

 MRS Logística S.A.	 JMSOUTO ENGENHARIA E CONSULTORIA	PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁI - RJ	
PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁI GEOLOGIA - GEOTECNIA RELATÓRIO TÉCNICO – ESTUDO GEOTÉCNICO		Nº MRS EI22004-LC-109-4-RT-G00-001	PÁGINA 2/45
		Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-GG-RLT-0001	REV. 0

ÍNDICE

<u>ITEM</u>	<u>DESCRIÇÃO</u>	<u>PÁGINA</u>
1.1	MAPA DE SITUAÇÃO	5
1.2	MAPA DE SITUAÇÃO	6
1.3	LIMITE DE BATERIA	7
2.0	DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA	7
2.1	ESTUDOS GEOTÉCNICOS	7
3.0	FATOR DE HOMOGENEIZAÇÃO	29
4.0	ESTABILIDADE DE TALUDES	29
5.0	METODOLOGIAS EXECUTIVAS	30
5.1	TERRA ARMADA	39
5.2	SOLO GRAMPEADO	39
5.1	GABIÃO	41
5.2	CONCLUSÃO	42
5.3	ANEXOS	43
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS		44

		PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ - RJ	
PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ GEOLOGIA - GEOTECNIA RELATÓRIO TÉCNICO – ESTUDO GEOTÉCNICO		Nº MRS EI22004-LC-109-4-RT-G00-001	PÁGINA 3/45
		Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-GG-RLT-0001	REV. 0

LISTA DE FIGURAS

<u>DESCRIÇÃO</u>	<u>PÁGINA</u>
Figura 1 - Localização da Ponte e o Viaduto em Barra do Piraí.	5
Figura 2 - Mapa de Situação	6
Figura 3 – SM-01.	11
Figura 4 – SM-02.	12
Figura 5 – SM-03.	13
Figura 6 – SM-04.	14
Figura 7 – SM-05.	15
Figura 8 – SM-06.	16
Figura 9 – SM-07.	17
Figura 10 – CONTINUAÇÃO SM-07.	18
Figura 11 – SM-08.	19
Figura 12 – SM-09.	20
Figura 13 - SM-10.	21
Figura 14 – SM-11.	22
Figura 15 – SM-12.	23
Figura 16 – Continuação SM-12.	24
Figura 17 – SM-13.	25
Figura 18 – SM-14.	26
Figura 19 – CONTINUAÇÃO SM-14.	27
Figura 20 - Microcoveamento.	37
Figura 21 - Caminhão pipa adaptado para hidrossemeadura.	37
Figura 22 - Aplicação da massa.	37
Figura 23 - Má fixação da massa de sementes no talude.	37

		PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ - RJ	
PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ GEOLOGIA - GEOTECNIA RELATÓRIO TÉCNICO – ESTUDO GEOTÉCNICO		Nº MRS EI22004-LC-109-4-RT-G00-001	PÁGINA 4/45
		Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-GG-RLT-0001	REV. 0

LISTA DE TABELAS

<u>DESCRIÇÃO</u>	<u>PÁGINA</u>
TABELA 1 – TABELA DAS SONDAgens ROTATIVAS/MISTAS	8
TABELA 2 – TABELA DAS SONDAgens A PERCUSSÃO	8
TABELA 3 – TABELA DAS SONDAgens A TRADO	9
TABELA 4 – RELAÇÃO DE FORNECEDORES LOCAIS	28



**PROJETO DETALHADO
COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO
PIRAÍ - RJ**

**PROJETO DETALHADO
COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ
GEOLOGIA - GEOTECNIA
RELATÓRIO TÉCNICO – ESTUDO GEOTÉCNICO**

Nº MRS
EI22004-LC-109-4-RT-G00-001

Nº JM SOUTO
JMRS07B9-02-GG-RLT-0001

PÁGINA
5/45

REV.
0

1.1 MAPA DE SITUAÇÃO

A JM Souto Engenharia e Consultoria Ltda. apresenta o Relatório de estudos Geotécnicos do Complexo Barra do Piraí, onde terá a implantação da Ponte sobre o Rio Paraíba do Sul e o Viaduto sob a linha férrea existente, localizado no município de Barra do Piraí, no Estado do Rio de Janeiro.



Figura 1 - Localização da Ponte e o Viaduto em Barra do Piraí.

O objetivo principal do presente estudo é, através das intervenções de fechamento de passagem em nível localizada na Av. Vereador Chequer Elias, prover a implantação de uma terceira ponte de circulação de veículos no município de Barra do Piraí-RJ.

A referida ponte terá como acesso principal as Ruas Coronel Nóbrega, Escada Francisco Teles, Rua Moreira dos Santos e Rua Newton Prado a ligação da ponte a partir destas vias deverá escoar o tráfego pela Rua José Alves Pimenta.

1.2 MAPA DE SITUAÇÃO

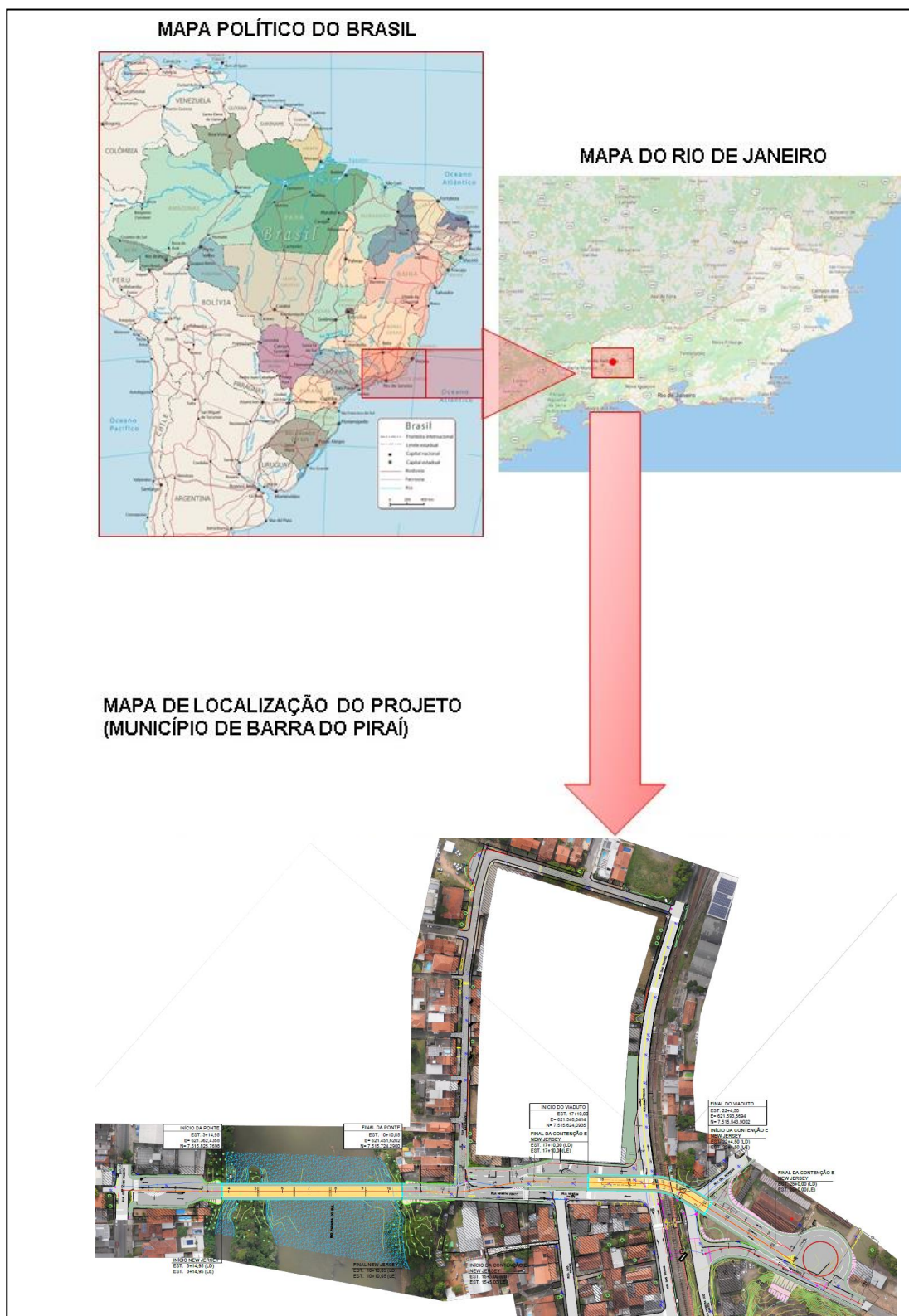


Figura 2 - Mapa de Situação

		PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ - RJ	
PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ GEOLOGIA - GEOTECNIA RELATÓRIO TÉCNICO – ESTUDO GEOTÉCNICO		Nº MRS EI22004-LC-109-4-RT-G00-001	PÁGINA 7/45
		Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-GG-RLT-0001	REV. 0

1.3 LIMITE DE BATERIA

O eixo projetado inicia-se na Estaca 0+0,000, nas coordenadas N=7.515.882,641 E=621.313,620 na Rua Jose Alves Pimenta na caixa da rua existente, encerrando-se na estaca 26+0,000, nas coordenadas N=7.515.469,390 e E=621.605,857 próximo à entrada para rotatória.

A OAE da Ponte em Barra do Piraí tem início na estaca 3+14,950, coordenadas UTM N=7.515.825,770, E=621.362,436, e final da estrutura na estaca 10+10,050, nas coordenadas UTM N=7.515.724,290, E= 621.451,620, com extensão de 135,100m.

A OAE do Viaduto tem início na estaca 17+8,500, coordenadas UTM N=7.515.624,094, E=621.548,041, e final da estrutura na estaca 22+4,500, nas coordenadas UTM N=7.515.543,900, E= 621.593,009, com extensão de 96,000m.

2.0 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

Para o desenvolvimento do Projeto Detalhado tomou-se como referência os documentos, listados a seguir.

- Levantamento topográfico cadastral de campo realizado pela MRS.
- Investigação geológica fornecida pela MRS.

2.1 ESTUDOS GEOTÉCNICOS

Os estudos geotécnicos basearam nas análises das sondagens fornecidas, através do documento "**RLT 233.2022 - SMSPST- Ponte e Viaduto Barra do Piraí (RJ) – MRS**", elaborado pela Geosondar em agosto de 2022.

Foram executadas sondagens mistas, SM-01, SM-02, SM-03, SM-04, SM-05, SM-06, SM-07, SM-08, SM-09, SM-10, SM-11, SM-12, SM-13 e SM-14.

 MRS Logística S.A.	 JMSOUTO ENGENHARIA E CONSULTORIA	PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ - RJ	
		Nº MRS EI22004-LC-109-4-RT-G00-001	PÁGINA 8/45
PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ GEOLOGIA - GEOTECNIA RELATÓRIO TÉCNICO – ESTUDO GEOTÉCNICO		Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-GG-RLT-0001	REV. 0

Tabela 1 – Tabela das sondagens Rotativas/Mistas

Sondagem Rotativa/Mista						
Sondagem	Data Inicial	Data Final	Profundidade Solo(m)	Profundidade Rocha(m)	Profundidade Total(m)	Nível de água após 24hs (m)
SM01	15/07/2022	16/07/2022	5,20	6,05	11,25	3,73
SM02	18/07/2022	18/07/2022	4,70	6,65	11,35	3,70
SM03	11/08/2022	11/02/2022	-	6,00	6,00	-
SM04	13/08/2022	13/08/2022	0,15	5,45	5,60	-
SM05	14/08/2022	14/08/2022	0,40	5,95	6,35	-
SM06	11/07/2022	13/07/2022	5,10	11,45	16,55	3,58
SM07	02/07/2022	02/07/2022	7,20	17,25	24,45	4,30
SM08	30/06/2022	01/07/2022	4,90	6,10	11,00	3,85
SM09	27/07/2022	29/07/2022	8,80	6,90	15,70	3,73
SM10	23/06/2022	25/06/2022	7,05	6,45	13,50	3,33
SM11	20/06/2022	21/06/2022	9,30	06,20	15,50	1,90
SM12	04/06/2022	10/06/2022	10,01	10,99	21,00	4,60
SM13	11/06/2022	13/06/2022	8,60	05,25	13,85	4,90
SM14	15/06/2022	17/06/2022	13,30	10,80	24,10	18,50
TOTAL	-	-	84,71	111,49	196,20	-

Sondagens a Percussão (SPT), SPT-01, SPT-02 e SPT-03.

Tabela 2 – Tabela das sondagens a Percussão

Sondagem a Percussão			
Sondagem	PROFUNDIDADE(m)	Nível de água inicial(m)	Nível de água final, 24h(m)
SPT 01	14,09	SECO	SECO
SPT 02	12,07	SECO	SECO
SPT 03	7,14	SECO	SECO
TOTAL	33,30	-	-

		PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ - RJ	
PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ GEOLOGIA - GEOTECNIA RELATÓRIO TÉCNICO – ESTUDO GEOTÉCNICO		Nº MRS EI22004-LC-109-4-RT-G00-001	PÁGINA 9/45
		Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-GG-RLT-0001	REV. 0

E sondagens a trado, ST-01, ST-02, ST-03, ST-04, ST-05 e ST-06.

Tabela 3 – Tabela das sondagens a Trado

Sondagem a Trado		
Sondagem	Profundidade (m)	Observação
ST01	0,70	01 amostragem
ST02	0,80	01 amostragem
ST03	1,00	01 amostragem
ST04	2,00	01 amostragem
ST05	2,00	01 amostragem
ST06	2,00	01 amostragem

Com as informações fornecidas nos relatórios de sondagem, foi possível caracterizar o solo e os parâmetros necessários para o desenvolvimento do projeto detalhado.

2.1.1 Prospecções e Ensaio

As sondagens utilizadas como referência neste trabalho foram executadas no local (eixo de projeto) e/ou próximas ao segmento de implantação do empreendimento, conforme, possibilidade de mobilização e implantação dos equipamentos mecânicos de sondagens nos locais de interesse para os estudos geotécnicos.

2.1.2 Investigações Geotécnicas - Metodologia Adotada

O presente capítulo apresenta a metodologia adotada para a realização dos estudos geológico-geotécnicos efetuados ao longo do trecho de projeto e suas principais conclusões.

As normas adotadas na programação e na execução dos estudos geotécnicos foram as recomendadas pela MRS. Essas normas procederam, sob supervisão da Equipe de Acompanhamento da fiscalização da MRS, adequadas as circunstâncias locais e aos prazos determinados.

Os serviços programados, realizados e fornecidos pela possuem a finalidade de proporcionar o conhecimento dos materiais dos cortes e aterros, das condições de suporte do solo de fundação, tanto para as obras de terraplenagem quanto para as obras de arte correntes. Permitindo ainda a avaliação qualitativa e quantitativa dos materiais para a execução da obra.

		PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ - RJ	
PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ GEOLOGIA - GEOTECNIA RELATÓRIO TÉCNICO – ESTUDO GEOTÉCNICO		Nº MRS EI22004-LC-109-4-RT-G00-001	PÁGINA 10/45
		Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-GG-RLT-0001	REV. 0

2.1.3 Estudos do Subleito

A análise dos mapas pedológicos, geomorfológicos e geológicos permitiram definir as unidades geotécnicas, que concomitante ao mapeamento de campo, proporcionaram uma avaliação preliminar das características dos materiais investigados para fins de corpo e camada final dos aterros. Este estudo permitiu a elaboração do plano de sondagem que contempla investigações e ensaios geotécnicos, para verificação das conformidades e índices de suportes do terreno e para escavação e/ou substituição, bem como a sua aplicabilidade no contexto da obra.

No geral no trecho predominou a camada de Silte arenoso, variegado, material de primeira categoria, região de cortes com aproximadamente 0,80 a 1,0 metros de altura.

O nível d'água foi encontrado nestas sondagens e são apresentados nas tabelas 1,2 e 3.

2.1.4 Resultado dos Ensaios

Nos anexos são apresentados os resultados dos ensaios de caracterização e resistência para os estudos dos materiais da região.



**PROJETO DETALHADO
COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO
PIRAÍ - RJ**

**PROJETO DETALHADO
COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ
GEOLOGIA - GEOTECNIA
RELATÓRIO TÉCNICO – ESTUDO GEOTÉCNICO**

Nº MRS
EI22004-LC-109-4-RT-G00-001
Nº JM SOUTO
JMRS07B9-02-GG-RLT-0001

PÁGINA
11/45
REV.
0

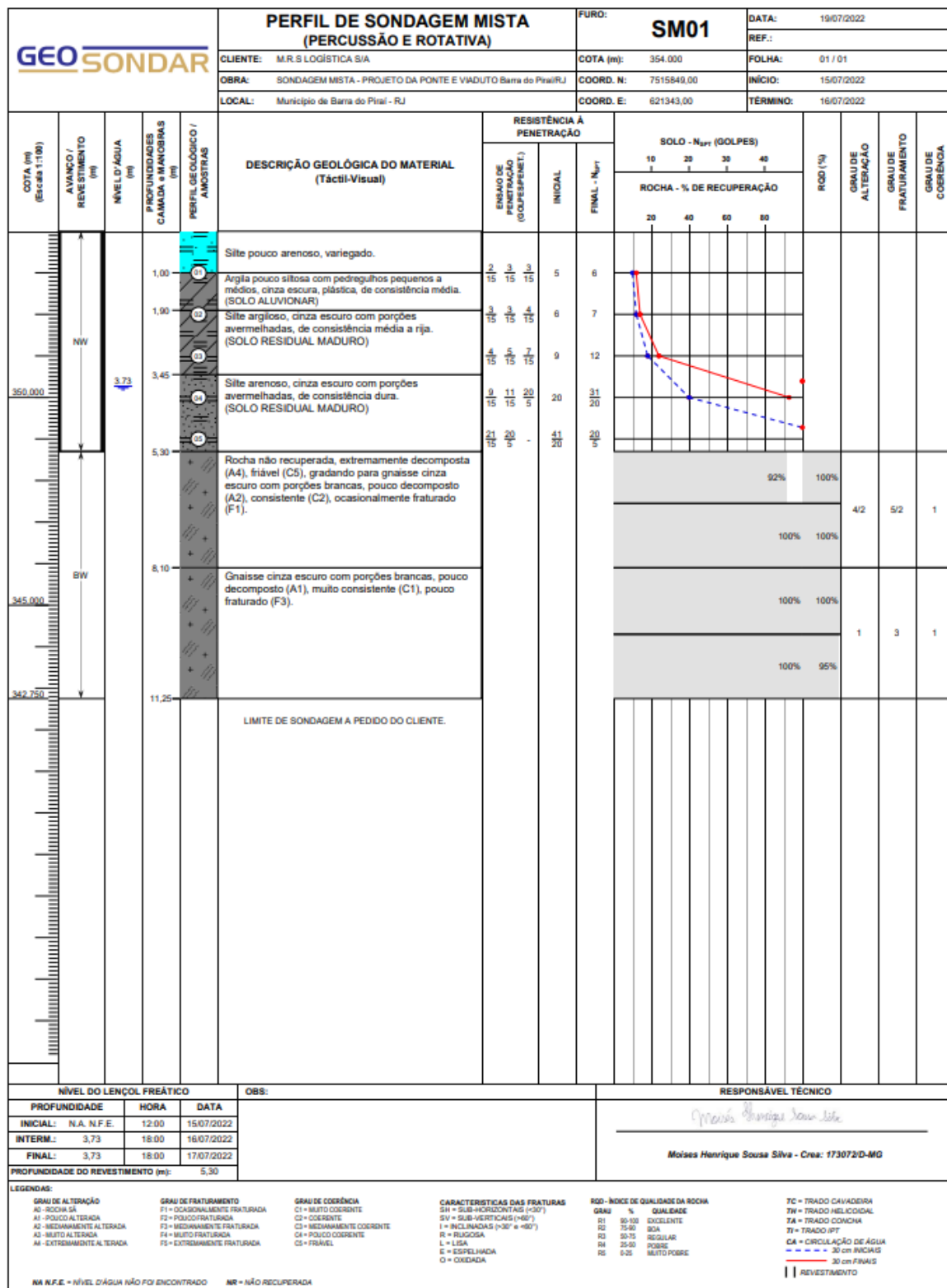


Figura 3 – SM-01.



**PROJETO DETALHADO
COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO
PIRAÍ - RJ**

**PROJETO DETALHADO
COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ
GEOLOGIA - GEOTECNIA
RELATÓRIO TÉCNICO – ESTUDO GEOTÉCNICO**

Nº MRS
E122004-LC-109-4-RT-G00-001
Nº JM SOUTO
JMRS07B9-02-GG-RLT-0001

PÁGINA
12/45
REV.
0

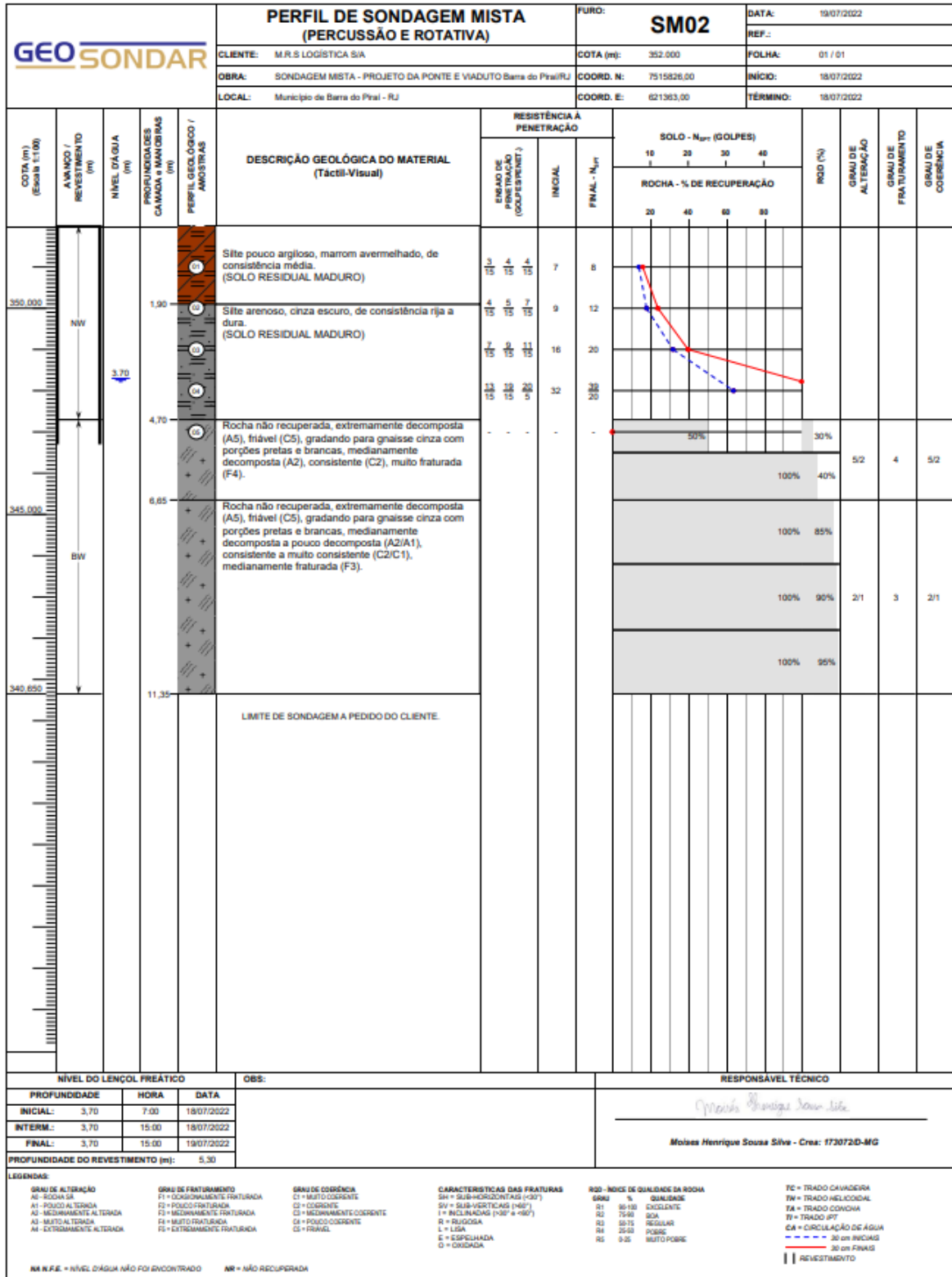


Figura 4 – SM-02.



**PROJETO DETALHADO
COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO
PIRAÍ - RJ**

**PROJETO DETALHADO
COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ
GEOLOGIA - GEOTECNIA
RELATÓRIO TÉCNICO – ESTUDO GEOTÉCNICO**

Nº MRS
EI22004-LC-109-4-RT-G00-001
Nº JM SOUTO
JMRS07B9-02-GG-RLT-0001

PÁGINA
13/45
REV.
0

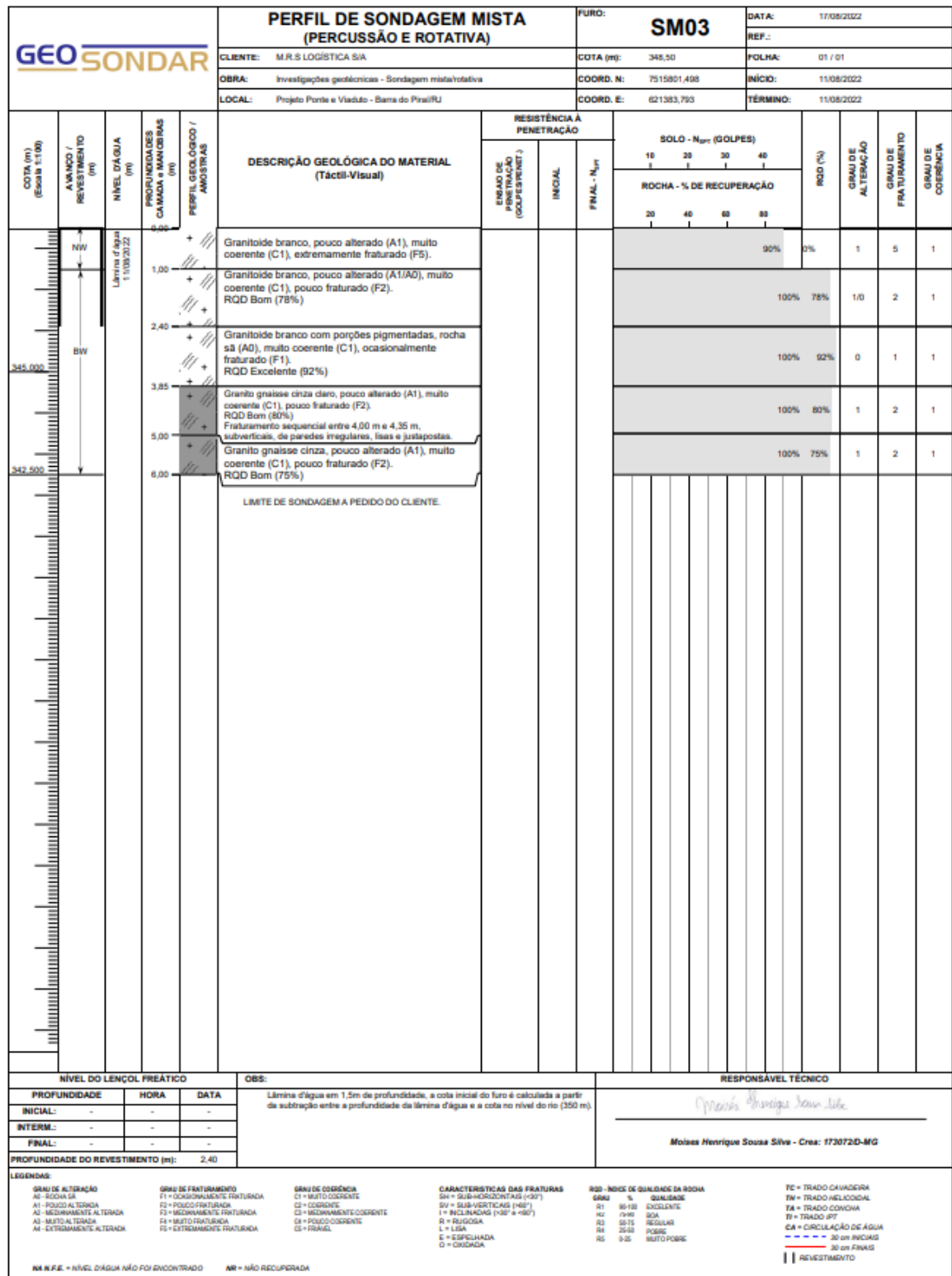


Figura 5 – SM-03.



**PROJETO DETALHADO
COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO
PIRAÍ - RJ**

**PROJETO DETALHADO
COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ
GEOLOGIA - GEOTECNIA
RELATÓRIO TÉCNICO – ESTUDO GEOTÉCNICO**

Nº MRS
EI22004-LC-109-4-RT-G00-001

Nº JM SOUTO
JMRS07B9-02-GG-RLT-0001

PÁGINA
14/45

REV.
0

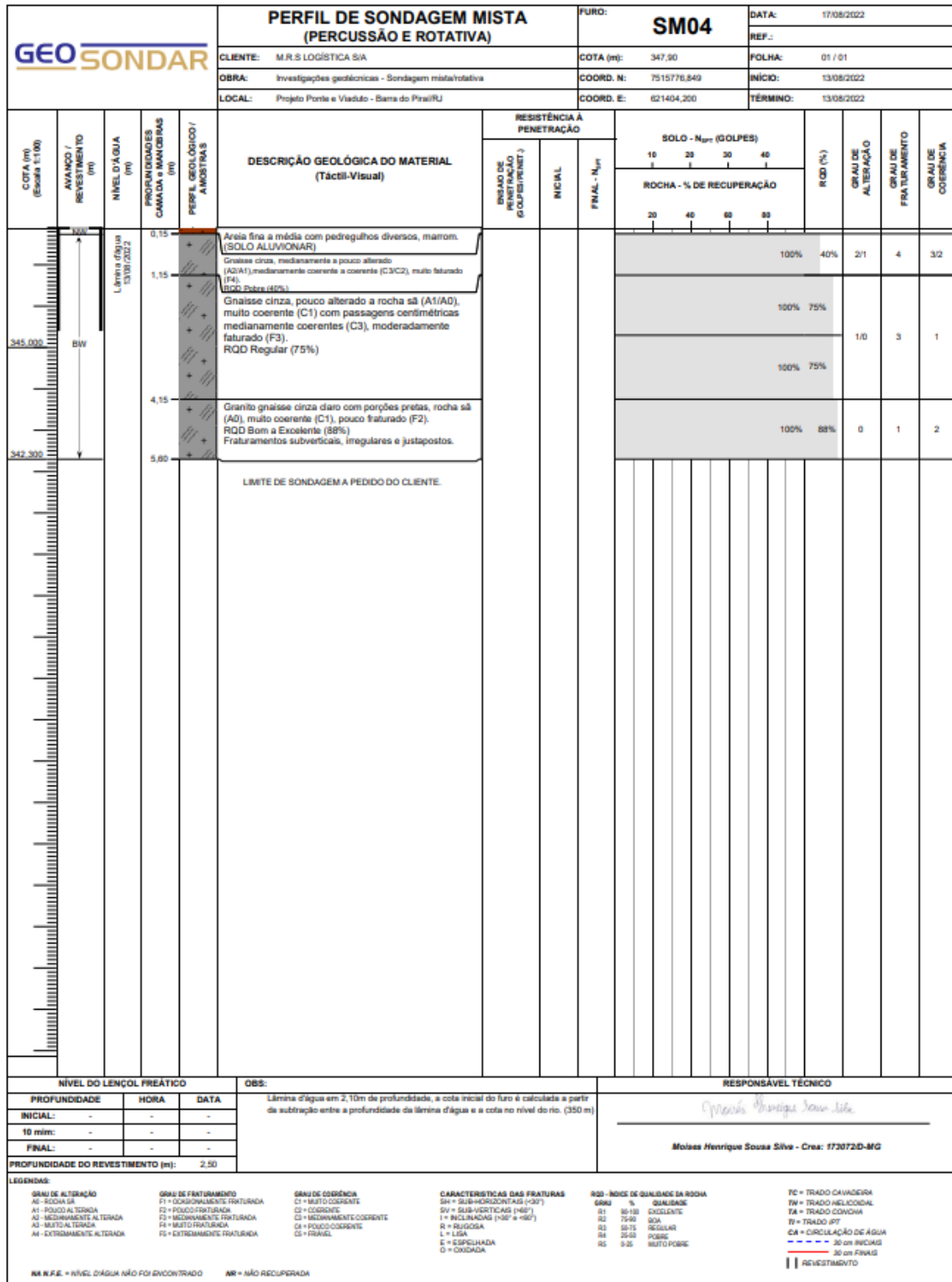


Figura 6 – SM-04.



**PROJETO DETALHADO
COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO
PIRAÍ - RJ**

**PROJETO DETALHADO
COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ
GEOLOGIA - GEOTECNIA
RELATÓRIO TÉCNICO – ESTUDO GEOTÉCNICO**

Nº MRS
EI22004-LC-109-4-RT-G00-001
Nº JM SOUTO
JMRS07B9-02-GG-RLT-0001

PÁGINA
15/45
REV.
0

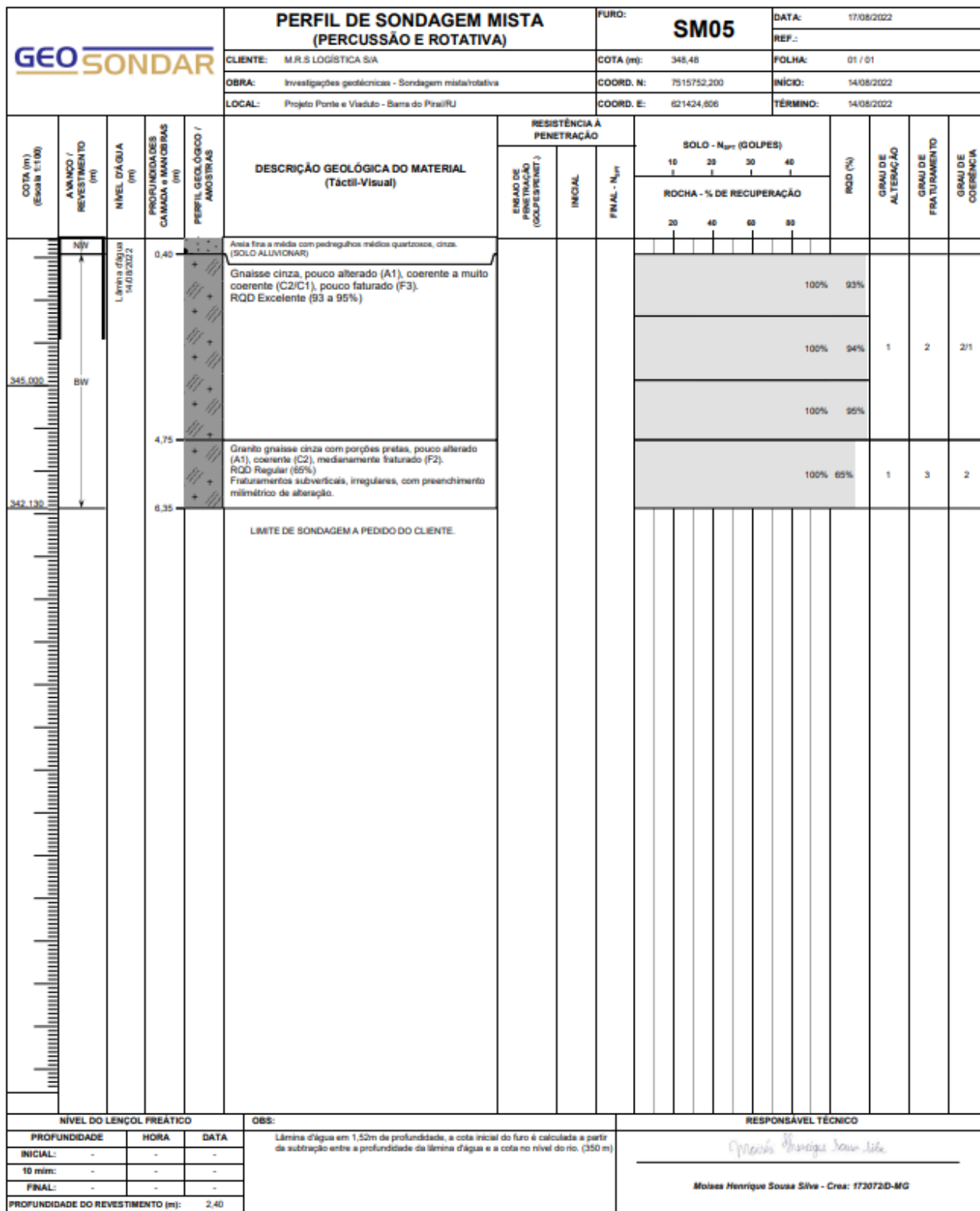


Figura 7 – SM-05.



**PROJETO DETALHADO
COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO
PIRAÍ - RJ**

**PROJETO DETALHADO
COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ
GEOLOGIA - GEOTECNIA
RELATÓRIO TÉCNICO – ESTUDO GEOTÉCNICO**

Nº MRS
EI22004-LC-109-4-RT-G00-001
Nº JM SOUTO
JMRS07B9-02-GG-RLT-0001

PÁGINA
17/45
REV.
0

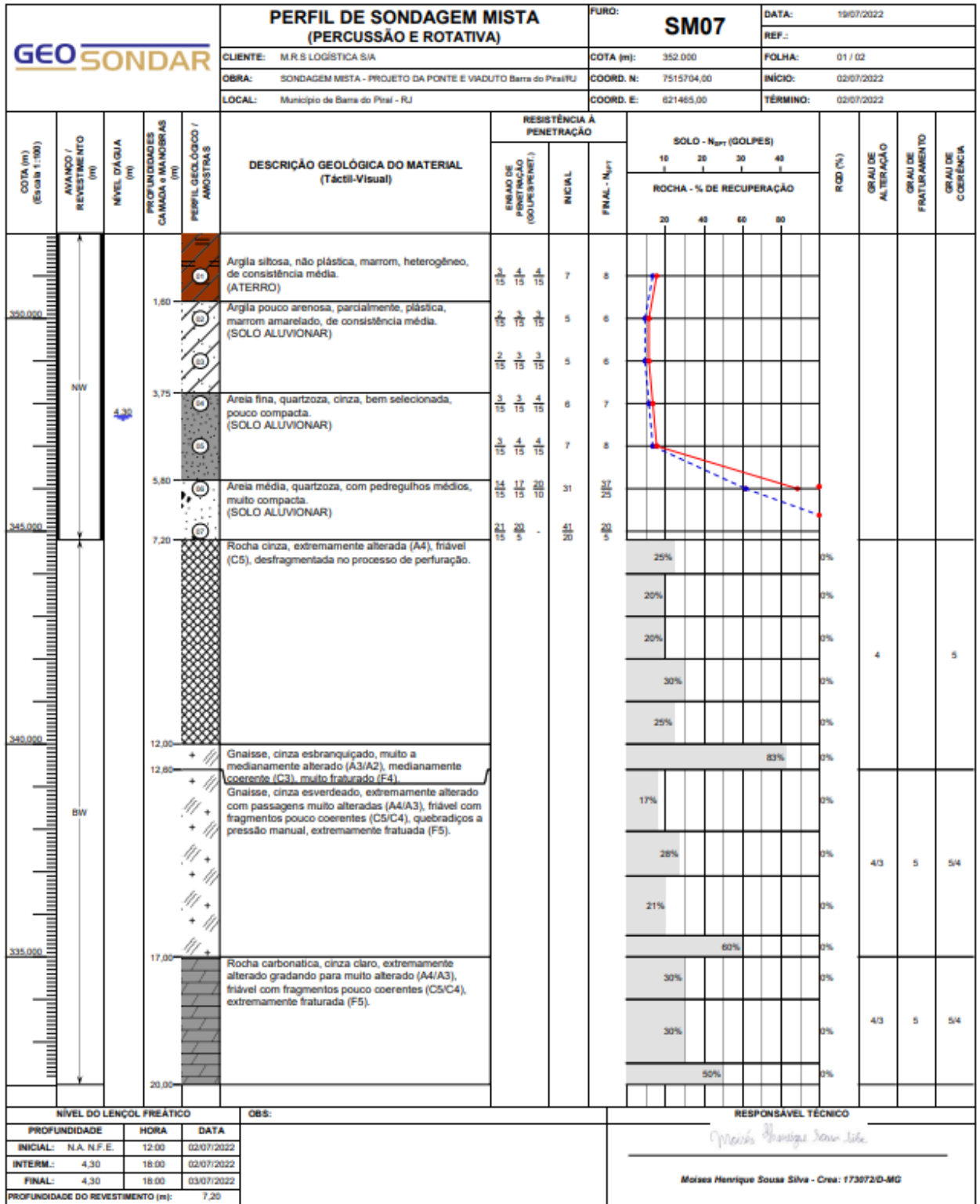


Figura 9 – SM-07.



**PROJETO DETALHADO
COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO
PIRAÍ - RJ**

**PROJETO DETALHADO
COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ
GEOLOGIA - GEOTECNIA
RELATÓRIO TÉCNICO – ESTUDO GEOTÉCNICO**

Nº MRS
E122004-LC-109-4-RT-G00-001
Nº JM SOUTO
JMRS07B9-02-GG-RLT-0001

PÁGINA
20/45
REV.
0

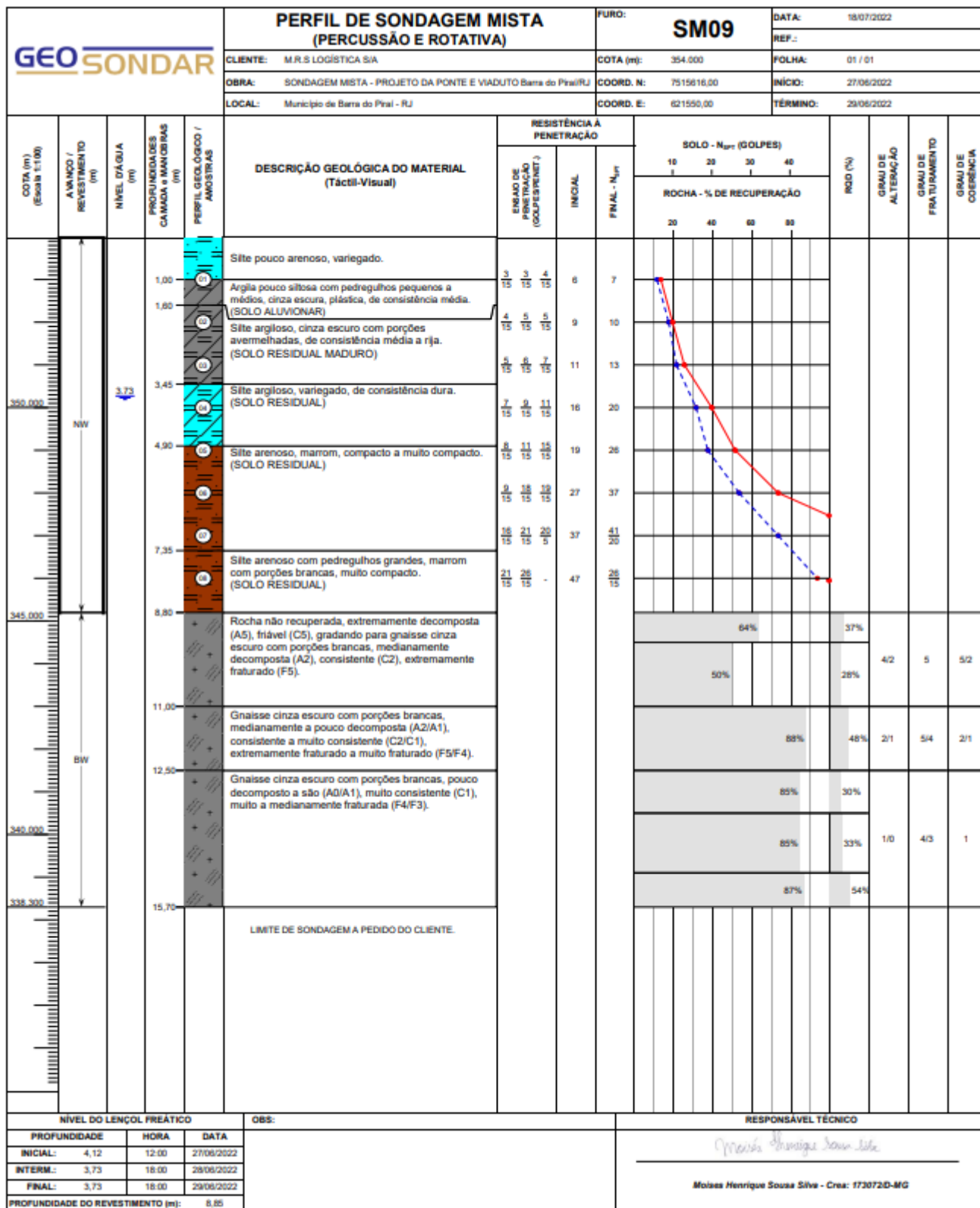


Figura 12 – SM-09.



**PROJETO DETALHADO
COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO
PIRAÍ - RJ**

**PROJETO DETALHADO
COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ
GEOLOGIA - GEOTECNIA
RELATÓRIO TÉCNICO – ESTUDO GEOTÉCNICO**

Nº MRS
E122004-LC-109-4-RT-G00-001
Nº JM SOUTO
JMRS07B9-02-GG-RLT-0001

PÁGINA
21/45
REV.
0

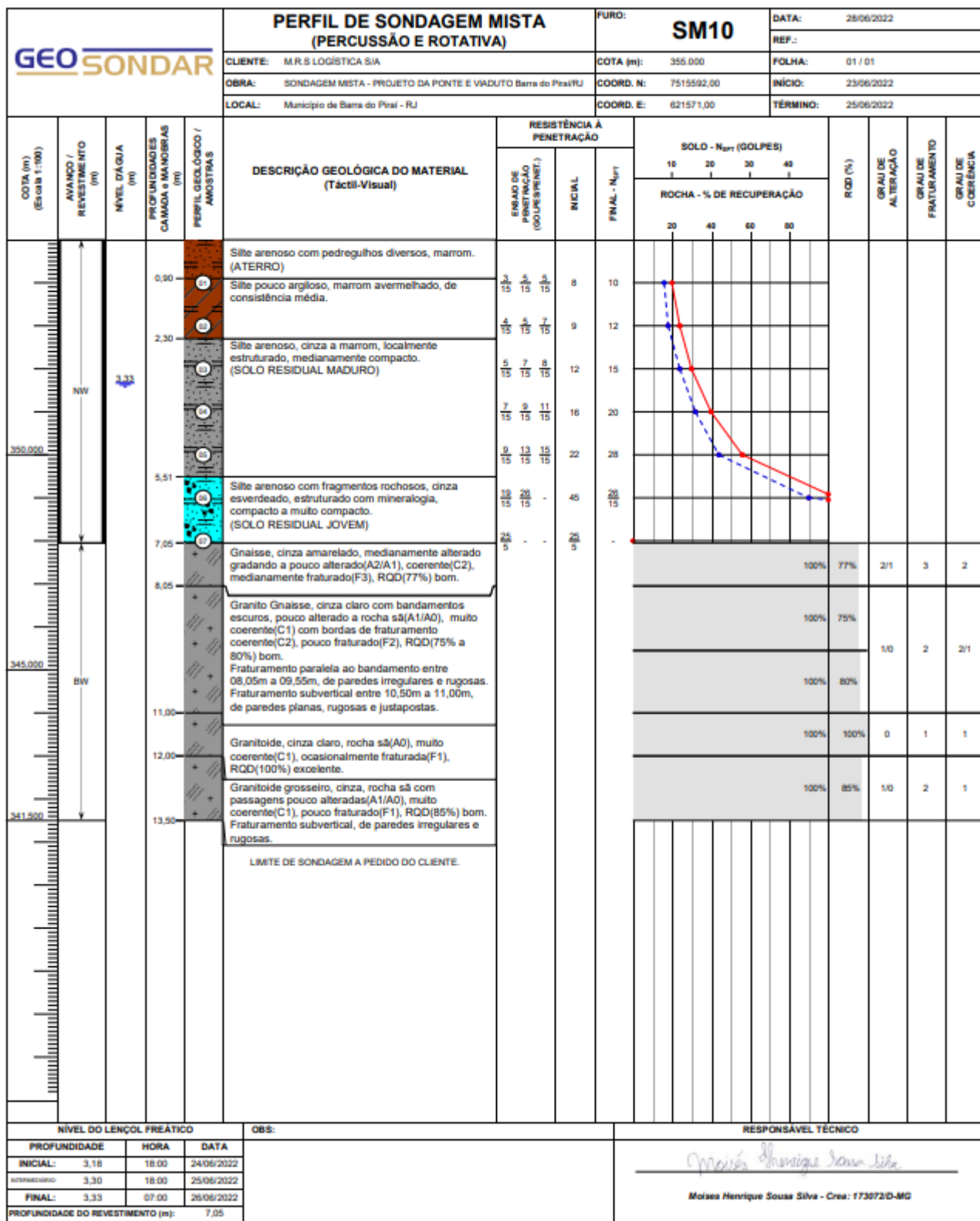


Figura 13 - SM-10.



**PROJETO DETALHADO
COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO
PIRAÍ - RJ**

**PROJETO DETALHADO
COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ
GEOLOGIA - GEOTECNIA
RELATÓRIO TÉCNICO – ESTUDO GEOTÉCNICO**

Nº MRS
E122004-LC-109-4-RT-G00-001
Nº JM SOUTO
JMRS07B9-02-GG-RLT-0001

PÁGINA
22/45
REV.
0

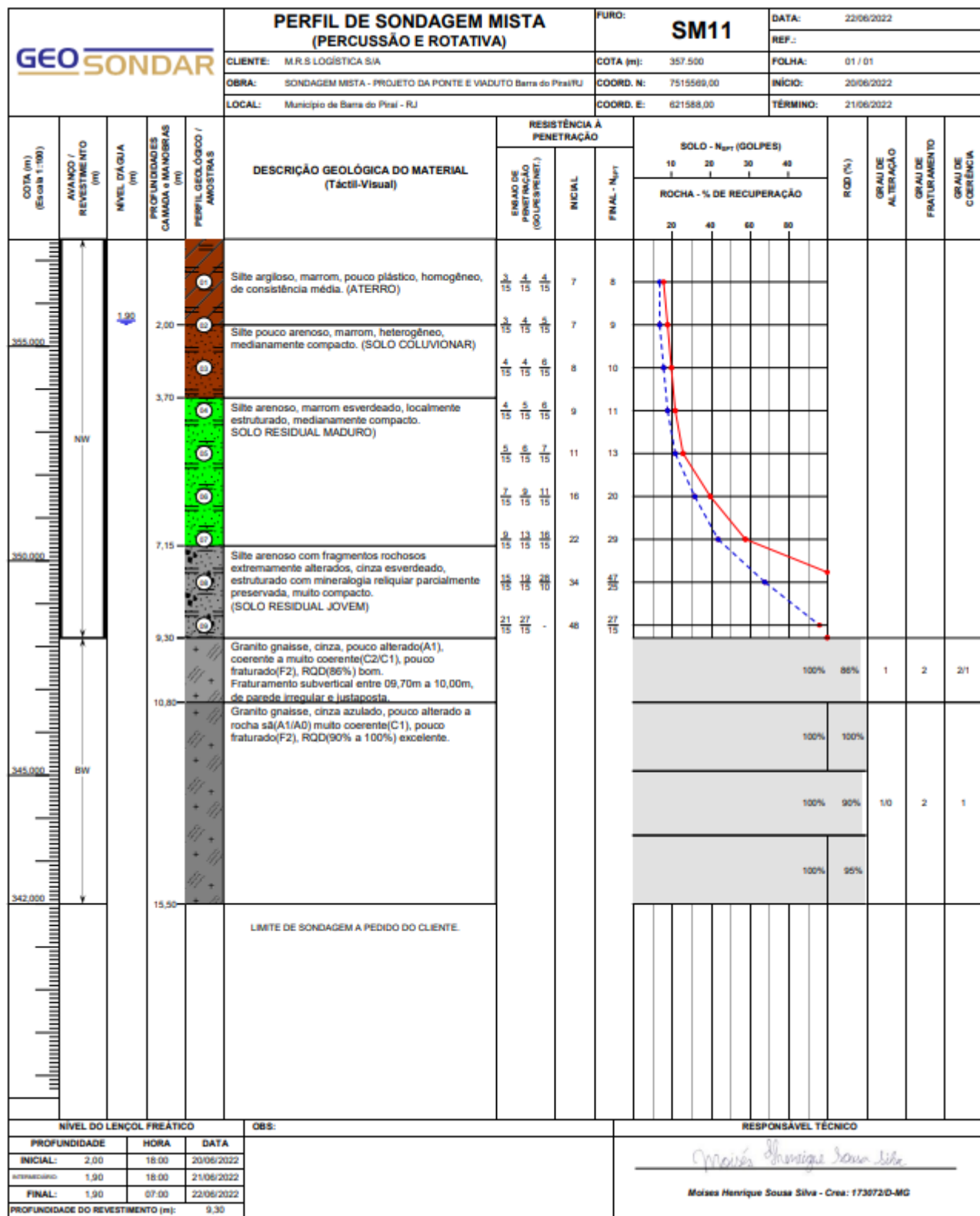


Figura 14 – SM-11.



Logística S.A.



ENGENHARIA E CONSULTORIA

**PROJETO DETALHADO
COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO
PIRAÍ - RJ**

**PROJETO DETALHADO
COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ
GEOLOGIA - GEOTECNIA
RELATÓRIO TÉCNICO – ESTUDO GEOTÉCNICO**

Nº MRS
E122004-LC-109-4-RT-G00-001
Nº JM SOUTO
JMRS07B9-02-GG-RLT-0001

PÁGINA
23/45
REV.
0

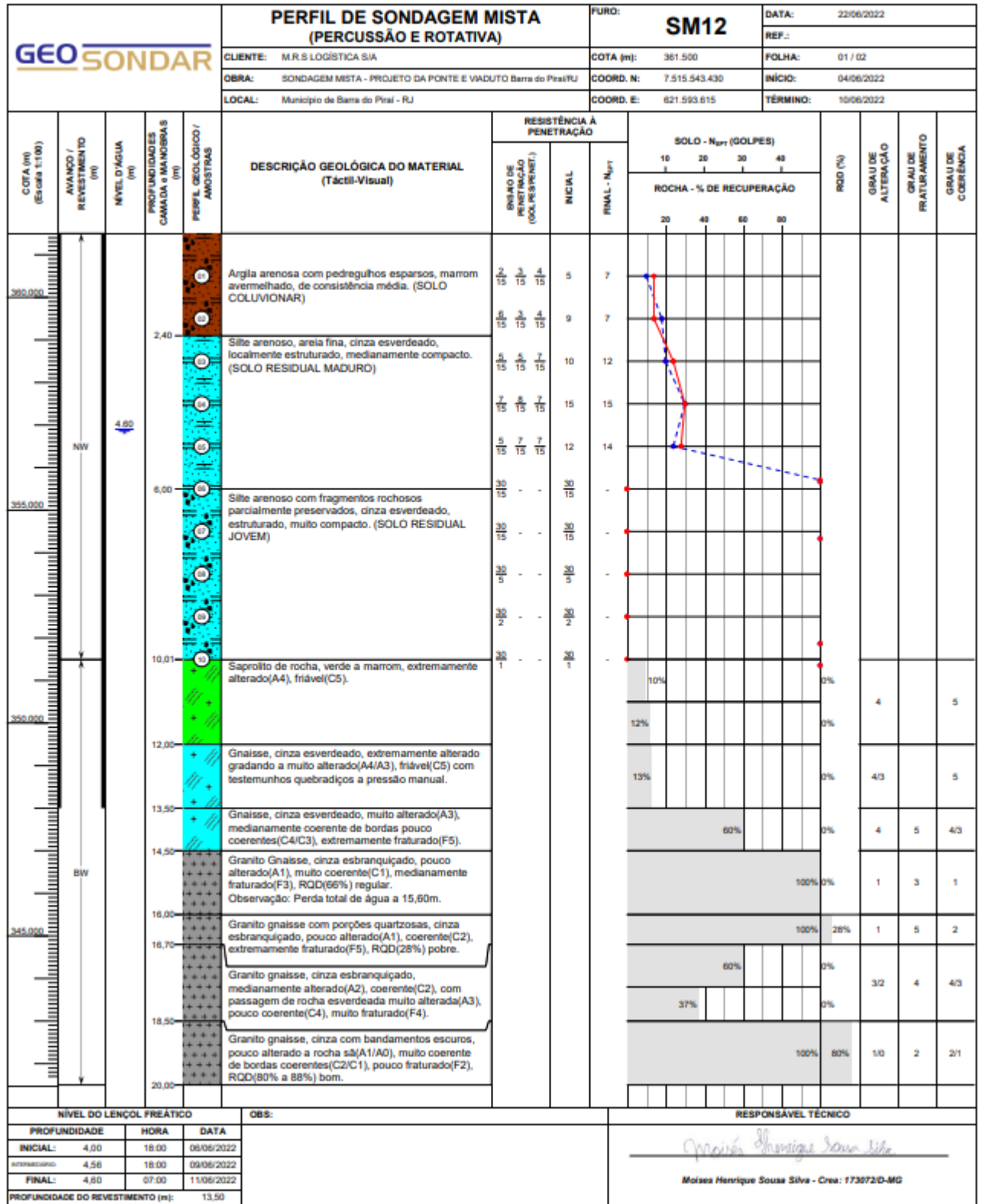


Figura 15 – SM-12.



**PROJETO DETALHADO
COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO
PIRAÍ - RJ**

**PROJETO DETALHADO
COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ
GEOLOGIA - GEOTECNIA
RELATÓRIO TÉCNICO – ESTUDO GEOTÉCNICO**

Nº MRS
E122004-LC-109-4-RT-G00-001
Nº JM SOUTO
JMRS07B9-02-GG-RLT-0001

PÁGINA
24/45
REV.
0

GEO SONDAR					PERFIL DE SONDAGEM MISTA (PERCUSSÃO E ROTATIVA)			FURO: SM12		DATA: 22/06/2022						
CLIENTE: M.R.S LOGÍSTICA S/A					COTA (m): 361.500			REF.:		FOLHA: 02 / 02						
OBRA: SONDAGEM MISTA - PROJETO DA PONTE E VIADUTO Barra do Pirai/RJ					COORD. N: 7.515.543.430			INÍCIO: 04/06/2022		TÉRMINO: 10/06/2022						
LOCAL: Município de Barra do Pirai - RJ					COORD. E: 621.593.615											
COTA (m) (Escala 1:100)	AVANÇO / REVESTIMENTO (m)	NÍVEL D'ÁGUA (m)	PROFUNDIDADES CAMADA O MANOBRAS (m)	PERFIL GEOLÓGICO / AMOSTRAS	RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO			SOLO - N ₆₀ (GOLPES)				ROD (%)	GRAU DE ALTERAÇÃO	GRAU DE FRATURAMENTO	GRAU DE COERÊNCIA	
					INÍCIO DE PENETRAÇÃO (GOLPES/CM)	INICIAL	FINAL - N ₆₀	10	20	30	40					
					ROCHA - % DE RECUPERAÇÃO			20	40	60	80					
340,500	BW		21,00	++++	Granito gnaiss, cinza com bandamentos escuros, pouco alterado a rocha sã(A1/A0), muito coerente de bordas coerentes(C2/C1), pouco fraturado(F2), ROD(80% a 88%) bom.			100%				88%	1/0	2	2/1	
LIMITE DE SONDAGEM A PEDIDO DO CLIENTE.																
NÍVEL DO LENÇOL FREÁTICO					OBS:			RESPONSÁVEL TÉCNICO								
PROFUNDIDADE	HORA	DATA														
INICIAL: 4,00	18:00	08/06/2022														
INTERMEDIÁRIO: 4,56	18:00	09/06/2022														
FINAL: 4,80	07:00	11/06/2022														
PROFUNDIDADE DO REVESTIMENTO (m): 13,50																

Figura 16 – Continuação SM-12.



Logística S.A.



ENGENHARIA E CONSULTORIA

**PROJETO DETALHADO
COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO
PIRAÍ - RJ**

**PROJETO DETALHADO
COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ
GEOLOGIA - GEOTECNIA
RELATÓRIO TÉCNICO – ESTUDO GEOTÉCNICO**

Nº MRS
E122004-LC-109-4-RT-G00-001
Nº JM SOUTO
JMRS07B9-02-GG-RLT-0001

PÁGINA
25/45
REV.
0

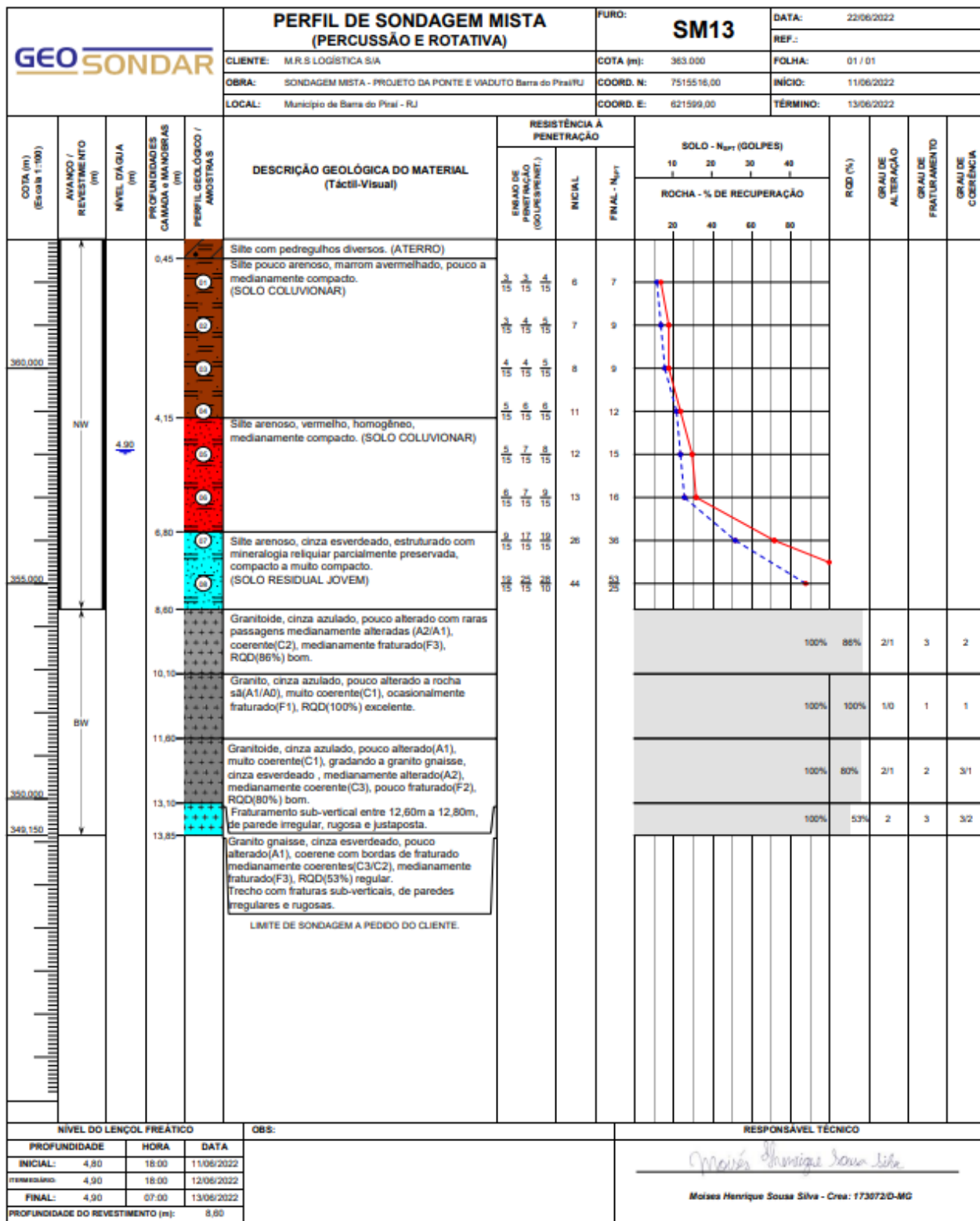


Figura 17 – SM-13.



**PROJETO DETALHADO
COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO
PIRAÍ - RJ**

**PROJETO DETALHADO
COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ
GEOLOGIA - GEOTECNIA
RELATÓRIO TÉCNICO – ESTUDO GEOTÉCNICO**

Nº MRS
E122004-LC-109-4-RT-G00-001
Nº JM SOUTO
JMRS07B9-02-GG-RLT-0001

PÁGINA
26/45
REV.
0

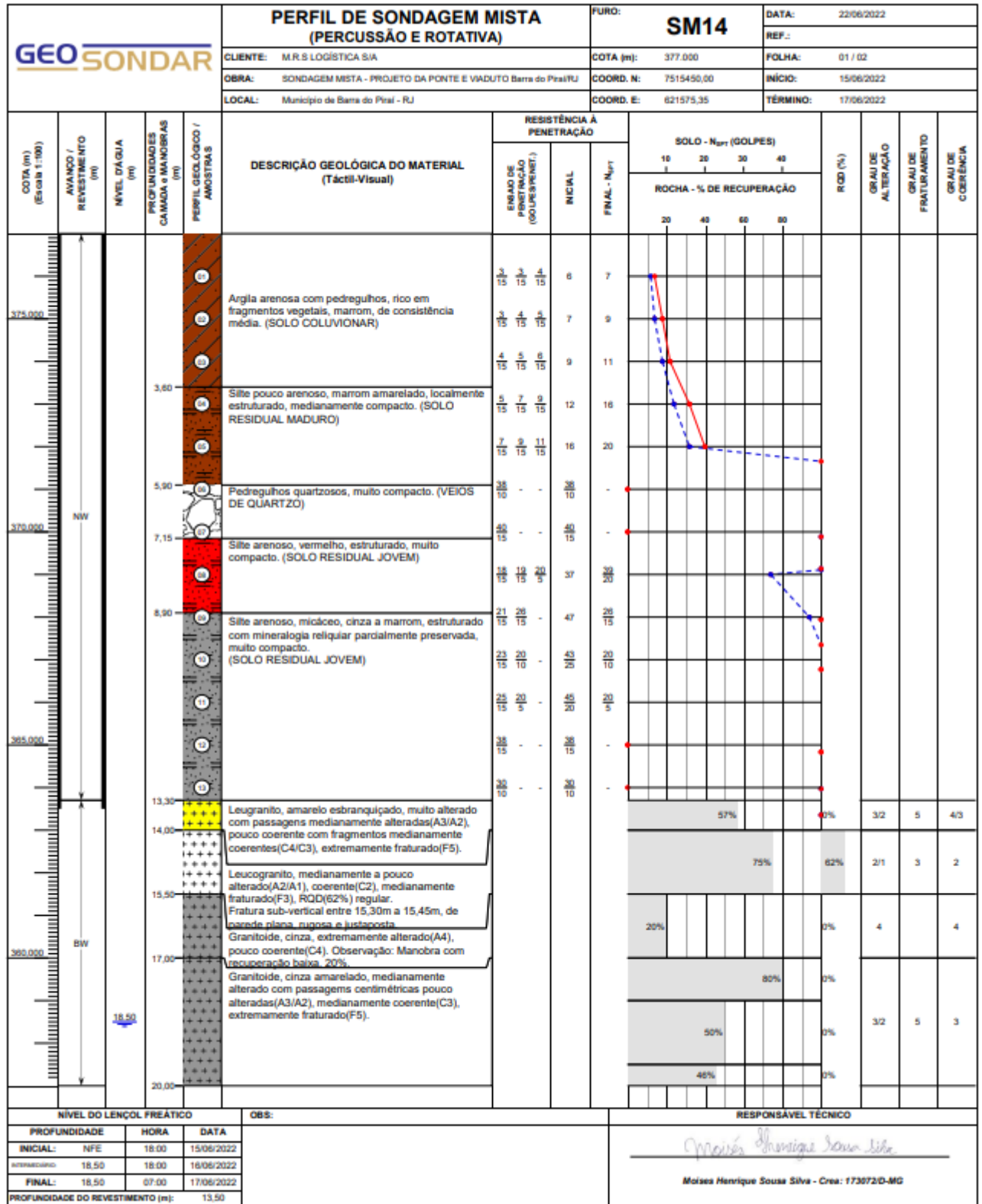


Figura 18 – SM-14.

		PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ - RJ	
PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ GEOLOGIA - GEOTECNIA RELATÓRIO TÉCNICO – ESTUDO GEOTÉCNICO		Nº MRS EI22004-LC-109-4-RT-G00-001	PÁGINA 28/45
		Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-GG-RLT-0001	REV. 0

Mais informações são descritas no documento fornecido pela GEOSONDAR, ANEXO 1 deste relatório.

2.1.5 Características Geotécnicas do Material para Corpo de Aterro

A estrutura dos corpos dos aterros deverá ser composta por solos que apresentem Índice de Suporte Califórnia (ISC) > 2,00 % e expansão menor ou igual a 4. Especificação DNIT - ISF 207.

Os solos foram ensaiados buscando definir suas características para validação e utilização no corpo dos aterros. Assim, os materiais a serem aproveitados como corpo de aterro apresentaram valor de CBR e expansão, que atendem as especificações preconizadas.

2.1.6 Características Geotécnicas do Material da Camada Final

As camadas finais da estrutura dos aterros deverão ser executadas com solos que possuam ISC \geq 8 % e expansão < 2%.

Nas amostras coletadas e ensaiadas com este propósito, prevalece o resultado para atendimento a norma especificada para utilização como camada final. Especificação DNIT - ISF 207.

2.1.7 Ocorrências de Materiais

Tabela 4 – Relação de Fornecedores Locais

Descrição	Fornecedores		
Agregados Pétreos	Pedreira Maracanã – Valle Sul	Pedreira Volta Redonda / Pedreira Pombal	Pedreira J Serrão
Areia	Jumacol	Mineração Souza Freire	
Aço	Arcelor Mittal – Volta Redonda	Gerdau – Volta Redonda	VDA
CBUQ	Seromac	HJ Rodrigues	Plenaplan
Bota-Fora	CTR Barra Mansa	Ciclus Ambiental - Seropédica	
Concreto Usinado	Concrelagos		
Treliza Lançadeira	Rohr	Mills	Simbratec
Empréstimo	Coplan		
Postes de Concreto	Rio Postes		

		PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ - RJ	
PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ GEOLOGIA - GEOTECNIA RELATÓRIO TÉCNICO – ESTUDO GEOTÉCNICO		Nº MRS EI22004-LC-109-4-RT-G00-001	PÁGINA 29/45
		Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-GG-RLT-0001	REV. 0

3.0 FATOR DE HOMOGENEIZAÇÃO

Com o objetivo de compensar as diferenças de densidade, assim como as perdas de materiais resultantes das operações de terraplenagem, tais como perdas ocorrentes durante o transporte, o (fator de homogeneização) seguirá a correlação entre volumes escavados e os seus destinos obedecerão aos seguintes fatores, observadas as mesmas massas, conforme recomendação da especificação DNIT ISF – 211

Material de 1ª categoria = 1,25

Material de 2ª categoria = 1,15

Material de 3ª categoria = 0,90

Os valores poderão diferir dos acima propostos desde que, comprovados através dos resultados de ensaios geotécnicos adequados.

As observações apontadas também servem para os bota-foras realizados dentro ou fora da faixa de domínio oriundos da escavação ou alargamento dos aterros existentes. Com o objetivo de compensar as diferenças de densidade, assim como as perdas de materiais resultantes das operações de terraplenagem, tais como perdas ocorrentes durante o transporte, o fator de homogeneização para o bota-fora dos materiais do aterro existente é igual a 1,0.

4.0 ESTABILIDADE DE TALUDES

As sondagens e ensaios de caracterização geotécnica realizados definiram um perfil típico de solo de alteração de rocha composto por amostras de solo que abrangem sua natureza geológica (aluvião, colúvio, solo de alteração, terraço aluvionar, tálus, etc.); granulometria (areia, silte, argila, cascalhos, etc.); cor; texturas e estruturas da rocha original preservada; mineralogia distinguível, características. A estratigrafia para cada perfil estudado teve como base as sondagens realizadas no estudo de caracterização do subleito.

Para garantia da estabilidade dos cortes nesse trecho, deve-se assegurar a inclinação do talude no solo de 1:1 (H:V). Nos trechos onde não foi possível assegurar a inclinação do talude no solo de 1:1 (H:V), serão necessárias obras de contenção especial para garantia da estabilidade destes cortes.

Inicialmente, foi definido a estabilidade do corpo dos aterros de solo e rocha, considerando as configurações propostas, com inclinação H:V de 1,5:1.

		PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ - RJ	
PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ GEOLOGIA - GEOTECNIA RELATÓRIO TÉCNICO – ESTUDO GEOTÉCNICO		Nº MRS EI22004-LC-109-4-RT-G00-001	PÁGINA 30/45
		Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-GG-RLT-0001	REV. 0

Nos casos de prolongamentos de aterros existentes devem ter como solução a remoção da capa superficial de solo e realização de degraus ao longo da base do novo aterro, a fim de se promover a solidarização deste com a fundação. Estes degraus ajudam a eliminar o plano preferencial de ruptura formado pela superfície de contato.

Nos trechos onde não foi possível assegurar a inclinação do talude de aterro de 1,5:1 (H:V), serão necessárias obras de contenção especial para garantia da estabilidade destes aterros. Tais estudos serão apresentados mais à frente no relatório geral de projeto.

As análises de estabilidade de taludes, Contenções e Obras de arte especiais, serão apresentados no relatório geral do projeto.

5.0 METODOLOGIAS EXECUTIVAS

A construção dos aterros é diferente para cada caso. Nos corpos dos aterros, deverá se seguir rigorosamente as especificações técnicas da Valec nº 80-ES-000F-17-7013, e Valec nº 80-ES-000F-17-7004, respectivamente.

5.1.1 Aterros com material de 1ª e 2ª categoria

Para a construção dos aterros, podem ser utilizados tratores de lâmina, escavo-transportadores, moto-escavo-transportadores, caminhões basculantes, motoniveladoras, grades, rolos lisos, de pneus, pé-de-carneiro, estáticos e vibratórios. Para solos arenosos e siltosos, são preferíveis métodos de compactação vibratórios. Para locais com solos mais coesivos, ou seja, solos argilosos, são indicados métodos de compactação estáticos (Ricardo e Catalani, 1977).

O lançamento do material para a construção dos aterros deve ser feito em camadas sucessivas, em toda a largura da seção transversal, e em extensões tais que permitam seu umedecimento e compactação. Para o corpo dos aterros, a espessura da camada compactada não deve ultrapassar 0,30m. Para as camadas finais, essa espessura não deve ultrapassar 0,20m.

Segundo a norma da Valec, para o corpo dos aterros, as camadas devem ser compactadas na umidade ótima, mais ou menos 3%, até se obter 95% da massa específica aparente seca do ensaio Proctor Normal. Para as camadas finais, deve-se obter na compactação 100% da massa específica aparente seca do referido ensaio. Caso um trecho não atinja às condições mínimas de compactação, esse deve ser escarificado, homogeneizado, levado à umidade adequada e, novamente, compactado.

		PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ - RJ	
PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ GEOLOGIA - GEOTECNIA RELATÓRIO TÉCNICO – ESTUDO GEOTÉCNICO		Nº MRS EI22004-LC-109-4-RT-G00-001	PÁGINA 31/45
		Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-GG-RLT-0001	REV. 0

De acordo com a norma da Valec, as saias do aterro devem ser mecanicamente compactadas, em toda sua extensão, com a finalidade de aumentar a densidade do solo, objetivando sua maior estabilidade quando saturada. Antes da compactação, devem-se recuperar as erosões porventura existentes. A compactação deve ser executada pelo sistema vaivém, sendo o rolo compactador tracionado por um drag-line ou similar. O serviço deve ser executado de baixo para cima com velocidade controlada e umedecimento prévio. Na ligação da plataforma final com a saia do aterro, a compactação deve ser executada de modo que o rolo suba até a plataforma, arredondando a borda com o esforço compactador. Não é permitido o uso de compactadores manuais ou rolos lisos vibratórios.

Os aterros próximos dos encontros de pontes, o enchimento de cavas de fundações e das trincheiras de bueiros, bem como todas as áreas de difícil acesso ao equipamento usual de compactação, devem ser compactados mediante o uso de equipamento adequado, como soquetes manuais, sapos mecânicos, entre outros. A execução deve ser em camadas, com as mesmas condições de massa específica aparente seca e umidade descritas para o corpo do aterro.

Para aterros com material de 1ª e 2ª categoria, é necessária a construção de sublastro com material “in natura” como lateritas, cascalho, solos arenosos, entre outros. A norma da Valec determina que, na compactação, deve-se atingir 100% da massa específica aparente seca máxima obtida no ensaio DNER-ME-48-64. O teor de umidade deverá ser $\pm 2\%$ da umidade ótima obtida no ensaio especificado. A declividade transversal da camada de sublastro concluída deverá ser de 3%, com a superfície se apresentando lisa, sem sulco ou depressão.

5.1.2 Aterros com material de 3ª categoria

De acordo com a DNIT 108/2009-ES, em situações em que será utilizado material rochoso para a construção do aterro, a espessura das camadas de deposição não deve ultrapassar 0,75m. Os últimos 2m de aterro devem ser executados em camadas de, no máximo, 0,30m de espessura. Deve ser obtido um conjunto livre de grandes vazios e engaiolamentos, e o diâmetro máximo dos blocos de rocha será limitado pela espessura da camada. O tamanho admitido para a maior dimensão do bloco de rocha é de 2/3 da espessura da camada.

É importante que se tenha igual distribuição dos fragmentos rochosos maiores, de forma a se obter camadas de espessura uniforme. Após o espalhamento do material, os vazios entre blocos devem ser preenchidos com blocos de rocha menores ou material granular. Se, mesmo assim, a camada a ser compactada continuar com superfície muito irregular, mais

		PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ - RJ	
PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ GEOLOGIA - GEOTECNIA RELATÓRIO TÉCNICO – ESTUDO GEOTÉCNICO		Nº MRS EI22004-LC-109-4-RT-G00-001	PÁGINA 32/45
		Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-GG-RLT-0001	REV. 0

material granular deve ser adicionado até se obter uma superfície uniforme. A camada deve então ser molhada e compactada por meio de rolo vibratório (SABS 1200 DM-1981).

Na saia do aterro, os blocos pouco estáveis devem ser arrumados por meio de alavancas.

5.1.3 Aterros mistos

Em casos de escassez de material de primeira, segunda ou de terceira categoria, será admitida a construção de aterros mistos, sendo esse composto por material rochoso na sua base e material de primeira e segunda categoria no resto do corpo do aterro. A transição entre o material rochoso e terroso deve ser executada com muita cautela, tendo em vista que se não for construída de forma adequada, poderá acarretar o carregamento de finos pela base rochosa, levando a problemas de erosão e instabilidade.

A transição deve ter características parecidas com filtros. Depois de terminada a compactação da porção rochosa, deve-se realizar uma regularização dessa superfície, garantindo uma gradação de material, a fim de se obter um material mais fino próximo à camada de transição. Em seguida, prossegue-se normalmente com a construção do aterro, agora com material terroso. O maquinário utilizado para compactação de cada tipo de material deve ser o mesmo previamente citado.

5.1.4 Controle geométrico dos Aterros

De acordo com a norma da Valec, são admitidas as seguintes tolerâncias no fim da construção:

- Variação de altura máxima de + 0,05m para o eixo e bordos.
- Variação máxima de largura de 0,15m para semi-plataforma, não se admitindo variação para menos.

O acabamento do talude do aterro deve se apresentar perfeitamente desempenado e com a inclinação do projeto. Os materiais excedentes devem ser removidos, assim como as possíveis erosões, que devem ser recuperadas.

5.1.5 Métodos Construtivos dos Cortes

Os cortes a serem realizados na obra devem seguir rigorosamente as especificações da Valec de nº 80-ES-000F-17-7003. As obras devem ser precedidas de serviços de desmatamento, destocamento e limpeza.

		PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ - RJ	
PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ GEOLOGIA - GEOTECNIA RELATÓRIO TÉCNICO – ESTUDO GEOTÉCNICO		Nº MRS EI22004-LC-109-4-RT-G00-001	PÁGINA 33/45
		Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-GG-RLT-0001	REV. 0

A norma da DNIT 106/2009 – ES indica que o maquinário necessário para o corte em solo deve ser feito por tratores equipados com lâminas, escavo-transportadores, ou escavadores conjugados com transportadores diversos. A operação deve incluir, complementarmente, a utilização de tratores e motoniveladoras para escarificação, manutenção de caminhos e serviços e áreas de trabalho, além de tratores empurradores.

Para corte em rocha, podem ser utilizadas perfuratrizes pneumáticas ou elétricas para o preparo de minas, tratores equipados com lâminas para operação de limpeza da praça de trabalho, e carregadores conjugados com transportadores para a carga e transporte do material extraído. Podem ser utilizados também explosivos, detonadores e desmonte a frio adequados à natureza da rocha e às condições do canteiro de serviço.

Os materiais provenientes dos cortes, se de boa qualidade, devem ser aproveitados para os aterros. Se existir material em excesso, ele pode ser integrado aos aterros constituindo alargamentos da plataforma ou adoçamento dos taludes, ou destinados a bota-fora junto com o material rejeitado, em locais pré-determinados indicados no projeto ou pela fiscalização.

Os taludes dos cortes devem apresentar, ao final da operação de terraplanagem, a inclinação indicada no projeto, correspondente para material de 3ª categoria (rocha sã), material de 3ª categoria (rocha fraturada), e para material de 2ª categoria. A inclinação dos taludes de material de 1ª categoria está especificada de acordo com cada domínio geológico geotécnico nas análises de estabilidade. Os taludes devem se apresentar com a superfície devidamente desempenada, obtida pela normal utilização do equipamento de escavação.

A norma da Valec indica que, nos cortes em material de terceira categoria, deve ser previsto o uso do pré-fissuramento visando um acabamento mais uniforme nos taludes.

O material ao nível da plataforma dos cortes, em caso de solo, deve ter expansão menor que 2% e Índice Suporte Califórnia maior que 8%. Caso isso não seja verificado, deve-se rebaixar a plataforma em 0,60m, procedendo à execução de novas camadas, constituídas por material selecionado, com as características acima mencionadas.

Os blocos de rocha que, porventura, venham a existir nos taludes, e possam colocar em risco a segurança do trânsito, devem ser removidos. Além destes blocos, todos os blocos soltos ou in situ situados à montante e que possam atingir o eixo de projeto também deverão ser removidos ou estabilizados de acordo com a indicação dos estudos de estabilização que deverá constar no item obras de contenção.

		PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ - RJ	
PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ GEOLOGIA - GEOTECNIA RELATÓRIO TÉCNICO – ESTUDO GEOTÉCNICO		Nº MRS EI22004-LC-109-4-RT-G00-001	PÁGINA 34/45
		Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-GG-RLT-0001	REV. 0

Nos casos de taludes rochosos, onde o grau de faturamento e a direção dos planos de fratura coloquem em risco a plataforma projetada devido a possível queda de blocos, a ser verificado pela fiscalização durante a execução dos cortes, recomenda-se a proteção com tela hexagonal de dupla torção, metálica, conforme a norma nº 80-ES-028A-23-8001 da VALEC. A fixação da tela é feita a partir do topo do talude, procedendo-se com o desenrolar da mesma ao longo do talude. A sua fixação é efetuada por meio de grampos, distribuídos em intervalos regulares, ao longo de toda a área de cobertura das telas.

Conforme apontado, para alguns domínios, os parâmetros de resistência do material de primeira categoria obtido por meio de cisalhamento direto indicam que os solos, em talude de corte 1:1 ficam estáveis. Como se trata em sua maioria de pequenas espessuras de solo (menor que 3 metros) recomenda que o corte seja executado conforme a seção teórica projetada, em 1:1 (H:V), com a condição de que, em campo, caso o responsável pela obra verifique fissuras, abatimentos ou rupturas na camada de primeira categoria, o talude seja rebatido conforme as inclinações especificadas e prossiga com a cobertura vegetal de modo a prevenir quanto à possíveis erosões.

5.1.6 Controle Geométrico dos Cortes

Deve-se realizar um acabamento de forma mecânica no corte, tendo como base as seguintes tolerâncias, de acordo com a norma da Valec:

- Variação de altura máxima de $\pm 0,05\text{m}$ para eixo e bordos.
- Variação máxima de largura de $+0,20\text{m}$ para cada semi-plataforma, não se admitindo variação para menos.

5.1.7 Caixas de empréstimo

As escavações nas áreas de empréstimo devem ser precedidas de serviços de desmatamento, destocamento e limpeza. A execução deverá seguir rigorosamente as especificações técnicas da DNIT 107/2009 - ES.

Os equipamentos utilizados para a escavação em empréstimos são, em geral, tratores equipados com lâminas, escavo-transportadores ou escavadores conjugados com transportadores diversos, além de tratores empurradores (pushers). Ademais, podem ser utilizados tratores e motoniveladoras para escarificação, manutenção de caminhos de serviço e áreas de trabalho.

		PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ - RJ	
PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ GEOLOGIA - GEOTECNIA RELATÓRIO TÉCNICO – ESTUDO GEOTÉCNICO		Nº MRS EI22004-LC-109-4-RT-G00-001	PÁGINA 35/45
		Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-GG-RLT-0001	REV. 0

No caso de grande interferência com o tráfego usuário, e desde que este acuse significativa magnitude, o transporte dos materiais dos empréstimos para os locais de deposição deve ser efetivado, obrigatoriamente, por caminhões basculantes.

Os empréstimos em alargamento de corte devem, preferencialmente, atingir a cota do greide, não sendo permitida, em qualquer fase da execução, a condução de águas pluviais para a plataforma de terraplenagem.

No caso de caixas de empréstimos laterais destinadas a trechos construídos em greide elevado, as bordas internas das caixas de empréstimo devem localizar-se à distância mínima de 4m do pé do aterro, bem como executados com declividade longitudinal, permitindo a drenagem das águas pluviais. Além disso, entre a borda externa das caixas de empréstimo e o limite da faixa de domínio, deve ser mantida sem exploração uma faixa de 2 m de largura, a fim de permitir a implantação da cerca delimitadora.

Em empréstimos definidos como alargamento de corte, a faixa mencionada no parágrafo anterior deve ter largura mínima de 3 m, com a finalidade de também permitir a implantação da valeta de proteção.

O acabamento das bordas das caixas de empréstimo deve ser executado sobre taludes estáveis, respeitando a inclinação especificada para os cortes em cada domínio (ver análise de estabilidade). Durante a escavação, é importante garantir a estabilidade dos taludes dos cortes e/ou das caixas de empréstimo, mantendo sempre devida inclinação. Para isso, à medida que o empréstimo for sendo rebaixado, a inclinação dos taludes deve ser acompanhada e verificada, mediante a utilização de gabarito apropriado, procedendo-se eventuais correções. Além disso, ao final da exploração da caixa, os taludes devem ser protegidos contra a erosão com a aplicação de hidrossemeadura na superfície.

5.1.8 Proteção dos Taludes

Faz-se necessária a proteção dos taludes de corte e dos aterros contra os efeitos da erosão, principalmente pelo fato de boa parte do solo deste trecho ter a presença de elevada fração de silte e areia, muito suscetíveis à erosão. Para isso, deve-se garantir uma adequada drenagem, assim como o revestimento vegetal, sendo indicada a hidrossemeadura para taludes de aterro e hidrossemeadura com tela vegetal para taludes de corte.

De acordo com a norma DNER-ES 341/97, para qualquer uma das práticas de proteção vegetal, é necessária uma prévia análise laboratorial edáfica e pedológica, procurando caracterizar a fertilidade dos solos, a fim de se buscar adubos, corretivos e nutrientes adequados para as plantas. As análises sugeridas são a determinação dos teores de

		PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ - RJ	
PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ GEOLOGIA - GEOTECNIA RELATÓRIO TÉCNICO – ESTUDO GEOTÉCNICO		Nº MRS EI22004-LC-109-4-RT-G00-001	PÁGINA 36/45
		Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-GG-RLT-0001	REV. 0

alumínio trocável, cálcio e magnésio, fósforo disponível, potássio trocável e teor de matéria orgânica.

Para os taludes de aterro, a plantação de gramíneas pode ser realizada através da hidrossemeadura, que consiste no jateamento em alta pressão de uma solução aquosa constituída por sementes, fertilizantes químicos e orgânicos, colantes naturais, mulch, entre outros. Sua utilização é ampla e sua fórmula pode ser diferenciada conforme a camada de solo. Tal recomendação segue o especificado pela VALEC na norma de nº 80-ES-028A-14-8005 – Revestimento Vegetal.

Antes da aplicação, deve-se escarificar o solo (microcoveamento) para remover a camada exposta e oxidada. A aplicação da massa é feita por meio de jateamento com bomba hidráulica. É importante que se tenha uma manutenção periódica para total recobrimento do solo com a gramínea, o que pode ser feito a partir do uso de fertilizações e replantes, evitando assim o desenvolvimento de processos erosivos. As espécies normalmente utilizadas são o capim-gordura, capim-braquiária, brizantha, capim-colonião e capim-chorão. Algumas fotos que ilustram o processo estão apresentadas a seguir (Figuras).

O desafio desta prática é fazer com que esta massa seja aderida ao solo, principalmente nos taludes de corte, de forma a constituir uma camada que fixe as sementes e demais componentes, que funcione como um protetor contra o impacto direto das chuvas e contra a erosão. O resultado de uma má aplicação pode ser observado na Figura.



Figura 20 - Microcoveamento.



Figura 21 - Caminhão pipa adaptado para hidrossemeadura.



Figura 22 - Aplicação da massa.



Figura 23 - Má fixação da massa de sementes no talude.

Para taludes de corte, onde as superfícies são mais inclinadas e tão logo a fixação das sementes é mais difícil, a fim de se garantir um bom índice de germinação, recomenda-se após a execução da hidrossemeadura, se proceder com a proteção do aterro com tela vegetal, com transpasse de 10 a 15 cm entre elas.

As telas devem ser fixadas com estacas de bambu ou similar, desde que sejam passíveis de absorção pelo solo, cavadas em X, de maneira a permitir sua união com o solo. Tal metodologia é recomendada conforme norma 80-ES-028A-23-8014 – Hidrossemeadura com Tela Vegetal, da VALEC.

5.1.9 Proteção da Saia do Aterro

Para a proteção contra erosão no pé do aterro de material de primeira e segunda categoria, é recomendada a execução de enrocamento com pedras lançadas. Essa solução é

		PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ - RJ	
PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ GEOLOGIA - GEOTECNIA RELATÓRIO TÉCNICO – ESTUDO GEOTÉCNICO		Nº MRS EI22004-LC-109-4-RT-G00-001	PÁGINA 38/45
		Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-GG-RLT-0001	REV. 0

adequada onde se prevê uma moderada ação de agentes erosivos, tendo os blocos dimensões transversais mínimas de 0,25m e volume mínimo de 0,012m³. Os blocos devem ter dimensões aproximadamente iguais segundo a direção de três eixos ortogonais, tendendo para a forma cúbica ou esférica.

As rochas devem ser íntegras e sem sinais de alteração, duras, tenazes e isentas de fendas, de modo que fique assegurada sua resistência à ação desagregadora das águas e do intemperismo em geral.

Os equipamentos recomendados para a arrumação dos blocos são tratores de esteiras com lâminas, carregadeiras, escavadeiras e ferramentas manuais. Na execução, os blocos devem ser lançados de altura conveniente pelo próprio equipamento transportados, auxiliado eventualmente por carregadeiras, escavadeiras, tratores ou ferramentas manuais.

Os blocos maiores, sempre que possíveis, devem ser lançados na base e os menores devem ocupar os espaços vazios. Além disso, deve-se controlar para que nenhum bloco fique mais que 0,30m saliente em relação ao plano do talude pré-estabelecido. Em caso de escassez de material, deve-se dar prioridade aos aterros em encostas com inclinações maiores que 15° e cabeceiras de pontes cujo aterro seja em solo.

5.1.10 Solos

Os solos locais, que serão utilizados para a execução do reaterro devem estar isentos de matéria orgânica, materiais cortantes (entulho de vidro e cerâmica) e possuir, no máximo 60% a 70% em peso, de partículas passando pela peneira #200. Deverão ser espalhados e compactados na umidade ótima, mais ou menos 1,5%, em camadas de 0,40 m, com equipamento adequado e energia de compactação equivalente a 100% do ensaio Proctor Normal.

5.1.11 Drenagem

A face, em blocos segmentais montados sem argamassa, é francamente drenante através das frestas resultantes da montagem, dispensando, portanto, elementos específicos de drenagem (barbacãs). Para garantir a não saturação da massa de solo reforçado, é prevista a implantação de dreno vertical no talude de escavação e na base do muro, composto por camada de 20 cm de pedrisco.

Junto ao tardo, nas aberturas dos blocos, para garantir a drenagem da face e a conexão das geogrelhas nos blocos, é prevista uma faixa de 15 cm composta por brita 1. No pé dos

		PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ - RJ	
PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ GEOLOGIA - GEOTECNIA RELATÓRIO TÉCNICO – ESTUDO GEOTÉCNICO		Nº MRS EI22004-LC-109-4-RT-G00-001	PÁGINA 39/45
		Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-GG-RLT-0001	REV. 0

muros, será instalado um tubo-dreno para coleta de eventuais águas dos drenos, com saídas nos pontos de cotas mais baixas.

5.1 TERRA ARMADA

Para os aterros das alças do viaduto projetado, é recomendado o uso de solução de contenção do tipo Terra Armada. A sua execução consiste em se compactar o solo em camadas, colocando entre as mesmas armaduras nervuradas (tiras de aço zincado) flexíveis, de forma horizontal. O paramento externo (placas pré-moldadas de concreto) deve ser fixado às armaduras, esse destinado a limitar o aterro.

O material de preenchimento na região da armadura deve ser granular. Sugere-se o uso do solo proveniente dos areais próximos às obras de contenção, a fim de se atender as exigências da norma NBR 9286/86 – Terra Armada. A dimensão máxima dos grãos do material de aterro não deve ultrapassar 250mm.

A compactação a menos de 1m do paramento deve ser feita com compactador manual. Prever também um guindaste para duas toneladas, para transporte das escamas. Deve-se executar uma soleira de concreto simples para fins de nivelamento e regularização do primeiro nível de escamas.

Para a montagem, executar a primeira linha de escamas sobre a soleira, e em seguida lançar a primeira camada de aterro até o primeiro nível de armaduras. Compactar a camada e aparafusar as armaduras. Colocar as juntas verticais e horizontais, e montar uma nova linha de escamas, prosseguindo com o aterro e compactação até o ponto onde deve ser instalado o segundo nível de armaduras. O processo deve ser repetido até o topo da obra. As especificações e procedimentos devem seguir a NBR 9286/86 – Terra Armada. Todos os detalhes de projeto estão apresentados no subitem Obras de Contenção, Aterros.

5.2 Solo Grampeado

Conforme previsto em projeto, é indicado ao lado da ponte, ao lado esquerdo sentido estaqueamento localizado na rua Gentil do Amaral Ferreira, reforço do terreno natural, com solo grampeado.

As fases construtivas do grampeamento de solos consistem na escavação, instalação do grampo (chumbador) e aplicação do concreto projetado. De acordo com o Manual Técnico de Encostas da GEORIO (2000), a sequência executiva a se prosseguir é a que segue:

		PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ - RJ	
PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ GEOLOGIA - GEOTECNIA RELATÓRIO TÉCNICO – ESTUDO GEOTÉCNICO		Nº MRS EI22004-LC-109-4-RT-G00-001	PÁGINA 40/45
		Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-GG-RLT-0001	REV. 0

1. Escavação do talude existente para a implantação da primeira linha de grampos (a partir do topo do talude).
2. Implantação de andaimes e plataformas de trabalho, se necessário.
3. Perfuração.
4. Instalação e injeção dos grampos;
5. Instalação dos drenos;
6. Implantação dos pinos guia para controle da espessura de concreto;
7. Aplicação do concreto projetado ou paramento verde;
8. Prosseguir dessa forma até a conclusão do projeto.

Para o devido controle da espessura do concreto projetado (especificado como de 10 cm), colocar pinos guia de diâmetro 25 mm e comprimento igual à espessura da camada a ser projetada, devidamente fixados em cada tipo de superfície.

A escavação deve ser executada em etapas, obtendo-se uma zona de solo reforçado que funcionará como suporte do material posterior sem reforço. A altura máxima de escavação em cada etapa depende do tipo de terreno e da inclinação da face de escavação, a serem verificados pela fiscalização. Os furos a serem realizados no terreno para a colocação dos grampos têm especificação de 75mm de diâmetro.

Para proteção do grampo, placa e porcas, contra agentes corrosivos, antes da instalação, devem ser aplicadas duas demãos de tinta epóxi. Aplica-se então, no interior do furo, uma injeção de calda de cimento (fator água-cimento igual ou inferior a 0,5 e resistência aos 28 dias superior a 25MPa) com pressões baixas, inferiores a 100kPa ao longo de toda a extensão do grampo. Ao fim da obra, deve-se revestir a estrutura com concreto projetado sobre tela metálica, afastando a tela metálica em 45mm do solo, através de espaçadores.

O parâmetro de resistência ao arrancamento do grampo (qs) é de extrema importância para os cálculos de estabilidade. Para a verificação dos mesmos, devem ser realizados ensaios em pelo menos dois grampos ou em 1% do total da obra de contenção (GeoRio, 2000), conforme já citado.

As normas que complementam as especificações aqui citadas são NBR 5629 – Execução de tirantes ancorados no terreno, NBR 5732 – Cimento Portland comum – Especificações, NBR 6502 – Rocha e solos – Terminologia, NBR 7480 – Barras e fios de aço destinados a armadura para concreto armado – Especificação, NBR 7681 – Calda de cimento para injeção – Especificação, NBR 7682 – Calda de cimento para injeção – Determinação do índice de fluidez – Método de ensaio, NBR 7683 – Calda de cimento para injeção – Determinação de exudação e expansão – Método de ensaio, NBR 7684 – Calda de cimento

		PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ - RJ	
PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ GEOLOGIA - GEOTECNIA RELATÓRIO TÉCNICO – ESTUDO GEOTÉCNICO		Nº MRS EI22004-LC-109-4-RT-G00-001	PÁGINA 41/45
		Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-GG-RLT-0001	REV. 0

para injeção – Determinação da resistência à compressão – Método de ensaio, NBR 7685 – Calda de cimento para injeção – Determinação da vida útil – Método de ensaio.

5.1 Gabião

No eixo principal, no encontro da ponte, na estaca 10+10,000 aproximadamente, é indicado uma contenção do tipo Gabião, para evitar interferência com áreas de terceiros e que a saia de aterro da ponte esteja em uma cota inferior ao N.A. Portanto, para execução dessa contenção, deverão ser seguidas as seguintes normas:

- i. AS
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8964 – Arame de aço de baixo teor de carbono, zincado, para gabiões. Rio de Janeiro;
- ii. NB
R 10514 – Redes de aço com malha hexagonal de dupla torção, para confecção de gabiões. Rio de Janeiro;
- iii. BR
ASIL. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. DNER-PRO 277 – Metodologia para controle estatístico de obras e serviços – Procedimento. Rio de Janeiro: IPR;
- iv. BR
ASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. DNIT 001/2009 – PRO – Elaboração e apresentação de normas do DNIT – Procedimento. Rio de Janeiro, 2009;
- v. BR
ASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. DNIT 011/2004 – PRO – Gestão da Qualidade em Obras Rodoviárias – Procedimento. Rio de Janeiro, 2004;
- vi. BR
ASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. DNIT 013/2004 – PRO – Requisitos para Qualidade em Obras Rodoviárias – Procedimento. Rio de Janeiro, 2004;
- vii. BR
ASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. DNIT 070 – PRO – Condicionantes ambientais das áreas de uso de obras – Procedimento. Rio de Janeiro, IPR.

A utilização dessa solução de contenção é recomendada para situações em que, em função dos estudos geotécnicos e hidrológicos, seja indicada a utilização de estruturas

		PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ - RJ	
PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ GEOLOGIA - GEOTECNIA RELATÓRIO TÉCNICO – ESTUDO GEOTÉCNICO		Nº MRS EI22004-LC-109-4-RT-G00-001	PÁGINA 42/45
		Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-GG-RLT-0001	REV. 0

monolíticas, flexíveis, permeáveis e com a possibilidade de integração com a vegetação circundante. Desta forma, atendendo todos os requisitos para ser indicada próximo ao rio, no encontro da ponte.

5.2 Conclusão

A necessidade em ocupar novos espaços, devido, a fatores como a saturação do tráfego rodoviário no local, levaram a uma necessidade de se ter um melhor aproveitamento do espaço próximo.

Somado a isso, a realização de grandes obras de infraestrutura como rodovias e pontes exigem que grandes volumes de cortes e aterros sejam executados, e, como consequência direta, que eles sejam contidos.

Porém, em meio urbano, onde o aumento populacional é intenso e por vezes desordenado o espaço para construção é limitado, exige o uso de estudos e projetos ainda mais detalhados e arrojados para execução e, conseqüentemente, um máximo aproveitamento do espaço.

Os estudos geológicos geotécnicos realizados durante toda a etapa de projeto devem ser tomados como referenciais.

Os resultados médios de CBR e Expansão encontrados atendem aos critérios mínimos estabelecidos nos estudos geotécnicos para terraplenagem, pavimentação e drenagem.



As sondagens e ensaios realizados para os estudos dos cortes e subleito permitiram basicamente:

- 1- Caracterizar os materiais que servirão de suporte aos pavimentos novos, principalmente, considerando o uso da via, representado pelo tráfego ferroviário pesado;
- 2- Identificar os horizontes de solo, suas características macroscópicas e determinar suas características físico-mecânicas dos trechos em projeto;
- 3- Estudo dos cortes, para identificar e caracterizar os materiais a serem movimentados na operação de terraplenagem e a estabilidade geral dos taludes.
- 4- Pesquisa do lençol freático para instrução do projeto de drenagem profunda, caso necessário.

Estudos de estabilidade dos taludes, contenções e obra de arte especiais, serão apresentados em documento específico.

 MRS Logística S.A.	 JMSOUTO ENGENHARIA E CONSULTORIA	PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁI - RJ	
PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁI GEOLOGIA - GEOTECNIA RELATÓRIO TÉCNICO – ESTUDO GEOTÉCNICO		Nº MRS EI22004-LC-109-4-RT-G00-001	PÁGINA 43/45
		Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-GG-RLT-0001	REV. 0

5.3 Anexos

 RLT 233.2022 - SMSPST - Complexo	Anexo 1 – Relatório de Sondagens
 Resultados dos ensaios ST - Barra d	Anexo 2 – Resultados ensaios STs

		PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ - RJ	
PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ GEOLOGIA - GEOTECNIA RELATÓRIO TÉCNICO – ESTUDO GEOTÉCNICO		Nº MRS EI22004-LC-109-4-RT-G00-001	PÁGINA 44/45
		Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-GG-RLT-0001	REV. 0

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Estabilidade de encostas – Procedimento: NBR 11682. Rio de Janeiro, 2009.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Terra Armada – Especificação: NBR 9286. Março de 1986.

AASHTO – American Association of State Highway and Transportation Officials – Bridge Design Specifications – 8 th edition.

ABNT NBR 6122: Projeto e Execução de Fundações. Rio de Janeiro, 2019.

ABNT NBR 16694: Projeto de pontes rodoviárias de aço e mistas de aço e concreto. Rio de Janeiro, 2020.

ABNT NBR 9062: Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado. Rio de Janeiro, 2017.

ABNT NBR 6118: Procedimento de estruturas de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro, 2014.

APARELHOS DE APOIO PROFIP. Catálogo Técnico. São Paulo, 2015.

PFEIL, W. Pontes de Concreto Armado. Rio de Janeiro: LTC, 1977

Bowles, J. E. et al. (1996), Foundation analysis and design, McGraw-hill.

Cintra, J. A., Aoki, N., Albiero and Henrique, J. (2011), Fundações diretas: projeto geotécnico, Oficina de Textos.

FERREIRA, Priscila Feitosa de Sá (2017), Estacas de seção circular semienterradas submetidas a cargas laterais

PINHO, F.O.; BELLEY, I.H. (2020), Manual de pontes e viadutos em Vigas Mistas, 2ª edição, CBCA.

FAKURY, R.H., SILVA, A.L.R.C; CALDAS, R.B. (2016), Dimensionamento de elementos estruturais de aço e mistos de aço e concreto, Pearson.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Solo — Sondagem de simples reconhecimento com SPT: NBR 6484. Rio de Janeiro, 2020.

		PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ - RJ	
PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ GEOLOGIA - GEOTECNIA RELATÓRIO TÉCNICO – ESTUDO GEOTÉCNICO		Nº MRS EI22004-LC-109-4-RT-G00-001	PÁGINA 45/45
		Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-GG-RLT-0001	REV. 0

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Estabilidade de encostas–
Procedimento: NBR 11682. Rio de Janeiro, 2009.

Gerscovich, Denise M.S - Estabilidade de Taludes / Denise M.S Gerscovich – 2ºed. – São
Paulo: Oficina de Textos, 2016.

Especificação de Projeto VALEC: Estudos Geotecnológicos nº 80-EG-000A-29-0000-Rev 0.