

## RELATÓRIO TÉCNICO

Relatório Técnico Final dos serviços de engenharia para execução de desmonte de rochas para desobstrução do Túnel do Tibau, Niterói – RJ

### INTERESSADO

Secretaria de Obras e Infraestrutura  
Prefeitura Municipal de Niterói-RJ

CONTRATO	CÓDIGO Eco Blasting	REVISÃO	LOCAL E DATA
0002-EG/2013/0024	2056-R04-21	2	São Paulo 12.maio.2021

## Sumário

1. Introdução.....	3
2. Justificativa.....	3
3. Área de abrangência do estudo.....	4
4. Referências.....	5
5. Contexto geológico.....	5
5.1. Contexto geológico regional.....	5
5.2. Contexto geológico local.....	6
6. Diagnóstico.....	8
6.1. Vistoria do túnel - outubro de 2020.....	8
6.2. Período entre as vistorias de outubro de 2020 e janeiro de 2021.....	12
6.3. Vistoria do túnel - janeiro de 2021.....	14
6.4. Considerações sobre os elementos de contenção do túnel.....	16
6.5. Reclassificação do maciço rochoso nas áreas com ruptura.....	19
6.6. As built do traçado do túnel.....	22
6.7. Análise de estabilidade cinemática.....	22
6.8. Mensuração das cavidades colapsadas.....	25
6.9. Cubagem do material retirado do túnel.....	25
7 Considerações finais.....	28
8 Responsabilidade Técnica.....	29

## ANEXOS

**Anexo 1** – Anotação de responsabilidade técnica

**Anexo 2** - Levantamentos planialtimétricos

## 1. INTRODUÇÃO

Este é o Relatório Técnico Final dos serviços de engenharia para execução de desmonte de rochas para desobstrução do Túnel do Tibau, a fim de restabelecer o fluxo hídrico entre a lagoa de Piratininga e o mar, e elaboração de proposta para estabilização definitiva do referido Túnel e respectiva planilha orçamentária.

Este relatório segue o proposto no plano de trabalho fundamentado no termo de referência constante da Tomada de Preços SEPLAG/CAF Nº 004/2020 de autoria da Secretaria de Planejamento, Orçamento e Modernização da Gestão da Prefeitura Municipal de Niterói-RJ.

Para melhor entendimento do disposto neste documento serão utilizadas as seguintes convenções e abreviaturas:

- CONTRATANTE - Prefeitura Municipal de Niterói-RJ;
- CONTRATADA - Eco Blasting Serviço e comércio LTDA.; e
- FISCALIZAÇÃO - Comissão designada pela CONTRATANTE como responsável pela Fiscalização do contrato, pela Secretaria de Planejamento, Orçamento e Modernização da Gestão.

## 2. JUSTIFICATIVA

O Túnel do Tibau, que liga a Lagoa de Piratininga ao mar, foi construído no período de 2005 a 2008, através do Projeto de Renovação do Sistema Lagunar de Piratininga-Itaipu da Superintendência Estadual de Rios e Lagoas (SERLA) com a finalidade de favorecer uma maior renovação, circulação e melhoria da qualidade ambiental das águas do Sistema Lagunar. O túnel possui 915,91 m de comprimento, 5 m de largura e 4,5 m de altura.

Constatou-se uma diminuição do fluxo de água entre o oceano e a lagoa de Piratininga, devido a uma evidente obstrução no interior do Túnel do Tibau. Um indicativo de obstrução do túnel foi uma elevação do nível da Lagoa de Piratininga posteriormente ao período de intensa pluviosidade sem uma diminuição de elevação posterior que o túnel proporcionaria.

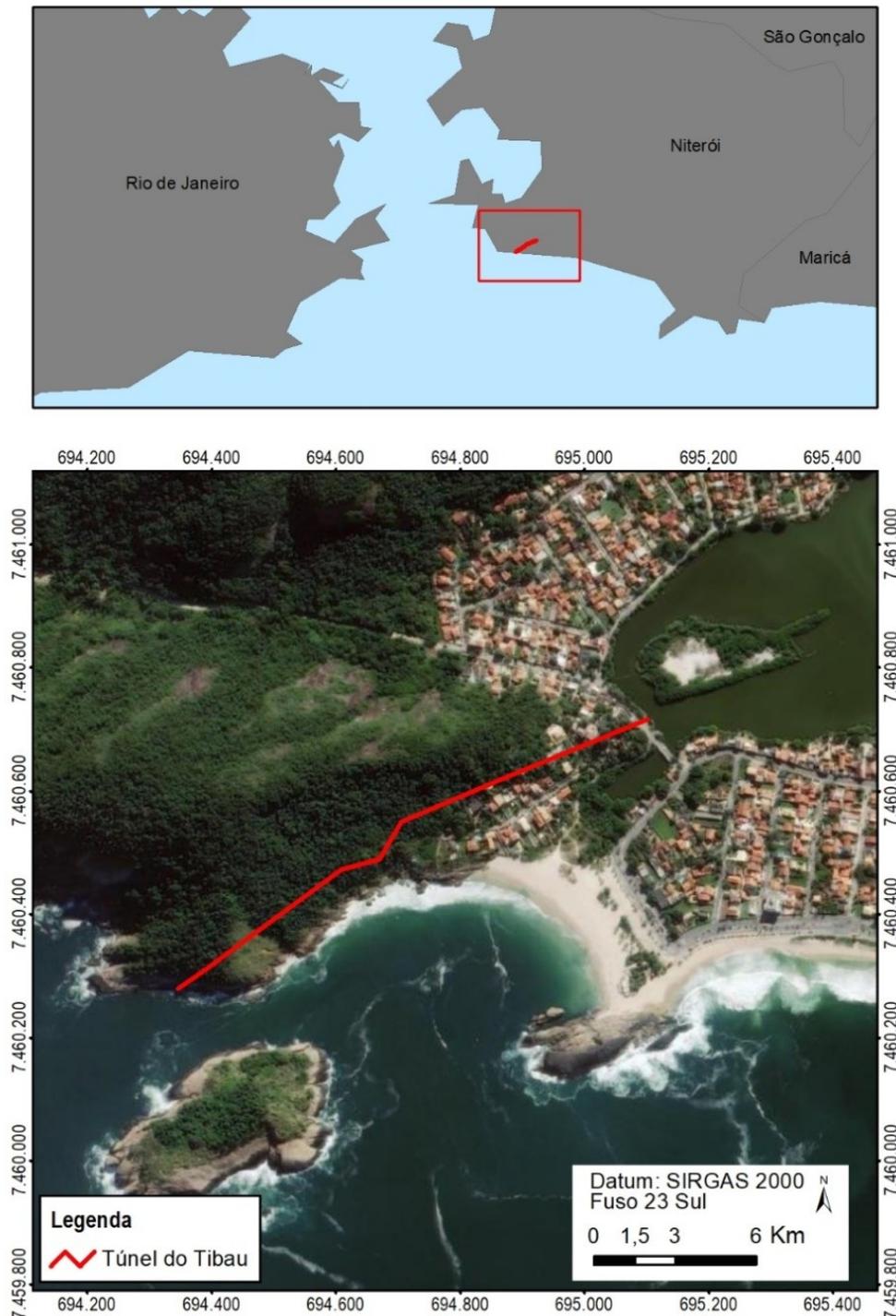
Para verificação das condições do túnel, a Prefeitura de Niterói contratou uma inspeção detalhada nos dias 10 e 13 de junho de 2019, com a finalidade de avaliar obstruções e assoreamentos. Ao final do trabalho foram entregues como produtos: 1 (um) Relatório de Inspeção do túnel do Tibau (Anexo 1 do termo de referência do edital de contratação) e fotos e filmagens do interior do túnel inclusive dos pontos onde ocorreram os desmoronamentos de rochas.

Ainda, foi realizada uma visita técnica por especialista geólogo-geotécnico que verificou as condições do túnel do Tibau. Nesta inspeção constatou-se que a metodologia mais indicada a ser utilizada para o desmonte das rochas, em função das condições atuais, deveria ser isenta de métodos que comprometessem a estabilidade da estrutura, tais como explosões, devendo-se utilizar métodos não invasivos como o desmonte a frio ou similar.

Tendo em vista as consequências decorrentes desta obstrução, ações imediatas foram prioritárias para que seja restaurado o fluxo de água do túnel.

### 3. ÁREA DE ABRANGÊNCIA DO ESTUDO

A área de abrangência do estudo é considerada a área interna do túnel do Tibaú, segundo o a **Figura 3-1** simplificada da trajetória do Túnel, oriunda do memorial descritivo (Ferreira Guedes & Tecnosolo) apresentado a seguir.



**Figura 3-1.** Trajetória do túnel do Tibau (traçado do estudo de alternativa para EIA/RIMA).

## 4. REFERÊNCIAS

O estudo será fundamentado nas orientações dos seguintes documentos:

- NBR 11.682 (ABNT, 2009) - Estabilidade de Encostas;
- Demais normas NBR, relacionadas pela ABNT como sendo necessárias para a aplicação da NBR 11682:2009.

No desenvolvimento dos serviços serão considerados:

- O Termo de referência do edital de contratação;
- Informações relacionadas ao EIA-RIMA do Projeto de Obras de Recuperação e Melhorias do Sistema Lagunar Piratininga-Itaipu (Lisboa da Cunha);
- O Memorial descritivo e de cálculo do empreendimento do Projeto de Obras de Recuperação e Melhorias do Sistema Lagunar Piratininga-Itaipu (Ferreira Guedes & Tecnosolo);
- Planilhas de custos unitários tabeladas como EMOP-RJ (preferencialmente) e SICRO-RJ (SINAPI e DNIT).

## 5. CONTEXTO GEOLÓGICO

### 5.1. Contexto geológico regional

A área de influência indireta da área do empreendimento localiza-se nos domínios geológicos do Pré-Cambriano e Quaternário. Encontra-se inserida na folha Baía de Guanabara, que compõe juntamente com as folhas Itaboraí, Maricá e Saquarema, o Bloco Baía de Guanabara.

Nesta região, as litologias são predominantemente, do tipo gnaisse facoidal e migmatitos-diatexitos, ocorrendo, entretanto, em alguns setores, veios de pegmatitos e diques de diabásio de idade cretácea. Além dessas rochas, as partes mais rebaixadas do terreno (cordões litorâneos e restingas) são constituídas por sedimentos marinhos, eólicos, paludais e fluviais (Lamego, 1945).

Conforme Projeto "Carta Geológica do Estado do Rio de Janeiro" - Folha Baía de Guanabara a região Oceânica de Niterói (Itaipu-Piratininga) apresenta as seguintes unidades lito-estratigráficas:

- Pré - Cambriano (PE)
  - Gnaisse Facoidal (PE li gf): migmatito-diatexito com características e estrutura oftálmicas, dados por abundantes porfiroblastos de feldspato (rosa e cinza) contornado por matriz essencialmente composta por quartzo, biotita e plagioclásio. Enclaves sob a forma de manchas esverdeadas de composição charnoquitica. Contatos transicionais para Leptinitos podem ser observados na região do Morro do Cantagalo.
  - Unidade Cossorotiba (PE li cs): migmatito-diatexito com abundantes porfiroblastos de K-feldspato pouco deformados (cinza-claros), envoltos com matriz granoblástica, composto essencialmente de biotita, quartzo e plagioclásio-rocha de granulação grosseira, cor cinza a cinza escura (Região do Morro das Andorinhas e Ponta de Itaipu).

- Quaternário (Q)
  - Sedimentos Litorâneos (Rc): areias quartzosas bem selecionada, por vezes mal selecionada, podendo apresentar feldspato e matriz argilosa, com coloração esbranquiçada, marinha, de cordões litorâneos (Região da Praia de Itaipu e Praia do Mar Azul).

## **5.2. Contexto geológico local**

Foi feita a descrição das rochas do túnel, no contexto geológico local, através da verificação realizada no maciço rochoso do costão, na lateral onde o túnel do Tibau foi construído, e com pontos de controle dentro do túnel quando possível devido à ausência de concreto jateado.

Foram observadas rochas de composição granitóides, descritas como os Gnaiss Facoidal, com fenocristais orientados de plagioclásio e feldspatos potássicos, com cristais centimétricos, com foliações gnássicas orientados segundo N005/80°.

O Maciço rochoso apresenta veios de quartzo sob diversas orientações, veios pegmatíticos centimétricos (fenocristais de feldspatos) orientados segundo a foliação gnáissica, e ainda diques sub métricos de rocha máfica, orientados segundo a foliação gnáissica, e apresentam-se mais suscetíveis a intemperização.



**Figura 5.2-1.** A) Vista Geral do maciço granitóide com foliações gnáissicas, apresentando veio de quartzo discordante da foliação, com veio pegmatítico concordante com a foliação (N340/80°); B) Desemboque do túnel, em corte de rocha, no qual notam-se estruturas de alívio de pressão, com direção e mergulho no mesmo ângulo do costão rochoso, contudo com atitude favorável para escorregamentos planares, quando em corte, notar a densidade de elementos de fixação (tirantes) na face de corte. C) Vista de um dique orientado segundo foliação (N280-100), de composição máfica, e muito suscetível à intemperismo; D) Aspectos dos fenocristais da rocha, em trecho com juntas de atitude N140/85°, discordantes da foliação.

## 6. DIAGNÓSTICO

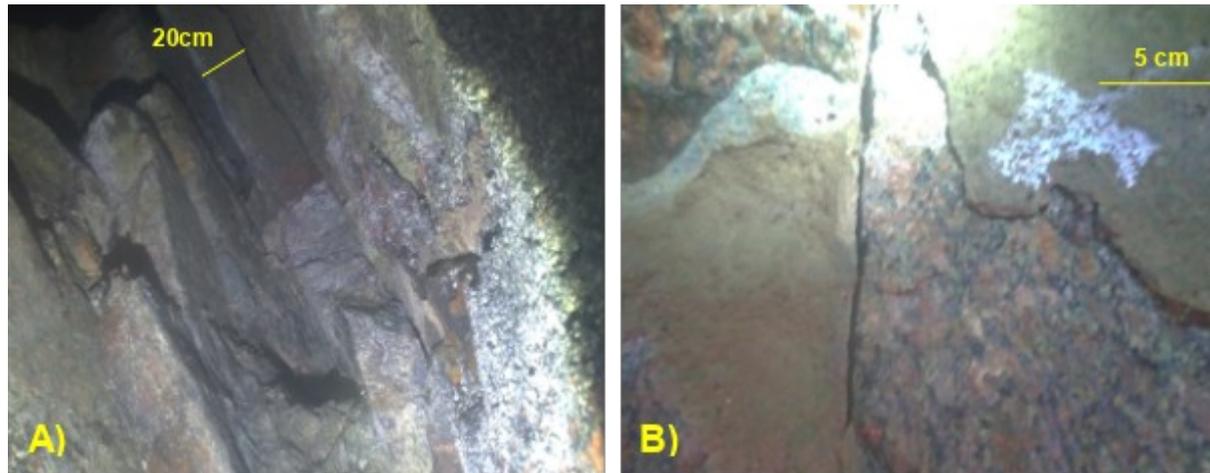
### 6.1. Vistoria do túnel - outubro de 2020

Nos dias 28 e 29 de outubro de 2020, foram realizadas vistorias no interior do túnel, com intuito de se fazer uma avaliação geológica, incluindo uma vistoria geotécnica no local das atividades de desmonte de rocha a frio. O acesso ocorreu pela entrada lateral do túnel (suspiro), e utilizou-se de embarcações para a vistoria. Devido à forte influência da maré no nível de água do túnel, o acesso e a vistoria ocorreram durante as horas cuja tábua de maré indicava o máximo de vazante. A visita do dia 28/10/2020 foi acompanhada pelas profissionais representantes da contratante Bióloga Camille Alves e Engenheira Civil Andressa, e por parte da contratada o Engenheiro Giulliano, Supervisor na obra.

A sequência da vistoria foi seguir a jusante, até o ponto de ruptura maior que promoveu a obstrução do túnel, na marca 110m a partir do desemboque do túnel (lado do costão rochoso), onde foi possível desembarcar para caminhar sobre as rochas colapsadas, onde seguiu-se até a marca de 50m do desemboque, local onde apresentavam-se rochas obstruindo o fluxo de água, contudo sem nenhuma evidência de colapso do teto do túnel. Em seguida, após embarcados novamente, seguiu-se até o emboque do túnel, junto a lagoa Piratininga, local onde observou-se a área das comportas para interrupção do fluxo da lagoa para o túnel para melhorar as atividades de desmonte de rocha.

Durante o trajeto foi possível observar no túnel os três trechos onde foram identificados colapsos do teto do túnel (capelas), na marca 110m considerado de grande porte e responsável principal pela obstrução do túnel, trecho 240m com uma ruptura no teto com porte acentuadamente menor que o primeiro, e por fim trecho 470m com ruptura incipiente. Assim pode-se dizer que ocorrem 3 capelas no interior do túnel, sendo que uma obstruiu toda a seção do túnel, 1 obstruiu parcialmente a lateral do túnel, e a incipiente não foi possível observar nenhuma obstrução ao fluxo de água.

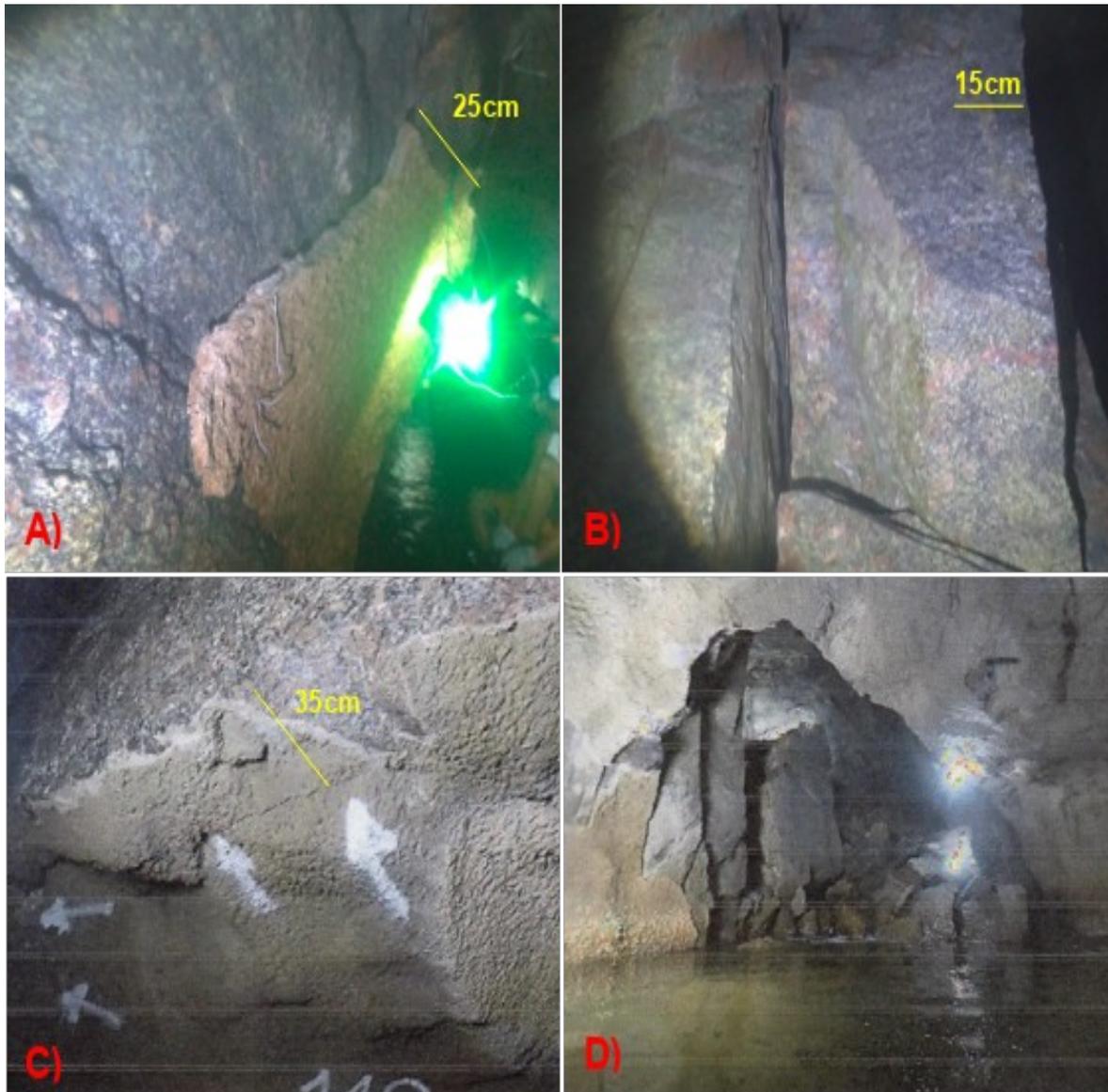
A Capela de 110m, que apresenta controle estrutural marcado pela foliação (atitude N356/74°), no trecho a direção do túnel é N030-210, e o túnel singra obliquamente, a sul delimitado por corpo tabular concordante de um dique de rocha máfica, muito alterada, de atitude N005/80°, e a norte marcada por camada caulinitizada fruto de alteração de um veio pegmatítico concordante a foliação. A camada colapsada ficou restrita entre os corpos tabulares descritos (dique máfico e veio pegmatítico), assim a capela tomou a forma tabular com largura de até 3m, e até 10m de altura. Na ocasião da visita, não ocorria nessa área a percolação evidente de água subterrânea, pela capela, contudo os trabalhadores do túnel afirmam que em episódios de chuva, infiltrasse água nesta região.



**Figura 6.1-1.** A) Visão da área de ruptura, no limite sul da capela marcada por dique de rocha máfica; B) Limite norte da capela, marcada por zona caulinitizada de intemperismo de veio pegmatítico.

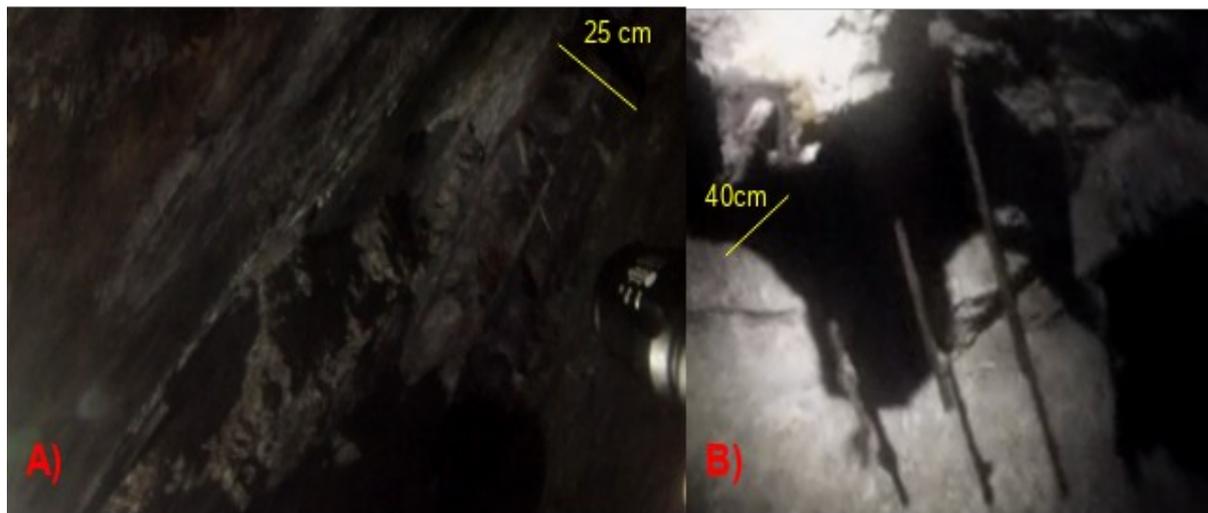
Neste trecho do túnel, a avaliação geológica e geotécnica teve objetivo de se avaliar a qualidade da rocha, e evidências que indiquem riscos nas atividades dentro do túnel. Nesse contexto, foram observadas 3 situações no trecho de 110m:

- A. Primeiro se configura num pequeno deslocamento seguindo fraturas de alívio de pressão (**Figura 6.1-2-A**) encontra-se a apenas 1 metro de altura, na parede lateral oeste do túnel;
- B. Segundo relacionado a um bloco de rocha, em formato tabular com geometria e dimensões aproximadamente em formato de uma coluna, cujas trincas e fendas o separam da parede leste do túnel, e que base estava sob o material colapsado, este bloco aparentemente estava em balanço (equilibrado sobre si mesmo), e assim apresentava possibilidade de se desprender, e assim acarretando riscos (**Figura 6.1-2-B**), para este bloco medidas foram tomadas, antes de se continuar a remoção dos detritos colados à parede leste do túnel;
- C. E o terceiro ponto (**Figuras 6.1-2-C e D**), um bloco tabular concordante a foliação subvertical, que atravessava o túnel obliquamente, no lado sul da Capela. Apresentava aproximadamente 7,00 x 2,00 x 0,40 m, cerca de 14 toneladas, e área total (ao longo da foliação) de 14m<sup>2</sup>, de maneira que o bloco demandava coesão mínima de 1 ton/m<sup>2</sup>, enquanto que as ocorrências comuns de coesão em rocha situam-se a partir de 0,25 MPa (25 ton/m<sup>2</sup>), mostrando que o bloco apresentava viabilidade de estar estável, contudo, medidas foram tomadas, e ainda deve-se observar ocorrência de água pela trinca no teto.



**Figura 6.1-2.** A) Deslocamento lateral; B) Bloco em coluna removido; C) Trincas no teto paralelo a foliação, que forma corpo tabular que se prende à parede da capela de 110m; C) Trincas mostrando bloco paralelo a foliação; e D) Vista da capela de 110m, apresentada no Anexo TP-04-20-an.

Para o trecho 240m, nessa vistoria (28/10/2021) foi observada uma capela de pequeno porte, em formato tabular, cujos limites são delineados pela foliação da rocha, com dimensão de cerca de 1,5m de largura, até 3m de altura, e 6 m de comprimento (direção da foliação). Novamente o túnel sofreu colapso relacionado a um dique de rocha máfica de espessura aproximada de 25cm, neste trecho pode-se observar presença de percolação de água, por meio de oxidação das paredes da foliação. No trecho ainda se observa percolação de água subterrânea, tirantes e elementos de fixação, que embora tenha ocorrido um colapso, as dimensões desse colapso foram reduzidas justamente devido à presença desses elementos fixadores. Essa constatação, permite inferir que a progressão dessa capela seja dificultada pela presença desses elementos de fixação.



**Figura 6.1-3. A)** Colapso de teto, entre as foliações de rocha, em local que aflora dique de rocha máfica, mais suscetível ao intemperismo, na parede leste também apresenta caulinitização de veios pegmatíticos. B) Parte do trecho colapsado, tirantes e elementos de fixação, que embora tenha ocorrido um colapso, as dimensões foram reduzidas devido à presença desses elementos fixadores.

O trecho 470m com ruptura incipiente, de largura inferior a 0,8 metro, altura de cerca de 1m, e o comprimento não atingia toda a extensão do túnel (momento avaliado), ao longo da foliação, e assim apenas 3m, com evidências de deslocamento leve no restante da extensão da foliação ao longo do túnel. Novamente o controle do colapso ocorreu pelas descontinuidades da rocha, destacando a foliação e de estruturas paralelas, como a presença de veio de pegmatítico alterado, neste observa-se a percolação de água, e nas proximidades (cerca de 1,0m) podem ser observados tirantes quebrados. Nenhuma medida emergencial precisou ser realizada.



**Figura 6.1-3. A)** Colapso de teto, na direção da foliação de rocha, em veio pegmatítico caulinitizados. B) Detalhe do veio pegmatítico, mostrando os fenocristais de feldspatos intemperizados e caulinitizados.

Por fim, ainda precisa ser destacado, que um trecho do suspiro também apresentou colapso, relacionado a foliação da rocha, contudo devido à altura e as condições de iluminação não foi possível observar em detalhe se ocorre dique de rocha máfica, mas nota-se a evidências de caulinitização, provavelmente relacionados a veios pegmatíticos. No trecho não foi observado trincas adicionais, e nem presença de elementos de fixação.

## 6.2. Período entre as vistorias de outubro de 2020 e janeiro de 2021

Após a Avaliação de outubro de 2020, que resultou nas recomendações de desmonte de rocha recomendado no relatório 2056-R03-20, a equipe da Eco Blasting realizou os desmontes e limpezas das rochas indicadas (**Figura 6.2-1**), e promoveu a remoção das rochas desmontadas, deixando o túnel com bom fluxo de água até meados da terceira semana de dezembro (**Figura 6.2-2**). Após as fortes chuvas culminadas no dia 26 de dezembro, constatou-se no dia 28 a queda de blocos de rocha no trecho de 110m (**Figura 6.2-3**), e posteriormente queda de blocos de rocha no respiro (**6.2-4**). A **Figura 6.2-5** apresenta a nova limpeza do trecho 110m concluída no dia 07/01/20 e a subsequente nova ruptura.



**Figura 6.2-1. A)** Na vistoria de 28/10/2020, na área do colapso de 110m foi identificado blocos que deveriam ser desmontados, pois configuravam risco de ruptura. **B)** Situação em 24/11/2020 mostrando as rochas desmontadas após a recomendação.



**Figura 6.2-2. A)** Situação em 23/11/2020 após a limpeza do material desmontado durante o mês de novembro. **B)** Situação em 23/12/20 mostrando mesmo trecho, e com nível de maré parecido, após retirada de mais material.



**Figura 6.2-3. A)** Situação em 28/12/2020 mostrando novo colapso da capela do trecho 110m. **B)** Detalhe da parede do túnel no trecho 110m, mostrando trechos ainda por cair.



**Figura 6.2-4. A)** Situação de 05/01/21 mostrando trecho do Respiro, em situação de intersecção de falha geológica com veio pegmatítico, que sofreu ruptura de bloco do teto. **B)** Detalhe do bloco caído, que danificou a embarcação atracada nessa entrada de serviços (respiro).



**Figura 6.2-5. A)** Situação em 07/01/21 após limpeza das quedas de blocos de 28/12/20. **B)** 11/01/2021 Mostrando novas quedas de blocos após limpeza concluída em 07/01/21.

### **6.3. Vistoria do túnel - janeiro de 2021**

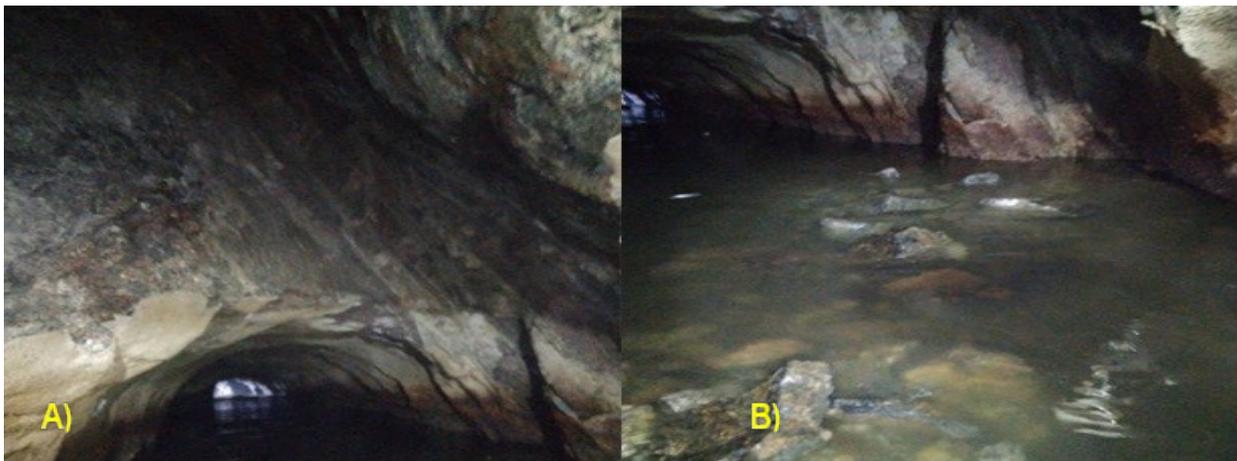
Nos dias 11 e 12 de janeiro de 2021, foram novamente realizadas vistorias no interior do túnel, com intuito de se fazer uma avaliação geotécnica no local das atividades de desmonte de rocha a frio, após os relatos de quedas de blocos ocorridas entre 28 de dezembro de 2020 até 7 de janeiro de 2021. O acesso ocorreu pela entrada lateral do túnel (suspiro), e utilizou-se de embarcações para a vistoria. Devido à forte influência da maré no nível de água do túnel, o acesso e a vistoria ocorreram durante as horas cuja tábua de maré indicava o máximo de vazante. A visita do dia 12/01/2021 foi acompanhada pelos profissionais representantes da contratante Bióloga Camille Alves e Engenheiro Paulo Vitor, Geógrafo Alex Figueiredo, além do Engenheiro Giuliano, Supervisor na obra representando a contratada.

Uma vez que foi informado sobre as quedas de blocos relatados no item 6.2, essa vistoria foi realizada com máxima cautela, de forma mais rápida possível, e evitando a exposição nas áreas das capelas de 110m e 240m. Assim, para ambas capelas foi constatado um ligeiro aumento do vazio na rocha (capela), contudo como no trecho de 240m a limpeza tinha sido efetuada, os blocos caídos não puderam ser observados no centro do túnel, mas foi possível constatar o acúmulo junto à parede leste do túnel nesse trecho (**Figura 6.3-1**). A vistoria, embora de difícil apresentação gráfica neste relatório, apontou um aumento substancial da cavidade no teto, e por isso deve receber especial atenção na proposição de medidas de contenção.



**Figura 6.3-1. A)** Situação em 12/01/21 mostrando a capela do trecho 240m. **B)** Outra vista do mesmo trecho, com alguns elementos fixadores expostos, e mostrando a composição pegmatítica com acentuada alteração dos minerais originais para argilas cauliniticas.

O trecho do colapso de 110m, após as quedas constatadas em 11 de janeiro de 2021, apontou um aumento expressivo da cavidade do colapso (capela), o mecanismo de ruptura permaneceu o mesmo apontado anteriormente, com a ruptura sendo limitada entre as descontinuidades da foliação, do lado sul relacionado à presença de dique de rocha metabásica, concordante com a foliação, e para o lado norte corpo de rocha pegmatítica, cuja alteração dos megacristais de feldspato para argilas cauliniticas causam fraqueza da rocha. Assim, o aumento da cavidade continuou limitado pelas estruturas das rochas (mantendo as dimensões na direção perpendicular à foliação), e esse aumento ocorreu nas periferias do plano, para cima e para as paredes laterais nas direções paralelas à foliação, assumindo de maneira nítida uma forma tabular (**Figura 6.3-2**). Notavelmente, como diferença entre as vistorias de outubro de 2020 e da atual, destaca-se a intensa percolação de água subterrânea pelo trecho em capela.



**Figura 6.3-2. A)** Situação em 12/01/21 mostrando a capela do trecho 110m, mostrando os limites da parede sul da capela, parecidos com os da vistoria anterior. **B)** Outra vista do mesmo trecho, com enfoque na parede oeste, e mostrando o aumento da cavidade, embora limitado entre os planos de foliação com a mesma dimensão na direção perpendicular à foliação, e aumento nas direções paralelas à foliação.

Após a verificação de queda de blocos mais acentuada durante a visita do dia 12 de janeiro, foram suspensas as atividades de desmonte e transporte de rocha, e apenas as atividades de topografia puderam ter continuidade, contudo as quedas de blocos continuaram a ocorrer

do teto, e no dia 13 de janeiro, um volume expressivo de rocha foi observado (**Figura 6.3-3**), e desta maneira todas as atividades nas proximidades da capela dos 110m foram suspensas, e os levantamentos das dimensões da capela foram realizados de forma expedita, a base de trena à laser. E o posicionamento das capelas, assim como o levantamento do eixo do túnel, seguiu com uso de levantamentos a partir do desemboque do túnel, e um rígido controle de trena e bússola.



**Figura 6.3-3. A)** Situação em 13/01/21 mostrando a capela do trecho 110m, mostrando acentuada queda de blocos, quando comprado a situação do dia anterior (**Figura 6.3-2**). **B)** Outra vista do mesmo trecho.

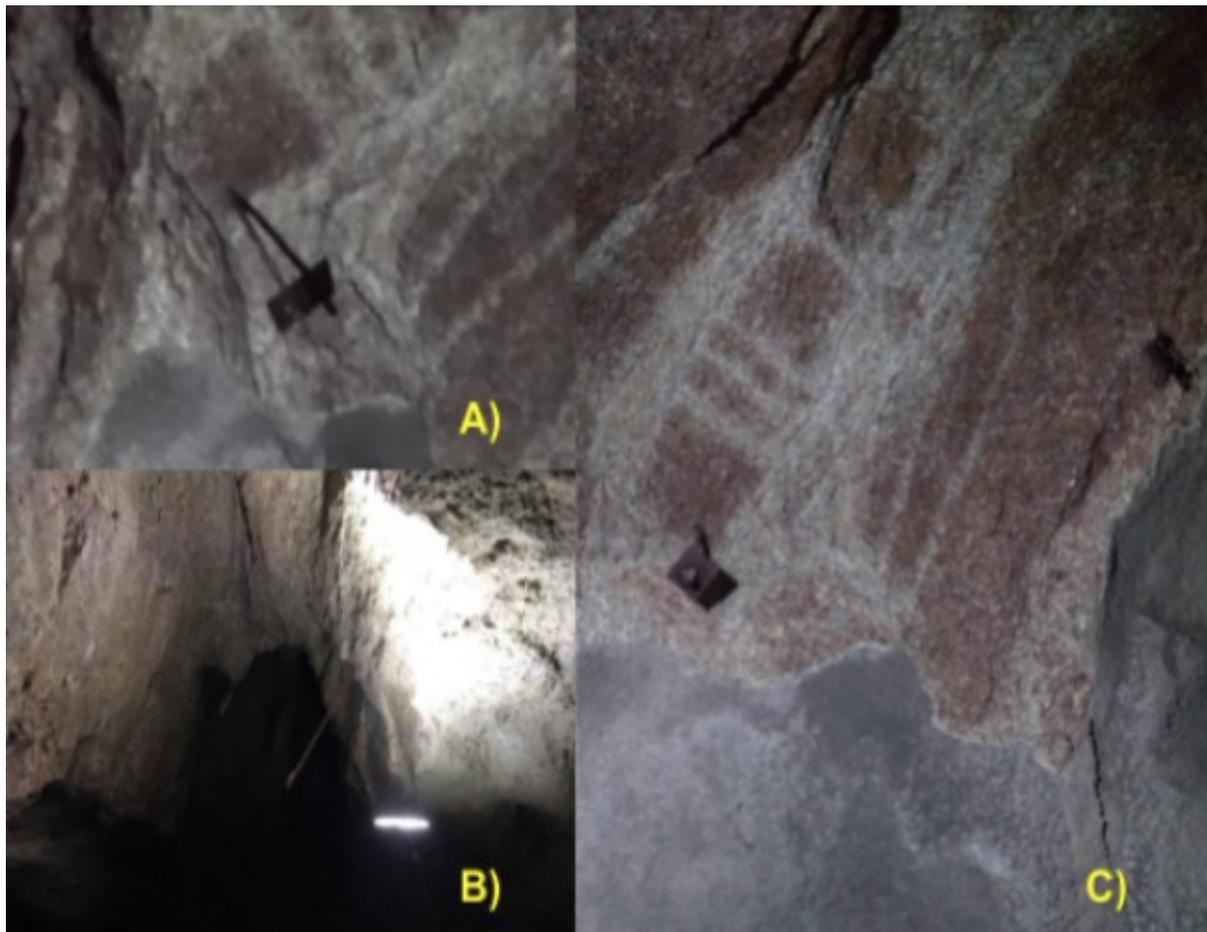
#### **6.4. Considerações sobre os elementos de contenção do túnel**

A atividade de Avaliação geológica-geotécnica do túnel do Tibau que resultou no relatório 2056-R02-20, teve como principal objetivo realizar uma inspeção em busca de estabelecer os riscos de rupturas para as atividades de trabalho de limpeza e desobstrução. Assim, embora não tenha sido o objeto deste estudo estabelecer as causas das rupturas observadas, na forma de uma retro análise a partir de um estudo sistematizado a partir da análise de projetos e de execução da obra, algumas características foram observadas, como forma de se estabelecer os critérios para as avaliações para as proposições de obras.

Notadamente, observa-se ao longo do túnel a presença de elementos de fixação como tirantes e chumbadores, e de concreto projetado. Contudo, a análise do memorial descritivo do projeto do túnel disponibilizado, mostrou que os tirantes e chumbadores deveriam apresentar 2,40m, e ser fixados com resina, e para o corpo da haste, calda de cimento são usualmente injetados, com intuito de proteger esses elementos de corrosão. Os tirantes apresentam normalmente área de atuação, representadas por uma área de sua cabeça, como forma de distribuir a carga em área e assim garantir a resistência à compressão do torque, protegendo a integridade da rocha na área de pro tensão.

Durante as vistorias no túnel, notou-se que os tirantes e/ou chumbadores estavam instalados nos principais pontos de ruptura, em destaque no colapso de 110m da entrada do

mar, contudo a cabeça do tirante/chumbador apresenta medidas inferiores a um quadrado de 30x30cm (**Figura 6.4-1**), e ao longo do túnel por diversas vezes notou-se a presença desses elementos e as rochas ao redor completamente cominuídas, deixando sem função de pro tensão/fixação e assim sem exercer as funções de contenção. Em geral duas causas são as mais comuns para tal fenômeno, o torque excessivo, acima da capacidade de compressão de uma rocha alterada, ou pela falta da calda de cimento, esta captou águas subterrânea e acentuou a alteração das rochas gnáissicas facoidais, e estas "esfarelaram" na cabeça do tirante. Também foi possível observar que todas as hastes metálicas cravadas na rocha não contavam com a calda de cimento para proteção a corrosão, e ainda para impedir o fluxo de água subterrânea pela haste (**Figura 6.4-2**).



**Figura 6.4-1.** **A)** Observação de um elemento fixador, com hastes completamente corroídas por corrosão, e destaque para a pequena dimensão da cabeça. **B)** Vista de trecho com ruptura, e elementos de fixação expostos. **C)** Trecho de ruptura do respiro, mostrando espessura do concreto menor que 1cm, pequena dimensão da cabeça do elemento de fixação, e a constituição do maciço no trecho colapsado, que corresponde a uma rocha alterada mole, que não apresenta suporte para torque do elemento de fixação com a dimensão da cabeça e espessura delgada de concreto projetado, sem as fibras metálicas.



**Figura 6.4-2.** Observação de diversos trechos do túnel com elemento fixador, com hastes completamente danificadas por corrosão, e destaque para a pequena dimensão da cabeça.

Quanto ao concreto projetado, o memorial descritivo consultado especificava a espessura de 6cm do concreto apenas nos 12m iniciais dos emboques (respiro, entrada da lagoa, e do desemboque no costão rochoso), e aparentemente também se refere às áreas de diques e falhas diagnosticados no estudo geológico, e ainda consta no memorial descritivo que deveria ter sido aplicado fibras metálicas no concreto.

As inspeções no túnel indicaram que o concreto projetado apresenta uma distribuição geral de espessura menor que 1cm, mesmo nas regiões próximas aos emboques, de falhas e diques, a presença de fibras metálicas também não é constante. Contudo cabe ressaltar que na área de ruptura dos 110m, foi observado ao menos uma placa de espessura centimétrica (**Figura 6.4-3-A**), mas que não atingiu os 6cm especificados, segundo os funcionários da obra, foi observado fibras metálicas nos escombros, mas não é uniforme, e sim apenas localizado. Ainda na área de ruptura, ao menos outras 3 fotos mostram que não havia espessura de 6cm em toda a extensão da área que sofreu ruptura (**Figura 6.4-3- B, C e D**).



**Figura 6.4-3.** Observações sobre o concreto projetado: A) Trecho da capela de 110m de concreto com fibra metálica, de espessura ainda assim inferior a 5cm; B) Transição de concreto projetado na parede do túnel no trecho de 110m, mostrando uma espessura mínima do concreto; C) e D) Trecho do limite da capela, para sul e a apresentação da camada de espessura mínima possível de concreto jateado, em desacordo com o memorial descritivo.

### **6.5. Reclassificação do maciço rochoso nas áreas com ruptura**

A Classificação do maciço rochoso a partir da metodologia RMR (Bieniawski, 1989) descrita e apresentada no relatório 2056-R02-20, está apresentada na **Tabela 6.5-1** a seguir, com os pontos e sua classificação para os trechos de interesse, sendo que para se comparar, as unidades Maciço Rochoso no costão e Dique máfico, foram descritos fora do túnel (item 6.2 deste relatório), e os trechos de colapso no túnel descritos no **item 7.1**. Contudo, após as vistorias de janeiro de 2021, principalmente devido a presença de água subterrânea, alguns pontos do maciço foram revistos, e a **Tabela 6.5-2** apresenta a reclassificação do trecho.

**Tabela 6.5-1. Somatória dos pontos para as unidades geotécnicas.**

Classificação geomecânica de Bieniawski (1989) - "Rock Mass Rating - RMR"	Maciço Rochoso no costão próximo ao desemboque	Dique Máfico	110m	240m	470m	Suspiro
Resistência da rocha intacta	15	4	7	12	15	12
R.Q.D. (*)	20	3	17	17	20	13
Espaçamento das descontinuidades	20	5	10	10	16	16
Condição das descontinuidades	20	10	10	20	20	20
Presença de água	15	15	0	7	7	7
Comprimento da descontinuidade (persistência)	0	6	0	0	0	0
Separação (abertura) da descontinuidade	4	1	4	1	1	1
Rugosidade da descontinuidade	3	3	3	3	3	3
Enchimento da descontinuidade	2	2	2	2	2	2
Grau de alteração da descontinuidade	1	1	1	1	1	1
Efeito da orientação das descontinuidades - RMR (1989)	-25	-25	-12	-10	-10	-12
<b>Somatória dos pesos</b>	<b>75</b>	<b>25</b>	<b>42</b>	<b>63</b>	<b>75</b>	<b>63</b>
Classe	Classe II	Classe IV	Classe III	Classe II	Classe II	Classe II
Descrição	Maciço rochoso bom	Maciço rochoso fraco	Maciço rochoso Razoável	Maciço rochoso bom	Maciço rochoso bom	Maciço rochoso bom
Tempo médio para aguentar sem suporte	1 ano para 10m de vão	10h para 2,5m de vão	1 semana para 5m de vão	1 ano para 10m de vão	1 ano para 10m de vão	1 ano para 10m de vão
Coesão da massa rochosa (kPa)	300-400 KPa	100-200 KPa	200-300 KPa	300-400 KPa	300-400 KPa	300-400 KPa
Ângulo de atrito da massa rochosa (°)	35-45°	15-25°	25-35°	35-45°	35-45°	35-45°

(\*) - Estimado a partir de *scan-line* nas paredes e afloramentos

**Tabela 6.5-2.** Somatória dos pontos para as unidades geotécnicas, reclassificadas em janeiro de 2021.

Classificação geomecânica de Bieniawski (1989) - "Rock Mass Rating - RMR"	Maciço Rochoso no costão próximo ao desemboque	Dique Máfico	110m	240m	470m	Suspiro
Resistência da rocha intacta	15	4	4	12	12	4
R.Q.D. (*)	20	3	17	17	20	13
Espaçamento das descontinuidades	20	5	10	10	16	16
Condição das descontinuidades	20	10	10	20	20	20
Presença de água (**)	15	15	0	0	4	4
Comprimento da descontinuidade (persistência)	0	6	0	0	0	0
Separação (abertura) da descontinuidade	4	1	4	1	1	1
Rugosidade da descontinuidade	3	3	3	3	3	3
Enchimento da descontinuidade	2	2	2	2	2	2
Grau de alteração da descontinuidade	1	1	1	1	1	1
Efeito da orientação das descontinuidades - RMR (1989)	-25	-25	-12	-12	-12	-12
<b>Somatória dos pesos</b>	<b>75</b>	<b>25</b>	<b>39</b>	<b>54</b>	<b>67</b>	<b>52</b>
Classe	Classe II	Classe IV	Classe IV	Classe III	Classe II	Classe III
Descrição	Maciço rochoso bom	Maciço rochoso fraco	Maciço rochoso fraco	Maciço rochoso Razoável	Maciço rochoso bom	Maciço rochoso Razoável
Tempo médio para aguentar sem suporte	1 ano para 10m de vão	10h para 2,5m de vão	10h para 2,5m de vão	1 semana para 5m de vão	1 ano para 10m de vão	1 semana para 5m de vão
Coesão da massa rochosa (kPa)	300-400 KPa	100-200 KPa	100-200 KPa	200-300 KPa	300-400 KPa	200-300 KPa
Ângulo de atrito da massa rochosa (°)	35-45°	15-25°	15-25°	25-35°	35-45°	25-35°

(\*) - Estimado a partir de *scan-line* nas paredes e afloramentos;

(\*\*) Principalmente devido a presença de água subterrânea, alguns pontos do maciço foram revistos, e assim a qualidade do maciço foi rebaixada.

### 6.6. As built do traçado do túnel

Para as análises de direção do eixo do túnel, e sua correlação com o exterior do túnel, foram levantadas para cada marca de metragem dentro do túnel (espaçadas em 10m + a posição exata dos desvios bruscos), um levantamento topográfico, com uso de estação total, e assim o traçado foi reconstituído (**Anexo 2**), e apresentado na **Figura 6.6-1** a seguir.



**Figura 6.6-1.** As built da reconstituição do traçado do eixo do túnel, a “passo e bússola”.

A partir dessa aproximação pode se constatar que no trecho 110m, onde ocorreu a maior ruptura, mesmo com uma capela de 10m de altura, somado aos 4,5m de altura do túnel, ainda assim ao menos 30m de rocha ainda está sobre o trecho, de maneira que não deve ser esperado uma conexão com a superfície, em trecho de alto declive e de espessa cobertura vegetal.

### 6.7. Análise de estabilidade cinemática

Para as análises cinemáticas, quando se verifica a possibilidade de ocorrer movimentos, sem contudo, analisar as resistências ao cisalhamento propriamente dito, utilizou-se do levantamento das descontinuidades do túnel, das famílias de foliação (350/87) que engloba todo o túnel continuamente, e ainda representa diques sintectônicos e veios pegmatíticos e juntas de cisalhamento de tectônica rúptil (62/70 e 258/56).

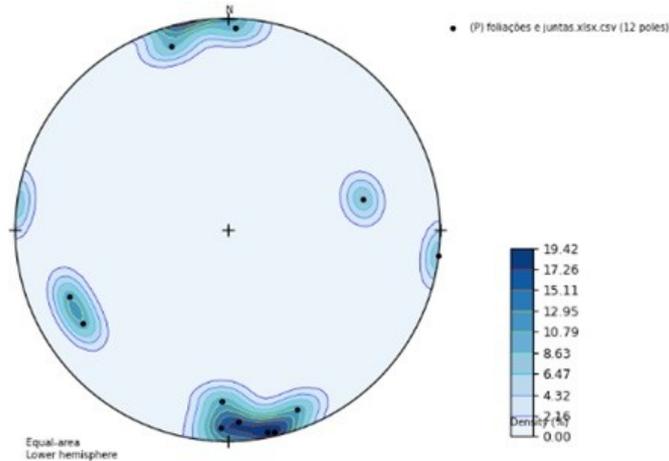


Figura 6.7-1. Estereograma das famílias de estruturas e descontinuidades do túnel.

Para a análise cinemática, optou-se por lançar as atitudes das paredes laterais do túnel, nas direções do eixo da **Figura 6.7-1** no seu azimute máximo e mínimo, e nas duas vertentes, assim representou-se as direções de parede segundo 144/89, 324/89, 096/89 e 276/89. Para cada vertente foi lançada as janelas de possibilidades totais (*daylight*), as descontinuidades observadas não apontam janela de possibilidade para rupturas planares, mas apresentam as possibilidades de formação de cunhas, baseada nos polos de descontinuidades localizadas dentro do *daylight*, a **Figura 6.7-2** apresenta as descontinuidades e as paredes do túnel.

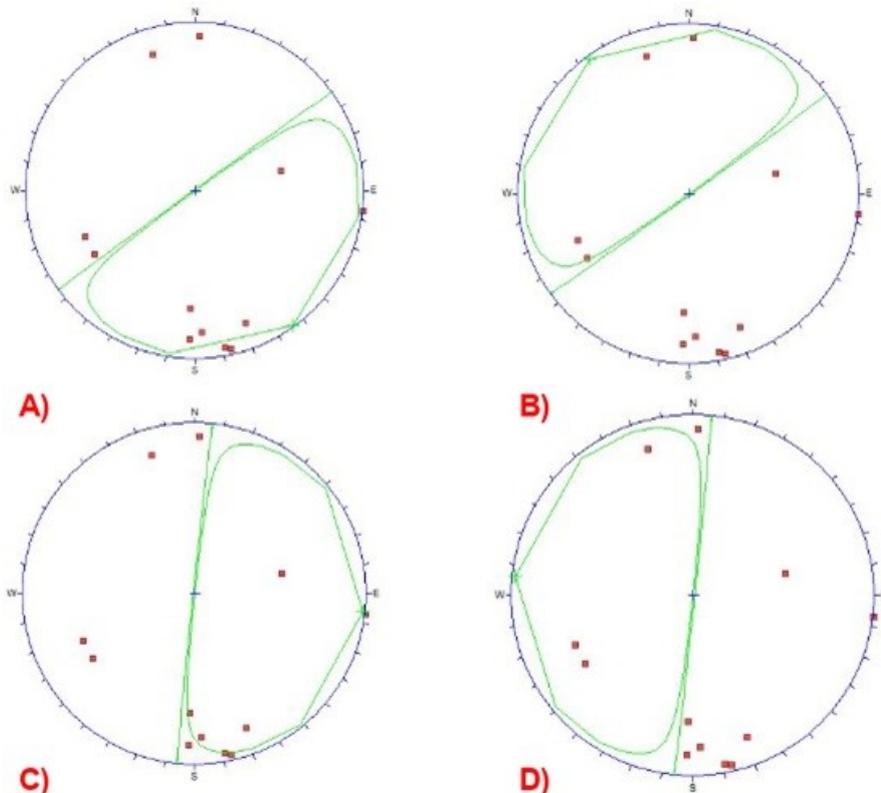
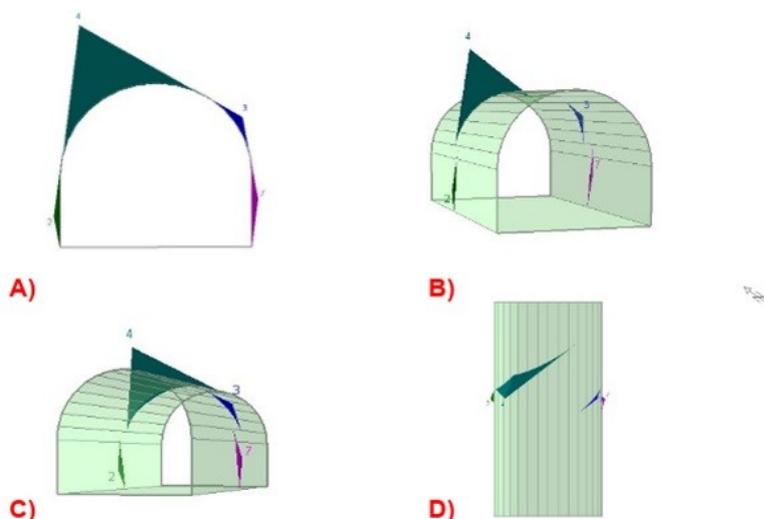
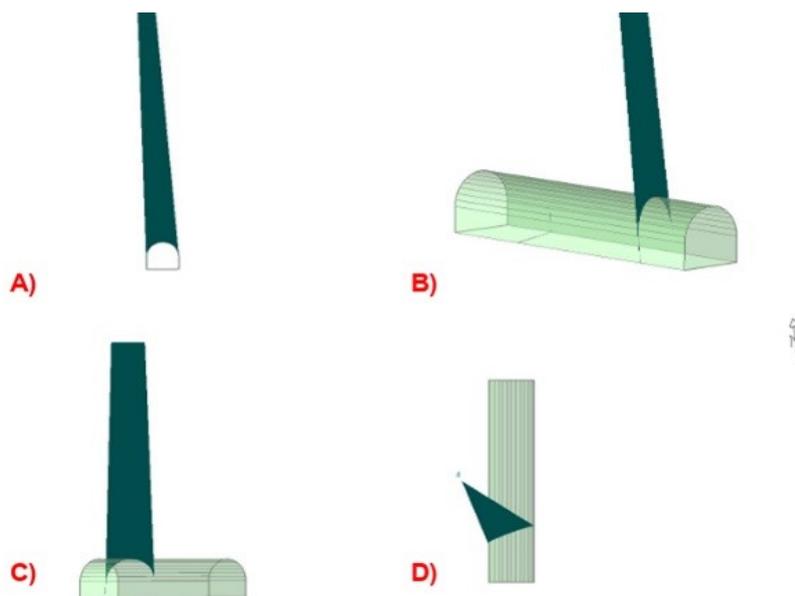


Figura 6.7-2. Estereograma das famílias de estruturas e descontinuidades e as janelas de opções de rupturas pelas descontinuidades. As direções de parede são: A) plano 144/89; B) 324/89; C) 096/89; e D) 276/89.

A partir da constatação de que as possibilidades de ruptura nas paredes ocorrem em cunhas, como verificado na **Figura 6.7-2**, decidiu-se analisar o mecanismo de ruptura, por meio do software UnWedge, com os eixos dos túneis segundo N54 e N005, e seção de túnel 5m de largura, 4,5m de altura e raio superior da abóbada de 2,5m. Os resultados estão apresentados nas **Figuras 6.7-3** e **6.7-4**, e nota-se que nas simulações a diferença dos eixos acabam não alterando as configurações das cunhas que podem ser formadas, contudo é importante destacar que o colapso de 110m, a simulação apresenta a causa plausível de formação de cunha, entre o dique metabásicas, paralelo a foliação com as juntas observadas, e após iniciado as rupturas a progressão ocorreu até um veio pegmatítico caulinizado paralelo a foliação, que limitou o lado nordeste da capela.



**Figura 6.7-3.** Eixo N054 - Capelas do trecho de túnel representando os 110m, saídas da simulação das cunhas de discontinuidades (foliação e juntas), para a seção do túnel. As visadas das saídas são: A) longitudinal ao eixo do túnel; B) Perspectivas vistas de nordeste; C) Perspectivas vistas de noroeste; D) Vista de cima, como planta.



**Figura 6.7-4.** Eixo N005 - Trecho de ruptura do respiro do túnel. Saídas da simulação das cunhas de discontinuidades (foliação e juntas), para a seção do túnel. As visadas das saídas são: A) longitudinal ao eixo do túnel; B) Perspectivas vistas de nordeste; C) Perspectivas vistas de noroeste; D) Vista de cima, como planta.

### 6.8. Mensuração das cavidades colapsadas

Conforme descrito no item 6.3, a topografia não pôde realizar um levantamento sistemático da cavidade da capela devido aos riscos relacionados a intensa queda de blocos, e as medições foram realizadas a partir de croquis, com bússola e trena. O objetivo dessa mensuração foi indicar as áreas de tratamento e o volume de material de preenchimento se necessário. As figuras a seguir apresentam o croqui dos levantamentos.

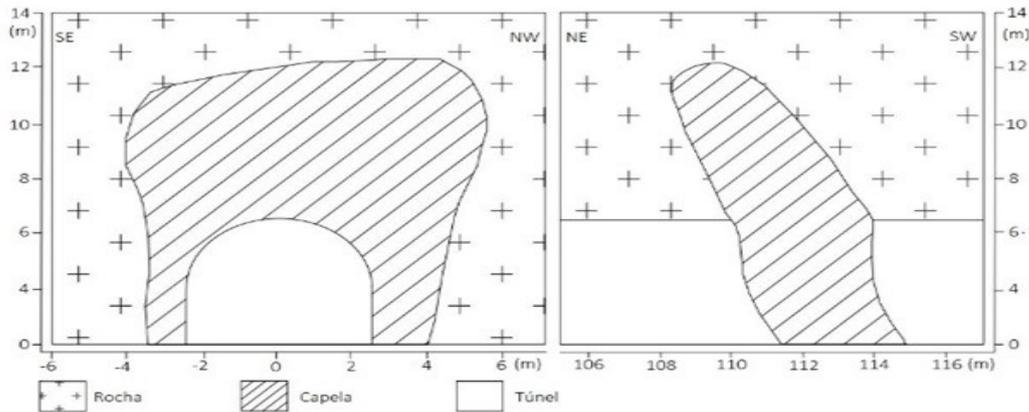


Figura 6.8-1. Seção mostrando a cavidade da capela dos 110m.

As dimensões obtidas com intuito de estimativas das quantidades de elementos de estabilização, apresentam área frontal de 65,31m<sup>2</sup>, cuja correção da atitude oblíqua do túnel em relação à estrutura que condiciona a capela, indica área real de 123m<sup>2</sup>, com perímetro total corrigido de 53m, contra uma seção de túnel com área 20,18m<sup>2</sup> e perímetro de 11,9m. As medidas de perfil, para completar o tratamento medido na projeção transversal, foi de 33m<sup>2</sup> e espessura média acima do teto do túnel de 2,9m, e espessura média na parede de 3,4m. Assim, na capela dos 110m a área total para tratamento é de cerca de 405m<sup>2</sup>, distribuídos de forma tabular, e a área de uma face no trecho acima do teto, fica em aproximadamente 100m<sup>2</sup>, como referência para distribuir elementos de fixação.

Na capela dos 240m, de geometria similar, contudo de tamanho menor, a área total para tratamento é de cerca de 150m<sup>2</sup>, distribuídos de forma tabular, com dimensões ao longo do plano de foliação de altura 3m acima do teto, e largura de 7m, com área tabular de 25m<sup>2</sup>.

### 6.9. Cubagem do material retirado do túnel

O Material retirado do túnel foi alocado em um Bota-espera, onde o terreno foi regularizado e planejado com uso de retroescavadeira, antes de começar a receber o material retirado do túnel. A seguir são apresentadas as pilhas em dois momentos, na situação de 22 de outubro quando foi apontado um volume de 40 m<sup>3</sup> (Figura 6.9-1) e 23 de novembro de 2020, quando foi apontado volume de 143 m<sup>3</sup> (Figura 6.9-2).



**Figura 6.9-1.** Situação da pilha de material em 22 de outubro de 2020, com apontamento de 40m<sup>3</sup>.



**Figura 6.9-2.** Situação da pilha em 23 de novembro de 2020, com apontamento de 143m<sup>3</sup>.

Após paralisada a retirada de material do túnel, quando ocorreu os colapsos na capela 110m de maior relevância no dia 13/01/2021 (**Figura 6.9-3**), e nesta ocasião foi realizado levantamento de todo material acondicionado na pilha aplicando a metodologia de somatória de seções realizadas após a topografia na pilha do bota-espera (**Figura 6.9-4**). O resultado apontou 214,44 m<sup>3</sup>, as seções e levantamento estão apresentados no **Anexo 2** desse relatório.



Figura 6.9-3. Situação da pilha em 13 de janeiro de 2021.

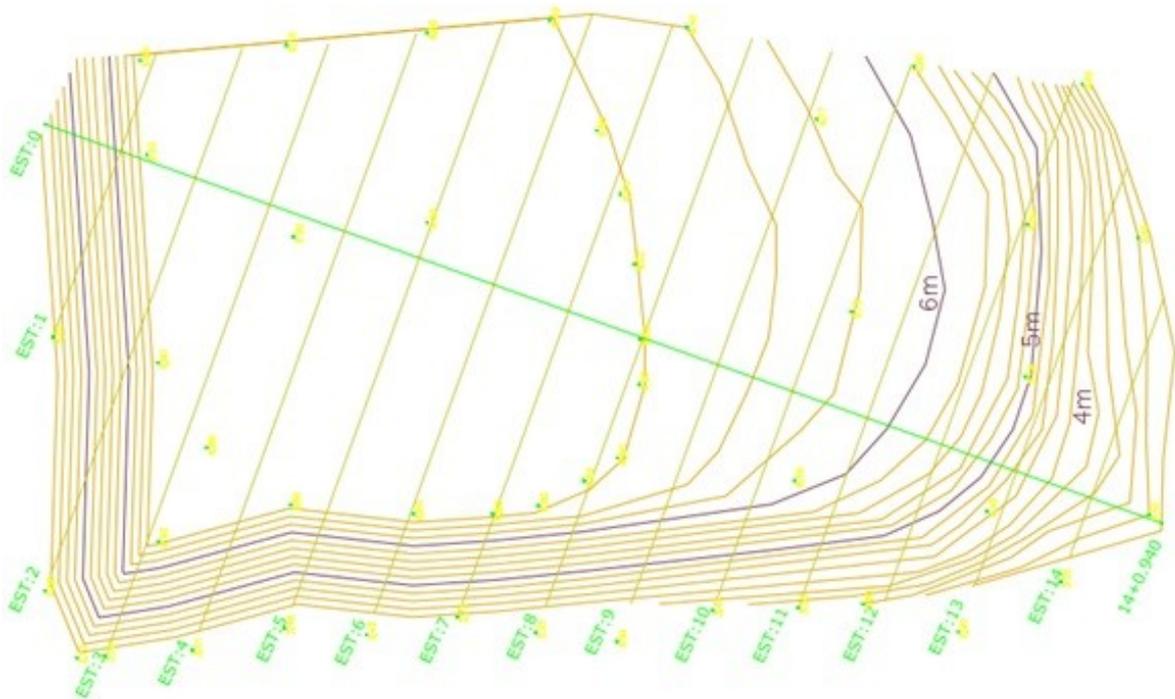
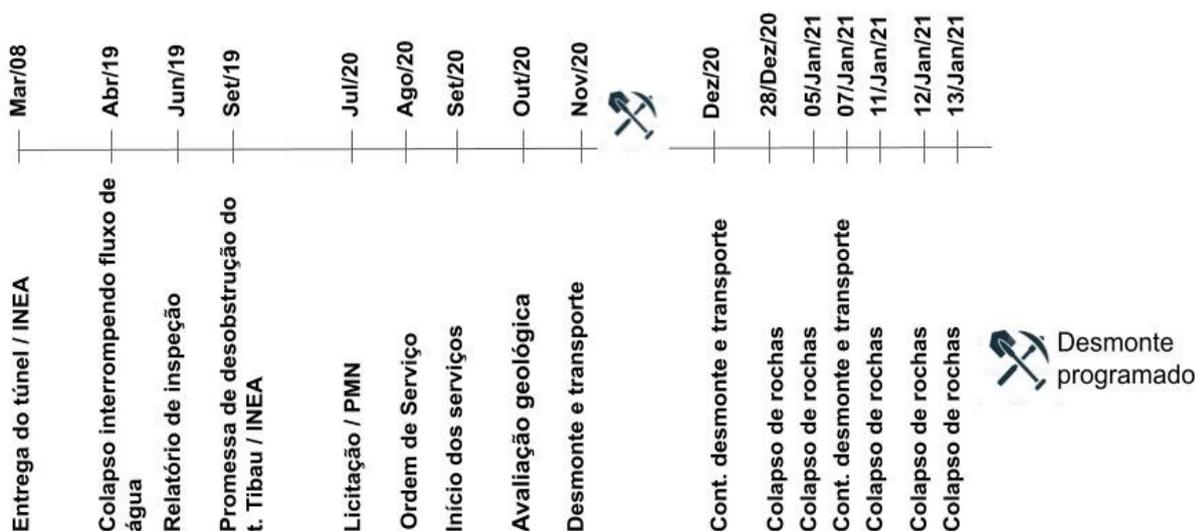


Figura 6.9-4. Situação da pilha em 13 de janeiro de 2021, levantamento planialtimétrico para realização de seções.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante o desenvolvimento do projeto, foi elaborado uma linha do tempo (**Figura 7-1**) para que as etapas desenvolvidas e os colapsos do túnel pudessem ser avaliadas até o momento.



**Figura 7-1.** Linha do tempo das atividades do projeto e colapsos.

Após os colapsos do dia 13 de janeiro, foi decidido a paralisação das atividades. Destaca-se que antes do início das chuvas mais intensas, o maciço não apresentava relevante percolação de água nos trechos colapsados, que estavam sob as atividades de desmonte e limpeza de rocha, e portanto até o momento não tinha sido constatado colapsos relevantes. Contudo, após intensificado as chuvas, iniciaram-se os novos colapsos de rocha.

Assim, foi decidido aguardar o fim do período de chuvas, para que se inicie um monitoramento dos colapsos de rocha, para que seja constatado a segurança para a continuidade das atividades desse projeto.

Para o monitoramento, devido aos riscos residuais de colapso, pretende-se usar câmeras automáticas com sensores de movimento do tipo armadilha fotográfica noturna, como as de modelos ZSGG Câmera de Trilha 20Mp 1080P Hd Game Caça Scouting Cam ou o modelo Câmera de trilha e caça 12MP HD 1080P à prova d'água IP66 com visão noturna infravermelha. Assim, reduzindo as entradas no túnel à necessidade apenas de descarregar as câmeras para a avaliação. E após o período de 1 mês, será decidido pela continuidade do projeto.

## 8 RESPONSABILIDADE TÉCNICA

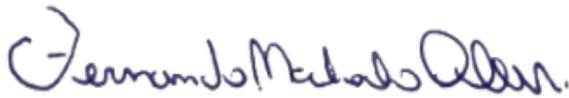
Os trabalhos constantes deste relatório são de responsabilidade dos profissionais:

Fernando M. Alves, M.Sc. Geólogo (CREA 5062119280);

Pedro Antônio Abel Fabiani, Eng° Minas (CREA 075218); e

Daniel Simão Krok, Diretor Presidente da Eco Blasting.

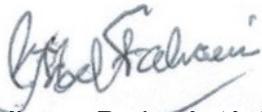
São Paulo, 12 de maio de 2021.



Geólogo M.Sc. Fernando Machado Alves

Responsável Técnico

CREA 5062119280



Eng° Minas - Pedro Antônio Abel Fabiani

Responsável Técnico

CREA CREA 075218



Daniel Simao Krok

Eco Blasting – Serviço e Comércio Ltda

## **ANEXO 1 – ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA**

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

1ª Via - CONTRATADO

**ART de Obra ou Serviço**  
**2020200150934**

INICIAL

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Rio de Janeiro

**1. Responsável Técnico****PEDRO ANTONIO ABEL FABIANI**Título profissional:  
ENGENHEIRO DE MINAS

RNP: 2606370511

Registro: 2020107141

Empresa contratada:  
ECO BLASTING SERVIÇOS E COMERCIO LTDA

Registro: 2020200977

**2. Dados do contrato**Contratante: PREFEITURA MUNICIPAL DE NITEROI  
RUA DA CONCEICAO  
Complemento: -  
Cidade: NITEROIBairro: CENTRO  
UF: RJ

CPF/CNPJ: 28521748000159

Nº: 67

CEP: 24020082

Contrato: SEPLAC/UGP/CAF01/20 Celebrado em: 13/08/2020 Tipo de Contratante: PESSOA JURIDICA DE DIREITO PUBLICO  
Valor do Contrato: R\$ 1.089.278,40**3. Dados da Obra/Serviço**RUA AV. DO FORTE  
Complemento: -

Bairro: PIRATININGA

Nº: S/N

Cidade: NITEROI

UF: RJ

CEP: 24358395

Data de Início: 21/09/2020 Previsão de término: 21/07/2021

Finalidade: INFRAESTRUTURA

Proprietário: ECO BLASTING SERVIÇOS E COMERCIO LTDA

CPF/CNPJ: 03259211000131

**4. Atividade técnica**14 COORDENACAO TECNICA  
18 DIRECAO DE SERVICO TECNICO  
29 EXECUCAO DE OBRA  
18 DESMONTE  
21 DRAGAGEM  
49 PERFURACAO  
75 GALERIA  
140 ROCHA  
169 TUNELQuantidade  
200,00Unidade  
m3Pavimento  
-

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

**5. Observações**

SERVIÇO DE ENGENHARIA PARA A EXECUÇÃO DE DESMONTE DE ROCHA A FRIO SUBAQUÁTICO PARA DESOBSTRUÇÃO DO TÚNEL DO TIBAU - NITERÓI. VEDAÇÃO DAS EXTREMIDADES DO TÚNEL; DRENAGEM DAS ÁGUAS; DESMONTE, ESCAVAÇÃO DE MATERIAL FRAGMENTADO NO INTERIOR DO TÚNEL; RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO GEOLÓGICA RELATÓRIO TÉCNICO DE PROPOSIÇÕES DE ESTABILIDADE.

**6. Declarações**Cláusula compromissória: qualquer conflito ou litígio originado do presente contrato, bem como sua interpretação ou execução, será resolvido por arbitragem, de acordo com a Lei nº 9.307, de 23 de setembro de 1996, por meio do Centro de Mediação e Arbitragem - CMA vinculado ao Crea-RJ, nos termos do respectivo regulamento por arbitragem que, expressamente, as partes declaram concordar.  
Acessibilidade: Declara a aplicabilidade das regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004, as atividades profissionais acima relacionadas.**7. Entidade de classe**

NENHUMA

**8. Assinaturas**

Declaro serem verdadeiras as informações acima

\_\_\_\_\_, de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

PEDRO ANTONIO ABEL FABIANI - 92175686868

PREFEITURA MUNICIPAL DE NITEROI - 28521748000159

**9. Informações**

- A ART é válida somente quando quitada, mediante apresentação do comprovante do pagamento ou conferência no site do Crea-RJ: [www.crea-rj.org.br/servicos/autenticidade](http://www.crea-rj.org.br/servicos/autenticidade)
- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site [www.crea-rj.org.br/servicos/autenticidade](http://www.crea-rj.org.br/servicos/autenticidade).
- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.

www.crea-rj.org.br  
Tel: (21) 2179-2007atendimento@crea-rj.org.br  
Rua Buenos Aires, 40 - Rio de Janeiro - RJ

Valor ART: R\$233,94

Registrada em 24/09/2020

Valor Pago R\$233,94

Nosso Número: 28078570000916173

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

2ª Via - CONTRATANTE

**ART de Obra ou Serviço  
2020200150934**

INICIAL

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Rio de Janeiro

**1. Responsável Técnico****PEDRO ANTONIO ABEL FABIANI**Título profissional:  
ENGENHEIRO DE MINAS

RNP: 2606370511

Registro: 2020107141

Empresa contratada:  
ECO BLASTING SERVIÇOS E COMERCIO LTDA

Registro: 2020200977

**2. Dados do contrato**Contratante: PREFEITURA MUNICIPAL DE NITEROI  
RUA DA CONCEICAO  
Complemento: -  
Cidade: NITEROIBairro: CENTRO  
UF: RJ

CPF/CNPJ: 28521748000159

Nº: 67

CEP: 24020082

Contrato: SEPLAC/UGP/CAF01/20 Celebrado em: 13/08/2020 Tipo de Contratante: PESSOA JURIDICA DE DIREITO PUBLICO  
Valor do Contrato: R\$ 1.089.278,40**3. Dados da Obra/Serviço**RUA AV. DO FORTE  
Complemento: -

Bairro: PIRATININGA

Nº: S/N

Cidade: NITEROI

UF: RJ

CEP: 24358395

Data de Início: 21/09/2020 Previsão de término: 21/07/2021

Finalidade: INFRAESTRUTURA

Proprietário: ECO BLASTING SERVIÇOS E COMERCIO LTDA

CPF/CNPJ: 03259211000131

**4. Atividade técnica**14 COORDENACAO TECNICA  
18 DIRECAO DE SERVICO TECNICO  
29 EXECUCAO DE OBRA  
18 DESMONTE  
21 DRAGAGEM  
49 PERFURACAO  
75 GALERIA  
140 ROCHA  
169 TUNEL

Quantidade	Unidade	Pavimento
200,00	m3	-

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

**5. Observações**

SERVIÇO DE ENGENHARIA PARA A EXECUÇÃO DE DESMONTE DE ROCHA A FRIO SUBAQUÁTICO PARA DESOBSTRUÇÃO DO TÚNEL DO TIBAU - NITERÓI. VEDAÇÃO DAS EXTREMIDADES DO TÚNEL; DRENAGEM DAS ÁGUAS; DESMONTE, ESCAVAÇÃO DE MATERIAL FRAGMENTADO NO INTERIOR DO TÚNEL; RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO GEOLÓGICA RELATÓRIO TÉCNICO DE PROPOSIÇÕES DE ESTABILIDADE.

**6. Declarações**Cláusula compromissória: qualquer conflito ou litígio originado do presente contrato, bem como sua interpretação ou execução, será resolvido por arbitragem, de acordo com a Lei nº 9.307, de 23 de setembro de 1996, por meio do Centro de Mediação e Arbitragem - CMA vinculado ao Crea-RJ, nos termos do respectivo regulamento por arbitragem que, expressamente, as partes declaram concordar.  
Acessibilidade: Declara a aplicabilidade das regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004, as atividades profissionais acima relacionadas.**7. Entidade de classe**

NENHUMA

**8. Assinaturas**

Declaro serem verdadeiras as informações acima

\_\_\_\_\_, de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

PEDRO ANTONIO ABEL FABIANI - 92175686868

PREFEITURA MUNICIPAL DE NITEROI - 28521748000159

**9. Informações**

- A ART é válida somente quando quitada, mediante apresentação do comprovante do pagamento ou conferência no site do Crea-RJ: [www.crea-rj.org.br/servicos/autenticidade](http://www.crea-rj.org.br/servicos/autenticidade)
- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site [www.crea-rj.org.br/servicos/autenticidade](http://www.crea-rj.org.br/servicos/autenticidade).
- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.

www.crea-rj.org.br

Tel: (21) 2179-2007

atendimento@crea-rj.org.br

Rua Buenos Aires, 40 - Rio de Janeiro - RJ



Valor ART: R\$233,94

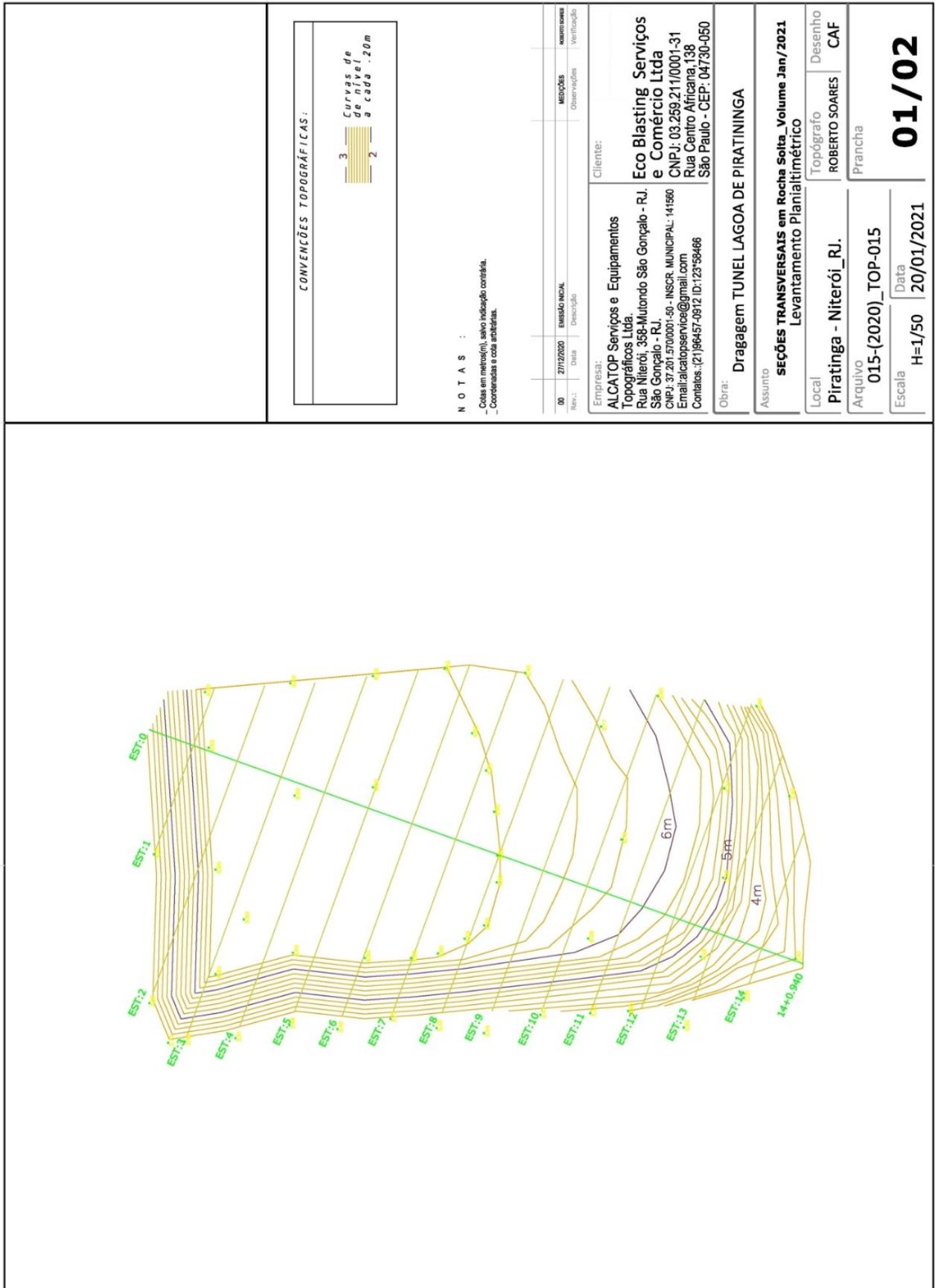
Registrada em 24/09/2020

Valor Pago R\$233,94

Nosso Número: 28078570000916173

## ANEXO 2 - LEVANTAMENTO PLANIALTIMÉTRICO





**CONVENÇÕES TOPOGRÁFICAS:**

3  
2  
Curvas de nível a cada .20m

**NOTAS:**  
 - Cotas em metros(m), salvo indicação contrária.  
 - Contornadas a cada 0,20m.

ID	EMISSÃO INICIAL	REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO	REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO
00	27/12/2020						

**Empresa:**  
 ALCATOP Serviços e Equipamentos Topográficos Ltda.  
 Rua Niterói, 358-Mulitondo São Gonçalo - RJ, São Gonçalo - RJ.  
 CNPJ: 37.201.570/0001-50 - INSCR. MUNICIPAL: 141560  
 Email:alcatopservicos@gmail.com  
 Contatos: (21)96457-0912 (D:123\*56466

**Cliente:**  
 Eco Blasting Serviços e Comércio Ltda  
 CNPJ: 03.259.211/0001-31  
 Rua Centro Africana, 138  
 São Paulo - CEP: 04730-050

**Obra:**  
 Dragagem TUNEL LAGOA DE PIRATININGA

**Assunto:**  
 SEÇÕES TRANSVERSAIS em Rocha Solta\_Volume Jan/2021  
 Levantamento Planialtimétrico

**Local:**  
 Piratinga - Niterói - RJ.

**Arquivo:**  
 015-(2020)\_TOP-015

**Escala:**  
 H=1/50

**Data:**  
 20/01/2021

**Topógrafo:**  
 ROBERTO SOARES

**Prancha:**  
 CAF

**Desenho:**  
 CAF

**01/02**

