NODA ENGENHARIA

PREFEITURA DE CAMPOS DO JORDÃO

MEMORIAL DESCRITIVO

PROJETO DE CONTENÇÃO – TRAVESSA TICO-TICO, BAIRRO BRITADOR

LOCAL: Travessa Tico-Tico, Campos do Jordão/SP.

ARQUIVO: 2876 - Memorial Descritivo - Tico-Tico 05-12-2023

REFERÊNCIA: dezembro/2023

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 1

2. OBJETIVO 1

3. OBJETO 1

4. REGISTROS DO LOCAL 2

5. DOCUMENTOS TÉCNICOS DISPONIBILIZADOS 8

5.1. LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO 8

5.2. CAMPANHA DE SONDAGENS A PERCUSSÃO 8

6. MARCHA DE CÁLCULO DA CONTENÇÃO 10

6.1. MÉTODO DE CÁLCULO 10

6.2. FATORES DE SEGURANÇA 10

6.3. PARÂMETROS GEOTÉCNICOS E DOS ELEMENTOS DE REFORÇO 11

6.4. RESULTADOS 12

7. CÁLCULO DA FUNDAÇÃO PROFUNDA 15

8. DEFINIÇÕES DO PROJETO EXECUTIVO 17

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – LOCALIZAÇÃO DA OBRA DE CONTENÇÃO NECESSÁRIA 1
FIGURA 2 – LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO 8
FIGURA 3 – PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM SP01 9
FIGURA 4 - TABELA 1, PÁGINA 17 DA NBR 11682:2009 11
FIGURA 5 - TABELA 2, PÁGINA 18 DA NBR 11682:2009 11
FIGURA 6 - TABELA 3, PÁGINA 18 DA NBR 11682:2009 11
FIGURA 7 – PARÂMETROS GEOTÉCNICOS E DOS ELEMENTOS DE REFORÇO 12
FIGURA 8 – ANÁLISE 1: SITUAÇÃO EXISTENTE COM PATOLOGIAS PRESENTES 13
FIGURA 9 – ANÁLISE 2: SITUAÇÃO COM RETALUDAMENTO TEMPORÁRIO E SOLO GRAMPEADO EXECUTADO 14

LISTA DE IMAGENS

IMAGEM 1 – REGISTRO DO LOCAL 2
IMAGEM 2 – REGISTRO DO LOCAL 3
IMAGEM 3 – REGISTRO DO LOCAL 4
IMAGEM 4 – REGISTRO DO LOCAL 5
IMAGEM 5 – REGISTRO DO LOCAL 6
IMAGEM 6 – REGISTRO DO LOCAL 7

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – RESUMO DOS RESULTADOS DA ESTABILIDADE GLOBAL 15
TABELA 2 – CCG DAS MICROESTACA A PARTIR DA BOCA DA SONDAGEM (NÃO CONSIDERADO) 16
TABELA 3 – CCG DAS MICROESTACA A PARTIR DO TRECHO EMBUTIDO (SEM RISCOS DE DESCONFINAMENTO LATERAL DA ESTACA) 16

1. INTRODUÇÃO

Atendendo à solicitação da PREFEITURA DE CAMPOS DO JORDÃO, a NODA Engenharia Ltda., apresenta MEMORIAL DESCRITIVO do PROJETO DE CONTENÇÃO – TRAVESSA TICO-TICO.

2. OBJETIVO

Determinação de projeto executivo para subsidiar obras de reparo e recomposição do talude erodido na travessa Tico-Tico de modo a permitir a circulação de pessoas pelo local.

3. OBJETO

A Figura 1 demonstra, através de imagem de satélite, o local que obra deverá ser realizada.

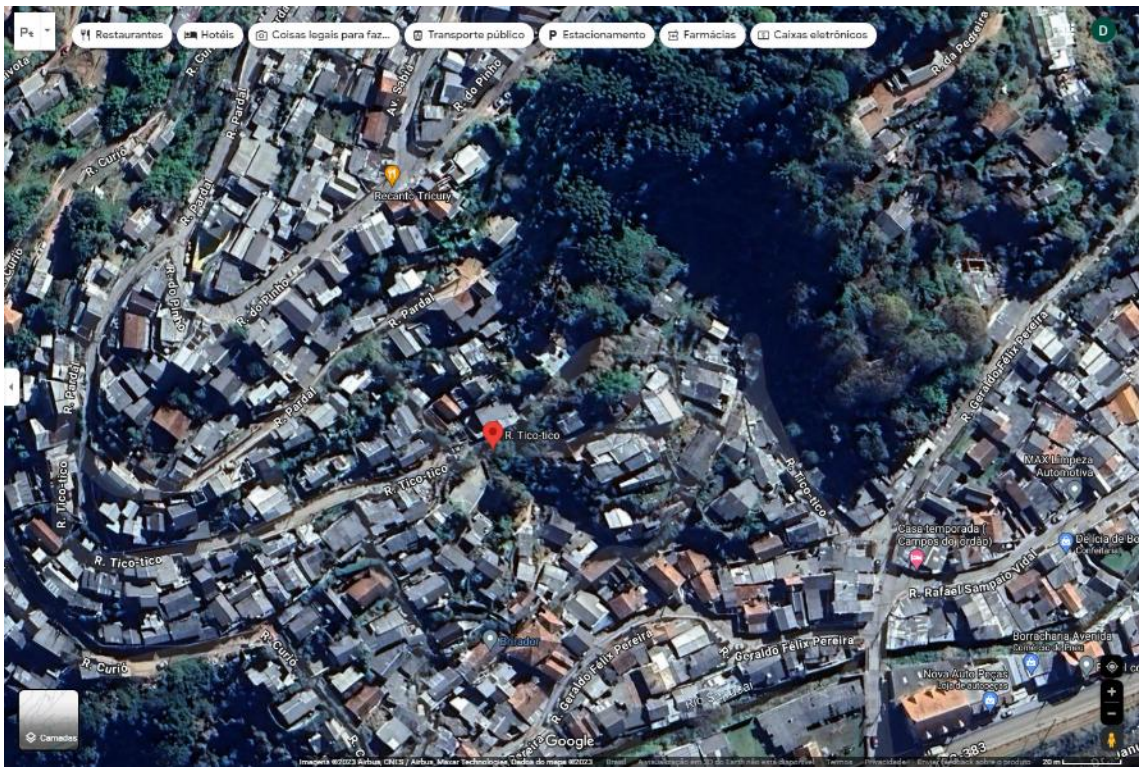

Figura 1 – Localização da obra de contenção necessária

4. REGISTROS DO LOCAL

Imagem 1 – Registro do local

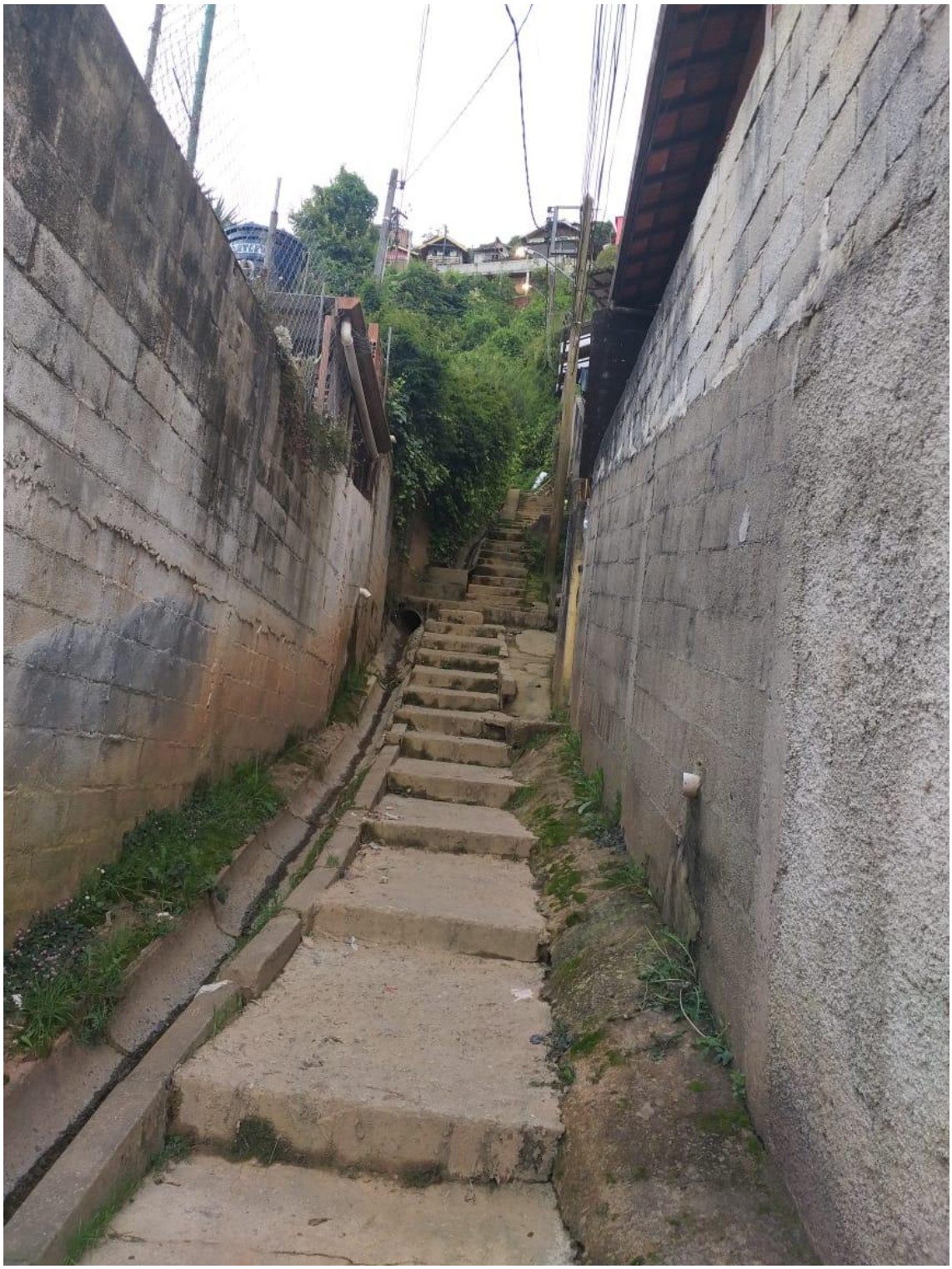

Imagem 2 – Registro do local

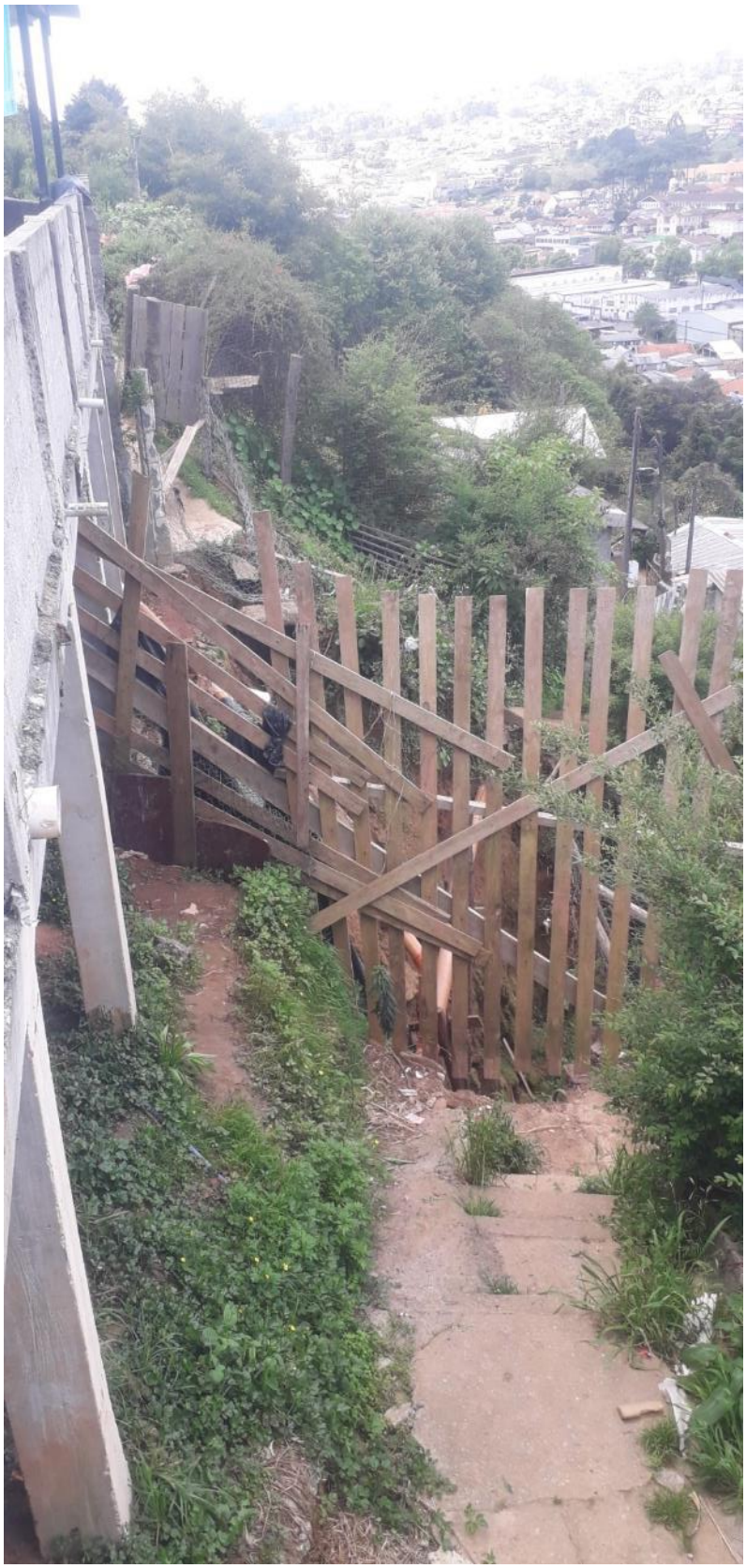

Imagem 3 – Registro do local

Imagem 4 – Registro do local

Imagem 5 – Registro do local

Imagem 6 – Registro do local

5. DOCUMENTOS TÉCNICOS DISPONIBILIZADOS

5.1. LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO

O levantamento topográfico da região foi realizado por Junior Topografia & Agrimensura, datado de 04/10/2023 conforme ilustra a Figura 2 a seguir.

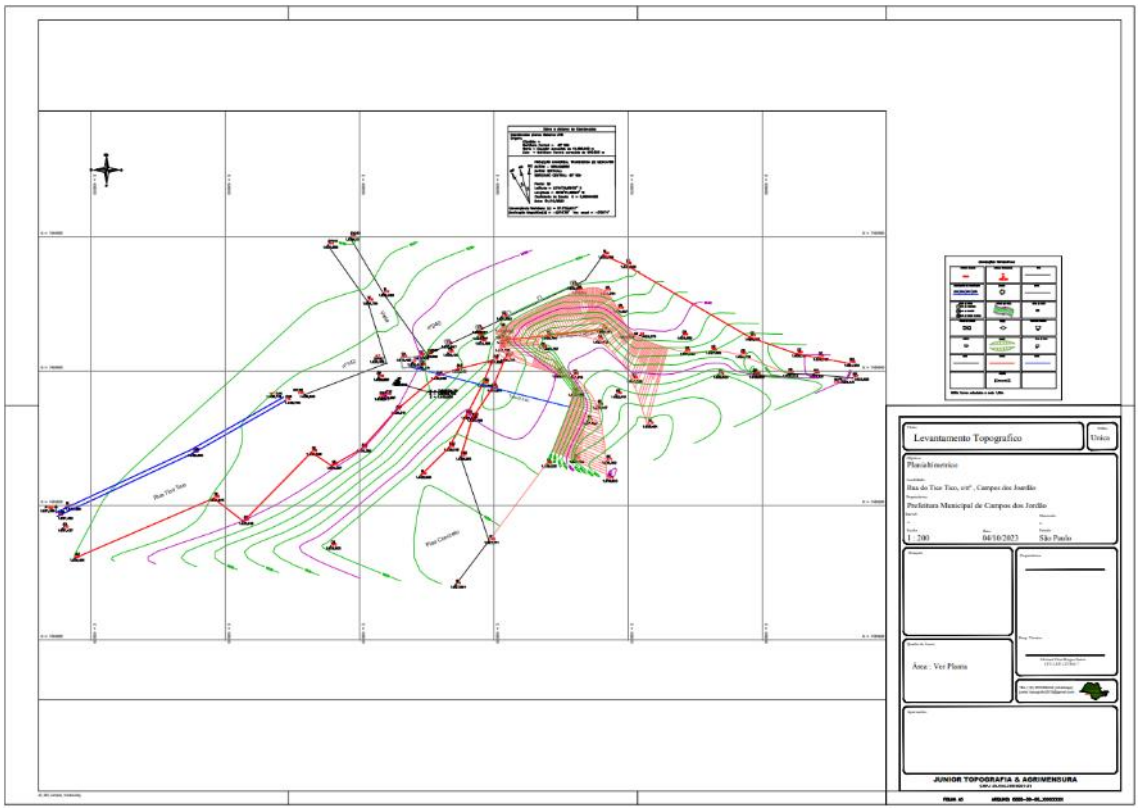

Figura 2 – Levantamento topográfico

5.2. CAMPANHA DE SONDAGENS A PERCUSSÃO

A sondagem denominada SP-01 foi realizada pela SPT Sondagens e Geotecnia conforme perfil individual apresentado na Figura 3 a seguir.

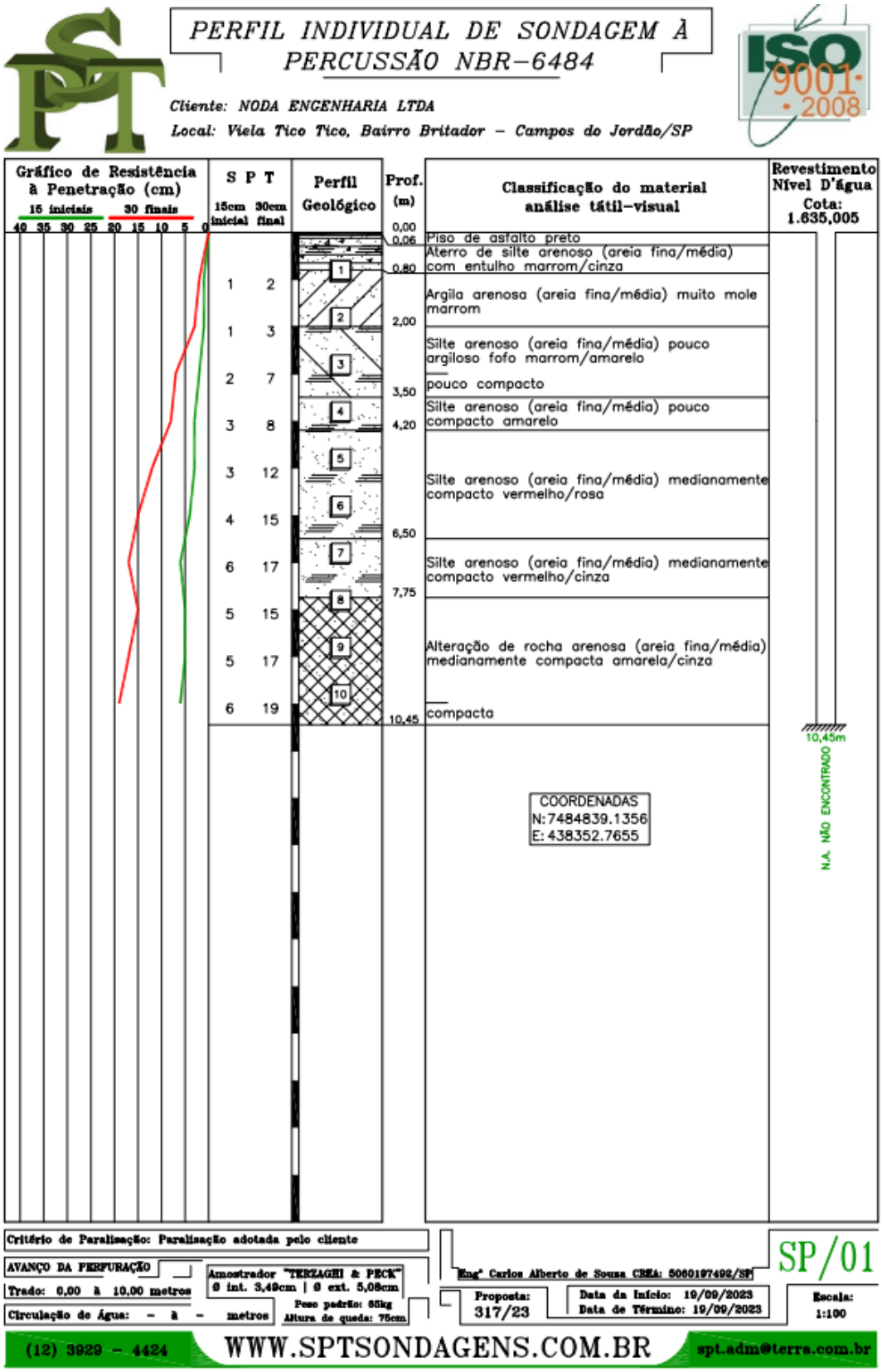

Figura 3 – Perfil individual de sondagem SP01

6. MARCHA DE CÁLCULO DA CONTENÇÃO

As verificações de contenção necessárias para estabilizar o maciço de solo consistiram em analisar as alturas críticas. Nas análises foram adicionados reforços para que se obtenha segurança adequada como será apresentado a seguir.

6.1. MÉTODO DE CÁLCULO

Para análise de estabilidade global da geometria, adotou-se os métodos de Bishop simplificado e Spencer (considerando o resultado mais crítico). Para desenvolver os cálculos matemáticos de estabilidade global foi utilizado o software Slide V6 da RocScience. A adoção para busca de superfície de ruptura mais crítica foi feita de forma automatizada permitindo que os softwares produzam superfícies de ruptura em todo talude em questão a fim de encontrar a mais crítica.

6.2. FATORES DE SEGURANÇA

As definições de fatores de segurança se baseiam em: NBR 11682:2009 ‘Estabilidade de encostas’ item 7.3.7, NBR 16920-2:2021 ‘Muros e taludes em solos reforçados - Parte 2: Solos grampeados’ e Bibliografias consagradas em mecânicas dos solos (Recommendations Clouterrie, 1991; Gerscovich, Denise e outros, São Paulo: Oficina de Textos, 2016, Contenções: teoria e aplicações em obras; entre outras).

Para a análise de estabilidade global, o resultado deve ser maior ou igual ao estabelecido na NBR 11682:2009. Este valor é obtido a partir da combinação da Figura 4 com Figura 5 e cruzado na Figura 6 (tabelas extraídas da NBR 11682:2009).

Portanto, o FS final (da obra concluída) deverá ser maior ou igual a 1,5. Porém, para fases temporárias de execução da obra (com duração de até 3 semanas), fatores de segurança acima de 1,2 são aceitáveis.

Tabela 1 — Nível de segurança desejado contra a perda de vidas humanas

Nível de segurança	Critérios
Alto	Áreas com intensa movimentação e permanência de pessoas, como edificações públicas, residenciais ou industriais, estádios, praças e demais locais, urbanos ou não, com possibilidade de elevada concentração de pessoas Ferrovias e rodovias de tráfego intenso
Médio	Áreas e edificações com movimentação e permanência restrita de pessoas Ferrovias e rodovias de tráfego moderado
Baixo	Áreas e edificações com movimentação e permanência eventual de pessoas Ferrovias e rodovias de tráfego reduzido

Figura 4 - Tabela 1, página 17 da NBR 11682:2009

Tabela 2 — Nível de segurança desejado contra danos materiais e ambientais

Nível de segurança	Critérios
Alto	Danos materiais: Locais próximos a propriedades de alto valor histórico, social ou patrimonial, obras de grande porte e áreas que afetem serviços essenciais Danos ambientais: Locais sujeitos a acidentes ambientais graves, tais como nas proximidades de oleodutos, barragens de rejeito e fábricas de produtos tóxicos
Médio	Danos materiais: Locais próximos a propriedades de valor moderado Danos ambientais: Locais sujeitos a acidentes ambientais moderados
Baixo	Danos materiais: Locais próximos a propriedades de valor reduzido Danos ambientais: Locais sujeitos a acidentes ambientais reduzidos

Figura 5 - Tabela 2, página 18 da NBR 11682:2009

Tabela 3 — Fatores de segurança mínimos para deslizamentos

Nível de segurança contra danos materiais e ambientais \ Nível de segurança contra danos a vidas humanas	Alto	Médio	Baixo
Alto	1,5	1,5	1,4
Médio	1,5	1,4	1,3
Baixo	1,4	1,3	1,2

NOTA 1 No caso de grande variabilidade dos resultados dos ensaios geotécnicos, os fatores de segurança da tabela acima devem ser majorados em 10 %. Alternativamente, pode ser usado o enfoque semiprobabilístico indicado no Anexo D.

NOTA 2 No caso de estabilidade de lascas/blocos rochosos, podem ser utilizados fatores de segurança parciais, incidindo sobre os parâmetros γ, ϕ, c, em função das incertezas sobre estes parâmetros. O método de cálculo deve ainda considerar um fator de segurança mínimo de 1,1. Este caso deve ser justificado pelo engenheiro civil geotécnico.

NOTA 3 Esta tabela não se aplica aos casos de rastejo, voçorocas, ravinas e queda ou rolamento de blocos.

Figura 6 - Tabela 3, página 18 da NBR 11682:2009

6.3. PARÂMETROS GEOTÉCNICOS E DOS ELEMENTOS DE REFORÇO

A partir de conhecimentos de solos e rochas adquiridos pela Noda Engenharia, da sondagem a percussão do local e de informação contidas em

literaturas consagradas de geotecnia, definiu-se os parâmetros do solo conforme tabela abaixo.

Material Properties

Property	210 Nspt2a5	210 Nspt6a10	210 Nspt10a20	Aterro compactado
Color				
Strength Type	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m3]	16	16	18	18
Cohesion [kPa]	10	15	33	10
Friction Angle [deg]	35	35	37	25
Water Surface	None	None	None	None
Ru Value	0	0	0	0

Support Properties

Solo Grampeado açoØ16

Support Type: Soil Nail
Force Application: Passive
Out-of-Plane Spacing: 1.2 m
Tensile Capacity: 87 kN
Plate Capacity: 0 kN
Bond Strength: 30 kN/m
Shear Capacity: 8.7 kN

Figura 7 – Parâmetros geotécnicos e dos elementos de reforço

6.4. RESULTADOS

A análise preliminar consiste na condição atual. O FS obtido indica situação estável, porém observa-se no local possível acúmulos de águas que provocam saturação local com erosão.

A análise seguinte consiste na simulação da saturação na margem da rua. O FS obtido resulta em condição temporária adequada, porém abaixo do recomendado pelas normas técnicas vigentes como já mencionado no item 6.2.

A análise final consiste no sistema de gabião implantado no local com solo grampeado travado na face externa, e assim, o FS obtido resulta em condição adequada de modo que a rua será reconstituída sem riscos de novas patologias.

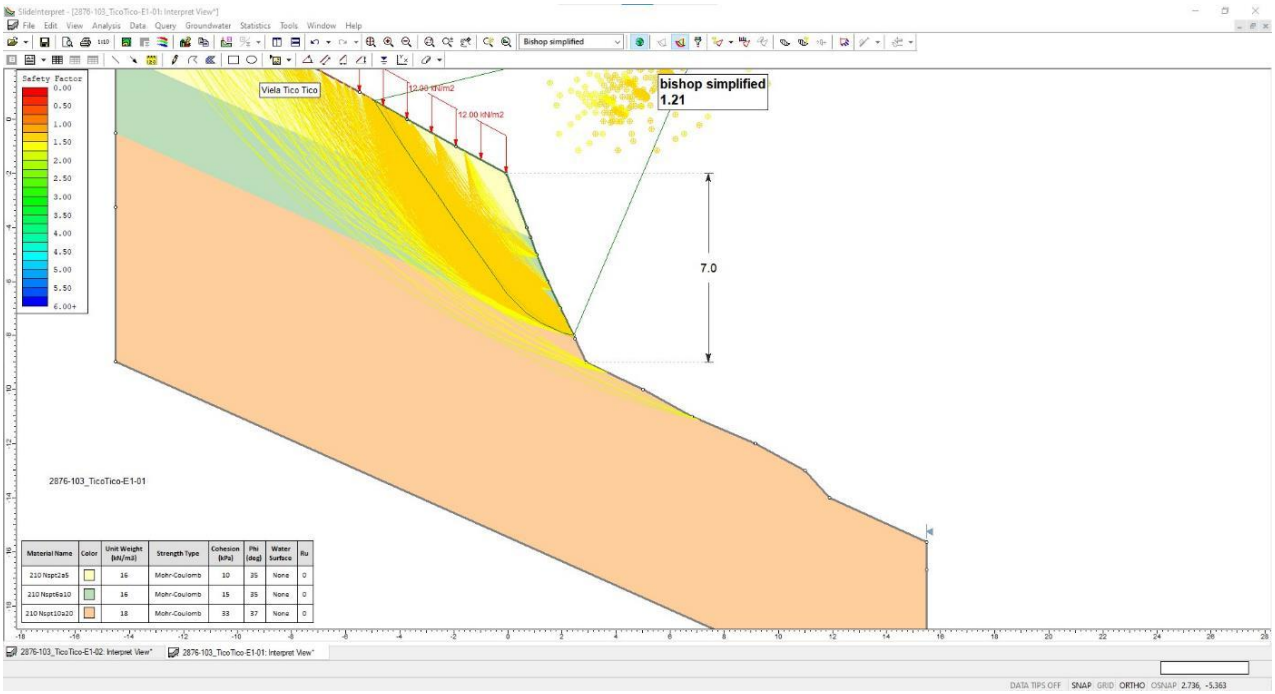

Figura 8 – Análise 1: situação existente com patologias presentes

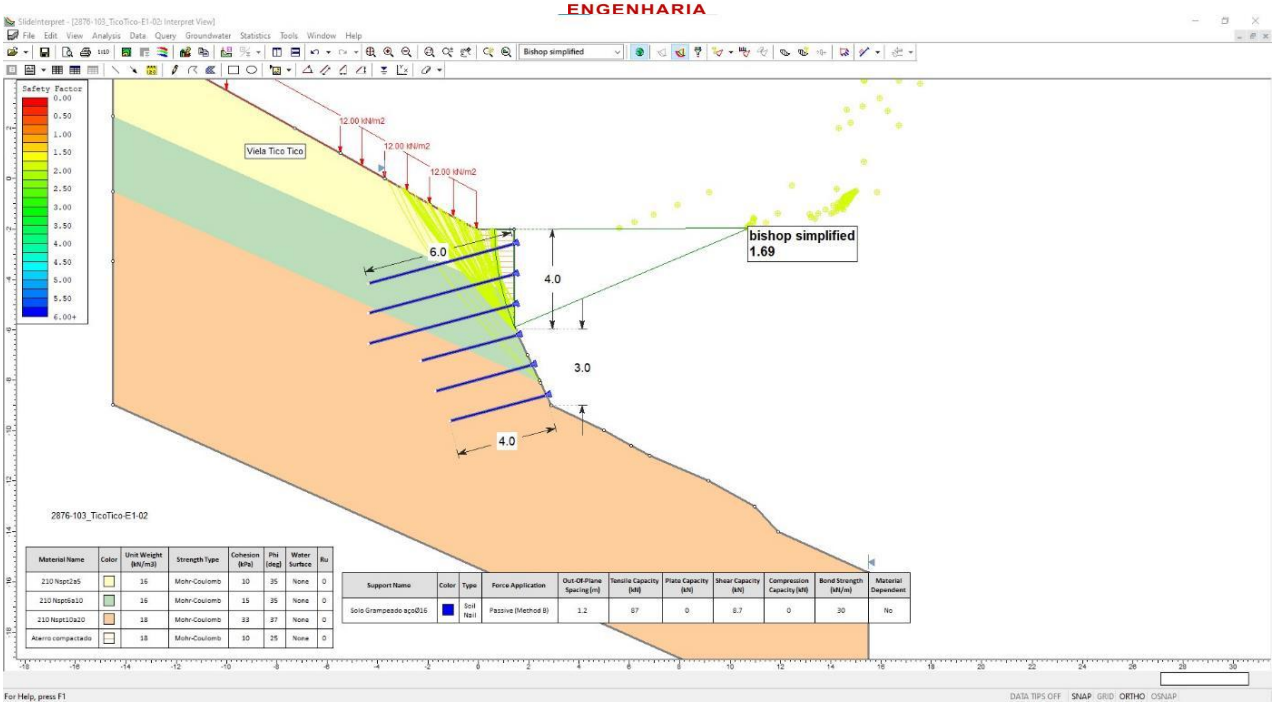

Figura 9 – Análise 2: situação com retaludamento temporário e solo grampeado executado

Com isso, pode-se resumir e classificar os resultados dos fatores de segurança obtidos nas análises da contenção na tabela a seguir.

Análise	FS mínimo desejável	FS obtido	NBR 11682
Figura 8 – Análise 1: situação existente com patologias presentes	1,50	1,21	Não atende
Figura 9 – Análise 2: situação com retaludamento temporário e solo grampeado executado	1,50	1,69	Atende

Tabela 1 – Resumo dos resultados da estabilidade global

7. CÁLCULO DA FUNDAÇÃO PROFUNDA

A adoção por microestaca é baseado no fato do equipamento já mobilizado para execução do solo grampeado estar posicionado no local. A carga atuante nas microestacas que suportarão o peso próprio da parede será de:

4*1,2*0,19*2,5 + 0,15*1,2 = 2,28 * 0,18 = 2,46 tf / estaca

Baseado na sondagem local, a capacidade de carga geotécnica da microestaca será de:

NODA ENGENHARIA

DIMENSIONAMENTO DE MICROESTACAS		
Projeto:	2876	
Cliente:	PMCJ - Tico-Tico	
Sondagem:	SP01	
D (Diâmetro):	10	cm
τ (Pressão de Injeção):	0	kgf/cm²
Ab (Área da base da estaca):	79	cm²
U (Perímetro final da estaca):	31	cm
Δl	100	cm

$\beta o = 1 + 0{,}11 \cdot \tau - 0{,}01 \cdot D$

$Pl = \Sigma\, \beta o \cdot \beta 1 \cdot N \cdot U \cdot \Delta l$

$Pp = \beta o \cdot \beta 2 \cdot N \cdot Ab$

$Pr = Pl + Pp$

CCE:	12,2	tf

PROF. (m)	SPT	SOLO	βo	β1 (%)	β2	Pl (tf)		Pp (tf)	Pr (tf)
						Pl	Σpl		
1	2	210	0,9	6,0	2,0	0,34	0,34	0,28	0,62
2	3	210	0,9	6,0	2,0	0,51	0,85	0,42	1,27
3	7	210	0,9	6,0	2,0	1,19	2,04	0,99	3,03
4	8	210	0,9	6,0	2,0	1,36	3,39	1,13	4,52
5	12	210	0,9	6,0	2,0	2,04	5,43	1,70	7,13
6	15	210	0,9	6,0	2,0	2,54	7,97	2,12	10,09
7	17	210	0,9	6,0	2,0	2,88	10,86	2,40	13,26
8	15	100	0,9	7,0	3,0	2,97	13,83	3,18	17,01
9	17	100	0,9	7,0	3,0	3,36	17,19	3,60	20,80
10	19	100	0,9	7,0	3,0	3,76	20,95	3,93	24,88

Tabela 2 – CCG das microestaca a partir da boca da sondagem (não considerado)

DIMENSIONAMENTO DE MICROESTACAS		
Projeto:	2876	
Cliente:	PMCJ - Tico-Tico	
Sondagem:	SP01	
D (Diâmetro):	10	cm
τ (Pressão de Injeção):	0	kgf/cm²
Ab (Área da base da estaca):	79	cm²
U (Perímetro final da estaca):	31	cm
Δl	100	cm

$\beta o = 1 + 0{,}11 \cdot \tau - 0{,}01 \cdot D$

$Pl = \Sigma\, \beta o \cdot \beta 1 \cdot N \cdot U \cdot \Delta l$

$Pp = \beta o \cdot \beta 2 \cdot N \cdot Ab$

$Pr = Pl + Pp$

CCE:	12,2	tf

PROF. (m)	SPT	SOLO	βo	β1 (%)	β2	Pl (tf)		Pp (tf)	Pr (tf)
						Pl	Σpl		
1	0	210	0,9	6,0	2,0	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0	210	0,9	6,0	2,0	0,00	0,00	0,00	0,00
3	0	210	0,9	6,0	2,0	0,00	0,00	0,00	0,00
4	0	210	0,9	6,0	2,0	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0	210	0,9	6,0	2,0	0,00	0,00	0,00	0,00
6	0	210	0,9	6,0	2,0	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0	210	0,9	6,0	2,0	0,00	0,00	0,00	0,00
8	15	100	0,9	7,0	3,0	2,97	2,97	3,18	6,15
9	17	100	0,9	7,0	3,0	3,36	6,33	3,60	9,94
10	19	100	0,9	7,0	3,0	3,76	10,09	3,93	14,02

Tabela 3 – CCG das microestaca a partir do trecho embutido (sem riscos de desconfinamento lateral da estaca)

Tem-se, portanto, que a profundidade mínima de 3m conforme preconizado na NBR 6122 deve ser a partir do pé do talude existente. Deste modo, para microestaca de profundidade 6m a capacidade de carga admissível será de:

14,02 / 2 = 7tf por microestaca

Valor superior aos 2,5tf atuantes e, portanto, satisfatório.

8. DEFINIÇÕES DO PROJETO EXECUTIVO

O projeto executivo visa recuperar a erosão na margem a jusante da rua próximo à Praça Estrela, Campos do Jordão/SP. Para tanto, foi idealizado com a seguinte metodologia executiva:

1. POSICIONAR ESCORAMENTO/PLATAFORMA DE TRABALHO;
2. EXECUTAR MICROESTACAS INJETADAS;
3. EXECUTAR ESCAVAÇÃO MANUAL EM DEGRAUS DE CIMA PARA BAIXO COM ALTURA MÁXIMA DE 1,2m;
4. EXECUTAR PRIMEIRA LINHA DE GRAMPOS (DE CIMA PARA BAIXO: PERFURAÇÃO, POSICIONAMENTO DA ARMAÇÃO COM ESPAÇADORES, PREENCHIMENTO DO FURO E INJEÇÃO EM FASES);
5. REPETIR PASSO 4 E 5 ATÉ PÉ DA PAREDE;
6. 6. EXECUTAR GRAMPOS ADICIONAIS ABAIXO DA REGIÃO DO PÉ DA PAREDE;
7. EXECUTAR PAREDE EM CANALETA ESTRUTURAL ARMADA SOBRE MICROESTACAS (COM AMARRAÇÃO DO AÇO DA MICROESTACA E DOS GRAMPOS DENTRO DAS CANALETAS);
8. POSICIONAR GEOCOMPOSTO DRENANTE JUNTO A FACE INTERNA DA PAREDE;
9. EXECUTAR BARBACÃS NA PAREDE;
10. EXECUTAR GUARDA-CORPO NO TOPO DA CONTENÇÃO.

São José dos Campos, 05 de dezembro de 2023.

_____

NODA ENGENHARIA LTDA.

Eng.° Jorge Takashi Noda