilômetros

L/s – Litros por Segundo

m – Metro

m.c.a.– Metros de Coluna D'Água

m³ – Metros Cúbicos

m³ /s – Metros Cúbicos por segundo

m³/h – Metros Cúbicos por Hora

MG – Minas Gerais

mm – Milímetros

NA – Nível d'água

NBR – Norma técnica brasileira

NPSH – Net Positive Suction Head

ONU – Organização das Nações Unidas

P – População no Ano de Projeção

P0 – População Inicial de Referência

P21 – Programa de Incremento de Disponibilidade Hídrica

PAP – Plano de Aplicação Plurianual

PIRH – Plano de Recursos Hídricos

PLANSAB – Plano Nacional de Saneamento Básico

PVC – Policloreto de Polivinila

QPC – Quota Per Capita

SAAE – Serviço Autônomo de Água e Esgoto



SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

TDR – Termo de Referência

UTR – Unidade de Tratamento de Resíduos

1 FICHA TÉCNICA

Contratante:	Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul – AGEVAP – Filial Governador Valadares – MG
Contrato:	22/2022
Assinatura do Contrato em:	16/11/2022
Assinatura da Ordem de Serviço em:	23/11/2022
Escopo:	Elaboração de estudos de concepção, projetos básicos e executivos de estruturas hidráulicas para garantir da segurança hídrica em consonância com o programa P21 – Programa de Incremento de Disponibilidade Hídrica
Justificativa	Em vista do agravamento da crise hídrica nos estados de Minas Gerais e Espírito Santo, o CBH-Doce definiu, no PAP 2021-2025, como uma ação estratégica, a alocação de recursos para realizar intervenções nos mananciais de abastecimento público a fim de mitigar e minimizar os impactos dessa crise.
Objetivo	Dessa forma, este documento tem como objetivo apresentar a etapa de projeto executivo das infraestruturas a serem implantadas para aumentar a segurança hídrica no município de Nova Era – MG.
Prazo de Execução:	12 meses, a partir da data de emissão da Ordem de Serviço
Valor Global do Contrato	R\$ 2.336.190,20 (dois milhões, trezentos e trinta e seis mil, cento e oitenta reais e vinte centavos)
Documentos de Referência	• Ato Convocatório nº. 008/2022

2 INTRODUÇÃO

O Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Doce (CBH Doce), criado em 25 de janeiro de 2002, por meio de um Decreto Federal, é integrado por 11 comitês afluentes sendo, 6 mineiros e 5 capixabas. Os afluentes Piranga, Piracicaba, Santo Antônio, Suaçuí, Caratinga e Manhuaçu, compõe a porção mineira da bacia, já os rios Guandu, Santa Joana, Santa Maria do Rio Doce, Pontões e Lagoas do Rio Doce, Barra Seca e Foz do Rio Doce, integram a porção capixaba da bacia.

O Plano de Aplicação Plurianual (PAP), desenvolvido a partir do Plano Integrado de Recursos Hídricos da bacia hidrográfica do Rio Doce, foi instituído em 10 de dezembro de 2020, abrange o período de 2021 a 2025 e tem como objetivo, alocar recursos para a implementação de ações estratégicas para conservação e recuperação da bacia.

Em vista do agravamento da crise hídrica nos estados de Minas Gerais e Espírito Santo, o CBH-Doce definiu, no PAP 2021-2025, como uma ação estratégica, a alocação de recursos para realizar intervenções nos mananciais de abastecimento público a fim de mitigar e minimizar os impactos dessa crise.

Dessa forma, este documento tem como objetivo apresentar a etapa de projeto executivo, especificamente do projeto hidráulico das infraestruturas hidráulicas as serem implantadas para garantia da segurança hídrica do município de Nova Era – MG.

Todas as atividades desenvolvidas pelo Consórcio HIDROBR - EQUILÍBRIO ENGENHARIA seguiram as diretrizes estabelecidas no Termo de Referência – TDR do Ato Convocatório nº 08/2022 bem como as Normas Técnicas vigentes.

3 CONTEXTUALIZAÇÃO

A área de drenagem da bacia hidrográfica do rio Doce abrange um total de 86.715 quilômetros quadrados, englobando cerca de 86% do território do leste mineiro e 14% do nordeste do Espírito Santo (Figura 1).

Figura 1 - Mapa da bacia hidrográfica do Rio Doce



Fonte: AGEDOCE (2022) – Adaptado por Consórcio Equilíbrio-HIDROBR (2023)

O rio Doce é formado pelo encontro dos rios Xopotó, Piranga e do Carmo, percorrendo cerca de 850 km até o ponto de desague, no oceano Atlântico, no povoado de Regência, pertencente ao município de Linhares/ES.

A bacia hidrográfica do rio Doce é constituída predominantemente pelo bioma Mata Atlântica, composta por diversas formações vegetais e ecossistemas associados, abrangendo 98% de sua área total. Os 2% restantes estão situados no bioma Cerrado.

Os recursos hídricos dos cursos d'água da bacia do rio Doce são utilizados para diversos fins, incluindo uso doméstico, agropecuário, industrial e geração de energia elétrica. No entanto, eles também atuam como receptores e transportadores de

resíduos e efluentes, o que pode impactar significativamente a qualidade da água e dos ecossistemas associados.

Conforme informações contidas no Plano de Recursos Hídricos (PIRH) da bacia do rio Doce, a disponibilidade hídrica per capita na bacia é de 8.330 m³/hab.ano, obtida pela divisão da vazão média pela população presente na bacia. De acordo com a classificação da Organização das Nações Unidas (ONU), esse valor está próximo do limite da classe suficiente, que varia entre 2.000 e 10.000 m³/hab.ano.

Ressalta-se que esse indicador não reflete a efetiva quantidade de água disponível para uso, uma vez que a vazão média não está disponível em todas as circunstâncias. Por isso, apesar destes números apontarem verifica-se que há desigualdade entre as diferentes regiões da bacia quanto à disponibilidade de recursos hídricos. Isto foi agravado pelo cenário do quadro de crise hídrica nos Estados de Minas Gerais e do Espírito Santo, instalado desde 2014.

Com isto, vários municípios da bacia do rio Doce passaram por sérias dificuldades para realizar o abastecimento público de água potável para a população, devido à insuficiência na oferta de água. Para se ter ciência do quão grave é o problema, foram declarados em situação de escassez hídrica 82 municípios (de um total de 200), na porção mineira do rio Doce. Já na porção capixaba, todos os municípios da bacia hidrográfica estão em situação de escassez.

Visando buscar alternativas para o enfrentamento desses problemas, são adotadas medidas emergenciais e estruturantes, e aquelas relacionadas ao aprimoramento da gestão de recursos hídricos. Assim, o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Doce (CBH-Doce) definiu, no Plano de Aplicação Plurianual (PAP) 2021-2025, como uma de suas ações estratégicas, a alocação de recursos para realizar intervenções nos mananciais de abastecimento público para minimizar esta situação. Foi instituído e priorizado o Programa P21 – Programa de Incremento de Disponibilidade Hídrica, por meio da priorização da ação 1.8.4 – Estudos, Planos, Projetos e Obras para implantação, expansão ou adequação de estruturas hidráulicas para aumento da hídrica. Os recursos financeiros para o Programa P21 são provenientes de parcela de arrecadação da cobrança pelo uso dos recursos hídricos, dos juros provenientes da aplicação dos recursos arrecadados pela cobrança pelo uso dos recursos hídricos; dos orçamentos (contrapartida) dos tomadores.

Neste ano de 2022, foi realizada uma manifestação de interesse para os municípios inseridos na Bacia Hidrográfica do Rio Doce participarem do Edital de Chamamento Público nº 01/2022, do CBH-Doce, por meio da Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul – Filial Governador Valadares/MG (AGEDOCE) e com apoio dos Comitês de Bacias Hidrográficas (CBHs) afluentes. O objeto do edital é a elaboração de projetos e execução de obras para implantação, expansão ou adequação de estruturas hidráulicas para aumento da segurança hídrica, por meio da implementação do Programa P21. Foram contemplados os municípios de Itaguaçu, no estado do Espírito Santo, Nova Era, Viçosa, Guanhães, João Monlevade, Franciscópolis, Senador Firmino, São Geraldo do Baixio, Itabira, Conselheiro Pena e Raul Soares, no estado de Minas Gerais.

4 DEFINIÇÃO E DESCRIÇÃO DA CONCEPÇÃO ESCOLHIDA

O Tomo I do “Produto 02 – Estudo de Concepção”, desenvolvido para o município de Nova Era/MG, apresentou duas alternativas de concepção, visando à garantia da segurança hídrica. Sendo:

- **Alternativa A** – consiste na implantação em duas etapas de um novo sistema de abastecimento de água. Na primeira etapa será realizada a melhoria da estrutura de captação e adução do Rio da Prata, assim, haverá a reestruturação de uma nova base do tipo balsa para captação e a implantação de uma nova Adutora de Água Bruta (AAB) em PVC DEFoFo DN 300mm para o recalque de uma vazão no início de plano igual a 35L/s, até 60 L/s para final de plano. A AAB interligará o ponto de captação para uma nova ETA Alternativa, a ser construída, com vazão nominal de 35 L/s no início de plano. Com a utilização do manancial, a captação e o tratamento da água do córrego da Passagem serão reduzidos. Em segunda etapa, será realizada a ampliação da nova ETA Alternativa para o tratamento da vazão total de projeto (60 L/s), com a desativação da ETA Morada dos Heróis e redução da ETA Principal, sendo que, ao fim de projeto, o sistema de tratamento Principal poderá ser utilizado em períodos de estiagem.;
- **Alternativa B** – resume-se na implantação de um novo sistema de abastecimento de água em etapa única. Será realizada a melhoria da captação no manancial, isto é, haverá a implantação de uma nova base do tipo balsa para captação. Além disso a adutora será substituída por uma em PVC DEFoFo DN 300 mm com extensão aproximada de 950 m para recalque da vazão de projeto para nova ETA Alternativa com capacidade nominal de 60 L/s. Assim, a ETA Morada dos Heróis poderá ser desativada e o tratamento na ETA Principal será gradualmente reduzido, até que no final do projeto será possível essa ETA poderá ser utilizada em períodos de estiagem, garantindo a segurança hídrica no município.

Após a análise dos aspectos técnicos, econômicos e ambientais, elencando as principais vantagens e desvantagens de cada uma das alternativas propostas, concluiu-se que a solução mais adequada para atender às necessidades do município é o sistema proposto pela segunda alternativa supracitada (Alternativa B).

A solução do estudo de concepção contemplava a substituição da balsa existente nas margens do Rio da Prata por uma nova. Essa troca visava aumentar a longevidade do sistema, uma vez que a estrutura apresenta sinais de desgaste, elucidado pela Figura 2.

Figura 2 - Balsa para captação existente no Rio da Prata.



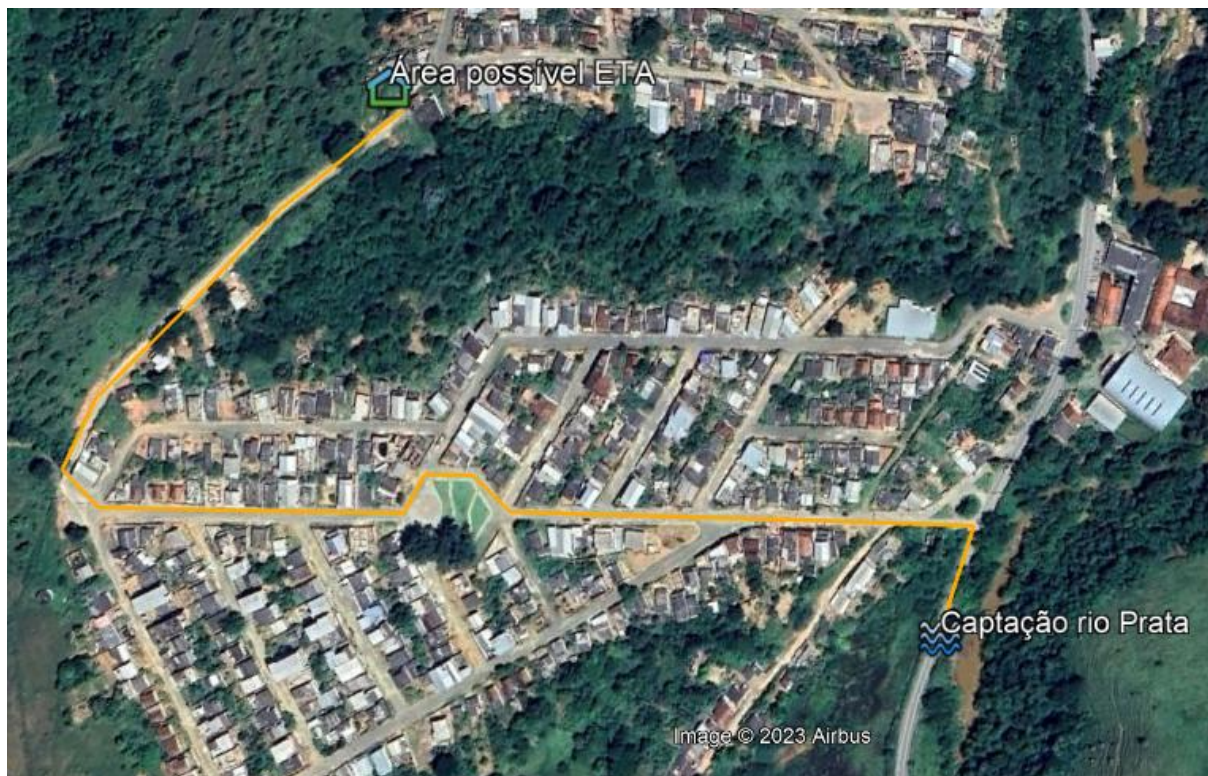
Fonte: Consórcio Equilíbrio-HIDROBR (2023)

Entretanto, ao iniciar a etapa do projeto básico, foi observada a inexecutabilidade de uma nova balsa pelo tamanho da área disponível. Dessa forma, foi proposta uma alteração do ponto de captação, a poucos metros de distância, e a implantação de uma pequena elevatória de água bruta para abrigo do novo conjunto motobomba. A descrição e dimensionamento da nova solução para captação e bombeamento são descritos nos itens a seguir.

Haverá também a substituição da adutora existente por uma em PVC DEFoFo de DN 300 mm, que percorrerá um trecho da MG-120 e seguirá até a Nova ETA. A unidade

de produção de água será implantada na parte mais alta do bairro Morada dos Heróis e o traçado da AAB será por recalque (Figura 3).

Figura 3 - Traçado da nova Adutora de Água Bruta



Fonte: HIDROBR (2023)

Com isso, será possível captar e aduzir por recalque uma vazão de 60 L/s até a Nova ETA, suficiente para atender à demanda de fim de projeto da cidade como explicitado no Estudo de Concepção.

A seguir, são apresentados os dimensionamentos e memórias de cálculos referentes às intervenções adotadas para a execução da alternativa escolhida.

5 DESCRIÇÃO DAS OBRAS

Apresentam-se a seguir as principais intervenções necessárias à reforma e ampliação do sistema de abastecimento de água existente:

- Implantação de tomada d'água com tubulação de sucção em Ferro Dúctil DN 350 mm no Rio Prata para a captação de 60 L/s;

- Implantação de uma EEAB e aquisição de 2 conjuntos motobomba (EBARA TH 80/250 125 CV), sendo um reserva, para o recalque da vazão captada no Rio Prata (60 L/s);
- Substituição da adutora de água bruta existente por uma adutora em PVC DEFoFo PN16 DN 300mm.
- Implantação de uma estação de tratamento de água compacta com capacidade de tratar 60L/s, cujo tratamento será convencional.

6 DIMENSIONAMENTO DAS ESTRUTURAS HIDRÁULICAS

O dimensionamento das estruturas hidráulicas é um processo essencial no projeto de sistemas de abastecimento de água. Consiste em determinar as características e especificações adequadas das diferentes componentes do sistema.

Esse processo envolve análises técnicas criteriosas para garantir que as estruturas sejam dimensionadas de acordo com as necessidades de vazão, pressão, armazenamento e eficiência operacional do sistema.

O dimensionamento das estruturas hidráulicas visa assegurar o funcionamento adequado do sistema de abastecimento de água, promovendo eficiência, a sustentabilidade e o atendimento das demandas da comunidade de forma confiável. Os tópicos abaixo apresentam os procedimentos utilizados para dimensionar a concepção escolhida.

6.1 PARÂMETROS DE PROJETO

6.1.1 CONSUMO PER-CAPITA

Conforme apresentado no Estudo de Concepção para o cálculo da demanda de água por dia, considera-se a quota per capita (QPC), a quota per capita efetiva e o índice de perdas do sistema (I), conforme a equação:

$$QPC = \frac{QPC_{efetiva}}{1 - I}$$

Foram adotados os valores para a quota per capita efetiva de água de 200 L/hab.dia e para o índice de perdas de 60%, conforme informado pela Prefeitura Municipal. Dessa forma, foi obtida uma QPC do sistema, para início de plano, igual a **500 L/hab.dia**.

Entretanto, visando o controle e combate de perdas, bem como ao alcance das metas estabelecidas pelo Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB), foi adotado, para fim de projeto, o índice de perdas igual a 30%. Ainda, considerou-se a redução gradual do consumo *per capita* a partir de ações de conscientização ambiental, até que fosse atingido o consumo de 118 L/hab.dia, conforme SNIS (2021).

Com isso, obteve-se uma QPC do sistema, para fim de plano, igual a **169 L/hab.dia**.

6.1.2 COEFICIENTES

Em relação aos coeficientes de demanda máxima diária e de demanda máxima horária, foram adotados os valores preconizados pela norma ABNT NBR 12.128:2017 que faz as condições exigíveis na elaboração de projetos de rede de distribuição de água para abastecimento público, sendo:

- Coeficiente de maior dia de consumo: $k_1 = 1,2$;
- Coeficiente de maior hora de consumo: $k_2 = 1,5$.

Além dos coeficientes supracitados, foram adotados os valores do índice de perdas físicas e comerciais do sistema, bem como o consumo das ETAs apresentados pela Prefeitura Municipal. Sendo:

- Índice de perdas (início de plano): 60%;
- Índice de perdas (fim de plano): 30%;
- Período médio de operação do sistema de produção: 24 horas/dia;
- Redução gradual do tempo de operação do sistema de produção;
- Consumo da ETA: 1,5%.

6.1.3 POPULAÇÃO ATENDIDA

Conforme estudos apresentados no Produto 2.1 - Estudo de Concepção, a projeção populacional de Nova Era realizada para o período de 20 anos, apresentou uma população total de final de plano (2044) de **16.739 habitantes**.

6.2 VAZÃO DE PRODUÇÃO

A vazão de produção necessária para atendimento total da população estimada para fim do horizonte de projeto foi calculada conforme a equação:

$$Q_{produção} = \frac{Q_{DMC} \times \left(\frac{24}{t}\right)}{(1 - qETA)}$$

Sendo:

- Q produção = vazão da unidade de produção (L/s)
- t = tempo de funcionamento da unidade de produção (18 horas/dia)
- qETA = consumo da unidade de produção (1,5%)

Dessa forma, foi obtida uma vazão de produção da ETA igual a 60 L/s para abastecer a população urbana do município.

6.3 CAPTAÇÃO DO RIO DA PRATA

Para captação de 60 L/s no Rio Prata, serão implementados uma tomada d'água com crivo, para remoção de materiais grosseiros, e um encoramento de pedra. A tubulação de tomada e de sucção será em ferro dúctil (DN 350) e a estrutura funcionará em regime hidráulico submerso (afogado), interligando diretamente a captação à sucção.

6.3.1 TOMADA D'ÁGUA

- Implantação de nova tomada d'água com crivo e gaiola de proteção (grade metálica);
- Implantação de tubulação de sucção em ferro dúctil, DN 350 mm e extensão de 20 m.

As informações do projeto são apresentadas na planta apresentada no Tomo II – Peças Gráficas.

As características topográficas da tomada d'água são:

- Nível d'água (NA) máximo: 506,5 m
- Cota de topo da gaiola de proteção: 505,00 m;
- Cota de fundo da geratriz inferior a montante: 503,8 m

6.3.2 SUCÇÃO

Seguem as características da tubulação de sucção:

- Tubulação de entrada e de sucção: Tubo Ferro dúctil DN 350 mm;
- Tubulação de recalque: Tubo PVC DEFoFo PN 16 DN 300 mm;
- Extensão da tubulação: 20,0 m
- Cota de fundo da geratriz inferior a montante: 503,8 m
- Cota de fundo da geratriz inferior a jusante: 510,60 m
- Altura de sucção: 6,8 m

6.4 ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA BRUTA

Este item apresenta a concepção do sistema de bombeamento que elevará a água bruta até a Nova ETA. O projeto prevê a implantação de dois conjuntos motobomba de 125 CV, com capacidade de recalque de vazão máxima igual a 60 L/s cada. Um dos conjuntos funcionará como sistema de bombeamento reserva.

Apresenta-se a seguir o dimensionamento dos conjuntos motobombas a serem implantados, sendo o ponto operacional $Q = 60 \text{ L/s}$ e $H_m = 115 \text{ m.c.a.}$

Tabela 1- Conjunto Motobomba a ser implantado

CONJUNTO ELEVATÓRIO	POTÊNCIA (CV)	ROTAÇÃO (RPM)	Q (M³/H) / L/S	HMT (MCA)
Conjunto motobomba I	125	3500	216/60	115

Fonte: Consórcio Equilíbrio-HIDROBR (2023)

Tabela 2 – Dimensionamento do conjunto motobomba a ser instalado

ELEVATÓRIA DE ÁGUA BRUTA RIO DA PRATA – NOVA ERA/MG	
DADOS BÁSICOS	
Vazão-Demanda máx. diária (L/s)	62,00
Vazão de recalque (L/s)	60,00

Diâmetro de sucção (mm)	350
Material da tubulação de sucção	Ferro dúctil
Coeficiente de Rugosidade (C)	140
Cota de fundo da geratriz da tubulação de entrada de sucção (m)	503,08
NA mín. sucção (m)	504,2
NA sucção (m)	505,0
NA máx. sucção (m)	506,50
Velocidade de sucção (m/s)	0,62
Cota de chegada da tubulação de recalque (m)	610,00
Diâmetro da linha de recalque (mm)	300
Velocidade de recalque (m/s)	0,85
Extensão de recalque (m)	960,0
DESNÍVEIS GEOMÉTRICOS	
Desnível geométrico máx. (m)	105,8
Desnível geométrico mín. (m)	103,5

Fonte: Consórcio Equilíbrio-HIDROBR (2023)

Tabela 3 – Dimensionamento das perdas de carga (contínua e localizada)

Perda de carga distribuída						
Linha de Recalque		$h_{fc1} = L \cdot 10,643 \cdot Q^{1,85} \cdot D^{-4,87} \cdot C^{-1,85} =$				1,98 m
Barrilete de Sucção		$h_{fc2} = L \cdot 10,643 \cdot Q^{1,85} \cdot D^{-4,87} \cdot C^{-1,85} =$				0,02 m
$h_{fcT} = h_{fc1} + h_{fc2} =$		2,0 m				

Perdas Localizadas						
Trecho	Descrição	Diâm. (mm)	K-unit	Quant.	K-total	Perda Localizada (m)
Captação	VÁLVULA DE PÉ COM CRIVO	350	4,00	1	4,00	0,0793
	CURVA 45° FERRO DUCTIL	350	0,20	8	1,60	0,0317
	REDUÇÃO CONCÊNTRICA C/ FLANGES F°DÚCTIL PN 16	200	0,15	2	0,30	0,0558
	REDUÇÃO EXCÊNTRICA COM FLANGES, PN16	125	0,15	2	0,30	0,3655
	CURVA 90° FERRO DÚCTIL PN 16	350	0,40	1	0,40	0,0079
	CURVA 90° FERRO DÚCTIL PN 16	300	0,40	4	1,60	0,0588
	VÁLVULA DE RETENÇÃO DUPLA PORTINHOLA EM F°DÚCTIL PN16, TIPO WAFFER 150 LBS	300	2,50	2	5,00	0,1836
	VÁLVULA DE GAVETA C/ FLANGES E CUNHA DE BORRACHA CORPO LONGO C/ VOLANTE PN 16	300	0,20	2	0,40	0,0147
	JUNTA DE DESMONTAGEM TRAVADA AXIALMENTE COM TIRANTES F°DÚCTIL PN16	300	0,40	2	0,80	0,0294
	TE 90° COM FLANGE PN 16	350	2,00	1	2,00	0,0396
	TE 90° COM FLANGE PN 16	300	2,00	1	2,00	0,0734
Travessia	CURVA 45° FERRO DUCTIL	4	0,80	4	0,80	0,0294
Linha de recalque	CURVA 11° FERRO DUCTIL	7	0,70	7	0,70	0,0257
	CURVA 45° FERRO DUCTIL	300	0,20	10	2,00	0,0734
TOTAL =					21,90	1,0682
Altura manométrica						
Altura manométrica máxima (m)					108,87	
Altura manométrica mínima (m)					106,57	

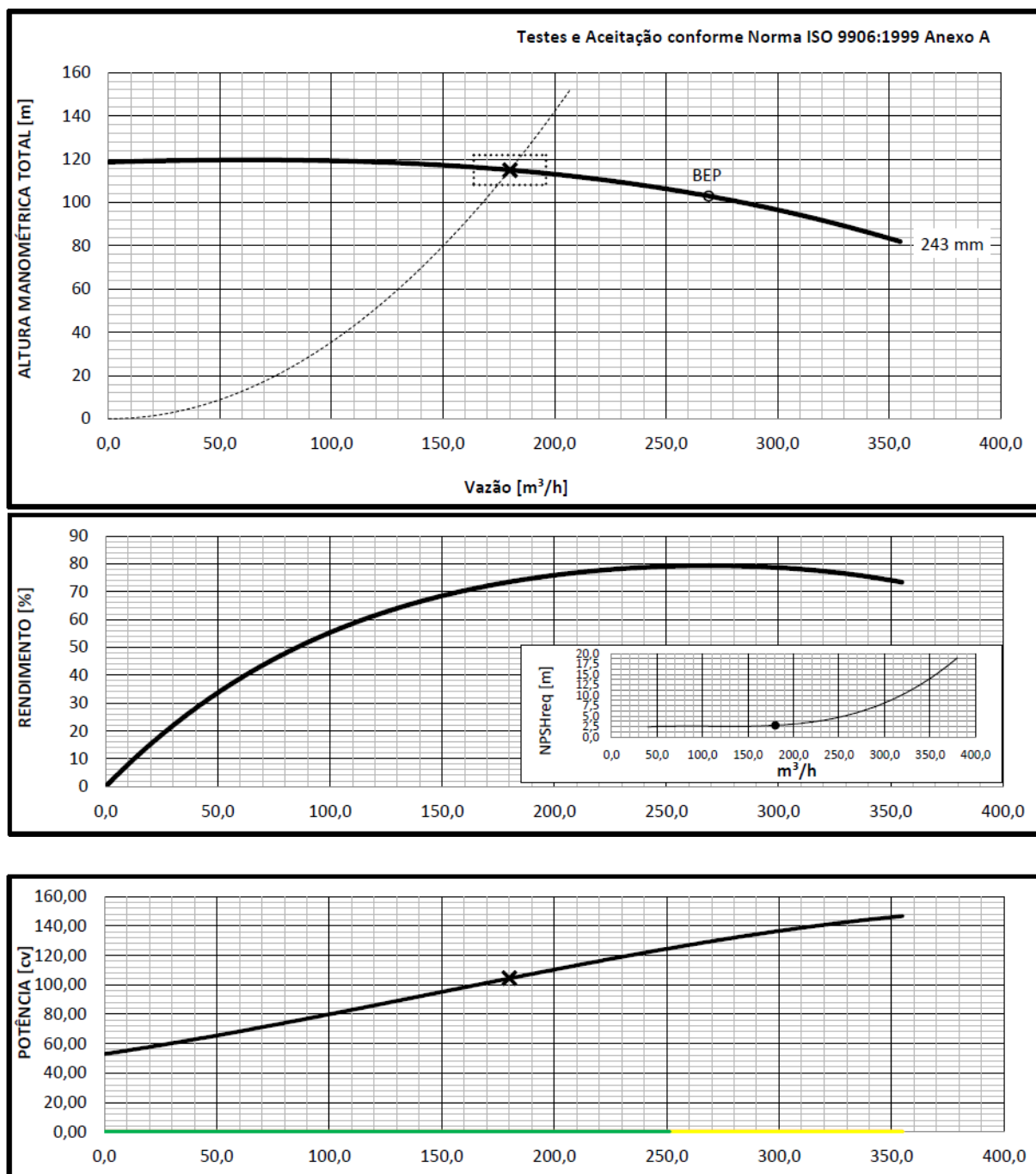
Fonte: Consórcio Equilíbrio-HIDROBR (2023)

Foi adotada a altura manométrica de 115 m, de forma a utilizar o rotor específico da bomba selecionada e prover o sistema de uma pequena folga na pressão de recalque.

A seguir, serão apresentadas as características e a curva de performance da bomba selecionada (Figura 4):

- Fabricante: EBARA;
- Modelo: TH 80/250;
- Vazão: 60 L/s;
- Altura manométrica: 115 m;
- Rotação: 3500 rpm;
- Diâmetro do rotor: 243 mm;
- Potência: 125 cv;
- Tensão: 220/380/440/760 V;

Figura 4 - Curva de performance da bomba a ser implantada – 125 CV



Fonte: Consórcio Equilíbrio-HIDROBR (2023)

Conforme a curva da bomba apresentada (Figura 4), o NPSH requerido é de 3,0 metros. Já o NPSH disponível foi calculado, de acordo com a Tabela 4, sendo este superior ao requerido.

Tabela 4 – Cálculo do NPSH (Net Positive Suction Head)

CÁLCULO DO NPSH (Net Positive Suction Head)	
MÉDIA DE TEMPERATURA (°C)	20,00
ROTAÇÃO NOMINAL DA BOMBA (RPM)	3500
ALTURA DE SUCÇÃO (M)	6,8
PRESSÃO ATMOSFÉRICA (M)	9,82
PRESSÃO DE VAPOR (M)	0,23
PERDA DE CARGA NA SUCÇÃO (M)	0,02
$NPSH = Pa - (H_{sucção} - Pv - Hf_{sucção})$	
NPSH REQUERIDO (M)	3,00
NPSH DISPONÍVEL (M)	3,27

Fonte: Consórcio Equilíbrio-HIDROBR (2023)

Consta que a eficiência disponível é de 74,0% e a potência a ser instalada será de 125 CV.p

6.5 ADUTORA DE ÁGUA BRUTA (RECALQUE)

Está prevista a implantação de uma adutora de água bruta, concebida predominantemente em PVC DEFoFo PN 16 DN 300mm que se inicia na estação elevatória e é direcionada até a nova ETA.

A rede adutora de água bruta proposta possui as seguintes características operacionais:

- Diâmetro: 300 mm;
- Material: DEFoFo PN 16;
- Extensão total: 960,0 m;
- Extensão em Ferro Dúctil: 27,0 m
- Extensão em PVC DEFoFo: 933,0 m
- Vazão máxima: 62 L/s;
- Vazão de recalque: 60 L/s

- Velocidade média: 0,85 m/s;
- Cota geratriz inferior da sucção: 503,8 m;
- Cota geratriz superior da sucção: 504,2
- Cota de chegada da tubulação de recalque: 610,0

O dimensionamento completo da adutora de água bruta pode ser consultado no APÊNDICE 03.

6.5.1 DESNÍVEL GEOMÉTRICO MÁXIMO (H_g)

$$H_g = \text{Cota de Lançamento} - \text{Cota de Captação}$$

$$H_g = 610,0 - 504,2$$

$$H_g = 105,8 \text{ m}$$

6.5.2 LINHA DE RECALQUE

A adutora de água bruta constitui-se de sistema de linha de recalque, que para pleno funcionamento, faz-se necessário considerar o modelo de motobombas especificado e as perdas de carga calculadas no item 6.4.

6.5.2.1 Diâmetro da Linha de Recalque

Para a implantação da nova adução de água bruta, com vazão de 60 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 $k = 1,1$;

Q (vazão de recalque) = 0,060 m³/s.

$$D = 269 \text{ mm ou } 0,269 \text{ m}$$

O diâmetro encontrado foi de 269 mm. Dessa forma, como não há diâmetro comercial deste valor, o tubo adotado foi o **PVC DEFoFo PN 16 com diâmetro de 300 mm.**

6.5.2.2 Comprimento da Linha de Recalque

A distância entre o início da tubulação de água bruta do Rio da Prata e a nova ETA será de **960,0m**. Destes, **aproximadamente 24,0 m serão em Ferro Dúctil PN 16 com diâmetro de 300 mm**, conforme planta (Tomo II – Peças Gráficas). Nesse trecho está localizada a travessia da rodovia estadual e o material supracitado foi proposto para suportar maiores pressões na tubulação. Após a travessia, a tubulação inicia e vai até à ETA com material PVC DEFoFo PN 16.

6.5.3 PERDA DE CARGA

6.5.3.1 Perda de Carga Localizada ($h_{f\text{localizada}}$)

Para estimativa da perda de carga localizada foi empregada a fórmula universal da equação da continuidade, conforme apresentado no item 6.4.

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

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): 0,85 m/s;

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

6.5.3.2 Perda de Carga Linear

Foi utilizada a fórmula de HAZEN-WILLIAMS, empregando, para tal, o coeficiente de rugosidade para tubo DEFoFo ($C = 145$):

$$H_f = 10,643 \frac{L}{D^{4,87}} \left(\frac{Q}{C} \right)^{1,852}$$

Sendo:

H_f – perda de carga (m);

L – Comprimento da tubulação (m) = 960,0 m;

Q – Vazão (m³/s) = 0,06 m³/s;

C – Coeficiente de rugosidade = 145

D – Diâmetro da tubulação (m) = 0,3 m.

$$H_f = 1,98m$$

6.5.3.3 Perda de Carga Total

A perda de carga total foi apresentada no item 6.4 e foi calculada pela seguinte equação:

$$J_t = h_{f(localizada)} + h_{f(\frac{linear}{recalque})} + h_{f(\frac{linear}{sucção})}$$

$$J_t = 3,07 m$$

6.5.4 ALTURA MANOMÉTRICA

A perda de carga total foi apresentada no item 6.4 e foi calculada pela seguinte equação:

$$H_m = \Delta Z + J_t$$

Em que:

- H_m = altura manométrica;
- $\Delta Z = CTR - CT_{cap} - PD_{mín}$;
- J_t = perda de carga total.

$$H_m = 108,87 m$$

Como mencionado, adotou-se altura manométrica igual a 115,0 m com um fator de segurança.

6.5.5 BLOCOS DE ANCORAGEM

Os blocos de ancoragem têm por finalidade equilibrar os esforços provenientes de empuxos hidráulicos, que resultam de curvas nas linhas de recalque.

Serão construídos blocos de ancoragem nas deflexões e derivações da adutora de água bruta (recalque). Os blocos da adutora que transmitirão os esforços para o terreno foram dimensionados segundo uma pressão máxima permitida de 80 m.c.a., ou seja, 8 kg/cm².

6.5.5.1 Cálculo do Empuxo

Para o cálculo do empuxo, utilizou-se as seguintes equações:

- Para curvas:

$$E = 2 \times S \times P \times \text{Sen} \sigma / 2$$

- Para têes e tampões:

$$E = S \times P$$

Sendo:

S = seção da tubulação (DN 300 mm) ($\cong 707 \text{ cm}^2$)

P = pressão interna máxima (8,0 kgf/ cm²)

σ = ângulo de deflexão

6.5.5.2 Cálculo da Área de Contato

Área de contato do bloco de ancoragem:

$$Ab = \frac{E}{Cs}$$

Em que:

- A_b = área de contato do bloco de ancoragem com o solo, perpendicular à direção do empuxo (cm²);
- E = empuxo hidrostático (kg);
- C_s = capacidade de suporte do solo (taxa admissível do terreno – 1,0 kg/cm²).

Tabela 5 – Capacidade de suporte estimada para o solo

TIPO DE SOLO	CAPACIDADE DE SUPORTE (Kpa)
Solo Orgânico, Tufa, etc.	0
Argila Mole	25
Areia	50
Areia com Cascalho	75
Areia com Cascalho e Argila	100
Areia com Cascalho, ligados com Argila	200
Solos Duros	250

Fonte: Manual Técnico Amanco (2014) – Adaptado por Consórcio Equilíbrio-HIDROBR (2023)

6.5.5.3 Dimensionamento dos Blocos de Ancoragem

Tabela 6 – Dimensionamento dos blocos de ancoragem

DESCRIÇÃO	DIÂMETRO (cm)	ÂNGULO	TAXA ADMISSÍVEL DO TERRENO (Kgf/cm ²)	PRESSÃO MAX (Kgf/cm ²)	EMPUXO (Kgf)	ÁREA DE CONTATO (cm ²)	BLOCO
CURVA 45°	30	0,79	1	8	4328,05	4328,05	B-0
CURVAS 22°	30	0,39	1	8	2206,42	2206,42	B-1
CURVAS 11°	30	0,20	1	8	1108,55	1108,55	B-2

Fonte: Consórcio Equilíbrio-HIDROBR (2023)

Considerando o resultado apresentado no quadro acima, foram calculadas as dimensões dos blocos de ancoragem conforme equação abaixo:

$$a = \frac{S \times P}{\tau \times h} \times \operatorname{tg} \sigma / 2$$

Onde:

a = lado de encosto (cm)

h = altura do bloco (cm)

S = seção da tubulação (DN 300 mm) ($\cong 707 \text{ cm}^2$)

P = pressão interna máxima (8,0 kgf/ cm²)

σ = ângulo de deflexão

τ = taxa admissível no terreno (1 kg/ cm²)

Tabela 7 – Dimensões consideradas para os blocos

BLOCO TIPO	LADO DE ENCOSTO	DIMENSÕES (cm)			VOLUME (m ³)	PESO (Kgf)
		COMP.	LARG.	ALT.		
0	47	50	50	50	0,125	312,5
1	32	35	35	35	0,043	107,5
2	32	25	25	25	0,016	40

Fonte: Consórcio Equilíbrio-HIDROBR (2023)

6.6 GOLPE DE ARÍETE

6.6.1 DETERMINAÇÃO DE SOBREPRESSÃO E SUBPRESSÃO (GOLPE DE ARÍETE)

O cálculo abaixo é referente a adutora que vai da EEAB até a interligação com a rede de gravidade.

6.6.1.1 Cálculo do tempo (Δt) de Parada de Escoamento Conforme Mendiluce

De acordo com Azevedo Netto, o valor do tempo Δt é obtido por meio de fórmulas experimentais ou empíricas. Uma das fórmulas mais usadas é a fórmula empírica de Mendiluce:

$$\Delta t = 1 + \frac{K \cdot L \cdot V}{g \cdot H_{man}}$$

Em que:

- L = comprimento da tubulação (m);
- K = coeficiente, tal que:
 - L < 500m: K = 2
 - 500 < L < 1500m: K = 1,5
 - L > 1500m: K = 1;
- V = velocidade de escoamento (m/s);
- g = aceleração da gravidade (m/s²);
- H_{man} = Altura manométrica (m).

6.6.1.2 Cálculo da Celeridade (C)

A Celeridade refere-se à velocidade com que a onda de pressão se desloca em uma tubulação. A velocidade de propagação da onda pode ser calculada por meio da fórmula de Allievi, recomendada por Azevedo Netto (2015), em que:

$$C = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + k \cdot \frac{D}{e}}}$$

Em que:

- D = diâmetro da tubulação (mm);
- e = espessura da parede do tubo (mm);
- k = coeficiente que depende do material do tubo
k= 18 para tubos plásticos.

6.6.1.3 Cálculo do Golpe de Aríete

A escolha da fórmula a ser adotada fica na dependência do cálculo de $C \cdot \Delta t / 2$ e sua comparação com o valor do comprimento da rede.

$$C \frac{\Delta t}{2}$$

Se:

- $C \frac{\Delta t}{2} > L \rightarrow \text{MICHAUD}$

Logo, tem-se:

$$\Delta H = \frac{2 \cdot L \cdot V}{g \cdot \Delta t}$$

- $C \frac{\Delta t}{2} < L \rightarrow \text{ALLIEVI}$

Logo, tem-se:

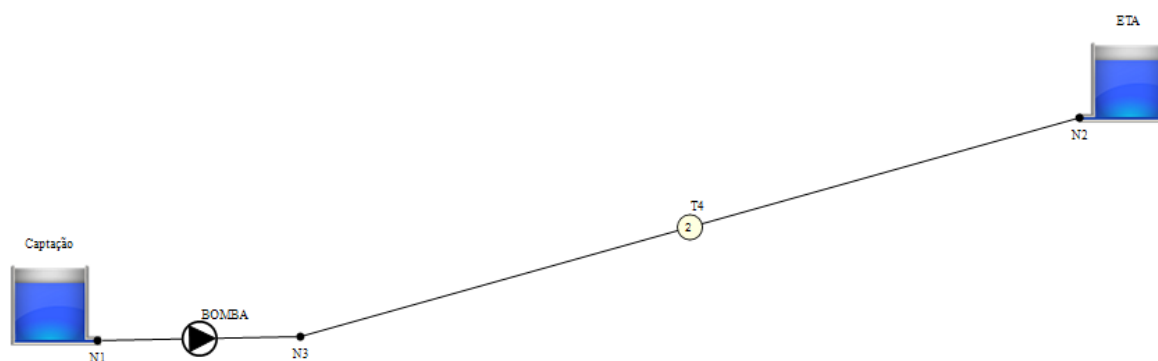
$$\Delta H = \frac{C \cdot V}{g}$$

As pressões atuantes foram verificadas mediante utilização do software gratuito Allievi, que simula pressões transientes em sistemas de distribuição de fluxo. O estudo dos transientes hidráulicos foram realizados para o sistema completo,

considerando a adutora de gravidade e recalque, uma vez que elas são interligadas e podem funcionar ao mesmo tempo.

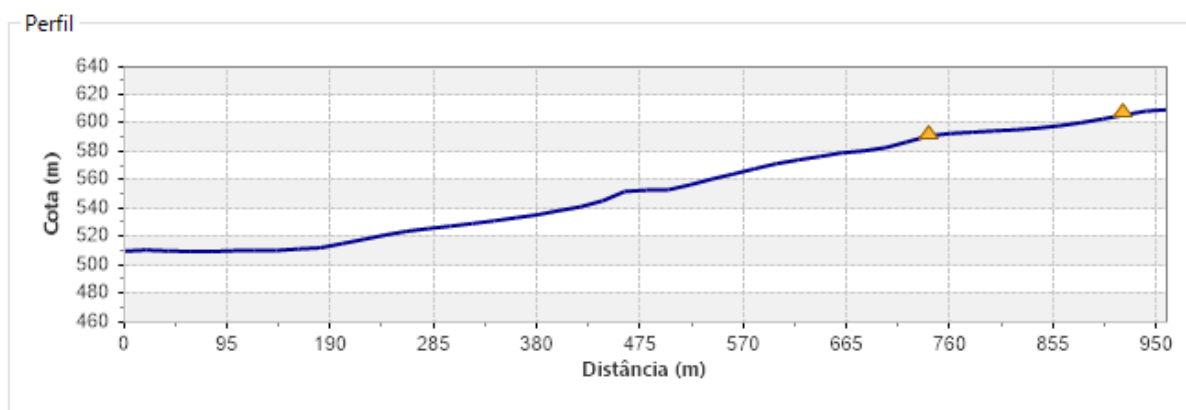
As figuras 3 a 6 apresentam o esquema de cálculo efetuado pelo software Allievi.

Figura 5 - Desenho Esquemático de Água Bruta



Fonte: Consórcio Equilíbrio-HIDROBR (2023)

Figura 6 - Perfil da Adutora de Água Bruta.



Fonte: Consórcio Equilíbrio-HIDROBR (2023)

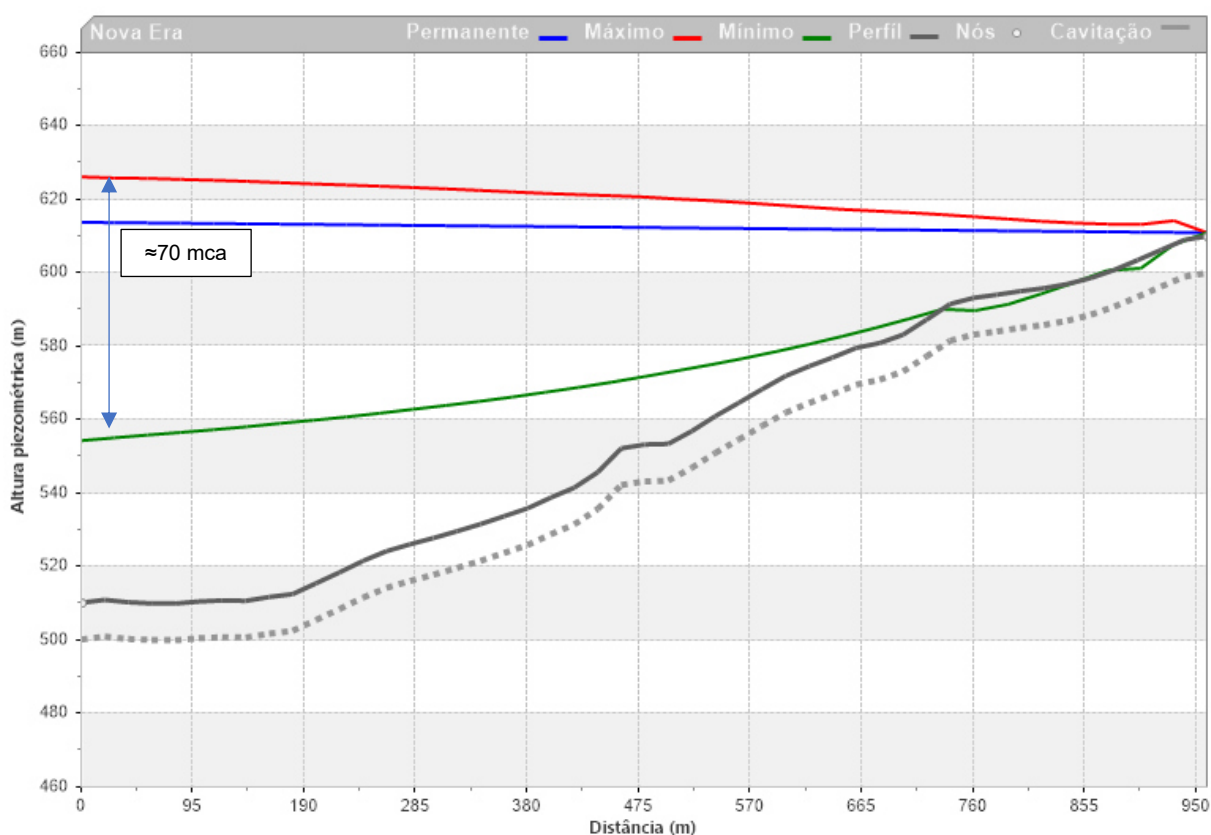
6.6.1.4 Verificação das envoltórias piezométricas

Os resultados são apresentados em forma de envoltória tanto sob a perspectiva da variação da altura piezométrica quanto das pressões. Essa envoltória é composta pelas linhas de resultados apresentados para cada trecho das adutoras em:

- Regime Permanente;
- Máximo atingido no transiente;
- Mínimo atingido no transiente;
- Perfil do terreno;
- Linha limite de cavitação.

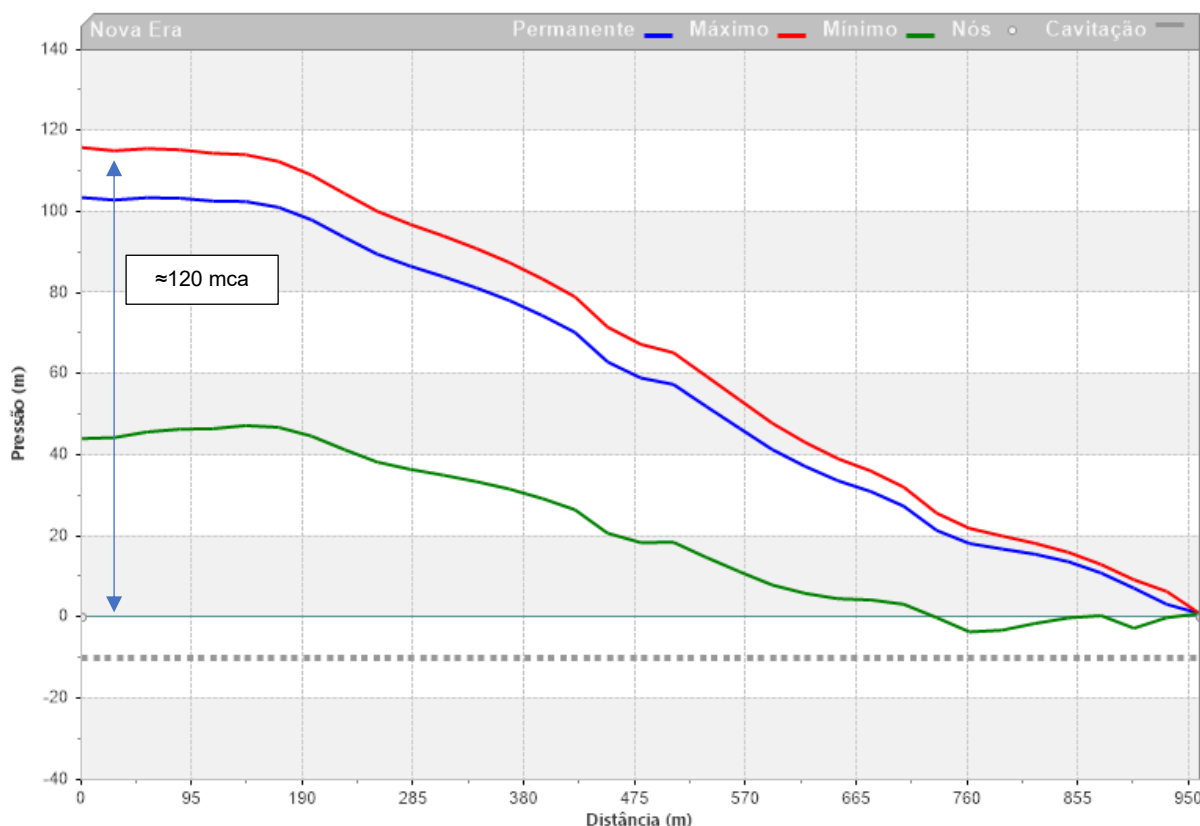
As curvas de altura piezométrica e pressão para os diferentes cenários são apresentadas nas figuras 5 e 6, respectivamente.

Figura 7 - Envoltória das alturas piezométricas máximas e mínimas



Fonte: Consórcio Equilíbrio-HIDROBR (2023)

Figura 8 – Envoltória das pressões máximas e mínimas



Fonte: Consórcio Equilíbrio-HIDROBR (2023)

Com base nas figuras 9 e 10, observa-se que a envoltória mínima não chega nem perto do limite de cavitação, resultando assim em uma boa estabilidade da rede tanto em nível permanente quanto transitório. É preciso salientar que a cavitação causa a transformação da água em vapor causando sérios desgaste à tubulação.

Em relação as pressões máximas, verifica-se que elas atingem até 120mca. Assim, a Pressão Máxima de Serviço (PMS) – definida como a pressão interna máxima, incluindo o golpe de aríete, que um componente pode suportar em serviço - da tubulação de PVC DEFoFo PN16 adotada no projeto é de 1,6 Mpa, ou seja, aproximadamente 160mca. Com esse resultado, as pressões existentes na tubulação de adução, atendem a capacidade de pressão do material.

6.7 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA (ETA)

A Estação de Tratamento de Água proposta será pressurizada, cuja estrutura difere das ETAs convencionais pela fonte geradora do movimento da água. Numa ETA convencional aberta, a água bruta percorre vários tanques e compartimentos (que combinam obras de alvenaria e estruturas de ferro) pelo modo gravitacional. Por sua vez, o funcionamento de uma ETA compacta fechada depende da pressurização da água no interior dos tanques para a execução das etapas de tratamento.

A unidade deverá possuir capacidade nominal de 60 L/s, garantindo que a água produzida atenda integralmente aos padrões de potabilidade vigentes.

A definição tecnológica e a configuração dos módulos serão de responsabilidade do fornecedor contratado, devendo atender às condições locais de implantação previstas em projeto, especialmente quanto à área disponível, arranjo físico e acessos, ficando sujeitas à aprovação da Fiscalização.

A água tratada será recalçada, por meio de estação elevatória, até o reservatório de distribuição do sistema.

Figura 9 – Representação esquemática – ETA compacta fechada.



Fonte: Imagem meramente ilustrativa.

No Tomo II – Peças Gráficas encontra-se apresentado modelo referencial de ETA compacta, com caráter meramente ilustrativo, correspondente a sistema comercializado no país. A escolha do sistema a ser implantado caberá ao responsável pela execução das obras, devendo ser observadas as disposições estabelecidas neste item.

7 APÊNDICES

7.1 APÊNDICE 01 – ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA (ART)



Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-MG

ART OBRA / SERVIÇO
Nº MG20221685727

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais

INICIAL
 EQUIPE - ART PRINCIPAL

1. Responsável Técnico

TIAGO DE SOUZA ALVES

Título profissional: **ENGENHEIRO CIVIL**

RNP: **1400848563**

Registro: **MG0000156303D MG**

Empresa contratada: **CONSORCIO EQUILIBRIO-HIDROBR LTDA**

Registro Nacional: **0001222538-MG**

2. Dados do Contrato

Contratante: **ASSOCIAÇÃO PRÓ-GESTÃO DAS ÁGUAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - AGEVAP - FILIAL GOV. VALADARES-MG**

CPF/CNPJ: **05.422.000/0002-84**

RUA PRUDENTE DE MORAIS

Nº: **1023**

Complemento:

Bairro: **CENTRO**

Cidade: **GOVERNADOR VALADARES**

UF: **MG**

CEP: **35020460**

Contrato: **022/2022**

Celebrado em: **16/11/2022**

Valor: **R\$ 2.336.180,20**

Tipo de contratante: **Pessoa Jurídica de Direito Privado**

Ação Institucional: **Outros**

3. Dados da Obra/Serviço

RUA PRUDENTE DE MORAIS

Nº: **1023**

Complemento:

Bairro: **CENTRO**

Cidade: **GOVERNADOR VALADARES**

UF: **MG**

CEP: **35020460**

Data de Início: **23/11/2022**

Previsão de término: **22/11/2023**

Coordenadas Geográficas: **0, 0**

Finalidade: **SANEAMENTO BÁSICO**

Código: **Não Especificado**

Proprietário: **ASSOCIAÇÃO PRÓ-GESTÃO DAS ÁGUAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - AGEVAP - FILIAL GOV. VALADARES-MG**

CPF/CNPJ: **05.422.000/0002-84**

4. Atividade Técnica

	Quantidade	Unidade
10 - Coordenação		
25 - Coordenação > SANEAMENTO AMBIENTAL > SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA > DE SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA > #6.1.3.4 - ADUÇÃO DE ÁGUA	11,00	un
25 - Coordenação > SANEAMENTO AMBIENTAL > SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA > DE SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA > #6.1.3.3 - CAPTAÇÃO SUPERFICIAL DE ÁGUA	11,00	un
25 - Coordenação > SANEAMENTO AMBIENTAL > SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA > DE SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA > #6.1.3.6 - TANQUES OU RESERVATÓRIOS DE ÁGUA	11,00	un
14 - Elaboração		
80 - Projeto > SANEAMENTO AMBIENTAL > SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA > DE SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA > #6.1.3.3 - CAPTAÇÃO SUPERFICIAL DE ÁGUA	11,00	un
80 - Projeto > SANEAMENTO AMBIENTAL > SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA > DE SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA > #6.1.3.4 - ADUÇÃO DE ÁGUA	11,00	un
80 - Projeto > SANEAMENTO AMBIENTAL > SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA > DE SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA > #6.1.3.6 - TANQUES OU RESERVATÓRIOS DE ÁGUA	11,00	un
80 - Projeto > ESTRUTURAS > ESTRUTURAS DE CONCRETO E ARGAMASSA ARMADA > #2.1.1 - DE ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO	11,00	un
67 - Levantamento > TOPOGRAFIA > LEVANTAMENTOS TOPOGRÁFICOS BÁSICOS > DE LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO > #33.1.1.3 - PLANIALTIMÉTRICO	11,00	un
35 - Elaboração de orçamento > SANEAMENTO AMBIENTAL > SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA > DE SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA > #6.1.3.3 - CAPTAÇÃO SUPERFICIAL DE ÁGUA	11,00	un
35 - Elaboração de orçamento > SANEAMENTO AMBIENTAL > SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA > DE SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA > #6.1.3.4 - ADUÇÃO DE ÁGUA	11,00	un
35 - Elaboração de orçamento > SANEAMENTO AMBIENTAL > SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA > DE SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA > #6.1.3.6 - TANQUES OU RESERVATÓRIOS DE ÁGUA	11,00	un
4 - Concepção		
40 - Estudo > SANEAMENTO AMBIENTAL > SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA > DE SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA > #6.1.3.3 - CAPTAÇÃO SUPERFICIAL DE ÁGUA	11,00	un

A autenticidade desta ART pode ser verificada em: <https://crea-mg.sitac.com.br/publico/>, com a chave: xz4YB
 Impresso em: 08/12/2022 às 17:21:56 por: , ip: 45.70.35.61

www.crea-mg.org.br

atendimento@crea-mg.org.br

Tel: 031 2732

Fax:





Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-MG

ART OBRA / SERVIÇO
Nº MG20221685727

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais

INICIAL
 EQUIPE - ART PRINCIPAL

40 - Estudo > SANEAMENTO AMBIENTAL > SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA > DE SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA > #6.1.3.4 - ADUÇÃO DE ÁGUA

11,00

un

40 - Estudo > SANEAMENTO AMBIENTAL > SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA > DE SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA > #6.1.3.6 - TANQUES OU RESERVATÓRIOS DE ÁGUA

11,00

un

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deve proceder a baixa desta ART

5. Observações

ELABORAÇÃO DE ESTUDOS DE CONCEPÇÃO, PROJETOS BÁSICOS E EXECUTIVOS DE ESTRUTURA HIDRÁULICAS PARA GARANTIA DA SEGURANÇA HÍDRICA EM CONSONÂNCIA COM O PROGRAMA P21 - PROGRAMA DE INCREMENTO DE DISPONIBILIDADE HÍDRICA EM 11 MUNICÍPIOS DA BACIA DO RIO DOCE CONFORME CONTRATO.

6. Declarações

- Declaro estar ciente de que devo cumprir as regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no decreto n. 5296/2004.

- A Resolução nº 1.094/17 instituiu o Livro de Ordem de obras e serviços que será obrigatório para a emissão de Certidão de Acervo Técnico - CAT aos responsáveis pela execução e fiscalização de obras iniciadas a partir de 1º de janeiro de 2018. (Res. 1.094, Confea).

- Declaro, nos termos da Lei Federal nº 13.709, de 14 de agosto de 2018 - Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD), que estou ciente de que meus dados pessoais e eventuais documentos por mim apresentados nesta solicitação serão utilizados conforme a Política de Privacidade do CREA-MG, que encontra-se à disposição no seguinte endereço eletrônico: <https://www.crea-mg.org.br/transparencia/lcpd/politica-privacidade-dados>. Em caso de cadastro de ART para PESSOA FÍSICA, declaro que informei ao CONTRATANTE e ao PROPRIETÁRIO que para a emissão desta ART é necessário cadastrar nos sistemas do CREA-MG, em campos específicos, os seguintes dados pessoais: nome, CPF e endereço. Por fim, declaro que estou ciente que é proibida a inserção de qualquer dado pessoal no campo "observação" da ART, seja meu ou de terceiros.

- Declaro, nos termos da Lei Federal nº 13.709, de 14 de agosto de 2018 - Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD), que estou ciente de que não posso compartilhar a ART com terceiros sem o devido consentimento do contratante e/ou do(a) proprietário(a), exceto para cumprimento de dever legal.

7. Entidade de Classe

INEA - Instituto de Engenharia, Agronomia e Arquitetura do Leste de Minas

Assinado de forma digital por TIAGO DE SOUZA ALVES:06651562606
 Dados: 2026.02.24 16:34:41 -03'00'

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

TIAGO DE SOUZA ALVES - CPF: 066.515.626-06

_____, _____ de _____ de _____
 Local data

ASSOCIAÇÃO PRÓ-GESTÃO DAS ÁGUAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - AGEVAP - FILIAL GOV. VALADARES-MG - CNPJ: 05.422.000/0002-84

9. Informações

* A ART é válida somente quando quitada, mediante apresentação do comprovante do pagamento ou conferência no site do Crea.

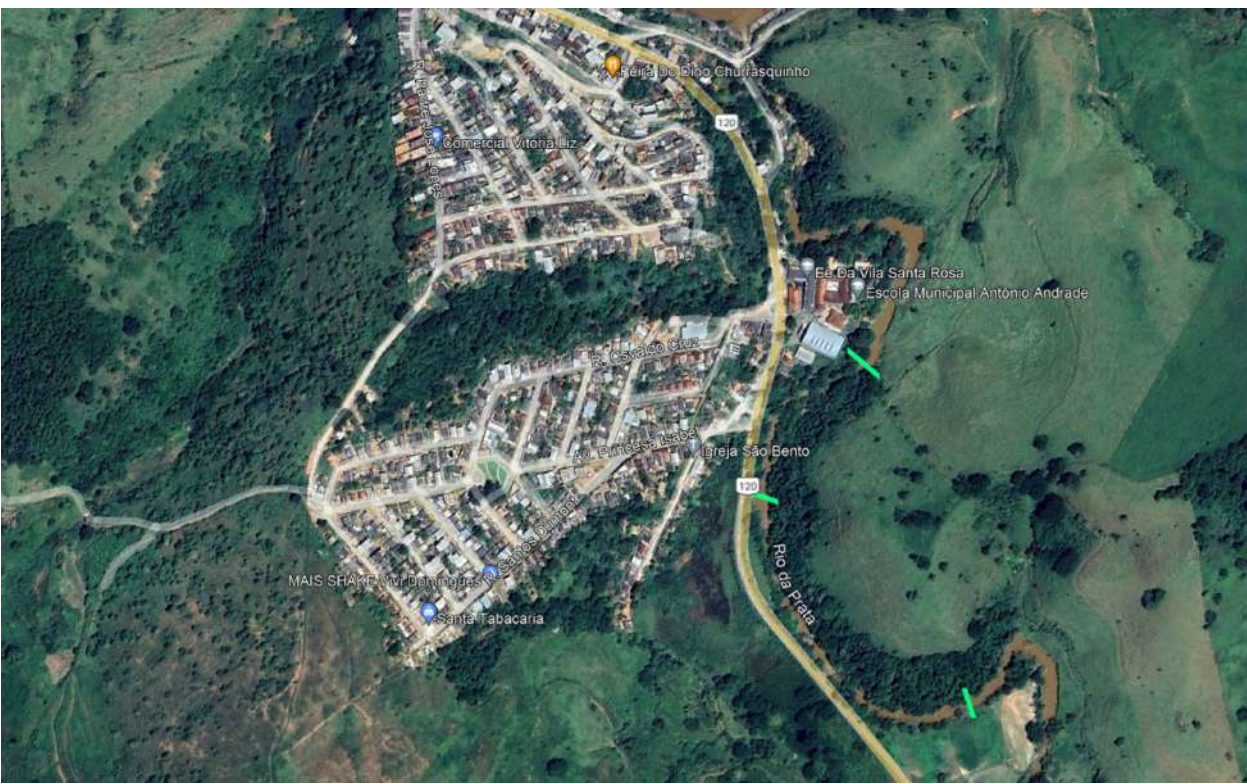
10. Valor

Valor da ART: **R\$ 233,94** Registrada em: **08/12/2022** Valor pago: **R\$ 233,94** Nosso Número: **8599953758**

A autenticidade desta ART pode ser verificada em: <https://crea-mg.sitac.com.br/publico/>, com a chave: xz4YB
 Impresso em: 08/12/2022 às 17:21:57 por: , ip: 45.70.35.61



7.2 APÊNDICE 02 – LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO



NOTAS:

1 - OS SISTEMAS DE REFERÊNCIA E PROJEÇÃO SÃO SIRGAS 2000 E UTM, RESPECTIVAMENTE (FUSO 23S).

	Curva Mestra		Terreno		Córrego
	Curva Intermediária		PV		Poste
	Eixo Perfil		Córrego		Via em bloquet
	Bueiro		Canaleta		Via asfaltada
					Edificação



 AVENIDA BRASIL, Nº 888, SALA 1401, BAIRRO SANTA EFIGÊNIA - BELO HORIZONTE/MG
 TELEFONE: (31) 3504-2733
 CNPJ: 48.422.579/0001-07

7.3 APÊNDICE 03 – DIMENSIONAMENTO DA ADUTORA DE ÁGUA BRUTA (RECALQUE)

PROJETO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DIMENSIONAMENTO REDE ADUTORA DE ÁGUA BRUTA LOCALIDADE: NOVA ERA/MG

VAZÕES

VAZÃO DE BOMBEAMENTO	60 L/S
----------------------	--------

DADOS GERAIS DO PROJETO

População (hab) - fim de projeto	16739
QPC (L/hab.dia)	169
Qmáx (L/s)	62
Coefficiente de Rugosidade (PVC DEFoFo)	145
Aceleração da gravidade (m²/s)	9,81
Cota de nível mínimo de sucção	504,2
Cota da bomba (m)	510,6
Cota geratriz inferior da tubulação de sucção (m)	503,8
Cota de chegada da linha de recalque (m)	610
Desnível geométrico máximo (m)	105,8
Comprimento da linha de recalque (m)	960
Comprimento de Sucção (m)	20
Altura de Sucção (m)	6,8

CÁLCULO DO DIÂMETRO DA TUBULAÇÃO DE RECALQUE E PERDA DE CARGA CONTÍNUA

Valor de k	1,1
Diâmetro econômico (m) $D=k\sqrt{Q}$ (Bresse)	0,269
Diâmetro adotado (m)	0,3

Tubulação adotada: TUBO PVC DEFoFo PN 16 DN 300

Perda de carga contínua

Velocidade (m/s)	0,85
Perda de carga contínua (m)	1,98
Coefficiente de Rugosidade PVC DEFoFo	145

CÁLCULO DO DIÂMETRO DA TUBULAÇÃO DE SUCÇÃO E PERDA DE CARGA CONTÍNUA

Valor de k	1,3
Diâmetro econômico (m) $D=k\sqrt{Q}$ (Bresse)	0,318
Diâmetro adotado (m)	0,35

Tubulação adotada: TUBO Ferro Dúctil DN 350

Perda de carga contínua

Velocidade (m/s)	0,62
Perda de carga contínua (m)	0,02
Coefficiente de Rugosidade FoFo	140
Σ perda de Carga contínua (m)	2,00

CÁLCULO DA PERDA DE CARGA LOCALIZADA

Trecho	Descrição	Diâm. (mm)	K-unit	Quant .	K-total	Perda Localizada (m)
Captação	VÁLVULA DE PÉ COM CRIVO	350	4,00	1	4,00	0,0793
	CURVA 45° FERRO DUCTIL	350	0,20	8	1,60	0,0317
	REDUÇÃO CONCÊNTRICA C/ FLANGES FºDÚCTIL PN 16	200	0,15	2	0,30	0,0558
	REDUÇÃO EXCÊNTRICA COM FLANGES, PN16	125	0,15	2	0,30	0,3655
	CURVA 90° FERRO DÚCTIL PN 16	350	0,40	1	0,40	0,0079
	CURVA 90° FERRO DÚCTIL PN 16	300	0,40	4	1,60	0,0588
	VÁLVULA DE RETENÇÃO DUPLA PORTINHOLA EM FºDÚCTIL PN16, TIPO WAFFER 150 LBS	300	2,50	2	5,00	0,1836
	VÁLVULA DE GAVETA C/ FLANGES E CUNHA DE BORRACHA CORPO LONGO C/ VOLANTE PN 16	300	0,20	2	0,40	0,0147
	JUNTA DE DESMONTAGEM TRAVADA AXIALMENTE COM TIRANTES FºDÚCTIL PN16	300	0,40	2	0,80	0,0294
	TE 90° COM FLANGE PN 16	350	2,00	1	2,00	0,0396
	TE 90° COM FLANGE PN 16	300	2,00	1	2,00	0,0734
Travessia	CURVA 45° FERRO DUCTIL	300	0,20	4	0,80	0,0294
Linha de recalque	CURVA 11° FERRO DUCTIL	300	0,10	7	0,70	0,0257
	CURVA 45° FERRO DUCTIL	300	0,20	10	2,00	0,0734
TOTAL					21,90	1,0682

ALTURA MANOMÉTRICA

Altura manométrica
(mca)

108,87 m

BLOCO DE ANCORAGEM

DESCRIÇÃO	DIÂMETRO (cm)	ÂNGULO	TAXA ADMISSIVEL DO TERRENO (Kgf/cm ²)	PRESSÃO MAX (Kgf/cm ²)	EMPUXO (Kgf)	ÁREA DE CONTATO (cm ²)	BLOCO	Lado de enconsto
CURVA 90°	30	1,57	1	8	7997,19	7997,19	B-0	81
CURVAS 45°	30	0,79	1	8	4328,05	4328,05	B-1	47
CURVAS 22°	30	0,39	1	8	2206,42	2206,42	B-2	32

Adotou-se tipo de solo: Areia com cascalho e argila

BLOCO TIPO	DIMENSÕES (cm)			VOLUME (m ³)	PESO (Kgf)
	COMP.	LARG.	ALT.		
0	80	80	70	0,448	1120
1	50	50	50	0,125	312,5
2	35	35	35	0,043	107,5

TIPO DE SOLO	CAPACIDADE DE SUPORTE Kpa)
Solo Orgânico	0
Argila Mole	25
Areia	50
Areia com Cascalho	75
Areia com Cascalho e Argila	100
Areia com Cascalho, ligados com Argila	200
Solos Duros	250

8 ANEXOS

8.1 ANEXO 01 – ESTUDOS GEOTÉCNICOS

8.1.1 ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA (ART)



Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-MG

ART OBRA / SERVIÇO
Nº MG20232220281

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais

INICIAL

1. Responsável Técnico

MARCOS VENICIUS GERVASIO

Título profissional: **ENGENHEIRO CIVIL, ENGENHEIRO DE SEGURANÇA DO TRABALHO**

RNP: **1403092010**

Registro: **0400000051118MG**

Empresa contratada: **GERVÁSIO ENGENHARIA PROJETOS E CONSTRUÇÕES EIRELI**

Registro Nacional: **0000055385-MG**

2. Dados do Contrato

Contratante: **EQUILÍBRIO ENGENHARIA LTDA**

CPF/CNPJ: **08.625.222/0001-01**

AVENIDA MARIA CATARINA CIMINI

Nº: **161**

Complemento: **SALA 208**

Bairro: **CENTRO**

Cidade: **CARATINGA**

UF: **MG**

CEP: **35300030**

Contrato: **Não especificado**

Celebrado em: **14/07/2023**

Valor: **R\$ 8.000,00**

Tipo de contratante: **Pessoa Jurídica de Direito Privado**

Ação Institucional: **Outros**

3. Dados da Obra/Serviço

AREA DIVERSOS LOGRADOUROS

Nº: **S/N**

Complemento:

Bairro: **DIVERSOS**

Cidade: **NOVA ERA**

UF: **MG**

CEP: **35920000**

Data de Início: **19/07/2023**

Previsão de término: **30/07/2023**

Coordenadas Geográficas: **-19.765799, 43.009650**

Finalidade: **OUTROS**

Código: **Não Especificado**

Proprietário: **ASSOCIAÇÃO PRÓ-GESTÃO DAS ÁGUAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - AGEVAP - FILIAL GOV. VALADARES-MG**

CPF/CNPJ: **05.422.000/0002-84**

4. Atividade Técnica

16 - Execução

Quantidade

Unidade

55 - Execução de serviço técnico > GEOTECNIA E GEOLOGIA DA ENGENHARIA > SONDAGENS > DE SONDAGEM GEOTÉCNICA > #3.2.1.2 - A PERCUSSÃO

4,00

un

55 - Execução de serviço técnico > GEOTECNIA E GEOLOGIA DA ENGENHARIA > SONDAGENS > DE SONDAGEM GEOTÉCNICA > #3.2.1.1 - A TRADO

5,00

un

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deve proceder a baixa desta ART

5. Observações

EXECUÇÃO DE 04 FUROS DE SONDAGEM TIPO SPT (STANDARD PENETRATION TEST) E 05 FUROS À TRADO COM PROF. DE 4,00M, CONFORME PROJETO, LOCAÇÃO, SOLICITAÇÃO E RESPONSABILIDADE DO CONTRATANTE.

6. Declarações

- Declaro estar ciente de que devo cumprir as regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no decreto n. 5296/2004.

- Declaro, nos termos da Lei Federal nº 13.709, de 14 de agosto de 2018 - Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD), que estou ciente de que meus dados pessoais e eventuais documentos por mim apresentados nesta solicitação serão utilizados conforme a Política de Privacidade do CREA-MG, que encontra-se à disposição no seguinte endereço eletrônico: <https://www.crea-mg.org.br/transparencia/lged/politica-privacidade-dados>. Em caso de cadastro de ART para PESSOA FÍSICA, declaro que informei ao CONTRATANTE e ao PROPRIETÁRIO que para a emissão desta ART é necessário cadastrar nos sistemas do CREA-MG, em campos específicos, os seguintes dados pessoais: nome, CPF e endereço. Por fim, declaro que estou ciente que é proibida a inserção de qualquer dado pessoal no campo "observação" da ART, seja meu ou de terceiros.

- Declaro, nos termos da Lei Federal nº 13.709, de 14 de agosto de 2018 - Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD), que estou ciente de que não posso compartilhar a ART com terceiros sem o devido consentimento do contratante e/ou do(a) proprietário(a), exceto para cumprimento de dever legal.

7. Entidade de Classe

AEJM - Associação dos Engenheiros de João Monlevade

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

MARCOS VENICIUS GERVASIO - CPF: 519.863.536-72

_____, _____ de _____ de _____

Local

data

EQUILÍBRIO ENGENHARIA LTDA - CNPJ: 08.625.222/0001-01

9. Informações

* A ART é válida somente quando quitada, mediante apresentação do comprovante do pagamento ou conferência no site do Crea.

A autenticidade desta ART pode ser verificada em: <https://crea-mg.sitac.com.br/publico/>, com a chave: 24A7b
 Impresso em: 18/07/2023 às 13:46:28 por: , ip: 200.25.56.76





Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-MG

ART OBRA / SERVIÇO
Nº MG20232220281

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais

INICIAL

10. Valor

Valor da ART: **R\$ 96,62**

Registrada em: **17/07/2023**

Valor pago: **R\$ 96,62**

Nosso Número: **8602010455**

A autenticidade desta ART pode ser verificada em: <https://crea-mg.sitac.com.br/publico/>, com a chave: 24A7b
Impresso em: 18/07/2023 às 13:46:29 por: , ip: 200.25.56.76



8.1.2 RELATÓRIO DE SONDAGEM À TRADO



GERVÁSIO ENGENHARIA PROJETOS E CONSTRUÇÕES LTDA

Cliente: Equilíbrio Engenharia LTDA

Endereço: Diversos Logradouros - Nova Era/MG

Coordenadas: -19.765799, 43.009650

Relatório 001/2023

Relatório de Sondagem à Trado

Rel. nº 001/2023



Cliente: Equilíbrio Engenharia LTDA

Endereço: Diversos Logradouros - Nova Era/MG

Coordenadas: -19.765799, 43.009650

Relatório 001/2023

1. INTRODUÇÃO

Apresentamos a seguir o relatório técnico referente aos serviços de investigação geológico-geotécnica, composto por sondagem à trado. Os serviços foram realizados no município de Nova Era/MG, localizado aproximadamente a 139,30 km da cidade de Belo Horizonte/MG (Figura 01).

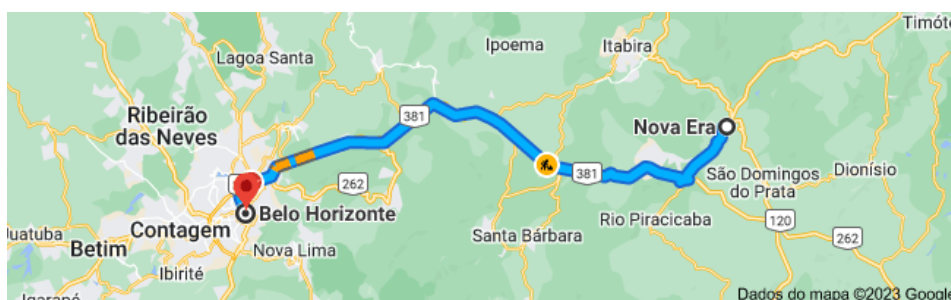


Figura 01 – Localização da área.

Fonte: Google Maps, 2023.

2. OBJETIVO

O presente relatório tem como objetivo apresentar os resultados do programa de investigações geológico-geotécnica, servindo de base para estudo e interpretação do terreno.

3. DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS

Estamos apresentando o relatório das sondagens de reconhecimento do subsolo, realizadas no local em referência, do tipo trado, no sistema de sondagem manual.

1. As sondagens foram rigorosamente executadas conforme prescrições das seguintes normas da ABNT:
 - ✓ NBR-8036/1983 – Programação de Sondagens de Simples



Cliente: Equilíbrio Engenharia LTDA

Endereço: Diversos Logradouros - Nova Era/MG

Coordenadas: -19.765799, 43.009650

Relatório 001/2023

Reconhecimento dos Solos para Fundações de Edifícios;

- ✓ NBR-6484/2020 – Solo – Sondagem de Simples Reconhecimento com SPT Método de Ensaio;
- ✓ NBR-6502/1995 – Rochas e Solos – Terminologia;
- ✓ NBR-13441/1995 – Rochas e Solos – Simbologia.

2. As sondagens tipo trado com finalidade de fundação foram executadas segundo as recomendações da norma ABNT 9603/2015 – Sondagem à Trado. A sondagem foi iniciada com o trado tipo cavadeira, utilizando a ponteira para desagregação de terrenos outros ou compactos, sempre que necessário.
3. Para a determinação do perfil de solos e características geológico-geotécnicas dos solos perfurados foram realizados **05 (cinco)** furos de sondagem designados por **ST-01, ST-02, ST-03, ST-04 e ST-05**, perfazendo um total de **20,00** metros lineares, cuja locação está indicada em croqui anexo.
4. Quando do avanço do trado tipo cavadeira se tornar difícil, deve ser utilizado o trado helicoidal. O material retirado do furo deve ser depositado à sombra, em local ventilado e protegido de intempéries, de modo que evite a sua contaminação com o solo artificial do terreno ou diminuição excessiva de umidade.
5. Para cada furo é fornecido um perfil geotécnico, contendo: a sequência das camadas entre as sondagens executadas, o nível d'água, a cota em relação ao RN, a classificação do material encontrado, destacando o tipo do solo, cor, plasticidade e umidade (aproximados), o índice de consistência



Cliente: Equilíbrio Engenharia LTDA

Endereço: Diversos Logradouros - Nova Era/MG

Coordenadas: -19.765799, 43.009650

Relatório 001/2023

(para argilas e siltes plásticos) e o grau de compactação dos solos de predominância siltosa ou arenosa.

6. Durante a execução da sondagem é medido o nível do lençol freático no momento em que ele é atingido e após proceder 24 horas de sua verificação. Entretanto, aconselhamos a confirmação de sua exata posição em decorrência da execução das fundações pois o mesmo pode sofrer alterações ao longo do tempo. É comum a variação de sua cota no espaço de tempo decorrido entre a execução das sondagens e a execução das fundações.

Os laudos apresentados contêm as seguintes informações:

- ✓ Identificação do furo;
- ✓ Cota do furo em relação ao RN (referencial de nível);
- ✓ Profundidade das camadas em relação à boca do furo;
- ✓ Profundidade do lençol freático em relação à boca do furo quando encontrado;
- ✓ Classificação tátil-visual das amostras retiradas;
- ✓ Relatório Fotográfico.

As amostras de solo coletadas no ensaio ST ficarão à disposição por um período de 60 (sessenta) dias. Colocamo-nos a disposição para maiores esclarecimentos e orientação quanto aos estudos e projetos geotécnicos necessários para a realização da obra em questão.

Atenciosamente,

MARCOS VENICIUS
GERVASIO:519863
53672

Assinado de forma digital
por MARCOS VENICIUS
GERVASIO:51986353672
Dados: 2023.07.28 11:49:12
-03'00'

Marcos Venícius Gervásio
Eng. Civil e Seg. Do Trabalho
CREA-MG 51.118/D

CLIENTE: Equilibrio Engenharia LTDA

LOCAL: Diversos Logradouros - Nova Era/MG, Coordenadas: -19.765799, 43.009650



Responsável Técnico: Engenheiro Civil e Seg. do Trabalho Marcos Venícius Gervásio

Data: 26/07/2023

Revestimento	Método cravação	Cota relação R.N.	Inicial	Final	Índice de SPT iniciais/30cm	Índice SPT finais/30cm	Amostras	Prof. Camadas (m)	Relatório de Sondagem		Nº 001/2023	
									Furo ST 01	Cota 99,98	30 cm finais 30 cm iniciais	
	TC							0,60	TC. Silte arenoso com pedreg, marrom, seco.			
	TH	94,98						4,00	Silte arenoso com pedregulhos, marrom, seco.			
		89,98							FURO INTERROMPIDO - 4,00M Profundidade do furo definida pelo Contratante.			
		84,98							FURO INTERROMPIDO - 4,00M Profundidade do furo definida pelo Contratante.			
		79,98							FURO INTERROMPIDO - 4,00M Profundidade do furo definida pelo Contratante.			
		74,98							FURO INTERROMPIDO - 4,00M Profundidade do furo definida pelo Contratante.			
		69,98							FURO INTERROMPIDO - 4,00M Profundidade do furo definida pelo Contratante.			
		64,98							FURO INTERROMPIDO - 4,00M Profundidade do furo definida pelo Contratante.			
Nível d'agua					Amostrador					Revestimento Ø 2 3/8 "		Data de execução
Inicial		m	21/07/2023		Ø interno	1 3/8 "		Peso	65,0	kg	Início 21/07/2023	
Final		m	22/07/2023		Ø externo	2 "		Altura de queda	75,0	cm	Término 21/07/2023	
Obs: Sistema de execução: Sistema de Sondagem manual.												
Digitador	Jennifer Garcia Pereira				Eng. Civil	Marcos Venícius Gervásio				27/07/2023 Folha 01		

Revestimento	Método cravação	Cota relação R.N.	Inicial	Final	Índice de SPT iniciais/30cm	Índice SPT finais/30cm	Amostras	Prof. Camadas (m)	Relatório de Sondagem		Nº 001/2023			
									Furo	ST 02	Cota	99,95	_____ 30 cm finais	----- 30 cm iniciais
													SPT - Standart Penetration Test	
									Camadas - Classificação dos solos					
	TC		Não foi encontrado N.A.					0,60	TC. Silte arenoso com pedreg, marrom, seco.					
	TH	94,95						1	4,00	Silte arenoso com pedregulhos, marrom, seco. FURO INTERROMPIDO - 4,00M Profundidade do furo definida pelo Contratante.				
								2						
								3						
								4						
								5						
								6						
								7						
								8						
								9						
					89,95			10						
								11						
								12						
								13						
					84,95			14						
								15						
								16						
								17						
								18						
					79,95			19						
								20						
								21						
								22						
								23						
					74,95			24						
								25						
								26						
								27						
								28						
					69,95			29						
								30						
								31						
								32						
								33						
					64,95			34						
								35						
								36						
								37						
					38									
Nível d'agua					Amostrador			Revestimento Ø 2 3/8 "		Data de execução				
Inicial		m	24/07/2023		Ø interno	1 3/8 "	Peso	65,0 kg	Início 24/07/2023					
Final		m	25/07/2023		Ø externo	2 "	Altura de queda	75,0 cm	Término 25/07/2023					
Obs: Sistema de execução: Sistema de Sondagem manual.														
Digitador	Jennifer Garcia Pereira				Eng. Civil	Marcos Venícios Gervásio			27/07/2023 Folha 02					

		GERVÁSIO ENGENHARIA		Gervásio Eng. Proj. e Const. LTDA		Cliente: Equilíbrio Engenharia LTDA							
				Fone: (31) 3852-3018		Obra: Construção Civil - Coordenadas: -19.765799, 43.00963							
				Rua Luis Prandini, 43, Carneirinhos - João Monlevade/MG.		Local: Diversos Logradouros - Nova Era/MG							
Revestimento	Método cravação	Cota relação R.N.	Inicial	Final	Índice de SPT iniciais/30cm	Índice SPT finais/30cm	Amostras	Prof. Camadas (m)	Relatório de Sondagem		Nº 001/2023		
									Furo ST 03 Cota 99,94		30 cm finais 30 cm iniciais		
	TC							0,60	SPT - Standart Penetration Test				
									Camadas - Classificação dos solos				
	TH	94,94						1	TC. Silte arenoso com pedreg, marrom, seco.				
								2	Silte arenoso com pedregulhos, marrom, seco.				
								3					
								4	Silte argiloso com pedregulhos, marrom, seco.				
								5					
								6					
								7					
								8					
								9					
		89,94						10					
								11					
								12					
								13					
								14					
		84,94						15					
								16					
								17					
								18					
								19					
		79,94						20					
								21					
								22					
								23					
								24					
		74,94						25					
								26					
								27					
								28					
								29					
		69,94						30					
								31					
								32					
								33					
								34					
		64,94						35					
								36					
								37					
								38					
Nível d'água					Amostrador					Revestimento Ø 2 3/8 "		Data de execução	
Inicial		m 24/07/2023		Ø interno 1 3/8 "		Peso 65,0 kg		Início 24/07/2023					
Final		m 25/07/2023		Ø externo 2 "		Altura de queda 75,0 cm		Término 24/07/2023					
Obs: Sistema de execução: Sistema de Sondagem manual.													
Digitador		Jennifer Garcia Pereira			Eng. Civil		Marcos Venícius Gervásio			27/07/2023 Folha 03			

Revestimento	Método cravação	Cota relação R.N.	Inicial	Final	Índice de SPT iniciais/30cm	Índice SPT finais/30cm	Amostras	Prof. Camadas (m)	Relatório de Sondagem		Nº 001/2023			
									Furo	ST 04	Cota	99,98	30 cm finais 30 cm iniciais	
													SPT - Standart Penetration Test Camadas - Classificação dos solos	
	TC		Não foi encontrado N.A.					1	0,60	TC. Silte arenoso com pedreg, marrom, seco.				
	TH	94,98						1,10	Silte arenoso com pedregulhos, marrom, seco.					
									2	2,00	Silte argiloso com pedregulhos, marrom, seco.			
										3	3,00	Argila com pedregulhos, marrom, seca.		
										4	4,00	Silte argiloso com pedregulhos, marrom, seco.		
										5		FURO INTERROMPIDO - 4,00M Profundidade do furo definida pelo Contratante.		
										6				
										7				
										8				
										9				
										10				
										11				
										12				
										13				
										14				
										15				
										16				
										17				
										18				
										19				
										20				
										21				
										22				
										23				
										24				
										25				
										26				
										27				
										28				
										29				
										30				
										31				
										32				
										33				
										34				
										35				
										36				
										37				
							38							
Nível d'agua					Amostrador					Revestimento Ø 2 3/8 "		Data de execução		
Inicial		m	25/07/2023		Ø interno 1 3/8 "					Peso 65,0 kg		Início 25/07/2023		
Final		m	26/07/2023		Ø externo 2 "					Altura de queda 75,0 cm		Término 25/07/2023		
Obs: Sistema de execução: Sistema de Sondagem manual.														
Digitador	Jennifer Garcia Pereira				Eng. Civil		Marcos Venícius Gervásio				27/07/2023 Folha 04			

[illegible]



RELATÓRIO FOTOGRÁFICO

AMOSTRAS FURO ST-01

ST-01 (Prof. 0,60m)



ST-01 (Prof. 1,00m)



ST-01 (Prof. 2,00m)



ST-01 (Prof. 3,00m)



ST-01 (Prof. 4,00m)



AMOSTRAS FURO ST-02

ST-02 (Prof. 0,60m)



ST-02 (Prof. 1,00m)



ST-02 (Prof. 2,00m)





ST-02 (Prof. 3,00m)



ST-02 (Prof. 4,00m)



AMOSTRAS FURO ST-03

ST-03 (Prof. 0,60m)



ST-03 (Prof. 1,00m)



ST-03 (Prof. 2,00m)



ST-03 (Prof. 3,00m)



ST-03 (Prof. 4,00m)





AMOSTRAS FURO ST-04

ST-04 (Prof. 0,60m)



ST-04 (Prof. 1,00m)



ST-04 (Prof. 2,00m)



ST-04 (Prof. 3,00m)



ST-04 (Prof. 4,00m)



AMOSTRAS FURO ST-05

ST-05 (Prof. 0,60m)



ST-05 (Prof. 1,00m)



ST-05 (Prof. 2,00m)





ST-05 (Prof. 3,00m)



ST-05 (Prof. 4,00m)



8.1.3 RELATÓRIO DE SONDAGEM À PERCUSSÃO



GERVÁSIO ENGENHARIA PROJETOS E CONSTRUÇÕES LTDA

Cliente: Equilibrio Engenharia LTDA

Endereço: Rua Luiz Lage Guerra, bairro Santa Rosa – Nova Era/MG.

Relatório 002/2023

Relatório de Sondagem à Percussão

Rel. nº 002/2023



Cliente: Equilibrio Engenharia LTDA

Endereço: Rua Luiz Lage Guerra, bairro Santa Rosa – Nova Era/MG.

Relatório 002/2023

1. INTRODUÇÃO

Apresentamos à seguir o relatório técnico referente aos serviços de investigação geológico-geotécnica, composto por sondagem à percussão tipo SPT. Os serviços foram realizados no município de Nova Era/MG. (Figura 01).

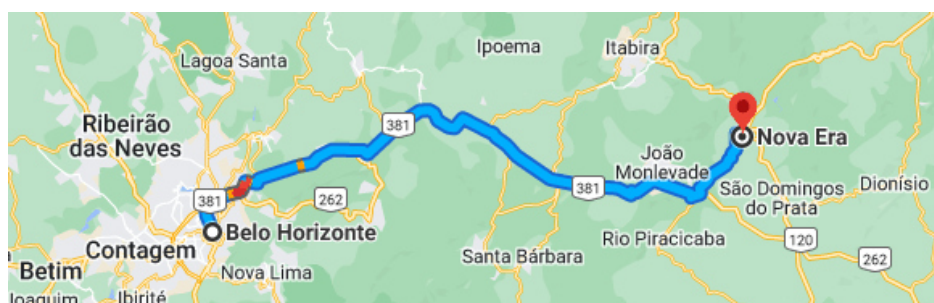


Figura 01 – Localização da área.
Fonte: Google Maps, 2023.

2. OBJETIVO

O presente relatório tem como objetivo apresentar os resultados do programa de investigações geológico-geotécnica, servindo de base para estudo e interpretação do terreno.

3. DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS

Estamos apresentando o relatório das sondagens de reconhecimento do subsolo, realizadas no local em referência, do tipo SPT (Standard Penetration Test), no sistema de sondagem manual.

1. As sondagens foram rigorosamente executadas conforme prescrições das seguintes normas da ABNT:

✓ NBR-8036/1983 – Programação de Sondagens de Simples

MARCOS
VENICIUS
GERVASIO:519
86353672

Assinado de forma digital
por MARCOS VENICIUS
GERVASIO:51986353672
Data: 2023.07.28
07:06:48 -03'00'



Cliente: Equilibrio Engenharia LTDA

Endereço: Rua Luiz Lage Guerra, bairro Santa Rosa – Nova Era/MG.

Relatório 002/2023

Reconhecimento dos Solos para Fundações de Edifícios;

- ✓ NBR-6484/2020 – Solo – Sondagem de Simples Reconhecimento com SPT Método de Ensaio;
- ✓ NBR-6502/2022 – Rochas e Solos – Terminologia;
- ✓ NBR-9603/2023 – Sondagem à Trado – Procedimentos;
- ✓ NBR-13441/2021 – Rochas e Solos – Simbologia.

2. As sondagens de simples reconhecimento do subsolo com finalidade de fundação foram executadas segundo as recomendações da norma ABNT 6484/2020 - Solo - Sondagem de simples reconhecimento com SPT - Método de ensaio. O índice NSPT foi obtido pela cravação de amostrador, cravado com martelo padronizado de massa igual a 65 kg. A composição de perfuração e de cravação do amostrador padrão é constituída por hastes de aço e possui peso teórico de 32 N/m. Os tubos de revestimento têm diâmetro externo de 66,50 mm.

3. Para a determinação do perfil de solos e características geológico-geotécnicas dos solos perfurados foram realizados **4,00 (quatro)** furos de sondagem designados por **SP-01, SP-02, SP-03 e SP-04** perfazendo um total de **56,00** metros lineares, cuja localização está indicada em croqui anexo. A cota está indicada em relação à boca do furo de sondagem.

Os serviços de campo, referente aos resultados apresentados, foram realizados entre os dias 19 e 24/07.



Cliente: Equilibrio Engenharia LTDA

Endereço: Rua Luiz Lage Guerra, bairro Santa Rosa – Nova Era/MG.

Relatório 002/2023

Abaixo apresentamos quadro com resumo dos serviços executados.

FURO	TOTAL DE METROS PERFURADOS	NÍVEL D'ÁGUA
SP-01	13,00 m	38,00 m
SP-02	16,00 m	38,00 m
SP-03	14,00 m	38,00 m
SP-04	13,00 m	38,00 m

4. A execução da sondagem à percussão no sistema manual (NBR 6484/2020) abrange a realização de três etapas básicas: o avanço do furo de sondagem, a cravação do amostrador padrão e obtenção do índice de resistência à penetração (NSPT), e a retirada de amostras deformadas de solo. A presença do nível d'água freático é anotada sempre que o mesmo estiver presente, abaixo encontra-se um quadro resumo dos serviços executados:

- 4.1. Avanço do furo de sondagem: é realizado a seco com uso de trado concha ou helicoidal quando feita acima do NA freático, e com uso de lavagem via trépano com circulação de água sob pressão quando feita abaixo do NA freático, ou quando o avanço da perfuração com emprego do trado helicoidal for inferior a 50 mm após 10 min de operação ou no caso de solo não aderente ao trado.
- 4.2. Determinação do índice NSPT: O índice de resistência NSPT corresponde ao número de golpes do martelo padrão necessários para cravar os últimos 30 cm do amostrador padrão.
- 4.3. Amostragem: A obtenção de amostras pode ser feita durante a perfuração do solo, via trado, pelo amostrador bi-partido, ou coletada na

MARCOS
VENICIUS
GERVASIO:5198
6353672

Assinado de forma
digital por MARCOS
VENICIUS
GERVASIO:51986353672
Dados: 2023.07.28
07:07:33 -03'00'



Cliente: Equilibrio Engenharia LTDA

Endereço: Rua Luiz Lage Guerra, bairro Santa Rosa – Nova Era/MG.

Relatório 002/2023

bica de lavagem. A classificação do material coletado segue as recomendações da NBR 6484/2020.

5. Para cada furo é fornecido um perfil geotécnico, contendo: a sequência das camadas entre as sondagens executadas, o nível d'água, a cota em relação ao RN, a classificação do material encontrado, destacando o tipo do solo, cor, plasticidade e umidade (aproximados), o índice de consistência (para argilas e siltes plásticos) e o grau de compactação dos solos de predominância siltosa ou arenosa.
6. Durante a execução da sondagem é medido o nível do lençol freático no momento em que ele é atingido e após proceder 24 horas de sua verificação. Entretanto, aconselhamos a confirmação de sua exata posição em decorrência da execução das fundações pois o mesmo pode sofrer alterações ao longo do tempo. Conforme item 5.2.5 da NBR-6484/2020, o nível d'água é medido durante a perfuração e no mínimo 12 horas após o término das sondagens e retirada do tubo de revestimento. É também válido a certificar se há eventual escape de água (total ou parcial) e / ou ocorrência de artesianismo durante a perfuração. É comum a variação de sua cota no espaço de tempo decorrido entre a execução das sondagens e a execução das fundações.

Informações sobre o Relatório

Os laudos apresentados contêm as seguintes informações:

- ✓ Identificação do furo;
- ✓ Cota do furo em relação ao RN (referencial de nível);
- ✓ Profundidade das camadas em relação à boca do furo;
- ✓ Profundidade do lençol freático em relação à boca do furo quando

MARCOS
VENICIUS
GERVASIO:51
986353672

Assinado de forma
digital por MARCOS
VENICIUS
GERVASIO:5198635367
2
Dados: 2023.07.28
07:07:48 -03'00'



Cliente: Equilibrio Engenharia LTDA

Endereço: Rua Luiz Lage Guerra, bairro Santa Rosa – Nova Era/MG.

Relatório 002/2023

encontrado;

- ✓ Classificação tátil-visual das amostras retiradas;
- ✓ Relatório Fotográfico.

As amostras de solo coletadas no ensaio SPT ficarão à disposição por um período de 60 (sessenta) dias. Colocamo-nos a disposição para maiores esclarecimentos e orientação quanto aos estudos e projetos geotécnicos necessários para a realização da obra em questão.

A tabela a seguir apresenta os parâmetros usados como referência nas descrições:

Tabela A.1 – Estado de compactidade e consistência

Solo	Índice de resistência à penetração <i>N</i>	Designação ^a
Areias e siltes arenosos	≤ 4	Fofa(o)
	5 a 8	Pouco compacta(o)
	9 a 18	Medianamente compacta(o)
	19 a 40	Compacta(o)
	> 40	Muito compacta(o)
Argilas e siltes argilosos	≤ 2	Muito mole
	3 a 5	Mole
	6 a 10	Média(o)
	11 a 19	Rija(o)
	20 a 30	Muito rija(o)
	> 30	Dura(o)
^a As expressões empregadas para a designação da compactidade das areias (fofa, compacta etc.) são referências à deformabilidade e à resistência destes solos, sob o ponto de vista de fundações, e não podem ser confundidas com as mesmas denominações empregadas para a designação da compactidade relativa das areias ou para a situação perante o índice de vazios críticos, definidos na mecânica dos solos.		

Fonte: NBR 6484/2020.

Atenciosamente,

MARCOS
VENICIUS
GERVASIO:519863
53672

Assinado de forma digital
por MARCOS VENICIUS
GERVASIO:51986353672
Dados: 2023.07.28
07:08:04 -03'00'

Marcos Venícius Gervásio
Engenheiro Civil e Seg. Trabalho
CREA-MG: 51.118/D

CLIENTE: Equilibrio Engenharia LTDA

LOCAL: R. Luiz Lage Guerra, bairro Santa Rosa – Nova Era/MG.



MARCOS VENÍCIUS
GERVASIO:5198635
3672

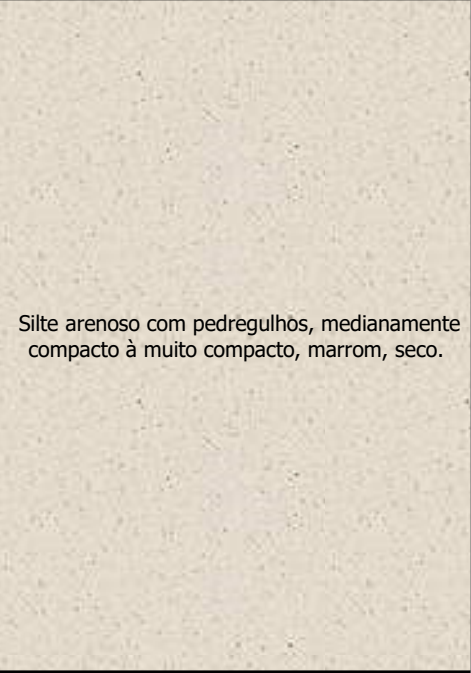
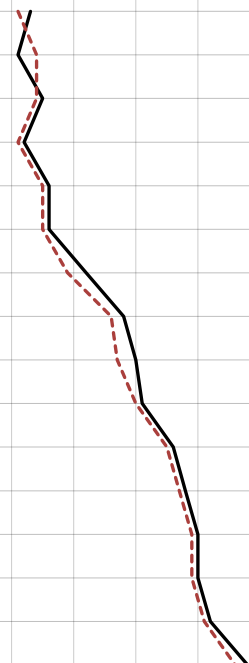
Assinado de forma digital
por MARCOS VENÍCIUS
GERVASIO:51986353672
Dados: 2023.07.28 07:08:20
-03'00"

Responsável Técnico: Engenheiro Civil e Seg. do Trabalho Marcos Venícius Gervásio

Data: 26/07/2023

Rua Luis Prandini, 38, Sala 403, Nossa Senhora da Conceição – João Monlevade/MG. CNPJ:
25.424.367/0001-63 | gervasio.servicos@yahoo.com - Telefone: (31) 99713-5178

Revestimento	Método cravação	Cota relação R.N.	Inicial	Final	Índice de SPT iniciais/30cm	Índice SPT finais/30cm	Amostras	Prof. Camadas (m)	Relatório de Sondagem		Nº 002/2023								
									Furo	SP 01	Cota	99,97	30 cm finais	30 cm iniciais					
SPT - Standart Penetration Test									Camadas - Classificação dos solos										
	TC				13	17	1	0,60	TC. Silte arenoso com pedreg, marrom, seco.										
	TH	94,97	89,97	84,97	79,97	74,97	69,97	64,97	Não foi encontrado N.A.	Silte arenoso com pedregulhos, medianamente compacto à muito compacto, marrom, seco.									

Revestimento	Método cravação	Cota relação R.N.	Inicial	Final	Índice de SPT iniciais/30cm	Índice SPT finais/30cm	Amostras	Prof. Camadas (m)	Relatório de Sondagem		Nº 002/2023									
									Furo	SP 02	Cota	100,62	30 cm finais	30 cm iniciais						
SPT - Standart Penetration Test									10			20	30	40	50	60				
Camadas - Classificação dos solos																				
	TC				11	13	1	0,60	TC. Silte arenoso com pedreg, marrom, seco.											
					14	11	2													
					14	15	3													
		95,62			11	12	4													
					15	16	5													
					15	16	6													
					19	22	7													
		90,62			26	28	8													
					27	30	9													
					30	31	10													
					35	36	11													
					37	38	12													
					39	40	13													
		85,62			39	40	14													
					41	42	15													
					46	48	16	16,00												
	TH						17								FURO INTERROMPIDO - 16,00M					
							18		Critério de Paralisação: Item 5.2.4.2.B, conforme NBR 6484/2020.											
		80,62					19													
							20													
							21													
							22													
		75,62					23													
							24													
							25													
							26													
							27													
							28													
		70,62					29													
							30													
							31													
							32													
		65,62					33													
							34													
							35													
							36													
							37													
							38													
Nível d'agua					Amostrador				Revestimento	Ø	2 3/8 "	Data de execução								
Inicial		m	19/07/2023	Ø interno				1 3/8 "	Peso	65,0	kg	Início 19/07/2023								
Final		m	20/07/2023	Ø externo				2 "	Altura de queda	75,0	cm	Término 19/07/2023								
Obs: Sistema de execução: Sistema de Sondagem manual.																				
Digitador	Jennifer Garcia Pereira				Eng. Civil	Marcos Venícius Gervásio				26/07/2023				Folha	02					

TC. Silte arenoso com pedreg, marrom, seco.

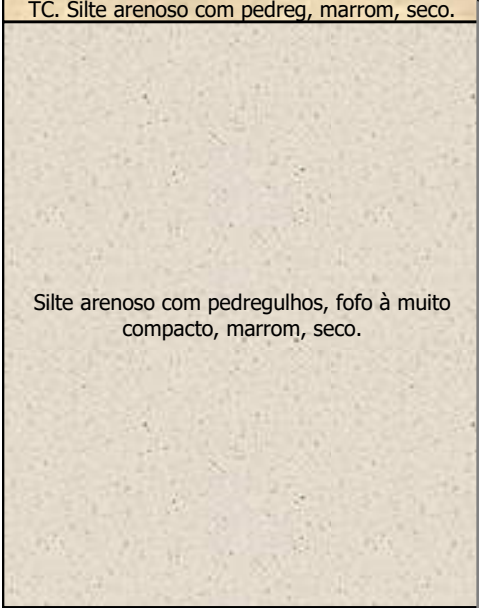
Silte arenoso com pedregulhos, medianamente compacto à muito compacto, marrom, seco.

FURO INTERROMPIDO - 16,00M

Critério de Paralisação: Item 5.2.4.2.B, conforme NBR 6484/2020.

MARCOS
VENICIUS
GERVASIO:519
86353672

Assinado de forma digital
por MARCOS VENICIUS
GERVASIO:51986353672
Data: 2023.07.26
07:08:54 -03'00'

Revestimento	Método cravação	Cota relação R.N.	Inicial	Final	Índice de SPT iniciais/30cm	Índice SPT finais/30cm	Amostras	Prof. Camadas (m)	Relatório de Sondagem		Nº 002/2023					
									Furo	SP 03	Cota	99,42	30 cm finais		30 cm iniciais	
													SPT - Standart Penetration Test			
Camadas - Classificação dos solos									0	10	20	30	40	50	60	
	TC	94,42	Não foi encontrado N.A.	3	3	1	0,60	TC. Silte arenoso com pedreg, marrom, seco.								
	TH			5	6	2		Silte arenoso com pedregulhos, fofo à muito compacto, marrom, seco.								
				9	7	3										
				7	9	4										
				10	13	5										
				18	21	6										
				28	31	7										
				34	35	8										
				37	38	9										
				37	38	10										
				40	41	11										
				43	44	12										
				45	46	13										
				49	49	14										
		84,42				15			14,00	FURO INTERROMPIDO - 14,00M						
						16	Critério de Paralisação: Item 5.2.4.2.B, conforme NBR 6484/2020.									
						17										
						18										
						19										
						20										
						21										
						22										
						23										
						24										
						25										
						26										
						27										
						28										
						29										
						30										
						31										
						32										
						33										
						34										
						35										
						36										
						37										
						38										
Nível d'agua				Amostrador				Revestimento Ø 2 3/8 "				Data de execução				
Inicial		m	21/07/2023	Ø interno 1 3/8 "				Peso 65,0 kg				Início 21/07/2023				
Final		m	22/07/2023	Ø externo 2 "				Altura de queda 75,0 cm				Término 21/07/2023				
Obs: Sistema de execução: Sistema de Sondagem manual.																
Digitador	Jennifer Garcia Pereira				Eng. Civil	Marcos Venícius Gervásio				26/07/2023				Folha	03	

MARCOS VENÍCIUS GERVASIO:51986353672
Assinado de forma digital por MARCOS VENÍCIUS GERVASIO:51986353672
Data: 2023.07.28 07:09:36 -03'00'

Revestimento	Método cravação	Cota relação R.N.	Inicial	Final	Índice de SPT iniciais/30cm	Índice SPT finais/30cm	Amostras	Prof. Camadas (m)	Relatório de Sondagem		Nº 002/2023			
									Furo SP 04	Cota 100,70	30 cm finais 30 cm iniciais			
	TC				8	7	1	0,60	TC. Silte arenoso com pedreg, marrom, seco.					
	TH	95,7	90,7	85,7	80,7	75,7	70,7	65,7	13,00	Silte arenoso com pedregulhos, pouco compacto à muito compacto, marrom, seco. FURO INTERROMPIDO - 13,00M Crítério de Paralisação: Item 5.2.4.2.C, conforme NBR 6484/2020.				
												6	5	2
												9	9	3
												11	12	4
												11	11	5
												13	14	6
												21	26	7
												34	35	8
												35	36	9
												37	38	10
												39	41	11
												41	44	12
												48	50	13
			14											
			15											
			16											
			17											
			18											
			19											
			20											
			21											
			22											
			23											
			24											
			25											
			26											
			27											
			28											
			29											
			30											
			31											
			32											
			33											
			34											
			35											
			36											
			37											
			38											
Nível d'agua					Amostrador					Revestimento Ø 2 3/8 "		Data de execução		
Inicial		m	24/07/2023		Ø interno 1 3/8 "		Peso 65,0 kg		Início 24/07/2023					
Final		m	25/07/2023		Ø externo 2 "		Altura de queda 75,0 cm		Término 24/07/2023					
Obs: Sistema de execução: Sistema de Sondagem manual.														
Digitador	Jennifer Garcia Pereira				Eng. Civil	Marcos Venícius Gervásio				26/07/2023 Folha 04				



RELATÓRIO FOTOGRÁFICO

AMOSTRAS FURO SP-01

SP-01 (Prof. 0,60m)



SP-01 (Prof. 1,00m)



SP-01 (Prof. 2,00m)



SP-01 (Prof. 3,00m)



SP-01 (Prof. 4,00m)



SP-01 (Prof. 5,00m)



SP-01 (Prof. 6,00m)



SP-01 (Prof. 7,00m)



SP-01 (Prof. 8,00m)





SP-01 (Prof. 9,00m)



SP-01 (Prof. 10,00m)



SP-01 (Prof. 11,00m)



SP-01 (Prof. 12,00m)



SP-01 (Prof. 13,00m)



AMOSTRAS FURO SP-02

SP-02 (Prof. 0,60m)



SP-02 (Prof. 1,00m)



SP-02 (Prof. 2,00m)





SP-02 (Prof. 3,00m)



SP-02 (Prof. 4,00m)



SP-02 (Prof. 5,00m)



SP-02 (Prof. 6,00m)



SP-02 (Prof. 7,00m)



SP-02 (Prof. 8,00m)



SP-02 (Prof. 9,00m)



SP-02 (Prof. 10,00m)



SP-02 (Prof. 11,00m)





SP-02 (Prof. 12,00m)



SP-02 (Prof. 13,00m)



SP-02 (Prof. 14,00m)



SP-02 (Prof. 15,00m)



SP-02 (Prof. 16,00m)



AMOSTRAS FURO SP-03

SP-03 (Prof. 0,60m)



SP-03 (Prof. 1,00m)



SP-03 (Prof. 2,00m)





SP-03 (Prof. 3,00m)



SP-03 (Prof. 4,00m)



SP-03 (Prof. 5,00m)



SP-03 (Prof. 6,00m)



SP-03 (Prof. 7,00m)



SP-03 (Prof. 8,00m)



SP-03 (Prof. 9,00m)



SP-03 (Prof. 10,00m)



SP-03 (Prof. 11,00m)



SP-03 (Prof. 12,00m)

SP-03 (Prof. 13,00m)

SP-03 (Prof. 14,00m)



AMOSTRAS FURO SP-04

SP-04 (Prof. 0,60m)

SP-04 (Prof. 1,00m)

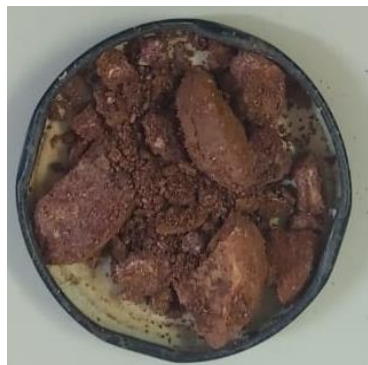
SP-04 (Prof. 2,00m)



SP-04 (Prof. 3,00m)

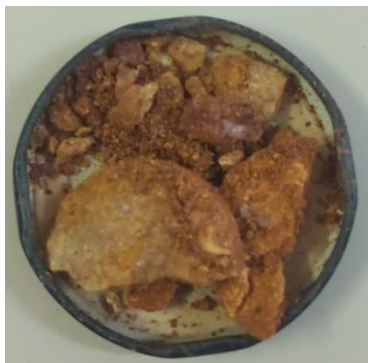
SP-04 (Prof. 4,00m)

SP-04 (Prof. 5,00m)





SP-04 (Prof. 6,00m)



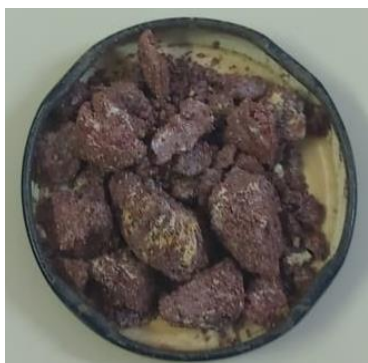
SP-04 (Prof. 7,00m)



SP-04 (Prof. 8,00m)



SP-04 (Prof. 9,00m)



SP-04 (Prof. 10,00m)



SP-04 (Prof. 11,00m)



SP-04 (Prof. 12,00m)



SP-04 (Prof. 13,00m)

