A altura da lâmina d'água transbordante h da vazão que considera o solo carreado é calculada através fórmula de transbordamento de barreiras.

$$Q = \frac{2}{15} \times C \times (3B_1+2B_2) \times (2g)^{0.5} \times h^{3/2}$$

Onde: h : Altura da lâmina d'água transbordante (m)
B_2 : Largura da superfície da água transbordante (m)

h=0,73m Quando

Q= 9,1 < 9,3 · · · · NOT GOOD

(Arredondar para baixo na primeira casa decimal)

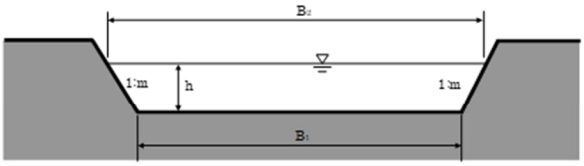
h=0,74m Quando

Q= 9,3 ≧ 9,3 · · · · GOOD

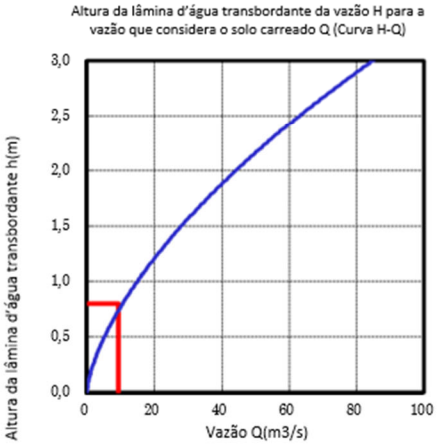
(Arredondar para baixo na primeira casa decimal)

Dessa forma, o valor da altura da lâmina d'água transbordante h da vazão que considera o solo carreado é definido conforme abaixo.

h = 0,8 m



Formato da seção do vertedouro



Fonte: Elaborado pelo Projeto Sabo

b) Valores referentes à altura da lâmina d'água transbordante da vazão de pico de fluxo de detritos – Momentos de Fluxos de Detritos

Tabela de especificações

Item	Especificação		
	Símbolo	Unidade	Valor
Vazão de pico do fluxo de detritos	Qsp	m^3/s	24,2
Coeficiente de rugosidade (curso natural do rio, parte	Kn		0,1
Inclinação de deposição de projeto	θ	deg	12,53
Comprimento da soleira do vertedouro	B1	m	8,0
Inclinação da lateral do vertedouro	m		0,5

A vazão do fluxo de detritos (Qsp) que pode ser escoada através desta seção é representada como U · Ad.

$$Qsp = U \cdot Ad$$

Onde:	z :	Altura da lâmina d'água transbordante(m) do fluxo de detritos	
	U :	Velocidade do fluxo de detritos	(m/s)
	Bda :	Largura do escoamento	(m)
	Ad:	Área da seção do escoamento	(m^2)
	Dd :	Altura da lâmina d'água do fluxo de detritos	(m)

É possível obter U · Bda · Ad · Dd com a função de z pela seguinte fórmula:

$$U = 1/Kn \cdot Dd^{2/3} \cdot (\sin\theta)^{1/2} \qquad \sin\theta \quad 0{,}22$$

$$Dd = Ad/Bda$$

$$Ad = (B1+m\times z)\times z$$

$$Bda = B1+2\times m\times z$$

Quando a altura da lâmina d'água transbordante z for 0,76m

Qsp= 3,78 ×6,37

= 24,0 < 24,2 · · · · · NOT GOOD

(Arredondar para baixo na primeira casa decimal)

U=	1/0,1	×0,73	$^{2/3}\times$	0,22	$^{1/2}$=	3,78
Dd=	6,37/		8,76		=	0,73
Ad=	(8,0	+0,5×	0,76)	×0,76	=	6,37
Bda=	8,0	+2×0,50		×0,76	=	8,76

(U,Dd,Ad,Bda: Arredondar a segunda casa decimal para cima se for acima de 5, desprezar de 4 para baixo)

Quando a altura da lâmina d'água transbordante z for 0,77m

Qsp= 3,81 ×6,46

= 24,6 ≧ 24,2 · · · · · GOOD

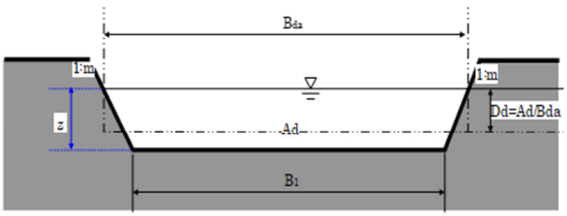
(Arredondar para baixo na primeira casa decimal)

U=	1/0,1	×0,74	$^{2/3}\times$	0,22	$^{1/2}$=	3,81
Dd=	6,46/		8,77		=	0,74
Ad=	(8,0	+0,5×	0,77)	×0,77	=	6,46
Bda=	8,0	+2×0,50		×0,77	=	8,77

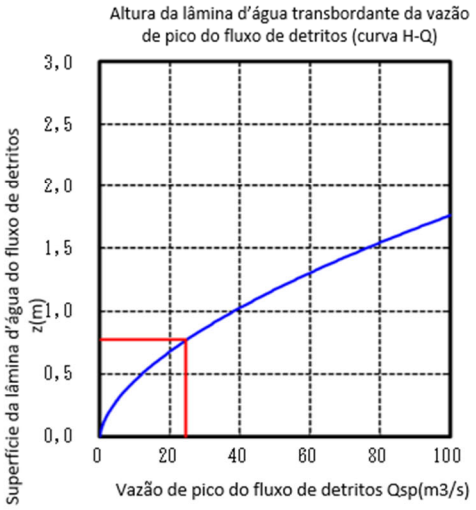
(U,Dd,Ad,Bda: Arredondar a segunda casa decimal para cima se for acima de 5, desprezar de 4 para baixo)

Dessa forma, o valor da altura da lâmina d'água transbordante z da vazão de pico do fluxo de detritos é definido conforme abaixo.

z= 0,8 m



Formato da seção do vertedouro



Fonte: Elaborado pelo Projeto Sabo

A altura da lâmina d'água na parte do vertedouro foi definida em 0,8 m, com base na vazão de pico do fluxo de detritos e na vazão de projeto, já o D95 dos blocos que podem passar pelo vertedouro ficou em 1,4m. O Manual Sabo estabelece que o dimensionamento do vertedouro deve adotar o maior valor entre o diâmetro dos blocos e a altura da lâmina d'água de projeto. Neste caso, o talvegue atrás do Hospital São Lucas tem histórico de fluxo de detritos ocorrido em 2011, ocasião em que foi possível verificar, através de levantamentos realizados na bacia, a deposição de blocos gigantes, com cerca de 2 m também na parte mais a jusante. O resultado do levantamento granulométrico identificou muitos blocos oblongos, cuja medida do eixo maior ultrapassa 2 m, havendo a possibilidade de serem envolvidos no movimento. Com o objetivo de grantir que blocos desse porte sobrepassem o vertedouro, no caso da barreira sabo impermeável de Nova Friburgo decidiu-se ampliar a altura da lâmina d'água de projeto de D95=1,4 m para 2m.

Figura 2.4.2 Situação do depósito de blocos gigantes após o fluxo de detritos de 2011 (esq. na bacia; dir. na rodovia)



Fonte: Elaborada pelo Projeto Gides

Adota-se o maior valor dentre os valores de altura da lâmina d'água transbordante, apresentados na tabela abaixo, como altura da lamina d'água de projeto.

Portanto, adotou-se a altura da lamina d'água de projeto de 2m.

Modos de cálculo usados para calcular a altura da lâmina d'água transbordante

No	Item	Altura da lâmina d'água (m)	
1	Valor da altura da lâmina d'água transbordante para a vazão que considera o solo carreado	0,8	
2	Valor da altura da lâmina d'água transbordante para a vazão de pico do fluxo de detritos	0,8	
3	Diâmetro máximo dos blocos	2,0	max

Fonte: Elaborado pelo Projeto Sabo

(4) Altura do vertedouro

Abaixo, demonstram-se as especificações utilizadas na análise da altura do vertedouro.

Tabela de especificações

Item	Especificação		
	Símbolo	Uni.	Valor
Vazão que considera o solo carreado	Q	m^3/s	9,3
Vazão de pico do fluxo de detritos	Qsp	m^3/s	24,2
Inclinação de deposição de projeto	θ	deg	12,53
Comprimento da soleira do vertedouro	B1	m	8,0
Inclinação da lateral do vertedouro	m		0,5

Fonte: Elaborado pelo Projeto Sabo

a) Altura da borda livre

A altura da borda livre é definida com base na tabela abaixo. Considera-se que a altura de borda livre pode variar também conforme a inclinação do leito do canal. Calcula-se de modo que a razão altura da borda livre-altura da lamina d'água de projeto não seja inferior aos valores demonstrados na tabela abaixo.
Destaca-se que a inclinação de deposição de projeto é utilizada como inclinação do leito.

Altura de borda livre para a vazão alvo

Vazão alvo	Altura de borda livre(m)
Abaixo de 200m3/s	0,6
200~500m^3/s	0,8
Acima de 500m^3/s	1,2

Valor mínimo da razão altura de borda livre-altura da lamina d'água de projeto por inclinação de leito

Inclinação do leito do canal	(altura de borda livre)/(altura da lamina d'água de projeto)
Acima de 1/10	0,50
1/ 10~ 1/30	0,40
1/ 30~ 1/50	0,30
1/ 50~ 1/70	0,25

Vazão de projeto:	Abaixo de 200m3/s
Altura de borda livre para a vazão:	0,6m

Inclinação de deposição de projeto :	1/4,5
Menor valor de altura de borda livre/altura da lamina d'água de projeto	0,50
Altura de borda livre mínima necessária	1,0m

Altura de borda livre 0,6m Quando
Altura de borda livre/altura da lamina d'água de projeto 0,6m / 2m = 0,3 · · · · · NOT GOOD

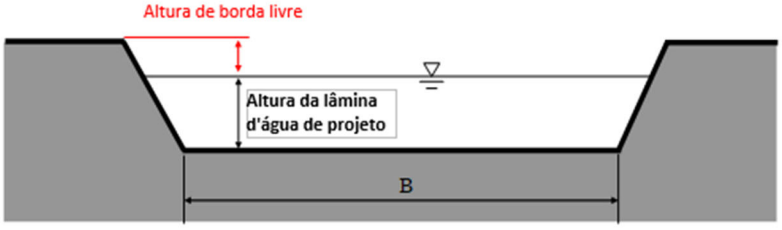
Dessa forma, a altura de borda livre fica em 1,0 m

Fonte: Elaborado pelo Projeto Sabo

b) Altura do vertedouro

A altura do vertedouro é a altura da lamina d'água de projeto somada à altura de borda livre

Altura do vertedouro: 2 + 1 = 3,0 m



Formato da seção do vertedouro

Fonte: Elaborado pelo Projeto Sabo

2.4.2 Formato do corpo principal

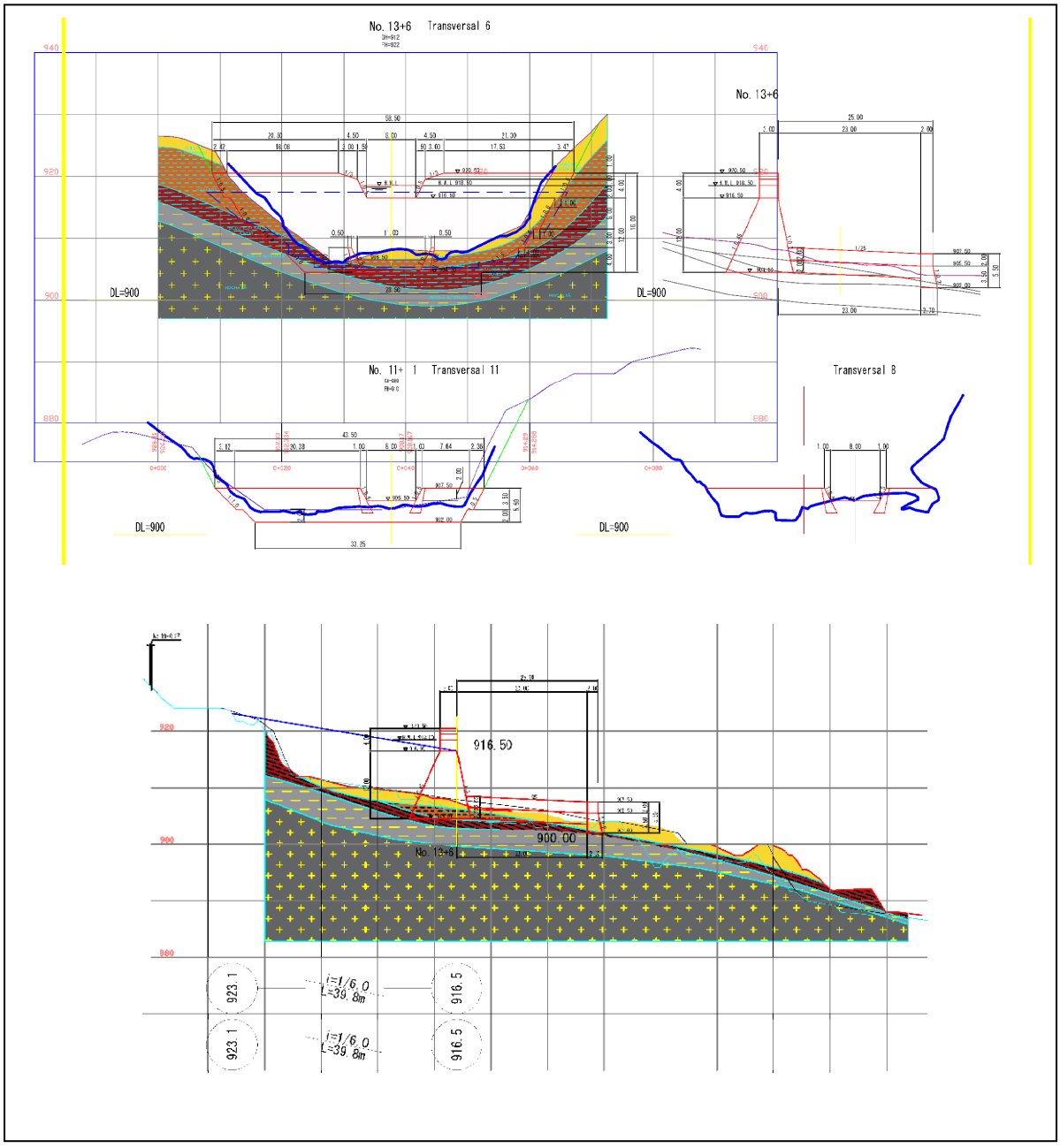
(1) Condições do corpo da barreira

Considerando o plano de posicionamento das intervenções e a profundidade da ficha, a altura da barreira foi definida em 12,0 m. Obedecendo ao Manual Sabo, a espessura da crista da barreira sabo ficou em 3,0 m, cuja inclinação do paramento de jusante foi estabelecida em 1V:0,2H.

(2) Fundação do corpo da barreira

A partir dos resultados da sondagem, julgou-se que a fundação do corpo da barreira ficará em rocha branda alterada I(CH). Para analisar os formatos das asas e da fundação, realizou-se a sobreposição das seções transversais e longitudinais – elaboradas com base no levantamento topográfico – as seções geológicas transversais e longitudinais, além da planta da barreira sabo. Definiu-se, assim, o formato que garante determinada a profundidade de ficha para as partes estudadas.

Figura 2.4.3 Sobreposição dos produtos dos levantamentos geológico e topográfico e a barreira sabo.



Fonte: Elaborado pelo Projeto Sabo

2.4.3 Cálculo de estabilidade

É feita a verificação da estabilidade combinando as forças de projeto nos três cenários: condições de fluxo de detritos, condições de cheia e condições de preenchimento dos sólidos.

Dessa forma, serão calculadas as forças verticais e horizontais, os momentos de tombamento e estabilizantes para concluir as verificações de estabilidade ao tombamento, deslizamento e tensão de suporte nas fundações.

Os parâmetros utilizados no cálculo descrito apresentam os seguintes valores:

- Peso específico da água com sedimentos: 12,0kN/m³
- Peso específico submerso dos sedimentos no fluxo de detritos: 8,0kN/m³
- Peso específico do fluxo de detritos: 19,31kN/m³
- Ângulo de atrito do solo: 35º

O cálculo de estabilidade resultou na definição do paramento de montante em 1V:0,4H; do ponto de vista econômico, pode-se também verificar que essa configura a seção mais eficiente. Seguem, abaixo, os resultados do cálculo de estabilidade.

(1) Condições de estabilidade

O cálculo de estabilidade da barreira de gravidade em concreto tem que satisfazer as seguintes condições de estabilidade:

- **Estabilidade para tombamento e tensão de tração**

Por regra, para que não ocorra tensão de tração no lado da extremidade de montante da base da barreira, a linha de ação do somatório das forças externas e do próprio peso deve incidir dentro do terço central da base da barreira.

- **Estabilidade para o deslizamento**

Não pode ocorrer deslizamento entre a base da barreira e o terreno de fundação.

- **Estabilidade estrutural do corpo da barreira e do terreno da fundação**

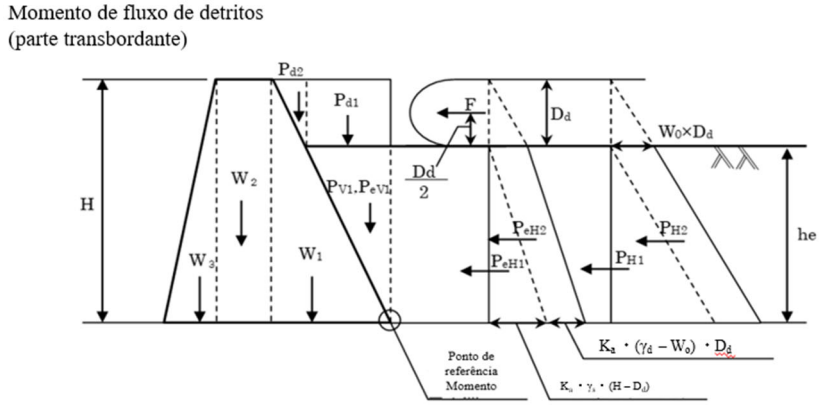
A tensão máxima que ocorre dentro da barreira não deve ultrapassar o valor de tensão admissível dos materiais que a compõem.

A maior tensão recebida pelo terreno da fundação deve ser inferior à tensão admissível do terreno.

(2) Fluxo de detritos (parte transbordante):

As parcelas de força vertical e seus braços de alavanca encontram-se resumidos na tabela abaixo:

Figura 2.4.4 Esquema de forças atuantes para o caso de fluxo de detritos na parte transbordante



Descrição da parcela	Força (kN/m)	Braço de alavanca (m)
Peso próprio da barreira – seção a jusante (W1)	331,20	8,60
Peso próprio da barreira – seção central (W2)	828,00	6,30
Peso próprio da barreira – seção a montante (W3)	662,40	3,20
Pressão hidrostática (PV1)	324,62	1,55
Pressão de deposição de detritos (PeV1)	221,82	1,55
Peso do fluxo de detritos 1 (Pd1)	33,24	2,33
Peso do fluxo de detritos 2 (Pd2)	0,53	4,70

As parcelas de força horizontais e seus braços de alavanca encontram-se resumidos na tabela abaixo:

Descrição da parcela	Força (kN/m)	Braço de alavanca (m)
Pressão de deposição 1 (PeH1)	150,28	3,88
Pressão de deposição 2 (PeH2)	9,56	5,82
Pressão hidrostática 1 (PH1)	811,54	3,88
Pressão hidrostática 2 (PH2)	51,64	5,82
Fluxo de detrito (PF)	6,13	11,82

Os somatórios de forças e momentos encontram-se resumidos abaixo:

- O somatório de forças **verticais** calculado foi: 2.401,80 kN/m
- O somatório de forças **horizontais** calculado foi 1.029,15kN/m
- O somatório de **momentos estabilizantes** foi 13.386,86kNm/m
- O somatório de **momentos de tombamento** foi 4.156,92kNm/m

Os cálculos de estabilidade encontram-se resumidos abaixo:

- Segurança ao **tombamento:**

$$FS_{2.3} := \frac{M_{Estabilizante.2}}{M_{Tombamento.2}} = 3.22$$

$$e_{0.2} := \frac{M_{Estabilizante.2} - M_{Tombamento.2}}{V_{total.2}} = 3.84\ m \qquad e_{f.2} := \frac{B_{base}}{2} - e_{0.2} = 1.26\ m \qquad \frac{B_{base}}{6} = 1.70\ m$$

Portanto a estrutura apresenta segurança ao tombamento superior ao estabelecido pela norma.

- Segurança ao **deslizamento:**

A favor da segurança, desprezou-se a coesão entre a barreira e a fundação.

$$FS_{2.4} := \frac{\tan(\phi) \cdot V_{total.2} + c \cdot B_{base}}{H_{total.2}} = 1.63$$

Portanto a estrutura apresenta segurança ao tombamento superior ao estabelecido pela norma.

- Capacidade de **suporte da fundação:**

$$\sigma_{jusante.2} := \frac{V_{total.2}}{B_{base}} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot e_{f.2}}{B_{base}}\right) = 409.59\ kPa$$

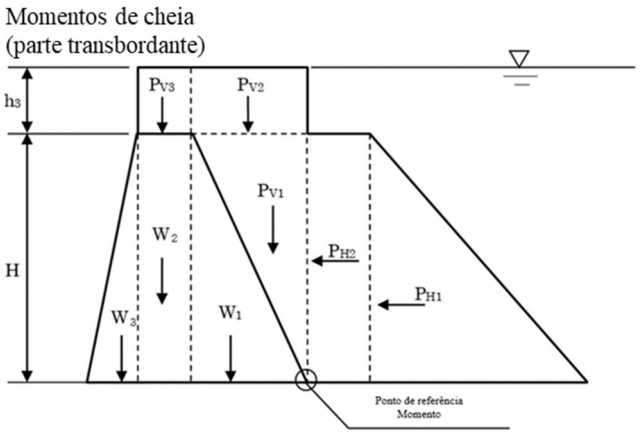
$$\sigma_{montante.2} := \frac{V_{total.2}}{B_{base}} \cdot \left(1 - \frac{6 \cdot e_{f.2}}{B_{base}}\right) = 61.35\ kPa$$

Portanto a tensão na fundação a jusante e a montante estão abaixo da capacidade resistente do solo.

(3) Cheia (parte transbordante):

As parcelas de força vertical e seus braços de alavanca encontram-se resumidos na tabela abaixo:

Figura 2.4.5 Esquema de forças atuantes para o caso de cheia na parte transbordante



Descrição da parcela	Força (kN/m)	Braço de alavanca (m)
Peso próprio da barreira – seção a jusante (W1)	331,20	8,60
Peso próprio da barreira – seção central (W2)	828,00	6,30
Peso próprio da barreira – seção a montante (W3)	662,40	3,20
Pressão hidrostática 1 (PV1)	324,62	1,55
Pressão hidrostática 2 (PV2)	46,08	2,40
Pressão hidrostática 3 (PV3)	345,60	1,60

As parcelas de força horizontais e seus braços de alavanca encontram-se resumidos na tabela abaixo:

Descrição da parcela	Força (kN/m)	Braço de alavanca (m)
Pressão hidrostática 1 (PH1)	864,00	4,00
Pressão hidrostática 2 (PH2)	115,20	6,00

Os somatórios de forças e momentos encontram-se resumidos abaixo:

- O somatório de forças **verticais** calculado foi: 2.242,08 kN/m
- O somatório de forças **horizontais** calculado foi 979,20kN/m
- O somatório de forças **momentos estabilizantes** foi 11.839,82kNm/m
- O somatório de **momentos de tombamento** foi 4.147,20kNm/m

Os cálculos de estabilidade encontram-se resumidos abaixo:

- Segurança ao **tombamento**:

$$FS_{3.3} := \frac{M_{Estabilizante.3}}{M_{Tombamento.3}} = 2.85$$

$$e_{0.3} := \left| \frac{M_{Estabilizante.3} - M_{Tombamento.3}}{V_{total.3}} \right| = 3.43\ m \qquad e_{f.3} := \frac{B_{base}}{2} - e_{0.3} = 1.67\ m \qquad \frac{B_{base}}{6} = 1.70\ m$$

Portanto a estrutura apresenta segurança ao tombamento superior ao estabelecido pela norma.

- Segurança ao **deslizamento**:

A favor da segurança, desprezou-se a coesão entre a barreira e a fundação.

$$FS_{3.4} := \frac{\tan(\phi) \cdot V_{total.3} + c \cdot B_{base}}{H_{total.3}} = 1.60$$

Portanto a estrutura apresenta segurança ao tombamento superior ao estabelecido pela norma.

- Capacidade de suporte da fundação:

$$\sigma_{jusante.3} := \frac{V_{total.3}}{B_{base}} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot e_{f.3}}{B_{base}}\right) = 435.61\ kPa$$

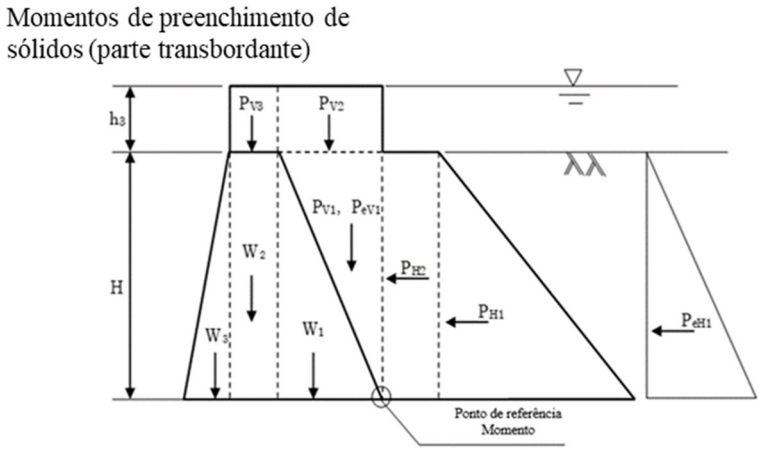
$$\sigma_{montante.3} := \frac{V_{total.3}}{B_{base}} \cdot \left(1 - \frac{6 \cdot e_{f.3}}{B_{base}}\right) = 4.01\ kPa$$

Portanto a tensão na fundação a jusante e a montante estão abaixo da capacidade resistente do solo.

(4) Cheia com preenchimento de sólidos (parte transbordante):

As parcelas de força vertical e seus braços de alavanca encontram-se resumidos na tabela abaixo:

Figura 2.4.6 Esquema de forças atuantes para o caso de cheia com preenchimento de sólidos na parte transbordante.



Descrição da parcela	Força (kN/m)	Braço de alavanca (m)
Peso próprio da barreira – seção a jusante (W1)	331,20	8,60
Peso próprio da barreira – seção central (W2)	828,00	6,30
Peso próprio da barreira – seção a montante (W3)	662,40	3,20
Pressão hidrostática 1 (PV1)	28,8	6,30
Pressão hidrostática 2 (PV2)	46,08	2,40
Pressão hidrostática 3 (PV3)	345,60	1,60
Pressão de deposição de detritos (PeV1)	236,16	1,60

As parcelas de força horizontais e seus braços de alavanca encontram-se resumidos na tabela abaixo:

Descrição da parcela	Força (kN/m)	Braço de alavanca (m)
Pressão hidrostática 1 (PH1)	864,00	4,00
Pressão hidrostática 2 (PH2)	115,20	6,00
Pressão de deposição 1 (PeH1)	159,99	4,00

Os somatórios de forças e momentos encontram-se resumidos abaixo:

- O somatório de forças **verticais** calculado foi: 2.478,17kN/m
- O somatório de forças **horizontais** calculado foi 1.139,19kN/m
- O somatório de **momentos estabilizantes** foi 13.870,80kNm/m
- O somatório de **momentos de tombamento** foi 4.787,17kNm/m

Os cálculos de estabilidade encontram-se resumidos abaixo:

- Segurança ao **tombamento**:

$$FS_{4.3} := \frac{M_{Estabilizante.A}}{M_{Tombamento.A}} = 2.90$$

$$e_{0.A} := \left| \frac{M_{Estabilizante.A} - M_{Tombamento.A}}{V_{total.A}} \right| = 3.67\ m \qquad e_{f.A} := \frac{B_{base}}{2} - e_{0.A} = 1.43\ m \qquad \frac{B_{base}}{6} = 1.70\ m$$

Portanto a estrutura apresenta segurança ao tombamento superior ao estabelecido pela norma.

- Segurança ao **deslizamento**:

A favor da segurança, desprezou-se a coesão entre a barreira e a fundação.

$$FS_{4.4} := \frac{\tan(\phi) \cdot V_{total.A} + c \cdot B_{base}}{H_{total.A}} = 1.52$$

Portanto a estrutura apresenta segurança ao tombamento superior ao estabelecido pela norma.

- Capacidade de suporte da fundação:

$$\sigma_{jusante.A} := \frac{V_{total.A}}{B_{base}} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot e_{f.A}}{B_{base}}\right) = 448.00\ kPa$$

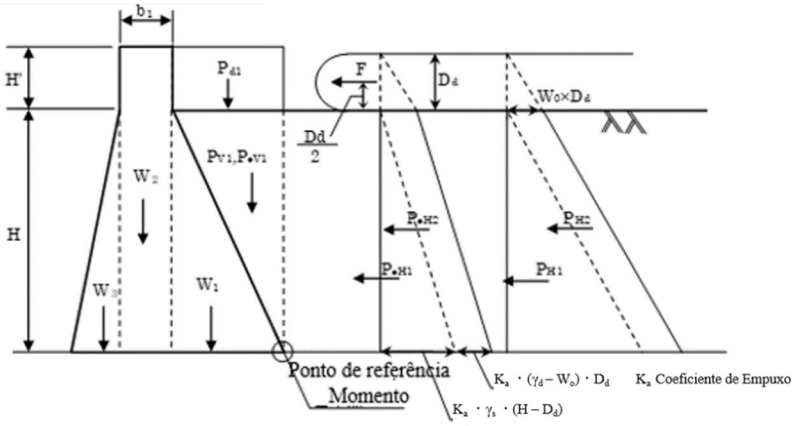
$$\sigma_{montante.A} := \frac{V_{total.A}}{B_{base}} \cdot \left(1 - \frac{6 \cdot e_{f.A}}{B_{base}}\right) = 37.92\ kPa$$

Portanto a tensão na fundação a jusante e a montante estão abaixo da capacidade resistente do solo.

(5) Fluxo de detritos (parte não transbordante):

As parcelas de força vertical e seus braços de alavanca encontram-se resumidos na tabela abaixo:

Figura 2.4.7 Esquema de forças atuantes para o caso de fluxo de detritos na parte não transbordante.



Descrição	Força (kN/m)	Braço de alavanca (m)
Peso próprio da barreira – seção a jusante (W1)	331,20	8,60
Peso próprio da barreira – seção central (W2)	828,00	6,30
Peso próprio da barreira – seção a montante (W3)	662,40	3,20
Peso próprio da barreira – asa (W4)	207,00	6,30
Pressão hidrostática (PV1)	345,60	1,60
Pressão de deposição de detritos (PeV1)	236,16	1,60
Peso do fluxo de detritos 1 (Pd1)	34,29	2,40

As parcelas de força horizontais e seus braços de alavanca encontram-se resumidos na tabela abaixo:

Descrição da parcela	Força (kN/m)	Braço de alavanca (m)
Pressão de deposição 1 (PeH1)	159,99	4,00
Pressão de deposição 2 (PeH2)	9,87	6,00
Pressão hidrostática 1 (PH1)	864,00	4,00
Pressão hidrostática 2 (PH2)	53,28	6,00
Fluxo de detrito (PF)	6,13	12,19

Os somatórios de forças e momentos encontram-se resumidos abaixo:

- O somatório de forças **verticais** calculado foi: 2.644,65kN/m
- O somatório de forças **horizontais** calculado foi 1.093,27kN/m
- O somatório de **momentos estabilizantes** foi 14.473,85kNm/m
- O somatório de **momentos de tombamento** foi 4.549,51kNm/m

Os cálculos de estabilidade encontram-se resumidos abaixo:

- Segurança ao **tombamento**:

$$FS_{5.3} := \frac{M_{Estabilizante.5}}{M_{Tombamento.5}} = 3.18$$

$$e_{0.5} := \left| \frac{M_{Estabilizante.5} - M_{Tombamento.5}}{V_{total.5}} \right| = 3.75\ m \qquad e_{f.5} := \frac{B_{base}}{2} - e_{0.5} = 1.35\ m \qquad \frac{B_{base}}{6} = 1.70\ m$$

Portanto a estrutura apresenta segurança ao tombamento superior ao estabelecido pela norma.

- Segurança ao **deslizamento**:

A favor da segurança, desprezou-se a coesão entre a barreira e a fundação.

$$FS_{5.4} := \frac{\tan(\phi) \cdot V_{total.5} + c \cdot B_{base}}{H_{total.5}} = 1.69$$

Portanto a estrutura apresenta segurança ao tombamento superior ao estabelecido pela norma.

- Capacidade de suporte da fundação:

$$\sigma_{jusante.5} := \frac{V_{total.5}}{B_{base}} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot e_{f.5}}{B_{base}}\right) = 464.78\ kPa$$

$$\sigma_{montante.5} := \frac{V_{total.5}}{B_{base}} \cdot \left(1 - \frac{6 \cdot e_{f.5}}{B_{base}}\right) = 53.78\ kPa$$

Portanto a tensão na fundação a jusante e a montante estão abaixo da capacidade resistente do solo.

2.4.4 Formato das asas

(1) Formato das asas

Seguindo o Manual Sabo, a largura da crista das asas foi igualada à largura da soleira do vertedouro. A inclinação das asas obecede a mesma inclinação do leito atual do talvegue, sendo definida em L=3,0 m e H=1,0 m.

(2) Engaste nas encostas de ambas as margens

Julgou-se, com base nos resultados da sondagem, que a fundação do corpo da barreira ficará em cascalho. Embasou-se na topografia para definir o formato de que garante a profundidade suficiente do engaste.

(3) Cálculo de estabilidade

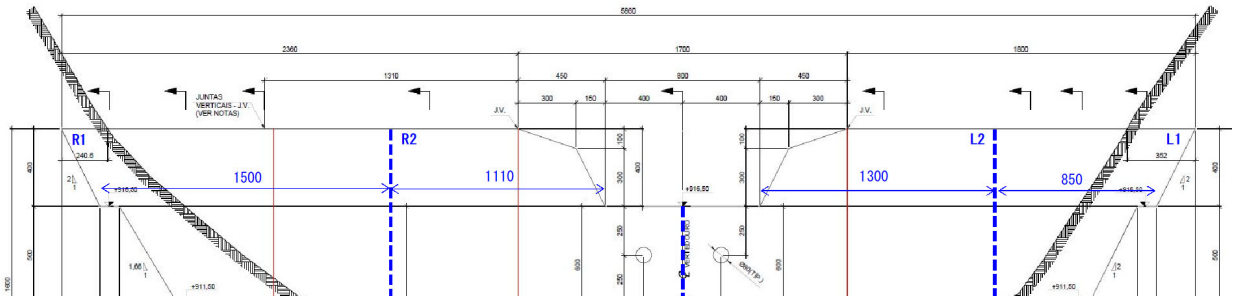
No cálculo de estabilidade das asas, adota-se o maior valor obtido da comparação das forças de impacto dos blocos e dos troncos carreados, ao qual é adicionada a solicitação hidrodinâmica do fluxo de detritos. Os esforços externos adotados na análise de estabilidade das asas são os descritos a seguir:

- Peso próprio da asa
- Solicitação hidrodinâmica do fluxo de detritos
- Força de impacto dos blocos ou dos troncos carreados

a) Definição dos blocos para a avaliação da estabilidade

Para a valaviação da estabilidade em blocos, foram consideradas as etapas de concretagem das asas para sua divisão, sendo a margem direita em R1 e R2 e a esquerda em L1 e L2, ambas as margens com dois blocos cada. A divisão dos blocos está representada na figura abaixo.

Figura 2.4.8 Posição do cálculo de estabilidade das asas



Fonte: Elaborado pelo Projeto Sabo

b) Resultado do cálculo de estabilidade

Ao realizar o cálculo, foi possível verificar que todos os blocos satisfazem as condições de estabilidade, por isso concluiu-se que o reforço das asas é desnecessário. Os resultados obtidos no cálculo de estabilidade seguem abaixo:

Tabela 2.4.1 Tabela dos resultados do cálculo de estabilidade

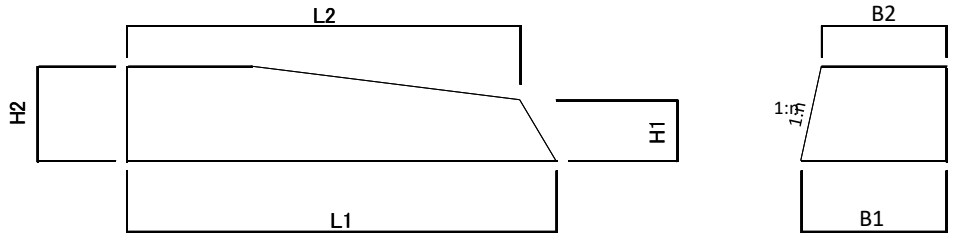
	R1	R2	L2	L1
Peso próprio das asas (kN/m)	276,00	241,50	241,50	276,00
Força de impacto dos blocos (kN/m)	230,68	340,26	291,98	372,36
Força de impacto dos troncos carreados (kN/m)	55,75	85,58	78,89	93,33
Força hidrodinâmica do fluxo de detritos (kN/m)	6,13	6,13	6,13	6,13
Fator de segurança para o deslizamento (n>4)	33,25	22,66	26,33	20,80
Força de compressão admissível (kN/m^2) σ 'ca < 5850	207,92	251,16	227,01	279,68
Tensão de flexão e tração (kN/m^2) σ ca > -337.5	-23,92	-90,16	-66,01	-95,68

Fonte: Elaborado pelo Projeto Sabo

Como parte do cálculo de estabilidade, apresenta-se abaixo o resultado referente ao bloco R2.

Cálculo das asas — Número do bloco: R2

Símbolo	item	Unidade	Valor	
Formato da asa				
B1	Espessura da base da asa	m	3,00	
B2	Espessura do topo da asa	m	3,00	
L1	Comprimento da base da asa	m	11,10	
L2	Comprimento da inclinação do topo da asa	m	9,60	
H1	Altura da asa	m	3,00	
H2	Altura da asa	m	4,00	
1:n	Inclinação do paramento de jusante da asa		1:0,00	
Condições básicas				
π	Razão circunferência-diâmetro		3,14	
g	Aceleração gravitacional	m/s^2	9,81	
n	Fator de segurança ao deslizamento		4,0	
Especificações do concreto				
E1	Coeficiente de elasticidade da resistência final da reta secante do concreto	N/m^2	2,55	×10^9
ν1	Coeficiente de Poisson do concreto		0,19	
We	Peso específico do concreto	kN/m^2	23,00	
τc	Tensão de cisalhamento do concreto	kN/m^2	2560,00	
f	Coeficiente de atrito do concreto		0,70	
σ´ca	Tensão de cisalhamento do concreto	kN/m^2	3900,00	
	[1,5: majoração variável]		5850,00	
σca	Tração fletora admitida do concreto	kN/m^2	225,00	
	[1,5: majoração variável]		337,50	
Especificações do fluxo de detritos				
U :	Velocidade do fluxo de detritos	m/s	2,9	
F	Hidrodinâmica do fluxo de detritos	kN	6,13	
Dd	Altura da lâmina d'água do fluxo de detritos	m	0,37	
Bd	Largura média do escoamentodo do fluxo de detritos	m	23,0	
Especificações dos blocos				
R	Raio dos blocos	m	0,75	
E2	Coeficiente de elasticidade dos blocos	N/m^2	49,05	×10^9
ν2	Coeficiente de Poisson dos blocos		0,23	
σ	Densidade dos blocos	kg/m^3	2550	
Especificações dos troncos carreados				
Hwm	Altura máxima do tronco das árvores em pé a montante	m	10,0	
Rwm	Diâmetro máximo do tronco na altura do peito das árvores em pé a montante	m	0,50	
E3	Coeficiente de elasticidade dos troncos carreados	N/m^2	7,4	×10^9
ν3	Coeficiente de Poisson dos troncos carreados		0,4	
ρR	Densidade dos troncos carreados	$k g /m^3$	330,0	



Fonte: Elaborado pelo Projeto Sabo

1. Calculo da força de impacto dos blocos (P1)

Força de impacto decorrente da colisão dos blocos
(Força de impacto que atua em cada unidade de comprimento do concreto da asa)

(1) Massa específica do concreto

Altura média	H=	3,50	m
Comprimento médio	L=	10,35	m
Espessura do topo (média)	B=	3,00	m
Peso específico do concreto	We=	23,00	kN/m^2
Aceleração gravitacional	g=	9,81	m/s^2

Massa específica do concreto

m_1= H×L×B×We×1000/g= 3.50×10.35×3.00×23.00×1000/9.81
= 254793,58 kg

(2) Massa específica dos blocos

Razão circunferência-diâmetro	π=	3,14	
Peso específico dos blocos	σ=	2550	kN/m^3
Raio dos blocos	R=	0,75	m

Peso dos blocos

m_2= $4/3 \cdot \pi \cdot R^3 \cdot \sigma$= 4/3×3.14×0.750^3×2,550
= 4504 kg

(3) Cálculo dos coeficientes necessários

Coeficiente de elasticidade da resistência final da reta secante do concreto	E_1=	2,550 ×10^9N/㎡
Coeficiente de Poisson do concreto	ν_1=	0,194
Coeficiente de elasticidade dos blocos	E_2=	49,1 ×10^9N/㎡
Coeficiente de Poisson dos blocos	ν_2=	0,230
Velocidade dos blocos	V=	2,90 m/s
Coeficiente de correção da velocidade dos blocos	β	

É sabido que quando o bloco colide com o concreto-massa, quanto maior a velocidade de impacto, menor fica a força de impacto atuante. Sendo assim, calcula-se a força de impacto P que atua de fato no concreto das asas, seguindo a figura abaixo.

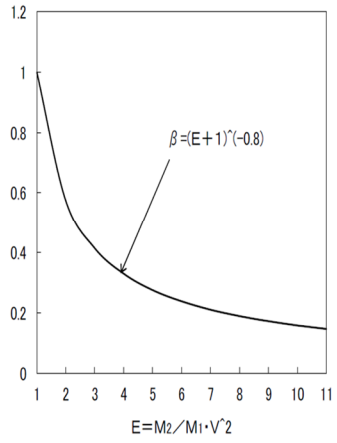


Figura - Coeficiente de correção da velocidade dos blocos e da força de impacto

Mizuyama, Imaki: Experimento da força de impacto do fluxos de detritos em barreira sabo, Jornal da Engenharia Civil, Vol. 22- No 11.

$$E=\frac{m_2}{m_1} \times V^2 = \frac{4.504}{254.793,58} \times 2,90\text{^}2 = 0,149$$

$$\beta = (E+1)^{-0,8} = (0,149+1,00)\text{^}-0,8 = 0,895$$

$$n_1=\frac{1}{m_2} = \frac{1}{4.504} = 0,00022$$

$$K_1=\frac{1-\nu_1^2}{\pi E_1} = \frac{1-0,194\text{^}2}{3,14\times 2,550\times 10\text{^}9} = 1,20 \times 10\text{^}-10$$

$$K_2=\frac{1-\nu_2^2}{\pi E_2} = \frac{1-0,23\text{^}2}{3,14\times 49,1\times 10\text{^}9} = 6,15 \times 10\text{^}-12$$

$$n=\sqrt{\frac{16R}{9\pi^2\cdot(K_1+K_2)^2}} = \sqrt{\frac{16\times 0,75}{9\times 3,14\text{^}2\times(1,20\times 10\text{^}-10+6,15\times 10\text{^}-12)\text{^}2}} = 2,92 \times 10\text{^}9$$

$$\alpha = \left(\frac{5V^2}{4n_1\cdot n}\right)^{2/5} = \left(\frac{5\times 2,90\text{^}2}{4\times 0,00022\times 2,92\times 10\text{^}9}\right)\text{^}2/5 = 1,22 \times 10\text{^}-2$$

$$P=\beta\cdot n\cdot\alpha^{3/2} = 0,90\times 2,92\times 10\text{^}9\times(1,22\times 10\text{^}-2)\text{^}(3/2) = 3.521.645 \text{ N} = 3.521,65\text{kN}$$

A partir da fórmula abaixo, obtém-se a força de impacto por unidade de comprimento de P1=340,26kN/m
P1 =P/B 3.521,65kN/10,35 = 340,26 kN/m

2. Calculo da força de impacto dos troncos carreados (P2)

Força de impacto decorrente da colisão dos troncos carreados
(Força de impacto que atua em cada unidade de comprimento do concreto da asa)

(1) Cálculo do comprimento máximo e do diâmetro máximo dos troncos
Define-se o comprimento máximo dos troncos (L_{wm}) pela fórmula abaixo:

Hwm ≧ 1,3Bd Quando Lwm≒1,3Bd
Hwm < 1,3Bd Quando Lwm≒Hwm

Lwm: Comprimento máximo dos troncos (m)
Hwm: Altura máxima do tronco das árvores em pé a montan = 10,0 m
Bd: Largura média do escoamento do fluxo de detritos = 23,0 m
(Largura média do leito do canal onde estima-se que haverá erosão no momento da ocorrência do fluxo de detritos)

H_{wm}= 10m < 1,3Bd= 1,3 x 23,0 = 29,9 m
Logo, L_{wm}= 10 = 10 m

Como diâmetro máximo dos troncos (R_{wm}) considera-se o diâmetro máximo na altura do peito, presumindo que seja praticamente igual para as árvores em pé existentes na bacia a montante e que podem ser carreadas.
Logo, R_{wn} 0,5 m

(2) Massa específica dos troncos

Razão circunferência-diâmetro	π=	3,14	
Diâmetro máximo do tronco	R_{wm}=	0,5	m
Raio máximo do tronco	R=	0,25	m
Comprimento máximo do tronc	L_{wm}=	10	m
Densidade dos troncos carreado	σ_R=	330	k g /m^3

(2) Massa específica dos troncos

$m_3 = \pi \cdot R^2 \cdot L_{wm} \cdot \rho_R$= 3.14×0.25^2×10.0×330

= 648 kg

(3) Cálculo dos coeficientes necessários

Coeficiente de elasticidade da resistência final da reta secante do concreto	E_1=	2,550	×10^9N/m²
Coeficiente de Poisson do concreto	ν_1=	0,194	
Massa específica do concreto	m_1=	254.793,58	kg
Coeficiente de elasticidade dos troncos carreados	E_3=	7,35	×10^9N/m²
Coeficiente de Poisson dos troncos carreados	ν_3=	0,4	
Velocidade dos troncos (igual à velocidade de escoamento do fluxo de detritos)	V=	2,90	m/s
Coeficiente de correção da velocidade dos blocos	β		

$$E = \frac{m_3}{m_1} \times V^2 = \frac{648}{254.793,58} \times 2.90^2 = 0,021$$

$$\beta = (E+1)^{-0,8} = (0.021+1.00)^{-0.8} = 0,983$$

$$n_1 = \frac{1}{m_3} = \frac{1}{648} = 0,00154$$

$$K_1 = \frac{1-\nu_1^2}{\pi E_1} = \frac{1-0.194^2}{3.14\times2.550\times10^9} = 1.2 \times10^{-10}$$

$$K_2 = \frac{1-\nu_3^2}{\pi E_3} = \frac{1-0.40^2}{3.14\times7.4\times10^9} = 0.36 \times10^{-10}$$

$$n = \sqrt{\frac{16R}{9\pi^2\cdot(K_1+K_2)^2}} = \sqrt{\frac{16\times0.25}{9\times3.14^2\times(1.20\times10^{-10}+0.36\times10^{-12})^2}} = 13,60 \times10^8$$

$$\alpha = \frac{5V^2}{4n_1\cdot n})^{2/5} = \frac{5\times2.90^2}{4\times0.00154\times13.60\times10^8})^{2/5} = 0,76 \times10^{-2}$$

$$P = \beta \cdot n \cdot \alpha^{3/2} = 0.983\times13.60\times10^8\times(0.76\times10^{-2})^{(3/2)} = 885.750 \text{ N} = 885.75\text{kN}$$

A partir da fórmula abaixo, obtém-se a força de impacto por unidade de comprimento de P2=85.58kN/m

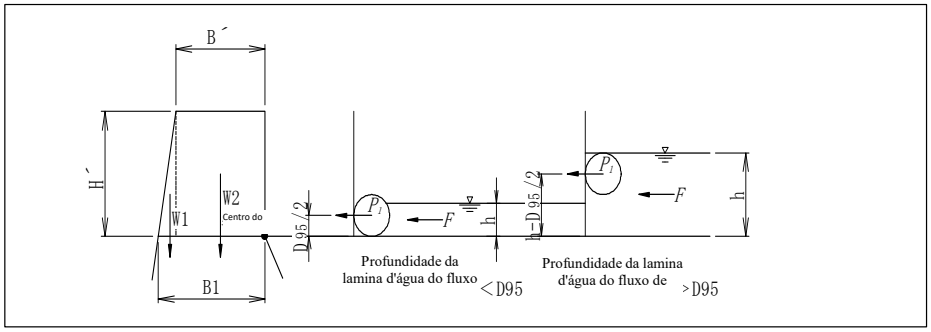
P2 =P/B 885.75kN/10.35m = 85,58 kN/m

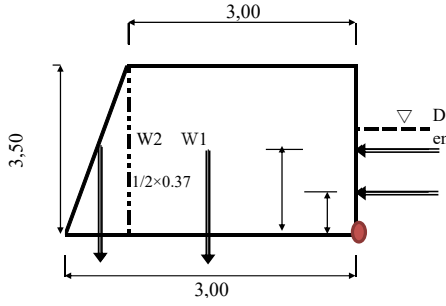
3. Cargas que incidem nas asas

Os cálculos foram realizados conforme o exposto. Comparadas as forças de impacto dos blocos (P1) e dos troncos carreados (P2) por unidade de comprimento, adota-se o maior valor no cálculo de estabilidade das asas. Desse modo, utiliza-se (482.30kN/m) como força de impacto, conforme abaixo.

Força de impacto dos blocos P1	340,26 kN/m
Força de impacto dos troncos carreados P2	85,58 kN/m
Força de impacto do fluxo de detritos	340,26 kN/m

Solicitações de projeto	Símbolo	Fórmula	vertical (kN)	horizontal(kN)	Fórmula de cálculo do braço de alavanca	Comprimento braço alavanca	Momento
Peso próprio da asa	W1	3.00×3.50×23.00	241,50		1/2×3.00	1,50	362,3
	W2	1/2×(3.00-3.00)×3.50×23.00	0,00		3.00+1/3×(3.00-3.00)	3,00	0,0
Força de impacto do fluxo de detritos	P1			340,26	0.37−1/2×1.5	0,75	255,2
Hidrodinâmica do fluxo de detritos	F			6,13	1/2×0.37	0,19	1,16
Total			241,50	346,39			618,6





Onde: D d = 0,37 ≦ D95= 1,5

Sendo este o resultado, a colisão ocorrerá SEM que o bloco esteja suspenso na água.

▽ Dessa forma, o comprimento do braço da força de impacto do fluxo de detritos fica posicionado em 1/2 do diâmetro máximo do bloco.

P1= 340.26
F= 6.13

Fonte: Elaborado pelo Projeto Sabo

4. Memória do cálculo de estabilidade das asas

Total das forças horizontais	H=	346,39	
Total das forças verticais	V=	241,50	
Total do momento	M=	618,6	
Tensão de cisalhamento admitida do concret	τ_c=	2560	kN/m^2
Espessura do topo	L=	3,00	m
Coeficiente de atrito	f=	0,70	
Fator de segurança ao deslizamento	n=	4,00	

(1) Análise de deslizamento

$$n=\frac{f\cdot V+\tau_c\cdot L}{H}=\frac{0.70\times241.50+2,560\times3.000}{346,39}=22,66$$

22,66 > 4,0 GOOD

(2) Análise sobre o reforço das asas

$$x=\frac{M}{V}=\frac{618,6097}{241,5}=2,562\ \text{m}$$

$$e=x-\frac{1}{2}B$$

$$=2,562-\frac{1}{2}\times3,00=1,06\ \text{m}$$

$$\sigma=\frac{V}{B}\times\{1\pm(6\times\frac{e}{B})\}$$

$$\sigma max=\frac{241,50}{3,00}\times\{1+(6\times\frac{1,06}{3,00})\}=251,16\ \text{kN/m2}<5850\ \text{kN/m}^2$$

. . . . . GOOD

$$\sigma min=\frac{241,50}{3,00}\times\{1-(6\times\frac{1,06}{3,00})\}=-90,16\ \text{kN/m2}>-337,5\ \text{kN/m}^2$$

. . . . . GOOD

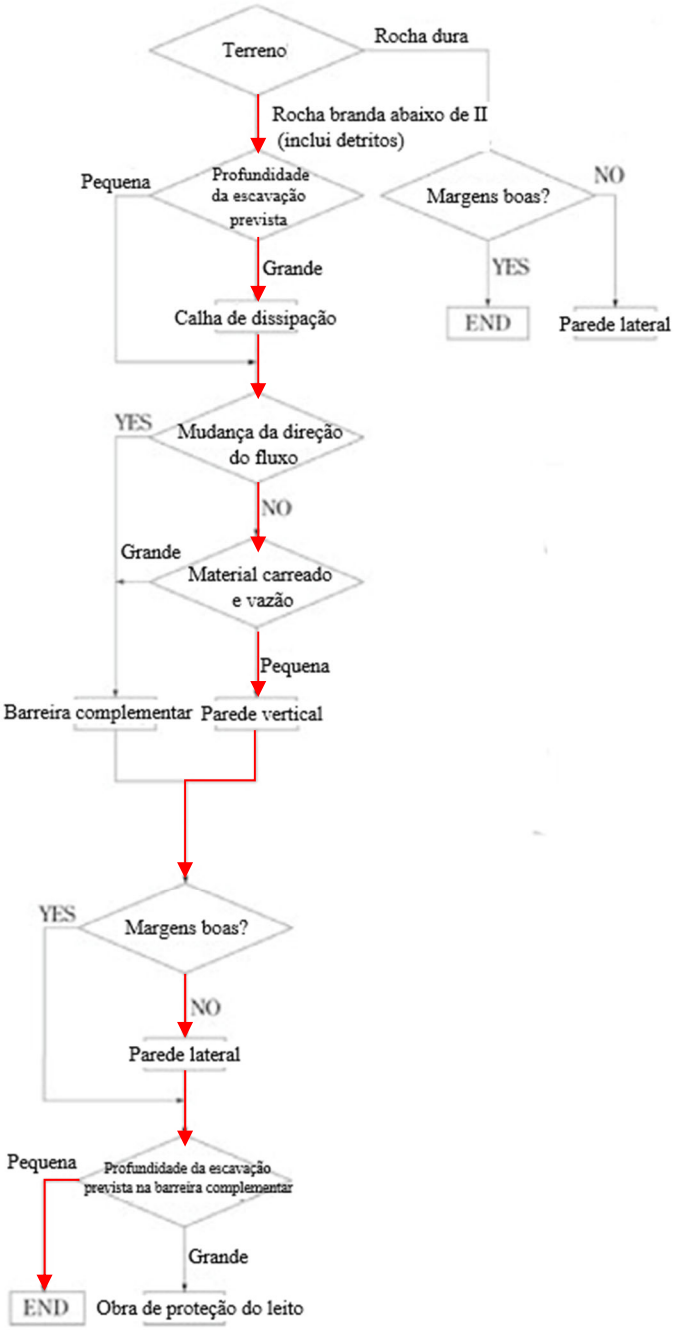
Como mencionado acima, as asas são estáveis diante das forças de impacto e da hidrodinâmica dos fluxos de detritos.

2.4.5 Calha de proteção de jusante

(1) Modalidades da calha de proteção de jusante

Na posição da barreira sabo do plano há a presença de blocos rolados e material fino sedimentado, formando um depósito de fluxo de detritos. Por esse motivo julgou-se necessário que a calha de proteção de jusante fosse munida das paredes laterais de proteção e da base da calha de dissipação. Contudo, a probabilidade de grande erosão provocada pela água transbordante é baixa e o formato da linha central do talvegue não apresenta curvas, fatores que justificam a instalação da parede vertical a jusante da base da calha de dissipação.

Figura 2.4.9 Fluxograma para a escolha da obra de proteção de calha a jusante



Fonte: Elaborado pelo Projeto Sabo

(2) Espessura da base da calha de dissipação

Conforme estabelece o Manual Sabo, utilizou-se a fórmula abaixo para calcular a espessura da base da calha de dissipação, cujo resultado adotado foi de 1,6 m.

$$t = 0{,}2 \cdot (0{,}6H + 3h_3 - 1{,}0)/1{,}12$$

Onde:

H : Altura do corpo da barreira (m)

h_3 : Altura da lâmina d'água acima da soleira do vertedouro da barreira principal (m).

(3) Comprimento da base da calha de dissipação

Em conformidade com o Manual Sabo, o comprimento da base da calha de dissipação foi definido pela fórmula abaixo, ficando em 22,0 m de base e 2,7 m de parede vertical.

$$L = (1.5 \sim 2.0) \cdot (H_1 + h_3)$$

Onde:

L : Comprimento da calha de dissipação

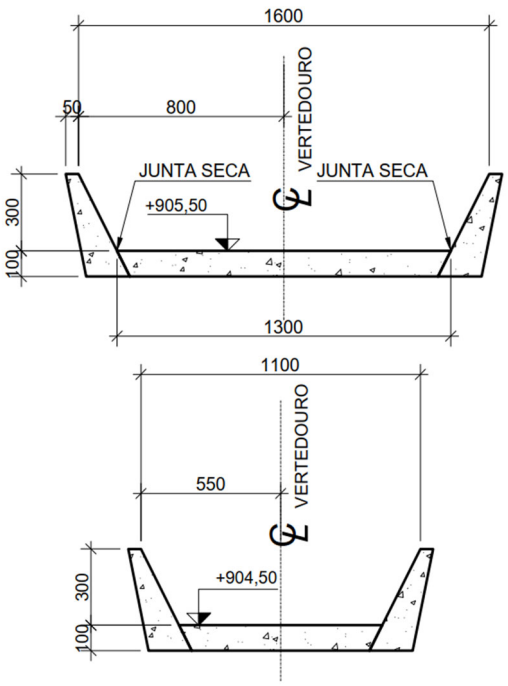
H_1 : Altura medida do topo da calha de dissipação (ou superfície da rocha da fundação) até a soleira do vertedouro da barreira principal (m)

h_3 : Altura da lâmina d'água que transborda pela barreira principal (m)

(4) Parede lateral

A geometria da calha de dissipação utilizada nos cálculos encontra-se nas imagens abaixo:

Figura 2.4.10 Desenhos da calha de dissipação



Fonte: Memorial Descritivo Projetos de Implantação de Barreira Sabo, Estruturas de Contenção, Escavações e Complementações – Comitê Técnico, COPPE/UFRJ

A favor da segurança foram consideradas as seguintes situações:

- Calha cheia de água sem empuxo de terra.
- Empuxo de terra sem nenhum empuxo de água.

O resumo do cálculo da estabilidade das paredes laterais encontra-se a seguir:

- O somatório de forças **verticais** calculado foi: 101,20kN/m
- O somatório de forças **horizontais** calculado foi 54,00kN/m
- O somatório de **momentos estabilizantes** foi 166,98kNm/m
- O somatório de **momentos de tombamento** foi 54,00kNm/m

Os cálculos de estabilidade encontram-se resumidos abaixo:

- Segurança ao **tombamento**:

$$FS_2 := \frac{M_{Estabilizante}}{M_{Tombamento.Água}} = 3.092$$

$$e_0 := \frac{M_{Estabilizante} - M_{Tombamento.Água}}{W} = 1.116\ m \qquad e_f := e_0 - \frac{170\ cm}{2} = 0.266\ m \qquad \frac{170\ cm}{6} = 0.283\ m$$

Portanto a estrutura apresenta segurança ao tombamento superior ao estabelecido pela norma.

- Segurança ao **deslizamento**:

A favor da segurança, desprezou-se a coesão entre a barreira e a fundação.

$$FS_{2.4} := \frac{\tan(\phi) \cdot W}{P_H} = 1.312$$

Portanto a estrutura apresenta segurança ao tombamento superior ao estabelecido pela norma.

- Capacidade de suporte da fundação:

$$\sigma_{jusante.2} := \frac{W}{170\ cm} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot e_f}{B_{base}}\right) = 68.858\ kPa$$

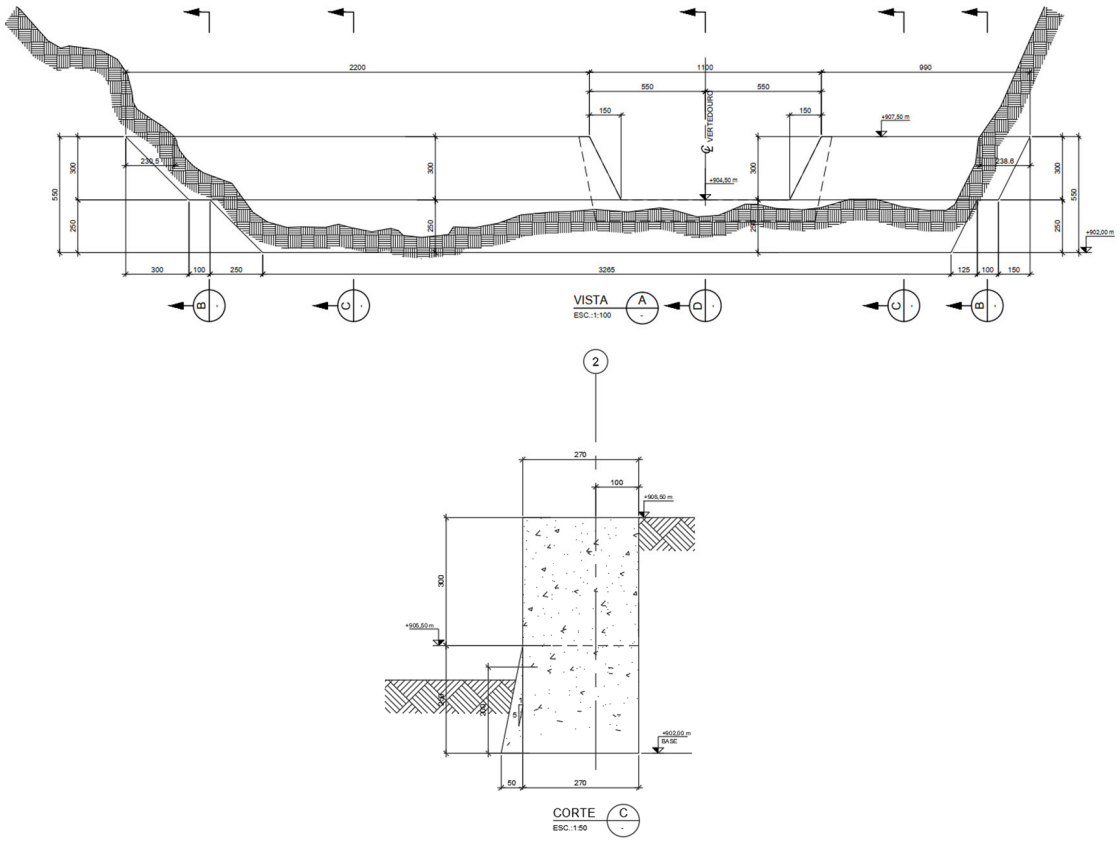
$$\sigma_{montante.2} := \frac{W}{170\ cm} \cdot \left(1 - \frac{6 \cdot e_f}{170\ cm}\right) = 3.557\ kPa$$

Portanto a tensão na fundação a jusante e a montante estão abaixo da capacidade resistente do solo.

(5) Parede vertical

A geometria da parede vertical utilizada nos cálculos encontra-se nas imagens abaixo:

Figura 2.4.11 Desenhos da parede vertical.



Fonte: Memorial Descritivo Projetos de Implantação de Barreira Sabo, Estruturas de Contenção, Escavações e Complementações – Comitê Técnico, COPPE/UFRJ

A favor da segurança foi desconsiderado o empuxo de terra na parte enterrada a jusante.

- O somatório de forças **verticais** calculado foi: 367,21kN/m
- O somatório de forças **horizontais** calculado foi 73,78kN/m
- O somatório de **momentos estabilizantes** foi 538,03kNm/m
- O somatório de **momentos de tombamento** foi 135,26kNm/m

Os cálculos de estabilidade encontram-se resumidos abaixo:

- Segurança ao **tombamento**:

$$FS_2 := \frac{M_{Estabilizante}}{M_{Tombamento}} = 3.963$$

$$e_0 := \frac{M_{Estabilizante} - M_{Tombamento}}{F_V} = 1.091\ m \qquad e_f := \frac{B}{2} - e_0 = 0.509\ m \qquad \frac{B}{6} = 0.533\ m$$

Portanto a estrutura apresenta segurança ao tombamento superior ao estabelecido pela norma.

- Segurança ao **deslizamento**:

A favor da segurança, desprezou-se a coesão entre a barreira e a fundação.

$$FS_{2.4} := \frac{\tan(\phi) \cdot F_V}{P_T} = 3.485$$

Portanto a estrutura apresenta segurança ao tombamento superior ao estabelecido pela norma.

- Capacidade de suporte da fundação:

$$\sigma_{jusante.2} := \frac{F_V}{B} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot e_f}{B}\right) = 224.186\ kPa$$

$$\sigma_{montante.2} := \frac{F_V}{B} \cdot \left(1 - \frac{6 \cdot e_f}{B}\right) = 5.32\ kPa$$

Portanto a tensão na fundação a jusante e a montante estão abaixo da capacidade resistente do solo.

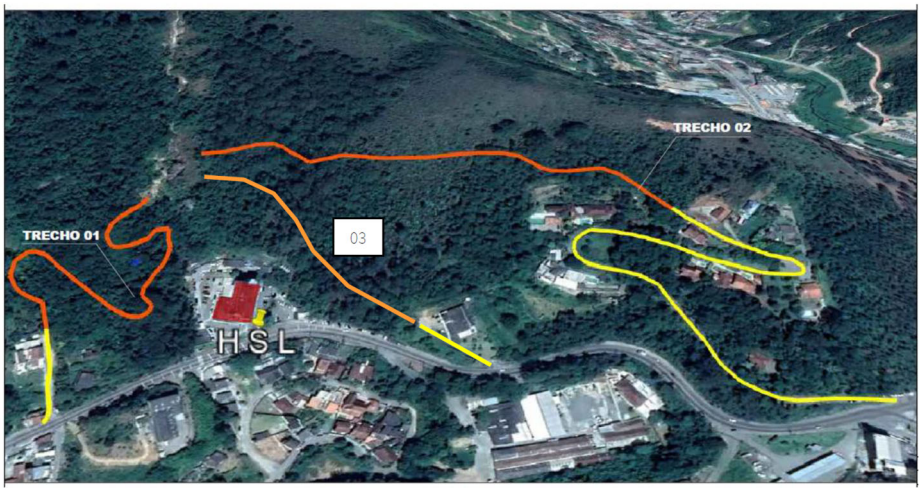
2.5 Projeto de engenharia da via de manutenção

É preciso ter uma via de manutenção que possibilite a remoção dos detritos para quando houver material sedimentado acumulado no bolsão de deposição da barreira, a fim de garantir que o volume da capacidade de retenção esteja disponível. É necessário também estabelecer uma via de acesso à obra para que, durante a construção da barreira sabo, o acesso do maquinário pesado e a entrega de materiais sejam realizados por essa estrada. No projeto de engenharia do talvegue de Nova Friburgo, decidiu-se utilizar a via de acesso à obra também como via de manutenção.

2.5.1 Análise das rotas de acesso

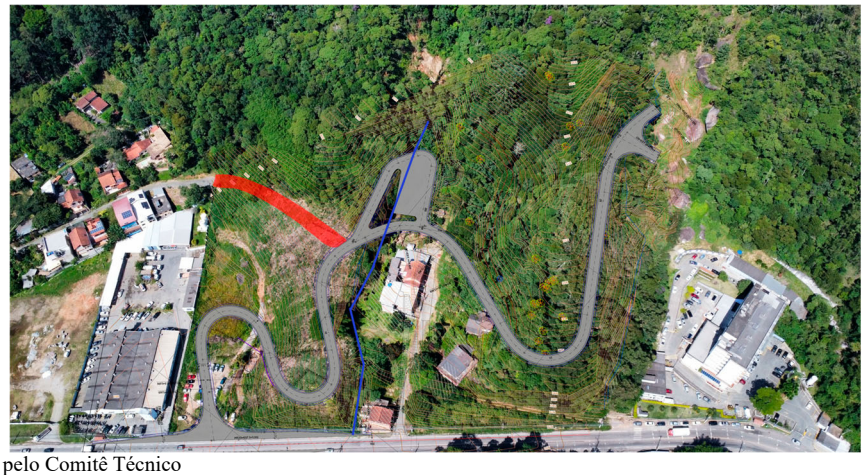
Foram analisadas rotas de acesso, tanto do lado da margem esquerda, como da direita, tal como demonstra a figura abaixo, trechos 1 a 3. Dos três traçados estudados, adotou-se a proposta do Trecho 01, acesso pela margem direita, onde além de já existir uma antiga estrada, há condições topográficas necessárias para executar a obra. Também foram analisadas várias propostas de interligação com as vias já existentes, optou-se pela proposta mais exequível, que foi através da rua do condomínio. A via de manutenção precisa dar acesso à área de deposição, portanto foram comparadas duas propostas: uma que previa a manobra dos veículos em switch back e outra com trafego em linha reta. Adotou-se a proposta do traçado em linha reta que, mesmo sendo mais longo, oferece maior segurança.

Figura 2.5.1 Propostas de rotas para a via de manutenção



Fonte: Elaborado pelo Projeto Sabo

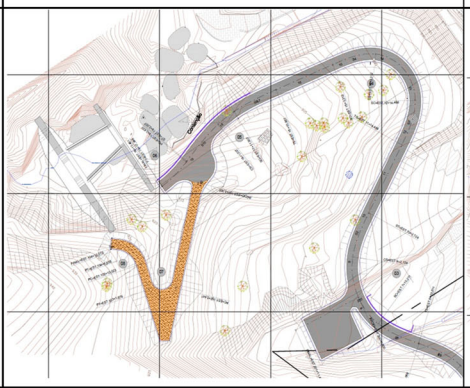
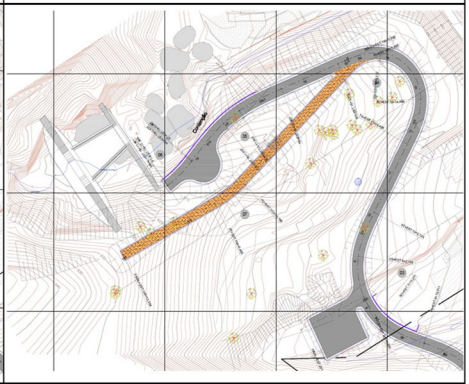
Figura 2.5.2 Comparativo da interligação com as vias existentes



Fonte: Elaborado pelo Comitê Técnico

Figura 2.5.3 Comparativo dos acessos ao bolsão de deposição da barreira sabo

■Análise comparativa da via de manutenção (Nova Friburgo)

	Proposta A	Proposta B
Planta baixa		
Volumes Os valores dentro dos () são a diferença em comparação à proposta B	○ Comprimento L=90m (-43) ○ Vol. Escavação Vc=3743m3 (+877m3) ○Vol. Aterro Va=69m3 (−369m3) ○Vol. Bota-fora Vt=3674m3 (+1246m3) ○Área de taludes Aca=1015m2 (+209m2)	○Comprimento L=133m ○Vol. Escavação Vc=2866m3 ○Vol. Aterro Va=438m3 ○Vol. Bota-fora Vt=2428m3 ○Área de taludes Aca=806m2 ○4 blocos grandes e 1 estrutura antiga para serem desmontados
	△	○ (△)
Segurança da trafegabilidade	○ Inclinação máxima: 25% ○ Características do projeto: o switch-back não é muito comum no Brasil; há ligação com via de inclinação muito íngreme, fato que reduz a segurança no tráfego	○Inclinação máxima: 21,3% ○Características do projeto: é em linha reta; possui inclinação relatimavente menor, tornando a segurança do tráfego comparativamente melhor.
	△	○
Facilidade da remoção dos detritos	○Tem a vantagem de contar com a área de manobra definitiva. ○ O trecho com inclinação de 25% provavelmente demandará o tráfego por caterpillar, fato que reduz a eficiência.	○Estima-se que área de manobra seja construída de forma provisória, tendo a desvantagem de não contar com área de manobra definitiva. ○ Entende-se que a inclinação de 21% permite o tráfego do caminhão caçamba, fato que favorece a eficiência.
	△	△
Custos	○Grande volume de escavação, bota-fora e taludamento, custo relativamente alto.	○De forma geral há pouco volume de movimentação de material, custo relativamente baixo.
	△	○
Avaliação geral	○Há desvantagem na comparação dos itens de volumes de obra, segurança da trafecabilidade e custos.	○Há melhor desempenho na comparação dos itens de volumes de obra, segurança da trafecabilidade e custos. ○O comprimento da via é maior, mas o equilíbrio na movimentação de material (terraplanagem) é comparativamente mais vantajoso. A redução de mais de 1000m^3 de material para bota-fora favorece também um alívio aos locais de recebimento do material retirado, bem como o tráfego nas vias convencionais do trajeto.
Comparação geral	△	○

Conceito		Por ser a primeira barreira sabo a ser construída no âmbito da cooperação técnica Brasil-Japão, estudou-se a via mais adequada, mesmo que ficasse com um trajeto um pouco mais longo.

Fonte: Elaborado pelo Projeto Sabo

Figura 2.5.4 Traçado do acesso adotado para a via de manutenção



Fonte: Memorial Descritivo Projetos de Infraestrutura do Sistema Viário para Implantação da Barreira Sabo – Comitê Técnico, COPPE/UFRJ

2.5.2 Projeto de engenharia da via de manutenção

O Projeto Geométrico foi elaborado a partir dos elementos obtidos da base topográfica, fornecida pela prefeitura de Nova Friburgo, visando à definição geométrica da implantação projetada, detalhando-se planialtimetricamente o seu alinhamento e determinando-se a configuração geométrica da seção transversal das vias em cada estaca.

Para o desenvolvimento dessas atividades foram utilizadas as metodologias usualmente adotadas pelo Departamento Nacional de Infraestrutura Terrestre - DNIT em trabalhos dessa natureza, baseando-se na Instrução de Serviço IS-208.

(1) Premissas

Com base nas reuniões, nas informações levantadas em campo e no projeto da barreira sabo, desenvolveu-se o Projeto Geométrico.

O Projeto Geométrico apresenta as seguintes premissas:

- As vias componentes do sistema viário deste projeto desenvolvem seus respectivos traçados com relevo montanhoso;
- O tráfego será composto predominantemente por caminhões de 3 eixos, tipo trucado, durante o período de implantação da obra;
- A definição das elevações e rampas do projeto vertical deverão atender ao melhor escoamento das águas;
- Para o presente projeto, enquadrou-se o sistema viário como Vias Locais.
- A diretriz estudada para a implantação buscou aproveitar, ao máximo, as elevações existentes, assim este procedimento teve a preocupação de fazer com que as orientações de traçado implicassem em:
- Menores movimentações de terra;
- Melhorias de traçado em perfil;

- Atendimento as características técnicas de projeto exigidas.

O Projeto Geométrico, foi desenvolvido obedecendo os parâmetros segundo as normas admissíveis indicadas na Tabela – Características – Via Local.

Tabela 2.5.1 Características – Via Local Fonte: Publicação IPR – 740/2010

Características	Desejável	Absoluto
Velocidade diretriz mínima	40 km/h	30 km/h
Distância mínima de visibilidade de parada	50 m	35 m
Raio mínimo de curva horizontal		
• e = 2%	50 m	25 m
• e = 0%	55 m	30 m
Taxa máxima de superelevação	2%	2%
Rampa máxima	6%	15%
Rampa mínima	0,5%	0,2%
Valor mínimo de K para curvas verticais convexas	4	2
Valor mínimo de K para curvas verticais côncavas	9	6
Largura da faixa de rolamento	3,30 m	3,00 m
Declividade transversal da pista	2%	3%
Gabarito mínimo vertical	4,50 m	4,50 m
Largura da faixa de estacionamento	2,50 m	2,20 m

Fonte: Memorial Descritivo Projetos de Infraestrutura do Sistema Viário para Implantação da Barreira Sabo – Comitê Técnico, COPPE/UFRJ

É importante salientar que todos os cálculos analíticos inerentes à consecução do Projeto Geométrico foram processados no sistema Autcad CIVIL 3D ®. Desta forma, a partir da alimentação do sistema com todas as cadernetas de campo resultantes dos Estudos Topográficos, foram calculados eletronicamente todos os elementos horizontais e verticais do projeto.

(2) Ramos do Projeto

O Projeto Geométrico se constitui em 3 ramos destinados a orientar a locação e o detalhamento das vias componentes do sistema interno do empreendimento. Na Tabela – Ramos do Projeto os ramos projetados são detalhados.

Tabela 2.5.2 Ramos do Projeto

Ramo	*Extensão*	*Largura*	*Descrição*
0	397,35m	6,00m	Acesso à Obra
100	123,03m	5,00m	Acesso de Manutenção
200	31,48m	-	Estacionamento de espera para caminhões

Fonte: Memorial Descritivo Projetos de Infraestrutura do Sistema Viário para Implantação da Barreira Sabo – Comitê Técnico, COPPE/UFRJ

(3) Projeto em Planta

O projeto planimétrico foi desenvolvido sobre plantas digitalizadas, geradas por processo eletrônico, na escala de 1:500, contendo as informações topográficas pertinentes e os seguintes elementos do projeto geométrico:

- Malha de coordenadas UTM;
- Datum horizontal SIRGAS-2000;
- Datum vertical Imbituba - SC
- Alinhamentos de projeto estaqueados de vinte em 20 metros;
- Locação, estaqueamento e numeração das curvas horizontais, dos pontos de inflexão (PIs), pontos de curvas (PC) e de tangência (PT), as distâncias entre os PIs e os respectivos azimutes, os raios (R), ângulos centrais (AC), os comprimentos das tangentes (T) das curvas horizontais e de Transição (LC);
- As curvas de nível da faixa levantada com equidistância vertical de um metro;
- Os bordos da plataforma e passeios.

(4) Projeto em Perfil

O projeto altimétrico contemplará o lançamento do greide final, ou seja, o de pavimentação, sobre o perfil do terreno obtido a partir das cotas do nivelamento do eixo locado, digitalizado através de programas gráficos específicos.

O greide projetado obedece às características mínimas adotadas. Procurando-se conciliar as mínimas rampas possíveis, adotando-se curvas verticais que permitam uma boa distância de visibilidade, garantindo-se com isso, a segurança e conforto do usuário. É objeto do projeto vertical atender as condições de drenagem, buscando o máximo o aproveitamento do terrapleno existente, com elevações nos locais de baixa declividade transversal, possibilitando a implantação dos dispositivos de drenagem.

Do perfil longitudinal apresentado nas escalas 1:1000 e 1:100, horizontal e vertical respectivamente constam:

- As rampas e seus comprimentos;
- As concordâncias verticais com seus respectivos elementos definidores, estacas e cotas do PCV, PIV e PTV

(5) Seção Transversal

A seção típica proposta para o sistema viário visou atender às condições de serventia a que os fluxos de tráfego intervenientes estão a exigir, ou seja, visou estabelecer a melhor situação operacional da via apresentando as características de projeto.

A seguir se apresentam as seções típicas do projeto, através das figuras.

Figura 2.5.5 Via de Acesso à Obra (Ramo 000)

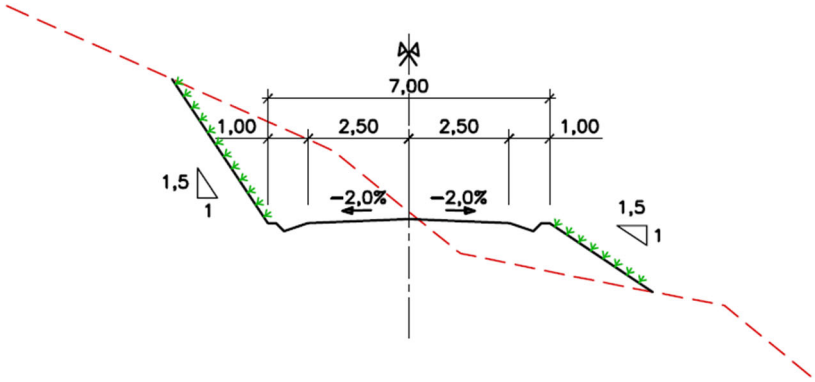


Figura 2.5.6 Via para Manutenção (Ramo 100)

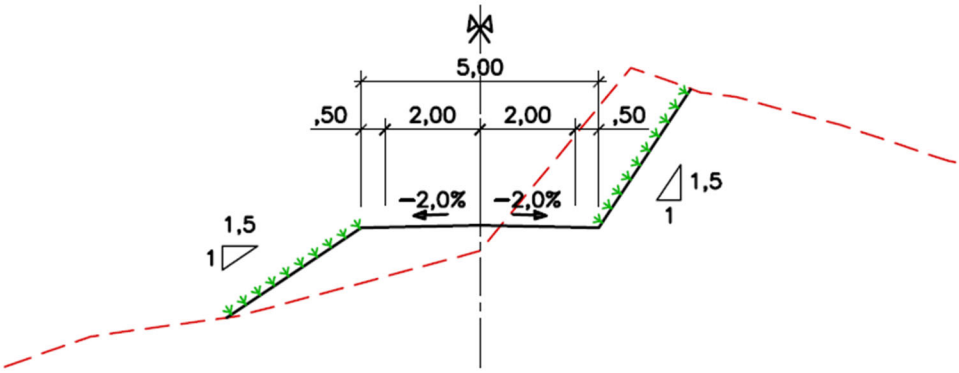
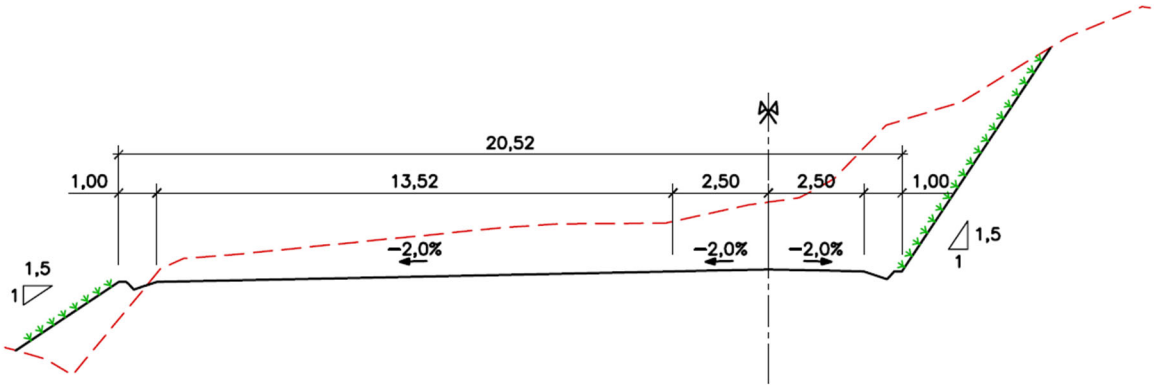


Figura 2.5.7 Área de Estacionamento (Ramo 200)



Fonte: Memorial Descritivo Projetos de Infraestrutura do Sistema Viário para Implantação da Barreira Sabo – Comitê Técnico, COPPE/UFRJ

(6) Quadro Resumo do Projeto Geométrico

As Tabelas na sequência, resumem os elementos geométricos dos ramos projetados.

Tabela 2.5.3 Quadro de Curvas – Ramo 0

QUADRO DE CURVAS - RAMO 000 - VIA PARA OBRA									
Curva Nº	Elementos Geométricos					Pontos Notáveis	Estacas	Coordenadas	
	Raio	LC	AC	D/Dθ	T/TS			N	E
0	-	-	-	-	-	INÍCIO	0	7.536.230,2176	753.764,6897
1	27,500	21,000	127°49'04"	5,966	25,480	TE	0+7,902	7.536.235,2162	753.758,5697
						EC	1+8,902	7.536.250,3566	753,744,2140
						PI	-	7.536.251,3357	753.738,8339
						CE	1+14,868	7.536.255,8506	753.741,9194
						ET	2+15,868	7.536.276,7038	753.741,2422
2	25,000	21,000	102°50'17"	12,668	30,937	TE	3+15,401	7.536.296,1497	753.743,0883
						EC	4+16,401	7.536.316,9643	753.742,1481
						PI	-	7.536.326,9760	753.746,0148
						CE	5+9,069	7.536.327,4566	753.735,2932
						ET	6+10,069	7.536.336,6788	753.716,6094
3	30,000	20,000	80°51"10"	31,913	45,830	TE	6+10,211	7.536.336,7232	753.716,4748
						EC	7+10,211	7.536.345,0146	753.698,3829
						PI	-	7.536.351,0839	753.672,9534
						CE	9+2,124	7.536.373,1955	753.686,9024
						ET	10+2,124	7.536.391,7691	753.694,0501
4	20,000	20,000	40º02'28"	28,855	67,016	TE	11+14,458	7.536.420,4731	753.708,9341
						EC	12+14,458	7.536.439,2965	753.715,0065
						PI	-	7.536.480,0164	753.739,8095
						CE	14+3,312	7.536.458,7507	753.697,1355
						ET	15+3,312	7.536.454,2942	753.677,8654
5	60,000	21,000	151º15'23"	9,100	25,901	TE	16+10,907	7.536.443,7119	753.652,3811
						EC	17+11,907	7.536.434,5542	753.633,3811
						PI	-	7.536.433,7633	753.628,4230
						CE	18+1,007	7.536.429,0927	753.626,2467
						ET	19+2,007	7.536.413,5194	753.612,2012
6	55,000	-	164º26'57"	14,928	7,510	PC	19+2,420	7.536.413,1968	753.611,9427
						PI	-	7.536.407,3362	753.607,2465
						PT	19+17,348	7.536.402,9492	753.601,1511
7	-	-	-	-	-	FIM	19+17,348	7.536.402,9492	753.601,1511

Tabela 2.5.4 Quadro de Curvas – Ramo 100

QUADRO DE CURVAS - RAMO 100 - VIA PARA MANUTENÇÃO									
Curva Nº	Elementos Geométricos					Pontos Notáveis	Estacas	Coordenadas	
	Raio	LC	AC	D/Dθ	T/TS			N	E
100	-	-	-	-	-	INÍCIO	100	7.536.455,5506	753.680,9304
101	-	-	67º1'56"	-	-	PI-101	100+3,856	7.536.451,9694	753.682,3602
102	52,500	-	16º39'55"	15,270	7,690	PC	103+11,184	7.536.404,5837	753.634,5302
						PI	-	7.536.399,1718	753.629,0676
						PT	104+6,455	7.536.395,5538	753.622,2824
103	-	-	-	-	-	FIM	106+13,034	7.536.373,6379	753.581,1810

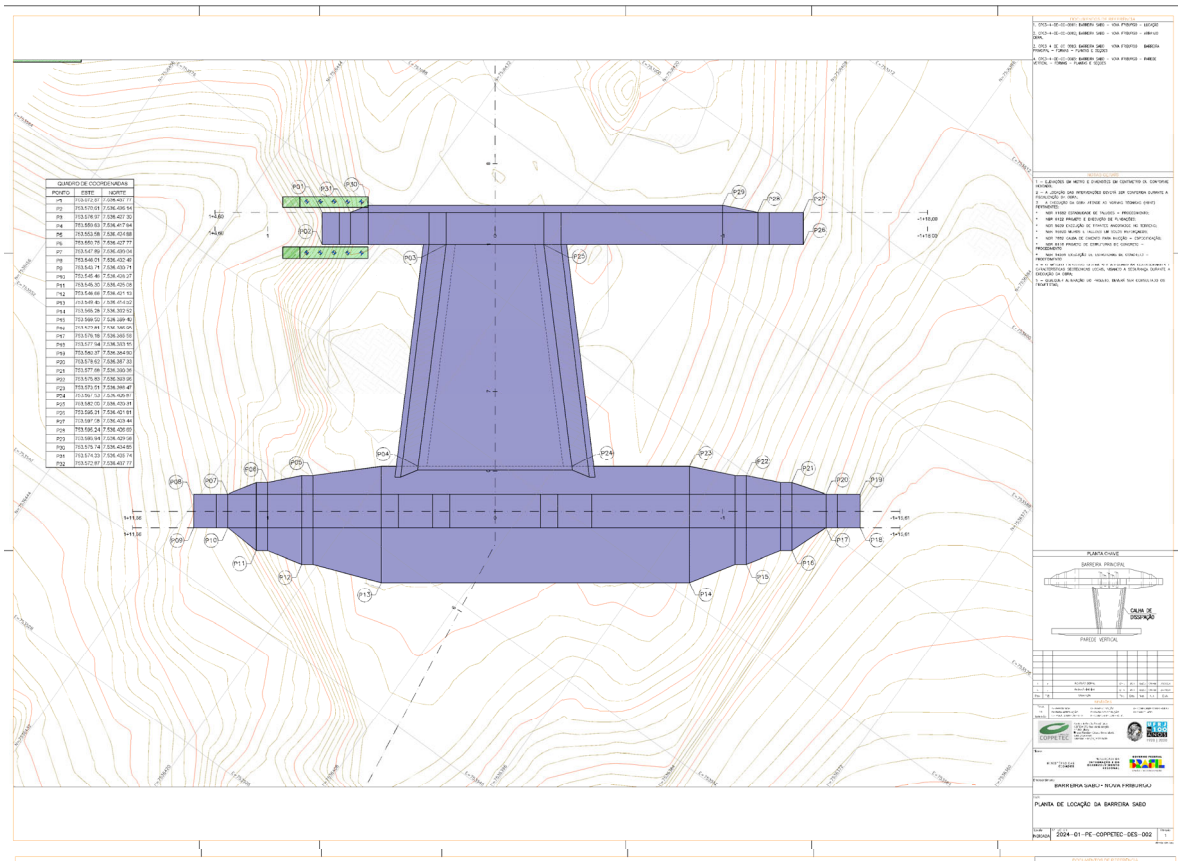
Tabela 2.5.5 Quadro de Curvas – Ramo 200

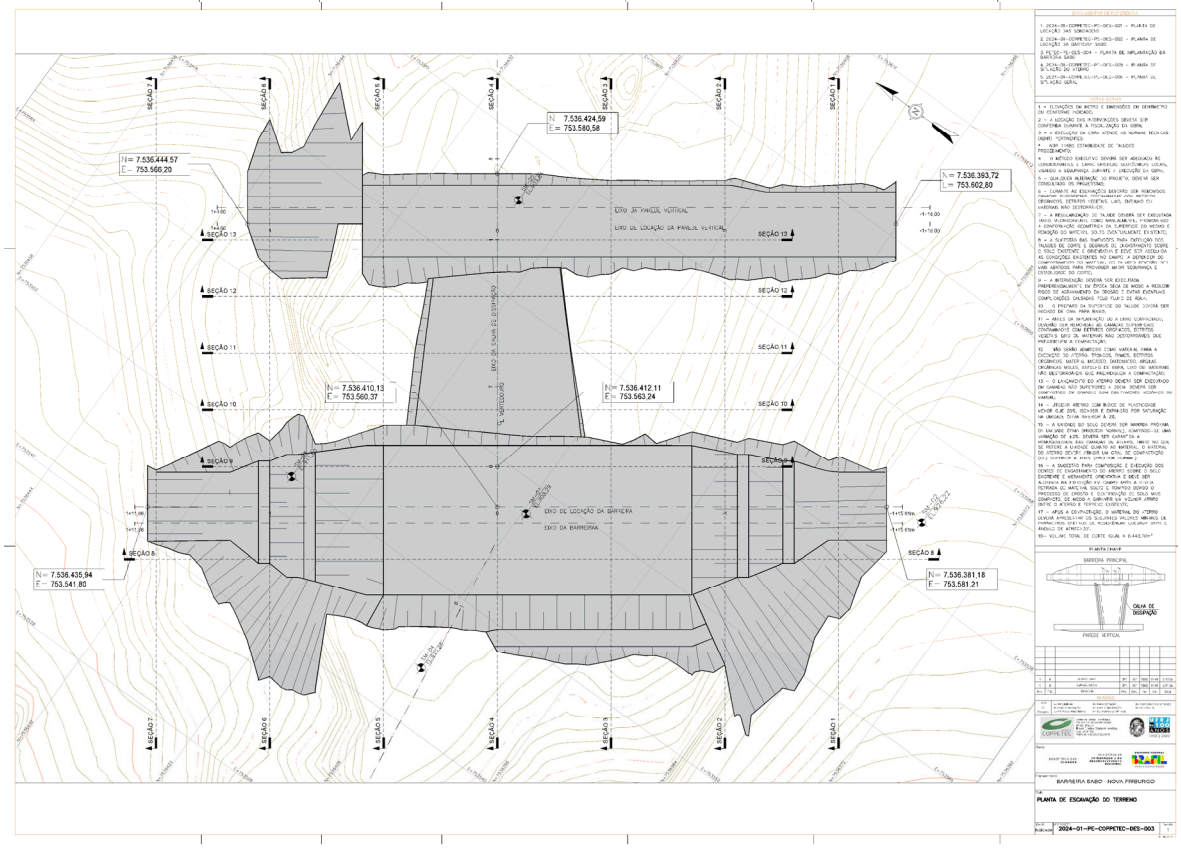
QUADRO DE CURVAS - RAMO 200 - ESTACIONAMENTO									
Curva Nº	Elementos Geométricos					Pontos Notáveis	Estacas	Coordenadas	
	Raio	LC	AC	D/Dθ	T/TS			N	E
200	-	-	-	-	-	INÍCIO	200	7.536.356,1132	753.689,4300
201	-	-	-	-	-	FIM	201+11,475	7.536.342,3128	753.661,1416

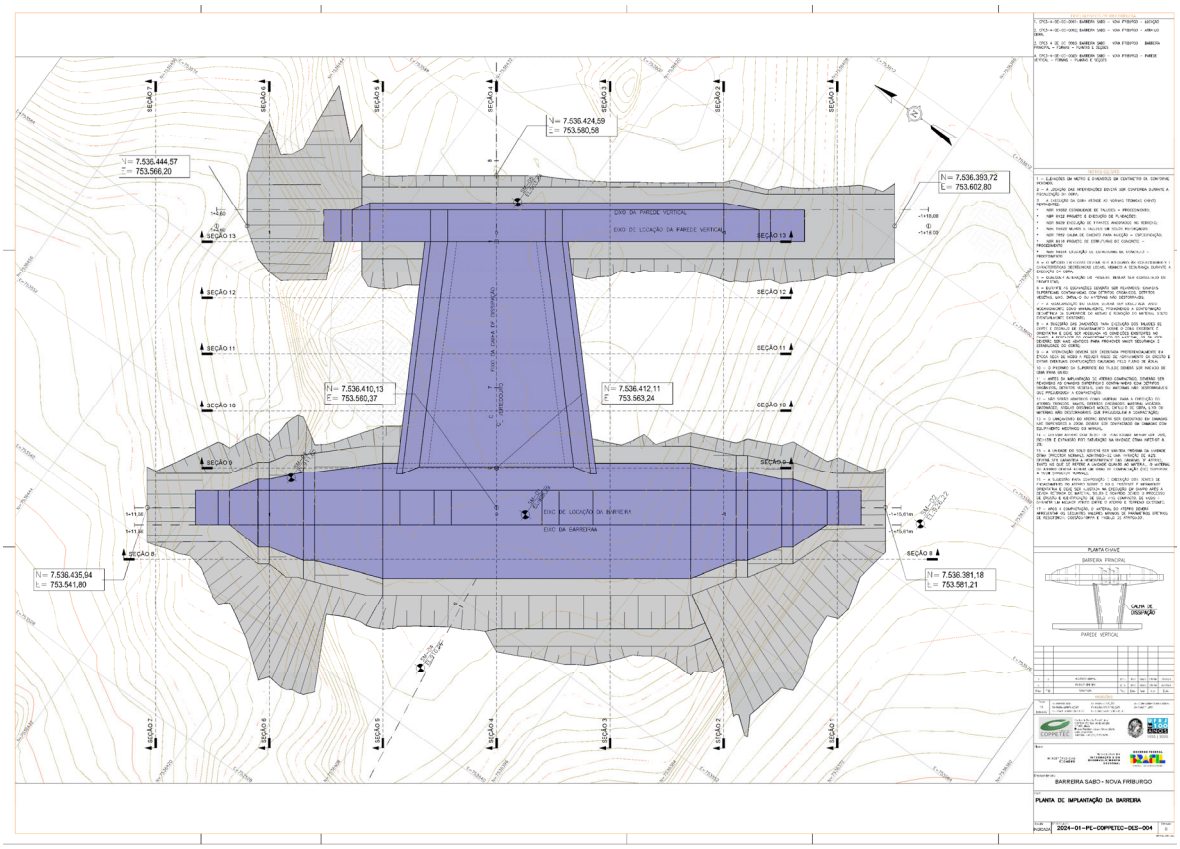
Fonte: Memorial Descritivo Projetos de Infraestrutura do Sistema Viário para Implantação da Barreira Sabo – Comitê Técnico, COPPE/UFRJ

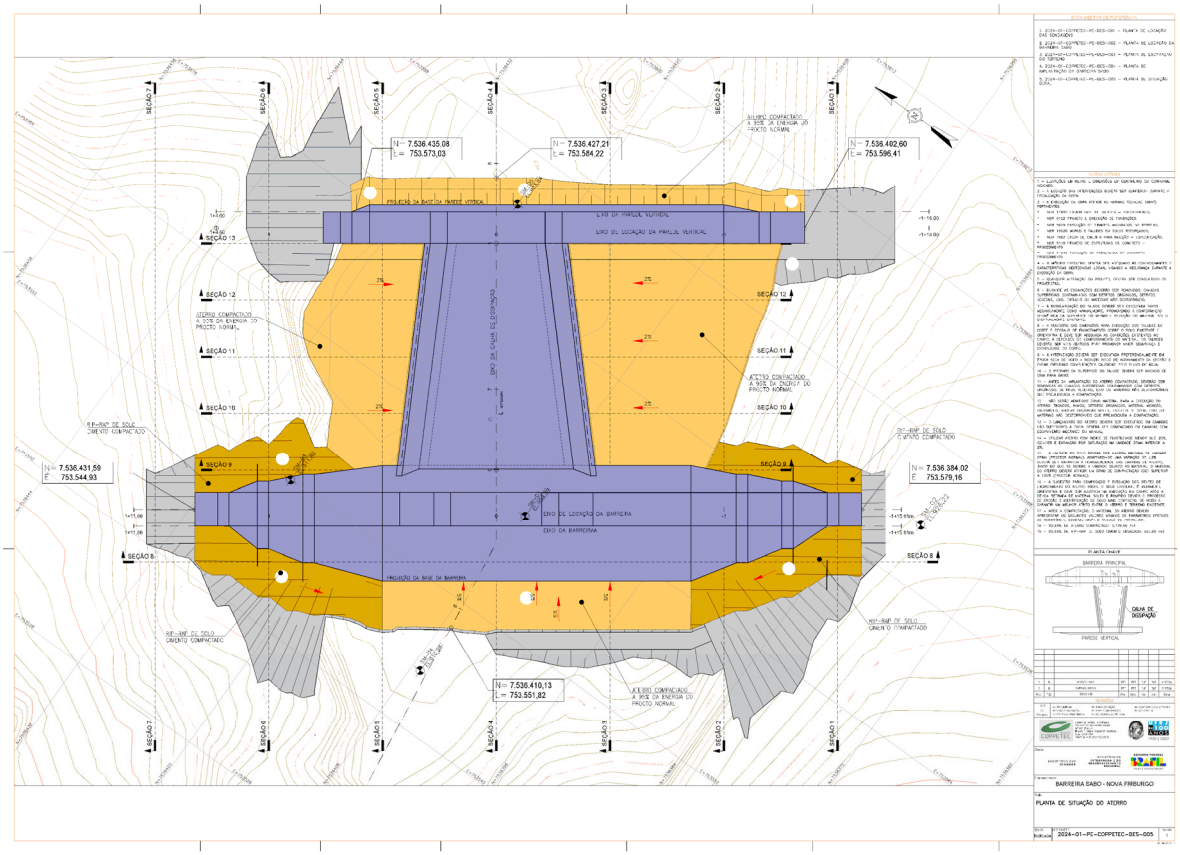
2.6 Desenhos do projeto

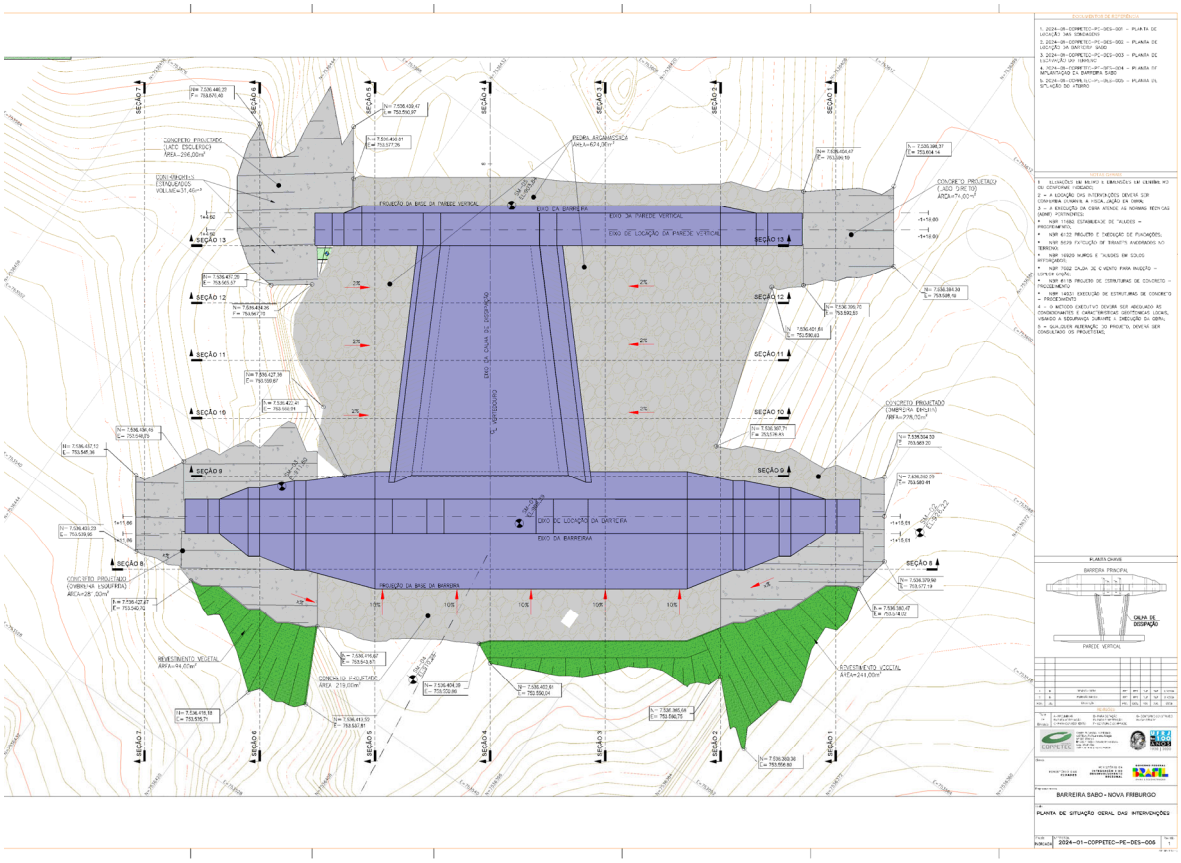
2.6.1 Barreira sabo

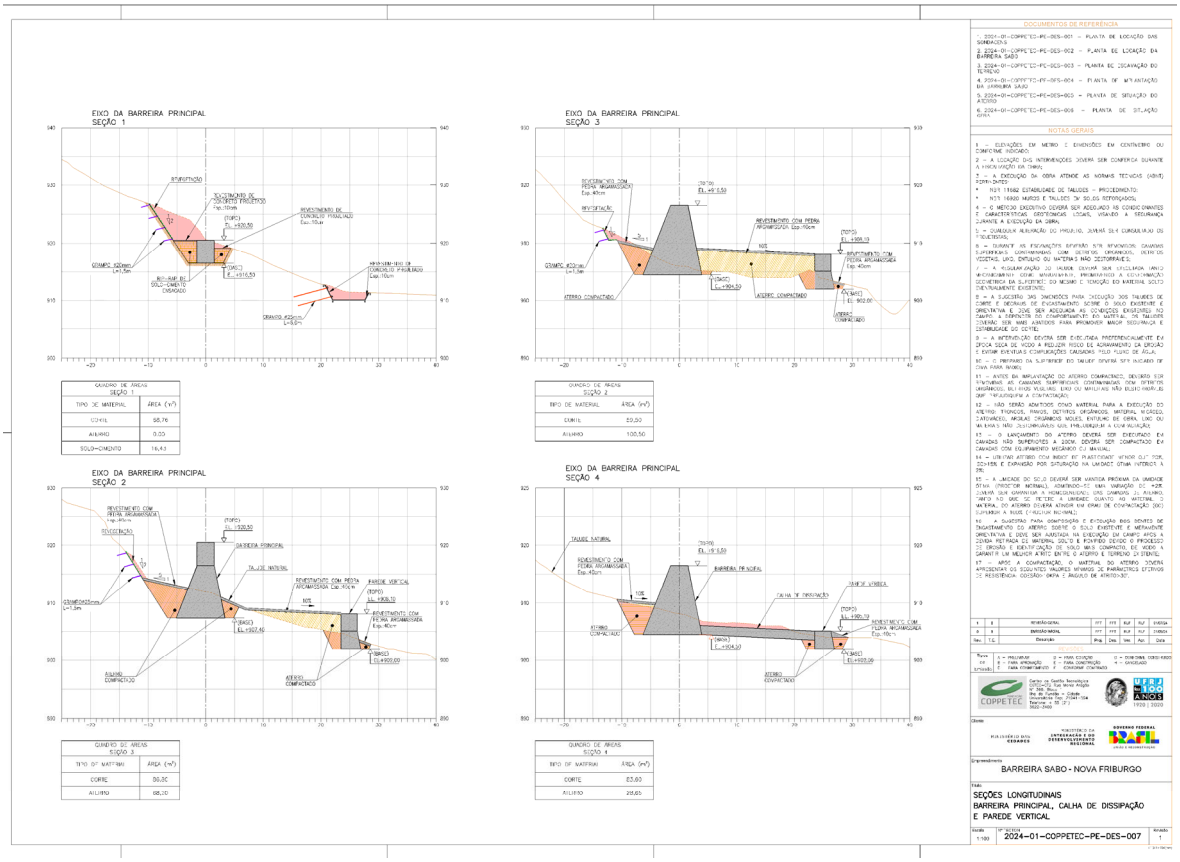


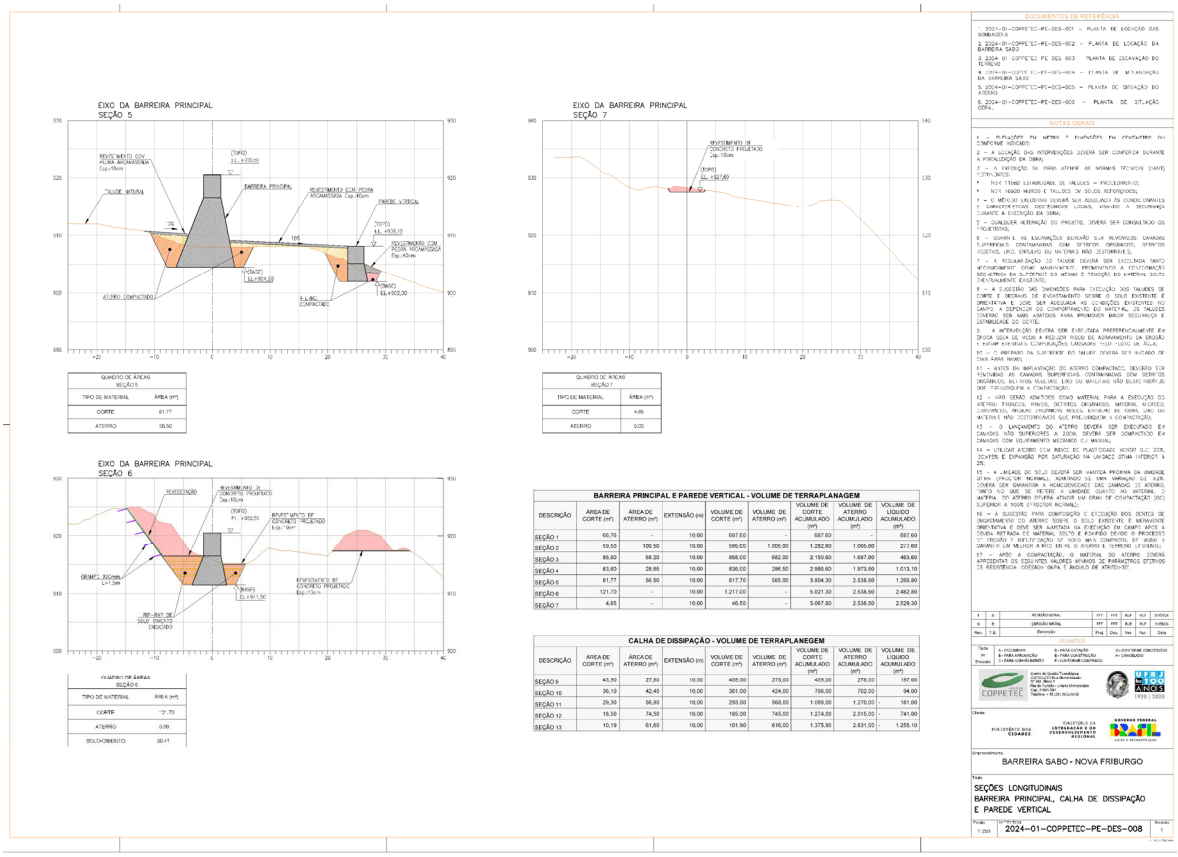


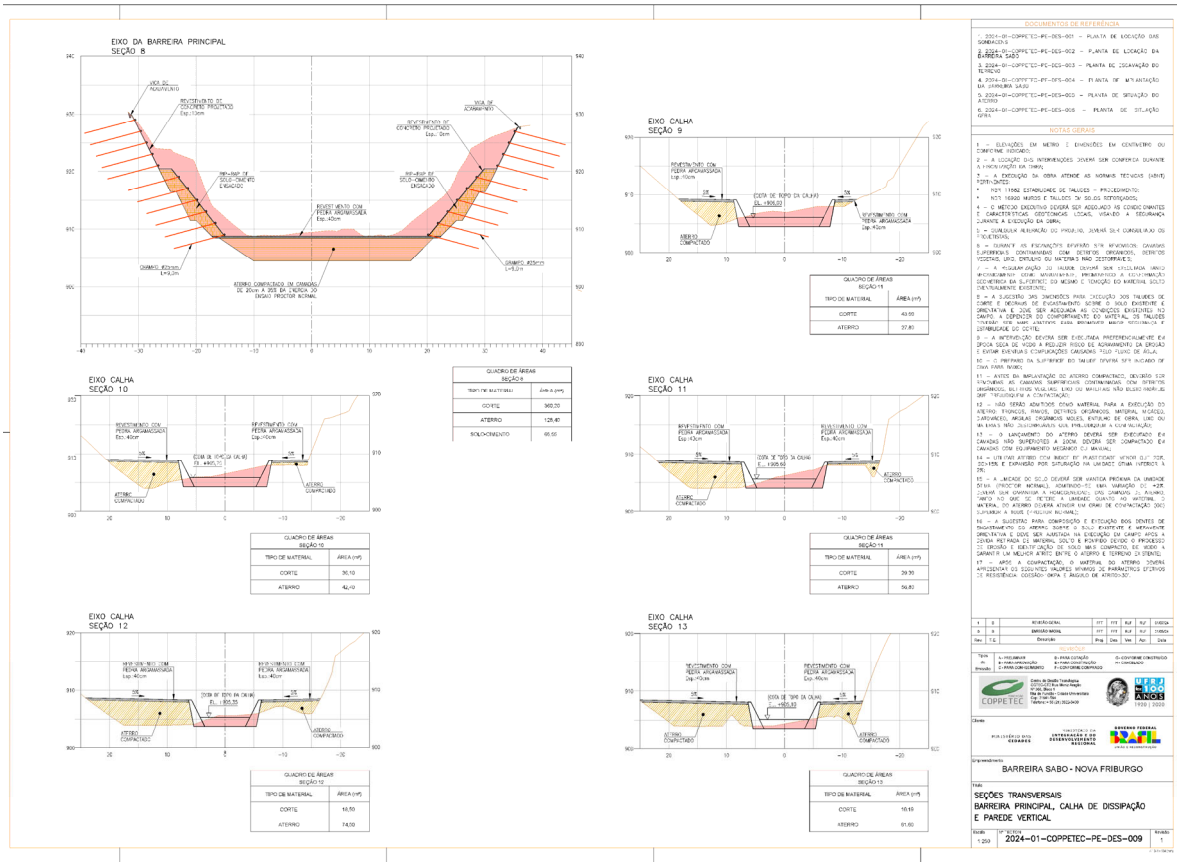

BARREIRA SABO - NOVA FRIBURGO
PLANTA DE IMPLANTAÇÃO DA BARREIRA
2024-01-PE-COPPETEC-DES-004

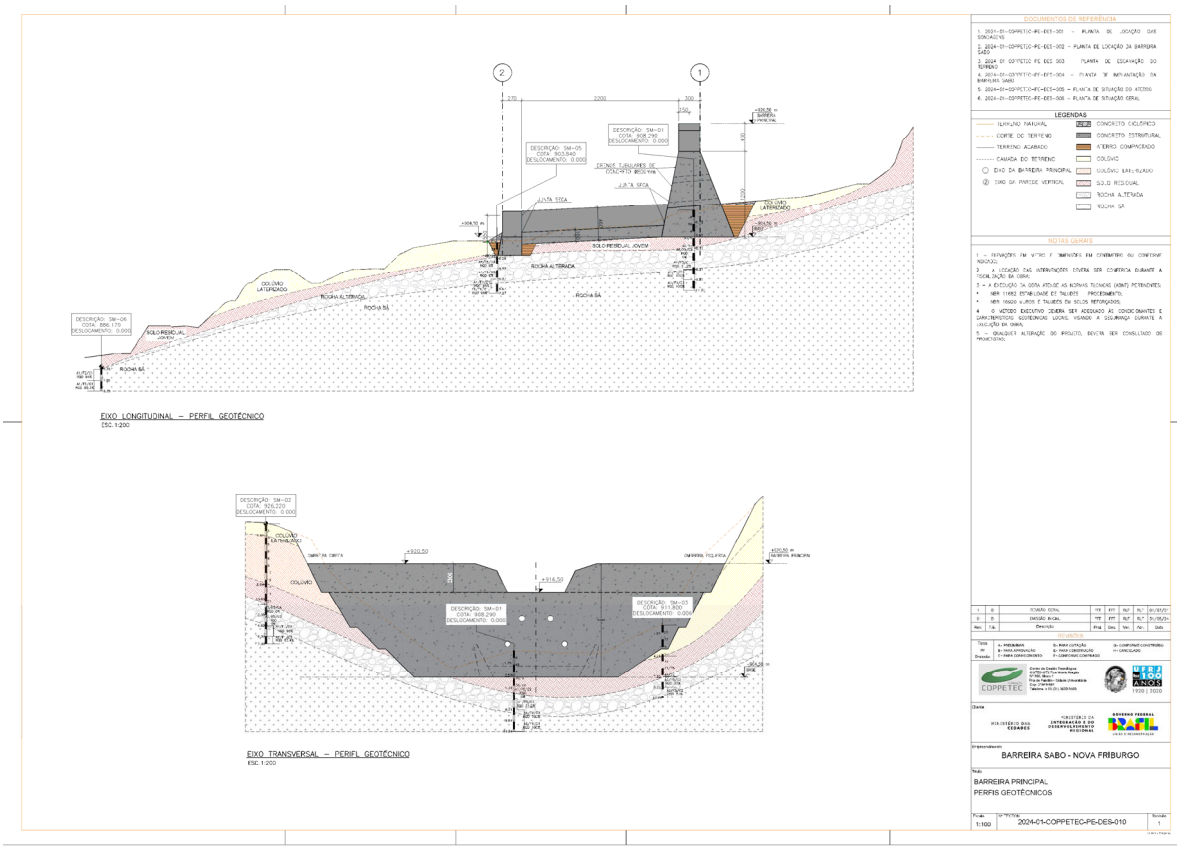

BARREIRA SABO - NOVA FRIBURGO
PLANTA DE SITUAÇÃO DO ATERRO
2024-01-PE-COPPETEC-DES-005

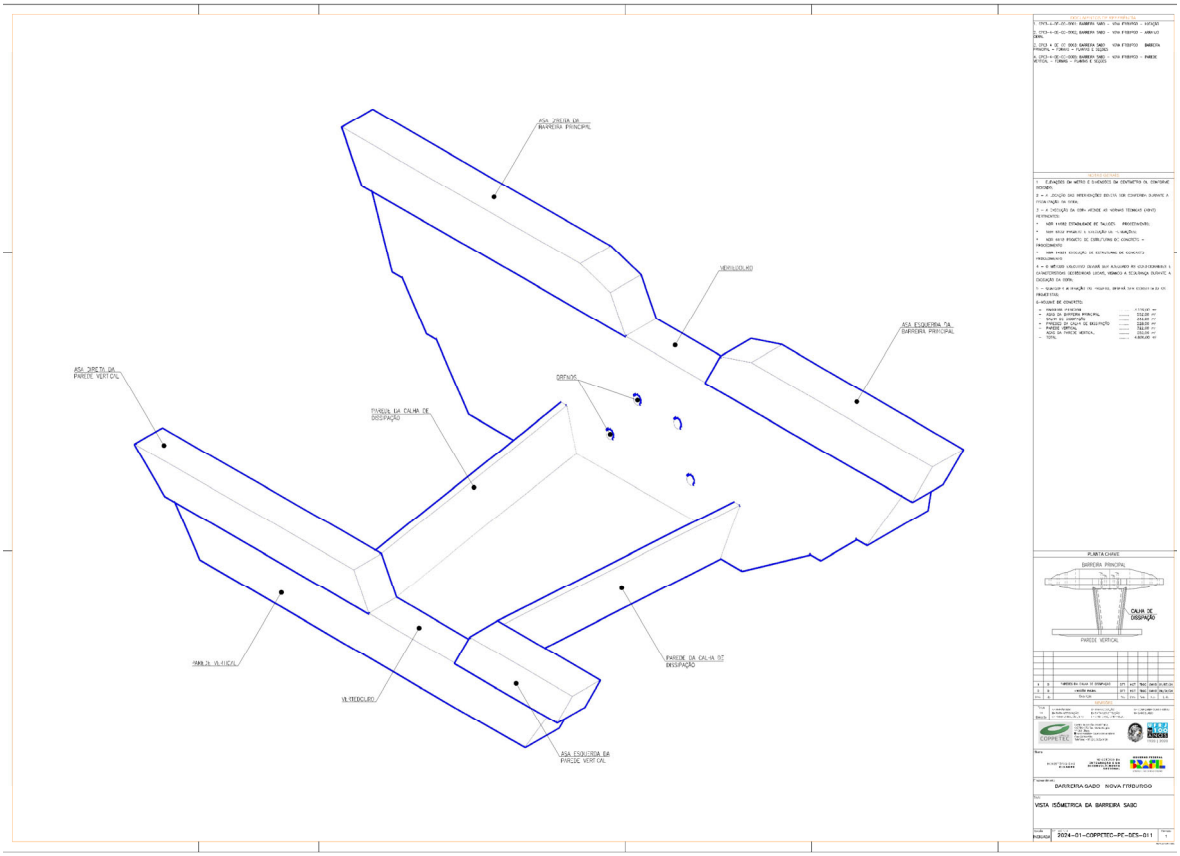

BARREIRA SABO - NOVA FRIBURGO
PLANTA DE SITUAÇÃO GERAL DAS INTERVENÇÕES
2024-01-COPPETEC-PE-DES-005

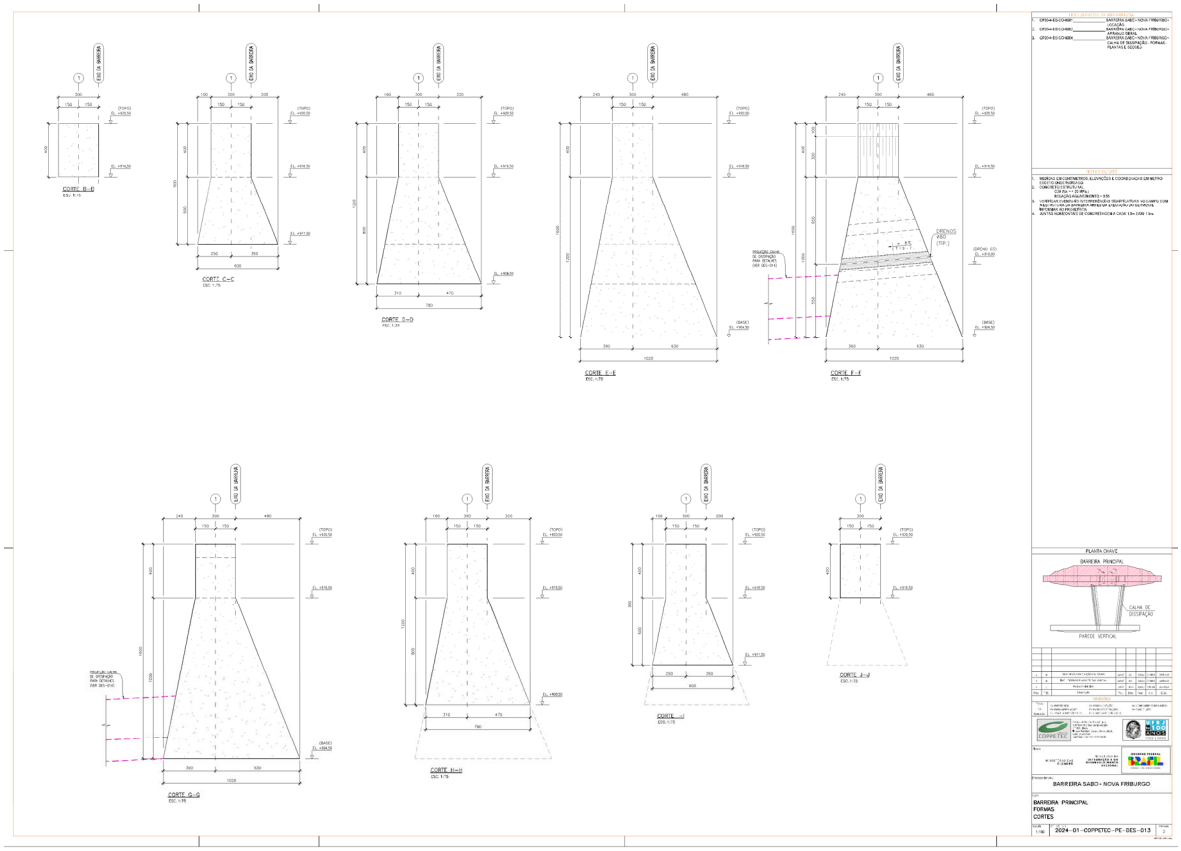

EIXO DA BARREIRA PRINCIPAL
SEÇÃO 1
EIXO DA BARREIRA PRINCIPAL
SEÇÃO 3
EIXO DA BARREIRA PRINCIPAL
SEÇÃO 2
EIXO DA BARREIRA PRINCIPAL
SEÇÃO 4
BARREIRA SABO - NOVA FRIBURGO
SEÇÕES LONGITUDINAIS
BARREIRA PRINCIPAL, CALHA DE DISSIPAÇÃO E PAREDE VERTICAL
2024-01-COPPETEC-PE-DES-007

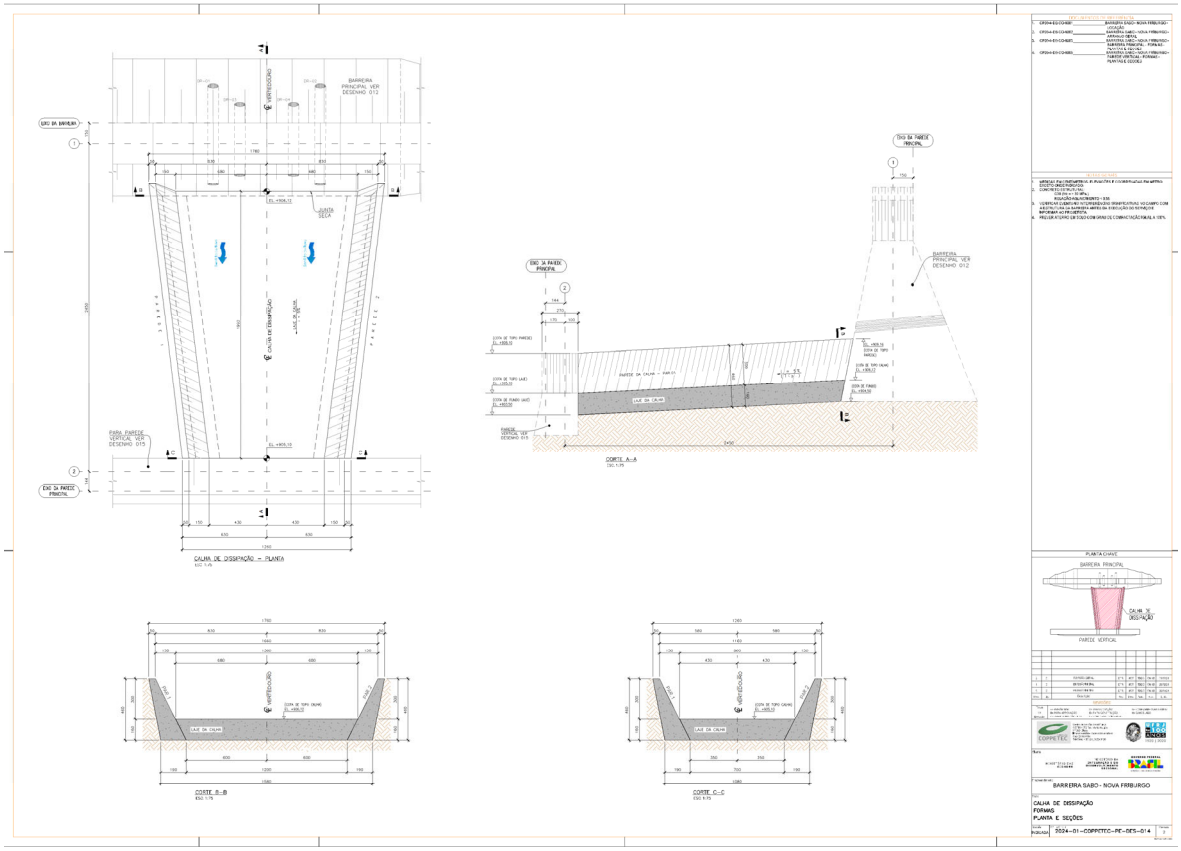

EIXO DA BARREIRA PRINCIPAL
SEÇÃO 5
EIXO DA BARREIRA PRINCIPAL
SEÇÃO 7
EIXO DA BARREIRA PRINCIPAL
SEÇÃO 6
BARREIRA PRINCIPAL E PAREDE VERTICAL - VOLUME DE TERRAPLANAGEM
CALHA DE DISSIPAÇÃO - VOLUME DE TERRAPLANAGEM
DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA
NOTAS GERAIS
BARREIRA SABO - NOVA FRIBURGO
SEÇÕES LONGITUDINAIS
BARREIRA PRINCIPAL, CALHA DE DISSIPAÇÃO
E PAREDE VERTICAL
2024-01-COPPETEC-PE-DES-008

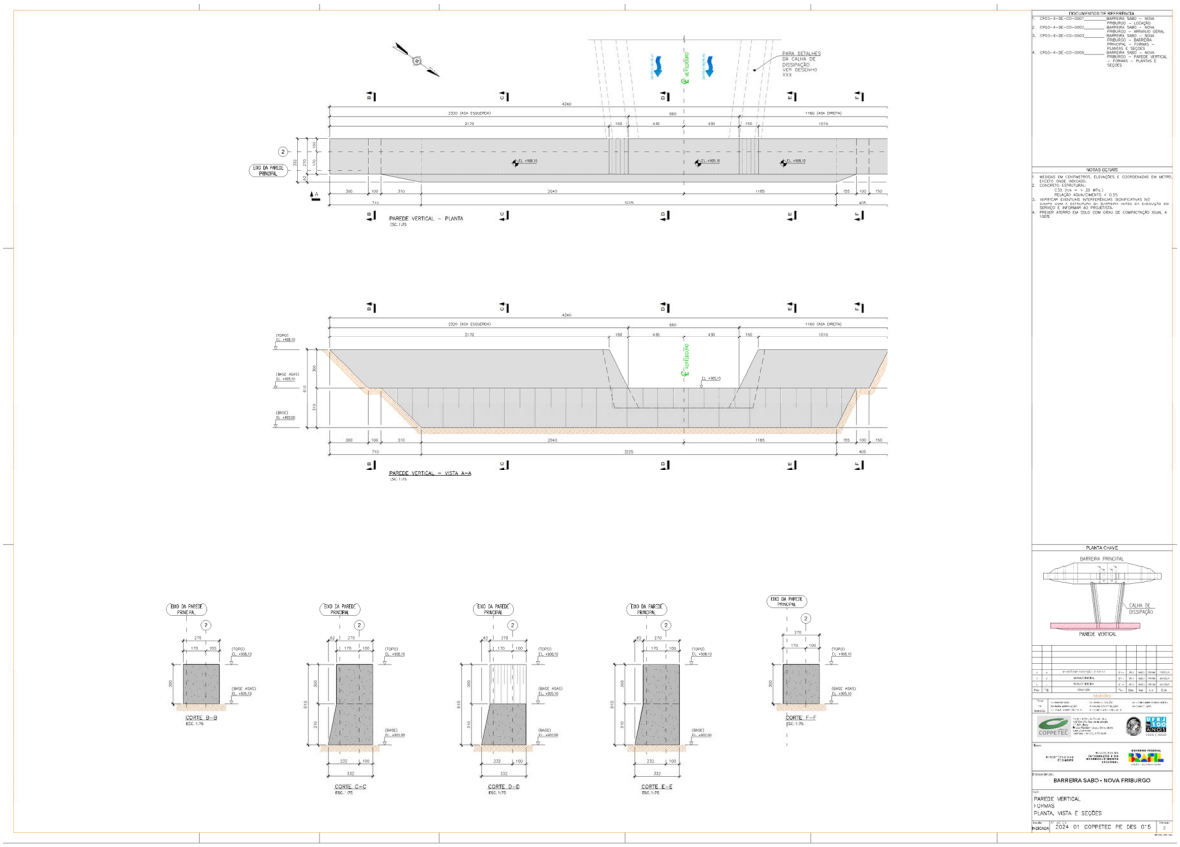

EIXO DA BARREIRA PRINCIPAL
SEÇÃO 8
EIXO CALHA
SEÇÃO 9
EIXO CALHA
SEÇÃO 10
EIXO CALHA
SEÇÃO 11
EIXO CALHA
SEÇÃO 12
EIXO CALHA
SEÇÃO 13
DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA
NOTAS GERAIS
BARREIRA SABO - NOVA FRIBURGO
SEÇÕES TRANSVERSAIS
BARREIRA PRINCIPAL, CALHA DE DISSIPAÇÃO
E PAREDE VERTICAL
2024-01-COPPETEC-PE-DES-009

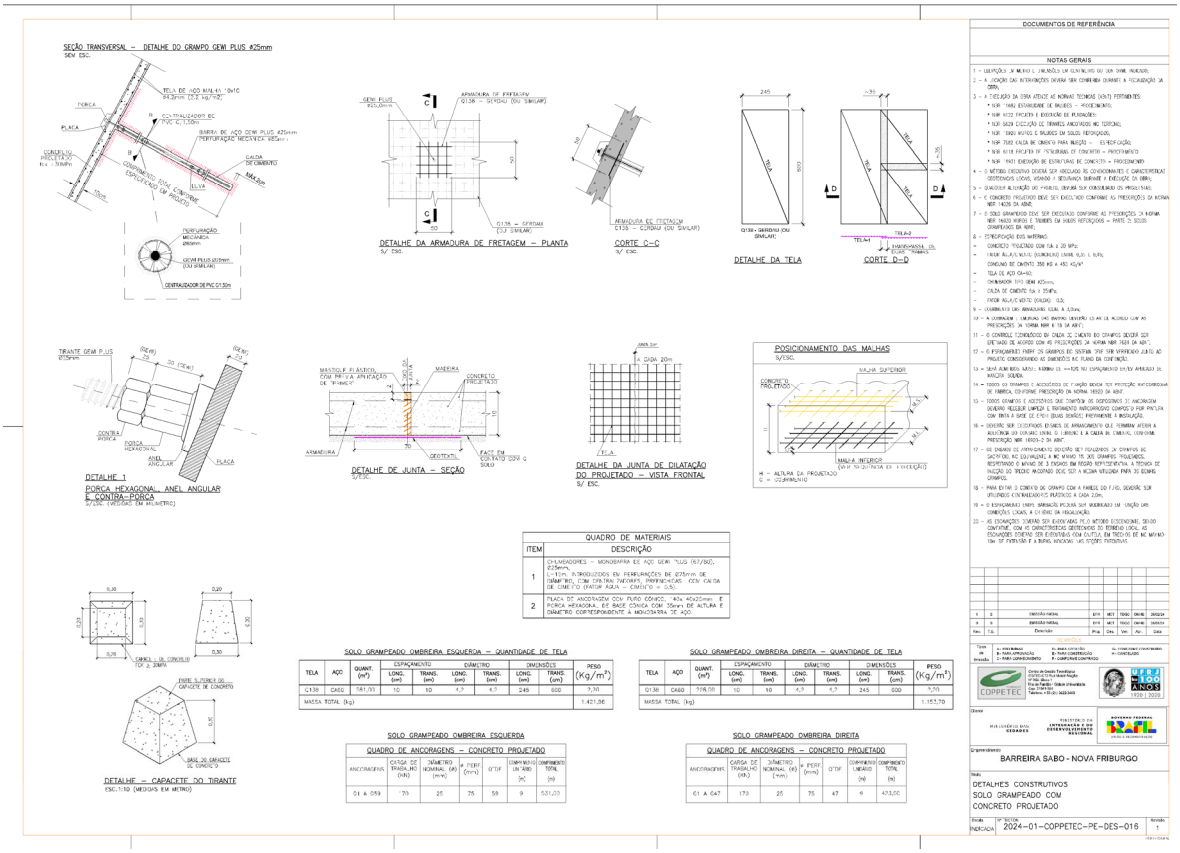

EIXO LONGITUDINAL – PERFIL GEOTÉCNICO
ESC. 1:200
EIXO TRANSVERSAL – PERFIL GEOTÉCNICO
ESC. 1:200
LEGENDAS
NOTAS GERAIS
BARREIRA SABO - NOVA FRIBURGO
BARREIRA PRINCIPAL
PERFIS GEOTÉCNICOS
2024-01-COPPETEC-PE-DES-010

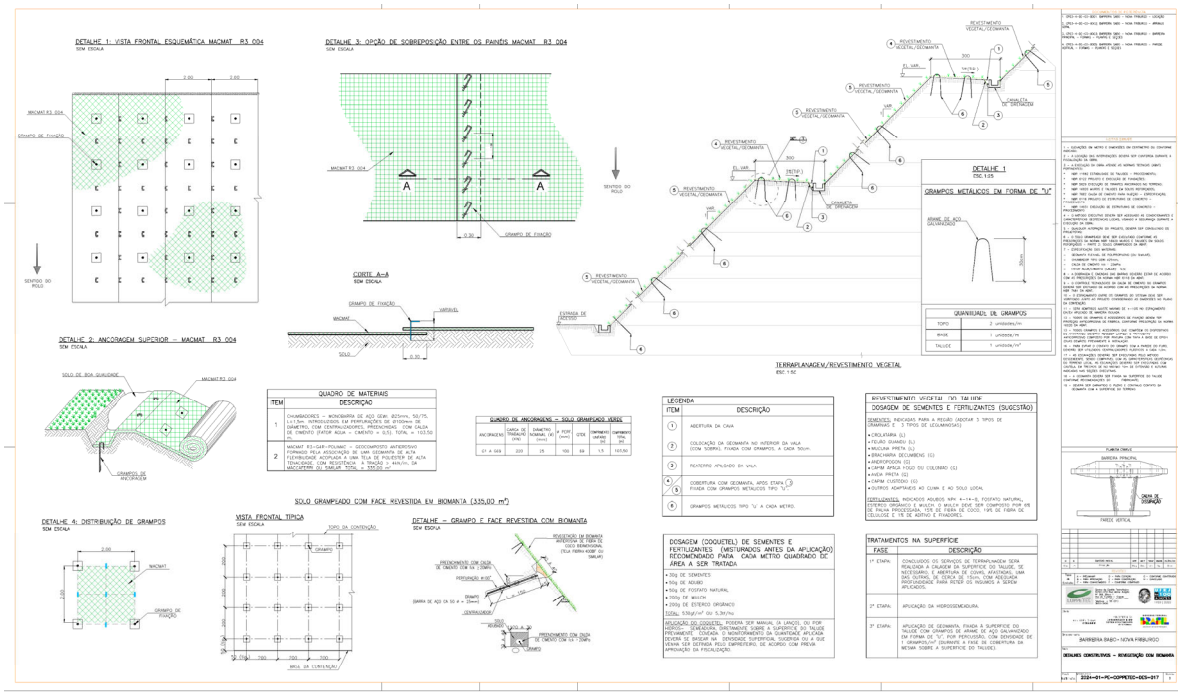

ASA DIREITA DA BARREIRA PRINCIPAL
VERTEDOURO
ASA ESQUERDA DA BARREIRA PRINCIPAL
ASA DIREITA DA PAREDE VERTICAL
DENTES
RAMPA DA CALHA DE DISSIPAÇÃO
PAREDE DA CALHA DE DISSIPAÇÃO
VERTEDOURO
ASA ESQUERDA DA PAREDE VERTICAL
PLANTA CHAVE
BARREIRA PRINCIPAL
CALHA DE DISSIPAÇÃO
PAREDE VERTICAL
BARREIRA SABO - NOVA FRIBURGO
VISTA ISOMÉTRICA DA BARREIRA SABO
2024-01-COPPETEC-PE-DES-011

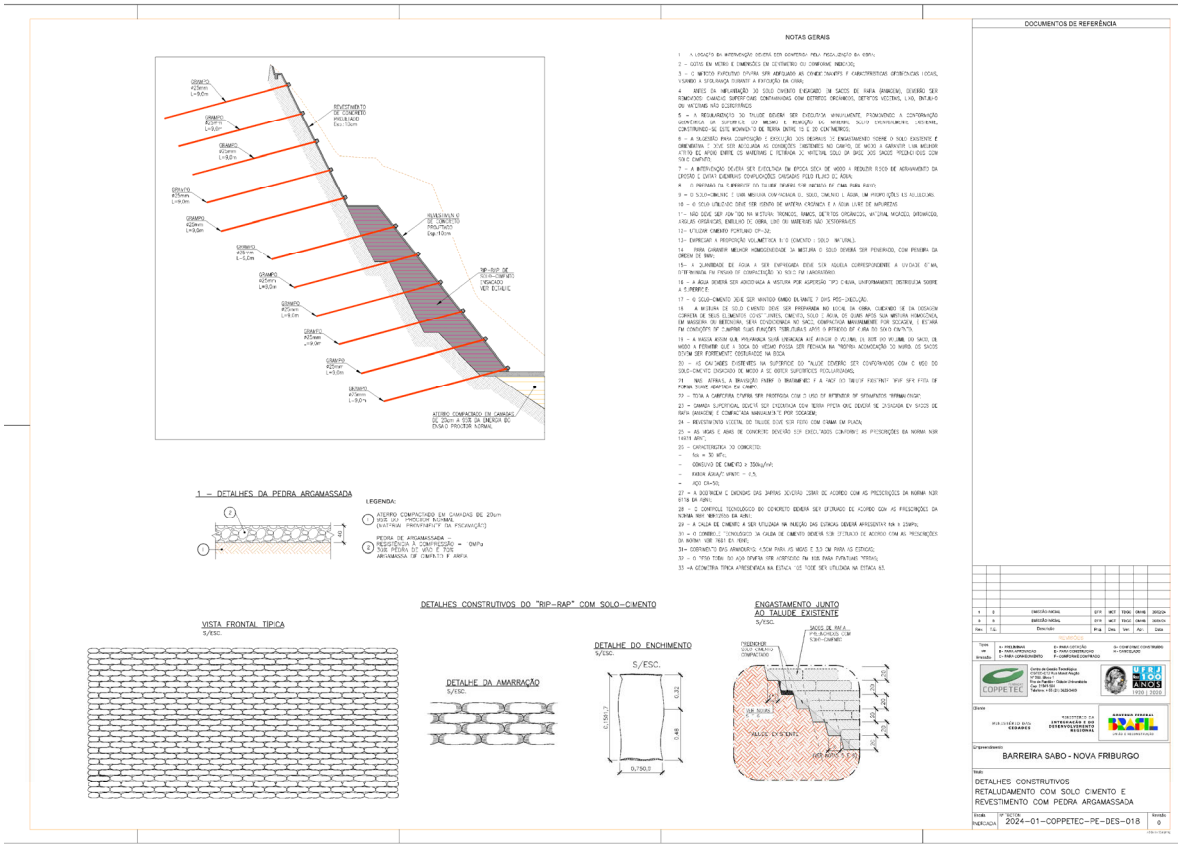

BARREIRA SABO - NOVA FRIBURGO
BARREIRA PRINCIPAL
FORMAS
CORTES
2024-01-COPPETEC-PE-DES-013

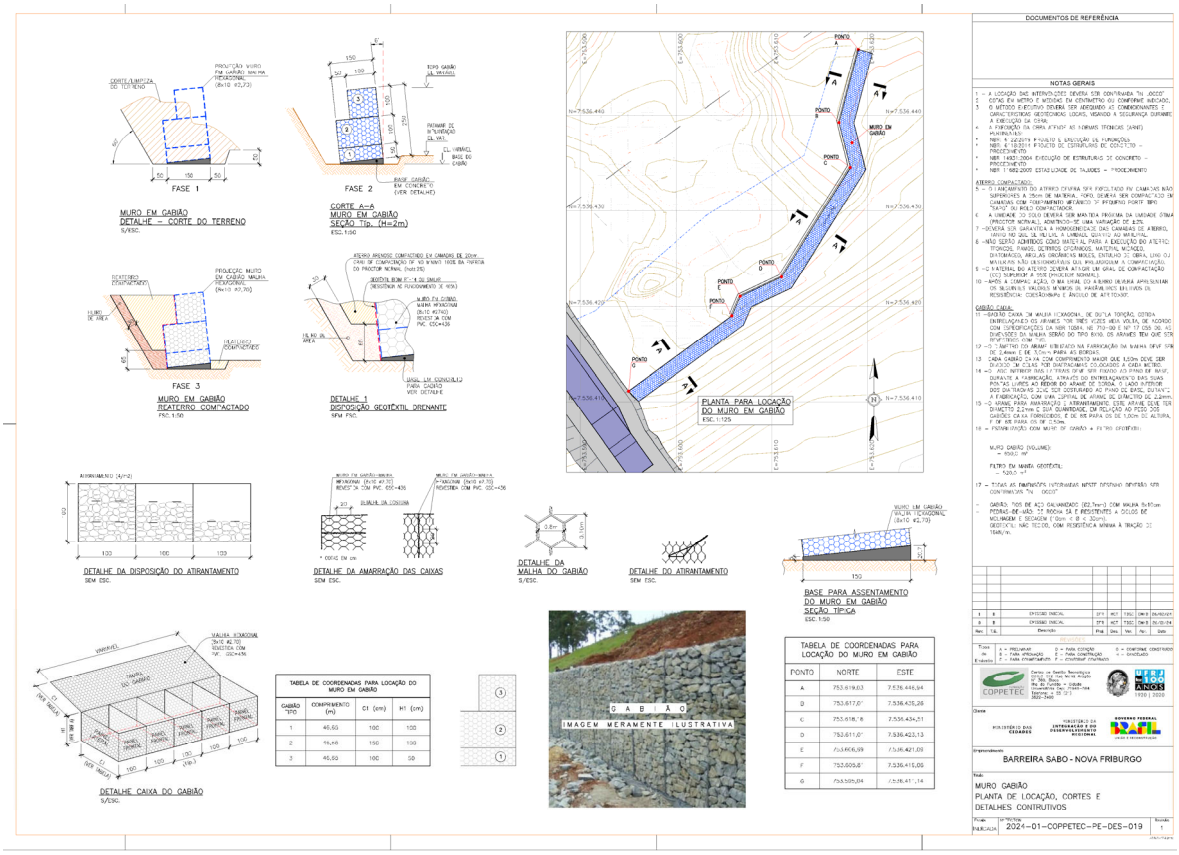

BARREIRA SABO - NOVA FRIBURGO
CALHA DE DISSIPAÇÃO
FORMAS
PLANTA E SEÇÕES
2024-01-COPPETEC-PE-DES-014

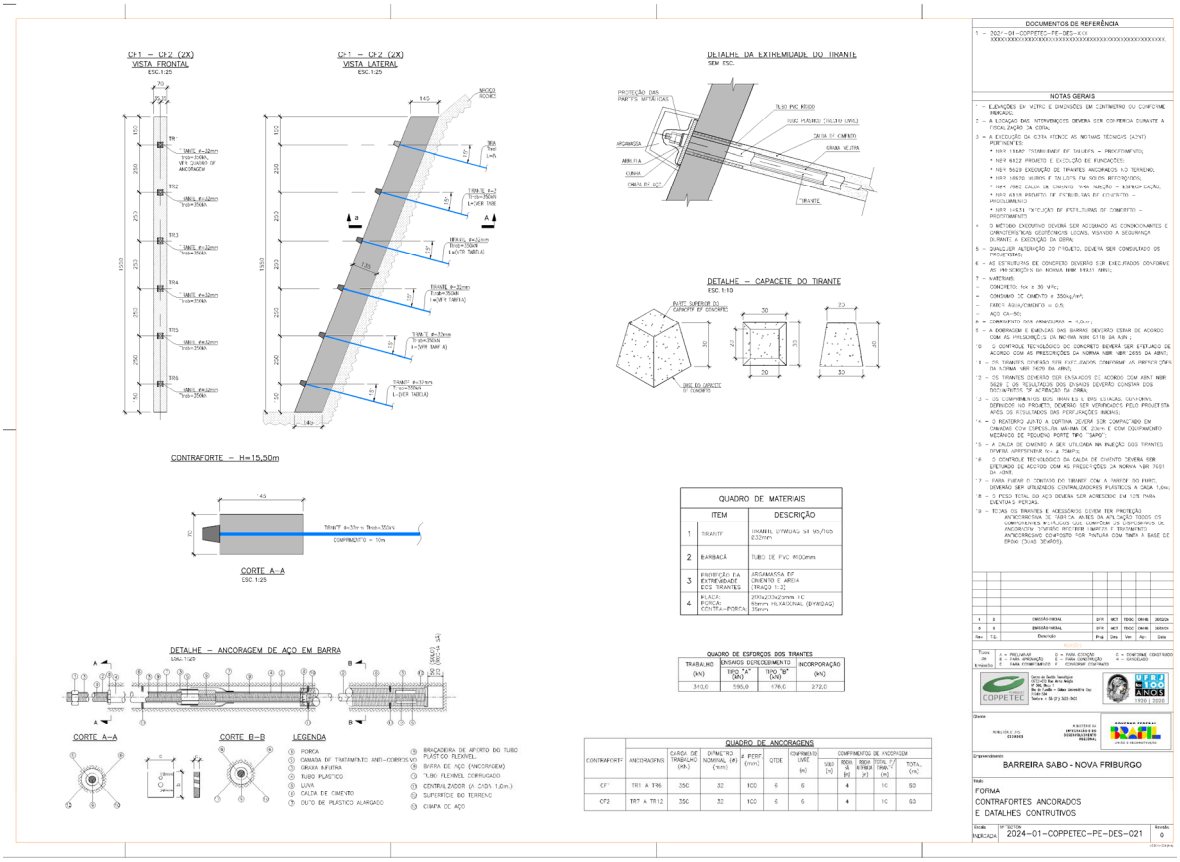

PAREDE VERTICAL – PLANTA
PAREDE VERTICAL – VISTA A-A
PLANTA CHAVE
BARREIRA SABO – NOVA FRIBURGO
PAREDE VERTICAL
FORMAS
PLANTA, VISTA E SEÇÕES
2024_01_COPPETEC_PE_DES_015

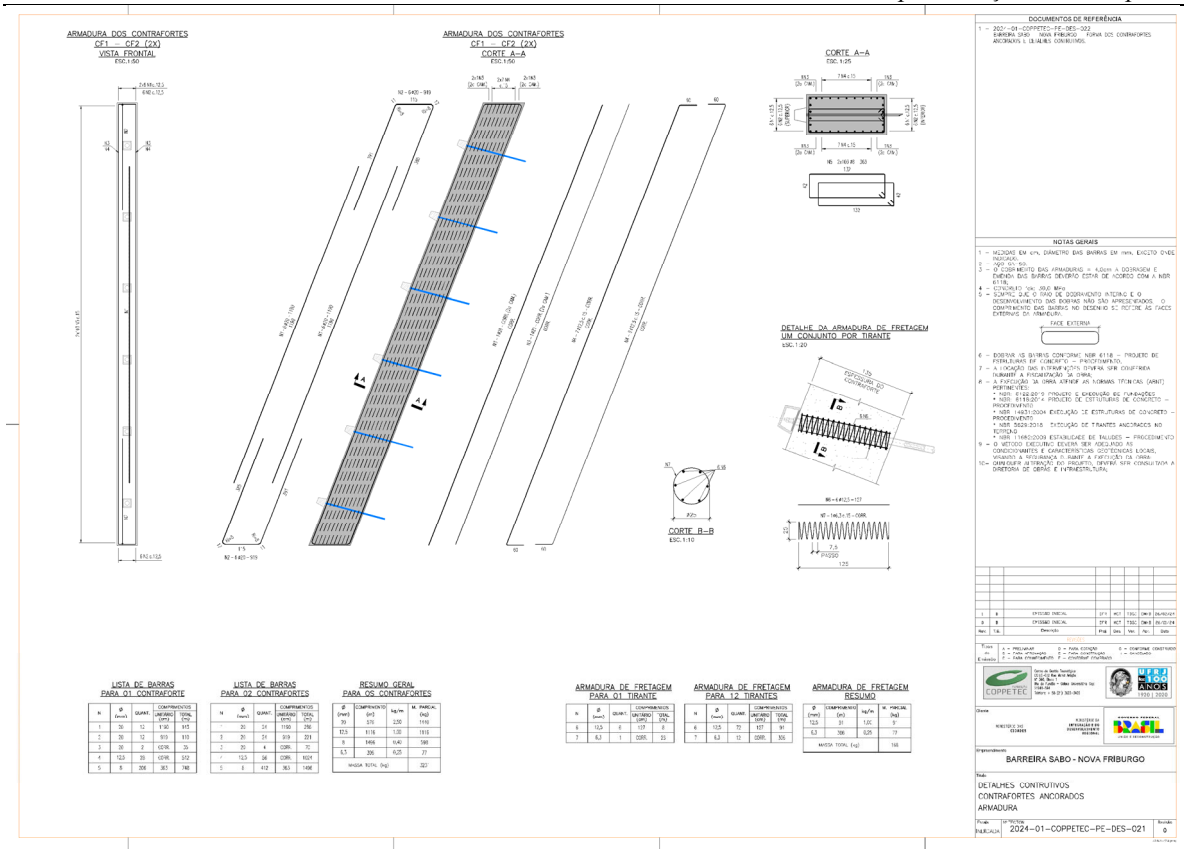

SEÇÃO TRANSVERSAL – DETALHE DO GRAMPO GEWI PLUS Ø25mm
DETALHE DA ARMADURA DE FRETAGEM – PLANTA
CORTE C–C
DETALHE DA TELA
CORTE D–D
DETALHE 1
PORCA HEXAGONAL, ANEL ANGULAR E CONTRA-PORCA
DETALHE DE JUNTA – SEÇÃO
DETALHE DA JUNTA DE DILATAÇÃO DO PROJETADO – VISTA FRONTAL
POSICIONAMENTO DAS MALHAS
QUADRO DE MATERIAIS
SOLO GRAMPEADO OMBREIRA ESQUERDA – QUANTIDADE DE TELA
SOLO GRAMPEADO OMBREIRA DIREITA – QUANTIDADE DE TELA
SOLO GRAMPEADO OMBREIRA ESQUERDA
QUADRO DE ANCORAGENS – CONCRETO PROJETADO
SOLO GRAMPEADO OMBREIRA DIREITA
QUADRO DE ANCORAGENS – CONCRETO PROJETADO
DETALHE – CAPACETE DO TIRANTE
DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA
NOTAS GERAIS
BARREIRA SABO – NOVA FRIBURGO
DETALHES CONSTRUTIVOS
SOLO GRAMPEADO COM
CONCRETO PROJETADO
2024-01-COPPETEC-PE-DES-016


DETALHE 1: VISTA FRONTAL ESQUEMÁTICA MACMAT R3 004
DETALHE 3: OPÇÃO DE SOBREPOSIÇÃO ENTRE OS PAINÉIS MACMAT R3 004
DETALHE 2: ANCORAGEM SUPERIOR – MACMAT R3 004
CORTE A–A
QUADRO DE MATERIAIS
SOLO GRAMPEADO COM FACE REVESTIDA EM BIOMANTA (335,00 m²)
DETALHE 4: DISTRIBUIÇÃO DE GRAMPOS
VISTA FRONTAL TÍPICA
DETALHE – GRAMPO E FACE REVESTIDA COM BIOMANTA
DETALHE 1
GRAMPOS METÁLICOS EM FORMA DE "U"
QUANTIDADE DE GRAMPOS
LEGENDA
DOSAGEM (DOQUETE) DE SEMENTES E FERTILIZANTES (MISTURADOS ANTES DA APLICAÇÃO) RECOMENDADA PARA CADA METRO QUADRADO DE ÁREA A SER TRATADA
TRATAMENTOS NA SUPERFÍCIE
TERRAPLANAGEM/REVESTIMENTO VEGETAL
BARREIRA SABO – NOVA FRIBURGO

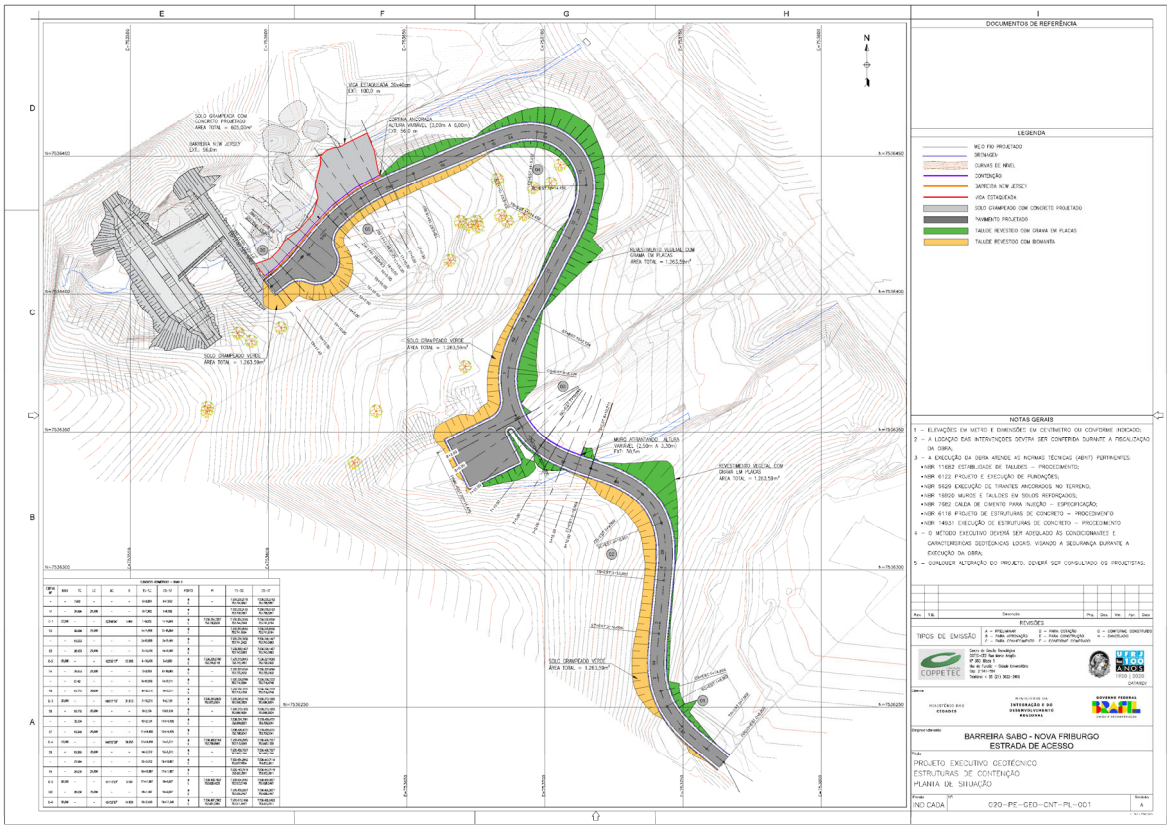

NOTAS GERAIS
DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA
1 – DETALHES DA PEDRA ARGAMASSADA
LEGENDA:
DETALHES CONSTRUTIVOS DO "RIP–RAP" COM SOLO–CIMENTO
VISTA FRONTAL TÍPICA
S/ESC.
DETALHE DA AMARRAÇÃO
S/ESC.
DETALHE DO ENCHIMENTO
S/ESC.
ENGASTAMENTO JUNTO AO TALUDE EXISTENTE
S/ESC.
BARREIRA SABO – NOVA FRIBURGO
DETALHES CONSTRUTIVOS
RETALUDAMENTO COM SOLO CIMENTO E REVESTIMENTO COM PEDRA ARGAMASSADA
2024–01–COPPETEC–PE–DES–018

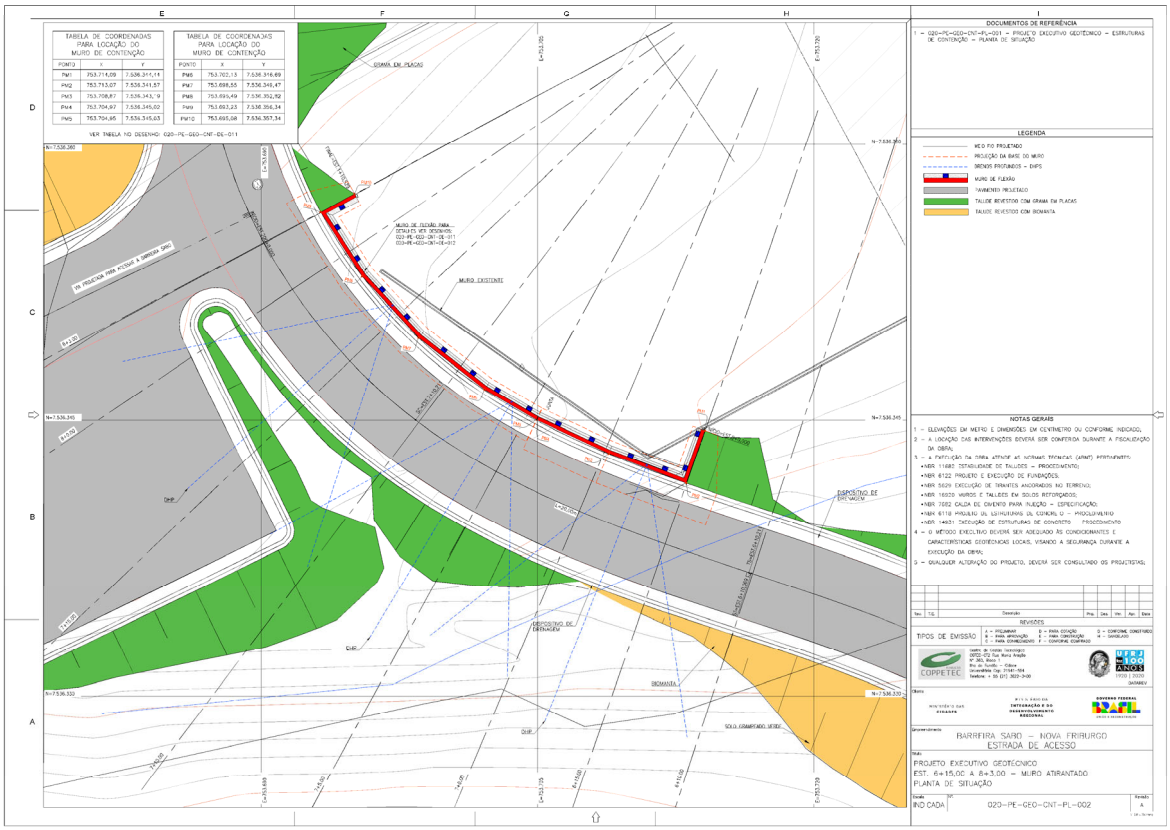

MURO EM GABIÃO
DETALHE – CORTE DO TERRENO
FASE 1
FASE 2
CORTE A–A
MURO EM GABIÃO
SEÇÃO Tip. (H=2m)
FASE 3
MURO EM GABIÃO
REATERRO COMPACTADO
DETALHE 1
DISPOSIÇÃO GEOTÊXTIL DRENANTE
PLANTA PARA LOCAÇÃO
DO MURO EM GABIÃO
DETALHE DA DISPOSIÇÃO DO ATIRANTAMENTO
DETALHE DA AMARRAÇÃO DAS CAIXAS
DETALHE DA
MALHA DO GABIÃO
DETALHE DO ATIRANTAMENTO
BASE PARA ASSENTAMENTO
DO MURO EM GABIÃO
SEÇÃO TIP-5A
DETALHE CAIXA DO GABIÃO
TABELA DE COORDENADAS PARA LOCAÇÃO DO MURO EM GABIÃO
GABIÃO TIPO
COMPRIMENTO (m)
C1 (cm)
H1 (cm)
TABELA DE COORDENADAS PARA LOCAÇÃO DO MURO EM GABIÃO
PONTO
NORTE
ESTE
SABIÃO
IMAGEM MERAMENTE ILUSTRATIVA
DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA
NOTAS GERAIS
BARREIRA SABO - NOVA FRIBURGO
MURO GABIÃO
PLANTA DE LOCAÇÃO, CORTES E
DETALHES CONTRUTIVOS
2024-01-COPPETEC-PE-DES-019

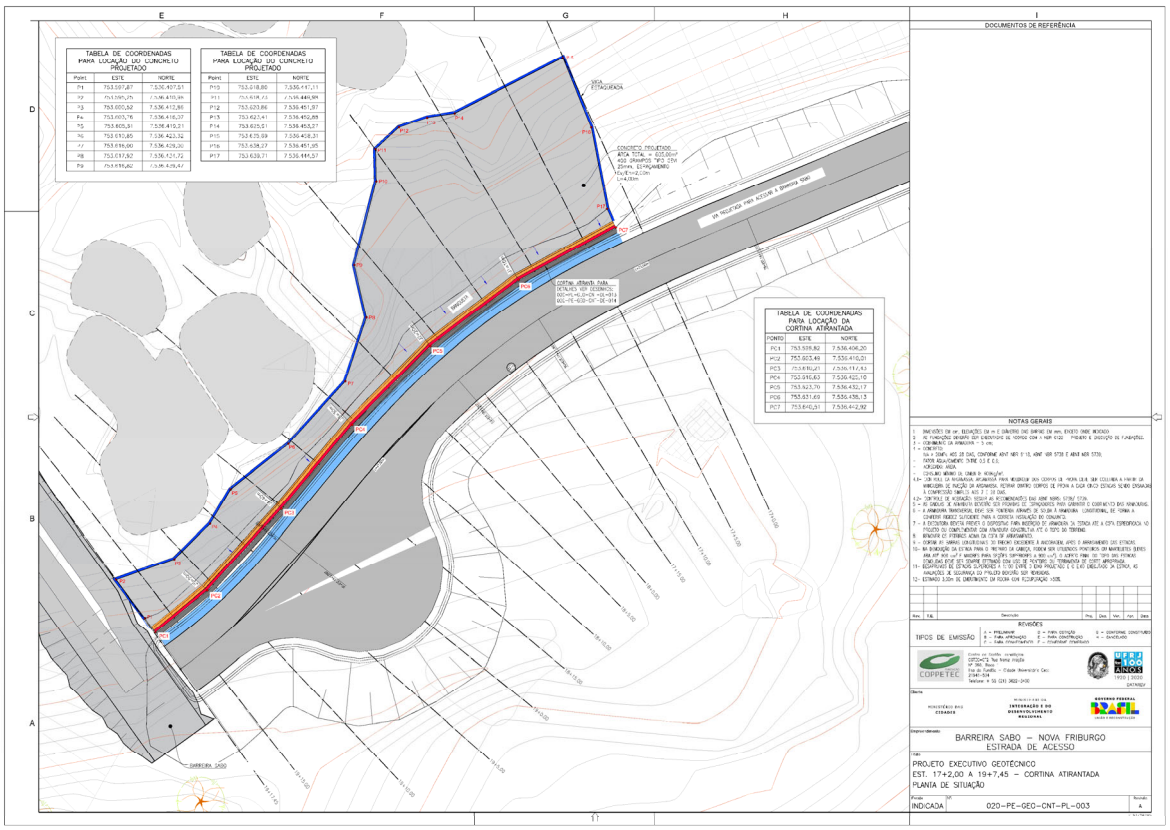

CF1 – CF2 (2X)
VISTA FRONTAL
CF1 – CF2 (2X)
VISTA LATERAL
DETALHE DA EXTREMIDADE DO TIRANTE
DETALHE – CAPACETE DO TIRANTE
CONTRAFORTE – H=15,50m
CORTE A–A
QUADRO DE MATERIAIS
ITEM
DESCRIÇÃO
QUADRO DE ESFORÇOS DOS TIRANTES
TRABALHO (kN)
ENSAIOS DE RECEBIMENTO
INCORPORAÇÃO (kN)
DETALHE – ANCORAGEM DE AÇO EM BARRA
CORTE A–A
CORTE B–B
LEGENDA
QUADRO DE ANCORAGENS
CONTRAFORTE
ANCORAGENS
CARGA DE TRABALHO (kN)
DIÂMETRO NOMINAL (Φ) (mm)
Fptf (mm)
DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA
NOTAS GERAIS
BARREIRA SABO - NOVA FRIBURGO
FORMA
CONTRAFORTES ANCORADOS
E DETALHES CONTRUTIVOS
2024-01-COPPETEC-PE-DES-021

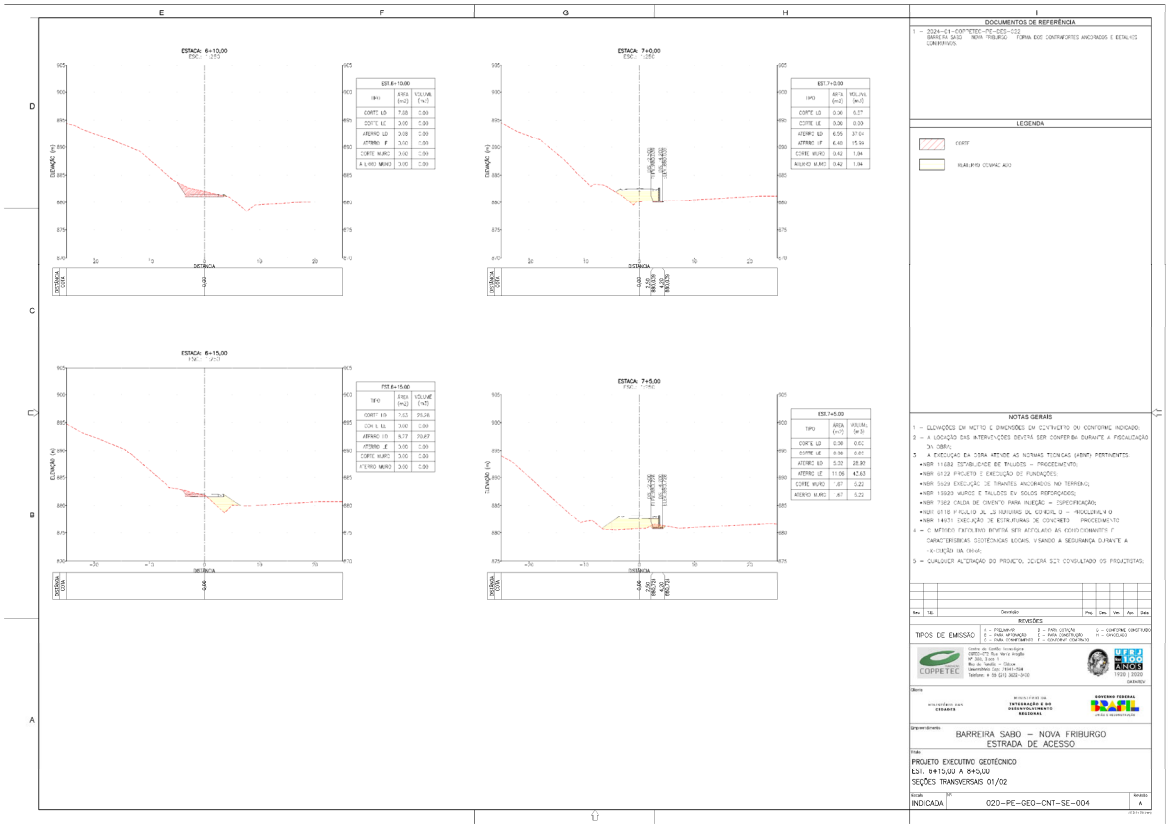

ARMADURA DOS CONTRAFORTES
CF1 CF2 (2X)
VISTA FRONTAL
ESC. 1:50
ARMADURA DOS CONTRAFORTES
CF1 CF2 (2X)
CORTE A–A
ESC. 1:50
CORTE A–A
ESC. 1:25
DETALHE DA ARMADURA DE FRETAGEM
UM CONJUNTO POR TIRANTE
ESC. 1:20
CORTE B–B
ESC. 1:10
DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA
NOTAS GERAIS
FACE EXTERNA
LISTA DE BARRAS
PARA Q1 CONTRAFORTE
LISTA DE BARRAS
PARA Q2 CONTRAFORTES
RESUMO GERAL
PARA OS CONTRAFORTES
ARMADURA DE FRETAGEM
PARA Q1 TIRANTE
ARMADURA DE FRETAGEM
PARA 12 TIRANTES
ARMADURA DE FRETAGEM
RESUMO
BARREIRA SABO - NOVA FRIBURGO
DETALHES CONTRUTIVOS
CONTRAFORTES ANCORADOS
ARMADURA
2024–01–COPPETEC–PE–DES–021

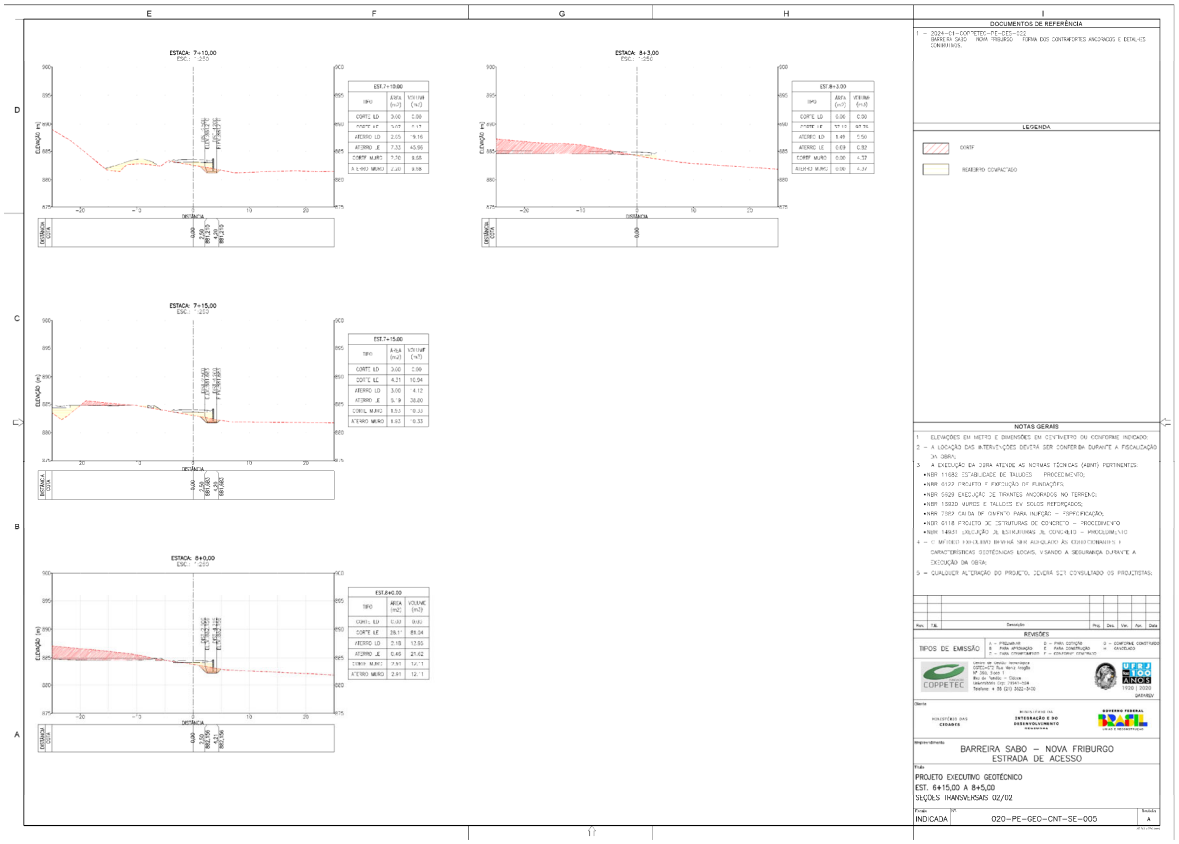
2.6.2 Via de manutenção

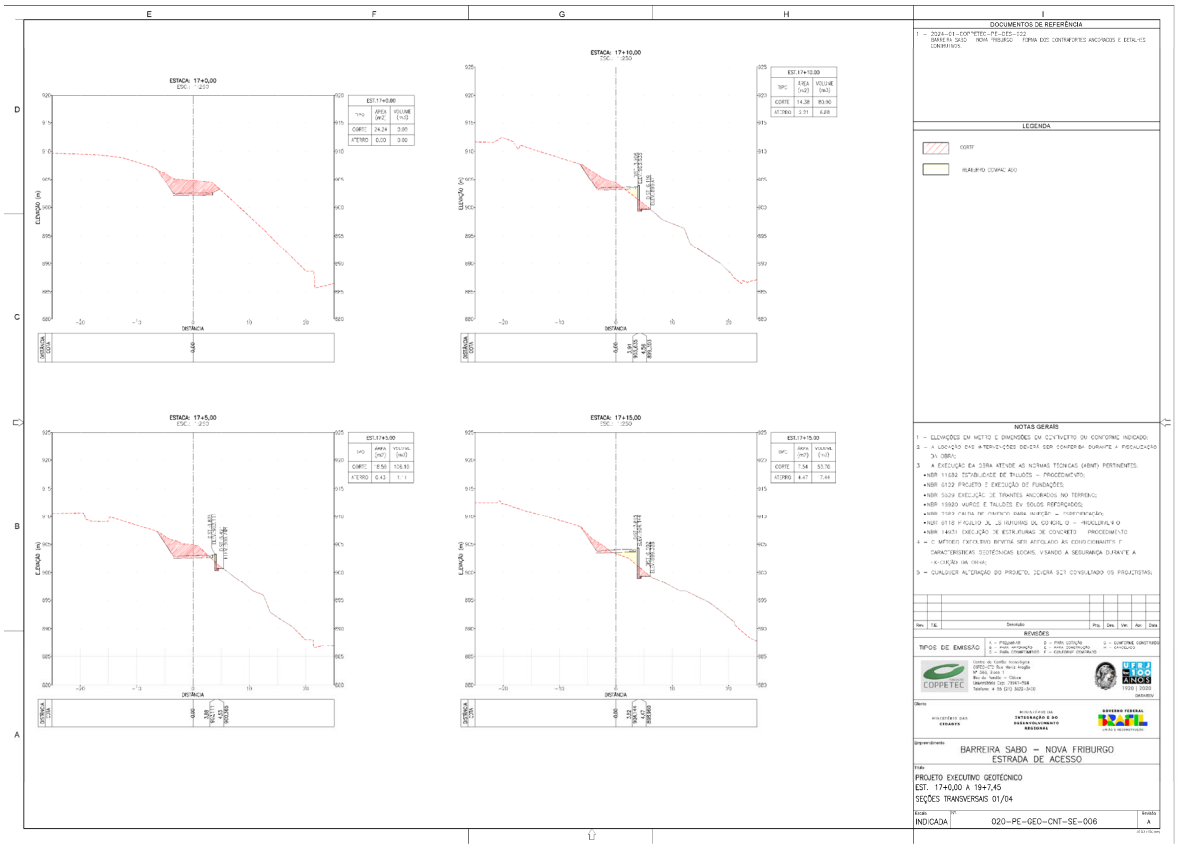


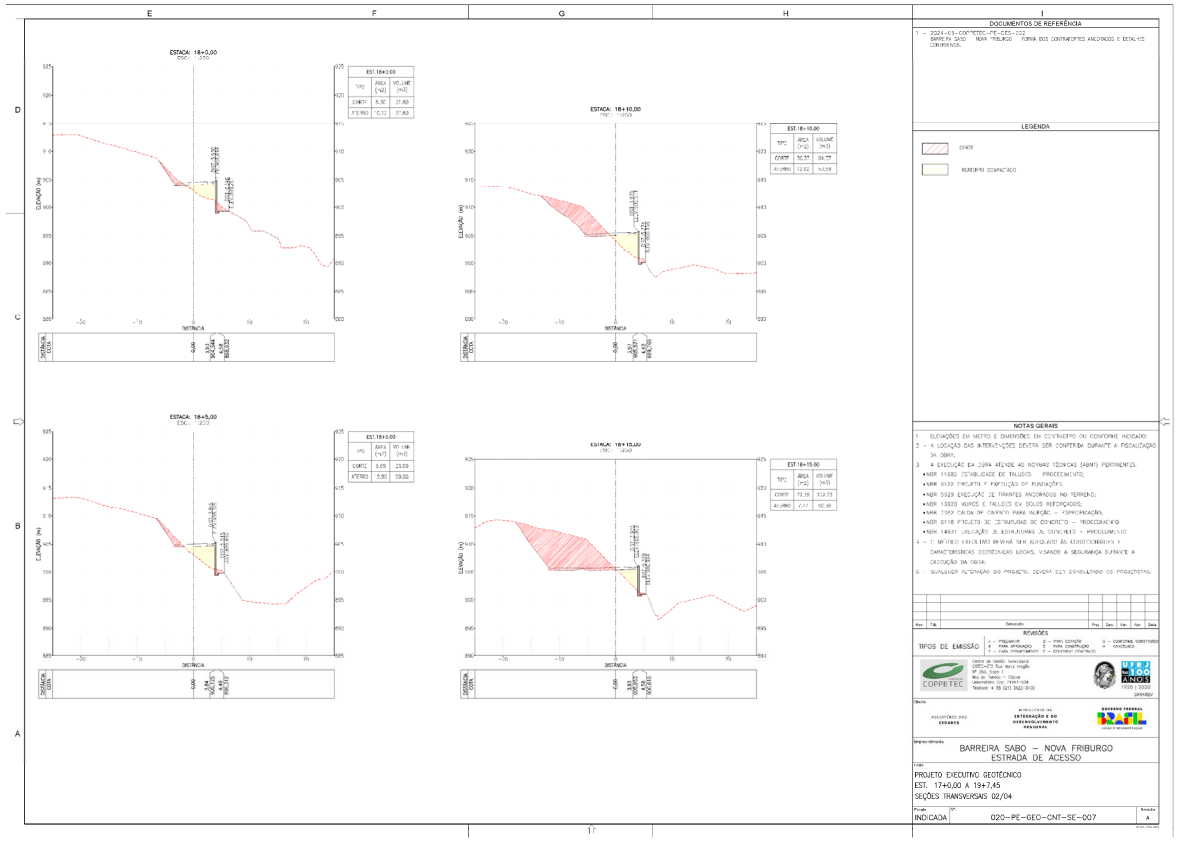


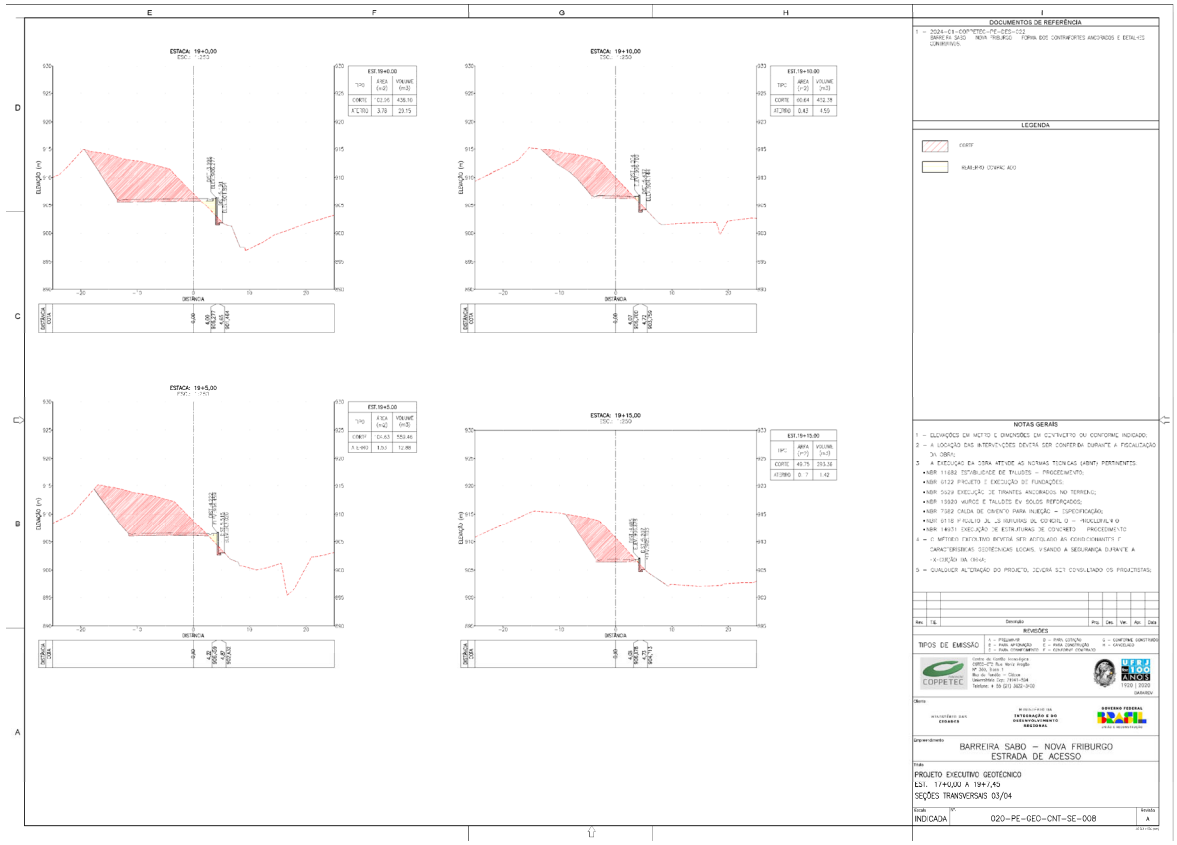

TABELA DE COORDENADAS PARA LOCAÇÃO DO LIMONCHO PROJETADO
TABELA DE COORDENADAS PARA LOCAÇÃO DO LIMONCHO PROJETADO
TABELA DE COORDENADAS PARA LOCAÇÃO DA CORTINA ATIRANTADA
DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA
NOTAS GERAIS
REVISÕES
TIPOS DE EMISSÃO
BARREIRA SABO – NOVA FRIBURGO
ESTRADA DE ACESSO
PROJETO EXECUTIVO GEOTÉCNICO
EST. 17+2,00 A 19+7,45 – CORTINA ATIRANTADA
PLANTA DE SITUAÇÃO
INDICADA
020-PE-GEO-CNT-PL-003

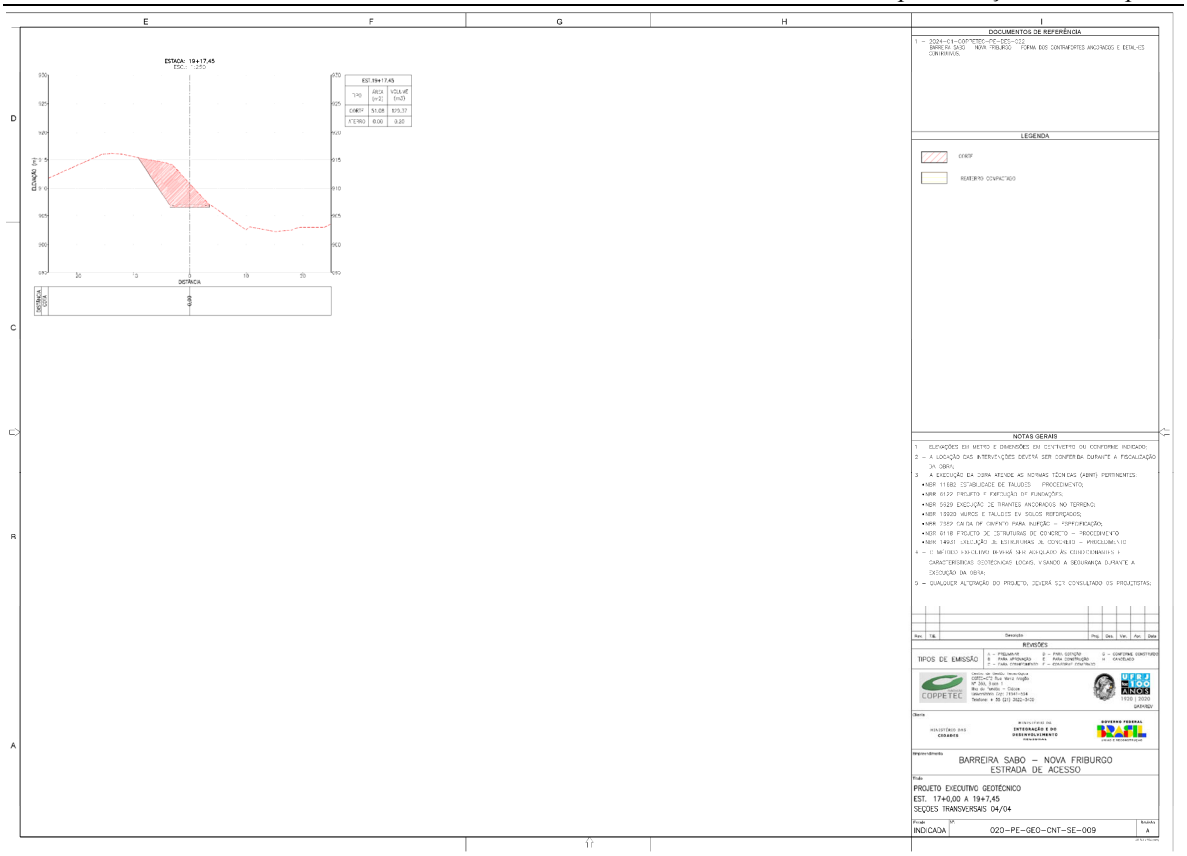

ESTACA: 6+10,00
ESTACA: 7+0,00
ESTACA: 6+15,00
ESTACA: 7+5,00
DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA
LEGENDA
NOTAS GERAIS
REVISÕES
TIPOS DE EMISSÃO
BARREIRA SABO – NOVA FRIBURGO
ESTRADA DE ACESSO
PROJETO EXECUTIVO GEOTÉCNICO
SEÇÕES TRANSVERSAIS 01/02
INDICADA
020-PE-GEO-CNT-SE-004

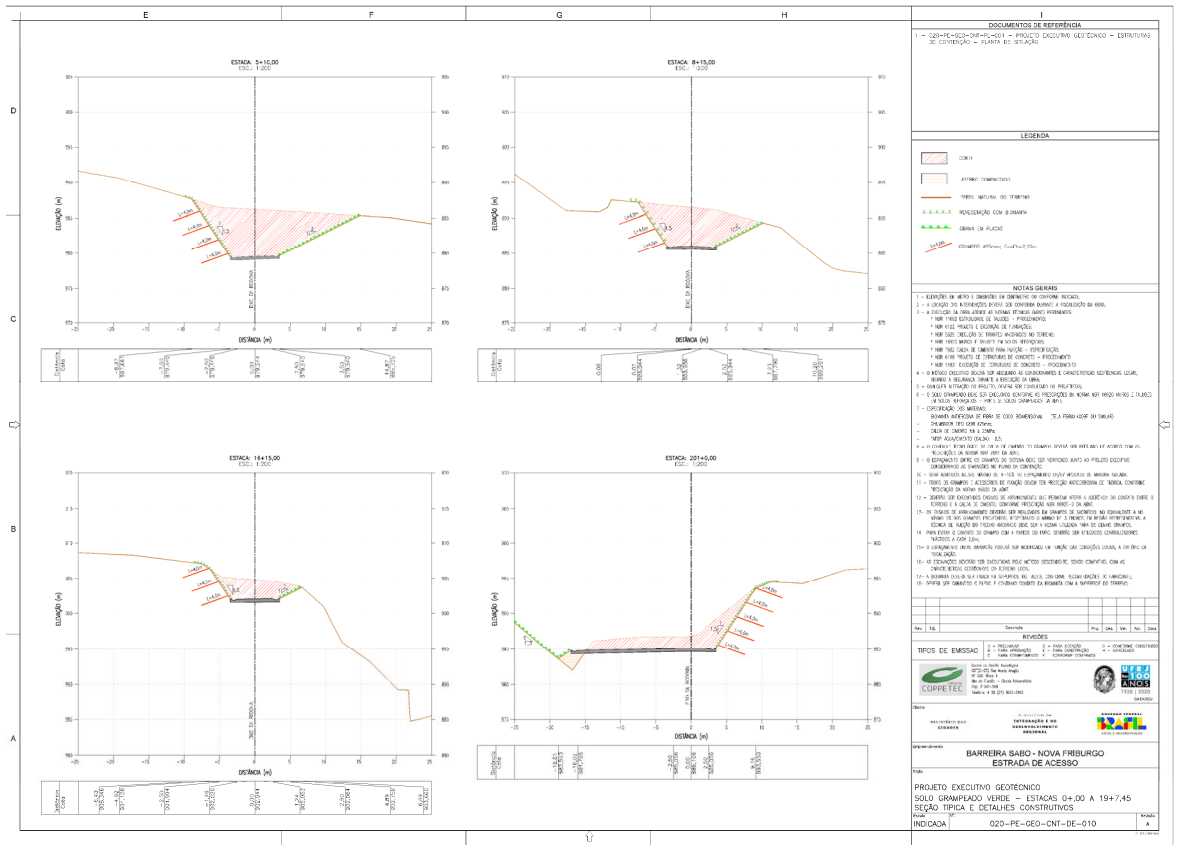

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA
LEGENDA
NOTAS GERAIS
REVISÕES
BARREIRA SABO – NOVA FRIBURGO
ESTRADA DE ACESSO
PROJETO EXECUTIVO GEOTÉCNICO
EST. 6+15,00 A 8+5,00
SEÇÕES TRANSVERSAIS 02/02
020-PE-GEO-CNT-SE-005

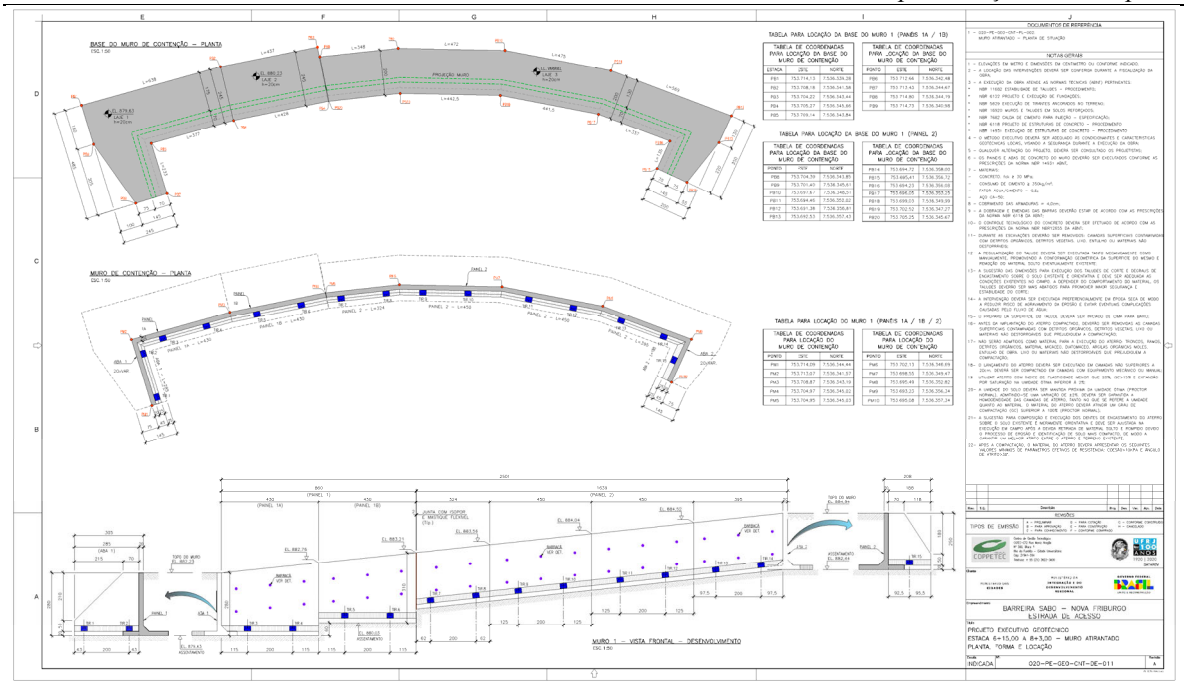

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA
LEGENDA
NOTAS GERAIS
REVISÕES
BARREIRA SABO – NOVA FRIBURGO
ESTRADA DE ACESSO
PROJETO EXECUTIVO GEOTÉCNICO
EST. 17+0,00 A 19+7,45
SEÇÕES TRANSVERSAIS 01/04
020-PE-GEO-CNT-SE-006

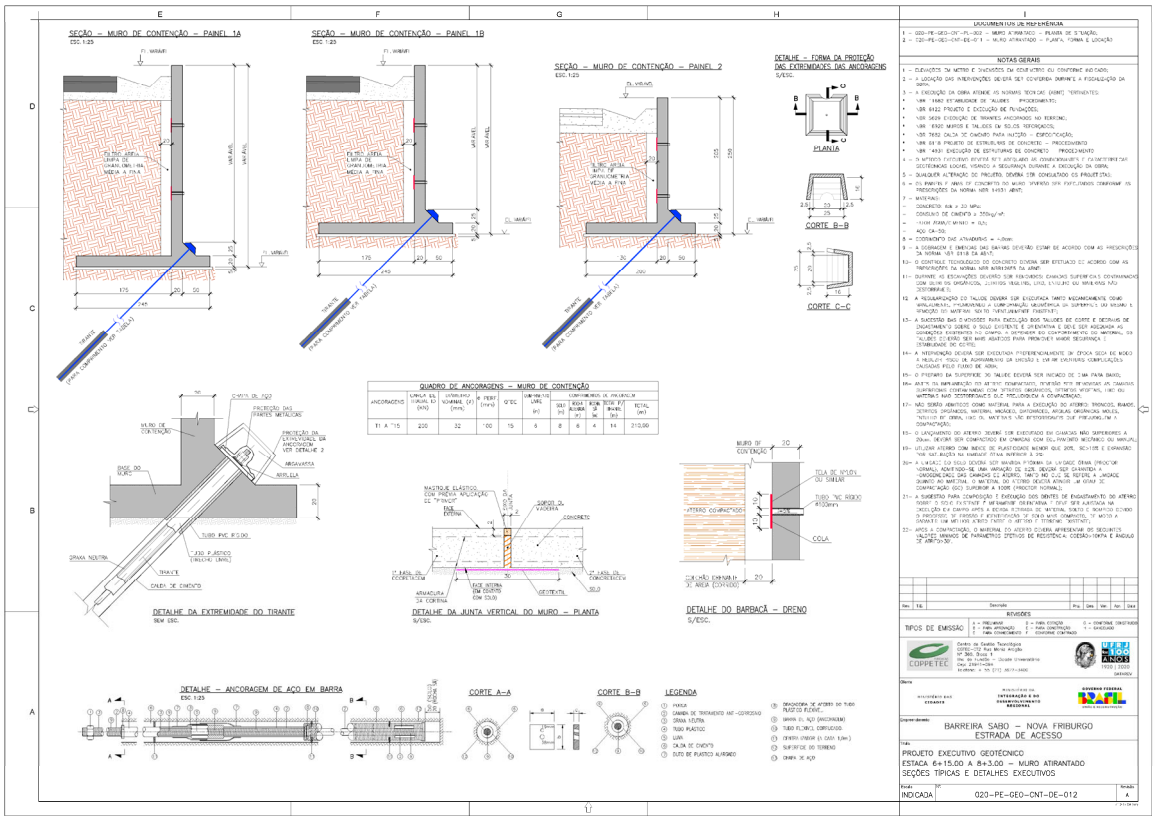

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA
LEGENDA
NOTAS GERAIS
REVISÕES
TIPOS DE EMISSÃO
BARREIRA SABO – NOVA FRIBURGO
ESTRADA DE ACESSO
PROJETO EXECUTIVO GEOTÉCNICO
EST. 17+0,00 A 19+7,45
SEÇÕES TRANSVERSAIS 02/04
INDICADA
020-PE-GEO-CNT-SE-007

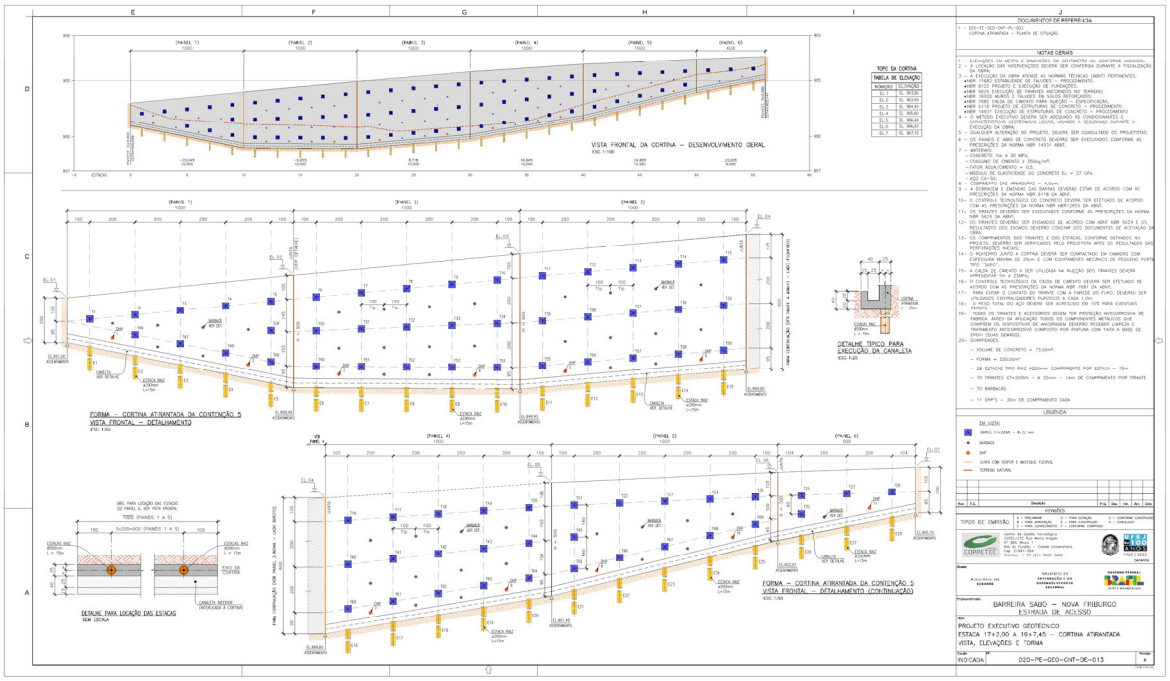

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA
LEGENDA
NOTAS GERAIS
REVISÕES
TIPOS DE EMISSÃO
BARREIRA SABO – NOVA FRIBURGO
ESTRADA DE ACESSO
PROJETO EXECUTIVO GEOTÉCNICO
EST. 17+0,00 A 19+7,45
SEÇÕES TRANSVERSAIS 03/04
INDICADA
020-PE-GEO-CNT-SE-008

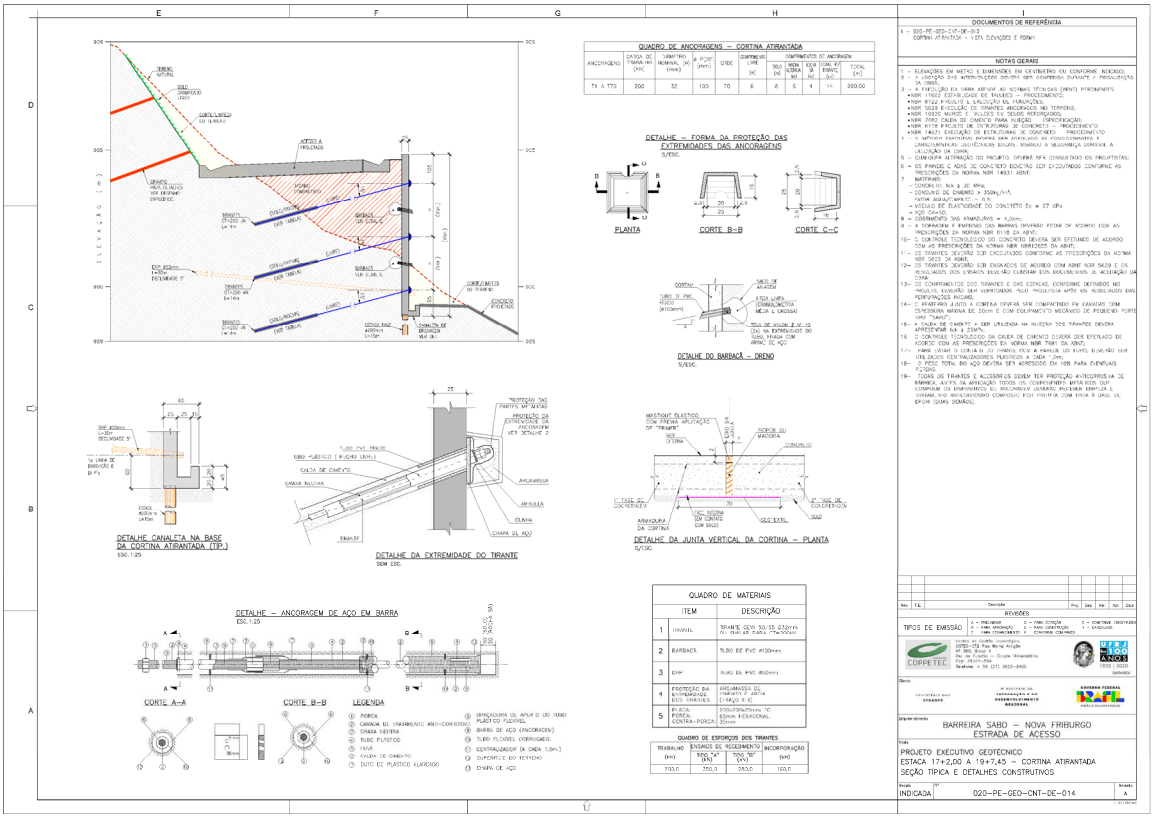

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA
LEGENDA
NOTAS GERAIS
REVISÕES
TIPOS DE EMISSÃO
BARREIRA SABO – NOVA FRIBURGO
ESTRADA DE ACESSO
PROJETO EXECUTIVO GEOTÉCNICO
EST. 17+0,00 A 19+7,45
SEÇÕES TRANSVERSAIS 04/04
INDICADA
020-PE-GEO-CNT-SE-009

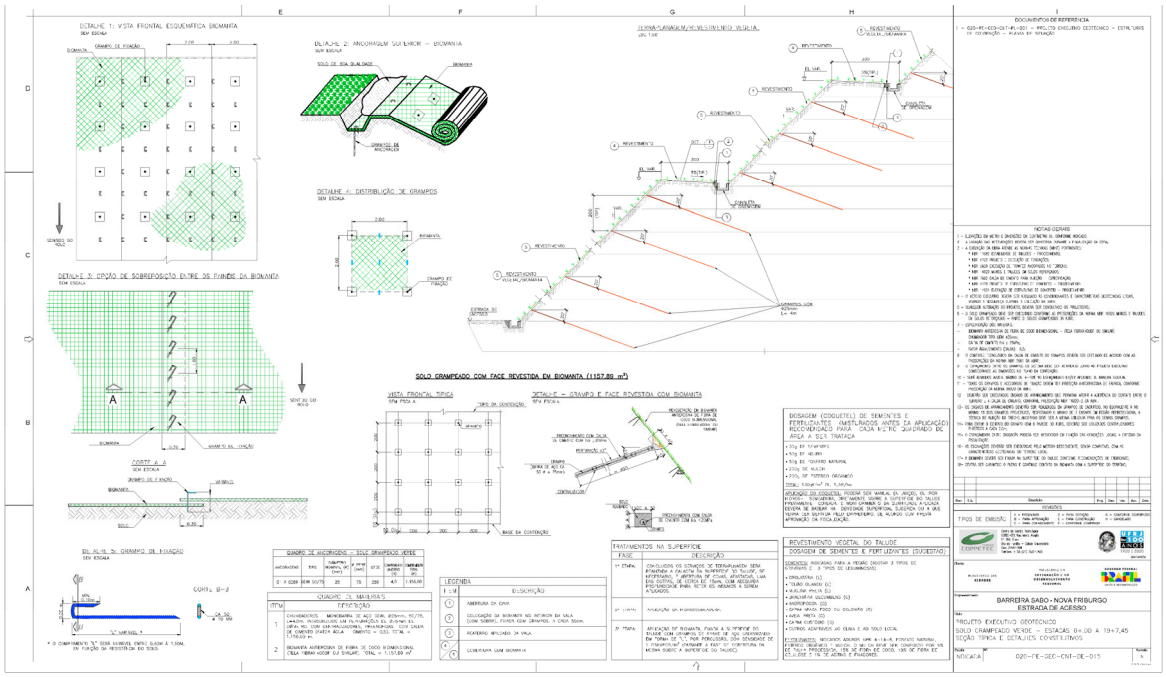

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA
LEGENDA
NOTAS GERAIS
REVISÕES
TIPOS DE EMISSÃO
BARREIRA SABO - NOVA FRIBURGO
ESTRADA DE ACESSO
PROJETO EXECUTIVO GEOTÉCNICO
SOLO GRAMPEADO VERDE – ESTACAS 0+0,00 A 19+7,45
SEÇÃO TÍPICA E DETALHES CONSTRUTIVOS
INDICADA
020-PE-GEO-CNT-DE-010

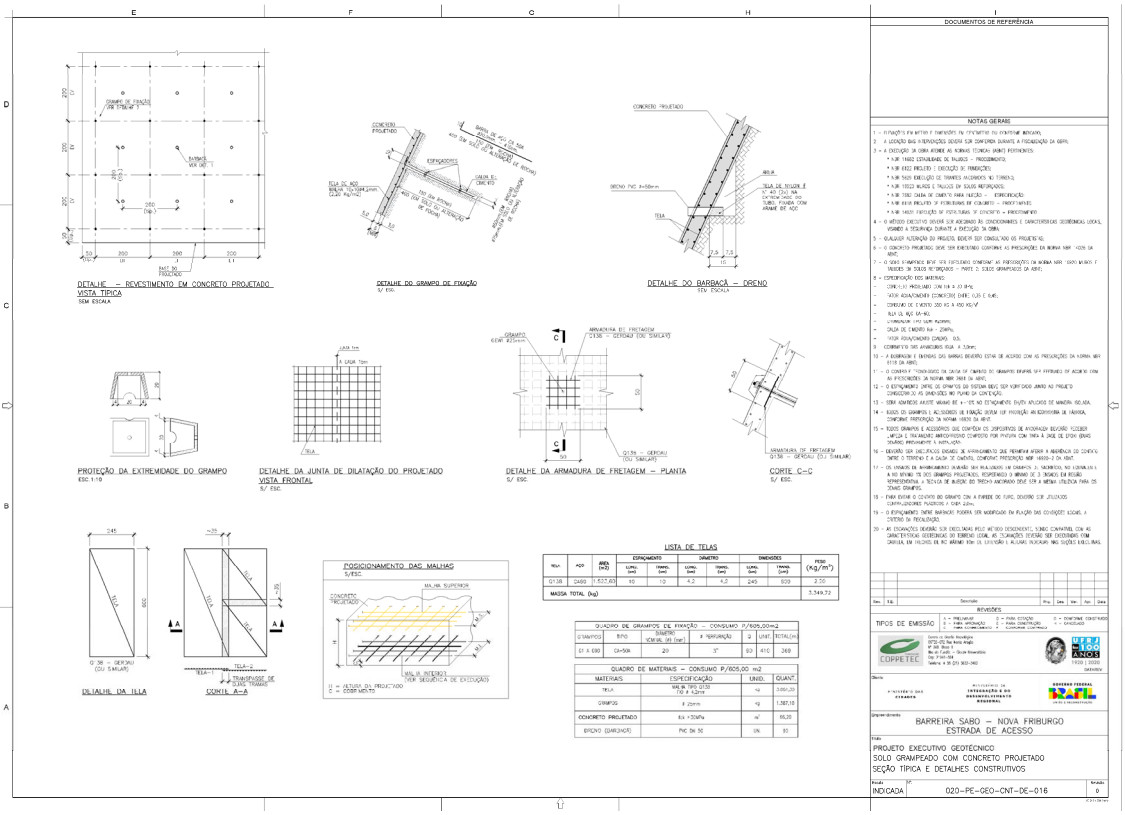

BASE DO MURO DE CONTENÇÃO – PLANTA
ESC 1:50
MURO DE CONTENÇÃO – PLANTA
ESC 1:50
MURO 1 – VISTA FRONTAL – DESENVOLVIMENTO
ESC 1:50
TABELA PARA LOCAÇÃO DA BASE DO MURO 1 (PAINÉIS 1A / 1B)
TABELA PARA LOCAÇÃO DA BASE DO MURO 1 (PAINEL 2)
TABELA PARA LOCAÇÃO DO MURO 1 (PAINÉIS 1A / 1B / 2)
DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA
NOTAS GERAIS
TIPOS DE EMISSÃO
REVISÕES
BARREIRA SABO – NOVA FRIBURGO
ESTRADA DE ACESSO
PROJETO EXECUTIVO GEOTÉCNICO
ESTACA 6+15,00 A 8+3,00 – MURO ATIRANTADO
PLANTA, FORMA E LOCAÇÃO
INDICADA
020-PE-GEO-CNT-DE-011

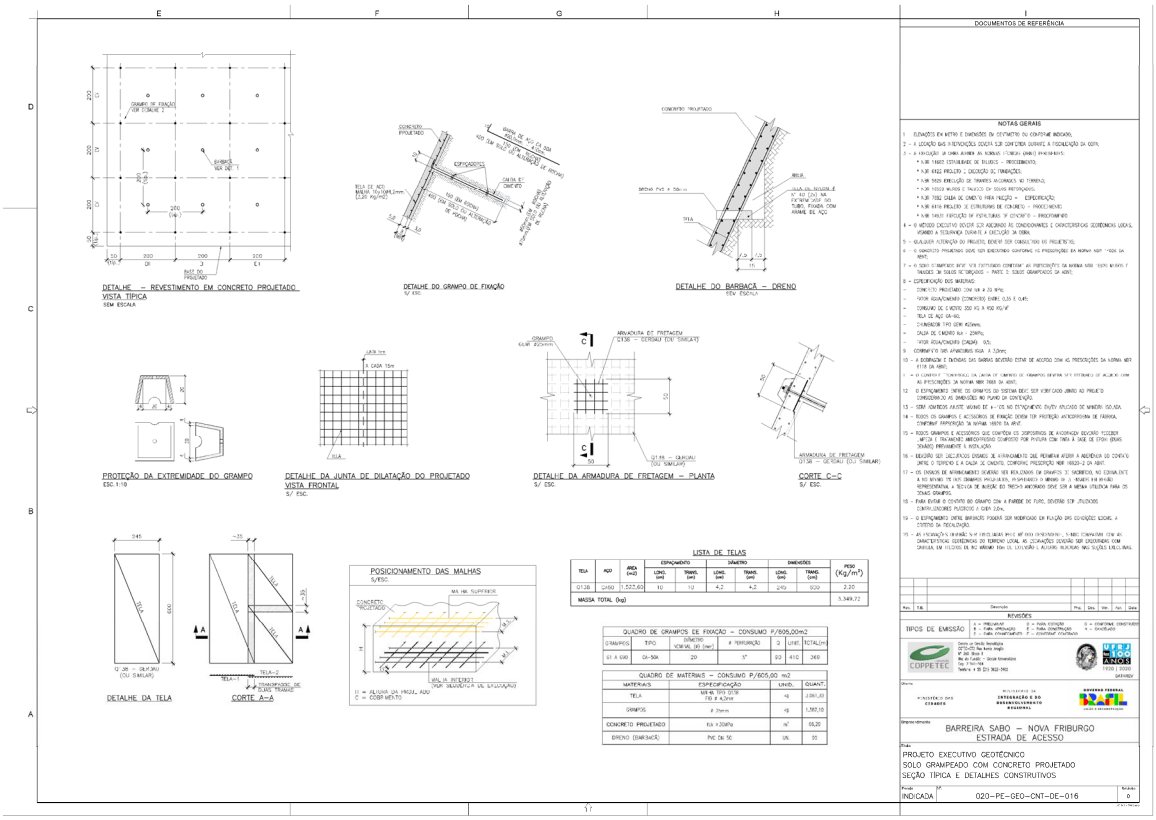

SEÇÃO – MURO DE CONTENÇÃO – PAINEL 1A
ESC 1:25
SEÇÃO – MURO DE CONTENÇÃO – PAINEL 1B
ESC 1:25
SEÇÃO – MURO DE CONTENÇÃO – PAINEL 2
ESC 1:25
DETALHE – FORMA DA PROTEÇÃO DAS EXTREMIDADES DAS ANCORAGENS
S/ESC.
PLANTA
CORTE B–B
CORTE C–C
QUADRO DE ANCORAGENS – MURO DE CONTENÇÃO
DETALHE DA EXTREMIDADE DO TIRANTE
SEM ESC.
DETALHE DA JUNTA VERTICAL DO MURO – PLANTA
S/ESC.
DETALHE DO BARBACÃ – DRENO
S/ESC.
DETALHE – ANCORAGEM DE AÇO EM BARRA
ESC 1:25
CORTE A–A
CORTE B–B
LEGENDA
DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA
NOTAS GERAIS
TIPOS DE EMISSÃO
REVISÕES
BARREIRA SABO – NOVA FRIBURGO
ESTRADA DE ACESSO
PROJETO EXECUTIVO GEOTÉCNICO
ESTACA 6+15,00 A 8+3,00 – MURO ATIRANTADO
SEÇÕES TÍPICAS E DETALHES EXECUTIVOS
INDICADA
020-PE-GEO-CNT-DE-012

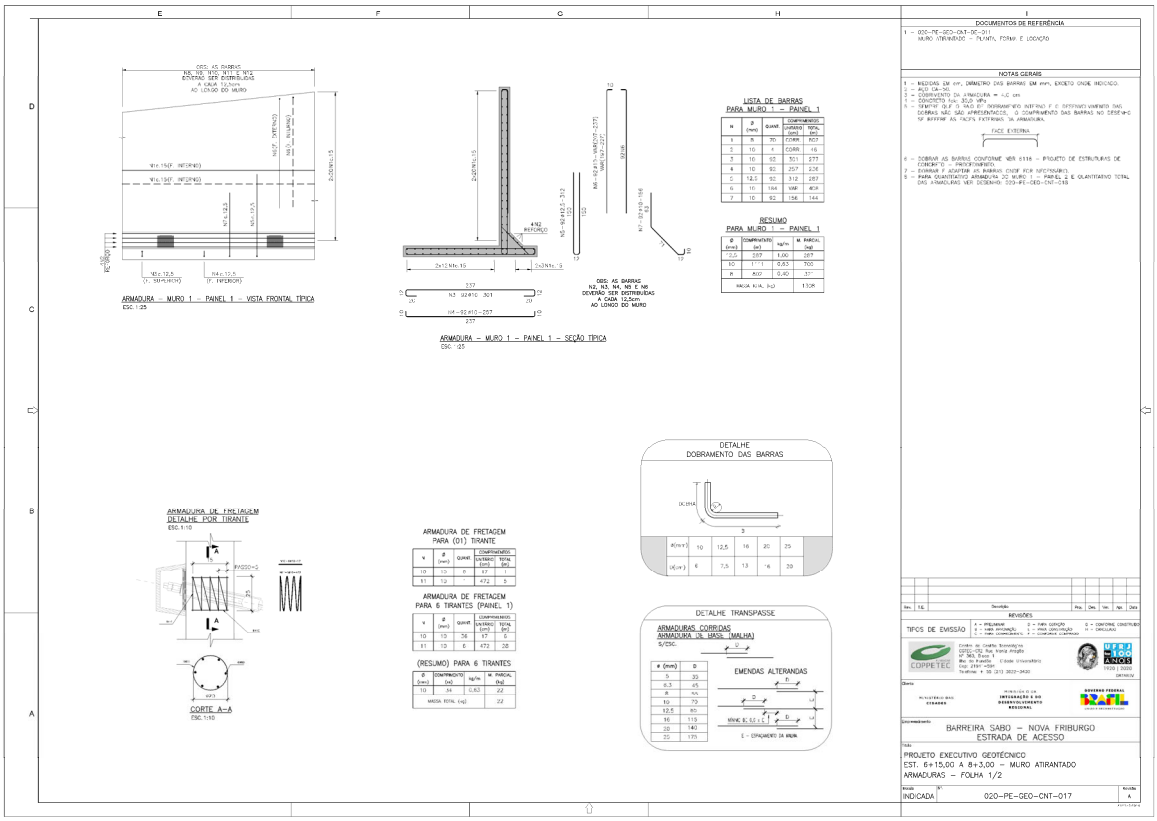

VISTA FRONTAL DA CORTINA – DESENVOLVIMENTO GERAL
FORMA – CORTINA ATIRANTADA DA CONTENÇÃO 5
VISTA FRONTAL – DETALHAMENTO
DETALHE TÍPICO PARA EXECUÇÃO DA CANALETA
DETALHE PARA LOCAÇÃO DAS ESTACAS
FORMA – CORTINA ATIRANTADA DA CONTENÇÃO 5
VISTA FRONTAL – DETALHAMENTO (CONTINUAÇÃO)
DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA
NOTAS GERAIS
LEGENDA
BARREIRA SABO – NOVA FRIBURGO
ESTRADA DE ACESSO
PROJETO EXECUTIVO GEOTÉCNICO
ESTACA 17+2,00 A 19+7,45 – CORTINA ATIRANTADA
VISTA, ELEVAÇÕES E FORMA
020-PE-GEO-CNT-DE-013

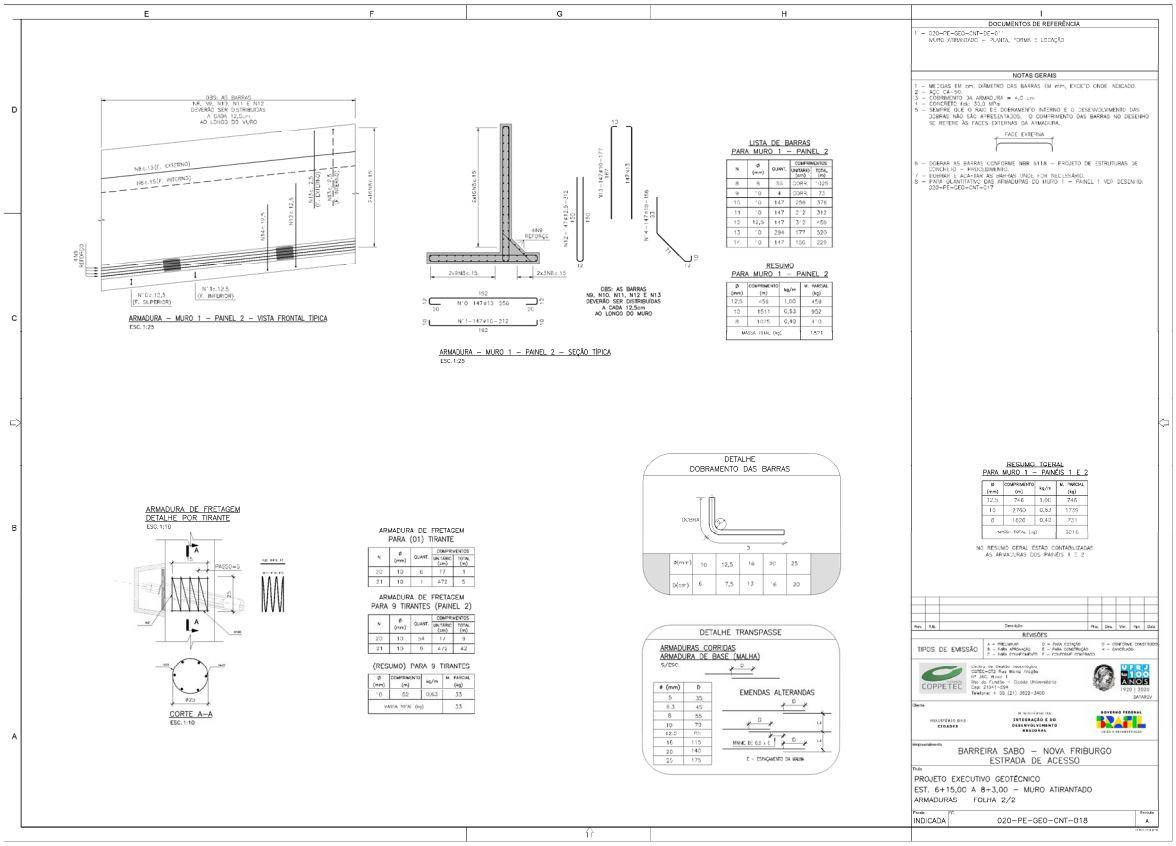

QUADRO DE ANCORAGENS – CORTINA ATIRANTADA
DETALHE – FORMA DA PROTEÇÃO DAS EXTREMIDADES DAS ANCORAGENS
PLANTA
CORTE B–B
CORTE C–C
DETALHE DO BARBACÃ – DRENO
DETALHE CANALETA NA BASE DA CORTINA ATIRANTADA (TIP.)
DETALHE DA EXTREMIDADE DO TIRANTE
DETALHE DA JUNTA VERTICAL DA CORTINA – PLANTA
DETALHE – ANCORAGEM DE AÇO EM BARRA
CORTE A–A
CORTE B–B
LEGENDA
QUADRO DE MATERIAIS
QUADRO DE ESPEQROS DOS TIRANTES
DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA
NOTAS GERAIS
BARREIRA SABO – NOVA FRIBURGO
ESTRADA DE ACESSO
PROJETO EXECUTIVO GEOTÉCNICO
ESTACA 17+2,00 A 19+7,45 – CORTINA ATIRANTADA
SEÇÃO TÍPICA E DETALHES CONSTRUTIVOS
020-PE-GEO-CNT-DE-014

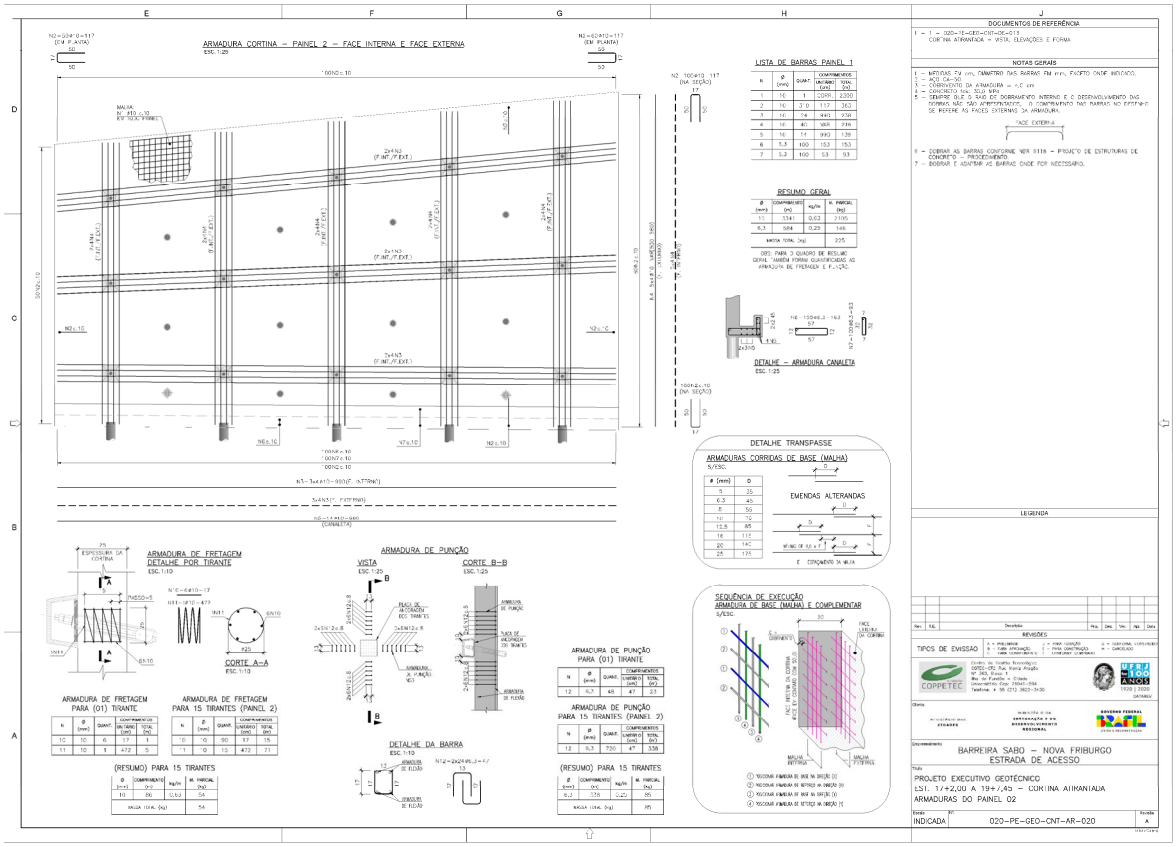


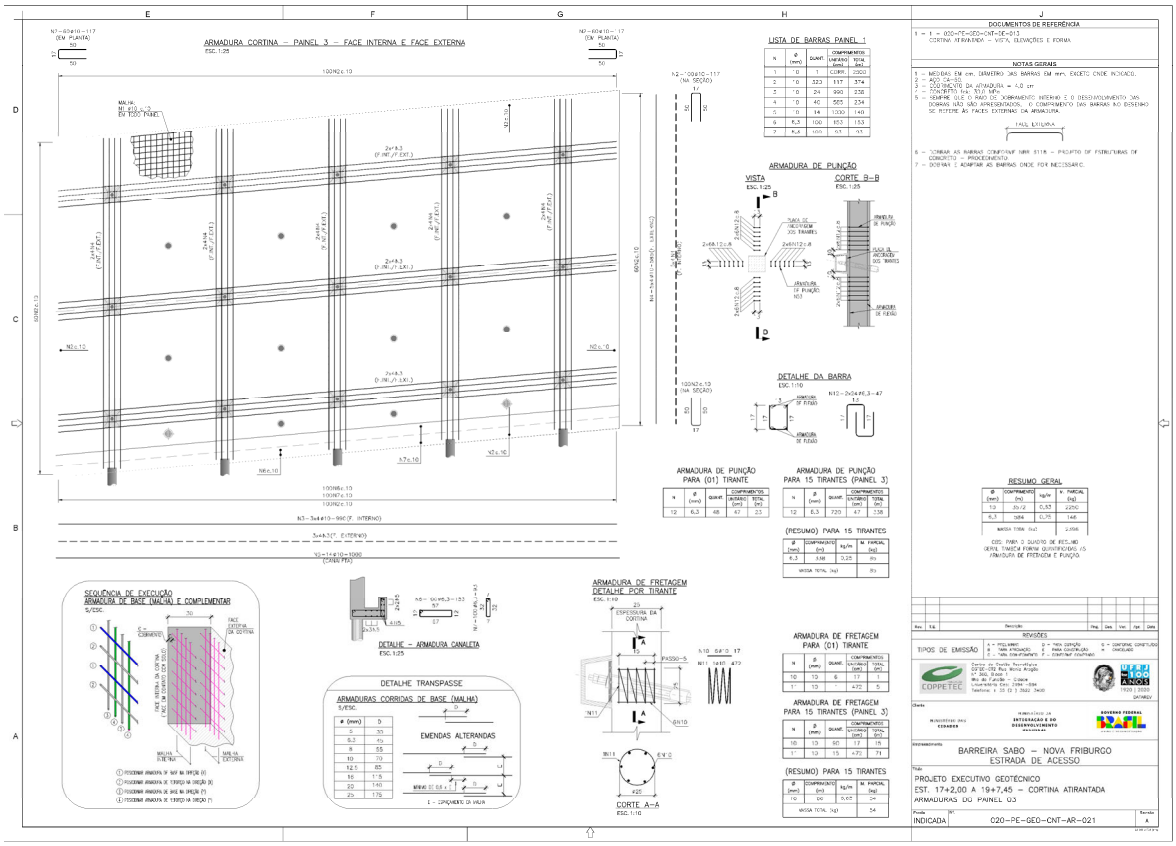


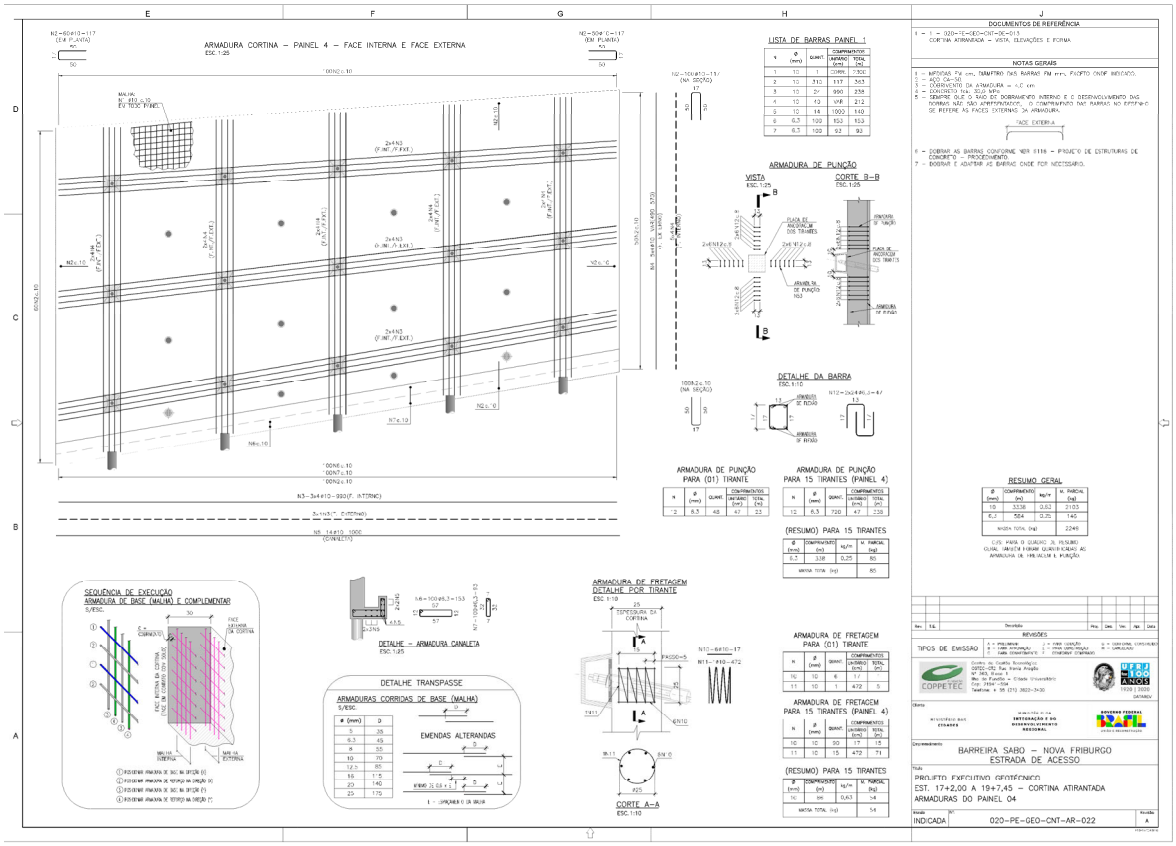

DETALHE – REVESTIMENTO EM CONCRETO PROJETADO VISTA TÍPICA
DETALHE DO GRAMPO DE FIXAÇÃO
DETALHE DO BARBACÃ – DRENO
PROTEÇÃO DA EXTREMIDADE DO GRAMPO
DETALHE DA JUNTA DE DILATAÇÃO DO PROJETADO VISTA FRONTAL
DETALHE DA ARMADURA DE FRETAGEM – PLANTA
CORTE C–C
DETALHE DA TELA
CORTE A–A
POSICIONAMENTO DAS MALHAS
LISTA DE TELAS
QUADRO DE GRAMPOS DE FIXAÇÃO – CONSUMO P/605,00m2
QUADRO DE MATERIAIS – CONSUMO P/605,00 m2
DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA
NOTAS GERAIS
REVISÕES
BARREIRA SABO – NOVA FRIBURGO
ESTRADA DE ACESSO
PROJETO EXECUTIVO GEOTÉCNICO
SOLO GRAMPEADO COM CONCRETO PROJETADO
SEÇÃO TÍPICA E DETALHES CONSTRUTIVOS
020–PE–GEO–CNT–DE–016

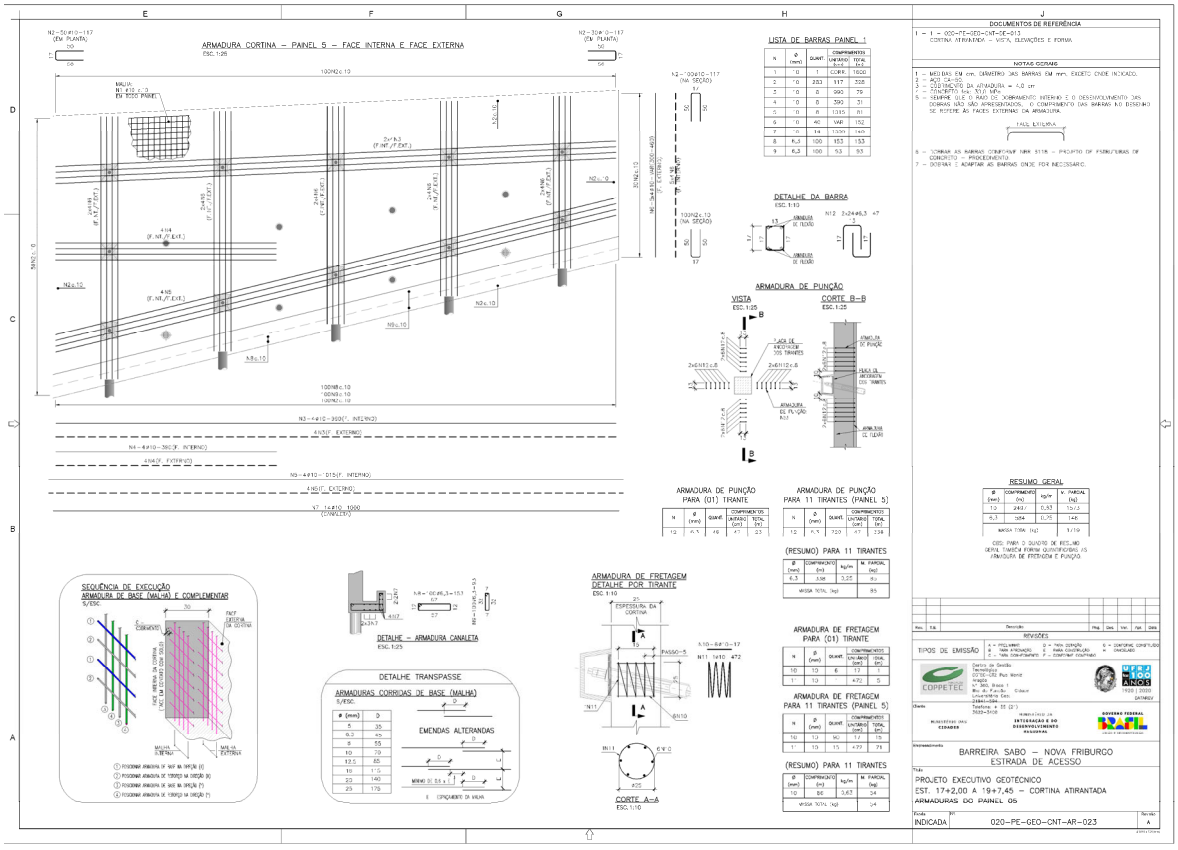

ARMADURA – MURO 1 – PAINEL 1 – VISTA FRONTAL TÍPICA
ARMADURA – MURO 1 – PAINEL 1 – SEÇÃO TÍPICA
LISTA DE BARRAS PARA MURO 1 – PAINEL 1
RESUMO PARA MURO 1 – PAINEL 1
ARMADURA DE FRETAGEM DETALHE POR TIRANTE
ARMADURA DE FRETAGEM PARA (01) TIRANTE
ARMADURA DE FRETAGEM PARA 6 TIRANTES (PAINEL 1)
(RESUMO) PARA 6 TIRANTES
CORTE A–A
DETALHE DOBRAMENTO DAS BARRAS
DETALHE TRANSPASSE
ARMADURAS CORRIDAS
ARMADURA DE MALHA (MALHA)
EMENDAS ALTERNADAS
DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA
NOTAS GERAIS
REVISÕES
BARREIRA SABO – NOVA FRIBURGO
ESTRADA DE ACESSO
PROJETO EXECUTIVO GEOTÉCNICO
EST. 6+15,00 A 8+3,00 – MURO ATIRANTADO
ARMADURAS – FOLHA 1/2
020–PE–GEO–CNT–017

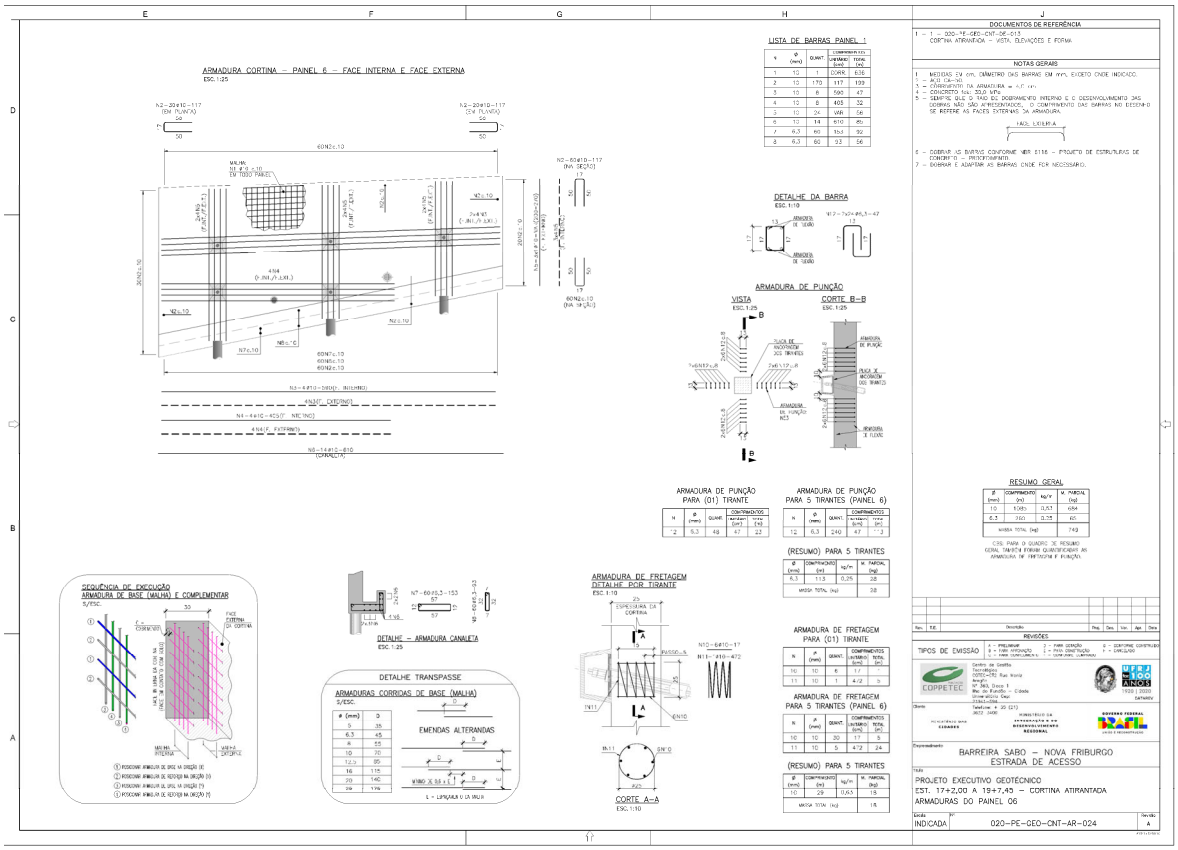

ARMADURA – MURO 1 – PAINEL 2 – VISTA FRONTAL TÍPICA
ESC. 1:25
ARMADURA – MURO 1 – PAINEL 2 – SEÇÃO TÍPICA
ESC. 1:25
LISTA DE BARRAS
PARA MURO 1 – PAINEL 2
RESUMO
PARA MURO 1 – PAINEL 2
ARMADURA DE FRETAGEM
DETALHE POR TIRANTE
ESC. 1:10
CORTE A–A
ESC. 1:10
ARMADURA DE FRETAGEM
PARA (01) TIRANTE
ARMADURA DE FRETAGEM
PARA 9 TIRANTES (PAINEL 2)
(RESUMO) PARA 9 TIRANTES
DETALHE
DOBRAMENTO DAS BARRAS
DETALHE TRANSPASSE
ARMADURAS CORRIDAS
ARMADURA DE BASE (MALHA)
EMENDAS ALTERNADAS
RESUMO GERAL
PARA MURO 1 – PAINÉIS 1 E 2
DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA
NOTAS GERAIS
REVISÕES
BARREIRA SABO – NOVA FRIBURGO
ESTRADA DE ACESSO
PROJETO EXECUTIVO GEOTÉCNICO
EST. 6+15,00 A 8+3,00 – MURO ATIRANTADO
ARMADURAS FOLHA 2/2
020-PE-GEO-CNT-018

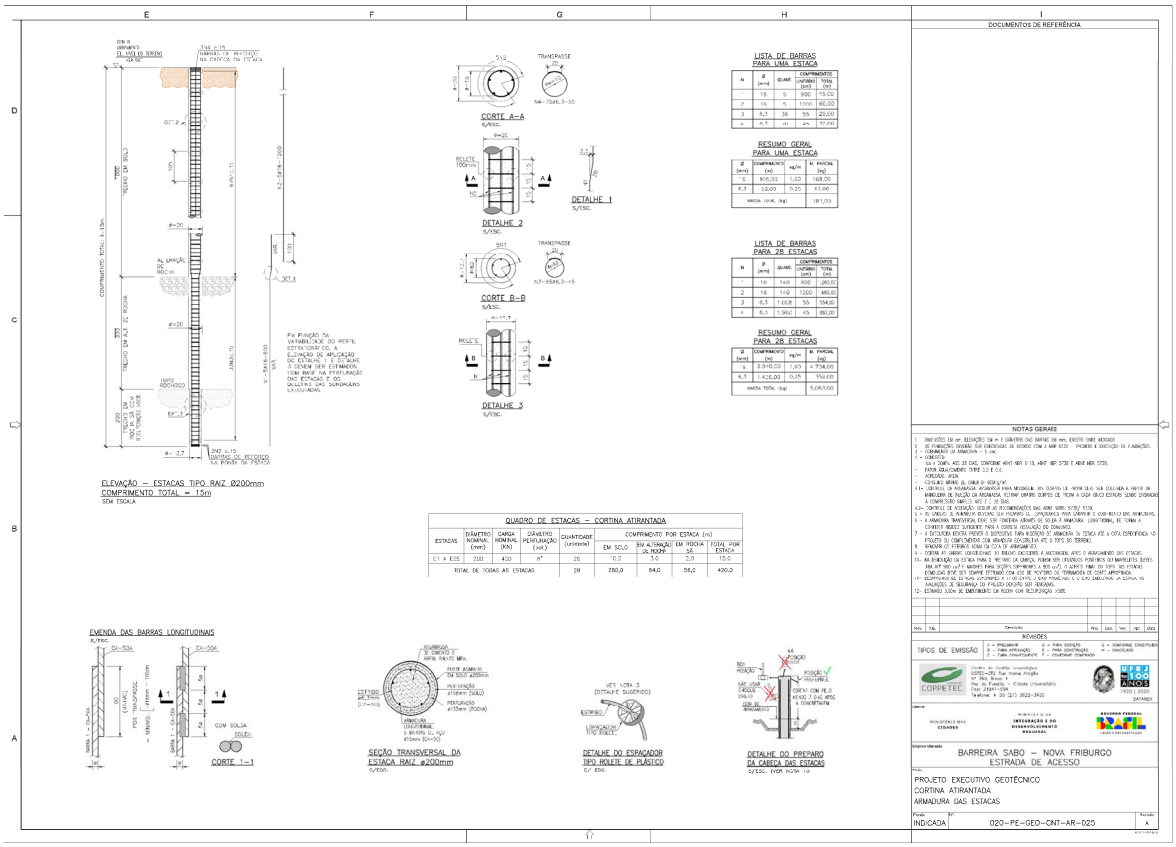

ARMADURA CORTINA – PAINEL 2 – FACE INTERNA E FACE EXTERNA
ESC. 1:25
LISTA DE BARRAS PAINEL 1
RESUMO GERAL
DETALHE – ARMADURA CANALETA
ESC. 1:25
DETALHE TRANSPASSE
ARMADURAS CORRIDAS DE BASE (MALHA)
EMENDAS ALTERNADAS
SEQUÊNCIA DE EXECUÇÃO
ARMADURA DE BASE (MALHA) E COMPLEMENTAR
ARMADURA DE FRETAGEM
DETALHE POR TIRANTE
ESC. 1:10
CORTE A–A
ESC. 1:10
ARMADURA DE PUNÇÃO
VISTA
ESC. 1:25
CORTE B–B
ESC. 1:25
DETALHE DA BARRA
ESC. 1:10
ARMADURA DE FRETAGEM
PARA (01) TIRANTE
ARMADURA DE FRETAGEM
PARA 15 TIRANTES (PAINEL 2)
(RESUMO) PARA 15 TIRANTES
ARMADURA DE PUNÇÃO
PARA (01) TIRANTE
ARMADURA DE PUNÇÃO
PARA 15 TIRANTES (PAINEL 2)
(RESUMO) PARA 15 TIRANTES
DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA
NOTAS GERAIS
LEGENDA
REVISÕES
BARREIRA SABO – NOVA FRIBURGO
ESTRADA DE ACESSO
PROJETO EXECUTIVO GEOTÉCNICO
ARMADURAS DO PAINEL 02
020-PE-GEO-CNT-AR-020

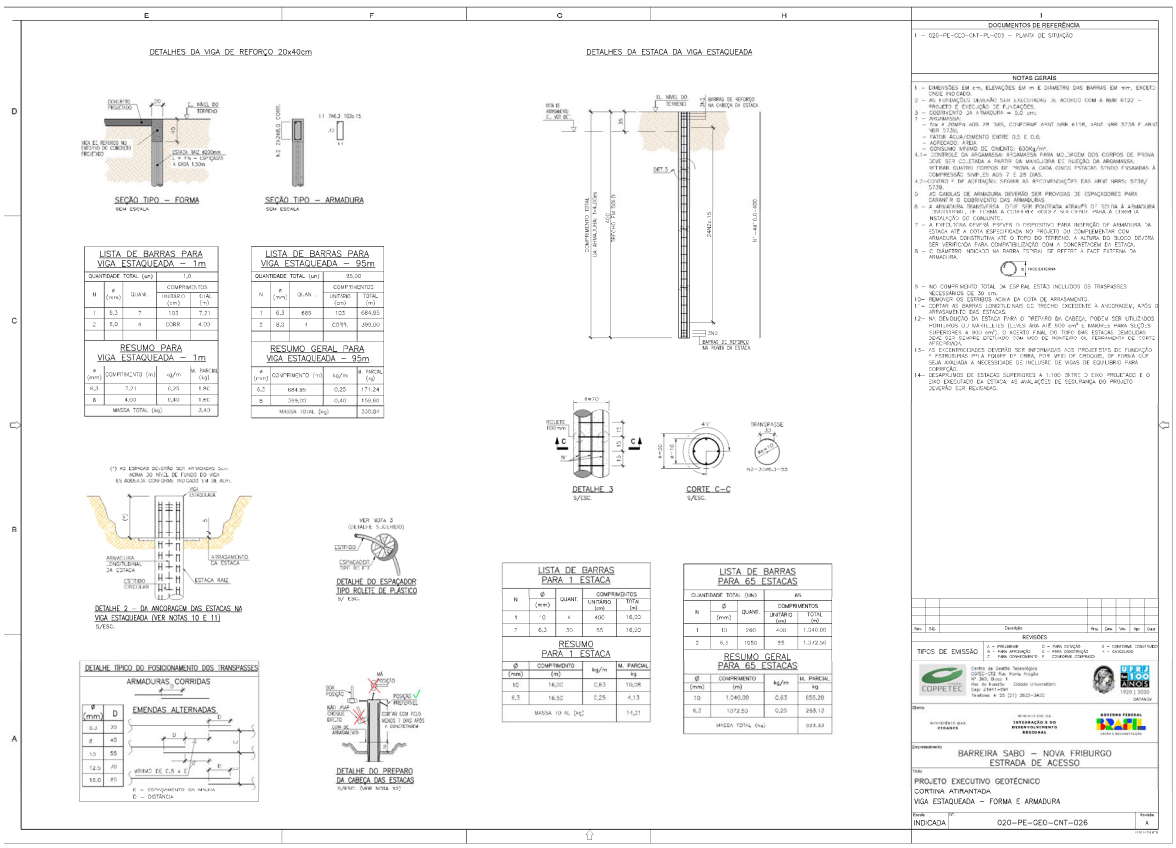

ARMADURA CORTINA – PAINEL 3 – FACE INTERNA E FACE EXTERNA
ESC. 1:25
LISTA DE BARRAS PAINEL 1
ARMADURA DE PUNÇÃO
VISTA
CORTE B–B
ESC. 1:25
DETALHE DA BARRA
ESC. 1:10
ARMADURA DE PUNÇÃO PARA (01) TIRANTE
ARMADURA DE PUNÇÃO PARA 15 TIRANTES (PAINEL 3)
(RESUMO) PARA 15 TIRANTES
SEQUÊNCIA DE EXECUÇÃO
ARMADURA DE BASE (MALHA) E COMPLEMENTAR
S/ESC.
DETALHE – ARMADURA CANALETA
ESC. 1:25
DETALHE TRANSPASSE
ARMADURAS CORRIDAS DE BASE (MALHA)
S/ESC.
EMENDAS ALTERNADAS
ARMADURA DE FRETAGEM
DETALHE POR TIRANTE
ESC. 1:10
CORTE A–A
ESC. 1:10
ARMADURA DE FRETAGEM PARA (01) TIRANTE
ARMADURA DE FRETAGEM PARA 15 TIRANTES (PAINEL 3)
(RESUMO) PARA 15 TIRANTES
DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA
NOTAS GERAIS
RESUMO GERAL
REVISÕES
TIPOS DE EMISSÃO
BARREIRA SABO – NOVA FRIBURGO
ESTRADA DE ACESSO
PROJETO EXECUTIVO GEOTÉCNICO
EST. 17+2,00 A 19+7,45 – CORTINA ATIRANTADA
ARMADURAS DO PAINEL 03
INDICADA
020–PE–GEO–CNT–AR–021

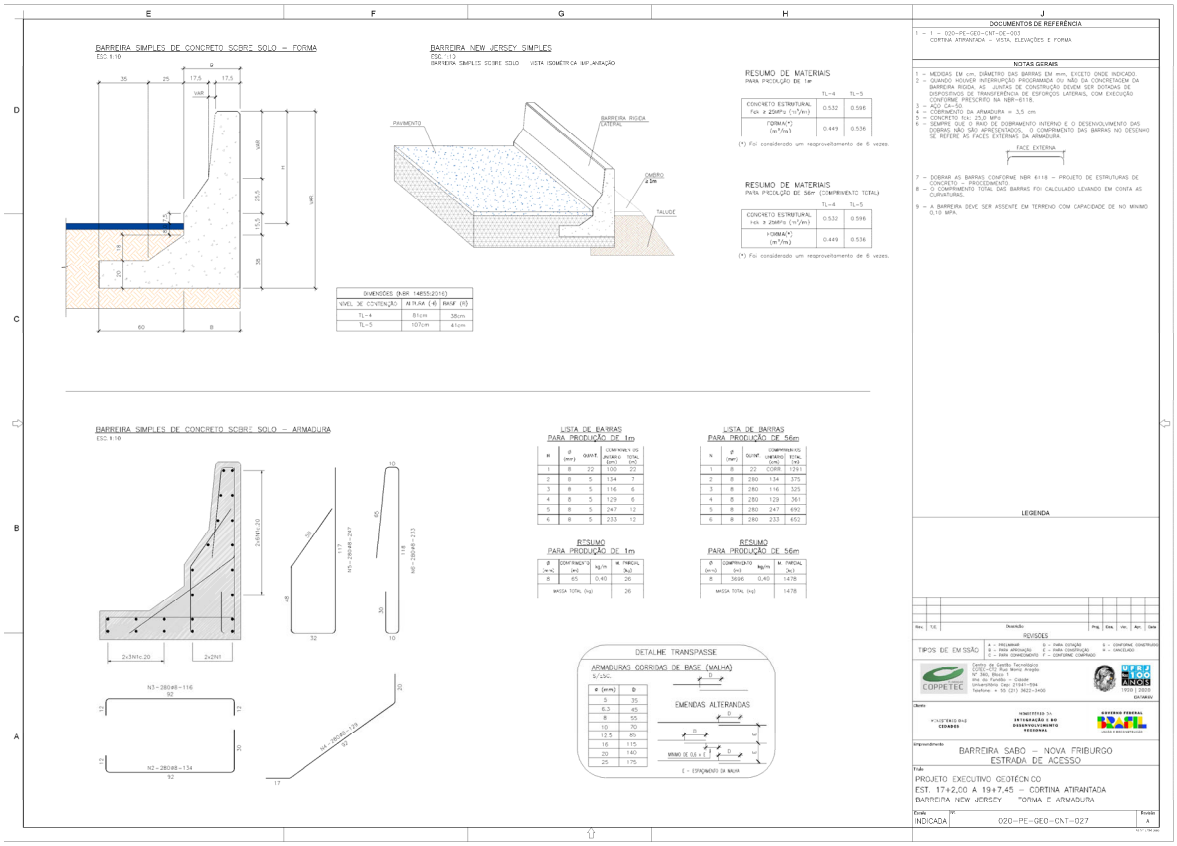

ARMADURA CORTINA – PAINEL 4 – FACE INTERNA E FACE EXTERNA
ESC. 1:25
LISTA DE BARRAS PAINEL 1
ARMADURA DE PUNÇÃO
VISTA
CORTE B–B
ESC. 1:25
DETALHE DA BARRA
ESC. 1:10
ARMADURA DE PUNÇÃO PARA (01) TIRANTE
ARMADURA DE PUNÇÃO PARA 15 TIRANTES (PAINEL 4)
(RESUMO) PARA 15 TIRANTES
SEQUÊNCIA DE EXECUÇÃO
ARMADURA DE BASE (MALHA) E COMPLEMENTAR
S/ESC.
DETALHE – ARMADURA CANALETA
ESC. 1:25
DETALHE TRANSPASSE
ARMADURAS CORRIDAS DE BASE (MALHA)
S/ESC.
EMENDAS ALTERNADAS
ARMADURA DE FRETAGEM
DETALHE POR TIRANTE
ESC. 1:10
CORTE A–A
ESC. 1:10
ARMADURA DE FRETAGEM PARA (01) TIRANTE
ARMADURA DE FRETAGEM PARA 15 TIRANTES (PAINEL 4)
(RESUMO) PARA 15 TIRANTES
DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA
NOTAS GERAIS
RESUMO GERAL
REVISÕES
TIPOS DE EMISSÃO
BARREIRA SABO – NOVA FRIBURGO
ESTRADA DE ACESSO
PROJETO EXECUTIVO GEOTÉCNICO
EST. 17+2,00 A 19+7,45 – CORTINA ATIRANTADA
ARMADURAS DO PAINEL 04
INDICADA
020–PE–GEO–CNT–AR–022

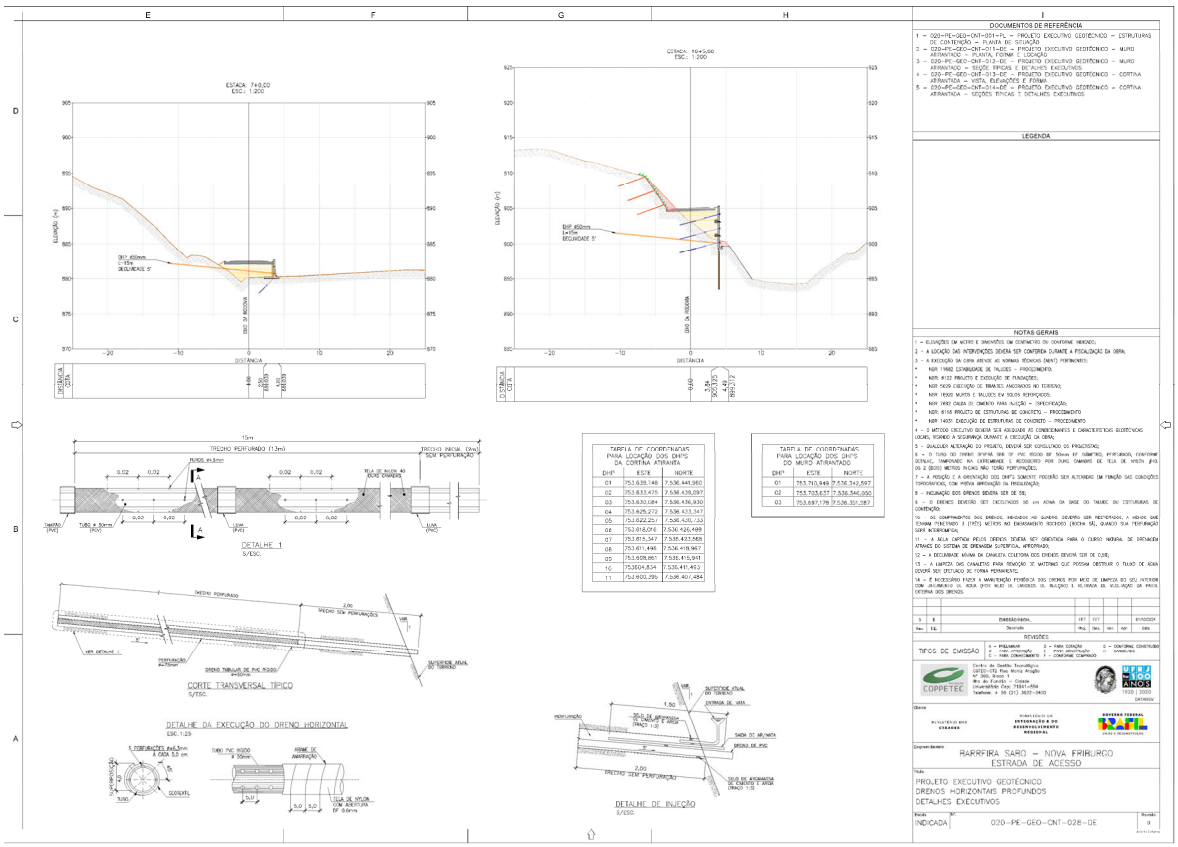

ARMADURA CORTINA – PAINEL 5 – FACE INTERNA E FACE EXTERNA
ESC.1:25
LISTA DE BARRAS PAINEL 1
DETALHE DA BARRA
ESC. 1:10
ARMADURA DE PUNÇÃO
VISTA
CORTE B–B
ESC. 1:25
ARMADURA DE PUNÇÃO PARA (01) TIRANTE
ARMADURA DE PUNÇÃO PARA 11 TIRANTES (PAINEL 5)
(RESUMO) PARA 11 TIRANTES
SEQUÊNCIA DE EXECUÇÃO
ARMADURA DE BASE (MALHA) E COMPLEMENTAR
DETALHE – ARMADURA CANALETA
ESC. 1:25
DETALHE TRANSPASSE
ARMADURAS CORRIDAS DE BASE (MALHA)
EMENDAS ALTERNADAS
ARMADURA DE FRETAGEM
DETALHE POR TIRANTE
ESC. 1:10
CORTE A–A
ESC. 1:10
ARMADURA DE FRETAGEM PARA (01) TIRANTE
ARMADURA DE FRETAGEM PARA 11 TIRANTES (PAINEL 5)
(RESUMO) PARA 11 TIRANTES
DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA
NOTAS GERAIS
RESUMO GERAL
REVISÕES
TIPOS DE EMISSÃO
BARREIRA SABO – NOVA FRIBURGO
ESTRADA DE ACESSO
PROJETO EXECUTIVO GEOTÉCNICO
EST. 17+2,00 A 19+7,45 – CORTINA ATIRANTADA
ARMADURAS DO PAINEL 05
INDICADA
020–PE–GEO–CNT–AR–023

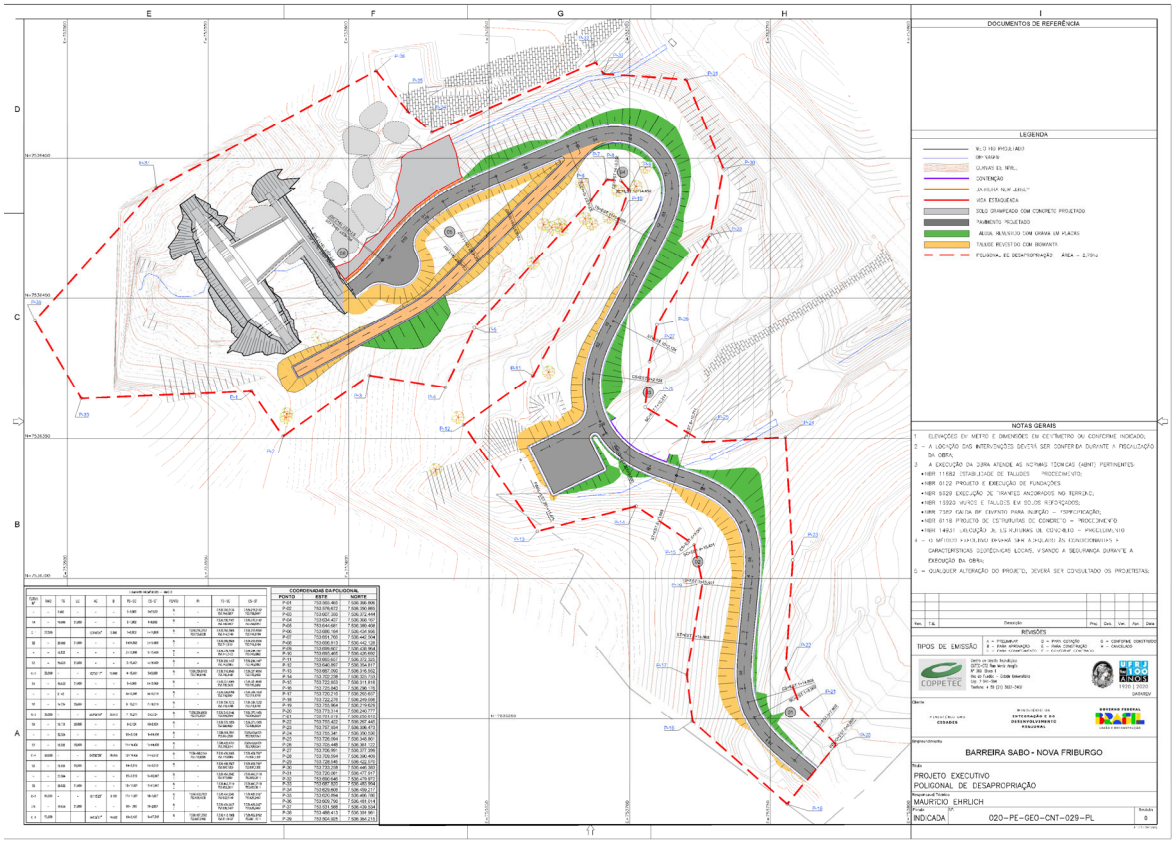

ARMADURA CORTINA – PAINEL 6 – FACE INTERNA E FACE EXTERNA
ESC.1:25
LISTA DE BARRAS PAINEL 1
DETALHE DA BARRA
ESC. 1:10
ARMADURA DE PUNÇÃO
VISTA
CORTE B–B
ESC. 1:25
ARMADURA DE PUNÇÃO PARA (01) TIRANTE
ARMADURA DE PUNÇÃO PARA 5 TIRANTES (PAINEL 6)
(RESUMO) PARA 5 TIRANTES
SEQUÊNCIA DE EXECUÇÃO
ARMADURA DE BASE (MALHA) E COMPLEMENTAR
DETALHE – ARMADURA CANALETA
ESC. 1:25
DETALHE TRANSPASSE
ARMADURAS CORRIDAS DE BASE (MALHA)
EMENDAS ALTERNADAS
ARMADURA DE FRETAGEM
DETALHE POR TIRANTE
ESC. 1:10
CORTE A–A
ESC. 1:10
ARMADURA DE FRETAGEM PARA (01) TIRANTE
ARMADURA DE FRETAGEM PARA 5 TIRANTES (PAINEL 6)
(RESUMO) PARA 5 TIRANTES
DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA
NOTAS GERAIS
RESUMO GERAL
REVISÕES
TIPOS DE EMISSÃO
BARREIRA SABO – NOVA FRIBURGO
ESTRADA DE ACESSO
PROJETO EXECUTIVO GEOTÉCNICO
EST. 17+2,00 A 19+7,45 – CORTINA ATIRANTADA
ARMADURAS DO PAINEL 06
INDICADA
020–PE–GEO–CNT–AR–024


ELEVAÇÃO – ESTACAS TIPO RAIZ Ø200mm
COMPRIMENTO TOTAL = 15m
SEM ESCALA
LISTA DE BARRAS PARA UMA ESTACA
RESUMO GERAL PARA UMA ESTACA
LISTA DE BARRAS PARA 28 ESTACAS
RESUMO GERAL PARA 28 ESTACAS
CORTE A–A
CORTE B–B
DETALHE 1
DETALHE 2
DETALHE 3
QUADRO DE ESTACAS – CORTINA ATIRANTADA
EMENDA DAS BARRAS LONGITUDINAIS
CORTE 1–1
SEÇÃO TRANSVERSAL DA ESTACA RAIZ Ø200mm
DETALHE DO ESPAÇADOR TIPO ROLETE DE PLÁSTICO
DETALHE DO PREPARO DA CABEÇA DAS ESTACAS
DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA
NOTAS GERAIS
REVISÕES
TIPOS DE EMISSÃO
BARREIRA SABO – NOVA FRIBURGO
ESTRADA DE ACESSO
PROJETO EXECUTIVO GEOTÉCNICO
CORTINA ATIRANTADA
ARMADURA DAS ESTACAS
INDICADA
020–PE–GEO–CNT–AR–020


DETALHES DA VIGA DE REFORÇO 20x40cm
DETALHES DA ESTACA DA VIGA ESTAQUEADA
SEÇÃO TIPO – FORMA
SEÇÃO TIPO – ARMADURA
LISTA DE BARRAS PARA VIGA ESTAQUEADA – 1m
RESUMO PARA VIGA ESTAQUEADA – 1m
LISTA DE BARRAS PARA VIGA ESTAQUEADA – 95m
RESUMO GERAL PARA VIGA ESTAQUEADA – 95m
DETALHE 2 – DA ANCORAGEM DAS ESTACAS NA VIGA ESTAQUEADA (VER NOTAS 10 E 11)
DETALHE TÍPICO DO POSICIONAMENTO DOS TRANSPASSES
ARMADURAS CORRIDAS
EMENDAS ALTERNADAS
DETALHE DO ESPAÇADOR TIPO ROLETE DE PLÁSTICO
DETALHE DO PREPARO DA CABEÇA DAS ESTACAS
DETALHE 3
CORTE C–C
LISTA DE BARRAS PARA 1 ESTACA
RESUMO PARA 1 ESTACA
LISTA DE BARRAS PARA 65 ESTACAS
RESUMO GERAL PARA 65 ESTACAS
DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA
1 – 020–PE–GEO–CNT–PL–003 – PLANTA DE LOCAÇÃO
NOTAS GERAIS
REVISÕES
TIPOS DE EMISSÃO
BARREIRA SABO – NOVA FRIBURGO
ESTRADA DE ACESSO
PROJETO EXECUTIVO GEOTÉCNICO
CORTINA ATIRANTADA
VIGA ESTAQUEADA – FORMA E ARMADURA
INDICADA
020–PE–GEO–CNT–026


BARREIRA SIMPLES DE CONCRETO SOBRE SOLO – FORMA
BARREIRA NEW JERSEY SIMPLES
RESUMO DE MATERIAIS
BARREIRA SIMPLES DE CONCRETO SOBRE SOLO – ARMADURA
LISTA DE BARRAS PARA PRODUÇÃO DE 1m
LISTA DE BARRAS PARA PRODUÇÃO DE 56m
DETALHE TRANSPASSE
EMENDAS ALTERNADAS
DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA
NOTAS GERAIS
LEGENDA
REVISÕES
BARREIRA SABO – NOVA FRIBURGO
ESTRADA DE ACESSO
PROJETO EXECUTIVO GEOTÉCNICO
EST. 174,00 A 194,45 – CORTINA ATIRANTADA
BARREIRA NEW JERSEY – FORMA E ARMADURA
020-PE-GEO-CNT-027


ESTACA 74+0,00
CORTINA 194+5,00
TRECHO PERFURADO (13m)
TRECHO INICIAL (3m) SEM PERFURAÇÃO
DETALHE 1
CORTE TRANSVERSAL TÍPICO
DETALHE DA EXECUÇÃO DO DRENO HORIZONTAL
DETALHE DE INJEÇÃO
TABELA DE COORDENADAS PARA LOCAÇÃO DOS EIXOS DA CORTINA ATIRANTADA
TABELA DE COORDENADAS PARA LOCAÇÃO DOS EIXOS DO MURO ATIRANTADO
DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA
NOTAS GERAIS
LEGENDA
REVISÕES
BARREIRA SABO – NOVA FRIBURGO
ESTRADA DE ACESSO
PROJETO EXECUTIVO GEOTÉCNICO
DRENOS HORIZONTAIS PROFUNDOS
DETALHES EXECUTIVOS
020-PE-GEO-CNT-028-DE


DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA
LEGENDA
NOTAS GERAIS
TIPOS DE EMISSÃO
REVISÕES
BARREIRA SABO - NOVA FRIBURGO
PROJETO EXECUTIVO
POLIGONAL DE DESAPROPRIAÇÃO
MAURICIO ERHLICH
INDICADA
020-PE-GEO-CNT-029-PL

2.7 Aspectos que merecem especial atenção nos próximos projetos

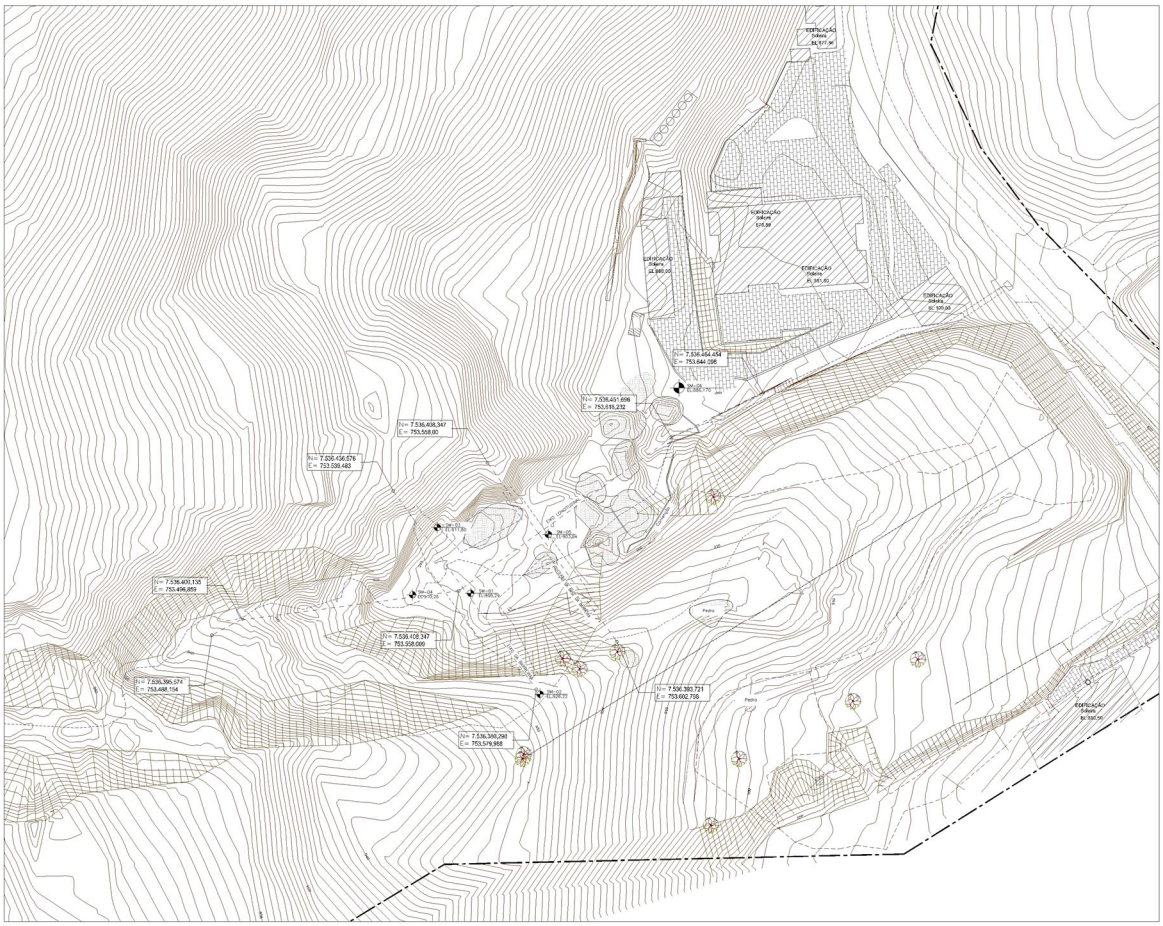
Durante o desenvolvimento do projeto de engenharia da barreira sabo impermeável como piloto a ser executado no município de Nova Friburgo – RJ, foram encontrados desafios e propostas soluções, a partir ds quais compilaram-se os aspectos que merecem especial atenção no desenvolvimento de futuros projetos de engenharia de barreira sabo.

2.7.1 Plano de posicionamento das instalações sabo

(1) Considerar os obstáculos na análise do eixo da barreira

Nos arredores do piloto de Nova Friburgo existe uma grande quantidade de blocos gigantes, motivo pelo qual foi necessário elaborar uma planta baixa demonstrando a posição dos blocos, não sendo suficiente apenas o relevo com as curvas de nível, obtibos pela topografia que foi executada. Esse material foi o utilizado para a análise da posição do eixo da barreira. Ao desenvolver o projeto de engenharia da barreira sabo, é importante dedicar especial atenção aos arredores da obra, havendo a presença de obstáculos, esses devem ser representados em mapa, sendo importante analisar a estrutura e a posição das instalações sabo somente depois de elaborar tais plantas.

Figura 2.7.1 Planta baixa com a representação dos blocos e das edificações



Fonte: Elaborado pelo Projeto Sabo

(2) Análise da linha central

Para calcular o volume de eficácia das instalações, bem como o eixo da barreira, é necessário definir a linha central do escoamento, considerando a direção do escoamento do fluxo de detritos. A regra é definir o meio do vale como o centro do escoamento, porém no talvegue atrás do Hospital São Lucas foi construído um muro para controlar o escoamento de fluxo de detritos. Uma vez que existe a possibilidade de o muro alterar a direção do escoamento, a linha central do talvegue foi definida levando em consideração também essa interferência. A linha central é um critério para o projeto de engenharia da barreira sabo, por essa razão é desejável que o formato mais razoável dessa linha seja definido após amplo debate e consenso entre diversos especialistas.

Figura 2.7.2 Definição da linha central considerando a direção do escoamento do fluxo de detritos



Fonte: Elaborado pelo Projeto Sabo

2.7.2 Levantamentos para a elaboração do projeto detalhado

(1) Topografia

São necessários dois tipos de topografia, uma que tem como foco a análise e elaboração do plano de posicionamento das instalações sabo, a outra é a topografia de detalhe que é utulizada no desenvolvimento do projeto de engenharia. Para o projeto-piloto do município de Nova Friburgo, primeiro foi realizado o levantamento aéreo, com o uso de drone, cujos produtos embasaram a análise do eixo da barreira e da via de acesso. Já a topografia de detalhe foi feita com medições por laser terrestre, criou-se uma nuvem de pontos da qual foram obtidos os dados topográficos dos arredores do eixo da barreira, necessários para o desenvolvimento do projeto de engenharia.

Para os estudos relacionados ao plano de posicionamento das instalações sabo, a via de acesso à obra e a via de manutenção, é preciso ter uma topografia mais ampla da localidade. Portanto, na etapa em que o talvegue que receberá o projeto é selecionado, é definido o perímetro para realizar a topografia, englobando a posição da barreira e a localização das vias. Entende-se que os levantamentos aéreos para obtenção de dados topográficos se tornem padrão.

Ao pensar na abrangência e na resolução necessárias para as análises, entende-se que os levantametos aéreos sejam adequados para o uso que se propõe, mas deve-se ter atenção ao fato de que os produtos gerados na topografia por drone configuram um modelo difital de superfície, que inclui a altura de todos os corpos físicos existentes, tais como árvores e edificações. Dessa forma, para desenvolver o projeto detalhado da barreira sabo, será necessário obter os dados topográficos detalhados do eixo da barreira e seus arredores, realizando uma nova topografia por levantamento terrestre. Cabe ainda destacar que não é condição necessária que a topografia de detalhe seja realizada por laser terrestre. Deve-se considerar as condições locais para escolher o método de medição mais adequado.

(2) Levantamento geológico

A fim de identificar as características geológicas da bacia-alvo, foi necessário realizar investigações por sondagem, das quais foram elaboradas as plantas: mapa geológico em planta e as seções geológicas transversal e longitudinal, que por sua vez foram utilizadas no projeto de engenharia.

No projeto-piloto de Nova Friburgo, planejou-se posicionar a barreira sabo sobre um depósito de fluxo de detritos, portanto, além das perfurações de sondagem previstas no Manual Sabo, foram adicionados outros pontos de perfuração, com o objetivo de compreender as condições geológicas do lado jusante. No leventamento geológico, é necessário avaliar as posições da sondagem conforme as características de cada local.

Vale destacar que, por ser um projeto-piloto, julgou-se necessário esclarecer bem as características geológicas do local definido no planejamento da barreira sabo. Nesta oportunidade, as perfurações da sondagem foram feitas até a rocha sã e foram elaborados os mapas geológicos das seções transversal e longitudinal. Futuramente, é desejável analisar a profundidade a ser atingida pelas perfurações, considerando a profundidade da ficha da barreira sabo, tendo como referência perfurações com profundidade de 5 m abaixo da base da barreira ou até a rocha sã.

(3) Levantamento granulométrico

Os resultados dos levantamentos realizados após o fluxo de detritos ocorrido na bacia-piloto confirmam a presença de blocos gigantes depositados tanto no talvegue, como na parte jusante. Por esse motivo entende-se que, a fim de construir referências dos blocos que comporão o levantamento granulométrico, quando for verificada a ocorrência de um fluxo de detritos no Brasil, deve-se verificar também o diâmetro dos blocos que foram mobilizados, além das condições do escoamento

e a abrangência do espraiamento, sendo desejável esclarecer as dimensões dos blocos que são transportados nos casos de fluxos de detritos ocorridos no Brasil.

2.7.3 Projeto de engenharia da barreira sabo

(1) Interferência no escoamento da água

A barreira sabo impermeável é uma estrutura de concreto que, quando da ocorrência de um fluxo de detritos, retém o material sólido, porém permite o escoamento da água para devido à instalação dos drenos posicionados no corpo da barreira.

No projeto de engenharia do piloto de Nova Friburgo, foi requeriada a confirmação de que a instalação da barreira sabo impermeável não alteraria a vazão do talvegue. Um acadêmico experiente, especialista em hidrologia e membro do Comitê Técnico, realizou a validação da vazão, elaborando um relatório que demonstra que, mesmo após a construção da barreira sabo, a vazão do local não será impactada. É importante atentar que, no caso de implantação de barreira sabo impermeável, o licenciamento ambiental poderá requerer um estudo da vazão.

(2) Seção do vertedouro

A jusante da barreira sabo, geralmente, a seção de escoamento do rio não é correspondente à seção do escoamento estabelecida conforme o porte do projeto da barreira sabo. A seção do vertedouro da barreira sabo tem um formato que prevê o escoamento seguro de um fenômeno de escoamento composto da mistura da água com sedimentos. A seção de escoamento dos rios, por outro lado, é analisada para escoar, em segurança, apenas a água. Dessa forma, é necessário compreender que as estruturas sabo e as estruturas de drenagem fluvial visam responder a fenômenos distintos, sendo o plano de intervenções para fluxos de detritos um tipo de plano diferente dos planos de drenagem.

No projeto-piloto do município de Nova Friburgo, foi consensuado com a Prefeitura que o plano de intervenções para fluxos de detritos é diferente de um plano de drenagem fluvial e que os sedimentos serão retidos pela barreira sabo, contudo não haverá alterações no volume de água que escoa pelo talvegue desde antes da implementação da obra.

(3) Projeto paisagístico

Uma vez que as barreiras sabo não são estruturas comuns no Brasil, para explicar como ficará a paisagem depois da conclusão da obra, é válido elaborar um material que demonstre as alterações na paisagem, além dos desenhos bidimensionais.

Para o piloto de Nova Friburgo foi elaborado um modelo 3D que foi utilizado nas explicações para o município e demais atores de interesse. É preciso articular com os atores relacionados à implementação da barreira sabo sempre que necessário. Foi extremamente útil a verificação da paisagem após a implementação, a partir de diversas óticas, portanto, no que se refere aos projetos de engenharia das barreiras sabo, considera-se desejável a elaboração de desenhos ou modelos em 3D, além das plantas bidimensionais.

Figura 2.7.3 Vista da barreira sabo a partir do Hospital São Lucas



Fonte: Elaborado pelo Projeto Sabo

2.7.4 Projeto da via de manutenção

(1) Via de manutenção e via de acesso

Para implantar uma barreira sabo impermeável será necessário construir uma via que será utilizada para a execução da obra, chamada de via de acesso, e outra via que será utilizada para remoção de detritos, denominada via de manutenção. Na análise dos traçados, basta que a via de acesso chegue até a parte jusante da barreira sabo, enquanto a via de manutenção deverá garantir a chegada até o bolsão de deposição, situado à montante do corpo da barreira.

Os arredores do sítio-piloto em Nova Friburgo apresentam um relevo extremamente acidentado, havendo limitações dos locais para construir as vias, condição que levou à elaboração de um plano que permitisse o uso da via, tanto para acesso à obra, como para manutenção. Foi estudada a proposta de utilizar o método *switch back* para reduzir o percurso até o bolsão de deposição, contudo, ao final, adotou-se a proposta em linha reta, com melhor desempenho no quesito segurança. Uma vez que a barreira sabo impermeável demanda a remoção periódica dos detritos, ao analisar o melhor traçado da via de manutenção, além de fatores como a exequibilidade da obra e sua economicidade, é necessário dedicar atenção especial à segurança da execução dos trabalhos.

(2) Análise considerando a situação do uso do solo

A via de manutenção é uma estrutura de comprimento extenso, logo é necessário considerar a situação do uso e ocupação do solo nos arredores da via planejada.

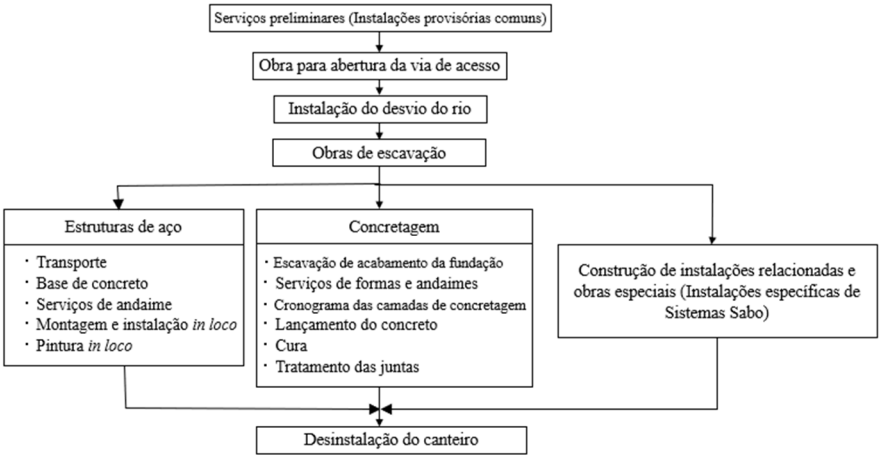
Nas análises desenvolvidas para o piloto de Nova Friburgo foram realizadas muitas revisões do traçado, considerando as condições do uso e ocupação do solo nos arredores da via. As revisões resultaram em uma via longa, que liga uma rua existente até o local planejado para a instalação da barreira sabo. Por esse motivo, a área inicialmente levantada por drone demonstrou-se insuficiente, sendo necessário realizar uma topografia complementar. Além disso, houve aumento no número de proprietários com os quais foi necessário negociar. Esses fatores destacam a importância de verificar a situação da titularidade dos terrenos envolvidos na bacia-alvo, suas condições de uso e ocupação, bem como projetos de empreendimentos previstos e fatores similares. Com o objetivo de iniciar as tratativas com atores de interesse o mais rápido possível, após essas verificações, deve-se selecionar o traçado e desenvolver o projeto básico da via o quanto antes.

CAPÍTULO 3 EXECUÇÃO DAS OBRAS DE BARREIRA SABO IMPERMEÁVEL E ESTRUTURAS COMPLEMENTARES

Este capítulo elenca as informações técnicas específicas das obras sabo que devem ser incluídas na Apresentação de Exemplos. Espera-se que, após a conclusão do projeto-piloto, os desenhos e plantas, fotos e dados sejam adequadamente substituídos e compilados, de modo a concluir a Apresentação de Exemplos. Após a conclusão das obras, é necessário excluir os textos dos quadros pontilhados e inserir as respectivas descrições.

3.1 Etapas da execução da obra

Por favor, insira uma breve explicação sobre as etapas de construção seguidas na execução das obras da barreira sabo permeável e as estruturas complementares em Nova Friburgo. Abaixo ilustram-se as etapas comuns da execução das obras. Por favor, substitua pelas informações reais das etapas que de fato foram seguidas.



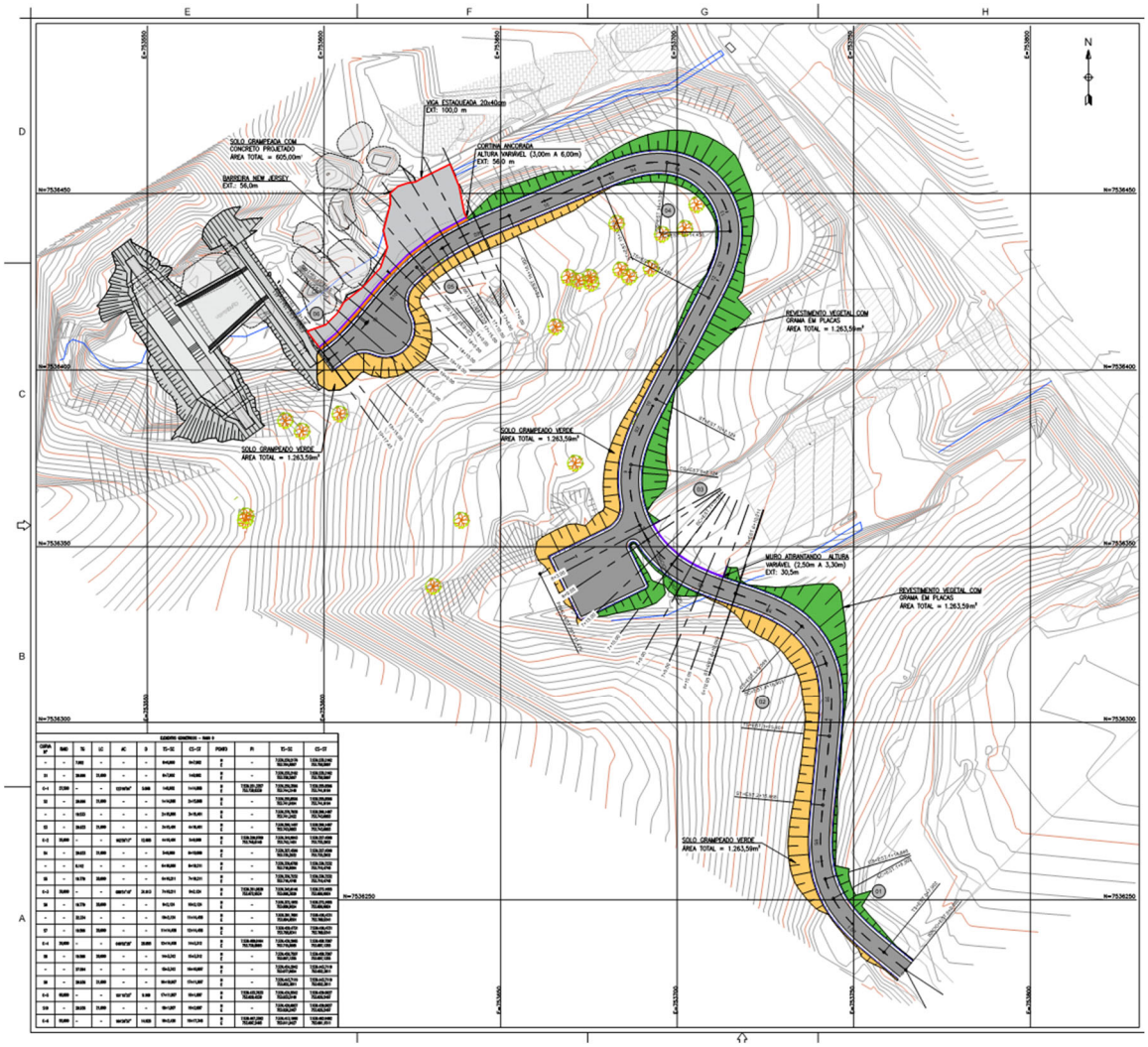
Etapas comuns da execução das obras
(Fonte: Manual de Barreira Sabo, Seção Execução, Capítulo 1, item 2)

3.2 Via de acesso à obra

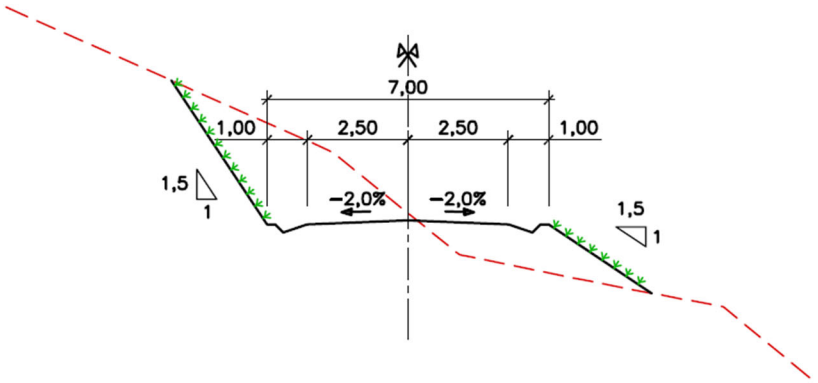
3.2.1 Situação da obra

Por favor, insira plantas e fotos que representem a situação da obra durante a execução e após a conclusão da via de acesso à obra, que será construída para a barreira sabo impermeável de Nova Friburgo, para a qual é prevista a conversão do uso para via de manutenção após o término construção. Abaixo, demonstra-

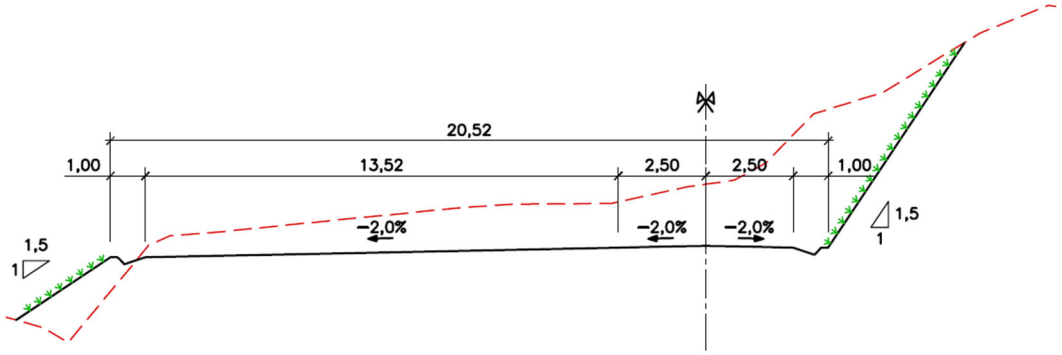
se um conjunto de amostras de plantas e fotos que devem constar no documento. Por favor, insira informações adicionais, conforme adequação e necessidade.



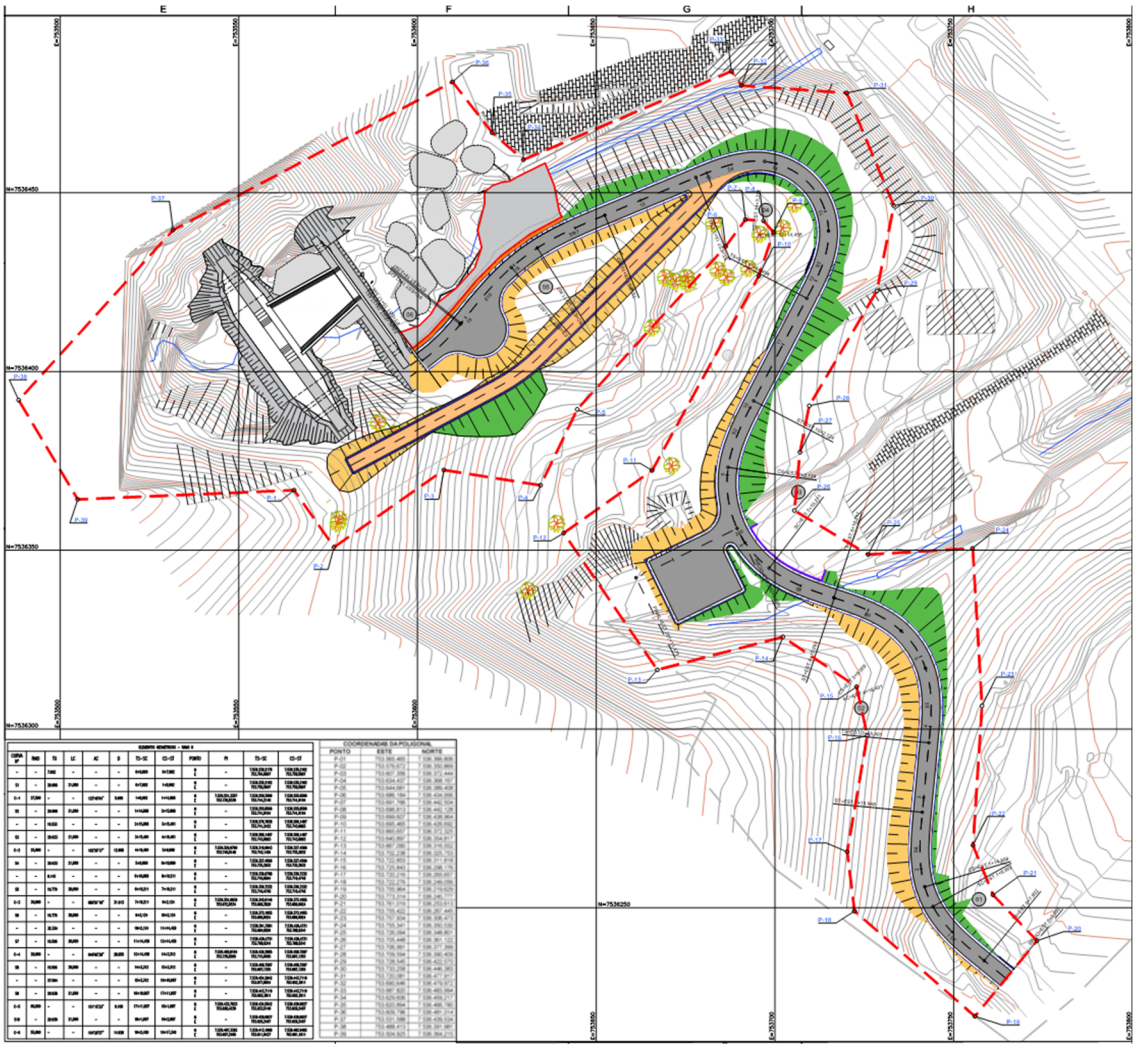
Planta baixa da via de acesso à obra



Seção transversal padrão da via (Estaca XXX)



Espaço de manobra e estacionamento - Seção Transversal



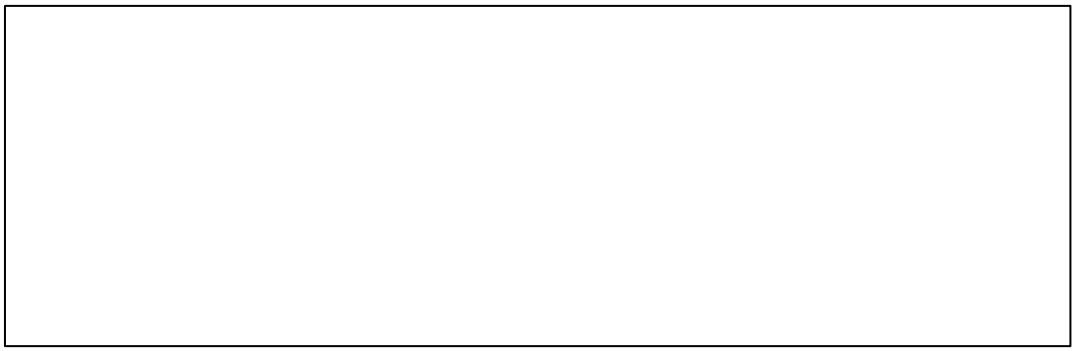
Planta baixa da via de manutenção

Fotos com vista do início da via de acesso, lado da entrada do acesso

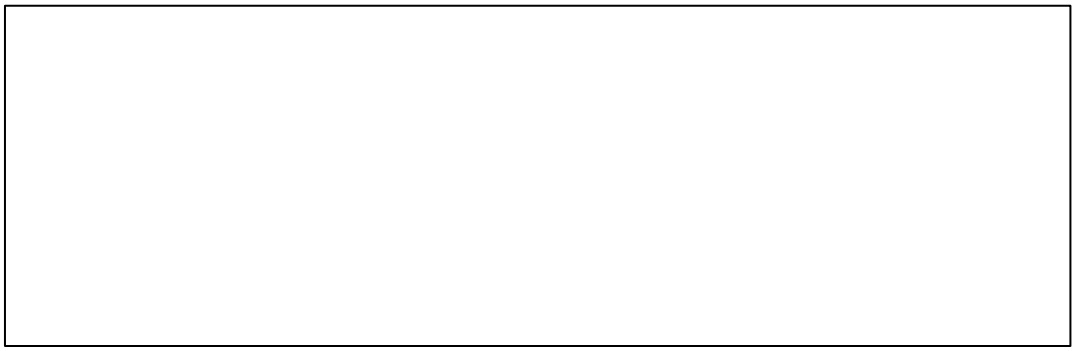
Fotos com vista do final da via de acesso, lado da barreira sabo

Fotos da situação dos serviços de corte (durante a obra e após a conclusão)

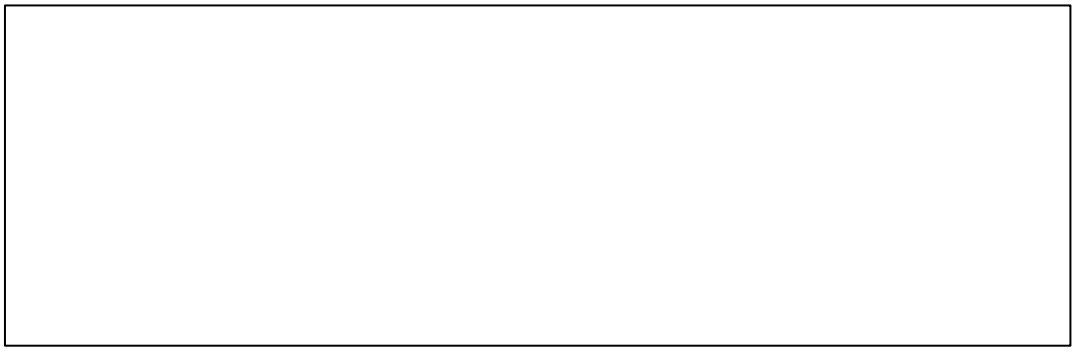
Fotos da situação dos serviços de aterro (durante a obra e após a conclusão)



Situação do pavimento da via de acesso (durante a obra e após a conclusão)



Execução das obras mais representativas para a proteção dos taludes (durante a obra e após a conclusão)



Execução dos canais de drenagem e dutos subterrâneos (durante a obra e após a conclusão)

3.2.2 Problemas técnicos que surgiram durante a execução as obras e respectivas soluções

Caso surjam problemas de ordem técnica durante a execução as obras, descreva-os brevemente e explique as soluções empregadas, utilizando figuras, plantas e fotos. Um problema que pode surgir, por exemplo, é a necessidade de demolir parte de uma canaleta de drenagem já existente para para conectá-la à nova estrutura, porém a profundidade da fundação ou o material usado na parte que seria demolida podem ser diferentes do previsto originalmente, exigindo a alteração do projeto da via.

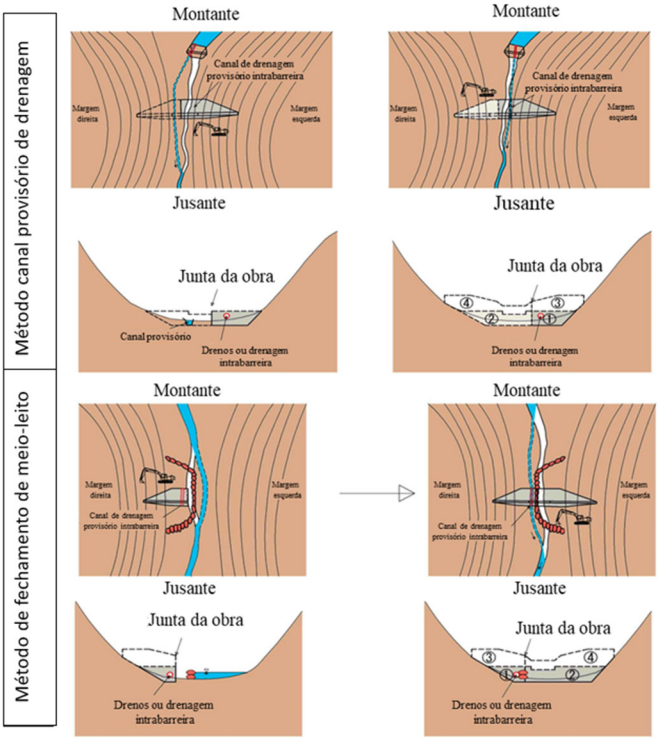
3.3 Ensecadeira

3.3.1 Vazão alvo

Por favor, descreva as etapas dos cálculos e os resultados obtidos na definição da vazão-alvo de projeto para o dimensionamento das obras de desvio do curso do rio, ensecadeiras. O detalhamento do método de cálculo consta no Manual de Barreira Sabo, Seção Execução de Obras, Capítulo 3).

3.3.2 Posicionamento e tipos de soluções para o desvio do curso do rio

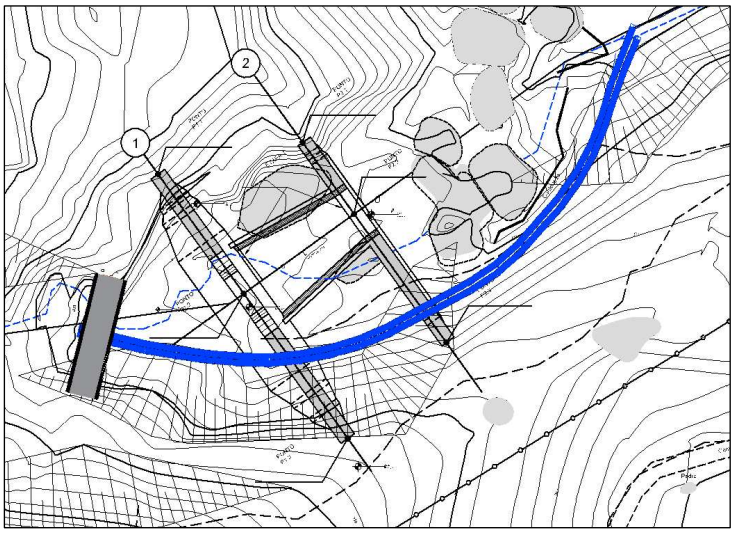
Utilize figuras e fotos para explicar cada uma das etapas da execução do desvio do curso do rio e o método adotado (canal provisório da drenagem, fechamento de meio-leito, duto fechado intrabarreira).



(Desvio primário) (Desvio secundário)

Exemplo de posicionamento da ensecadeira a cada etapa da obra

(Fonte: Manual de Barreira Sabo, Seção Execução, Capítulo 3, item 3)



Posicionamento de soluções para o desvio do curso do rio

Exemplo de execução da ensecadeira a cada etapa da obra

3.3.3 Dimensionamento do desvio do curso do rio

Utilizando figuras, tabelas e fotos, forneça informações de cada etapa do projeto das obras de desvio, incluindo o tipo de estrutura e seu posicionamento, formatos típicos das seções, inclinação do canal entre outras. Quando a solução adotada no desvio primário diferir da utilizada no desvio secundário, descreva uma síntese de cada um dos projetos. Explique também, de forma breve, o método construtivo de cada uma das estruturas utilizadas.

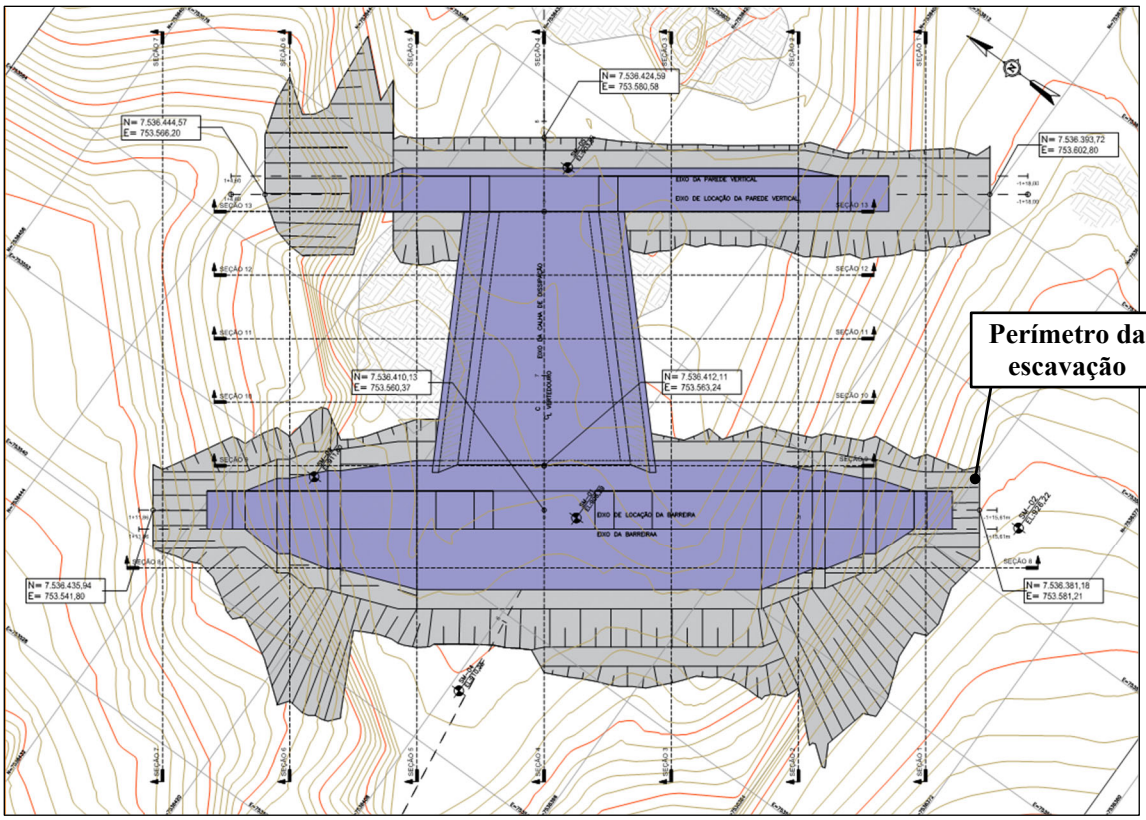
3.3.4 Problemas técnicos que surgiram durante a execução as obras e respectivas soluções

Caso surjam problemas de ordem técnica durante a execução as obras de desvio do curso do rio, descreva-os brevemente e explique as soluções empregadas, utilizando plantas e fotos. Um problema que pode surgir, por exemplo, é a ocorrência de vazão superior à que foi adotada no dimensionamento da obra, pode acontecer o colapso ou a destruição da estrutura.

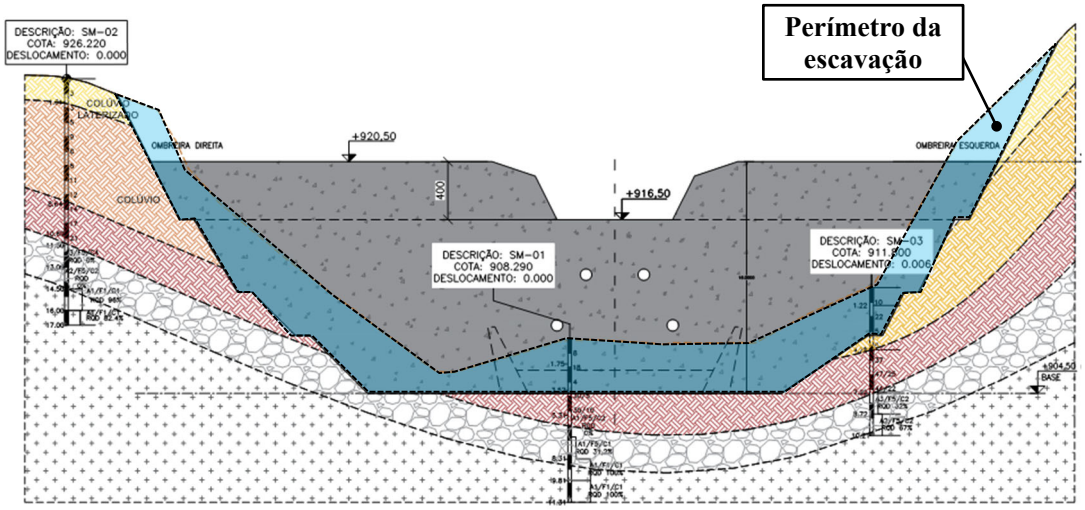
3.4 Escavação

3.4.1 Situação da escavação

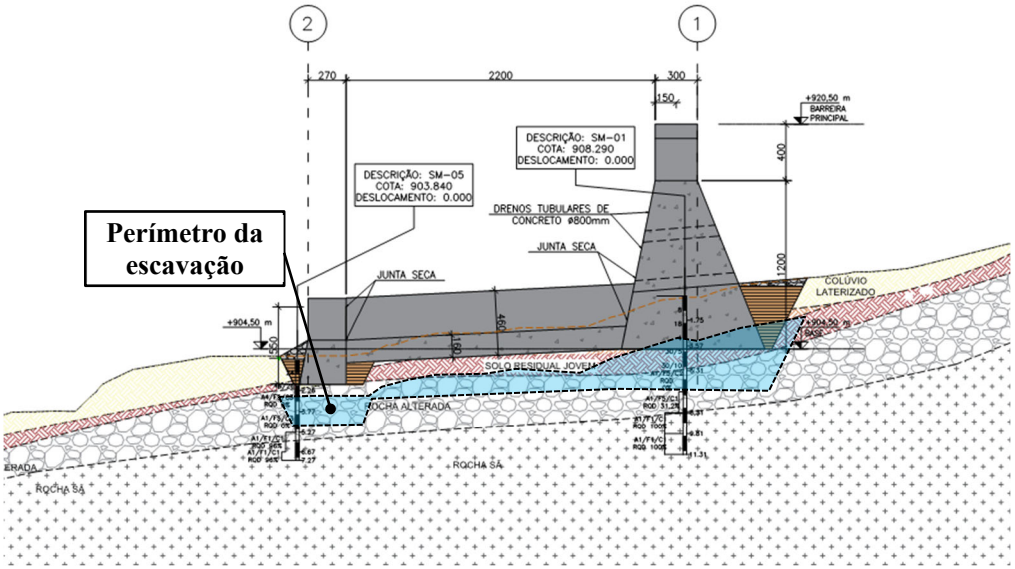
Utilizar os desenhos *as built* de todo o perímetro no qual foram realizadas as escavações, demonstrando-as em planta baixa, cortes transversal e longitudinal. Os métodos de escavação podem variar conforme o tipo de solo encontrado nas encostas naturais, portanto deve-se fundamentar a escolha do método, os equipamentos utilizados, a situação durante a após a conclusão das escavações, além as das condições de retirada e transporte para o bota-fora pré-determinado e a deposição do material. Utilize fotos e outros materiais para explicar as situações relacionadas as esses aspectos. Abaixo, demonstra-se um conjunto de amostras de plantas e fotos que devem constar no documento. Por favor, insira informações adicionais, conforme adequação e necessidade.



Planta baixa



Seção transversal (barreira principal)



Seção Longitudinal



Equipamentos e métodos utilizados conforme o tipo de terreno

Limpeza após a escavação e finalização





Carregamento, transporte e bota-fora do material

3.4.2 Aspectos que receberam especial atenção durante a execução das obras

Utilize plantas, desenhos e fotos para explicar quais foram os itens que receberam especial atenção durante a execução das escavações. Como exemplos, pode-se pensar nos seguintes casos:

- **Evitar escavação exagerada:** Durante a escavação da fundação, evitou-se a escavação excessiva, realizando rigorosamente o controle de nível. Quando a escavação foi além do necessário, não foi feito o reaterro com esse material. O preenchimento foi feito com concreto, durante a etapa de concretagem.
- **Rigor no trabalho a seco:** Quando brotou água, a drenagem foi feita com bombas ou valas para garantir que a superfície escavada permanecesse seca.
- **Observância à inclinação do talude:** A inclinação dos taludes respeitou rigorosamente o estabelecido no caderno de especificações técnicas. Quando foi necessário alterar a inclinação, foi realizado o debate, cujo conteúdo foi pactuado por escrito entre os 3 atores, construtora, contratante e projetistas.

- **Remeção da matéria orgânica:** A decomposição das raízes remanescentes das árvores removidas pode for formar vazios e instabilizar o terreno da fundação, portanto foram removidas.

3.4.3 Problemas técnicos que surgiram durante a execução as obras e respectivas soluções

Caso surjam problemas de ordem técnica durante a execução as obras de desvio do curso do rio, descreva-os brevemente e explique as soluções empregadas, utilizando plantas e fotos. Como exemplos de problemas, pode-se pensar nos seguintes casos:

- **Providências adotadas para os blocos gigantes:** No terreno da fundação, quando foram encontrados blocos muito grandes, cuja remoção seria muito complexa, e a fim de evitar que a própria remoção pudesse desestabilizar o terreno da fundação, foram adotadas medidas para realização de ajustes na posição da estrutura, evitando tais blocos, ou ainda o bloco foi mantido no local e o volume deduzido do concreto.
    - No terreno da fundação, quando foram encontradas partes expostas de blocos muito grandes, o corpo da barreira sabo foi executado de modo a envolver o bloco, não tendo sido realizada a remoção dessa parte do bloco. A concretagem foi realizada apenas após a limpeza da superfície do bloco.
    - Em caso de barreira complementar ou parede vertical onde parte do bloco sobressaia a superfície do terreno da fundação, impossibilitando que envolver essa parte do bloco, a situação foi contornada levando a estrutura, seja barreira complementar ou para um pouco mais a jusante.
    - Quando parte do bloco sobressaiu a superfície da base da calha de dissipação, parte do concreto dessa estrutura foi substituído pelo bloco. Nessas condições, para evitar que a sobressalência interferisse na seção do escoamento, apenas a parte que ficava para cima da base da calha de dissipação foi removida utilizando um martelete rompedor.



Imagem ilustrativa de caso em que o bloco não é desmontado e parte é incorporada pela barreira.

- **Providências quando identificou variação no relevo do leito do talvegue:** Quando foram identificadas erosões pontuais, provocadas pela água corrente, no leito do talvegue a jusante, diferentes da época em que o projeto de engenharia foi elaborado, foi verificado o nível da fundação para de assegurar que tanto a barreira complementar como a parede vertical teriam a profundidade de ficha necessária. Essa verificação resultou na constatação de que a profundidade da ficha era insuficiente, por esse motivo foi realizada a alteração do projeto de engenharia, considerando o nível correto da parede vertical dou da barreira complementar.

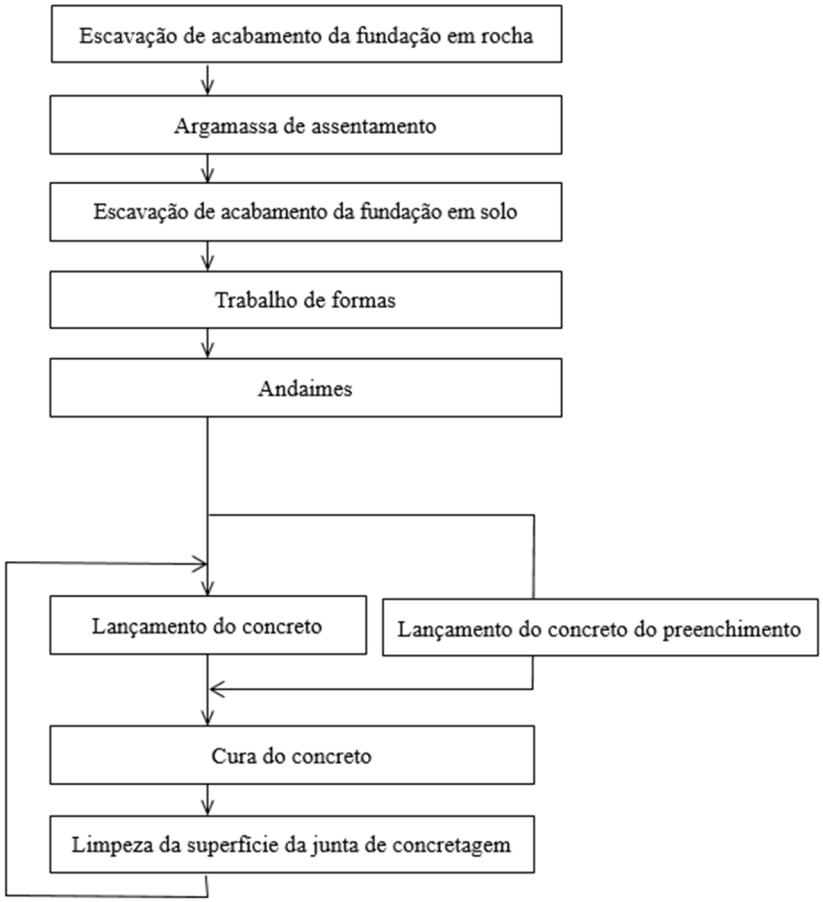
3.5 Obras em concreto

3.5.1 Traço do concreto, sua usinagem e transporte

Utilizando figuras, tabelas e fotos, explique brevemente o projeto do traço do concreto utilizado na obra, bem como sua usinagem e modo de transporte.

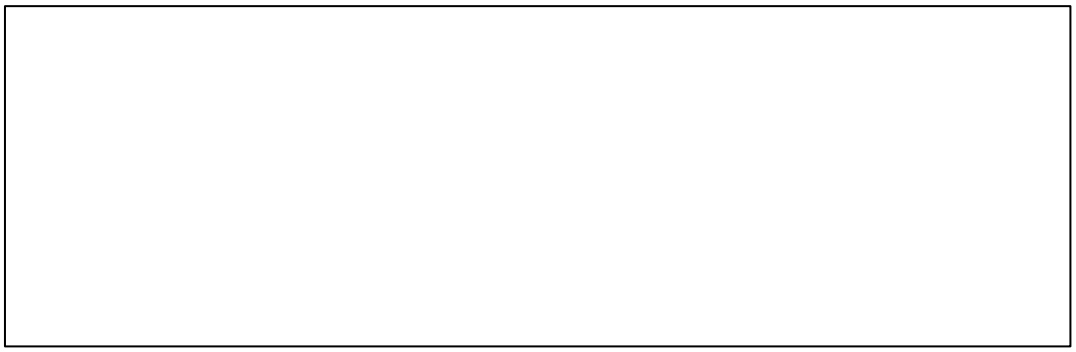
3.5.2 Método de execução de cada etapa da concretagem

Dentre os serviços relacionados à concretagem, utilizando figuras e fotos, explique a situação da execução da cofragem, andaimes, concretagem, lançamento do concreto de preenchimento, cura do concreto e limpeza das superfícies.

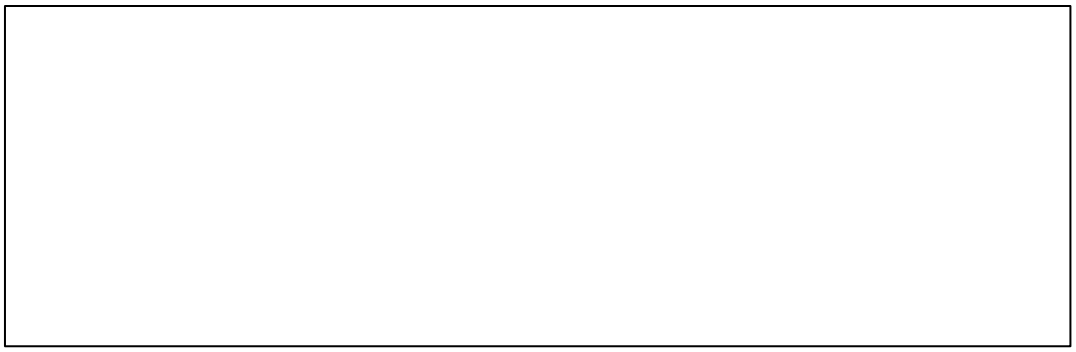


(Fonte: Manual de Barreira Sabo, Seção Execução, Capítulo 5, item 5)

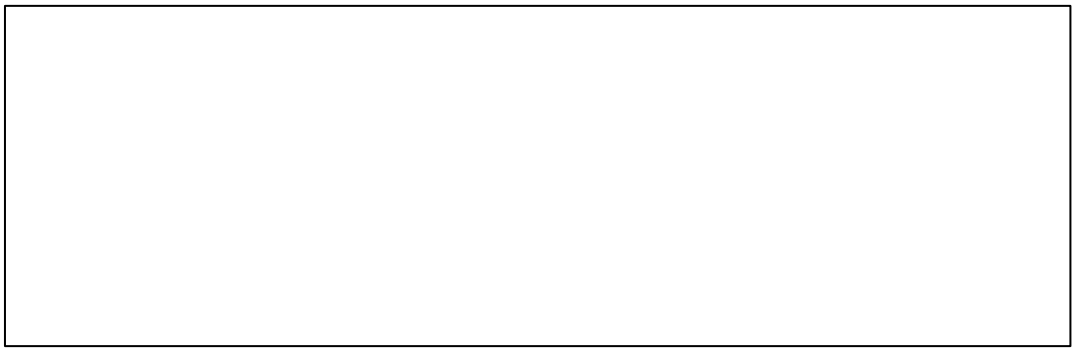
Situação da instalação das formas



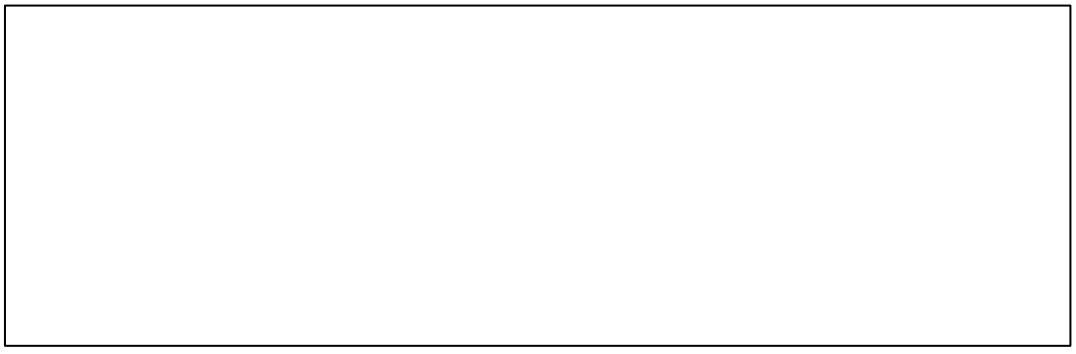
Situação da instalação dos andaimes



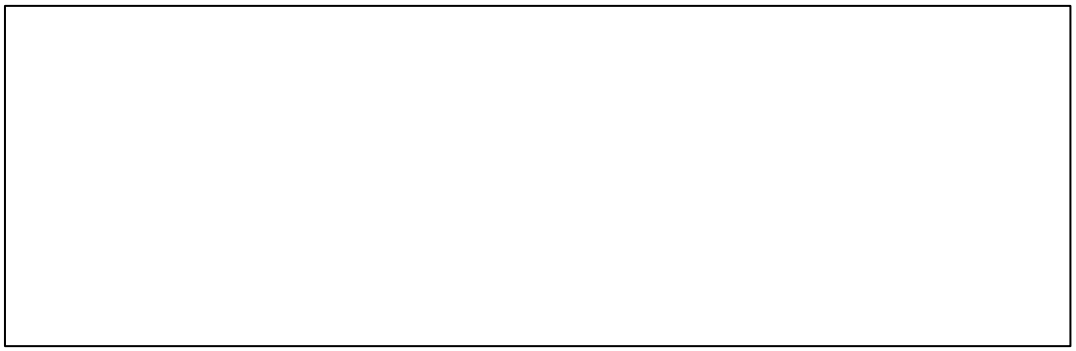
Situação do lançamento do concreto



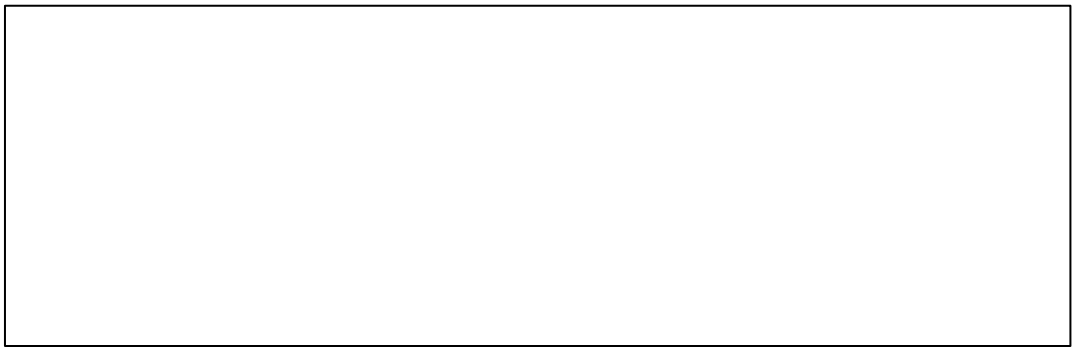
Situação do lançamento do concreto de preenchimento



Situação da compactação do concreto



Situação do tratamento das juntas de concretagem



Situação da cura do concreto

3.5.3 Ordem da concretagem

Utilizando figuras e fotos, explique brevemente o a ordem da concretagem, considerando o plano de desvio do canal.

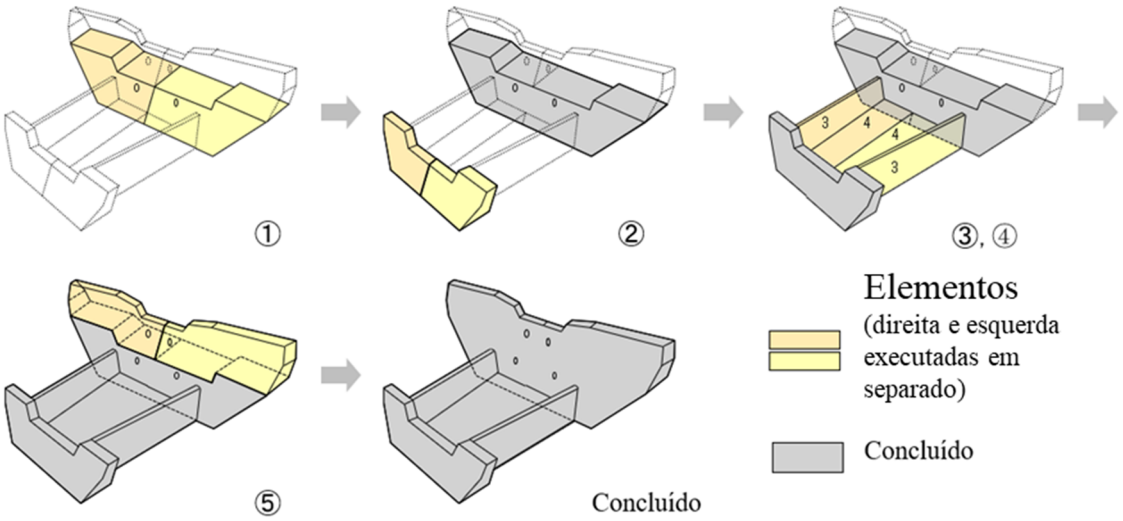
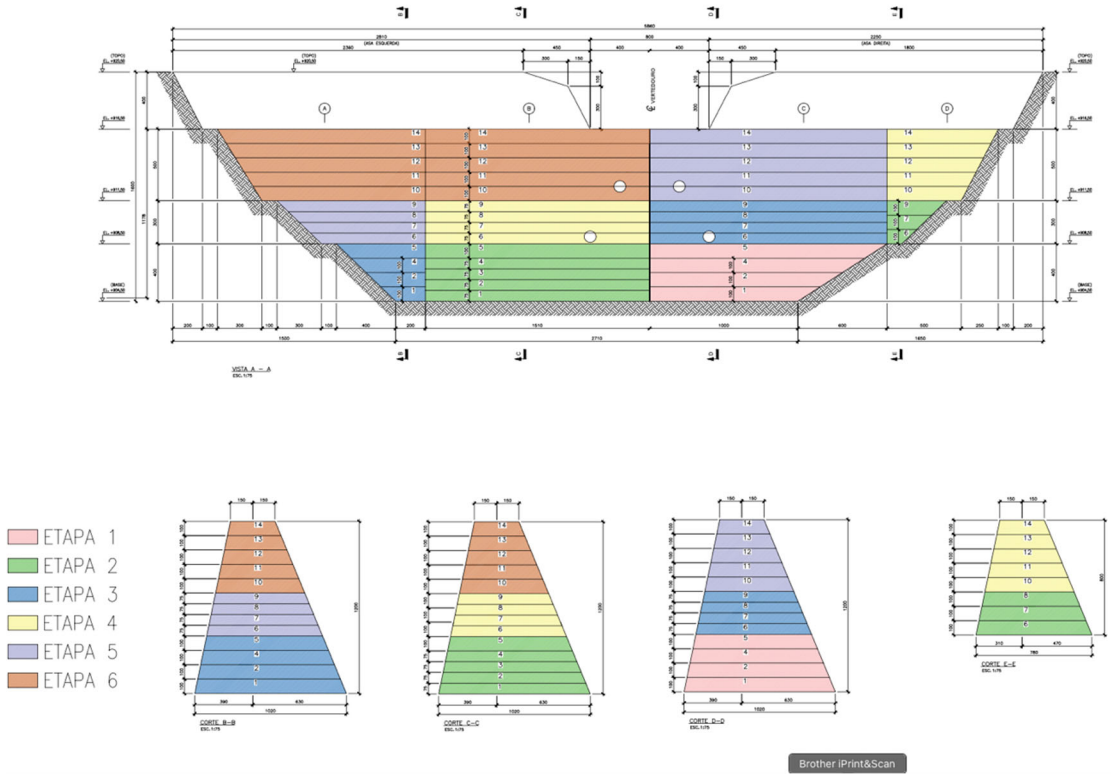


Imagem de ordem do lançamento do concreto da barreira sabo.
(Fonte: Manual de Barreira Sabo, Seção Execução, Capítulo 5, item 3)

Fotos que permitam verificar as etapas de execução da barreira sabo

3.5.4 Cronograma de elevação das camadas

O processo de resfriamento do concreto-massa pode gerar fissuras decorrentes do estresse térmico ou da contração devido a secagem. Como medida para evitar essas ocorrências, o projeto-piloto adotou o método de "concretagem por blocos", que estabelece um cronograma de camadas de blocos a serem lançados, sua altura, largura, volume de concreto por bloco, além do tempo (em dias) entre uma concretagem e outra. Utilize figuras, tabelas e fotos para explicar todo o trabalho de concretagem.



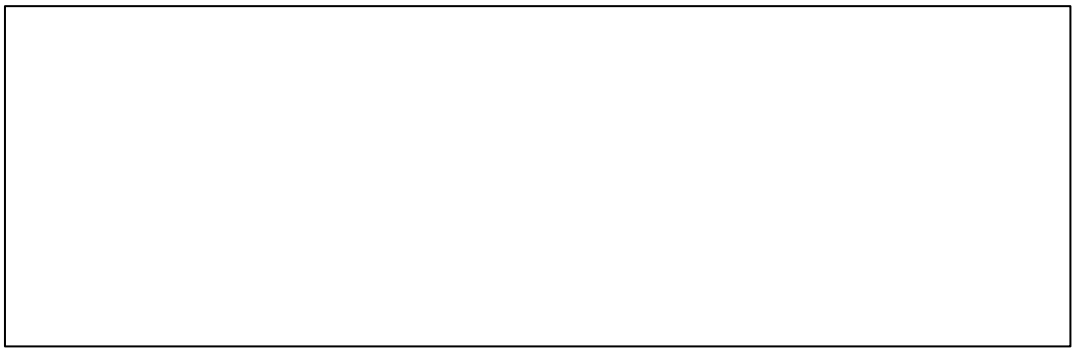
Cronograma de elevação das camadas (sugestão)

(Fonte: Memorial descritivo do projeto de engenharia, Volume 1, 7.1.4.4)

Concretagem (dia)	Volume	Camada
1	104,59	1-C
5	108,72	2-C
9	111,49	4-C
13	123,53	5-C
14	112,95	1-B
18	119,06	2-B e 6-D
22	119,93	3-B e 7-D
26	119,75	4-B e 9-D
30	122,31	5-B
31	114,71	1-A e 6-C
35	115,46	2-A e 7-C
39	113,71	4-A e 8-C
43	119,75	5-A e 9-C
44	117,42	6-B e 10-D
48	111,83	7-B e 11-D
52	103,92	8-B e 12-D
56	94,90	9-B e 13-D
56	94,90	9-B e 13-D
60	23,93	14-D
61	91,20	10-C
65	124,35	6-A e 11-C
69	117,90	7-A e 12-C
73	109,90	8-A e 13-C
77	97,45	9-A e 14-C
78	86,07	10-B
81	66,12	10-A
82	77,01	11-B
85	61,84	11-A
86	67,95	12-B
89	56,59	12-A
90	58,89	13-B
93	51,09	13-A
94	49,83	14-B
97	45,21	14-A

Volume de concreto lançado em cada bloco (massa)

(Fonte: Memorial descritivo do projeto de engenharia, Volume 1, 7.1.4.4)

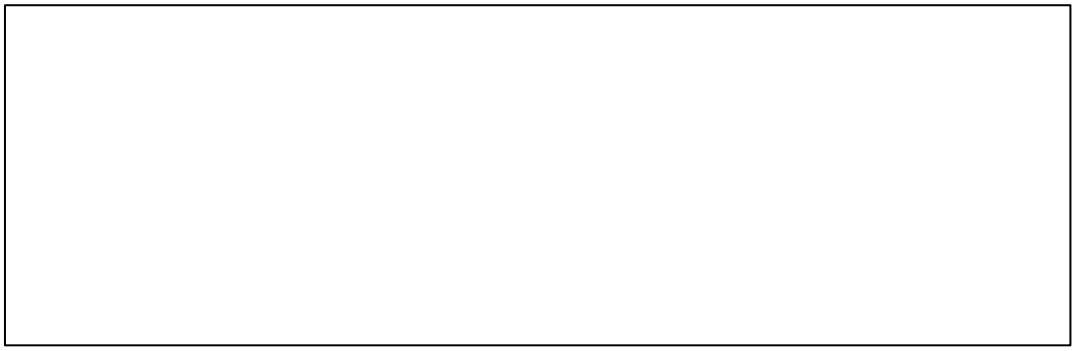


Fotos da concretagem dos blocos

3.6 Execução de obras especiais

3.6.1 Drenos intrabarreira

Os drenos são instalados dentro do corpo da barreira com o objetivo de evitar a retenção de água nos períodos de normalidade, aliviar a poropressão da água após a deposição dos detritos e desviar o curso do rio durante a obra. Utilizando figuras e fotos, explique o posicionamento dos drenos, o material construtivo utilizado e o método de execução. Caso existam itens que receberam atenção especial, tanto no que se refere ao posicionamento dos drenos ou a sua execução, explique separadamente.



Drenos intrabarreira

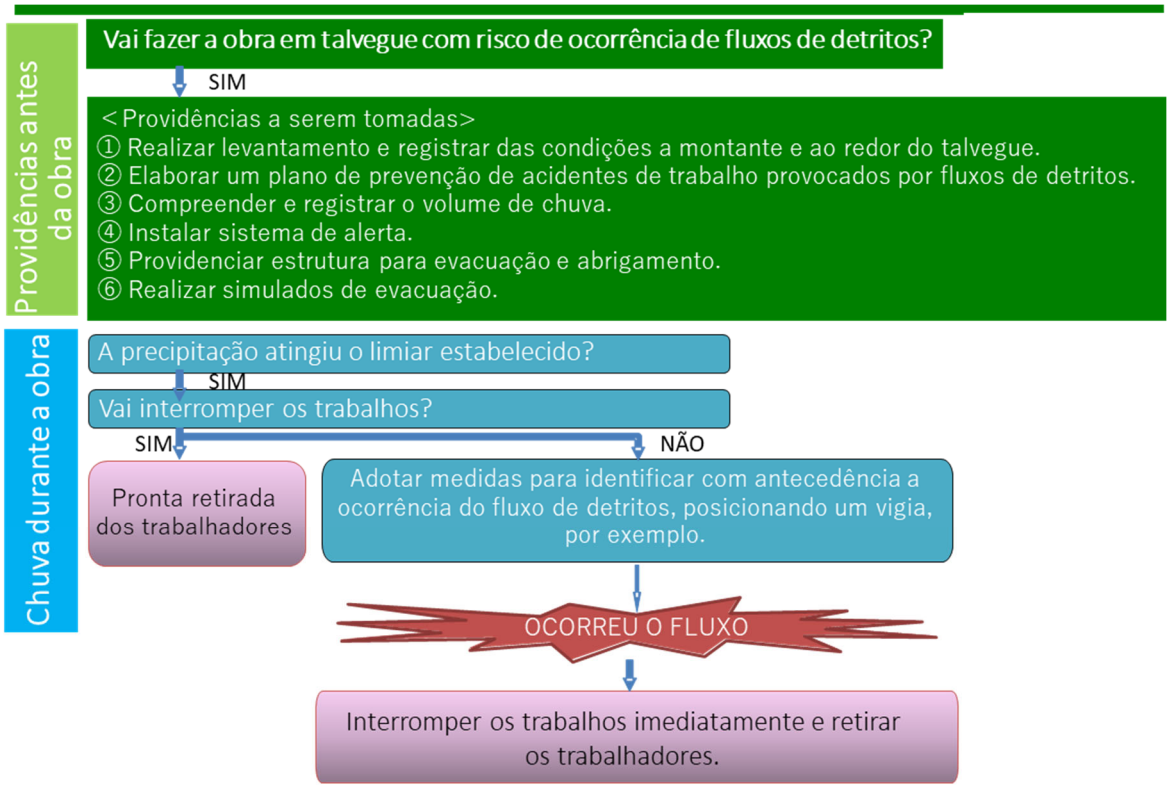
3.6.2 Obras de estabilização das encostas

Sobre as obras executas para estabilizar as encostas próximas ou nas partes de preenchimento, tais como solo-cimento, recobrimento com vegetação, solo grampeado combinado com concreto jateado, gabião etc., explique cada tipo de solução empregada, o local onde foi executada, o conceito, a situação da sua execução e a obra pronta. Utilize figuras, tabelas e fotos. Explique também os itens que demandaram especial cautela, problemas que surgiram e as soluções encontradas, se houver.

3.7 Medidas de segurança durante a execução das obras

Além dos acidentes de trabalho que podem ocorrer no âmbito da construção civil convencional, a execução de obras sabo envolve riscos de acidentes específicos, uma vez que os trabalhos são realizados em vales estreitos, havendo a exposição a perigos como queda de blocos, enxurradas e fluxo de detritos e outros. Para reduzir ou evitar os riscos de acidentes específicos dos canteiros das obras de barreiras sabo, podem-se destacar os 3 pontos a seguir.

- Prever o risco da ocorrência do perigo;
- Medidas para a identificação precoce da ocorrência do perigo;
- Evacuação célere dos trabalhadores para um local seguro, quando da ocorrência do perigo.



Fluxograma de medidas para evitar acidentes de trabalho provocados por fluxos de detritos

Utilize figuras, tabelas e fotos para explicar tipologia e a situação da execução das medidas para prevenir ou atenuar os riscos de acidentes de trabalho característicos das obras sabo que de fato foram adotas no projeto-piloto. Para referência, demonstram-se abaixo exemplos de medidas de segurança comumente adotadas no Japão.

Uma das medidas para atenuar o risco de acidentes é a definição antecipada de critérios para a execução dos trabalhos em caso de chuvas, momentos em que o risco de desastres aumenta.

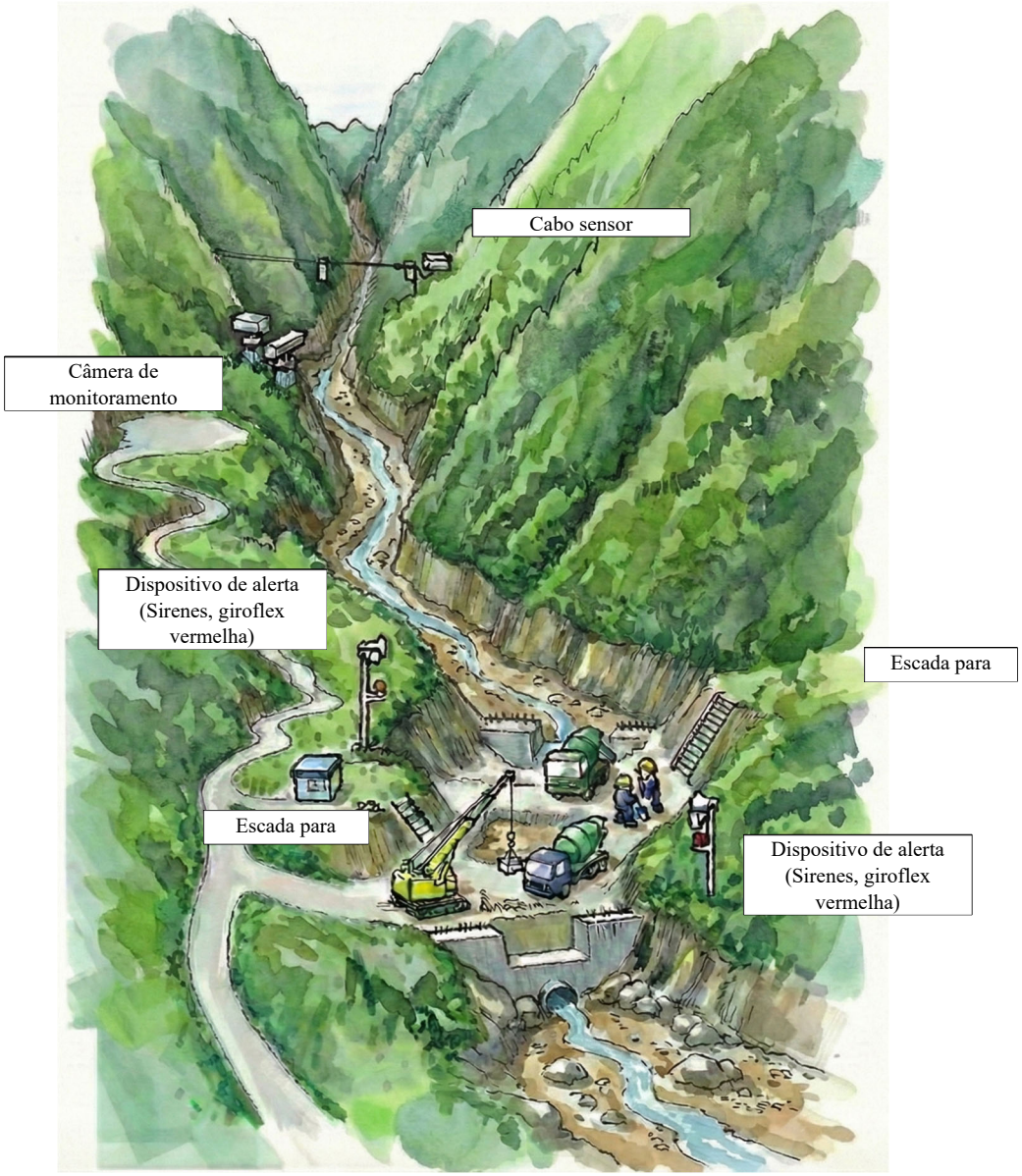
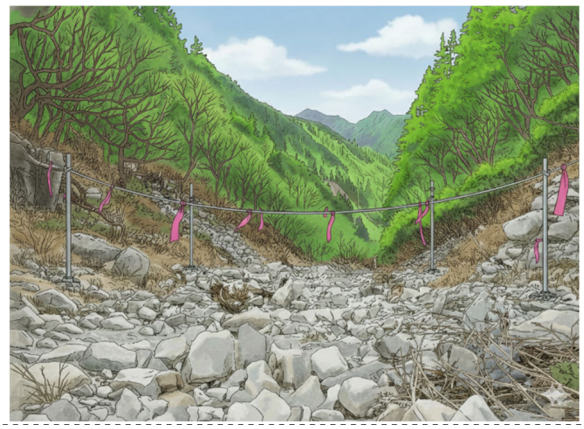


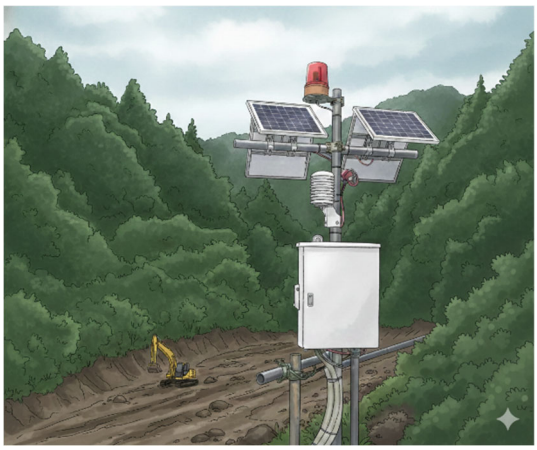
Imagem conceitual de medidas para evitar desastres

(Fonte: Para prevenir acidentes de trabalho decorrentes de fluxos de detritos, Ministério da Saúde, Trabalho e Bem-Estar, Associação de Prevenção de Acidentes dos Trabalhadores da Construção Civil, 1998, editado.)



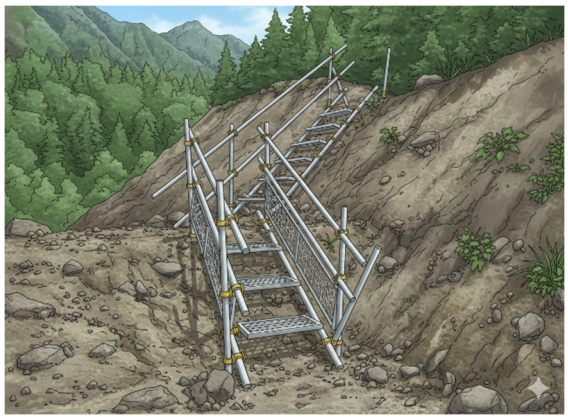


Situação do monitoramento de área colapsada a montante da obra, cabo sensor de fluxo de detritos instalado (imagem gerada pelo Gemini)





Situação da instalação dos equipamentos: câmera de monitoramento, pluviômetro, dispositivo de alerta (sirene, giroflex vermelho etc.) (imagem gerada pelo Gemini)



Escada para um lugar alto, instalada para a evacuação (imagem gerada pelo Gemini)



Realização de simulado de evacuação e educação em segurança do trabalho (imagem gerada pelo Gemini)