



MINISTÉRIO DO  
DESENVOLVIMENTO REGIONAL



**MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL – MDR**  
**Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco**  
**e do Parnaíba - CODEVASF**

**PROJETO EXECUTIVO E ESTUDOS COMPLEMENTARES  
DOS SISTEMAS ADUTORES NA REGIÃO DO SERIDÓ  
NO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE**

**Relatório R0 - Estudos Complementares – Trecho 4N – São  
Vicente a Currais Novos**

---

**Volume 2 – Estudo Geológico/Geotécnico**  
**Tomo 1 - Texto**



**TECHNE**  
ENGENHEIROS CONSULTORES



**ENGECONSULT**  
Consultores Técnicos Ltda.

Março/2022 - Revisão R02

C755 Consórcio Techne/Engeconsult

Projeto Executivo e Estudos Complementares dos Sistemas Adutores na Região do Seridó no Estado do Rio Grande do Norte. Relatório R0 - Estudos Complementares – Trecho 4N – São Vicente a Currais Novos. Estudo Estudo Geológico/Geotécnico. Texto. Recife, 2022.  
68 f.

Cliente: MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL – MDR. Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba – CODEVASF. SGAN 601, Conj. I. Ed. Dep. Manoel Novaes, CEP: 70830-019, Brasília – DF / Brasil.

Consultora: Consórcio Techne/Engeconsult. Rua Ernesto de Paula Santos, nº 1.368, Sala 904, Boa Viagem, CEP 51.021-330, Recife – PE / Brasil. Rua Almirante Noronha de Carvalho, nº 45, Rosarinho. CEP: 52041-345. Recife - PE / Brasil.



## APRESENTAÇÃO

O presente documento refere-se ao **Relatório R0 - Estudos Complementares – Trecho 4N – São Vicente a Currais Novos**, atividade integrante da elaboração do **Projeto Executivo e Estudos Complementares dos Sistemas Adutores na Região do Seridó, no Estado do Rio Grande do Norte**, no âmbito do contrato firmado entre o **Consórcio TECHNE - ENGECONSULT** e a **CODEVASF – Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba**.

Os serviços de consultoria objeto do referido contrato serão consubstanciados nos seguintes relatórios:

- Plano de Trabalho
- Relatório R0 – Estudos Complementares;
- Relatório T1N – Projeto Executivo do Sistema Seridó Norte, Trecho Armando Ribeiro Gonçalves a Entroncamento Jucurutu;
- Relatório T2N – Projeto Executivo do Sistema Seridó Norte, Trecho Entroncamento Jucurutu a São Vicente;
- Relatório T3N – Projeto Executivo do Sistema Seridó Norte, Trecho Adução para a Serra de Santana;
- Relatório T4N – Projeto Executivo do Sistema Seridó Norte, Trecho São Vicente a Currais Novos;
- Relatório T5N – Projeto Executivo do Sistema Seridó Norte, Trecho Derivação para Cruzeta;
- Relatório T1S – Projeto Executivo do Sistema Manoel Torres – Serra Negra do Norte;
- Relatório T2S – Projeto Executivo do Sistema Oiticica – Caicó – Passagem das Traíras, Trecho Oiticica a Caicó;
- Relatório T3S – Projeto Executivo do Sistema Oiticica – Caicó – Passagem das Traíras, Trecho Caicó a Passagem das Traíras;
- Relatório T4S – Projeto Executivo do Sistema Carnaúba – São João do Sabugi – Ipueira;
- Relatório T5S – Projeto Executivo do Sistema Esguicho – Ouro Branco.

O **Relatório R0 – Estudos Complementares**, será apresentado por trecho, sendo subdividido nos seguintes volumes:

- Volume 1 – Estudo Topográfico/Cartográfico;
- Volume 2 – Estudo Geológico/Geotécnico; e
- Volume 3 – Estudo de Otimização e Revisão.

O **Volume 2 – Estudo Geológico/Geotécnico**, foi dividido em dois tomos, a saber:

- Tomo 1 – Texto; e
- Tomo 2 – Peças Gráficas.

O **Tomo 1 – Texto**, além desta apresentação, é composto por 08 (oito) Capítulos denominados:

1. Introdução;
2. Justificativa;
3. Dados de Campo;
4. Discussão dos Dados Obtidos;
5. Quantitativos;

6. Jazidas;
7. Referências; e
8. Anexos.

## **RESUMO**

O Relatório R0 - Estudos Complementares consiste do documento relativo às análises dos projetos existentes, de modo a permitir a complementação dos levantamentos de campo, bem como realizar os ajustes e melhorias à concepção apresentada no Projeto Básico, visando a adoção de soluções mais vantajosas do ponto de vista técnico-operacional e econômico, para detalhamento na fase de Projeto Executivo. O documento será entregue por trecho do sistema adutor, conforme previsto no Plano de Trabalho.

Palavras Chave: Sistema adutor. Seridó. Estudos Complementares. Otimização. Revisão. Topografia. Geotecnia.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 – Localização geográfica e grupo de municípios que compõe a Região do Seridó. ....	10
Figura 2.1 – Retroescavadeira New Holland, modelo LB90, com concha de 0,80 m de largura, utilizada na abertura das trincheiras. ....	14
Figura 2.2 – Sequência ilustrativa dos procedimentos de abertura (fotos “A” e “B”) e fechamento (fotos “C” e “D”) das trincheiras. ....	15
Figura 5.1 – Planta do traçado previsto para implantação do Trecho 4 Norte, com a localização das áreas apontadas como possíveis jazidas. Domínios dos municípios de São Vicente a Currais Novos, RN. ....	29

## LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Tabela-resumo com a programação das sondagens por trincheira (ST's) programadas para o T4N.....	14
Tabela 3.1 – Espessuras médias dos materiais de 1ª e 2ª categorias, e média das profundidades impenetráveis, em cada um dos trechos.....	17
Tabela 3.2 – SM's executadas no Trecho 4 Norte do Sistema Adutor Seridó, com o comparativo das espessuras previstas e executadas, tanto para solo quanto para rocha.....	18
Tabela 4.1 – Espessuras médias dos materiais de 1ª e 2ª categorias, e do topo impenetrável, aferidas nos Projetos Básico e Executivo, com a indicação dos critérios de paralização definidos para cada campanha de sondagem. ....	21
Tabela 4.2 – Estimativa dos segmentos nos quais serão necessários escavações complementares para a implantação da adutora enterrada, com vase na profundidade média impenetrável obtida nas ST's, e nas características dos tubos.....	21
Tabela 4.3 – Classificação das rochas a partir de sua resistência a compressão simples, correlacionando à caracterização proposta por algumas autorias.....	23
Tabela 4.4 – Tensões admissíveis previstas nos projetos estruturais, para cada estrutura que compõe os dispositivos estacionários previstos para o Trecho 4N.....	23
Tabela 5.1 – Quantificação dos serviços para os estudos Geológicos/Geotécnicos complementares do T4N, executados nesta etapa de campo. ....	26
Tabela 5.1 – Estudo do movimento de terra para o Trecho 4 Norte do Sistema Seridó Norte, do Projeto Seridó. ....	28
Tabela 5.2 – Áreas indicadas como jazidas para o T4N, com identificação do tipo de material que as compõem e seus volumes estimados. ....	29

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

CODEVASF	Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
NNE	NORTE/NORDESTE
PISF	Projeto de Integração do Rio São Francisco
PNSH	Plano Nacional de Segurança Hídrica
SEMARH/RN	Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte
SSW	Sul-Sudoeste
UTM	Sistema Universal Transverso de Mercator

## SUMÁRIO

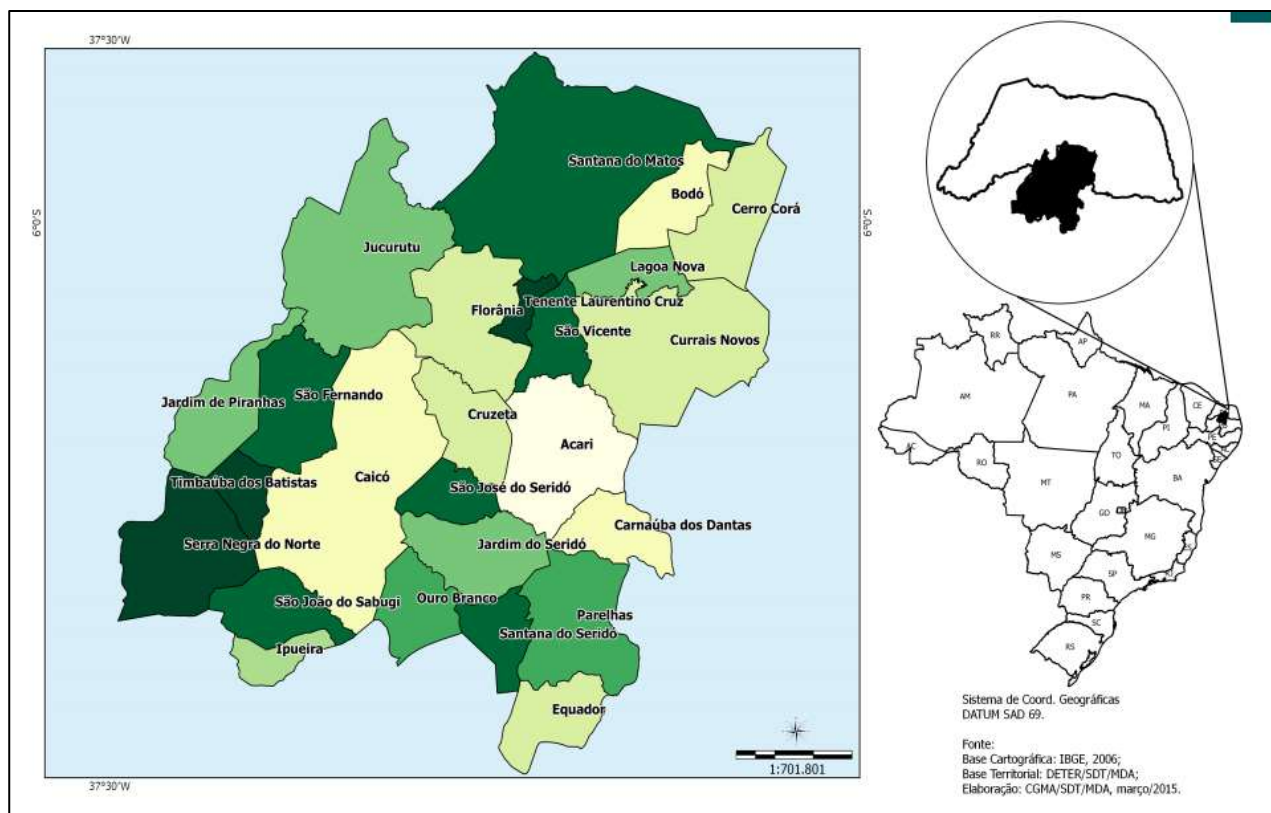
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>JUSTIFICATIVA.....</b>	<b>13</b>
2.1	OBJETIVOS.....	13
2.2	NORMAS TÉCNICAS.....	13
2.3	DESCRIÇÃO DOS PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....	13
2.3.1	<i>Sondagens por Trincheira (Poços de Inspeção por Trincheira) .....</i>	<i>13</i>
2.3.2	<i>Sondagens Mistas.....</i>	<i>15</i>
<b>3</b>	<b>DADOS DE CAMPO .....</b>	<b>17</b>
3.1	SONDAGENS POR TRINCHEIRA (POÇOS DE INSPEÇÃO POR TRINCHEIRA).....	17
3.1.1	<i>Perfil Longitudinal dos Materiais.....</i>	<i>17</i>
3.2	SONDAGENS MISTAS.....	17
<b>4</b>	<b>DISCUSSÃO DOS DADOS OBTIDOS .....</b>	<b>20</b>
4.1	SONDAGENS POR TRINCHEIRA (POÇOS DE INSPEÇÃO POR TRINCHEIRA).....	20
4.2	SONDAGENS MISTAS.....	22
4.2.1	<i>Análise das Condições das Fundações dos Sítios de Implantação dos Dispositivos Estacionários.....</i>	<i>22</i>
<b>5</b>	<b>QUANTITATIVOS .....</b>	<b>26</b>
<b>6</b>	<b>JAZIDAS .....</b>	<b>28</b>
<b>7</b>	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>32</b>
<b>8</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>34</b>
8.1	ANEXO I - QUADRO RESUMO DAS SONDAGENS POR TRINCHEIRA (POÇOS DE INSPEÇÃO POR TRINCHEIRA) EXECUTADAS NO TRECHO 4 NORTE.....	34
8.2	ANEXO II - RELATÓRIO FOTOGRÁFICO DAS SONDAGENS POR TRINCHEIRA (POÇOS DE INSPEÇÃO POR TRINCHEIRA) EXECUTADAS NO TRECHO 4 NORTE .....	36
8.3	ANEXO III - RELATÓRIO TÉCNICO DAS SM'S EXECUTADAS NO TRECHO 4 NORTE .....	51
8.4	ANEXO IV - PLANTAS DAS JAZIDAS INDICADAS PARA O TRECHO 4 NORTE .....	64

## 1. *INTRODUÇÃO*

# 1 INTRODUÇÃO

A região do Seridó Potiguar está situada no extremo central sul do Rio Grande do Norte, sendo formada pelas bacias dos rios Seridó e Espinharas, afluentes do Piranhas-Açu. Seus limites abrigam 25 municípios, como mostra a **Figura 1.1**, quais sejam: Acari, Bodó, Cerro Corá, Carnaúba dos Dantas, Caicó, Cruzeta, Currais Novos, Equador, Florânia, Ipueira, Jardim de Piranhas, Jardim do Seridó, Jucurutu, Lagoa Nova, Ouro Branco, Parelhas, São Fernando, São Vicente, São João do Sabugi, São José do Seridó, Santana do Seridó, Serra Negra do Norte, Timbaúba dos Batistas e Tenente Laurentino Cruz. Ocupa uma área de 10.796,72 Km<sup>2</sup>, onde vivem cerca de 300 mil habitantes, considerando as zonas urbana e rural.

**Figura 1.1 – Localização geográfica e grupo de municípios que compõe a Região do Seridó.**



Fonte: MDA, 2015.

Situada no semiárido brasileiro, a região em pauta apresenta grande concentração de pequenos reservatórios, sejam eles privados ou pertencentes ao poder público, que secam nos períodos de longas estiagens verificadas no sertão nordestino, principalmente aqueles com capacidade de acumulação inferior a 5 milhões de metros cúbicos. Diante desse cenário, associado à baixa capacidade de regularização das fontes hídricas existentes, as falhas no abastecimento de água nos municípios da região do Seridó é um problema recorrente.

O Sistema Adutor do Seridó foi, então, concebido, visando a implementação de sistemas adutores integrados com fontes hídricas seguras, como o Projeto de Integração do Rio São Francisco – PISF e grandes barragens da região, de modo a promover maior segurança hídrica aos municípios da região do Seridó Potiguar e garantir abastecimento pleno das suas populações, conforme ação prevista no Plano de Recursos Hídricos da bacia do rio

Piranhas-Açu, e reconhecido como empreendimento estratégico do Plano Nacional de Segurança Hídrica – PNSH.

Assim, entre 2017 e 2020 foram desenvolvidos os Estudos de Concepção e de Viabilidade Técnica, Econômico-Financeira e Ambiental e Elaboração do Projeto Básico de Sistemas Adutores na Região do Seridó no Estado do Rio Grande do Norte, a partir de contrato firmado com a Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte (SEMARH/RN), os quais nortearão as revisões, adequações e complementações necessárias à execução do Projeto Executivo, a que se refere o presente Plano de Trabalho.

O Relatório R0 - Estudos Complementares consiste do documento relativo às análises dos projetos existentes, de modo a permitir a complementação dos levantamentos de campo, bem como realizar os ajustes e melhorias à concepção apresentada no Projeto Básico, visando a adoção de soluções mais vantajosas do ponto de vista técnico-operacional e econômico, para detalhamento na fase de Projeto Executivo. O documento será entregue por trecho do sistema adutor, conforme previsto no Plano de Trabalho.

Esse relatório se constitui no documento relativo à compilação e descrição campanhas de investigações geológico-geotécnicas executadas no Trecho 4 do Sistema Seridó Norte, a partir de sondagens por trincheiras (ST's) ao longo dos traçados previstos para a implantação dos sistemas adutores, e sondagens mistas (SM's), nos sítios dos dispositivos estacionários.

## 2. JUSTIFICATIVA

## 2 JUSTIFICATIVA

Em função da necessidade de realização de verificações complementares aos estudos geológico-geotécnicos, para fins de validação das soluções detalhadas nos projetos executivos para o Sistema Adutor Seridó Norte, foi necessária a complementação dos serviços geológico-geotécnicos previstos na planilha contratual, motivada pelas condições explicitadas na sequência:

- i. A execução de poços de inspeção (por trincheira) é necessária para confirmar e validar a composição geológica do solo ao longo das linhas adutoras, relevante à definição do tipo de material a ser escavado, complementarmente às investigações realizadas na etapa de Projeto Básico; e
- ii. As sondagens rotativas mistas serão utilizadas para a definição das cargas admissíveis no solo, visto que as sondagens a trado e percussão, que constam na planilha de serviços de campo não são adequadas à geologia local, em função da pequena profundidade da superfície de rocha.

### 2.1 OBJETIVOS

Nesta etapa dos serviços tem-se por objetivos:

- i. Caracterizar os materiais geológicos/pedológicos ao longo do traçado das linhas adutoras, para classificação do solo em materiais de 1ª, 2ª e 3ª categoria; e
- ii. Definir a capacidade de resistência do solo para a implantação das estruturas projetadas.

### 2.2 NORMAS TÉCNICAS

As normas e métodos que regerão a execução dos estudos geológicos/geotécnicos estão inteiramente de acordo com a descrição constante nos Termos de Referência e com as normas técnicas, regulamentos e leis aplicáveis listadas na sequência:

- NBR 9604:2016 – Abertura de Poço e Trincheira de Inspeção em Solo com Retirada de Amostras Deformadas e Indeformadas;
- NBR 6122:2019 – Projeto e Execução de Fundações;
- Norma DNIT 106/2009-ES – Terraplenagem – Cortes – Especificação de Serviço; e
- Boletim nº 3 ABGE – Manual de Sondagens.

### 2.3 DESCRIÇÃO DOS PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

#### 2.3.1 Sondagens por Trincheira (Poços de Inspeção por Trincheira)

Na etapa pré-campo, foi definido o espaçamento entre os pontos de sondagem e os critérios de paralisação. As trincheiras foram realizadas ao longo das linhas adutoras, considerando, para o Trecho 4N, um afastamento de 500 m entre elas, buscando preencher as lacunas entre os pontos de sondagens executadas no Projeto Básico.

Na **Tabela 2.1** consta um resumo do que foi definido na etapa pré-campo.

**Tabela 2.1 – Tabela-resumo com a programação das sondagens por trincheira (ST's) programadas para o T4N.**

TRECHO	SEGMENTO	EXTENSÃO (m)	DISTÂNCIA MÉDIA ENTRE OS FUROS (m)	QTDE. DE PONTOS PREVISTOS	CRITÉRIOS DE PARALIZAÇÃO
4N	Currais Novos a São Vicente	18.700	500	37	Ao atingir material impenetrável ao equipamento utilizado, ou a profundidade de 2,00 m. O que ocorrer primeiro.

Fonte: Consórcio, 2022.

Cabe destacar a definição pela não abertura de trincheiras em áreas urbanas e/ou urbanizadas, devido ao risco de danificar pavimentos e equipamentos que estejam enterrados, como tubulações de água e esgoto, e cabeamento de energia ou fibra ótica.

Em trechos de travessia da adutora de uma margem da rodovia para outra, solicitou-se a execução de trincheira em cada um dos vértices destas travessias, independente do espaçamento entre estes pontos.

A campanha de sondagens por trincheira (poços de inspeção por trincheira) ao longo do T4N ocorreu entre 09 e 10 de dezembro de 2021. Estas trincheiras foram abertas com uso de uma retroescavadeira (New Holland, modelo LB90, com concha de 0,80 m de largura), conforme mostrado na **Figura 2.1**.

**Figura 2.1 – Retroescavadeira New Holland, modelo LB90, com concha de 0,80 m de largura, utilizada na abertura das trincheiras.**



Fonte: Consórcio, 2021.

As sondagens prosseguiram até que um dos critérios de paralização fossem atingidos e, ao término da abertura de cada trincheira, os horizontes foram descritos quanto às suas características pedolíticas e suas resistências à escavação, categorizando-os como materiais de 1ª, 2ª ou 3ª categoria. Finalizada a descrição dos materiais, as trincheiras foram reaterradas com o próprio material escavado, para evitar acidentes, conforme sequência de imagens apresentadas na **Figura 2.2**.

**Figura 2.2 – Sequência ilustrativa dos procedimentos de abertura (fotos “A” e “B”) e fechamento (fotos “C” e “D”) das trincheiras.**



Fonte: Consórcio, 2021.

Como balizador para a caracterização dos materiais em 1ª, 2ª ou 3ª categoria, adotou-se o que preconiza a NORMA DNIT 106/2009 – ES, mencionada no subitem **2.2** deste documento.

Com o término da etapa de campo, os dados obtidos foram analisados e tratados, para posterior inclusão neste documento.

### **2.3.2 Sondagens Mistas**

As sondagens mistas (SM's) programadas para a investigação dos sítios de implantação dos dispositivos estacionários do T4N ocorreram no dia 21 de dezembro de 2021 (SM-22) e entre 24 e 27 de janeiro de 2022 (SM-20 e SM-21), sendo realizadas 2 (duas) unidades para a Estação Elevatória de Água Bruta 4 de Currais Novos (EEAT-4CN), 1 (uma) no stand-pipe da referida estação elevatória (SP-EEAT-4CN). Não foram considerados furos adicionais para os reservatórios hidropneumáticos, previstos para a proteção das linhas adutoras contra os efeitos dos transientes hidráulicos.

Esta campanha de sondagens seguirá o que preconiza o Boletim nº 3 (ABGE, 2013), incluindo, a estes procedimentos, os critérios de paralização abaixo descritos:

- Sondagem percussiva seguirá até atingir o impenetrável ao ensaio SPT, confirmado, quando houver necessidade, por ensaio de lavagem por tempo. Devido à pouca espessura dos solos da região, estima-se uma camada de 1,00 m de solo que, cabe salientar, é apenas uma base para a quantificação deste tipo de sondagem;
- A sondagem rotativa avançará por 5,00 m em rocha, independente das características observadas no maciço.

### 3. *DADOS DE CAMPO*

### 3 DADOS DE CAMPO

#### 3.1 SONDAgens POR TRINCHEIRA (POÇOS DE INSPEÇÃO POR TRINCHEIRA)

Nesta campanha de ST's executadas no Trecho 4 Norte, foram descritos 45 pontos e, deste total, em 11 não foram abertas trincheiras por situarem-se em áreas urbanas e/ou urbanizadas, ou pelo risco de danificar adutora implantada enterrada no local. Portanto, foram obtidos dados dos materiais escavados em 34 poços do T4N.

No **Anexo I** deste relatório consta o quadro-resumo das sondagens por trincheira executadas no Trecho 4N, e no **Anexo II**, o relatório fotográfico destas sondagens, com a descrição e categorização dos materiais escavados.

Na **Tabela 3.1** constam as médias das espessuras dos materiais de 1ª e 2ª categorias, bem como das profundidades impenetráveis, em cada um dos trechos.

**Tabela 3.1 – Espessuras médias dos materiais de 1ª e 2ª categorias, e média das profundidades impenetráveis, em cada um dos trechos.**

TRECHO	SEGMENTO	QUANTIDADE DE PONTOS		ESPESSURA MÉDIA (m)		PROFUNDIDADE MÉDIA DO IMPENETRÁVEL (m)
		Previstos	Descritos	1ª Cat.	2ª Cat.	
4N	Currais Novos a São Vicente	37	45	0,85	0,39	> 1,19

Fonte: Consórcio, 2022.

##### 3.1.1 Perfil Longitudinal dos Materiais

A partir das ST's executadas ao longo do Trecho Norte foi possível a elaboração dos perfis longitudinais de cada trecho, com a representação dos horizontes de 1ª, 2ª e 3ª categoria descritos. Estes perfis integram o Tomo 2 – Peças Gráficas, do Volume 2 – Estudo Geológico/Geotécnico.

Destaca-se que nos perfis longitudinais apresentados no referido Tomo, os poços de inspeção executados no Projeto Básico tiveram suas localizações indicadas, para que tenhamos ideia da densidade de pontos estudados ao longo do trecho em ambas as etapas de projeto (Básico e Executivo). Os poços do Projeto Básico constam identificados como POÇO-XX, enquanto as trincheiras executadas nesta etapa de estudos complementares para o Projeto Executivo, estão identificadas como ST4N-XX.

#### 3.2 SONDAgens MISTAS

A campanha de sondagens mistas executou os três furos previstos para a investigação da EEAT-4CN (SM-20 e SM-21) e SP-EEAT-4CN (SM-22), e na **Tabela 3.2** consta um resumo dos dados obtidos até o momento para estas SM's. No **Anexo III** constam os Relatórios Técnicos das SM's executadas, contendo o relatório fotográfico e os boletins de cada sondagem. Salienta-se que a empresa contratada para executar as sondagens, emitiu os dados dos furos executados nos dispositivos do T4N em dois documentos distintos, e para o Anexo III, os dados que não se referem ao T4N foram suprimidos para evitar qualquer equívoco na interpretação, mas estas informações constarão nos relatórios dos trechos aos quais se referem.

**Tabela 3.2 – SM's executadas no Trecho 4 Norte do Sistema Adutor Seridó, com o comparativo das espessuras previstas e executadas, tanto para solo quanto para rocha.**

TRECHO	DISPOSITIVO	IDENTIFICAÇÃO	SONDAGEM ROTATIVA MISTA			
			Profundidade Estimada (m)		Profundidade Executada (m)	
			Sondagem Rotativa em Solo	Sondagem Rotativa em Rocha	Sondagem Rotativa em Solo	Sondagem Rotativa em Rocha
4N	EEAT-4CN	SM-20	1,00	5,00	1,18	6,18
	EEAT-4CN	SM-21	1,00	5,00	1,30	6,30
	SP-EEAT-4CN	SM-22	1,00	5,00	-	5,00
TOTAL (m) =			3,00	15,00	2,48	17,48

Fonte: Consórcio, 2022.

---

#### ***4. DISCUSSÃO DOS DADOS OBTIDOS***

---

## 4 DISCUSSÃO DOS DADOS OBTIDOS

### 4.1 SONDAgens POR TRINCHEIRA (POÇOS DE INSPEÇÃO POR TRINCHEIRA)

Quando da elaboração do Projeto Básico, foram realizadas investigações para classificação como 1ª, 2ª ou 3ª categorias dos horizontes dos materiais ao longo do traçado dos trechos. Estes estudos consistiram em sondagens a pá/picareta ou trado.

Para a elaboração do Volume 2 do Relatório R0, foram considerados, inicialmente, os dados obtidos nas sondagens do Projeto Básico, uma vez que na etapa de campo de reconhecimento não foram previstas sondagens, apenas a caracterização do material pedolítico em superfície.

Na etapa de Estudos Complementares, objeto deste relatório, as trincheiras foram escavadas com retroescavadeira, conforme metodologia já relatada.

Na **Tabela 4.1** consta um comparativo das espessuras médias das categorias dos materiais, obtidas para cada segmento do Trecho 4 Norte, a partir das sondagens executadas para o Projeto Básico e para os Estudos Complementares. Convém ressaltar a diferença entre os equipamentos utilizados nas investigações em cada fase de projeto, e, também, a diferença das profundidades estipuladas para paralização das sondagens.

É importante destacar que a retroescavadeira apresenta capacidade superior de escavação, se comparada aos equipamentos manuais utilizados na escavação dos poços para o Projeto Básico. Esta característica possibilitou que as trincheiras atingissem profundidades superiores aos poços executados manualmente, e, por conseguinte, o perfil elaborado está mais fidedigno à realidade do trecho investigado.

A partir das profundidades médias do impenetrável, obtidas para cada trecho nas ST's, foi possível estimar se haverá necessidade de escavação complementar, para o caso de implantação enterrada da adutora, de acordo com o diâmetro dos tubos previstos para o Trecho 4 Norte, bem como a espessura definida para o colchão de areia (com base na composição do tubo), e as espessuras de recobrimento adotadas para trechos rurais e urbanos. Estas informações constam compiladas no quadro-resumo apresentado na **Tabela 4.2**.

**Tabela 4.1 – Espessuras médias dos materiais de 1ª e 2ª categorias, e do topo impenetrável, aferidas nos Projetos Básico e Executivo, com a indicação dos critérios de paralização definidos para cada campanha de sondagem.**

TRECHO	SONDAGENS PROJETO BÁSICO					SONDAGENS PROJETO EXECUTIVO				
	Espessura Média (m)			Prof. Méd. do Impenetrável (m)	Critérios de Paralização	Espessura Média (m)			Prof. Méd. do Impenetrável (m)	Critérios de Paralização
	1ª Cat.	2ª Cat.	1ª + 2ª Cats.			1ª Cat.	2ª Cat.	1ª + 2ª Cats.		
4N	0,77	0,03	0,79	0,79	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ao atingir o impenetrável; ou</li> <li>• Até 0,95 m de profundidade em trechos em fazendas ou até 1,15 m de profundidade em ruas, estradas vicinais e travessias de estradas.</li> </ul>	0,85	0,39	1,24	> 1,19	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ao atingir material impenetrável ao equipamento utilizado; ou</li> <li>• Até 2,00 m de profundidade.</li> </ul>

Fonte: Consórcio, 2022.

**Tabela 4.2 – Estimativa dos segmentos nos quais serão necessários escavações complementares para a implantação da adutora enterrada, com base na profundidade média impenetrável obtida nas ST's, e nas características dos tubos.**

TRECHO	SEGMENTO	DIÂMETRO (mm)		COMPOSIÇÃO DO TUBO	COLCHÃO DE AREIA (m)	RECOBRIMENTO (m)		PROFUNDIDADE DA VALA (m)		PROFUNDIDADE MÉDIA DO IMPENETRÁVEL (m)	COMPLEMENTO DE ESCAVAÇÃO PARA IMPLANTAÇÃO ENTERRADA (m)*	
						Tr. Rural	Tr. Urbano	Tr. Rural	Tr. Urbano		Tr. Rural	Tr. Urbano
4N	EEAT-4 – Stand-Pipe	DN	400	PRFV	0,15	0,80	1,00	1,35	1,55	> 1,19	-0,16	-0,36
	Stand-Pipe – ETA Currais Novos	DN	400	PRFV	0,15	0,80	1,00	1,35	1,55	> 1,19	-0,16	-0,36
		DN	300	PRFV	0,15	0,80	1,00	1,25	1,45	> 1,19	-0,06	-0,26

NOTAS:

DN = Diâmetro Nominal.

\* = Valores negativos indicam necessidade de escavação complementar para atingir a profundidade necessária para a vala.

Fonte: Consórcio, 2022.

## 4.2 SONDAGENS MISTAS

Nas SM's executadas no T4N, os dados obtidos corroboram a estimativa inicial de solo pouco espesso na região. Em todos os furos executados, o nível d'água (NA) não foi atingido.

Abaixo, algumas considerações acerca das características pedolíticas, com base nas SM's executadas.

- Nas SM-20 e SM-21, executadas no sítio da EEAT-4CN, a camada de material inconsolidado é constituída por silte arenoso, por vezes com pedregulhos, de coloração marrom. Nesta camada, os valores de  $N_{SPT}$  foram de 10 e 19 golpes para as SM-20 e SM-21, respectivamente. Contudo, ambas impenetraram em maciço rochoso fragmentado, portanto, não avançaram os 45 cm previstos do ensaio. A sondagem rotativa avançou em rocha metamórfica de coloração cinza variegada, com recuperação entre 28 e 75%, e RQD muito pobre (R5).
- Na SM-22, executada no local previsto para a implantação do *stand-pipe* SP-EEAT-4CN, a rocha está aflorando, e a sondagem rotativa avançou em rocha pegmatóide com lentes de xisto (entre 1,30 e 3,10 m), de coloração cinza claro variegada, com recuperação entre 70 e 95%, e RQD entre muito pobre (R5) e regular (R3).

### 4.2.1 Análise das Condições das Fundações dos Sítios de Implantação dos Dispositivos Estacionários

A partir das sondagens mistas executadas – SM's 20 e 21 para a EEAT-4CN, e SM-22 para o SP-EEAT-4CN – foram gerados perfis de 3 (três) eixos representativos, sendo dois deles para as estruturas que compõem a EEAT-4CN, e um para o SP-EEAT-4CN. Estes perfis apresentam a caracterização geológico-geotécnica dos horizontes litoestratigráficos identificados nos furos, correlacionados às projeções das linhas de fundação dos elementos estruturais, possibilitando visualizar os tipos de materiais onde cada estrutura será assentada. Os referidos perfis constam nos documentos SER-4N-PE-GEO-EEAT4 -001-R0 e SER-4N-PE-GEO-STAND PIPE- 001-R0, que integram o Tomo 2 – Peças Gráficas, do Volume 2 – Estudo Geológico/Geotécnico.

Os perfis gerados a partir das sondagens mistas SM-20 e SM-21, executadas no sítio da EEAT-4CN, e denominados EIXO-01 e EIXO-02 na planta com a locação destas sondagens, mostram as seguintes características:

- EIXO-01:** Percorre longitudinalmente o segmento desde o início do reservatório até o final da casa de bombas. Este perfil mostra a linha de fundação com trechos em solo natural silto-arenoso, com resistência de 35 golpes para uma penetração de 18 cm no ensaio SPT, entre as proximidades das estacas E0+13,00 e E0+19,00, passando a ser apoiada em maciço rochoso fragmentado, pouco alterado (A2) e com RQD muito pobre (R5) até as proximidades da estaca E1+12,00, e, a partir desta estaca até as proximidades da E2+13,00 a linha de fundação ocorre acima do topo do solo natural, ou seja, necessitando aterro com espessura variando entre 0,40 e 1,50 m, aproximadamente, para que se atinja esta cota de assentamento das estruturas.
- EIXO-02:** Este eixo posiciona-se ortogonalmente ao EIXO-01, nas proximidades do furo SM-20. O perfil mostra a linha de fundação da casa de bombas apoiada

totalmente em rocha metamórfica indiscriminada, pouco alterada (A2) e com RQD muito pobre (R5).

No sítio do *stand-pipe* SP-EEAT-4CN, o perfil geológico-geotécnico contendo as informações da SM-22 mostra a linha de fundação, que inicia nas proximidades da estaca E0+16,00 e se estende até a E2+0,00, apoiada totalmente em pegmatóide pouco alterado (A2) e com RQD muito pobre (R5).

A determinação da tensão admissível, para este caso, pode ser realizada a partir de uma análise empírica correlacionando os tipos de materiais que compõem as fundações destes dispositivos, e suas características geomecânicas, com os materiais pedolitológicos cujas tensões já foram definidas, descritos em diversas bibliografias disponíveis. Utilizando como parâmetro a classificação apresentada em Vallejo (2002), mostrada na **Tabela 4.3**, obtém-se, por conseguinte, uma tensão admissível para o material destas fundações.

**Tabela 4.3 – Classificação das rochas a partir de sua resistência a compressão simples, correlacionando à caracterização proposta por algumas autorias.**

RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO SIMPLES (MPa)	ISRM (1981)	GEOLOGICAL SOCIETY OF LONDON (1970)	BIENIAWSKI (1973)	EXEMPLOS
< 1	Solos			
1 - 5	Muito branda	Branda > 1,25	Muito baixa	Sal, pelito, limonita, marga, tufo, carvão.
5 - 12,5	Branda	Moderadamente Branda		
12,5 - 25		Moderadamente dura		
25 - 50	Moderadamente dura	Moderadamente dura	Baixa	Xisto, adóxia.
50 - 100	Dura	Dura	Média	Rochas metamórficas xistosas, mármore, granito, gnaíse, arenito, calcário poroso.
100 - 200	Muito dura	Muito dura	Alta	Rochas ígneas e metamórficas duras, arenito altamente cimentado, calcário, dolomita.
> 200				
> 250	Extremamente dura	Extremamente dura	Muito alta	Quartzito, gabro, basalto.

Fonte: Vallejo, 2002. Modificada.

Considerando o exposto na tabela desenvolvida por Vallejo (2002), e comparando com os materiais pedolitológicos descritos nas cotas de fundação da EEAT-4CN e do SP-EEAT-4CN, temos como atribuir as seguintes tensões admissíveis:

#### EEAT-4CN:

- Solo silto-arenoso → < 1 MPa;
- Rocha metamórfica indiscriminada (A2; R5) → 50 a 100 MPa.

#### SP-EEAT-4CN:

- Rocha pegmatóide (assemelha-se a granitóide) → 50 a 100 MPa.

As tensões admissíveis previstas nos projetos estruturais destes dispositivos constam listadas na **Tabela 4.4**.

**Tabela 4.4 – Tensões admissíveis previstas nos projetos estruturais, para cada estrutura que compõe os dispositivos estacionários previstos para o Trecho 4N.**

TRECHO	DISPOSITIVO	ESTRUTURA	ELEMENTO	TENSÃO ADMISSÍVEL DE PROJETO (MPa) ≥
T4N	EEAT-4CN	Reservatório	Laje de Fundo	0,09

TRECHO	DISPOSITIVO	ESTRUTURA	ELEMENTO	TENSÃO ADMISSÍVEL DE PROJETO (MPa) ≥
		Casa de Bombas	Laje de Fundo	0,04
			Sapatas (S1 e S100)	0,20
	SP-EEAT-4CN	Stand-pipe	-	0,09

Fonte: Consórcio, 2022.

Da tabela acima, depreende-se que as tensões admissíveis variam entre 0,04 e 0,20 MPa para a EEAT-4CN, e é de 0,09 MPa para o SP-EEAT-4CN. Portanto, comparando com a faixa de tensão admissível obtida pela correlação dos materiais descritos nas SM's, com os materiais descritos por Vallejo (2002), cujas tensões admissíveis variaram entre <1 e 100 MPa para a EEAT-4CN, e entre 50 e 100 MPa para o SP-EEAT-4CN, os materiais pedolitológicos que compõem as fundações destes dispositivos mostram-se com capacidade de suporte a compressão superiores às solicitadas em projeto.

Ainda quanto aos projetos estruturais destes dispositivos, importa destacar o que orienta a **Nota de Fundação**:

- *Não apoiar a estrutura no aterro;*
- *Substituir a primeira camada de 1 m do solo natural por solo-cimento no traço 15:1 em massa, executados em camadas de 20 cm compactadas mecanicamente;*
- *Garantir que o solo-cimento apoie na rocha, mesmo que seja fraturada. Não apoiar o solo-cimento no solo.*

Considerando, portanto, o que preconiza a Nota de Fundação, os maciços rochosos que compõem a fundação dos elementos estruturais da EEAT-4CN e do SP-EEAT-4CN oferecem o suporte necessário. Quanto ao material inconsolidado, este deve ser removido e substituído por solo-cimento, assim como o trecho com previsão de aterro (na EEAT-4CN) deve ser executado com solo-cimento.

Por fim, cumpre destacar que quando da escavação do sítio de implantação destes dispositivos, na observância de características anômalas ao retratado nas sondagens mistas executadas, novos ensaios *in situ* e/ou em laboratório deverão ser solicitados, para dirimir quaisquer dúvidas que se mostrem acerca da resistência à compressão do material de fundação, ou de outros parâmetros que interfiram na implantação das referidas estações elevatórias.

## 5. QUANTITATIVOS

## 5 QUANTITATIVOS

As atividades referentes aos estudos geológicos/geotécnicos complementares para o Trecho 4N estão descritas e quantificados na **Tabela 5.1**, conforme planilha de referência do contrato. A comprovação dos serviços quantificados neste item é apresentada neste relatório e seus anexos, e serão pagos por valor unitário, conforme preços apresentados na proposta financeira.

**Tabela 5.1 – Quantificação dos serviços para os estudos Geológicos/Geotécnicos complementares do T4N, executados nesta etapa de campo.**

COD.	BASE	DESCRIÇÃO DO SERVIÇO	UNIDADE	TOTAL	EXECUTADO NO T1N
GT40	CODE	Poços de inspeção com retro escavadeira, inclusive mobilização, desmobilização e deslocamento entre os furos	m	494	40,31
GT41	CODE	Mobilização/Desmobilização de máquinas, equipamentos de sondagem rotativa mista	un	4	*
GT42	CODE	Sondagem rotativa em solo	m	63	2,48
GT43	CODE	Sondagem rotativa em rocha	m	315	17,48
GT44	CODE	Deslocamento e instalação dos equipamentos entre furos	un	58	3

Nota:

- (\*) O item com CÓD. GT41 refere-se à 01 (uma) Mobilização/Desmobilização de máquinas, equipamentos de sondagem rotativa mista para a campanha de sondagens mistas do Sistema Seridó Norte, que contempla todos os trechos – 1, 2, 3, 4 e 5 Norte. Portanto, este item foi contabilizado no relatório do T1N e não será considerado nos demais (Trechos 2, 3, 4 e 5 Norte).

## 6. JAZIDAS

## 6 JAZIDAS

Na realização de obras em que a movimentação de terra é um dos fatores mais relevantes, como acontece em sistemas adutores, é preciso priorizar o aproveitamento do material oriundo das escavações obrigatórias, em relação à utilização de materiais extraídos de jazidas, no intuito de reduzir os custos com a extração/aquisição de material de empréstimo, bem como o investimento relativo à Distância Média de Transporte (DMT).

Contudo, a pesquisa por áreas de jazida na região do Seridó se justifica pela detecção de um *déficit* de material arenoso para uso como base (“colchão”) de apoio para a tubulação e de solo para reaterro da vala, bem como para emprego nas demandas das obras especiais, ao longo do traçado no qual se desenvolve o Trecho 4 Norte, conforme resumo do estudo do movimento de terra nesse trecho, cuja demanda consta da **Tabela 6.1**.

**Tabela 6.1 – Estudo do movimento de terra para o Trecho 4 Norte do Sistema Seridó Norte, do Projeto Seridó.**

MOVIMENTO DE TERRA - SISTEMA SERIDÓ NORTE, TRECHOS 4 NORTE - PROJETO SERIDÓ							
Unidade	Escavação (m³)			Reaterro (m³)			Bota Fora (m³)
	Total	1ª e 2ª cat.	3ª cat.	Empréstimos		Aproveitamento	
				Areia	Solo		
ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA 04 (CN)	3.571,66	1.344,40	2.227,26	-	6.832,23	1.145,32	2.513,59
STAND-PIPE	1.429,18	611,97	817,21	-	477,05	2.463,93	1.433,20
ADUTORA TRECHO T4N (SÃO VICENTE - CURRAIS NOVOS)	35.414,58	26.901,49	8.513,09	8.594,25	1.380,67	15.874,71	13.692,11
RHO	71,08	26,92	44,16	-	-	16,80	38,00
TOTAL =	40.486,50	28.884,78	11.601,72	8.594,25	8.689,95	19.500,76	17.676,90

Fonte: Consórcio, 2022.

Diante desta demanda por áreas de empréstimo de solo e material arenoso, fez-se necessário indicar, ao longo do T4N, áreas potenciais de jazidas de areia e solo, visando garantir que atendam às especificações necessárias para o emprego pretendido.

O posicionamento das áreas indicadas como jazidas ao longo do traçado do T4N é mostrado na **Figura 6.1**.

Figura 6.1 – Planta do traçado previsto para implantação do Trecho 4 Norte, com a localização das áreas apontadas como possíveis jazidas. Domínios dos municípios de São Vicente a Currais Novos, RN.



Fonte: Google Earth Pro®, 2022.

Na **Tabela 6.2** consta um quadro-resumo as jazidas indicadas para o Trecho 4N, apresentando os tipos de materiais de cada área, assim como suas espessuras e volumes estimados.

**Tabela 6.2 – Áreas indicadas como jazidas para o T4N, com identificação do tipo de material que as compõem e seus volumes estimados.**

Jazida	Tipo de Material	Espessura Estimada (m)	Área (m²)	Volume (m³)
A1-T4N	Solo	0,6	11.196,00	6.717,60
A2-T4N	Solo	0,6	9.887,00	5.932,20
A3-T4N	Areia	0,8	6.229,00	4.983,20
A4-T4N	Areia	0,8	15.054,00	12.043,20
A5-T4N	Areia	0,8	8.518,00	6.814,40
Volume para solo (m³) =				12.649,80
Volume para areia (m³) =				23.840,80
<b>VOLUME TOTAL (m³) =</b>				<b>36.490,60</b>

Fonte: Consórcio, 2021.

As plantas com as localizações das jazidas, amarradas por poligonais, bem como as coordenadas dos vértices destas poligonais, referenciadas no *datum* SIRGAS 2000, e apresentadas no sistema de coordenadas UTM, fuso 24M, no meridiano central 39S, constam no **Anexo IV**.

## 7. REFERÊNCIAS

## 7 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA E AMBIENTAL. **Manual de sondagens**. São Paulo, 2013. 203p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6122**: Projeto e execução de fundações. Rio de Janeiro. 2019. 108p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9604**: Abertura de poço e trincheira de inspeção em solo com retirada de amostras deformadas e indeformadas – Procedimento. Rio de Janeiro. 2016. 9p.

BRASIL. Coordenadoria de Geoprocessamento e Monitoramento Ambiental. Secretaria de Desenvolvimento Territorial. **Perfil Territorial**, 2015. Disponível em: [http://sit.mda.gov.br/download/caderno/caderno\\_territorial\\_076\\_Serid%C3%83%C2%B3%20-%20RN.pdf](http://sit.mda.gov.br/download/caderno/caderno_territorial_076_Serid%C3%83%C2%B3%20-%20RN.pdf). Acesso em: 17 mar. 2021.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **DNIT 106/2009-ES – Tarraplenagem – Cortes – Especificação de serviço**. Rio de Janeiro: IPR. 13p.

VALLEJO, L. G.; FERRER, M.; ORTUÑO, L; OTEO, C. **Ingenieria Geologica**. Pearson Educacion. Madrid. 2002. 744 p.

## 8. ANEXOS

## 8 ANEXOS

### 8.1 ANEXO I - QUADRO RESUMO DAS SONDAGENS POR TRINCHEIRA (POÇOS DE INSPEÇÃO POR TRINCHEIRA) EXECUTADAS NO TRECHO 4 NORTE

DATA	PONTO	COORDENADAS (UTM, FUSO 24L; WGS/84)		ESPESSURA DOS MATERIAIS (m)		PROFUNDIDADE IMPENETRÁVEL (m)	OBSERVAÇÕES
		Leste (m)	Norte (m)	1ª Cat.	2ª Cat.		
09/12/2021	ST4N-1	774048,690	9306312,132	-	-	-	Sondagem não executada por situar-se no perímetro urbano de São Vicente.
09/12/2021	ST4N-2	774012,824	9305841,220	-	-	-	Sondagem não executada por situar-se no perímetro urbano de São Vicente.
09/12/2021	ST4N-3	773991,289	9305470,599	-	-	-	Sondagem não executada por situar-se no perímetro urbano de São Vicente.
09/12/2021	ST4N-4	773491,608	9305453,370	-	-	-	Sondagem não executada por situar-se no perímetro urbano de São Vicente.
09/12/2021	ST4N-5	772991,827	9305446,829	-	-	-	Sondagem não executada por situar-se no perímetro urbano de São Vicente.
09/12/2021	ST4N-6	772492,816	9305445,761	-	-	-	Sondagem não executada por situar-se no perímetro urbano de São Vicente.
09/12/2021	ST4N-7	772991,827	9305446,829	0,40	0,22	0,62	-
09/12/2021	ST4N-8	772492,816	9305445,761	0,46	0,22	0,68	-
09/12/2021	ST4N-9	772112,332	9305747,005	-	-	-	Sondagem não executada devido a presença de uma cerca, e pela existência de uma adutora enterrada passando pelo local.
09/12/2021	ST4N-10	771145,710	9305882,255	0,45	0,27	0,72	-
09/12/2021	ST4N-11	771191,309	9306137,000	0,73	0,33	1,06	Deslocado 55 m da posição prevista inicialmente.
09/12/2021	ST4N-12	770716,433	9306243,423	0,63	0,49	1,12	-
09/12/2021	ST4N-13	770232,138	9306356,336	0,40	0,22	0,62	-
09/12/2021	ST4N-14	769834,624	9306658,798	1,20	0,38	1,58	-
09/12/2021	ST4N-15	769431,881	9306955,105	1,60	0,40	-	Avançaria além dos 2,00 m de profundidade.
09/12/2021	ST4N-16	769039,672	9307263,741	0,80	0,30	1,10	-
09/12/2021	ST4N-17	768549,134	9307345,621	0,60	0,29	0,89	-
09/12/2021	ST4N-18	768045,620	9307298,000	0,63	0,12	0,75	Deslocado 9 m da posição prevista inicialmente.
09/12/2021	ST4N-19	767560,115	9307236,218	0,90	0,50	1,40	-
09/12/2021	ST4N-20	767082,975	9307131,629	0,62	0,27	0,89	-
09/12/2021	ST4N-21	766617,748	9306968,464	0,80	0,25	1,05	-
09/12/2021	ST4N-22	766129,486	9307060,914	1,12	0,28	1,40	Deslocado 82 m da posição prevista inicialmente.

DATA	PONTO	COORDENADAS (UTM, FUSO 24L; WGS/84)		ESPESSURA DOS MATERIAIS (m)		PROFUNDIDADE IMPENETRÁVEL (m)	OBSERVAÇÕES
		Leste (m)	Norte (m)	1ª Cat.	2ª Cat.		
09/12/2021	ST4N-23	765690,045	9307080,658	1,05	0,35	1,40	Deslocado 100 m da posição prevista inicialmente. Afloramento 10 m antes do local da sondagem, com cerca de 12 m de extensão.
09/12/2021	ST4N-24	765261,461	9306842,661	0,81	0,59	1,40	Afloramento 10m antes do local da sondagem, com cerca de 10 m de extensão.
09/12/2021	ST4N-25	764766,114	9306776,525	0,64	0,26	0,90	-
09/12/2021	ST4N-26	764299,590	9306718,690	1,40	0,60	> 2,00	Avançaria além dos 2,00 m de profundidade.
09/12/2021	ST4N-27	764299,853	9306685,905	1,19	0,36	1,55	-
09/12/2021	ST4N-28	763814,227	9306756,840	0,95	0,25	1,20	-
09/12/2021	ST4N-29	763331,871	9306865,975	1,23	0,57	1,80	-
10/12/2021	ST4N-30	762854,597	9306997,557	0,61	0,22	0,83	-
10/12/2021	ST4N-31	762366,282	9307012,392	0,95	1,05	2,00	-
10/12/2021	ST4N-32	761930,828	9307229,520	0,82	0,28	1,10	-
10/12/2021	ST4N-33	761543,936	9307546,245	1,25	0,35	1,60	-
10/12/2021	ST4N-34	761157,122	9307863,065	1,65	0,35	> 2,00	Avançaria além dos 2,00 m de profundidade.
10/12/2021	ST4N-35	760770,336	9308179,919	0,38	0,32	0,70	-
10/12/2021	ST4N-36	760383,820	9308497,102	0,84	1,16	> 2,00	Avançaria além dos 2,00 m de profundidade.
10/12/2021	ST4N-37	759997,308	9308814,291	0,35	0,25	0,60	-
10/12/2021	ST4N-38	759576,852	9309073,612	1,55	0,45	> 2,00	Avançaria além dos 2,00 m de profundidade.
10/12/2021	ST4N-39	759194,814	9309358,668	-	-	-	Sondagem não executada devido a presença de cerca no pé do talude da rodovia, impedindo o acesso ao local.
10/12/2021	ST4N-40	758877,470	9309721,204	0,42	0,63	1,05	-
10/12/2021	ST4N-41	758393,523	9309846,872	1,20	0,50	1,70	-
10/12/2021	ST4N-42	758037,372	9310188,420	-	-	-	Sondagem não executada devido a presença de cerca no pé do talude da rodovia, impedindo o acesso ao local.
10/12/2021	ST4N-43	757716,365	9310571,606	0,32	0,28	0,60	-
10/12/2021	ST4N-44	757394,638	9310949,753	-	-	-	Sondagem não executada devido a presença de cerca no pé do talude da rodovia, impedindo o acesso ao local.
10/12/2021	ST4N-45	757073,299	9311332,784	-	-	-	Sondagem não executada devido a presença de cerca no pé do talude da rodovia, impedindo o acesso ao local.

Fonte: Consórcio, 2022.

## 8.2 ANEXO II - RELATÓRIO FOTOGRÁFICO DAS SONDAGENS POR TRINCHEIRA (POÇOS DE INSPEÇÃO POR TRINCHEIRA) EXECUTADAS NO TRECHO 4 NORTE

### TRECHO 4 NORTE – SÃO VICENTE A CURRAIS NOVOS

#### ST4N-01



FOTO 01 – Sondagem não executada por situar-se no perímetro urbano de São Vicente.

#### ST4N-02



FOTO 02 – Sondagem não executada por situar-se no perímetro urbano de São Vicente.

#### ST4N-03



FOTO 03 – Sondagem não executada por situar-se no perímetro urbano de São Vicente.

## ST4N-04



FOTO 04 – Sondagem não executada por situar-se no perímetro urbano de São Vicente.

## ST4N-05



FOTO 05 – Sondagem não executada por situar-se no perímetro urbano de São Vicente.

## ST4N-06



FOTO 06 – Sondagem não executada por situar-se no perímetro urbano de São Vicente.

## ST4N-07



FOTO 07 – Material de 1ª categoria. Solo areno-argiloso, marrom, com fragmentos de rocha. Espessura = 0,40 m.



FOTO 08 – Material de 2ª categoria. Solo de alteração areno-argiloso, marrom, com rocha alterada mole na base. Espessura = 0,22 m. Impenetrável aos 0,62 m.

## ST4N-08



FOTO 09 – Material de 1ª categoria. Solo de alteração areno-argiloso, marrom. Espessura = 0,46 m.



FOTO 10 – Material de 2ª categoria. Rocha alterada mole, variegada. Espessura = 0,22 m. Impenetrável aos 0,68 m.

## ST4N-09



FOTO 11 – Sondagem não executada devido a presença de uma cerca, e pela existência de uma adutora enterrada passando pelo local.

## ST4N-10



FOTO 12 – Material de 1ª categoria. Solo areno-argiloso, marrom claro, cascalhoso. Espessura = 0,45 m.



FOTO 13 – Material de 2ª categoria. Solo de alteração areno-argiloso, variegado, com rocha alterada mole na base. Espessura = 0,27 m. Impenetrável aos 0,72 m.

## ST4N-11



FOTO 14 – Material de 1ª categoria. Solo areno-argiloso, marrom, cascalhoso. Espessura = 0,73 m.



FOTO 15 – Material de 2ª categoria. Solo argilo-arenoso, marrom claro, com cascalho e fragmentos de rocha. Espessura = 0,33 m. Impenetrável aos 1,06 m.

## ST4N-12



FOTO 16 – Material de 1ª categoria. Solo areno-argiloso, marrom, com cascalho e fragmentos de rocha. Espessura = 0,63 m.



FOTO 17 – Material de 2ª categoria. Solo de alteração argilo-arenoso, marrom claro, cascalhoso. Espessura = 0,49 m. Impenetrável aos 1,12 m.

## ST4N-13



FOTO 18 – Material de 1ª categoria. Solo argilo-arenoso, marrom claro, pouco cascalhoso. Espessura = 0,40 m.



FOTO 19 – Material de 2ª categoria. Solo de alteração argil-arenoso, pouco siltoso, pouco cascalhoso, marrom claro. Espessura = 0,22 m. Impenetrável aos 0,62 m.

## ST4N-14



FOTO 20 – Material de 1ª categoria. Solo silto-argiloso, marrom, pouco cascalhoso. Espessura = 1,20 m.



FOTO 21 – Material de 2ª categoria. Solo de alteração argilo-arenoso, marrom claro, gradando para rocha alterada mole. Espessura = 0,38 m. Impenetrável aos 1,58 m.

## ST4N-15



FOTO 22 – Material de 1ª categoria. Solo areno-siltoso, marrom claro. Espessura = 1,60 m.



FOTO 23 – Material de 2ª categoria. Solo areno-siltoso, marrom claro, cascalhoso. Atingiu 2,00 m de profundidade antes de alcançar o impenetrável, paralisando a esta profundidade.

## ST4N-16



FOTO 24 – Material de 1ª categoria. Solo areno-siltoso, marrom claro, cascalhoso. Espessura = 0,80 m.



FOTO 25 – Material de 2ª categoria. Solo de alteração areno-siltoso, variegado, gradando para rocha alterada mole. Espessura = 0,30 m. Impenetrável aos 1,10 m.

## ST4N-17



FOTO 26 – Material de 1ª categoria. Solo areno-siltoso, cascalhoso, marrom claro. Espessura = 0,60 m.



FOTO 27 – Material de 2ª categoria. Solo de alteração silto-arenoso, marrom claro com fragmentos de rocha. Espessura = 0,29 m. Impenetrável aos 0,89 m.

## ST4N-18



FOTO 28 – Material de 1ª categoria. Solo de alteração areno-siltoso, marrom, com fragmentos de rocha. Espessura = 0,63 m.



FOTO 29 – Material de 2ª categoria. Rocha alterada mole, variegada, com fragmentos de rocha. Espessura = 0,12 m. Impenetrável aos 0,75 m.

## ST4N-19



FOTO 30 – Material de 1ª categoria. Solo areno-argiloso, marrom avermelhado, pouco cascalhoso. Espessura = 0,90 m.



FOTO 31 – Material de 2ª categoria. Solo argilo arenoso, marrom claro, com fragmentos de rocha e rocha alterada mole na base. Espessura = 0,50 m. Impenetrável aos 1,40 m.

## ST4N-20



FOTO 32 – Material de 1ª categoria. Solo areno-argiloso, marrom avermelhado, pouco cascalhoso. Espessura = 0,62 m.



FOTO 33 – Material de 2ª categoria. Solo de alteração argilo-arenoso, marrom, com fragmentos de rocha. Espessura = 0,27 m. Impenetrável aos 0,89 m.

## ST4N-21



FOTO 34 – Material de 1ª categoria. Solo areno-argiloso, marrom, com fragmentos de rocha. Espessura = 0,80 m.



FOTO 35 – Material de 2ª categoria. Solo argilo-arenoso, marrom avermelhado, com fragmentos de rocha e rocha alterada mole na base. Espessura = 0,25 m. Impenetrável aos 1,05 m.

## ST4N-22



FOTO 36 – Material de 1ª categoria. Solo areno-argiloso, marrom, cascalhoso. Espessura = 1,12 m.



FOTO 37 – Material de 2ª categoria. Solo silto-argiloso, marrom claro, com cascalho e fragmentos de rocha. Espessura = 0,28 m. Impenetrável aos 1,40 m.

## ST4N-23



FOTO 38 – Material de 1ª categoria. Solo areno-argiloso, marrom, cascalhoso. Espessura = 1,05 m.



FOTO 39 – Material de 2ª categoria. Solo areno-argiloso, marrom, com cascalho e fragmentos de rocha. Espessura = 0,35 m. Impenetrável aos 1,40 m.

## ST4N-24



FOTO 40 – Material de 1ª categoria. Aterro nos primeiros 30 cm, recobrindo solo areno-argiloso, marrom, com torrões e fragmentos de rocha. Espessura = 0,81 m.



FOTO 41 – Material de 2ª categoria. Solo de alteração areno-argiloso, marrom, com fragmentos de rocha e rocha alterada mole na base. Espessura = 0,59 m. Impenetrável aos 1,40 m.

## ST4N-25



FOTO 42 – Material de 1ª categoria. Solo areno-argiloso, marrom avermelhado, com fragmentos de rocha. Espessura = 0,64 m.



FOTO 43 – Material de 2ª categoria. Solo argilo-arenoso, marrom, com fragmentos de rocha e rocha alterada mole na base. Espessura = 0,26 m. Impenetrável aos 0,90 m.

## ST4N-26



FOTO 44 – Material de 1ª categoria. Areia-argilosa, cascalhosa, marrom claro. Espessura = 1,40 m.



FOTO 45 – Material de 2ª categoria. Solo silto-argiloso, marrom claro, com cascalho e torrões. Atingiu 2,00 m de profundidade antes de alcançar o impenetrável, paralisando a esta profundidade.

## ST4N-27



FOTO 46 – Material de 1ª categoria. Solo areno-argiloso, a argilo-arenoso, marrom alaranjado, cascalhoso. Espessura = 1,19 m.



FOTO 47 – Material de 2ª categoria. Solo de alteração argilo-arenoso, variegado, com fragmentos de rochas e rocha alterada mole na base. Espessura = 0,36 m. Impenetrável aos 1,55 m.

## ST4N-28



FOTO 48 – Material de 1ª categoria. Solo areno-argiloso-marrom, cascalhoso. Espessura = 0,95 m.



FOTO 49 – Material de 2ª categoria. Rocha alterada mole gradando para rocha alterada dura. Espessura = 0,25 m. Impenetrável aos 1,20 m.

## ST4N-29



FOTO 50 – Material de 1ª categoria. Solo silto-arenoso, marrom claro, cascalhoso. Espessura = 1,23 m.



FOTO 51 – Material de 2ª categoria. Solo de alteração silto-argiloso, cinza claro, com rocha alterada mole na base. Espessura = 0,57 m. Impenetrável aos 1,80 m.

## ST4N-30



FOTO 52 – Material de 1ª categoria. Solo areno-argiloso a silto-argiloso, cascalhoso, marrom a alaranjado. Espessura = 0,61 m.



FOTO 53 – Material de 2ª categoria. Solo de alteração silto-argiloso, cinza claro, com rocha alterada mole na base. Espessura = 0,22 m. Impenetrável aos 0,83 m.

## ST4N-31



FOTO 54 – Material de 1ª categoria. Solo areno-argiloso a silto-argiloso, com cascalho e fragmentos de rocha, marrom a alaranjado. Espessura = 0,95 m.



FOTO 55 – Material de 2ª categoria. Solo de alteração silto-argiloso, marrom claro, com fragmentos de rocha. Espessura = 1,05 m. Impenetrável aos 2,00 m.

## ST4N-32



FOTO 56 – Material de 1ª categoria. Solo areno-argiloso, marrom escuro, cascalhoso. Espessura = 0,82 m.



FOTO 57 – Material de 2ª categoria. Solo silto-argiloso, marrom avermelhado, com fragmentos de rocha e rocha alterada mole na base. Espessura = 0,28 m. Impenetrável aos 1,10 m.

## ST4N-33



FOTO 58 – Material de 1ª categoria. Solo areno-siltoso, pouco argiloso, marrom claro com nível avermelhado, cascalhoso. Espessura = 1,25 m.



FOTO 59 – Material de 2ª categoria. Solo de alteração silto-argiloso, marrom claro, com cascalho e torrões. Espessura = 0,35 m. Impenetrável aos 1,60 m.

## ST4N-34



FOTO 60 – Material de 1ª categoria. Solo areno-argiloso, marrom avermelhado, cascalhoso. Espessura = 1,65 m.



FOTO 61 – Material de 2ª categoria. Solo argilo-arenoso, marrom escuro, com torrões e cascalho. Atingiu 2,00 m de profundidade antes de alcançar o impenetrável, paralisando a esta profundidade.

## ST4N-35



FOTO 62 – Material de 1ª categoria. Solo areno-argiloso, avermelhado, cascalhoso. Espessura = 0,38 m.



FOTO 63 – Material de 2ª categoria. Solo silto-argiloso a argilo-siltoso, avermelhado, com cascalho e fragmentos de rocha. Espessura = 0,32 m. Impenetrável aos 0,70 m.

## ST4N-36



FOTO 64 – Material de 1ª categoria. Solo areno-argiloso, avermelhado, cascalhoso. Espessura = 0,84 m.



FOTO 65 – Material de 2ª categoria. Solo de alteração silto-arenoso, cinza amarronzado, cascalhoso. Atingiu 2,00 m de profundidade antes de alcançar o impenetrável, paralisando a esta profundidade.

## ST4N-37



FOTO 66 – Material de 1ª categoria. Solo areno-argiloso, marrom alaranjado, com cascalho e fragmentos de rocha. Espessura = 0,35 m.



FOTO 67 – Material de 2ª categoria. Solo argilo-arenoso, alaranjado, cascalhoso, com torrões. Espessura = 0,25 m. Impenetrável aos 0,60 m.

## ST4N-38



FOTO 68 – Material de 1ª categoria. Solo silto-arenoso, cascalhoso, marrom claro, com fragmentos de rocha. Espessura = 1,55 m.



FOTO 69 – Material de 2ª categoria. Solo silto-argiloso, cascalhoso, cinza amarelado, com fragmentos de rocha. Atingiu 2,00 m de profundidade antes de alcançar o impenetrável, paralisando a esta profundidade.

## ST4N-39



FOTO 70 – Sondagem não executada devido a presença de cerca no pé do talude da rodovia, impedindo o acesso ao local.

## ST4N-40



FOTO 71 – Material de 1ª categoria. Solo areno-siltoso, marrom claro, cascalhoso. Espessura = 0,42 m.



FOTO 72 – Material de 2ª categoria. Solo de alteração areno-argiloso a argilo-arenoso, marrom, com cascalho e rocha alterada mole na base. Espessura = 0,63 m. Impenetrável aos 1,05 m.

## ST4N-41



FOTO 73 – Material de 1ª categoria. Solo areno-argiloso, marrom, com cascalho e fragmentos de rocha. Espessura = 1,20 m.



FOTO 74 - Material de 2ª categoria. Solo de alteração areno-argiloso a argilo-arenoso, marrom claro, com fragmentos de rocha e rocha alterada mole na base. Espessura = 0,50 m. Impenetrável aos 1,70 m.

## ST4N-42



FOTO 75 – Sondagem não executada devido a presença de cerca no pé do talude da rodovia, impedindo o acesso ao local.

## ST4N-43



FOTO 76 – Material de 1ª categoria. Solo areno-argiloso, marrom alaranjado, com cascalho e fragmentos de rocha. Espessura = 0,32 m.

FOTO 77 – Material de 2ª categoria. Solo areno-argiloso a argilo-arenoso, marrom, cascalhoso, com rocha alterada mole na base. Espessura = 0,28 m. Impenetrável aos 0,60 m.

## ST4N-44



FOTO 78 – Sondagem não executada devido a presença de cerca no pé do talude da rodovia, impedindo o acesso ao local.

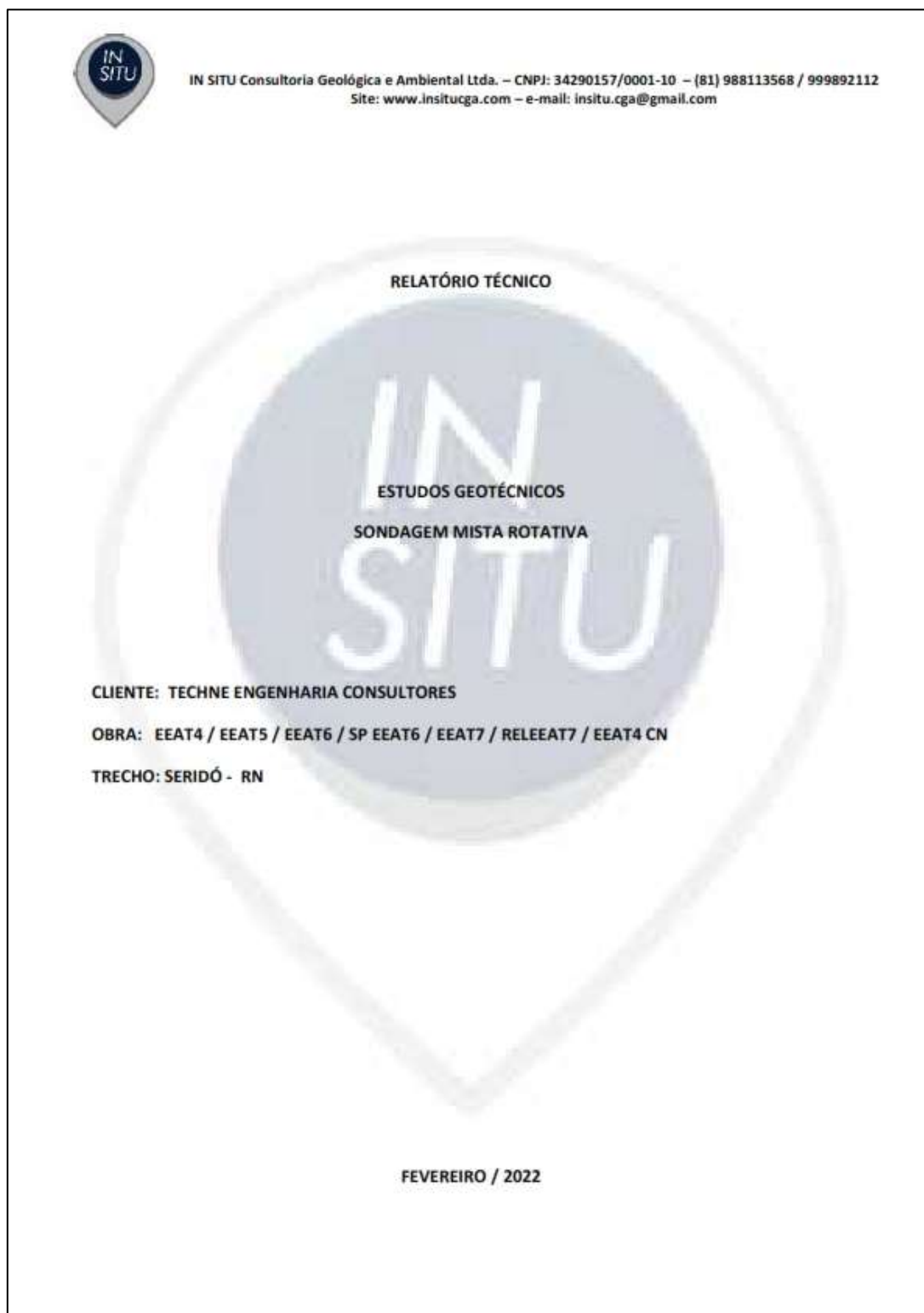
## ST4N-45



FOTO 79 – Sondagem não executada devido a presença de cerca no pé do talude da rodovia, impedindo o acesso ao local.

Fonte: Consórcio, 2022.

### 8.3 ANEXO III - RELATÓRIO TÉCNICO DAS SM'S EXECUTADAS NO TRECHO 4 NORTE





## RELATÓRIO TÉCNICO

**CLIENTE: TECHNE ENGENHARIA CONSULTORES**

**OBRA: EEAT4 / EEAT5 / EEAT6 / SP EEAT6 / EEAT7 / RELEEAT7 / EEAT4 CN**

### **1.0 Introdução**

Estamos apresentando o nosso Relatório Técnico, contendo o resultado do Estudo Geotécnico, abaixo discriminado:

- Sondagem Mista Rotativa
- Caixa de Testemunho
- Documentação Fotográfica

### **2.0 Metodologia Adotada**

Foram realizados 12 (Doze) furos de sondagem mista rotativa.

Na execução foram utilizadas sondas rotativas da SONDEQ modelo 920 de avanço hidráulico, empregando-se coroa diamantada de diâmetro NWM e barrilete duplo móvel. Os perfis individuais dos furos executados está apresentado em anexo contendo descrição geológica e documentação fotográfica das caixas de testemunhos.

A amostra foi coletada a cada metro de profundidade através do amostrador padrão e acondicionadas em sacos plásticos para posterior reclassificação tátil-visual no laboratório da "IN SITU".

Os índices de penetração foram obtidos pela cravação do amostrador padrão através de quedas sucessivas do martelo padronizado com massa de ferro de 65 kg caindo da altura de 0,75 m, até se atingir a penetração de 0,45 m, anotando-se o número de golpes necessários à cravação de cada 0,15 m do referido amostrador padrão, ou conforme orientações da Norma Brasileira NBR-6484/OUT2020.



### **3.1 Sondagem Mista Rotativa**

#### **3.1 Perfuração**

Ao longo do horizonte constituído por solos, o furo foi revestido com tubos de aço de diâmetro interno de 76mm (NW).

Ao atingir o topo rochoso, foi iniciada a perfuração com o emprego de barrilete duplo giratório modelo NWM (NX), com comprimento livre de 1,65metros. A cada manobra efetuada, foi anotada a profundidade inicial e final, bem como, o comprimento dos testemunhos recuperados.


A sondagem pelo processo rotativo foi executada nos trechos em rocha e obedece às recomendações Norma Brasileira ABNT NBR-6502/1995. Nos trechos em solos, a sondagem foi executada por lavagem direta com coleta de amostras e medida de SPT (Standard Penetration Test.), conforme instruções da contratante. As amostras de rocha recuperadas foram acondicionadas obedecendo a sequência da perfuração em caixas de madeira com divisões apropriadas e encaminhadas para análise no laboratório da IN SITU.

#### **3.2 Locação das Sondagens**

As sondagens foram locadas de acordo com indicação e localização da Contratante.

Recife, 11 de Fevereiro de 2022



- 
- SONDAGEM MISTA ROTATIVA
  - DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA  
(CAMPO / CAIXA TESTEMUNHO)



EEAT4 CN SM-20

CLIENTE: TECHNE

RODOVIA: EEAT4 CN (PRIORIDADE 3)

TRECHO: SERIDÓ - RIO GRANDE DO NORTE / RN

DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA  
- CAMPO -

QD - 01



EEAT4 CN SM-20

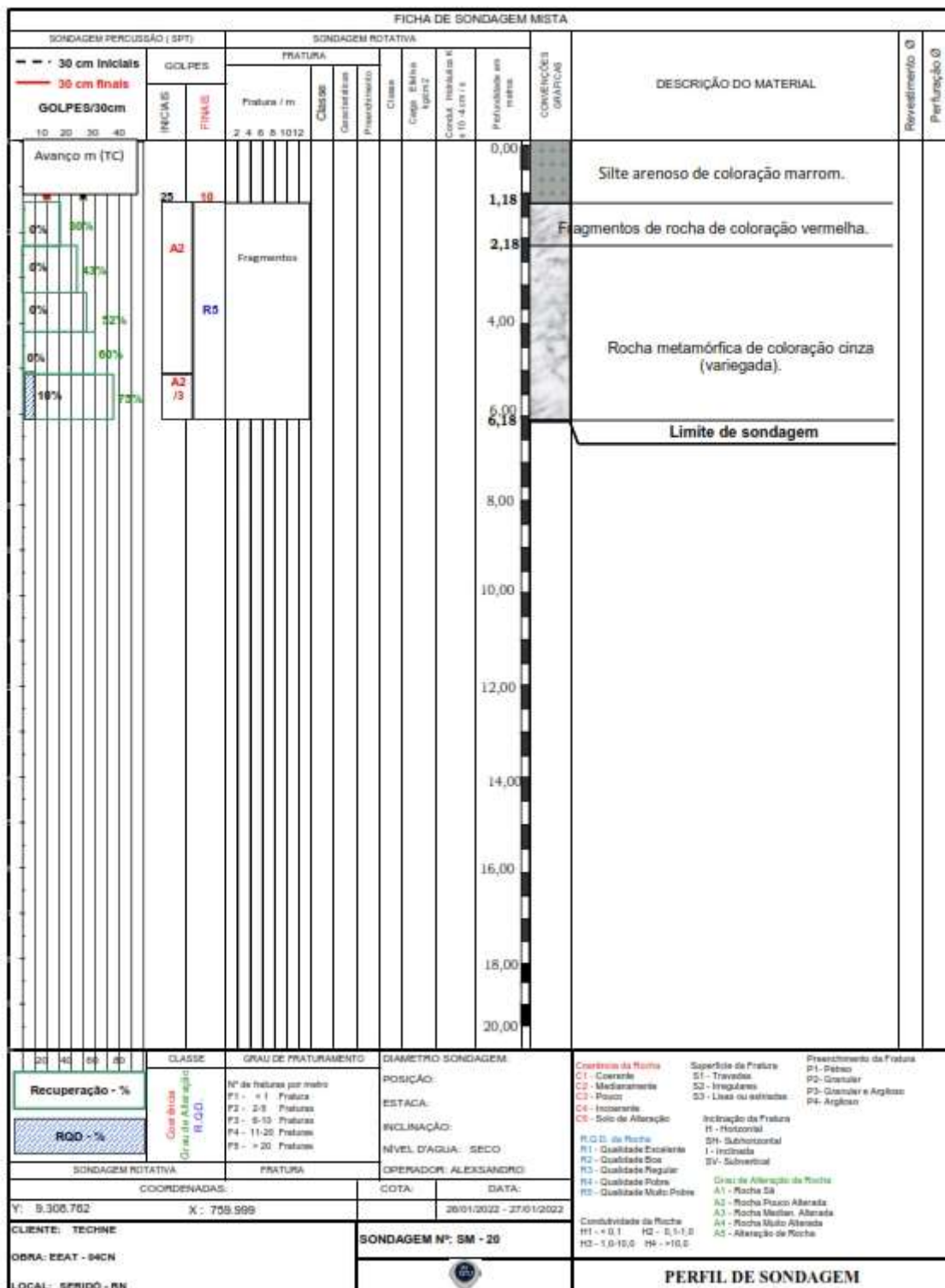
CLIENTE: TECHNE

RODOVIA: ETA / EEAT - 02 (PRIORIDADE 2)

TRECHO: SERIDÓ - RIO GRANDE DO NORTE / RN

DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA  
- CAIXA DE TESTEMUNHO -

QD - 02





EEAT4 CN SM-21

CLIENTE: TECHNE

RODOVIA: EEAT4 CN (PRIORIDADE 3)

TRECHO: SERIDÓ - RIO GRANDE DO NORTE / RN

DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA  
- CAMPO -

QD - 01



EEAT4 CN SM-21

CLIENTE: TECHNE

RODOVIA: EEAT4 CN (PRIORIDADE 3)

TRECHO: SERIDÓ - RIO GRANDE DO NORTE / RN

DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA  
- CAIXA DE TESTEMUNHO -



QD - 02





SM-22

CLIENTE: TECHNE  
RODOVIA: SP EEAT4CN  
TRECHO: SERIDÓ - RIO GRANDE DO NORTE / RN

DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA  
- CAMPO -



QD - 01



SM-22

CLIENTE: TECHNE  
RODOVIA: SP EEAT4CN  
TRECHO: SERIDÓ - RIO GRANDE DO NORTE / RN

DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA  
- CAIXA DE TESTEMUNHO -



QD - 02



## 8.4 ANEXO IV - PLANTAS DAS JAZIDAS INDICADAS PARA O TRECHO 4 NORTE









