

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES – ANTT

SUPERINTENDÊNCIA DE EXPLOR. DA INFRAESTRUTURA RODOVIÁRIA – SUNIF

**Rodovia: BR-116/SP**

**Trecho: São Paulo/SP – Curitiba/PR**

**Extensão: 0,080 km**

**Códigos PNV/SNV:**

## **MEMORIAL DESCRIPTIVO RECUPERAÇÃO DE TALUDE**

**KM 350+200 – PISTA SUL**

**VOLUME 1 – RELATÓRIO DE PROJETO**

Projeto de Estabilização de Talude na Rodovia BR-116/SP

NOVEMBRO/2024

		Código ARB-116SP-350+200-TAL-ASB-RT-V1-001	Revisão A
Emissão 18/11/2024	Folha 02 de 308		
Lote: 06	Rodovia: BR-116/SP	Firma Executora:	
Trecho: São Paulo/SP – Curitiba/PR		Concessionária: Autopista Régis Bittencourt S.A.	
Objeto: Estabilização de Talude km 350+200 Pista Sul		ANTT:	

#### Documentos de Referência:

ARB-116SP-350+200-TAL-EXO-MC-N3-001-R01 / ARB-116SP-350+200-TAL-EXO-MC-N3-002-R01  
 ARB-116SP-350+200-TAL-EXO-MC-N3-004-R01 / ARB-116SP-350+200-TAL-EXO-MC-N3-004-R01  
 ARB-116SP-350+200-TAL-EXO-DE-D3-001-R01 / ARB-116SP-350+200-TAL-EXO-DE-D3-002-R01  
 ARB-116SP-350+200-TAL-EXO-DE-D3-003-R01 / ARB-116SP-350+200-TAL-EXO-DE-D3-004-R01  
 ARB-116SP-350+200-TAL-EXO-DE-D3-005-R01 / ARB-116SP-350+200-TAL-EXO-DE-D3-006-R01  
 ARB-116SP-350+200-TAL-EXO-DE-D3-007-R01 / ARB-116SP-350+200-TAL-EXO-DE-D3-008-R01  
 ARB-116SP-350+200-TAL-EXO-DE-D3-009-R01 / ARB-116SP-350+200-TAL-EXO-DE-D3-010-R01  
 ARB-116SP-350+200-TAL-EXO-DE-D3-011-R01

#### Documentos Resultantes:

ARB-116SP-350+200-TAL-ASB-RT-V1-001-R00 / ARB-116SP-350+200-TAL-ASB-RT-V2-002-R00  
 ARB-116SP-350+200-TAL-ASB-DE-N3-002-R00 / ARB-116SP-350+200-TAL-ASB-DE-N3-003-R00  
 ARB-116SP-350+200-TAL-ASB-DE-N3-004-R00 / ARB-116SP-350+200-TAL-ASB-DE-N3-005-R00  
 ARB-116SP-350+200-TAL-ASB-DE-N3-006-R00 / ARB-116SP-350+200-TAL-ASB-DE-N3-007-R00  
 ARB-116SP-350+200-TAL-ASB-DE-N3-008-R00

#### Observação:

00	18/11/2024	Litka Construções	Autopista Litoral Sul	
Revisão	Data	Firma Executora	Concessionária	ANTT

Firma Executora: Litka Construções

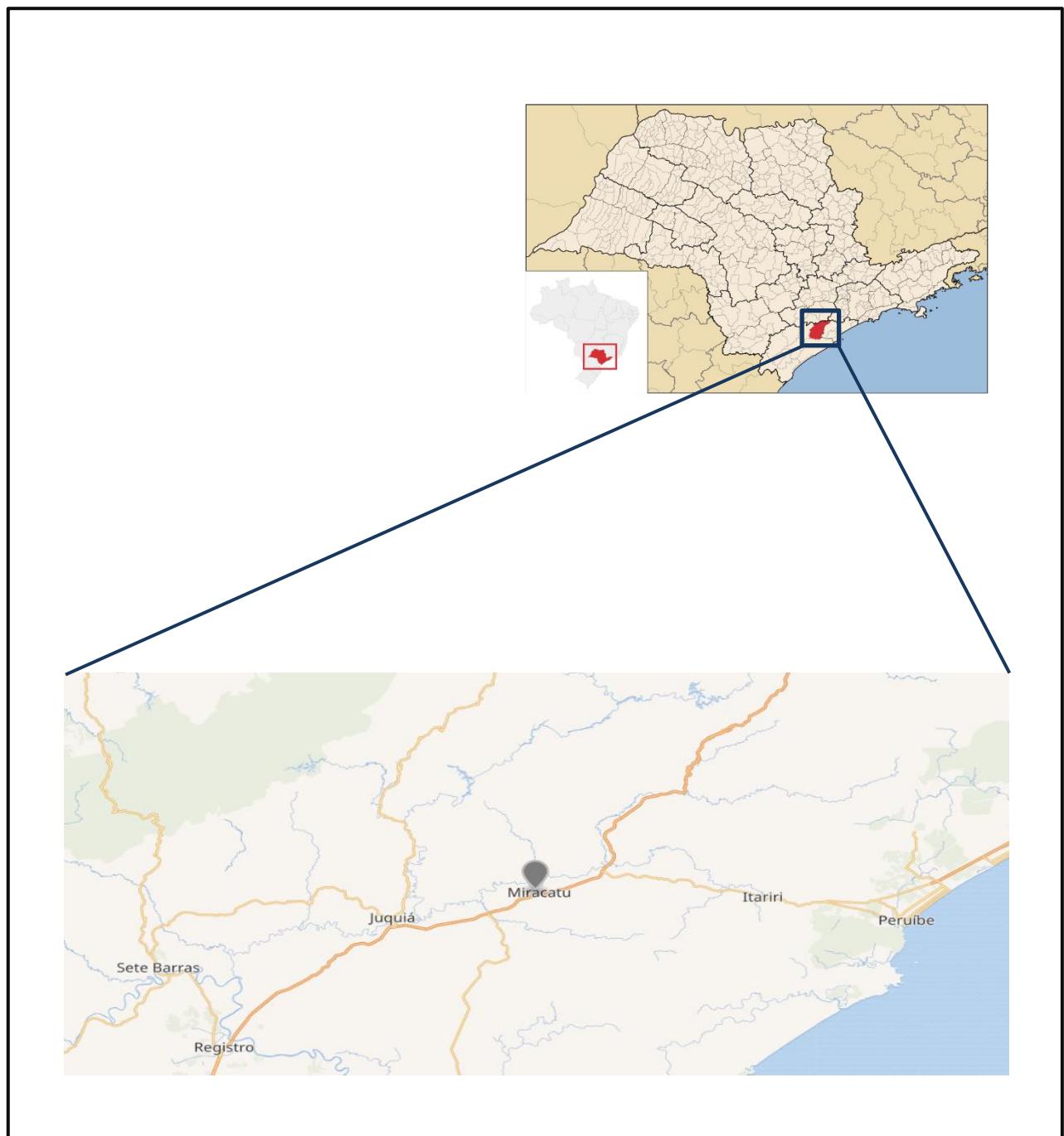
Nº Interno: ARB-116SP-350+200-TAL-ASB-RT-V1-001	Rev: 00
---	---------

## 1 INFORMAÇÕES GERAIS DO EMPREENDIMENTO

### 1.1 Apresentação

O relatório apresenta as informações relacionadas ao Projeto “As Built” da obra de estabilização de talude no km 350+200, pista sul da BR-116/SP, no trecho sob concessão da Autopista régis Bittencourt – Lote 6 – São Paulo-Curitiba.

Este relatório apresenta as informações gerais do empreendimento, etapas executivas, registro fotográfico e controle tecnológico. A obra está situada no km 350+200, pista sul da BR-116/SP, no município de Miracatu, no estado de São Paulo, como pode ser observado no mapa de situação a seguir.



## 1.2 Objetivos

Demonstrar os procedimentos adotados para a execução da obra.

## 1.3 Considerações Gerais

O talude de aterro possui uma altura total de 32 metros, onde foram observados danos à drenagem superficial presente na crista do talude e rupturas no corpo do aterro.

Para estabilização do talude, optou-se pela implementação de uma cortina atirantada com paramento em concreto armado.

## 1.4 Projetista do Projeto Executivo

O projeto executivo foi elaborado pela empresa MMF Projetos de Engenharia e entregue à Autopista Régis Bittencourt em 31/03/2023.

## 1.5 Executora da Obra

A obra foi executada pela empresa Litka Construção Civil Ltda no período de 22/09/2023 a 01/10/2024.

## 2 GEOMETRIA

A geometria do talude no local de intervenção apresenta inclinação aproximada de 1,5H:1V.

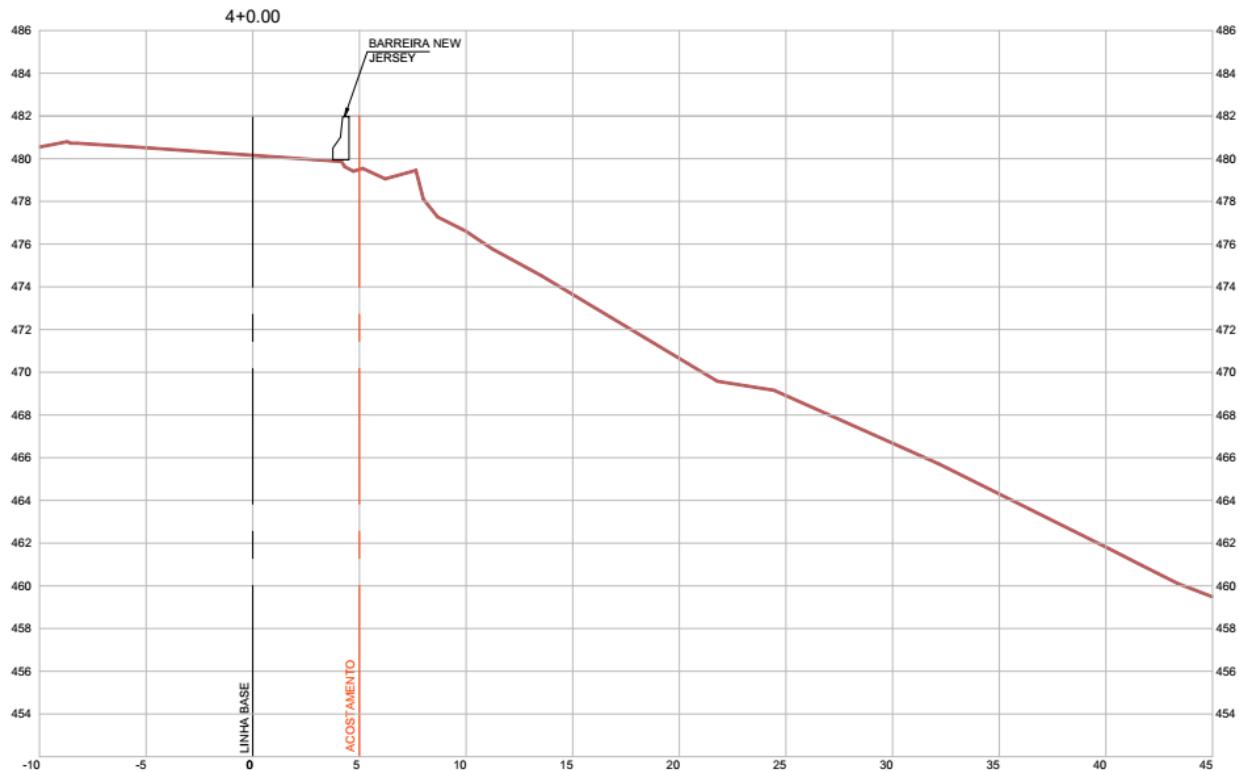


Imagen 2.1 – Seção típica do aterro

### 3 TERRAPLENAGEM

O projeto contemplou a escavação do material rompido e a conformação do talude para a implantação da cortina atirantada. Inicialmente, foi realizada a escavação no pé do aterro para mobilizar os equipamentos necessários à perfuração dos tirantes e das estacas raiz, permitindo em seguida a implantação do muro de contenção.

Durante a execução do paramento o aterro a montante da contenção foi realizado concomitantemente. Esse aterro teve início com o paramento no nível 3 e foi concluído ao final da execução da estrutura. O aterro foi executado com enrocamento de material pétreo da sua cota inicial até a cota de altura final do paramento.

Na porção superior (acima da cota do paramento), a escavação do aterro rompido somente foi inicializada após a conclusão do paramento da contenção e foi sendo executada simultaneamente com a subida do aterro compactado. O aterro da porção superior teve a inclinação modificada de 2H:1V para 1,75H:1V, aumentando o volume de aterro executado, essa mudança foi adotada para que a crista do aterro tivesse as dimensões de projeto, seguindo o fator de projeto as dimensões não se compatibilizariam.

O metro final de aterro foi executado em solo cimento, de forma a garantir o grau de compactação de 100% Proctor Normal e agilidade para liberar as atividades de pavimentação.

Todas as alterações mencionadas foram realizadas com a anuência e aprovação da Concessionária.

## 4 CONTENÇÃO

A obra envolveu a execução de uma cortina atirantada com paramento em concreto armado. O sistema de contenção foi composto por duas linhas de tirantes, dispostas da seguinte forma:

Linha superior: 24 tirantes com carga de incorporação de 35 tf, sendo 15 metros de trecho ancorado e 18 metros de trecho livre.

Linha inferior: 25 tirantes com carga de incorporação de 60 tf, com 15 metros de trecho ancorado e 25 metros de trecho livre.

Essas disposições estão detalhadas nas imagens 4.01 a 4.07 a seguir.

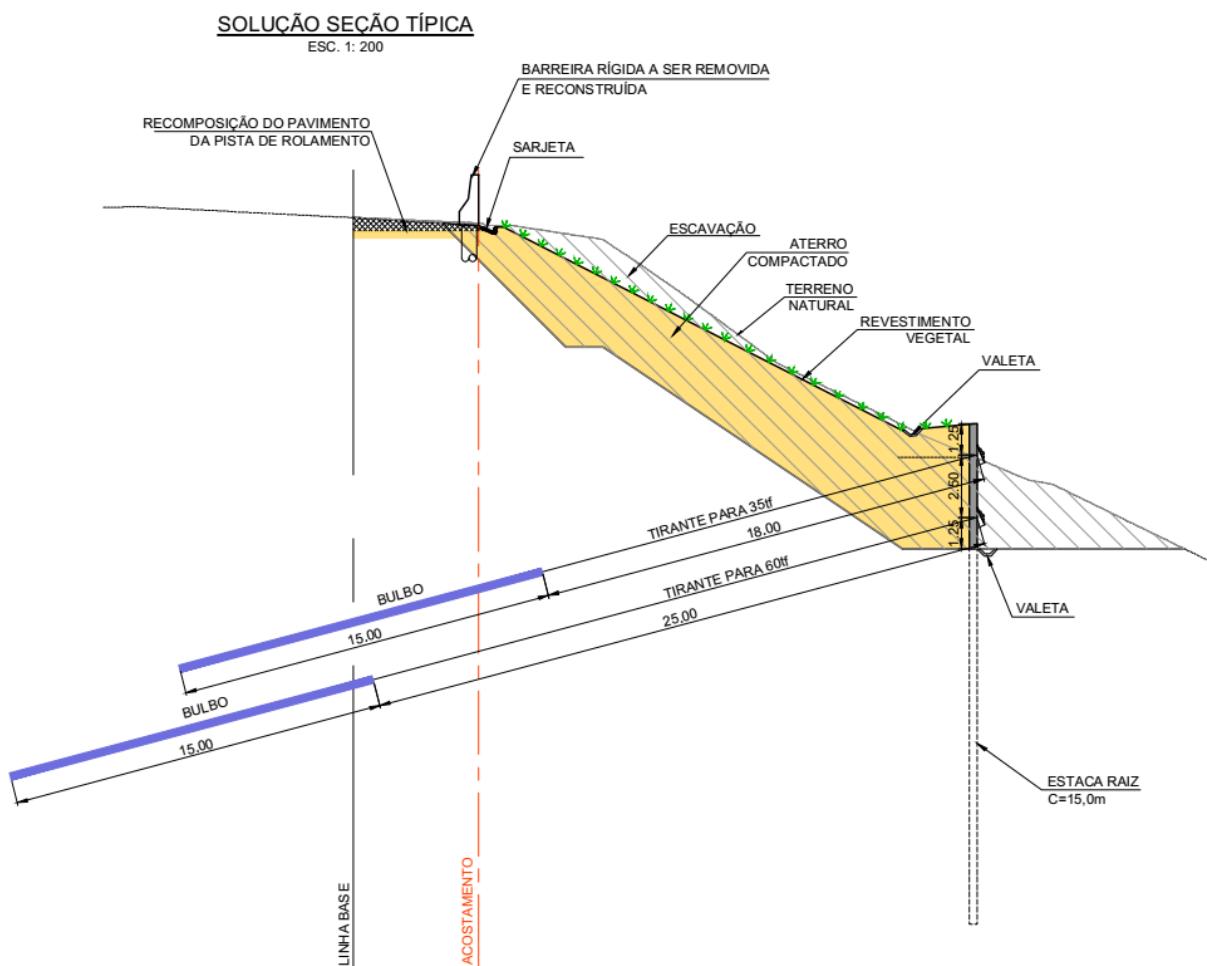


Imagen 4.01 – Seção Típica

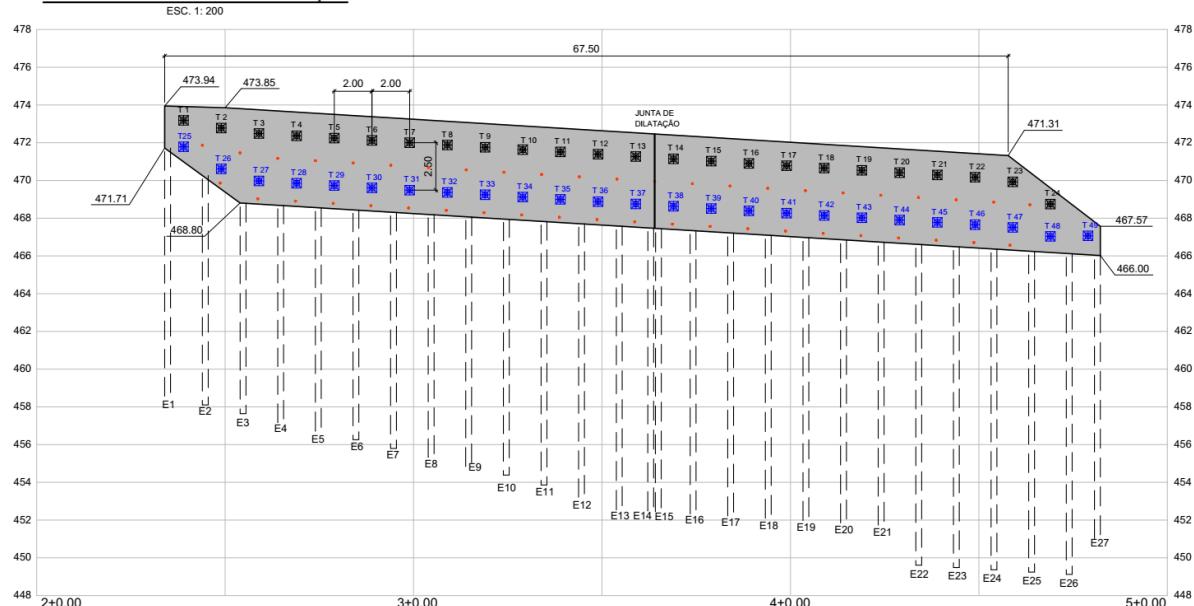
VISTA DESENVOLVIDA DA CONTENÇÃO


Imagem 4.02 – Vista Frontal

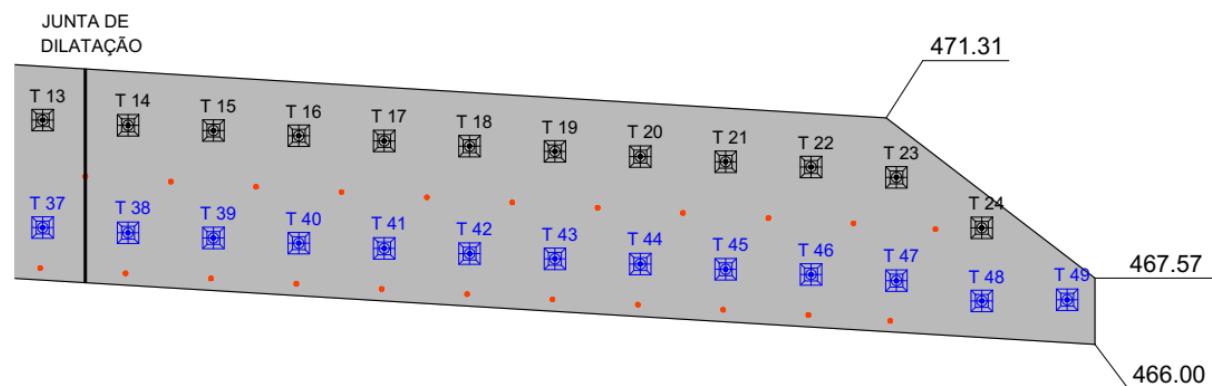


Imagem 4.03 – Vista Frontal Lado Sul

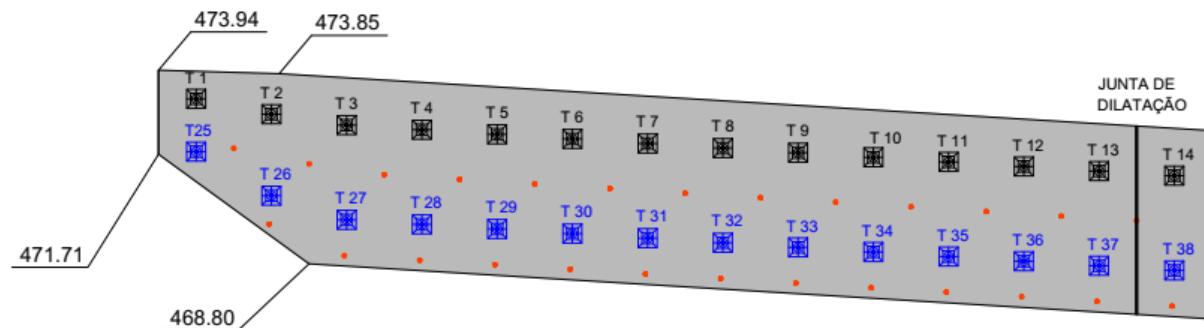
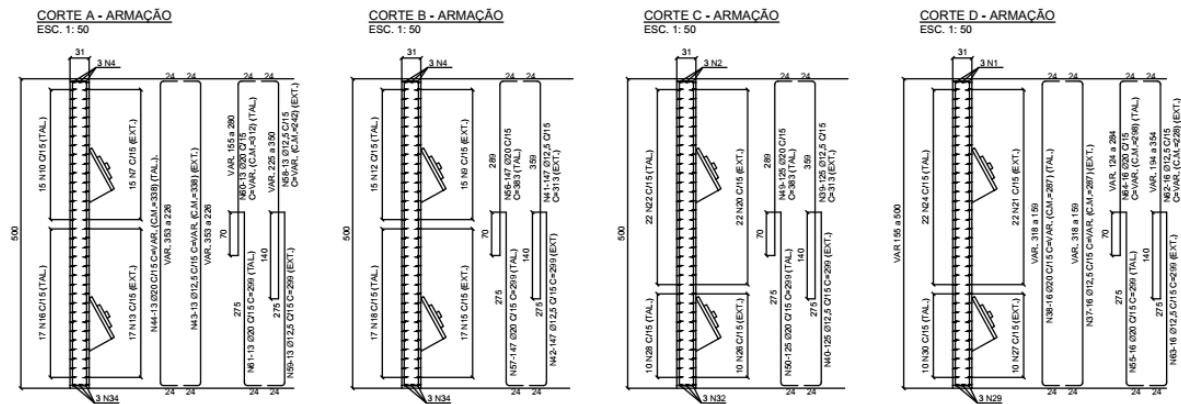


Imagem 4.04 – Vista Frontal Lado Norte



#### Imagen 4.05 – Cortes de Armação Paramento

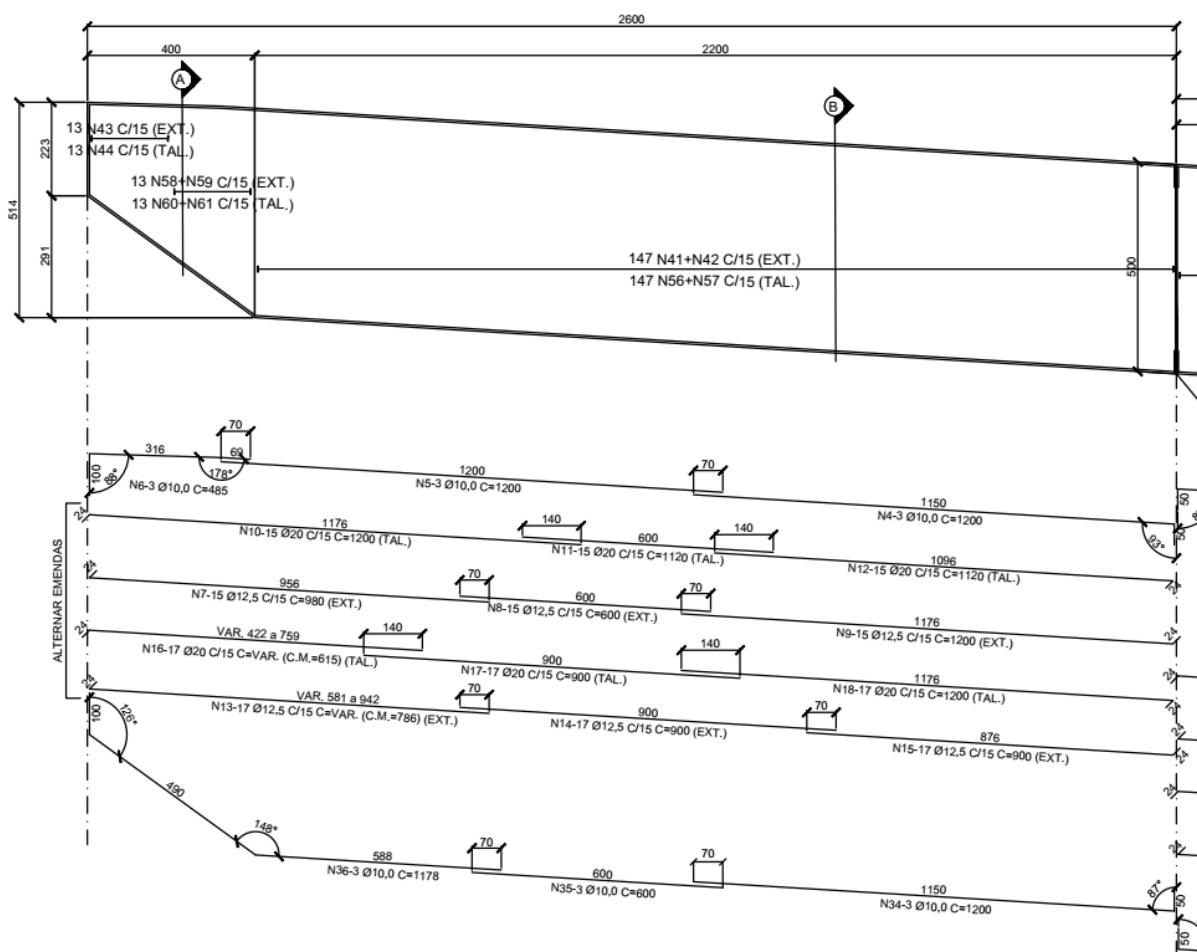


Imagen 4.06 – Vista Frontal Armação Lado Norte

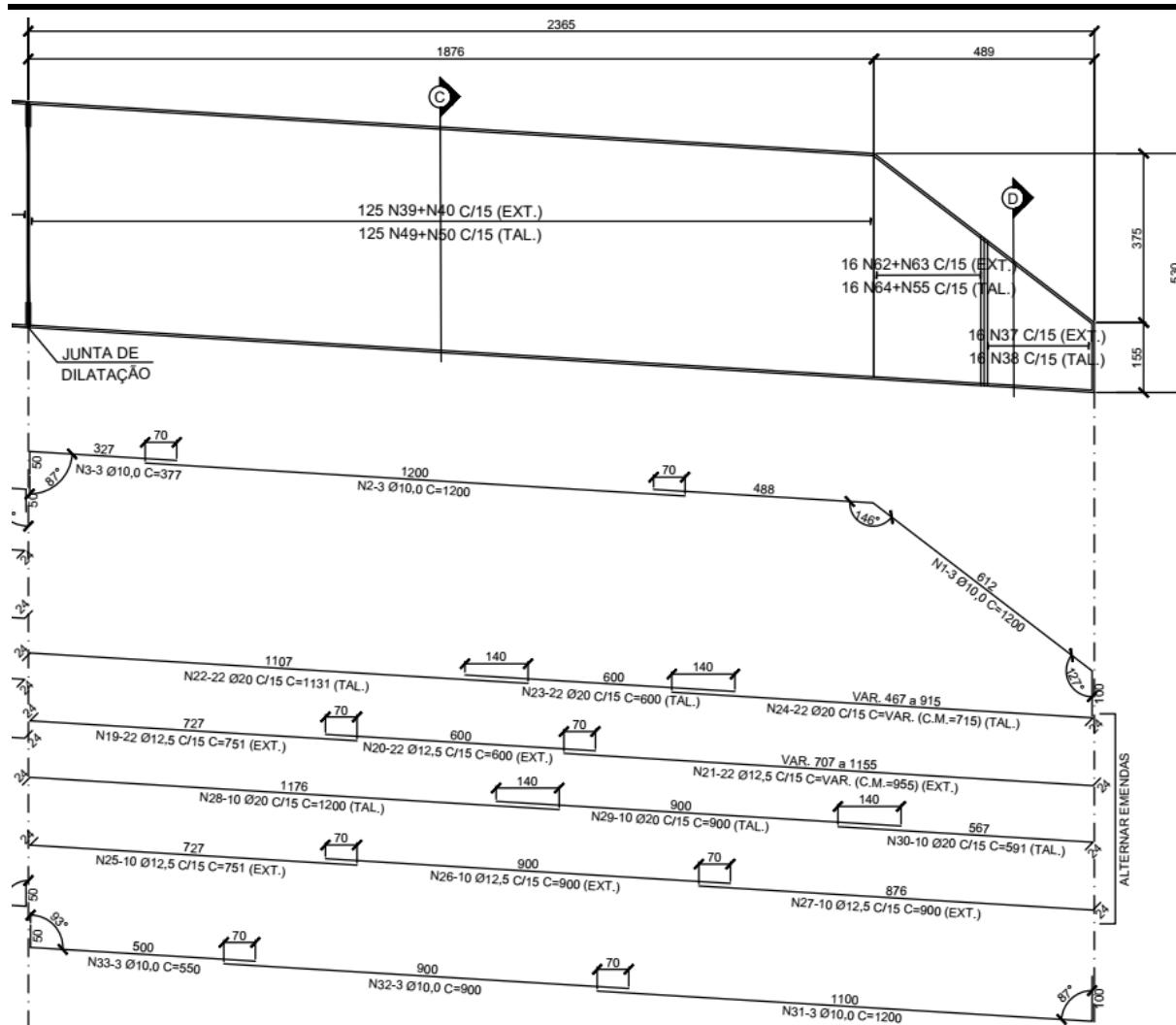


Imagem 4.07 – Vista Frontal Armação Lado Sul

Para a execução da contenção atirantada, são realizadas diversas etapas, estas são descritas a seguir:

#### 4.1 Execução dos Tirantes

##### 4.1.1 Perfuração

A perfuração dos tirantes foi realizada com equipamentos especializados que permitiram o uso de revestimento, garantindo a estabilidade das paredes do furo e evitando seu fechamento até a descida dos tirantes. O processo utilizou injeção de água para limpeza, com ar comprimido nos trechos mais secos, situados no painel norte do muro de contenção. Na linha superior, foram instalados tirantes de 35 tf com comprimento total de 33 m e na linha inferior, tirantes de 60 tf com comprimento total de 40 m.

#### 4.1.2 Descida do Tirante e Retirada do Revestimento

Com o furo preparado, os tirantes foram posicionados cuidadosamente para a fase de injeção.

#### 4.1.3 Injeção

A injeção dos tirantes se divide em duas etapas, preenchimento da bainha e injeção do bulbo.

##### 4.1.3.1 Preenchimento da Bainha

Com o tirante posicionado, a bainha foi preenchida com calda de cimento, conforme o traço especificado no item 12.3 da Carta Traço. Esse preenchimento estabiliza o furo até a injeção do bulbo.

##### 4.1.3.2 Injeção do Bulbo

A injeção do bulbo foi realizada de maneira ascendente e controlada, manchete a manchete, utilizando como critério de parada de injeção pressões aproximadamente em 25 kgf.

#### 4.1.4 Protensão dos Tirantes

A protensão foi executada conforme a NBR 5629 – Tirantes Ancorados em Solo. Para a linha superior – 35 tf, realizaram-se ensaios de recebimento do tipo B. Na linha inferior - 60 tf, foram realizados 3 ensaios do tipo A, 21 do tipo B e 1 ensaio de fluência. Os boletins de protensão e o sumário de perfuração e injeção encontram-se no anexo IV – Boletins de Perfuração, Injeção e Protensão.

### 4.2 Execução das Estacas Raiz

#### 4.2.1 Solda das Armaduras

Para alcançar o comprimento total das armaduras das estacas raiz, foi realizada a solda das armaduras, compostas por 4 barras de aço Ø20 mm e estribos de aço Ø6,3 mm, conforme a imagem 4.8. O procedimento seguiu a NBR 6118:2014, usando o método de transpasse ao longo de 1,5 m para garantir a integridade estrutural. Para assegurar embutimento adicional das armaduras nas estacas do muro de contenção, foram executadas armaduras além do comprimento projetado.

# TRANSPASSE ARMADURA ESTACA RAIZ

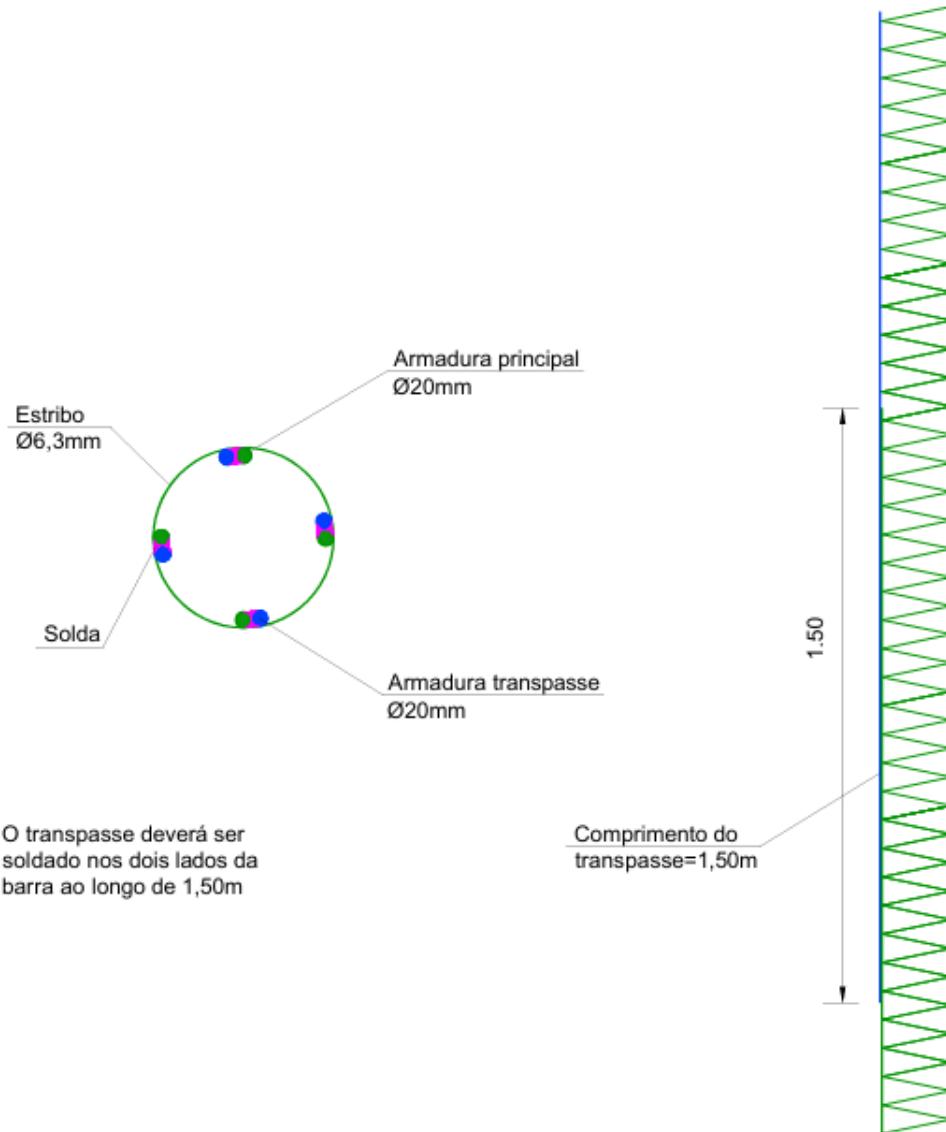


Imagen 4.08 – Transpasse Armaduras Estaca Raiz

## 4.2.2 Perfuração

A perfuração das estacas é realizada com equipamentos especializados que permitem a utilização de revestimento nos trechos em solo. Isso garante a estabilidade das paredes do furo, evitando seu fechamento até a fase de injeção. Nos trechos em rocha, não são utilizados revestimentos. Para a perfuração e limpeza do furo, utilizou-se água.

#### 4.2.3 Descida da Armadura

Após a preparação do furo, as armaduras foram cuidadosamente descidas ao seu interior para garantir o correto posicionamento.

#### 4.2.4 Injeção

A etapa final consistiu na injeção do furo com argamassa, com traço especificado no item 12.3 da Carta Traço. A argamassa foi injetada controladamente, começando pelo fundo do furo e preenchendo-o ascendentemente. Durante a injeção, o revestimento foi retirado gradualmente, garantindo aderência entre a argamassa e o solo.

### 4.3 Execução do Paramento

Devido ao porte da contenção, a sua execução foi realizada em etapas, divididas por alturas de concretagem, seguindo a sequência de serviços de armação e concretagem de uma etapa para o início da etapa seguinte, até a conclusão do paramento.

#### 4.3.1 Viga de Apoio

Após a conclusão das estacas raiz, realizou-se o arrasamento até a cota de base do muro. Em seguida, foi executada uma viga de apoio para nivelar o terreno, adequando-o à cota de início do paramento.

#### 4.3.2 Etapa 1

Após a conclusão da viga de apoio, a armação vertical do paramento foi iniciada, incluindo telas de reforço na linha inferior dos tirantes e armadura horizontal até a cota de 1,15 m. A concretagem foi realizada em duas datas, primeiro no painel sul e depois no norte, com traço executado in loco.

##### 4.3.2.1 Reforço de Armadura Tirantes 60tf

Na região dos tirantes de 60 tf, foram aplicadas duas telas de reforço: uma na face externa e outra na interna. Durante a execução, a tela especificada no projeto estava indisponível nos fornecedores. Para dar continuidade ao paramento, optou-se pela substituição da tela por armação de aço CA50 de 10 mm, com espaçamento de 10x10 cm, mantendo as dimensões de projeto, conforme imagem a seguir. Essa alteração foi realizada com a anuência e aprovação da Concessionária.

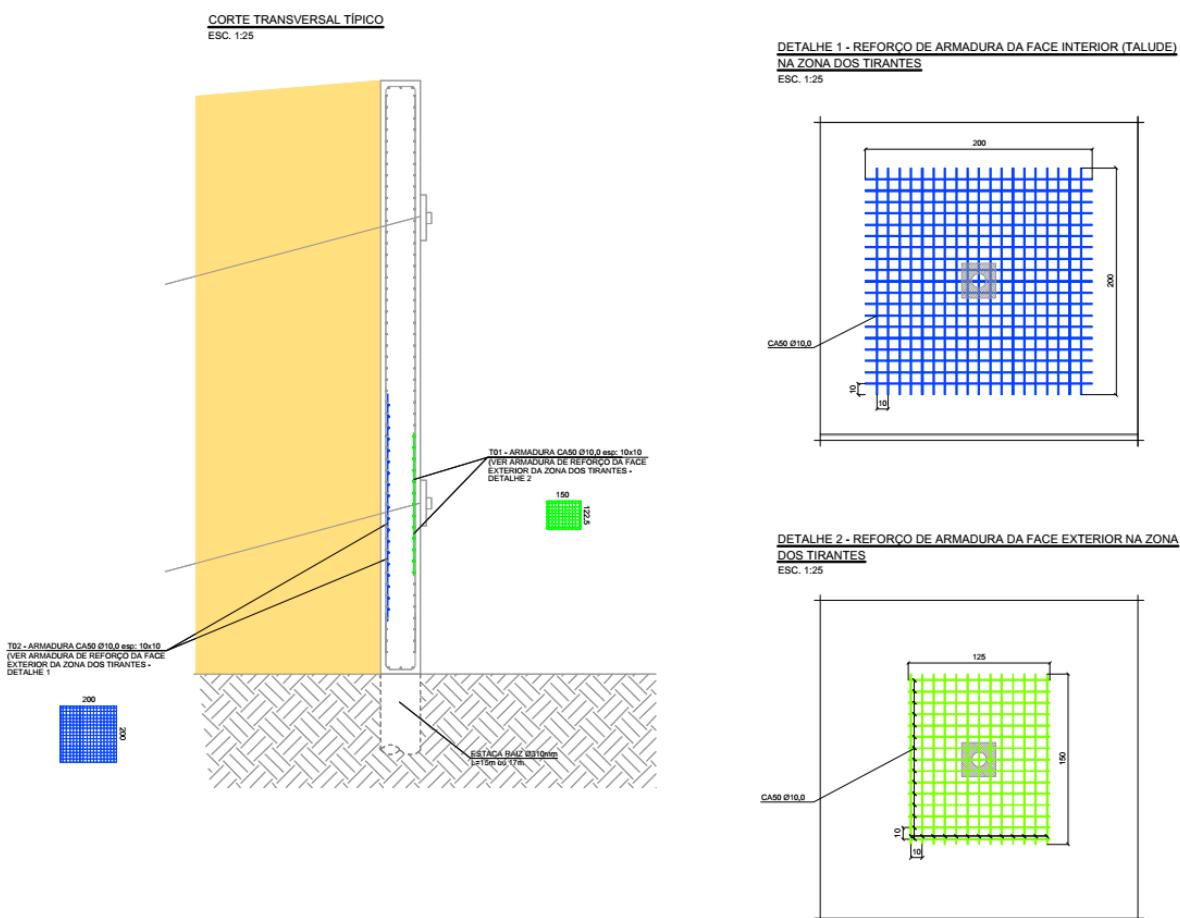


Imagen 4.09 – Vista Frontal Armação Lado Norte

### 4.3.3 Etapa 2

Com a concretagem da Etapa 1 finalizada, a armação horizontal foi continuada entre as cotas de 1,15 m e 2,3 m, concluindo o reforço na linha inferior dos tirantes e a instalação dos tubos de espera. Concretagem foi realizada com concreto usinado. Andaimes fachadeiros foram mobilizados nesta etapa e mantidos para as seguintes.

#### 4.3.4 Etapa 3

Seguindo a sequência executiva, com a concretagem da Etapa 2 concluída, realizou-se a armadura horizontal da cota 2,3 m a 3,45 m e concretagem com concreto usinado.

#### 4.3.5      Etapa 4

Com a conclusão da Etapa 3, a armação horizontal entre as cotas de 3,45 m e a cota final do muro foi executada. Foram instalados os tubos de espera para a linha superior de tirantes, e a concretagem foi realizada da cota 3,45 m a 4,6 m com concreto usinado

#### 4.3.6      Etapa 5

Após a concretagem da Etapa 4, a forma foi montada, e a última concretagem do paramento foi concluída.

#### 4.3.7      Junta de Dilatação

Com o paramento finalizado e o aterro preenchido até sua cota, a junta de dilatação foi executada, conforme imagem 4.11.

## DETALHE TÍPICO PARA JUNTA DE DILATAÇÃO

ESC. 1:25

### PLANTA

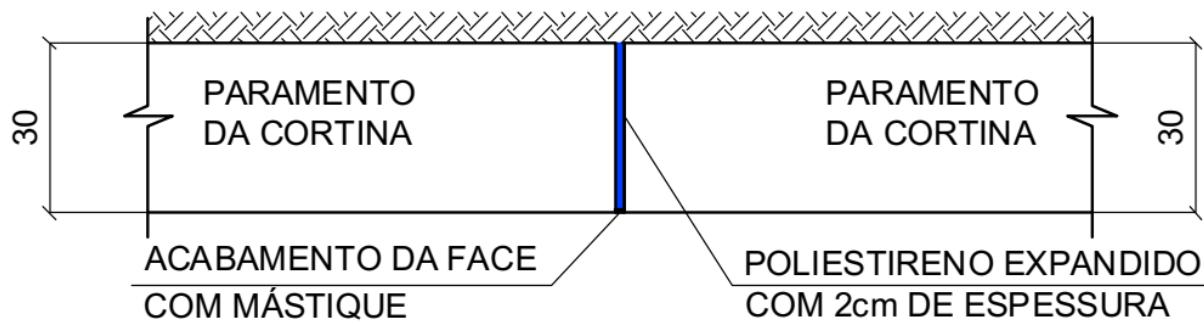


Imagen 4.10 – Vista Frontal Armação Lado Norte

## 5 DRENAGEM

O sistema de drenagem superficial foi executado seguindo-se as orientações de projeto, mas foram realizadas diversas alterações para adequação com o local, essas alterações estão citadas abaixo e foram realizadas com a anuência e aprovação da Concessionária.

A escada hidráulica DAD-01 não foi executada conforme indicava o projeto, tendo em vista que a escada hidráulica existente naquele ponto estava em bom estado, foi realizada uma reforma geral na mesma, sendo implantados novos degraus intermediários para adequar a altura dos degraus e foi executado um dissipador no seu final. As conexões dos dispositivos de drenagem foram adequadas conforme essa alteração.

A escada hidráulica DAD-03 teve seu alinhamento alterado para direcionar o escoamento diretamente sobre o bueiro existente. Além disso, foi realizada uma reforma geral nas alas do bueiro.

A sarjeta SJC 01 foi alterada para sarjeta STC 05 para se compatibilizar com a sarjeta de bordo de pista existente.

Algumas alterações pontuais na locação das valetas VPA-04 foram feitas para adequar a drenagem a geometria do local.

## 6 PAVIMENTAÇÃO

A recomposição do pavimento incluiu a fresagem da capa asfáltica e a execução de um novo pavimento. A espessura de fresagem e do pavimento foi ampliada na área de obra.

## 7 ANEXO I – REGISTRO FOTOGRÁFICO



Foto 10.01 – Limpeza da Área de obra



Foto 10.02 – Limpeza e Supressão Vegetal



Foto 10.03 – Mobilização



Foto 10.04 – Limpeza e Supressão Vegetal



Foto 10.06 – Escavação



Foto 10.08 – Escavação



Foto 10.10 – Perfuração dos Tirantes



Foto 10.11 – Perfuração dos Tirantes



Foto 10.12 – Perfuração dos Tirantes



Foto 10.13 – Perfuração dos Tirantes



Foto 10.14 – Perfuração dos Tirantes



Foto 10.15 – Descida dos Tirantes



Foto 10.16 – Descida dos Tirantes



Foto 10.17 – Injeção dos Tirantes



Foto 10.18 – Injeção dos Tirantes



Foto 10.19 – Injeção dos Tirantes



Foto 10.20 – Emenda das Estacas Raiz



Foto 10.21 – Perfuração das estacas raiz



Foto 10.22 – Injeção dos Tirantes



Foto 10.23 – Perfuração das estacas raiz



Foto 10.24 – Injeção das estacas raiz



Foto 10.25 – Injeção das estacas raiz



Foto 10.26 – Injeção das estacas raiz



Foto 10.27 – Viga de Apoio



Foto 10.28 – Viga de Apoio

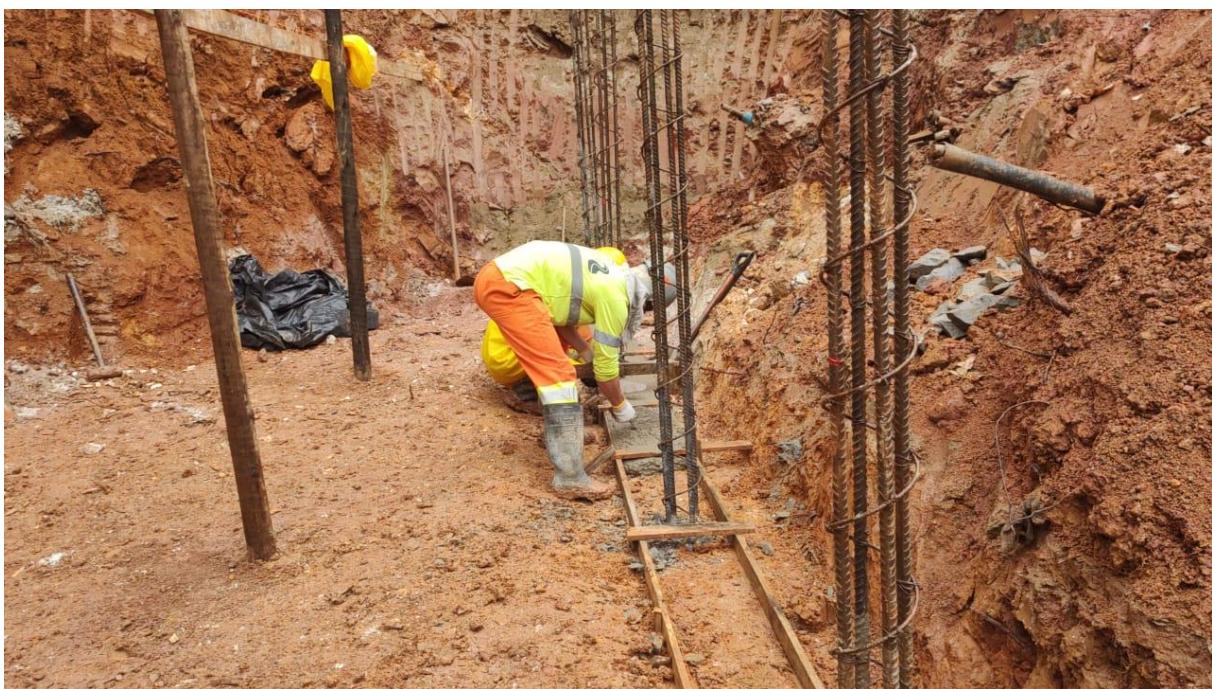


Foto 10.29 – Viga de Apoio



Foto 10.30 – Viga de Apoio



Foto 10.31 – Viga de Apoio



Foto 10.32 – Viga de Apoio



Foto 10.33 – Armação Etapa 01

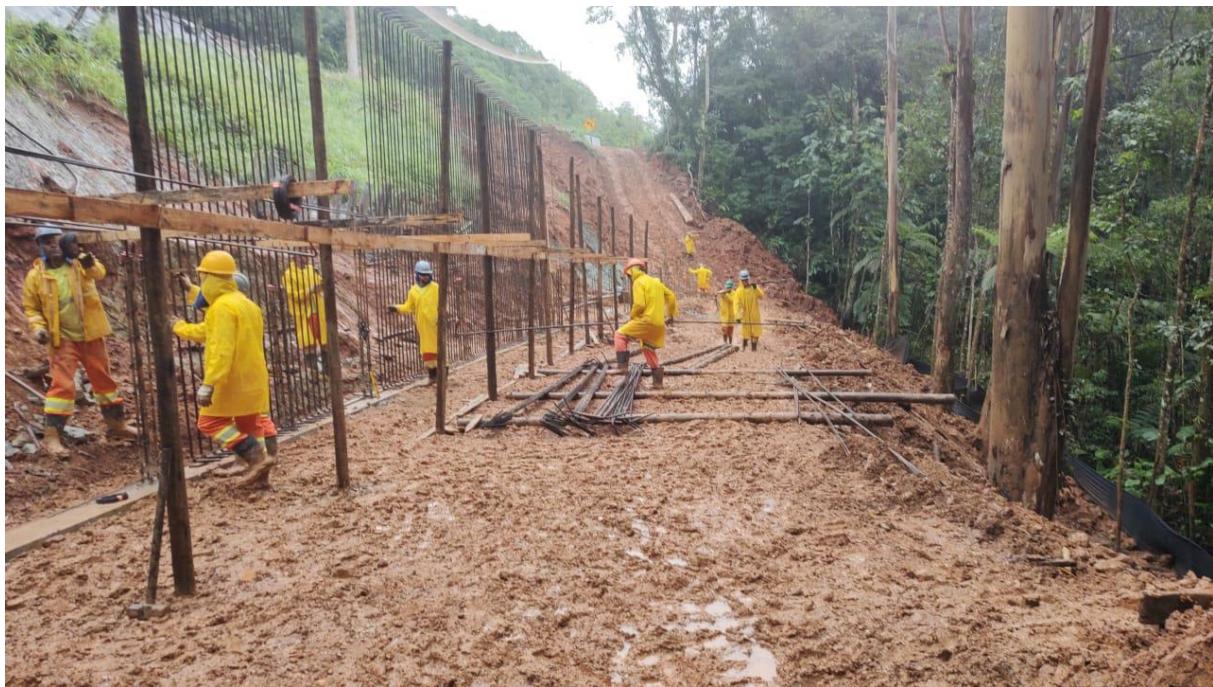


Foto 10.34 – Armação Etapa 01



Foto 10.35 – Armação Etapa 01



Foto 10.36 – Armação Etapa 01

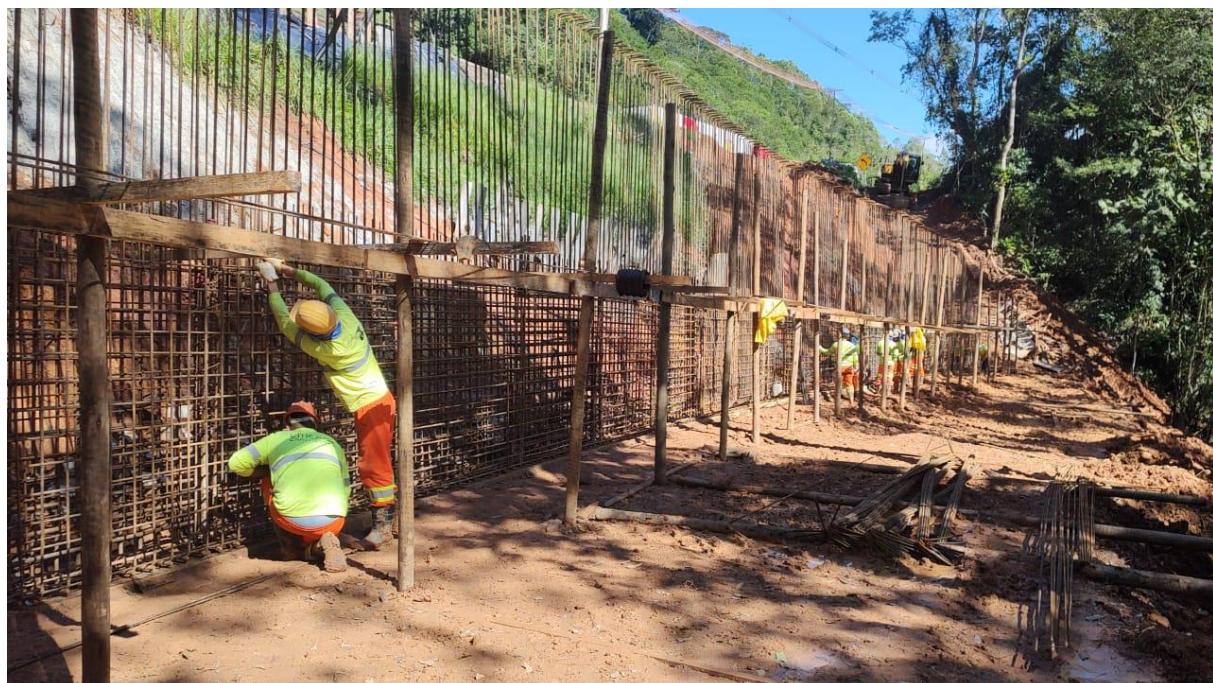


Foto 10.37 – Armação Etapa 01



Foto 10.38 – Armação Etapa 01



Foto 10.39 – Armação Etapa 01



Foto 10.40 – Armação Etapa 01



Foto 10.41 – Formas Etapa 01



Foto 10.42 – Formas Etapa 01



Foto 10.43 – Formas Etapa 01



Foto 10.44 – Concretagem Etapa 01



Foto 10.45 – Concretagem Etapa 01

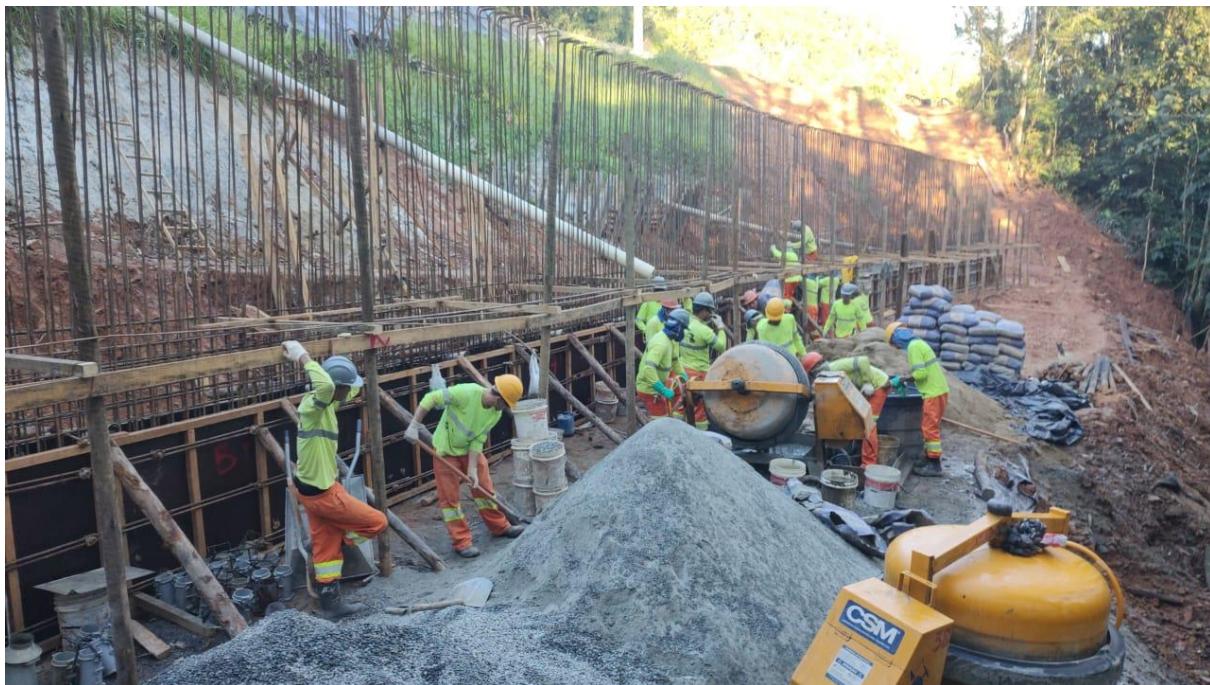


Foto 10.46 – Concretagem Etapa 01



Foto 10.47 – Concretagem Etapa 01



Foto 10.48 – Concretagem Etapa 01

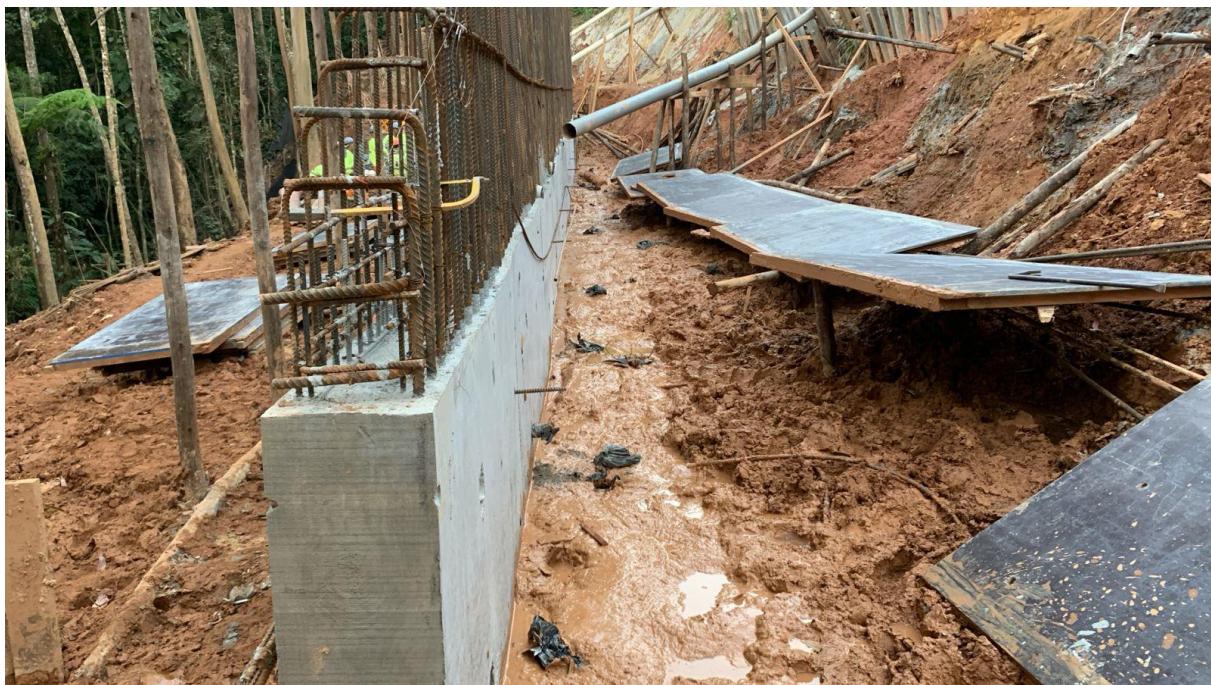


Foto 10.49 – Concretagem Etapa 01



Foto 10.50 – Armação Etapa 02

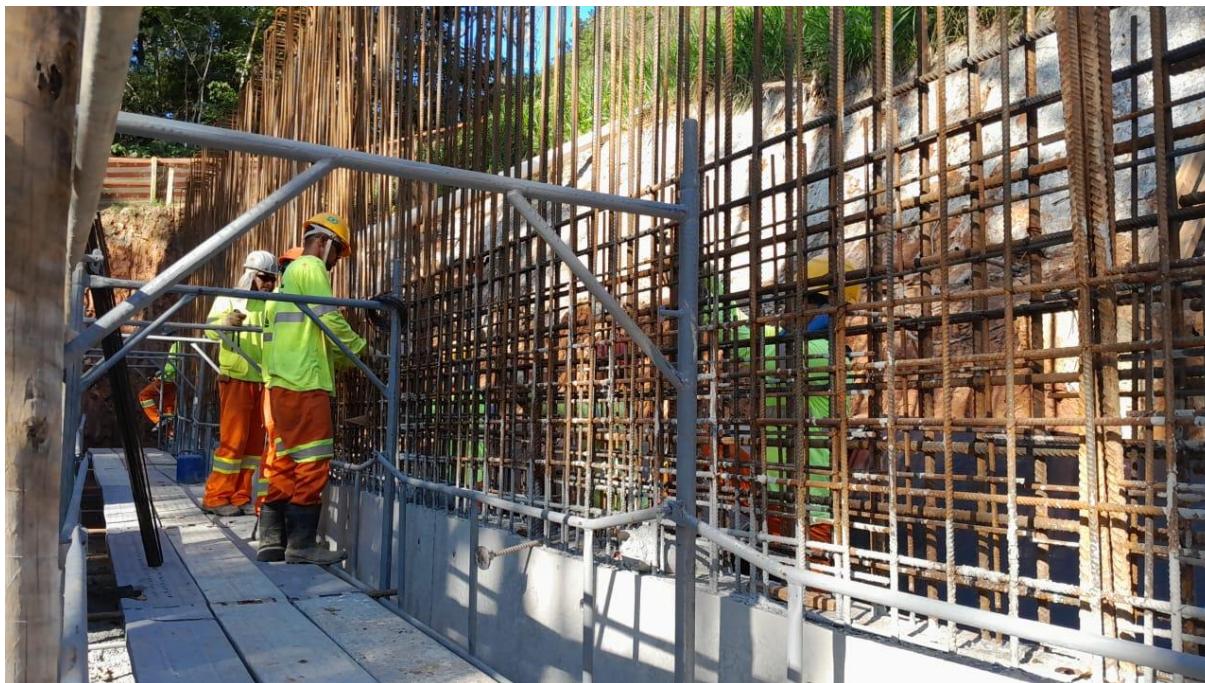


Foto 10.51 – Armação Etapa 02



Foto 10.52 – Armação Etapa 02



Foto 10.53 – Formas Etapa 02



Foto 10.54 – Formas Etapa 02



Foto 10.55 – Formas Etapa 02



Foto 10.56 – Formas Etapa 02

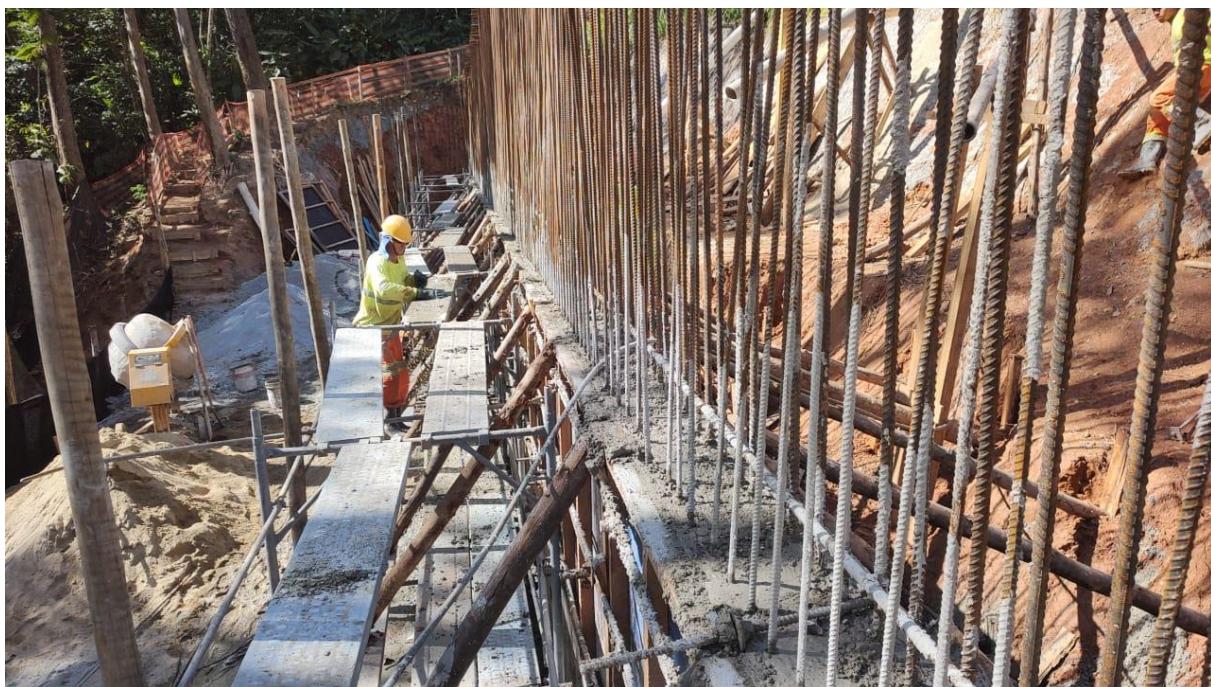


Foto 10.56 – Concretagem Etapa 02



Foto 10.57 – Concretagem Etapa 02

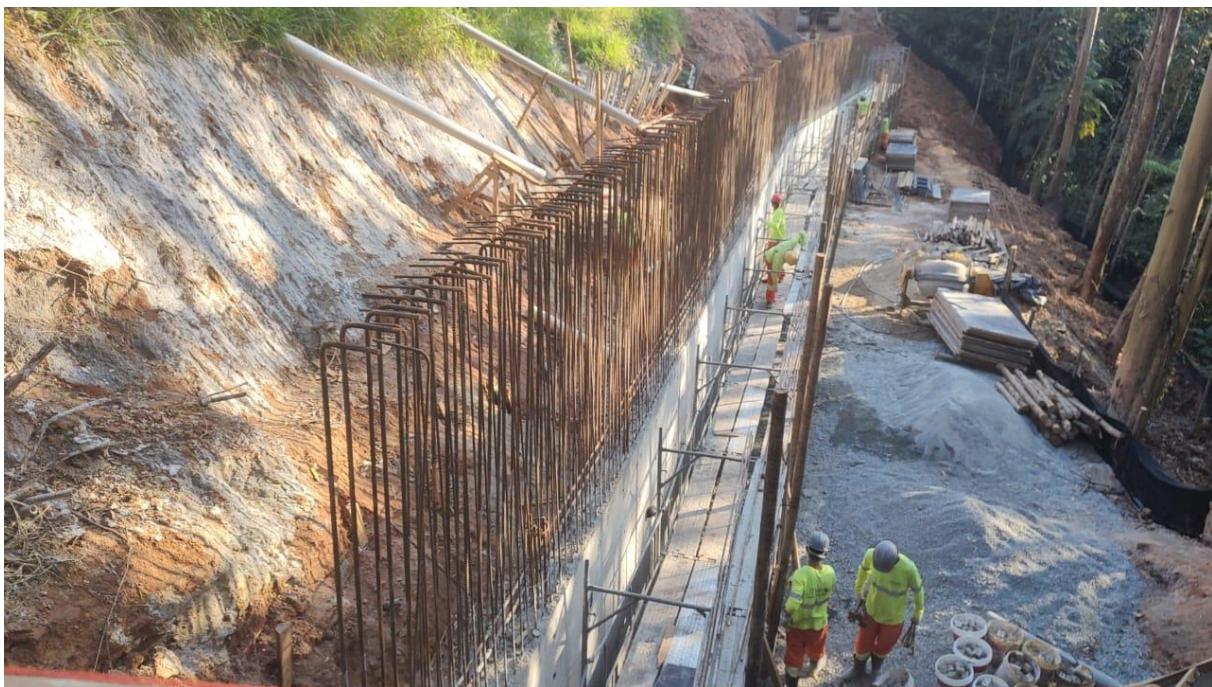


Foto 10.58 – Concretagem Etapa 02



Foto 10.59 – Armação Etapa 03



Foto 10.60 – Armação Etapa 03

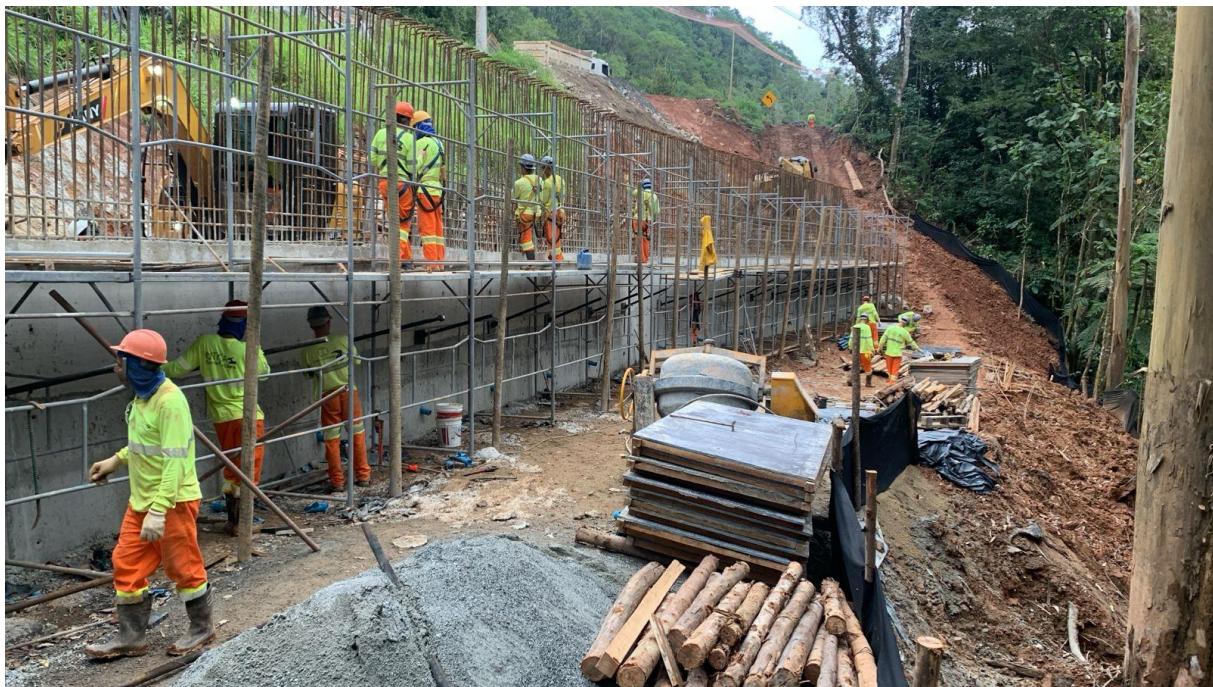


Foto 10.61 – Armação Etapa 03



Foto 10.62 – Armação Etapa 03



Foto 10.63 – Aterro em Material Petróeo



Foto 10.64 – Aterro em Material Petróeo



Foto 10.65 – Aterro em Material Petróeo



Foto 10.66 – Formas Etapa 03



Foto 10.67 – Formas Etapa 03

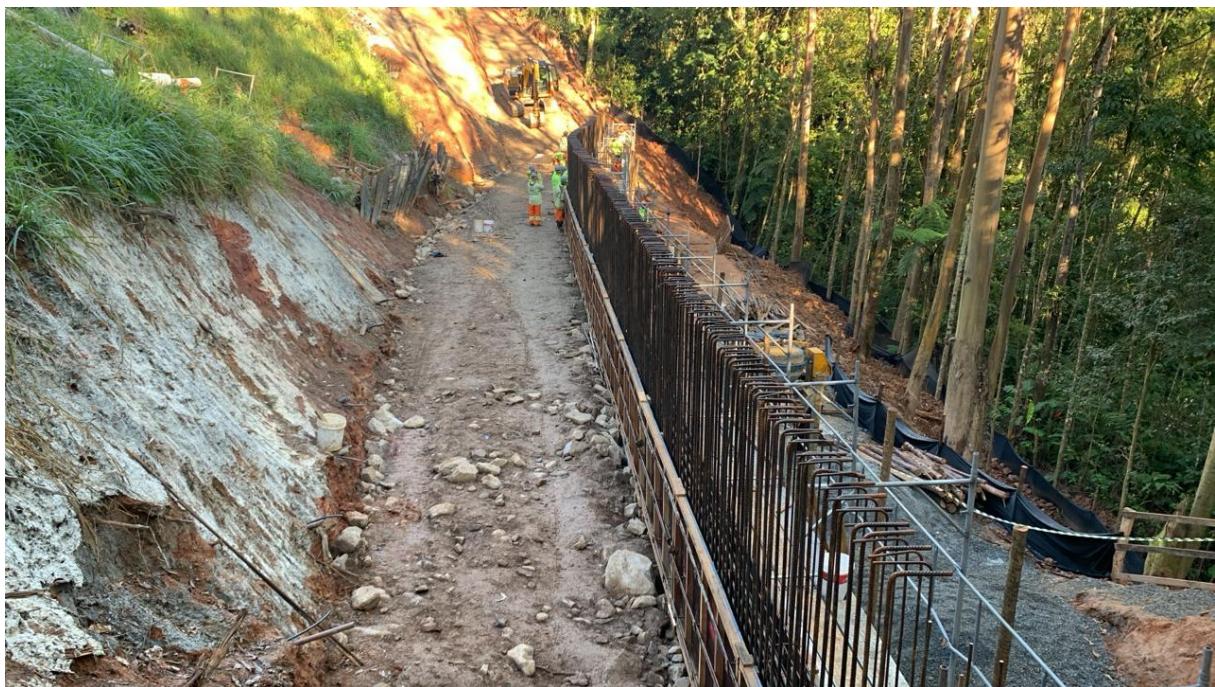


Foto 10.68 – Formas Etapa 03



Foto 10.69 – Concretagem Etapa 03



Foto 10.70 – Concretagem Etapa 03



Foto 10.71 – Concretagem Etapa 03



Foto 10.72 – Armação Etapa 04



Foto 10.73 – Armação Etapa 04



Foto 10.74 – Armação Etapa 04

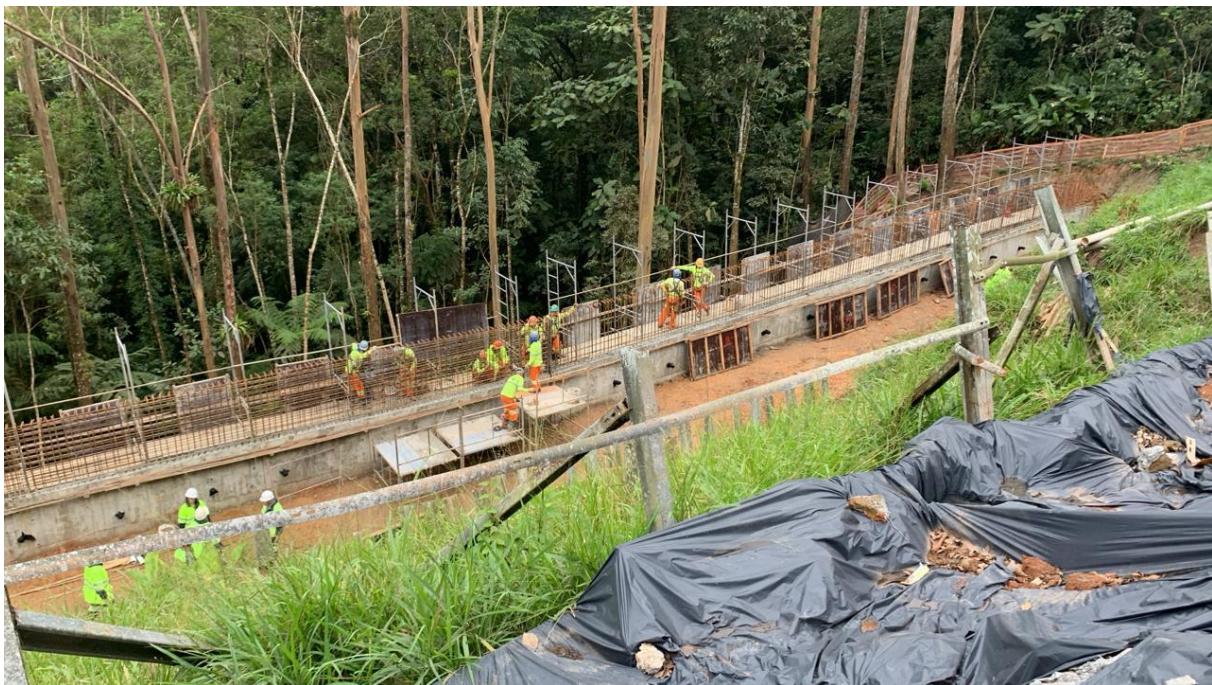


Foto 10.75 – Armação Etapa 04



Foto 10.76 – Formas Etapa 04



Foto 10.77 – Formas Etapa 04



Foto 10.78 – Concretagem Etapa 04



Foto 10.79 – Concretagem Etapa 04



Foto 10.80 – Formas Etapa 05



Foto 10.81 – Formas Etapa 05



Foto 10.82 – Concretagem Etapa 05



Foto 10.83 – Restauração Escada Hidráulica Existente



Foto 10.84 – Restauração Escada Hidráulica Existente

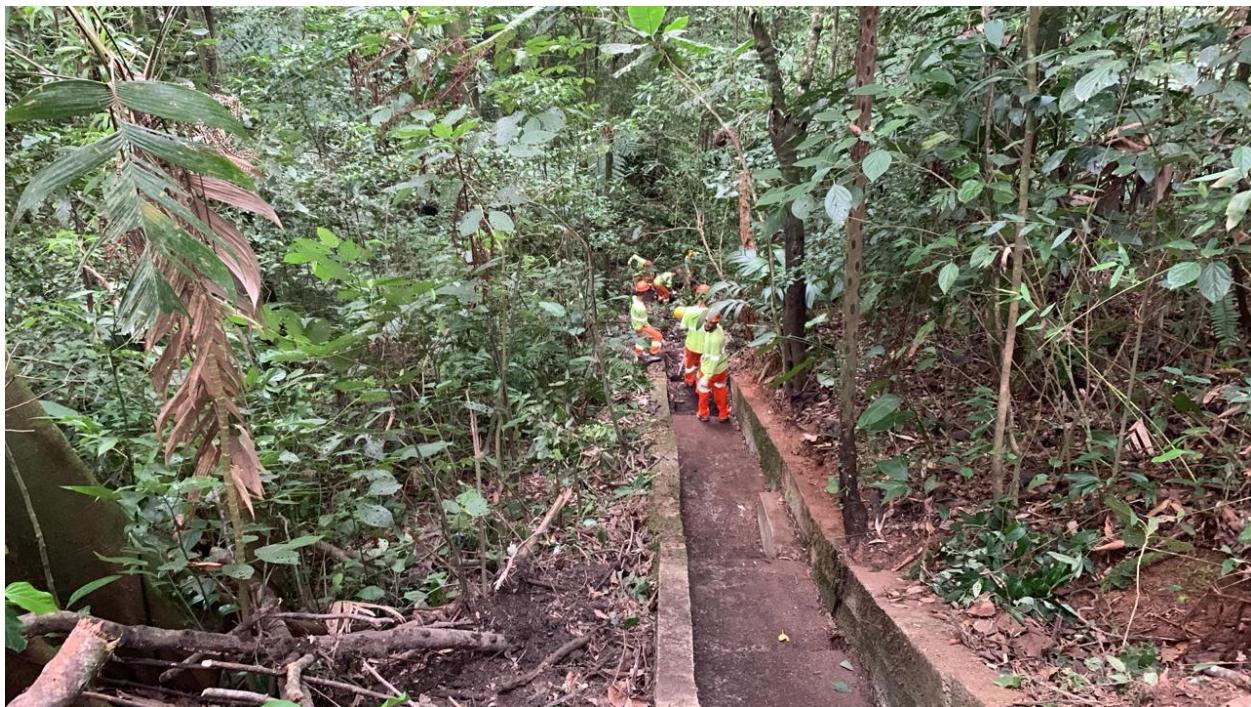


Foto 10.85 – Restauração Escada Hidráulica Existente



Foto 10.86 – Restauração Escada Hidráulica Existente



Foto 10.87 – Restauração Escada Hidráulica Existente



Foto 10.88 – Restauração Escada Hidráulica Existente

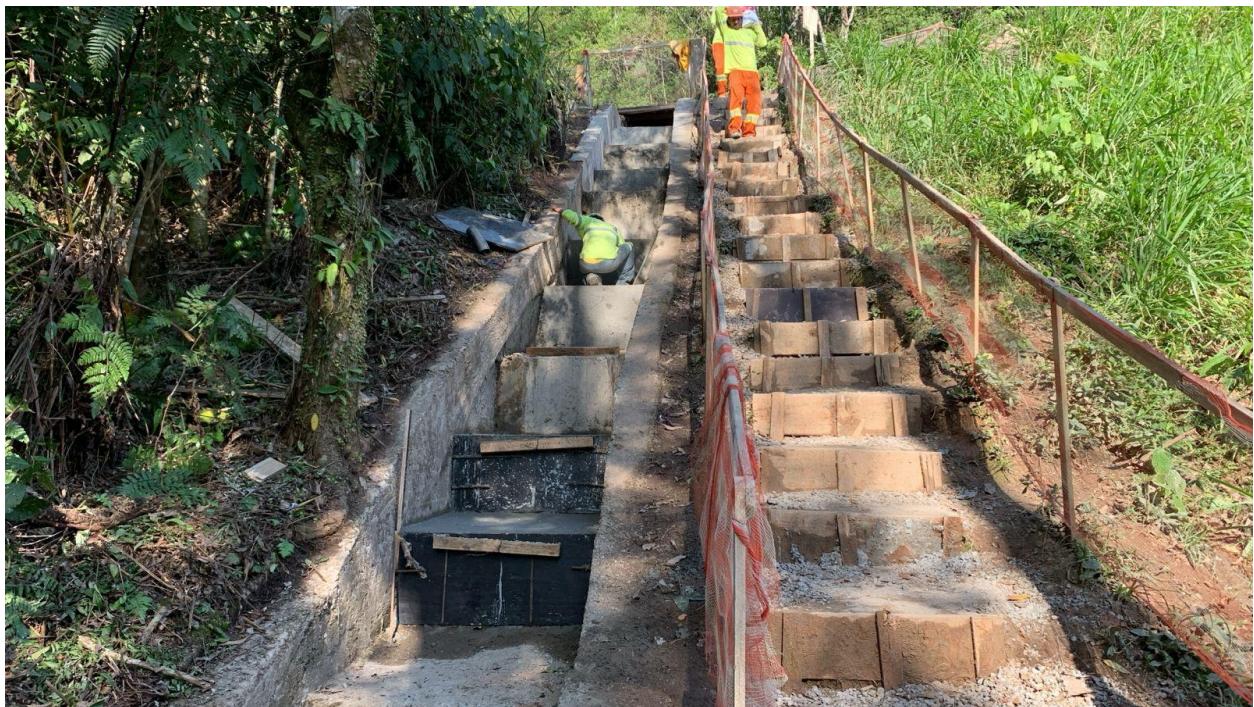


Foto 10.89 – Restauração Escada Hidráulica Existente



Foto 10.90 – Restauração Escada Hidráulica Existente



Foto 10.91 – Restauração Escada Hidráulica Existente



Foto 10.92 – Atero em Material Petróeo

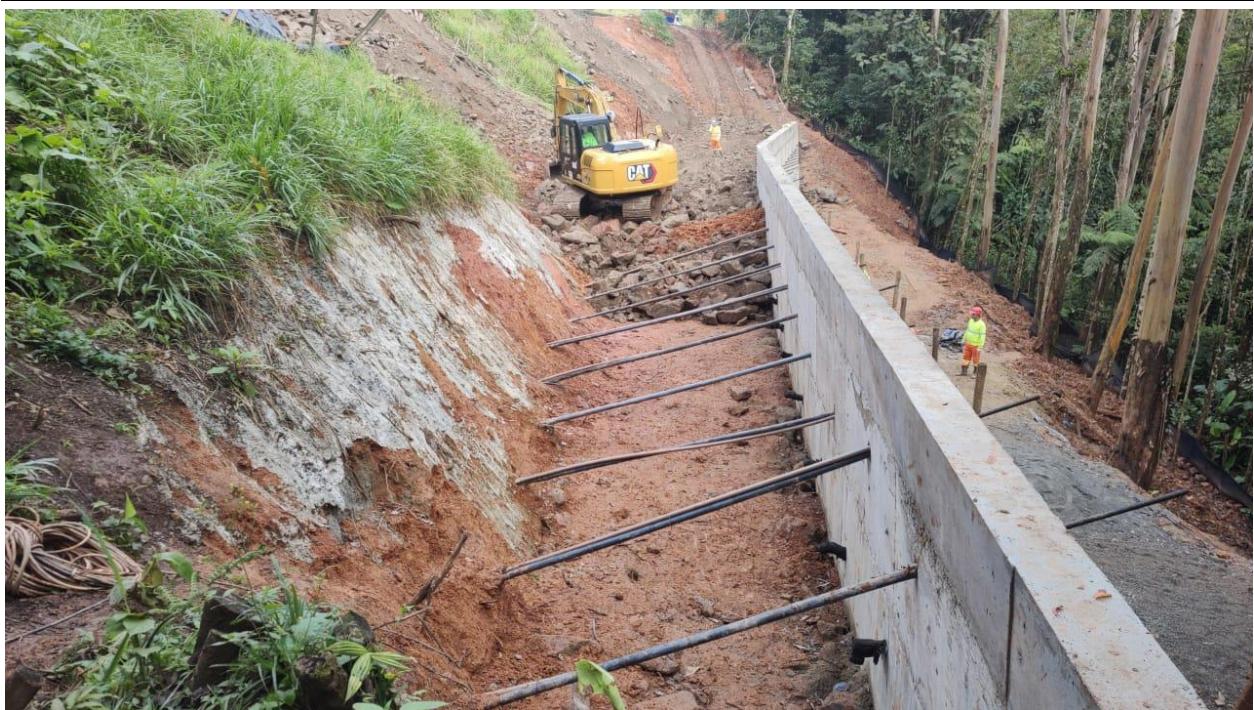


Foto 10.93 – Atero em Material Petróeo



Foto 10.94 – Atero em Material Petróeo



Foto 10.95 – Atero em Material Petróeo



Foto 10.96 – Atero em Material Petróeo



Foto 10.97 – Execução VPA-04



Foto 10.98 – Execução VPA-04



Foto 10.99 – Execução VPA-04

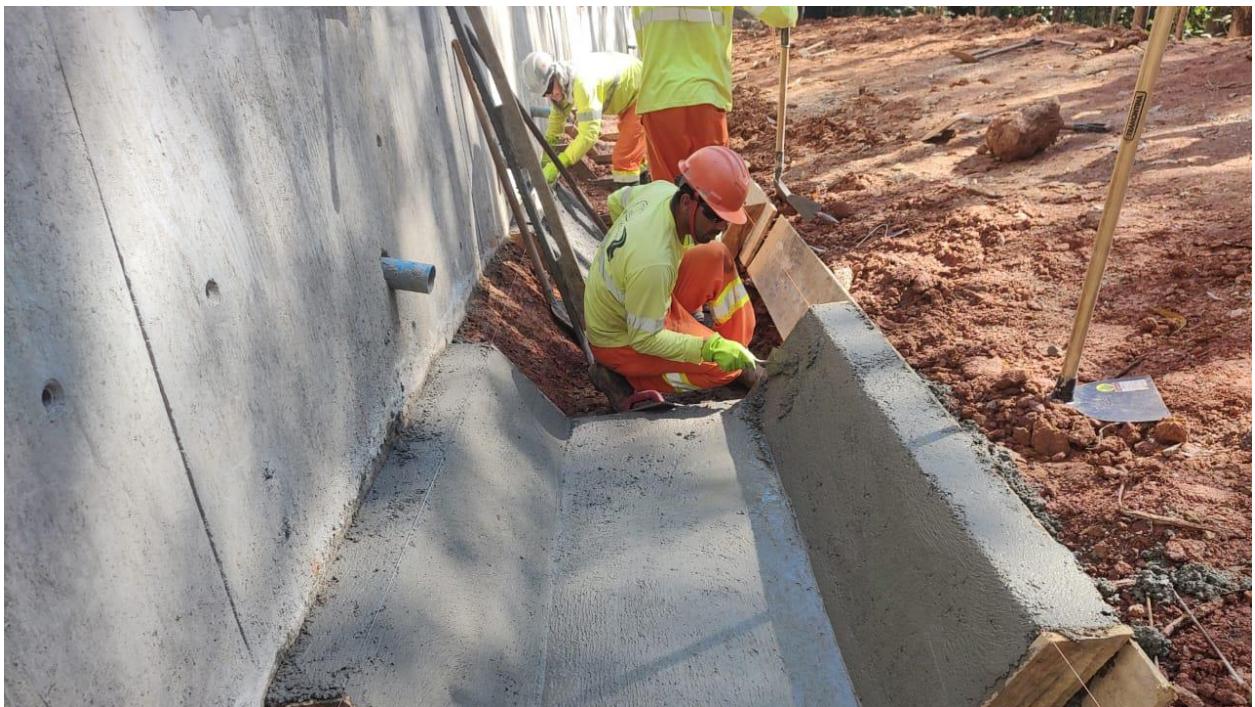


Foto 10.100 – Execução VPA-04



Foto 10.101 – Execução VPA-04

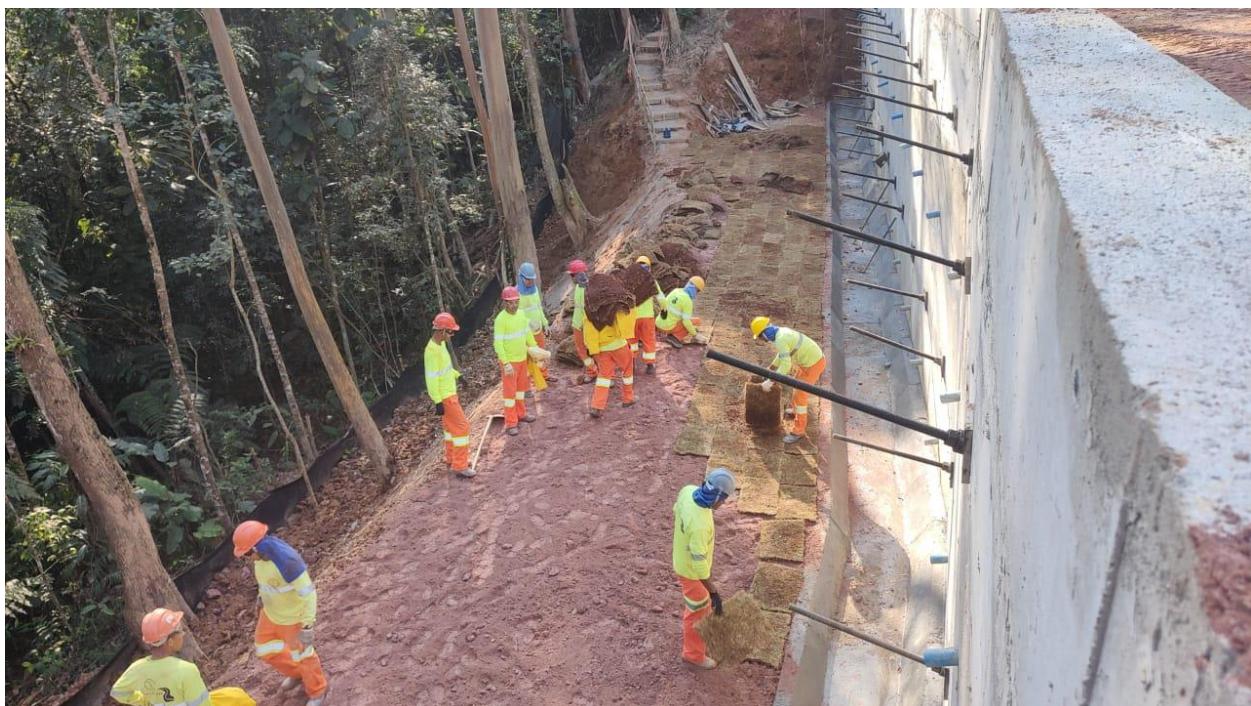


Foto 10.102 – Proteção Vegetal



Foto 10.103 – Aterro Compactado



Foto 10.104 – Aterro Compactado



Foto 10.105 – Proteção Vegetaç



Foto 10.106 – Aterro Compactado



Foto 10.107 – Aterro Compactado



Foto 10.108 – Aterro Compactado



Foto 10.109 – Aterro Compactado



Foto 10.110 – Aterro Compactado

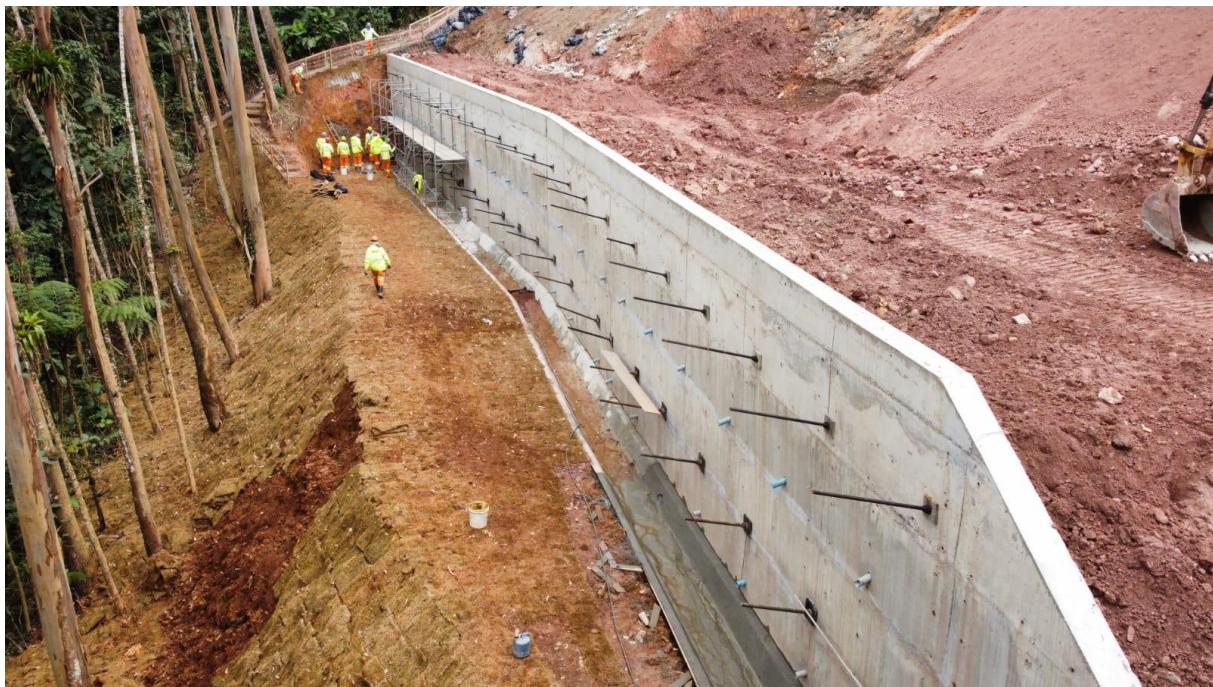


Foto 10.111 – Aterro Compactado



Foto 10.112 – Aterro Compactado



Foto 10.113 – Aterro Compactado



Foto 10.114 – Aterro Compactado



Foto 10.115 – Aterro Compactado



Foto 10.116 – Aterro Compactado



Foto 10.117 – Aterro Compactado



Foto 10.118 – Aterro Compactado



Foto 10.119 – Aterro Compactado



Foto 10.120 – Aterro Compactado

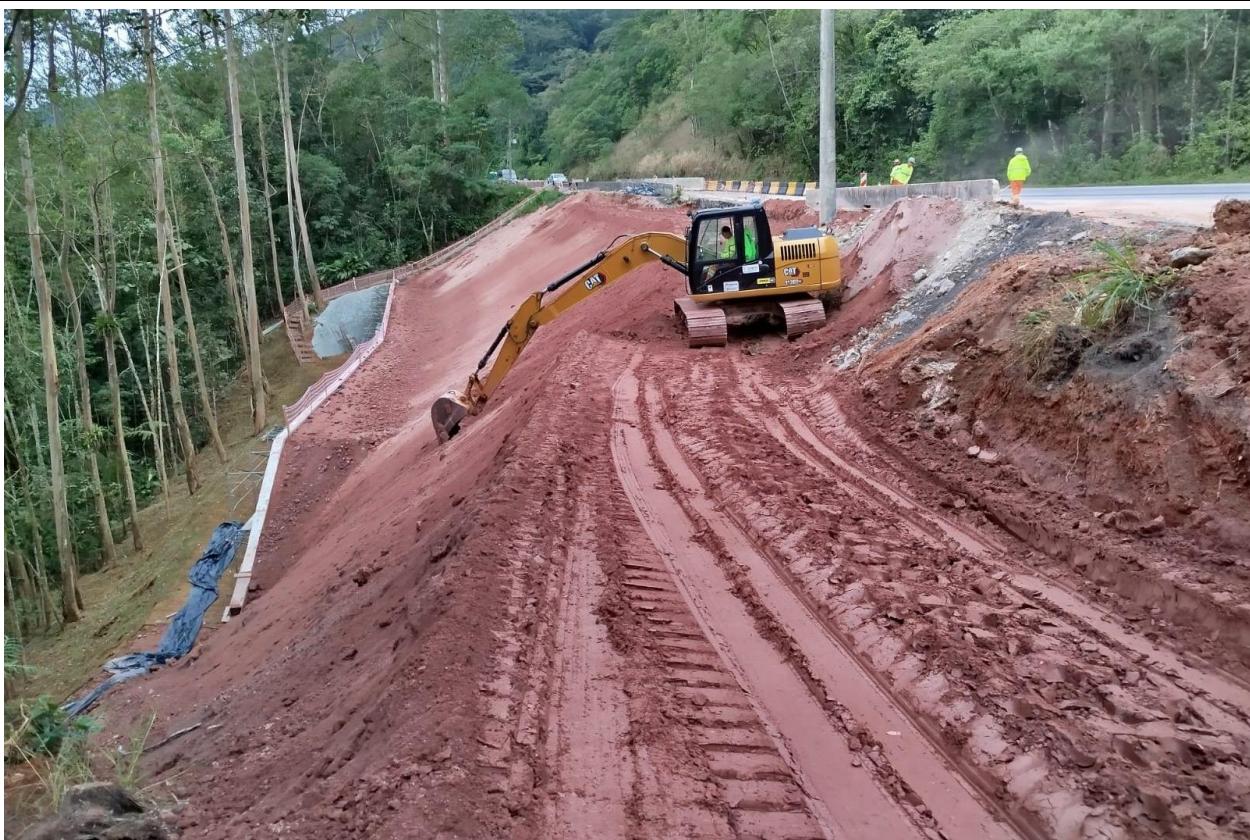


Foto 10.121 – Aterro Compactado



Foto 10.122 – Aterro Compactado

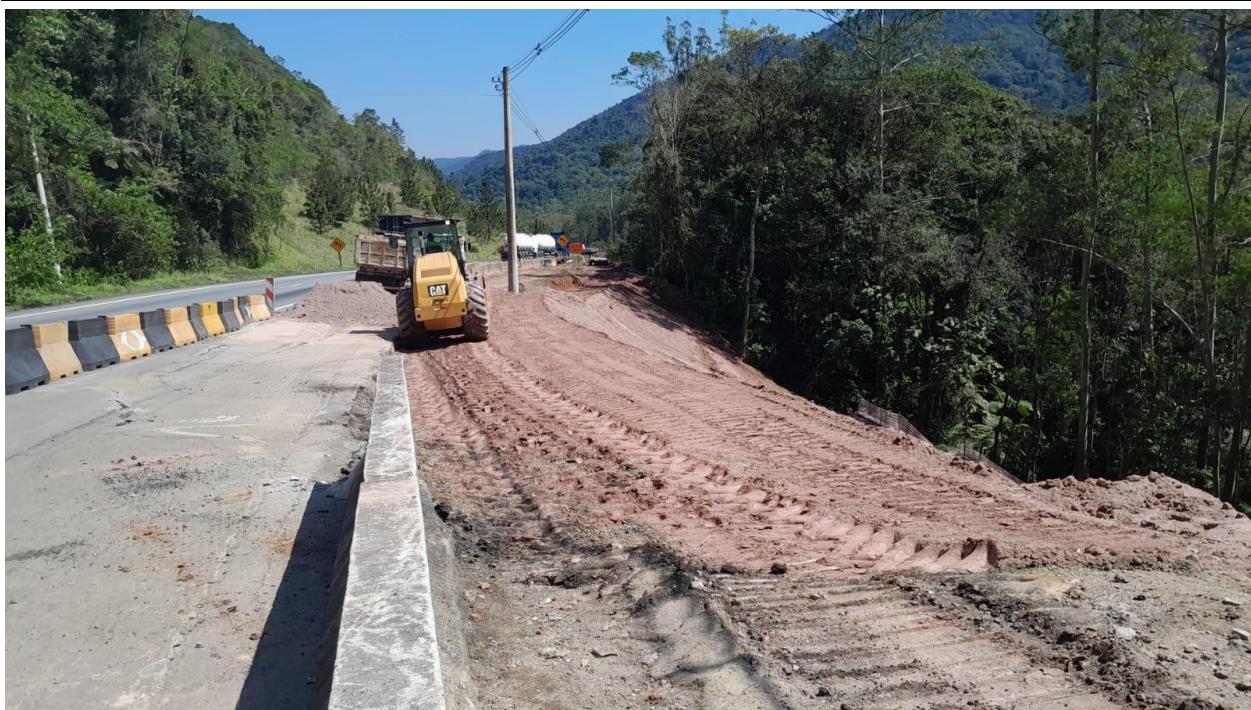


Foto 10.123 – Aterro Compactado em Solo Cimento



Foto 10.124 – Fresagem do Pavimento



Foto 10.125 – Fresagem do Pavimento



Foto 10.126 – Imprimação do Pavimento



Foto 10.127 – Pavimentação



Foto 10.128 – Pavimentação



Foto 10.129 – Pavimento



Foto 10.130 – Pavimento



Foto 10.131 – Execução das Barreiras New Jersey



Foto 10.132 – Execução das Barreiras New Jersey



Foto 10.133 – Execução das Barreiras New Jersey



Foto 10.134 – Execução das Barreiras New Jersey

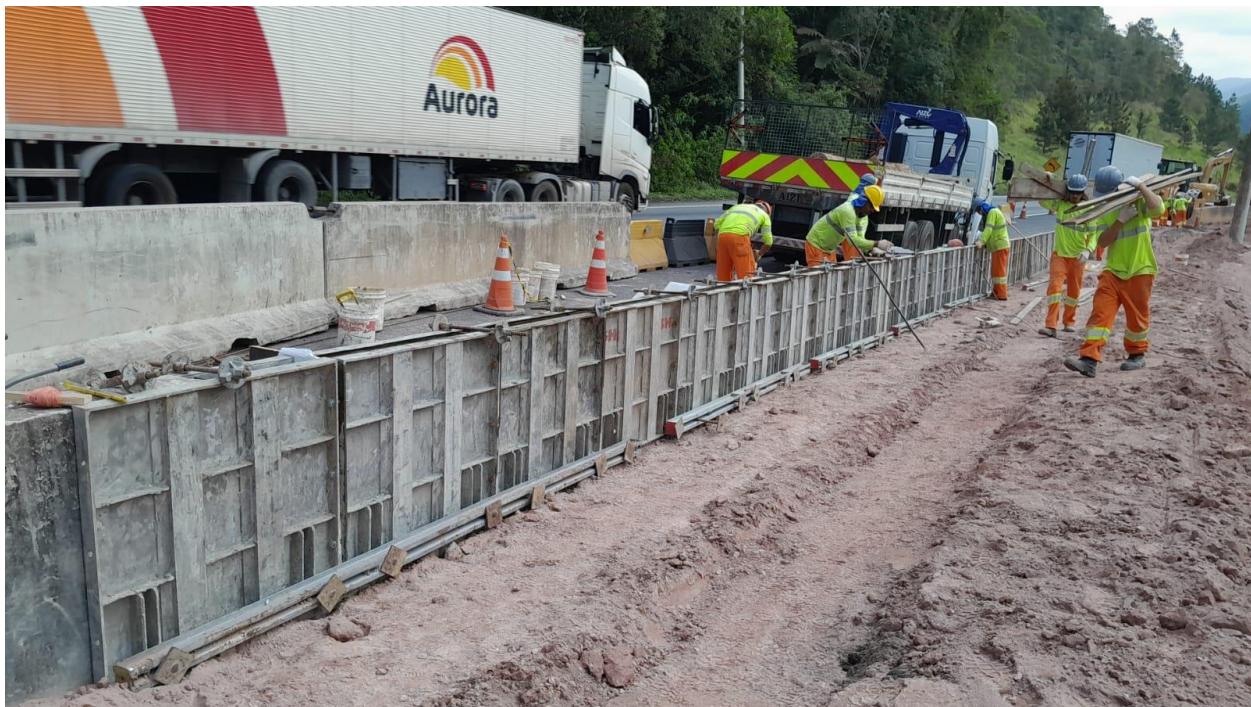


Foto 10.135 – Execução das Barreiras New Jersey

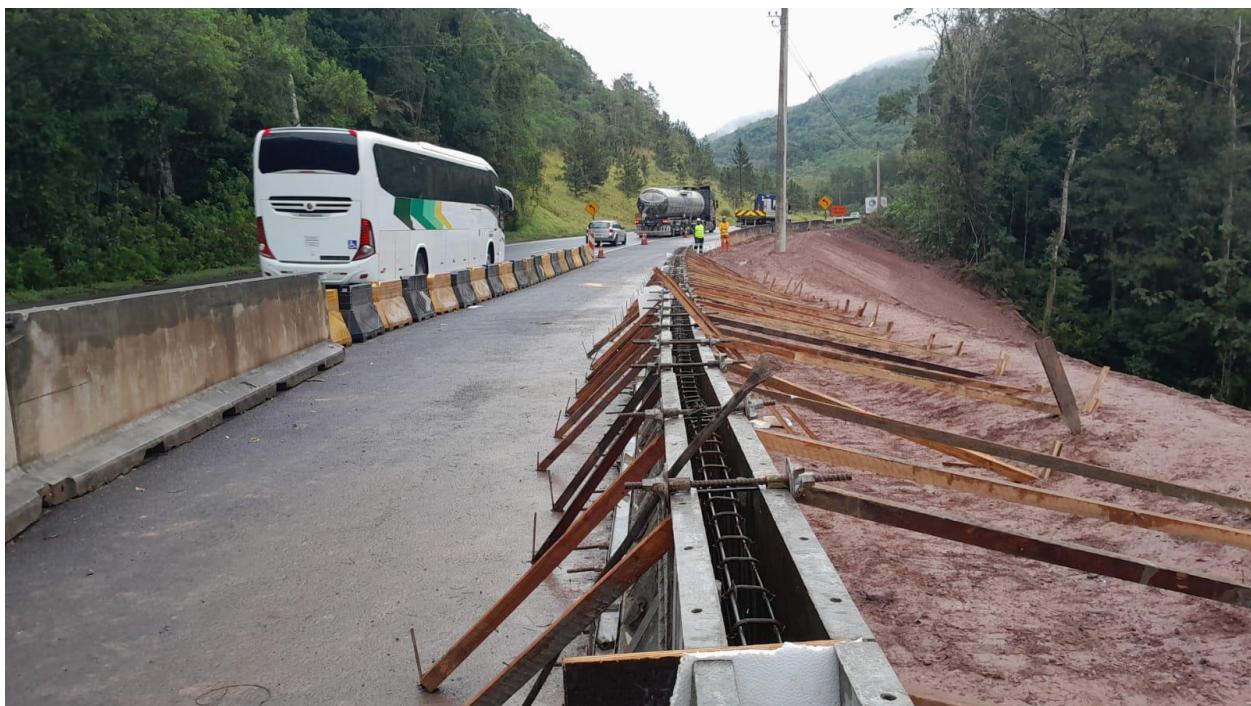


Foto 10.136 – Execução das Barreiras New Jersey



Foto 10.137 – Execução das Barreiras New Jersey



Foto 10.138 – Execução das Barreiras New Jersey



Foto 10.139 – Execução das Barreiras New Jersey



Foto 10.140 – Execução da Drenagem STC 05



Foto 10.141 – Execução da Drenagem STC 05



Foto 10.142 – Execução da Drenagem STC 05



Foto 10.143 – Execução da Drenagem STC 05



Foto 10.144 – Barreiras New Jersey



Foto 10.145 – Proteção Vegetal



Foto 10.146 – Proteção Vegetal



Foto 10.147 – Execução drenagem VPA 04



Foto 10.148 – Execução drenagem VPA 04



Foto 10.149 – Escada Hidráulica Restaurada



Foto 10.150 – Ensaios de Protensão



Foto 10.151 – Ensaios de Protensão



Foto 10.152 – Ensaios de Protensão



Foto 10.153 – Ensaios de Protensão



Foto 10.154 – Execução Escada Hidráulica DAD-03



Foto 10.155 – Execução Escada Hidráulica DAD-03



Foto 10.156 – Execução Escada Hidráulica DAD-03



Foto 10.157 – Execução Escada Hidráulica DAD-03



Foto 10.158 – Execução Escada Hidráulica DAD-03



Foto 10.159 – Conexão Hidráulica dos Dispositivos de Drenagem



Foto 10.160 – Dissipador DEB-01 e Alas do Bueiro



Foto 10.161 – Vista Geral



Foto 10.162 – Vista Geral



Foto 10.163 – Vista Geral



Foto 10.164 – Vista Geral



Foto 10.165 – Vista Geral



Foto 10.166 – Vista Geral