Planilha de levantamento de troncos e volume potencialmente instável nas encostas e ao longo do talvegue

Número do ponto do levantamento:	5	Data da realização:	9 agosto, 2023
Pesquisador/fotógrafo:	Comitê técnico		

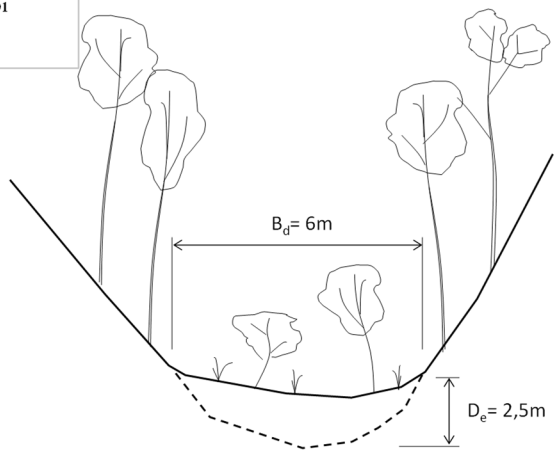
Fotos



Desenho preliminar

A largura da erosão (B_d), foi definida em 6m com base na largura da erosão do fluxo de detritos ocorrido no desastre de 2011.
O formato da seção erodível foi obtido por parábola; conforme as orientações do Comitê Técnico, a profundidade da erosão (D_e) foi definida multiplicando 2,5m por 2/3.





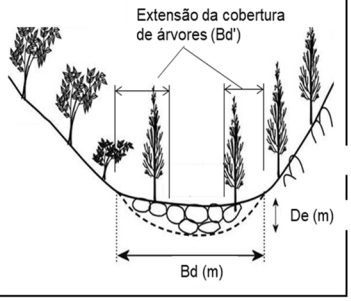
Hierarquia do canal : 2

Área da seção do volume potencialmente instável nas encostas e ao longo do talvegue (A_{dyl})

$A_{dyl} = B_d \times D_e \times 2/3 =$ 6,0 (m) x 2,5 (m) x 2/3 = 10,0 (m^2)

Área arborizada de B_d (B_d') 6,0 (m)

Diâmetro médio das árvores na altura do peito (DAP) até 10cm ☑ acima de 10cm ☐



Fonte: Elaborada pelo Projeto Sabo

Planilha de levantamento de troncos e volume potencialmente instável nas encostas e ao longo do talvegue

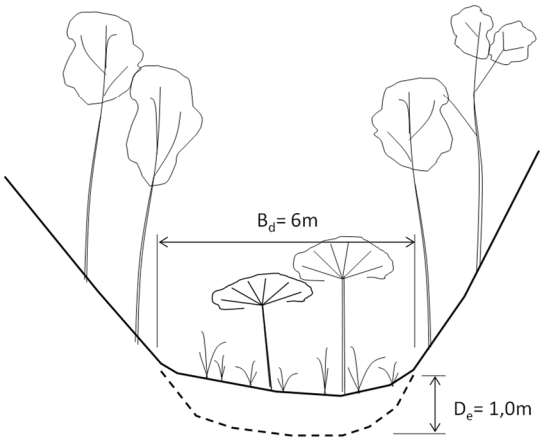
Número do ponto do levantamento:	6-1	Data da realização:	19 julho, 2023
Pesquisador/fotógrafo:	Masaharu MIZOGUCHI		

Fotos



Desenho preliminar

Avaliou-se que na parte em que não existem árvores altas há grande possibilidade de ter ocorrido movimentos de massa no passado, considerando isso, a largura da erosão (B_d) foi definida em 6m.
A profundidade da erosão (D_e), considerando as condições do terreno e o controle da erosão por causa da estrada, ficou em 1m.



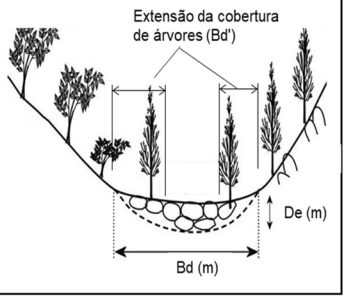
Hierarquia do canal : 0

Área da seção do volume potencialmente instável nas encostas e ao longo do talvegue (A_{dyl})

$A_{dyl} = B_d \times D_e =$ 6,0 (m) x 1,0 (m) = 6,0 (m^2)

Área arborizada de B_d (B_d') 6,0 (m)

Diâmetro médio das árvores na altura do peito (DAP) até 10cm ☑
acima de 10cm ☐



Fonte: Elaborada pelo Projeto Sabo

Planilha de levantamento de troncos e volume potencialmente instável nas encostas e ao longo do talvegue

Número do ponto do levantamento:	7	Data da realização:	9 agosto, 2023
Pesquisador/fotógrafo:	Comitê técnico		

Fotos





I



A Largura da erosão (B_d) foi definida em 16m, considerando a largura do deslizamento planar ocorrido no desastre de 2011.
A profundidade da erosão (D_e), considerando as condições de exposição da rocha, ficou em 0,5m.

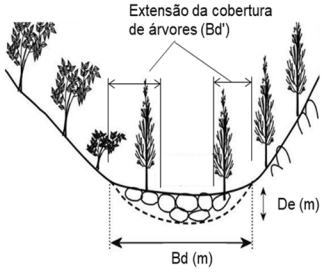
Hierarquia do canal : 0

Área da seção do volume potencialmente instável nas encostas e ao longo do talvegue (A_{dyl})

$A_{dyl} = B_d \times D_e =$ 16,0 (m) x 0,5 (m) = 8,0 (m^2)

Área arborizada de B_d (B_d') 16,0 (m)

Diâmetro médio das árvores na altura do peito (DAP) até 10cm ☑
acima de 10cm ☐



Fonte: Elaborada pelo Projeto Sabo

Planilha de levantamento de troncos e volume potencialmente instável nas encostas e ao longo do talvegue

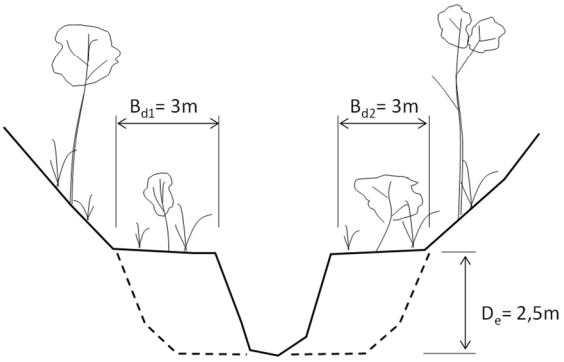
Número do ponto do levantamento:	8	Data da realização:	9 agosto, 2023
Pesquisador/fotógrafo:	Comitê técnico		

Fotos



Desenho preliminar

Avaliou-se que na parte em que não existem árvores altas há grande possibilidade de ter ocorrido movimentos de massa no passado, considerando isso, a largura da erosão (B_d) foi definida em 6m.
O formato da seção erodível foi obtido por parábola; conforme as orientações do Comitê Técnico, a profundidade da erosão (D_e) foi definida multiplicando 2,5m por 2/3.



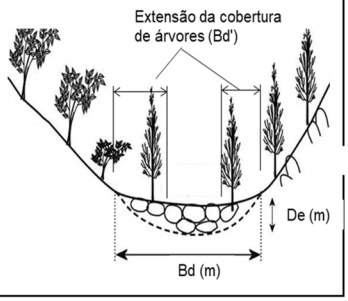
Hierarquia do canal : 1

Área da seção do volume potencialmente instável nas encostas e ao longo do talvegue (A_{dyl})

$A_{dyl} = B_d \times D_e \times 2/3 =$ 6,0 (m) x 2,5 (m) x 2/3 = 10,0 (m^2)

Área arborizada de B_d (B_d') 6,0 (m)

Diâmetro médio das árvores na altura do peito (DAP) até 10cm ☑ / acima de 10cm ☐



Fonte: Elaborada pelo Projeto Sabo

Planilha de levantamento de troncos e volume potencialmente instável nas encostas e ao longo do talvegue

Número do ponto do levantamento:	11	Data da realização:	9 agosto, 2023
Pesquisador/fotógrafo:	Comitê técnico		

Fotos

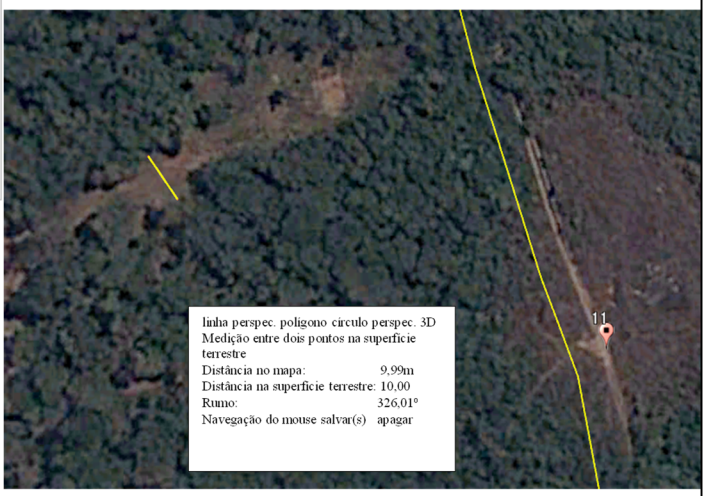




Desenho preliminar

As coordenadas do ponto foi corrigida coforeme a tela do GPS.
O granito é coberto por solo superficial de cerca de 10cm de espessura. Devido à baixa altura das árvores ao redor, estima-se que, mesmo no vale, a profundidade do material potencialmente instável seja de 0,5m aproximadamente.
A largura da erosão (B_d) foi definida em 10m, considerando a largura do deslizamento planar ocorrido em 2011, na largura de 10m.





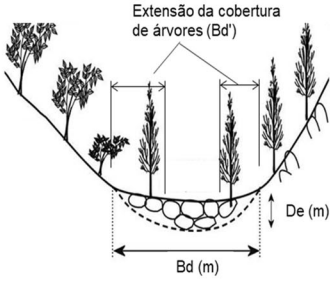
Hierarquia do canal : 0

Área da seção do volume potencialmente instável nas encostas e ao longo do talvegue (A_{dyl})

$A_{dyl} = B_d \times D_e =$ 10,0 (m) x 0,5 (m) = 5,0 (m^2)

Área arborizada de B_d (B_d') 0,0 (m)

Diâmetro médio das árvores na altura do peito (DAP) até 10cm ☑ / acima de 10cm ☐



Fonte: Elaborada pelo Projeto Sabo

1.5.3 Volume potencial de material transportável pela chuva dentro de um evento com determinado tempo de recorrência (V_{dy2})

O volume potencial de material transportável pela chuva foi analisado considerando uma chuva de projeto para o tempo de recorrência de 100 anos (chuva de 199 mm), com base na Equação 5-1.

$$V_{dy2} = \frac{10^3 \times P_p \times A}{1 - K_v} \times \left(\frac{C_d}{1 - C_d}\right) K_{f2} \qquad \textbf{Equação 5-1}$$

Em que
V_{dy2} : Volume potencial de material transportável pela chuva (m^3)
P_p : Precipitação máxima diária para o tempo de recorrência adotado (mm)
A : Área da bacia hidrográfica (km^2)
K_v : Porosidade (na ausência de melhores estimativas adota-se 0,4)
K_{f2} : Taxa de correção do escoamento em relação à área da bacia hidrográfica. Limite máximo 0,5 e mínimo 0,1.
C_d : Densidade do fluxo de detritos durante seu escoamento. Limite máximo 0,54 e mínimo 0,3.

Enquanto a densidade do fluxo de detritos durante o escoamento foi obtida pela Equação 5-2.

$$C_d = \frac{\rho tan\theta}{(\sigma - \rho)(tan\emptyset - tan\theta)} \qquad \textbf{Equação 5-2}$$

Sendo:
σ : Densidade do material de maior granulometria (2,6 x10^3 kg/m^3);
ρ : Densidade da água (1,2 x 10^3 kg/m^3);
φ : Ângulo de atrito interno do material (graus) (material que é depositado no fundo do talvegue). Varia de 30°a 40°, adotando-se usualmente 35°;
θ : Inclinação do talude/encosta (graus). Para o cálculo da vazão de pico do fluxo de detritos, a inclinação a ser utilizada é a natural do talude.

As Tabelas resumem os parâmetros adotados para as equações supracitadas. O volume potencial de material transportável pela chuva (Vdy2), com base nos parâmetros citados foi de 72.550 m³ (73.000m3, arredondado para cima).

Tabela 1.5.3 Parâmetros adotados para Equação 5-1

$P_{P\ (mm/dia)}$	199
A (km²)	3,19
C_d	0,30
K_v	0,4
K_{f2}	0,16

Tabela 1.5.4 Parâmetros adotados para Equação 5-2

σ (kgf/m²)	2600
ρ (kgf/m³)	1200
φ (°)	35
θ (°)	4.4
C_*	0,6
C_d	0,106
C_d	0,30

Fonte: Elaborada pelo Projeto Sabo

1.5.4 Volume de troncos carreados (V_w)

Os resultados dos levantamentos realizados na bacia permitiram identificar, ao longo do curso d'água da porção inferior da bacia, árvores que podem se transformar em troncos carreados, contudo na porção superior, praticamente não foram identificadas árvores com troncos de diâmetro superior a 10 cm. Os debates com o Comitê Técnico levaram à conclusão de que o carreamento de troncos pode ser desconsiderado nas avaliações da bacia do córrego do Príncipe.

1.5.5 Volume total dos detritos do plano

O volume de sólidos carreados de projeto, que será tratado no plano de intervenções estruturais para retenção de fluxos de detritos, deve ser o menor valor entre o volume potencialmente instável

nas encostas e ao longo do talvegue e o volume de material potencial que pode ser transportado pela chuva. O volume potencialmente instável nas encostas e ao longo do talvegue é 141.000m3 e o volume de material potencial transportável pela chuva – decorrente de volume de chuva de 199mm/dia, equivalente à escala de projeto para o tempo de recorrência de 100 anos – é 73.000m3, por isso, o volume de sólidos carreados de projeto é 73.000m3.

1.6 Vazão-alvo do plano

1.6.1 Vazão que considera o solo carreado

A vazão que considera o solo carreado é calculada a partir da água da vazão-alvo, obtida do volume de precipitação da escala de projeto. Adotou-se a fórmula racional para calcular a água da vazão-alvo, enquanto o tempo de concentração foi obtido pela fórmula Corps Engeneers. A intensidade média da precipitação que compõe o tempo de concentração foi calculada a partir das curvas IDF de Teresópolis. Define-se a vazão que considera o solo carreado multiplicando a água da vazão-alvo por 1,5, que resultou em Q=59,0m3/s.

Tabela 1.6.1 Tabela de especificações

Área da bacia hidrográfica	3,19	km^2
Coeficiente do escoamento	0,85	
Comprimento do canal de escoamento	2,28	km
Inclinação média	0,22	m/m
Porte do projeto	100	year

Como coeficiente de escoamento, aplicou-se a média para regiões montanhosas

$$Q = 1{,}5 \cdot Q_P \qquad \text{Equação 6-1}$$

$$Q_P = \frac{1}{3{,}6} \cdot C \cdot I \cdot A \qquad \text{Equação 6-2}$$

$$T_C = 0{,}191 \cdot L^{0{,}76} \cdot S^{-0{,}19} \qquad \text{Equação 6-3}$$

$$I = \frac{a \cdot {T_R}^b}{(t + c)^d} \qquad \text{Equação 6-4}$$

Onde,

Q : Vazão que considera o solo carreado (m^3/s)

Q_P : Água da vazão-alvo (m^3/s)

C : Coeficiente de escoamento

I : Intensidade média da precipitação dentro do tempo de concentração (mm/h)

A : Área da bacia (km^2)

T_C : Tempo de concentração (h)

L : Comprimento do canal (m)

S : Inclinação média do leito (m/m)

T_R : Tempo de recorrência

A,b,c,d : Coeficiente de cada região

t : Tempo de duração da chuva (= tempo de concentração T_C)

1.6.2 Vazão de pico do fluxo de detritos

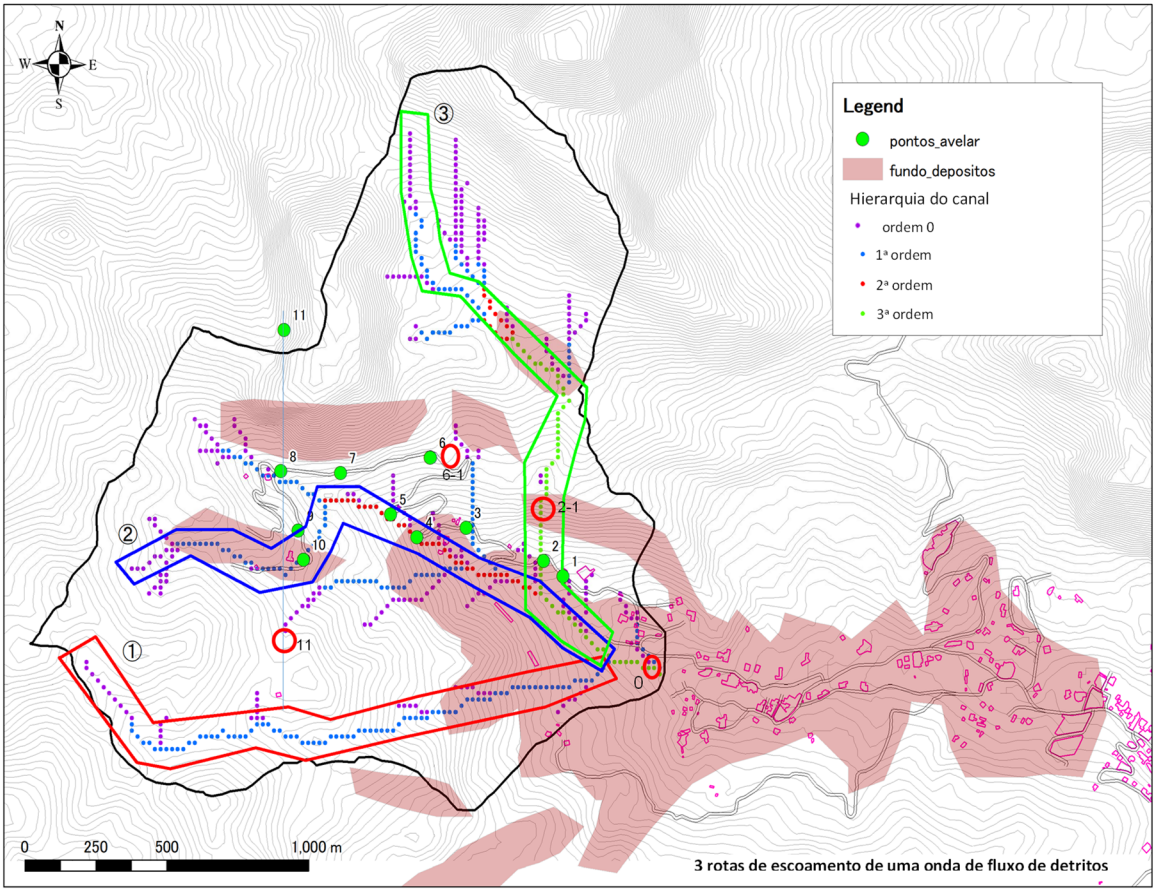
A vazão de pico do fluxo de detritos, utilizada na análise de espraiamento, foi calculada a partir do volume de sólidos estimado para escoar em um evento de fluxo de detritos (Vdqp) . Aqui, a rota contínua do escoamento do fluxo de detritos que apresenta o maior volume potencialmente instável nas encostas e ao longo do talvegue totalizou 49317m3, arredondados para 50 mil m3, e o volume potencial de material transportável pela chuva foi de 73000m3, o Vdqp, volume de sólidos estimado para escoar em um evento de fluxo de detritos fica em 50 mil m3, já que o menor valor deve ser adotado.

Figura 1.6.1 Volume de material potencialmente mobilizável em uma onda de fluxo de detritos

4. Volume de material potencialmente mobilizável em uma onda de fluxo de detritos, utilizado no cálculo do volume de pico do fluxo de detritos

Rota do escoamento	Canal ordem zero			Canal de 1a ordem			Canal de 2ª ordem			Canal de 3a ordem		
	Sum Point	Sum Length (m)	Sum Sediment (m^3)	Sum Point	Sum Length (m)	Sum Sediment (m^3)	Sum Point	Sum Length (m)	Sum Sediment (m^3)	Sum Point	Sum Length (m)	Sum Sediment (m^3)
①	10	200	1.267	86	1.720	15.480	0	0	0	0	0	0
②	9	180	1.140	31	620	5.580	38	760	13.946	39	780	25.233
③	13	260	1.647	21	420	3.780	5	100	1.835	65	1.300	42.055

Volume de material potencialmente instável Sum (m^3)	Área (km^2)	Unidade da área da bacia hidrográfica por volume de material (m^3/km^2)
16.747	3,18	5.266
45.899	3,18	14.434
49.317	3,18	15.508



Fonte: Elaborada pelo Projeto Sabo

A vazão de pico do fluxo de detritos é calculada a partir da fórmula de correlação entre o volume total e a vazão de pico do fluxo de detritos, compostas a partir de levantamentos de eventos ocorridos no passado. O volume total do fluxo de detritos é o obtido da soma dos sólidos e da água contidos em um evento de fluxo de detritos, utilizando a concentração do mesmo no cálculo. De acordo com a fórmula abaixo, a vazão de pico do fluxo de detritos ficou em 200 m3/s.

$$Q_{SP} = 0{,}002 \cdot \Sigma V \qquad \text{Equação 6-5}$$

$$\Sigma V = \frac{C_* \cdot V_{dqp}}{C_d} \qquad \text{Equação 6-6}$$

Onde,

Q_{SP} : Vazão de pico do fluxo de detritos (m^3/s)

ΣV : Volume total em um evento de fluxo de detritos (m^3)

C_d : Concentração do fluxo de detritos

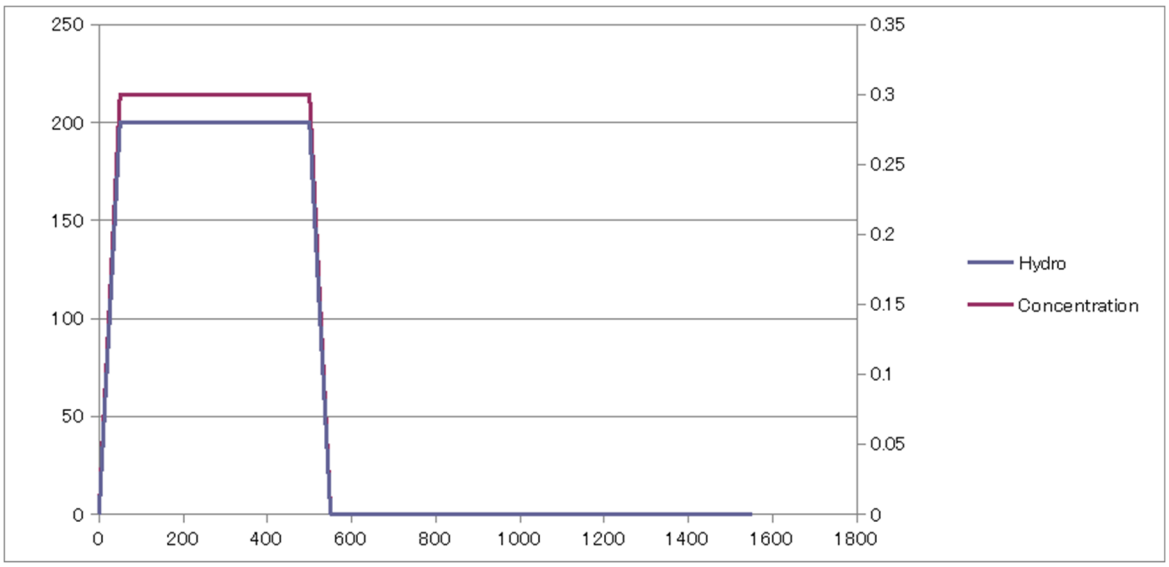
C_* : Concentração de sólidos do material potencialmente instável nas encostas e ao longo do talvegue, fundo de vale e encostas adjacentes (aprox. 0,6), consistindo no volume de partículas sólidas dividido pelo volume total do material, ou seja, 1-n, sendo n a porosidade deste material.

V_{dqp} : Volume de sólidos depositado no fundo do vale e existente nas encostas adjacentes estimado para escoar em um evento de fluxo de detritos.

1.6.3 Análise de espraiamento do fluxo de detritos（HyperKANAKO）

A análise de espraiamento do fluxo de detritos é feita a partir da análise bidimensional que utiliza o formato da onda do fluxo de detritos, realizando os cálculos das alterações sofridas pelo leito em decorrência do escoamento do fluxo, verificando a dimensão do atingimento do espraiamento do fluxo de detritos. Vale observar que a análise bidimensional de espraiamento do fluxo de detritos utilizou o HyperKANAKO. Neste estudo, o formato da onda do fluxo de detritos foi estabelecido a partir do volume total e da vazão de pico do fluxo de detritos.

Figura 1.6.2 Formato da onda do fluxo de detritos

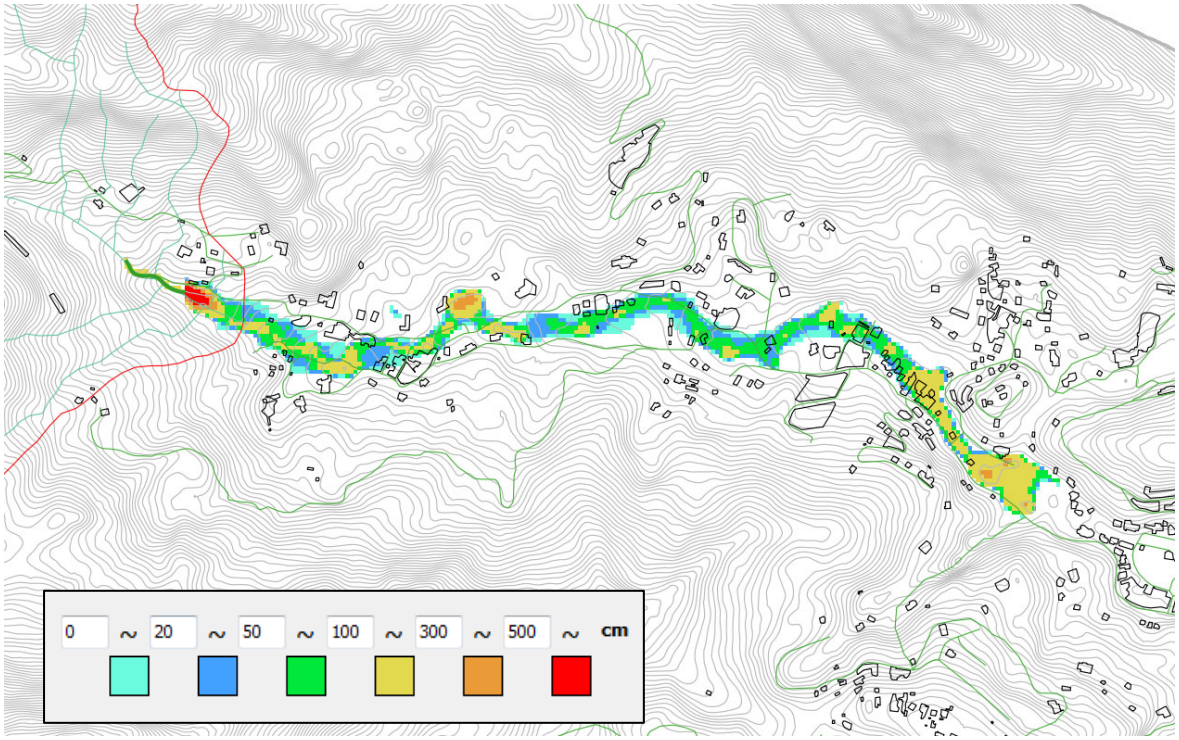


Fonte: Elaborada pelo Projeto Sabo

Uma vez que o espraiamento ocorre ao longo do leito a jusante da saída do vale, o resultado da análise de espraiamento do fluxo de detritos comprovou a situação do atingimento e dos danos às residências e comércio. Abaixo, demonstra-se o resultado da análise de espraiamento de fluxo de detritos.

Figura 1.6.3 Resultado da análise de espraiamento do fluxo de detritos

(profundidade máxima do escoamento)



Fonte: Elaborada pelo Projeto Sabo

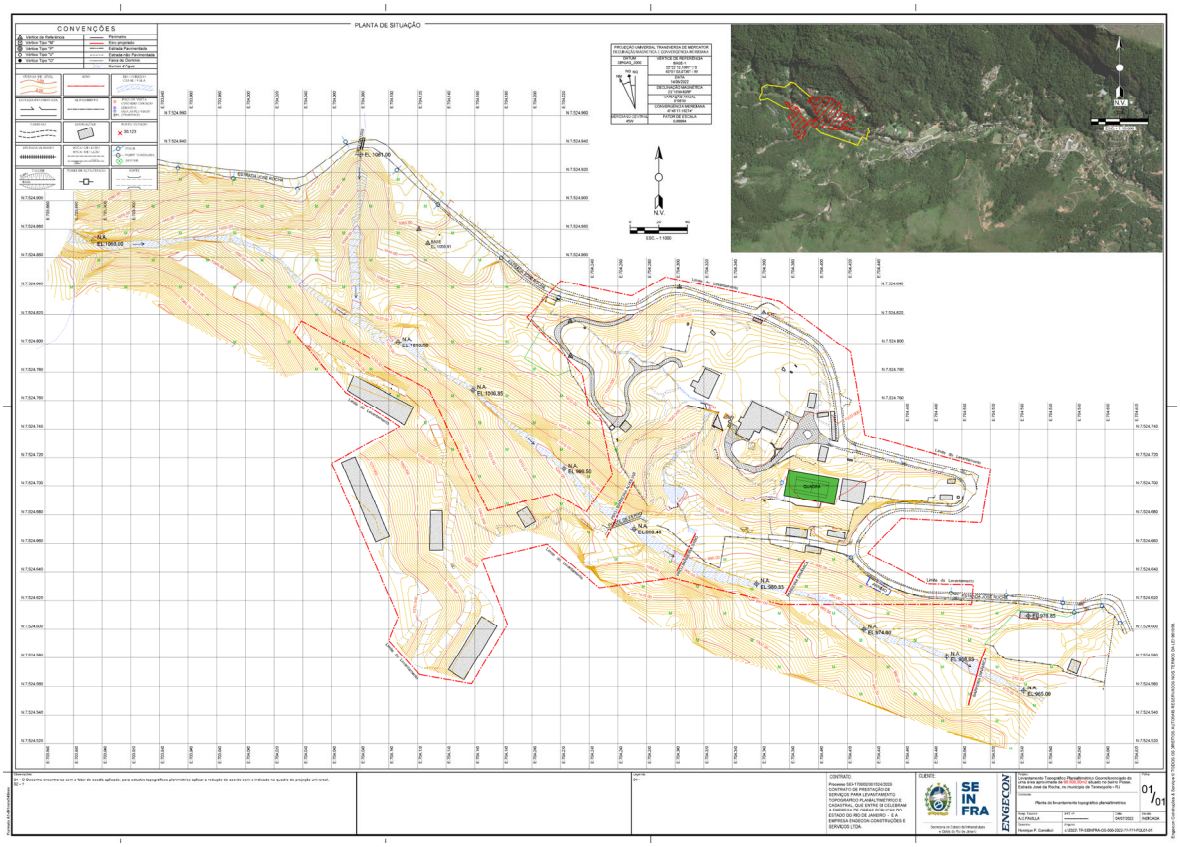
1.7 Plano de posicionamento das instalações sabo

Esta seção apresenta os procedimentos adotados para a seleção da solução proposta para este caso.

1.7.1 Topografia

Com o objetivo de elaborar o plano de posicionamento das instalações sabo na bacia em estudo, foram realizados levantamentos topográficos na área de abrangência do plano de instalações, dos quais foi elaborado o mapa topográfico. É necessário definir a área de abrangência do levantamento topográfico incluindo a área necessária para as análises de traçado das vias de acesso à obra e de manutenção da estrutura, bem como a posição das instalações planejadas. O mapa abaixo foi elaborado a partir das medições feitas por drone na bacia do córrego do Príncipe.

Figura 1.7.1 Produto do levantamento topográfico da área do plano de instalações e arredores



Fonte: Elaborada pelo Projeto Sabo

Vale ressaltar que a topografia executada resultou na identificação de um deslizamento ocorrendo nas proximidades da saída do vale. Após inspeções no local, confirmou-se a presença de fraturas na porção superior da encosta. Em entrevistas, moradores informaram que o movimento está avançando gradualmente.

Figura 1.7.2 Local onde foi identificado o deslizamento

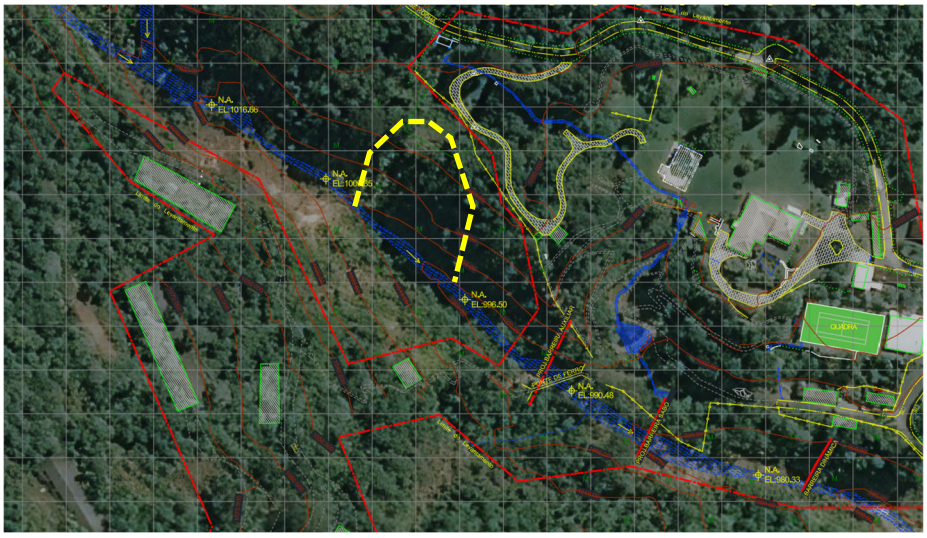


Figura 1.7.3 Situação do deslizamento



Figura 1.7.4 Inspeções no local do movimento



Fonte: Elaborada pelo Projeto Sabo

1.7.2 Cálculo do volume de eficácia das instalações atuais

O talvegue em estudo já conta com 2 barreiras dinâmicas intaladas, por isso, decidiu-se calcular o volume de eficácia das barreiras existentes, para apenas depois analisar o plano de posicionamento das instalações com foco em reter o volume de material alvo das intervenções, aquela parte que as barreiras existentes não são suficientes para reter.

Sobre a capacidade de retenção dessas referidas barreiras, ao comparar o volume de retenção do plano e o volume de contenção da geração (do escoamento) do plano, tal como é feito na barreira sabo permeável, cada uma apresenta a capacidade 19000 m3, portanto foi possível confirmar o volume de retenção de material total de 38000 m3. Por outro lado, constatou-se também que apenas as duas barreiras não poderão reter o material escoado, já que o volume de material carreado do plano é de 73000 m3.

1.7.3 Seleção das soluções de engenharia no plano de instalações

Em 2011 ocorreu o desastre causado por fluxos de detritos no córrego do Príncipe, o objetivo é evitar que ocorram novos desastres decorrentes do mesmo fenômeno, portanto o objetivo de implementar a barreira sabo é reter os fluxos de detritos. Foi confirmado que grande quantidade de blocos rochosos são carreados no momento de fluxos de detritos, fato que determinou a decisão de que a instalação de barreira sabo permeável seria possível. O talvegue-alvo está situado em área de parque, sendo difícil a instalação de barreira sabo impermeável, porque a estrutura cria desnível no leito do rio. Com essa análise integrada desses diversos fatores, a modalidade de barreira sabo escolhida para ser implementada no talvegue foi a barreira sabo permeável.

Tabela 1.7.1 Modalidades das obras de retenção de fluxos de detritos

Trecho	Modalidade do movimento	Objetivo da implementação da barreira		Modalidade	Plano de remoção de material
Trecho do Fluxo de Detritos	Fluxo de detritos	Prevenção da ocorrência do fluxo de detritos		Impermeável	Desnecessário
		Retenção do fluxo de detritos	Com blocos de grande porte	Permeável	Apenas quando houver retenção
			Sem blocos de grande porte	Impermeável com gestão de sólidos	Necessário para a remoção periódica e quando houver retenção
		Controle da direção do fluxo de detritos		Impermeável	Desnecessário
		Retenção de troncos carreados		Permeável	Necessário apenas quando houver retenção

Fonte: Elaborada pelo Projeto Sabo

1.7.4 Plano de posicionamento das instalações

Após avaliar o volume de eficácia das duas barreiras existentes, posicionou-se a obra para retenção de fluxos de detritos em um local viável para sua implementação, a fim de estudar o plano de posicionamento das instalações de modo que a taxa de retenção do talvegue atinja volume de 100% do material escoado.

Neste local, quando da remoção dos detritos retidos pela barreira sabo permeável, por questão de segurança, será preciso evitar os trabalhos de escavação na parte inferior, no sopé da encosta onde

há o deslizamento ativo, razão pela qual a proposta de posicionamento da barreira sabo a jusante da saída do vale, próximo às residências, configurou-se o plano com maior potencial. Em decorrência disso, a fim de limitar a influência que a deposição de material pudesse causar na área residencial, a redução, na medida do possível, da altura útil da barreira tornou-se um quesito que recebeu especial atenção. Ainda, quanto mais alta for a estrutura metálica, maior será a complexidade de execução dessa obra. A implantação da barreira sabo no município-piloto de Teresópolis será a primeira experiência do Brasil na montagem de estrutura reticulada em aço, outro fator que exigiu um olhar mais cauteloso.

Todos esses fatores supramencionados foram considerados de forma global nos debates que resultaram na definição da altura útil da barreira sano permeável reticulada em aço limitada ao máximo de 8 metros. A partir dessa definição iniciaram-se os estudos do plano de posicionamento das instalações sabo.

Foram elaboradas duas propostas de plano de posicionamento das instalações

Proposta de instalação de várias barreiras permeáveis ao longo do talvegue

Proposta de instalar 1 barreira sabo permeável e uma bacia de amortecimento na área a jusante

(1) Proposta de instalação de várias barreiras permeáveis ao longo d talvegue

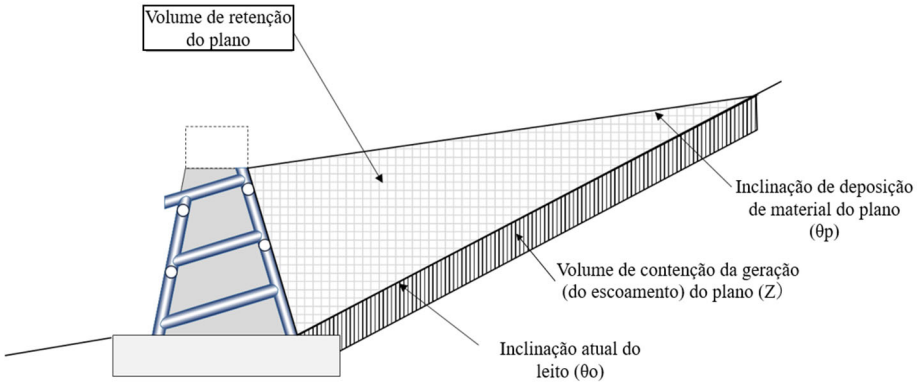
A proposta de plano de posicionamento com a instalação de várias barreiras sabo permeáveis ao longo do talvegue estudou a adição de barreiras permeáveis a montante do deslizamento ativo, tendo como premissa a instalação da barreira sabo permeável reticulada em aço a montante das barreiras dinâmicas já existentes, com o objetivo de reter o volume de material alvo das intervenções, aquela parte que as barreiras existentes não são suficientes para reter. Destaca-se que nos cálculos do volume de eficácia não foram somados os trechos referentes à área onde há interação do bolsão de deposição e do deslizamento ativo na barreira sabo a montante, uma vez que seus respectivos volumes não podem ser avalaidos como volumes de retenção.

Tabela 1.7.2 Estimando o tamanho das barreiras sabo

Número	Tipo	Estrutura	Altura útil (m)	Volume de retenção de sólidos de projeto (m^3)	Volume de contenção da geração de projeto (m^3)	Volume de eficácia das instalações (m^3)
No.7	Estrutura existente	Barreira dinâmica	6	13.468	5.205	19.000
No.21+5	Estrutura existente	Barreira dinâmica	6	5.009	1.909	7.000
No.27	Projeto	Barreira sabo permeável em aço	8	18.497	6.940	26.000
No.51	Projeto	Barreira sabo permeável em aço	8	9.018	3.123	12.000
No.65	Projeto	Barreira sabo permeável em aço	8	5.435	4.164	10.000
Total						74.000
Volume de retenção de sólidos de projeto (m^3)						73.000
Taxa de retenção da bacia						101%

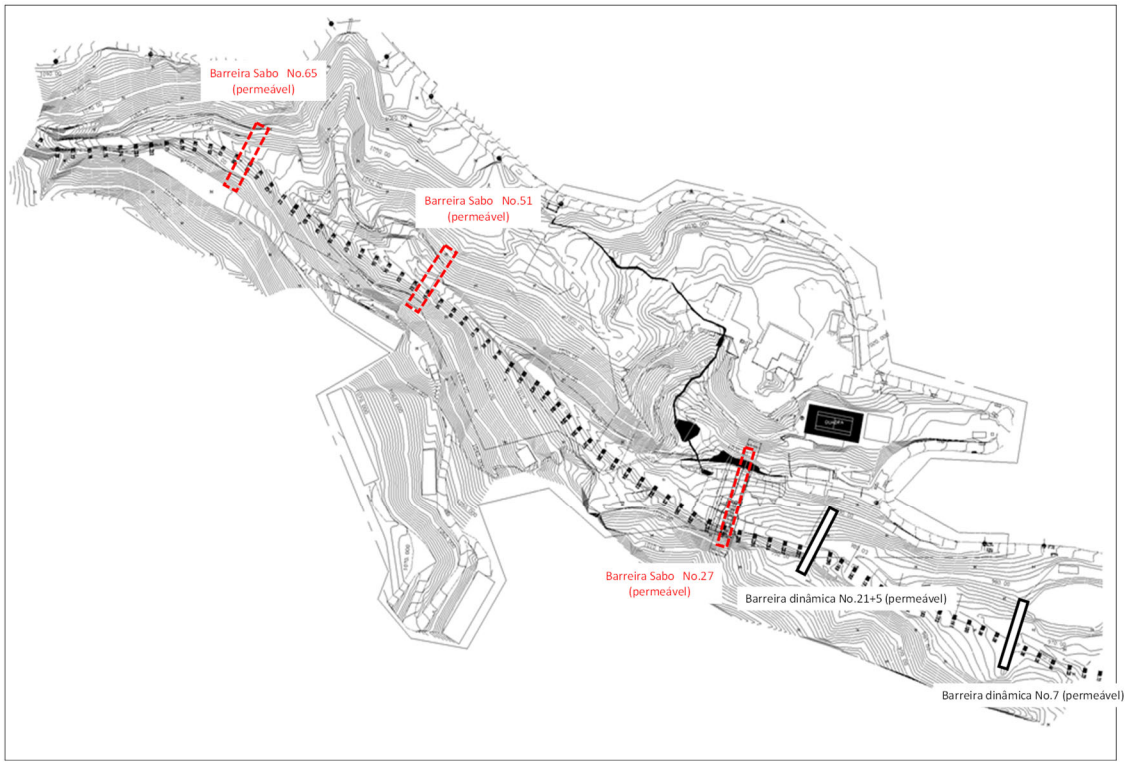
Fonte: Elaborada pelo Projeto Sabo

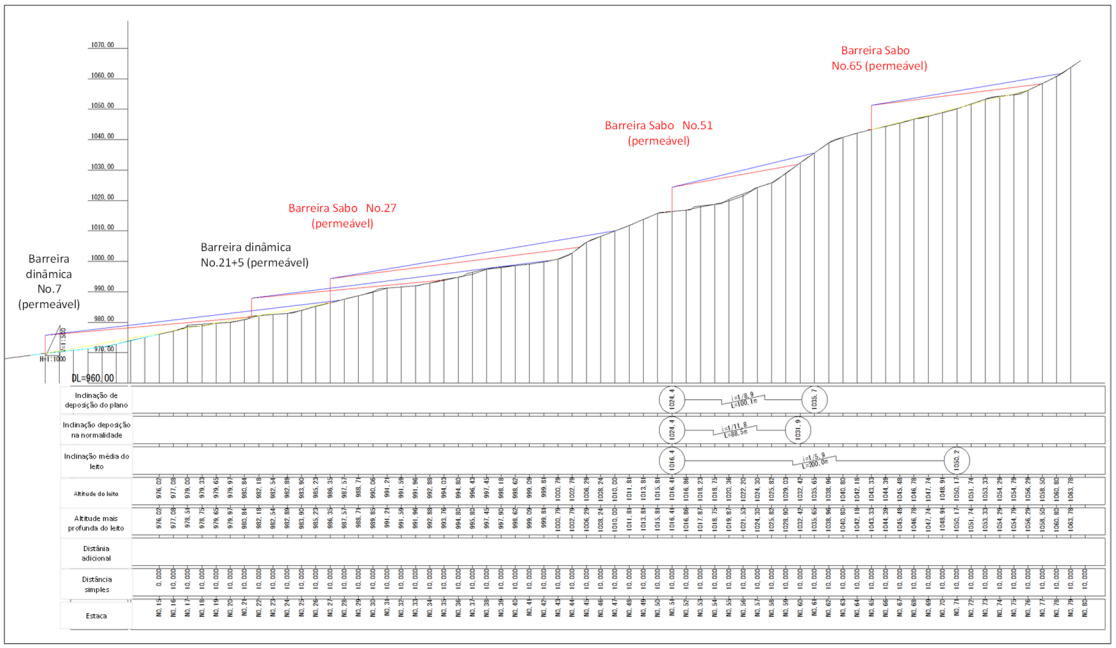
Figura 1.7.5 Função de retenção do material na barreira permeável



Fonte: Elaborada pelo Projeto Sabo

Figura 1.7.6 Proposta de instalação de várias barreiras permeáveis ao longo do talvegue





Fonte: Elaborada pelo Projeto Sabo

(2) Proposta que combina a instalação de 1 barreira sabo permeável e 1 bacia de amortecimento na área a jusante

Considerando 1 barreira sabo peremeável na saída do vale, a proposta de instalação de uma bacia de amortecimento a jusante estudou essa implementação na parte mais baixa, a jusante das barreiras dinâmicas existentes, com o objetivo de reter a parte do volume de material alvo das intervenções

que as estruturas existentes e planejadas não são suficientes para reter. Destaca-se que nos cálculos do volume de eficácia não foram somados os trechos referentes à área de interação entre o bolsão de deposição e o deslizamento ativo na barreira sabo a montante, uma vez que seus respectivos volumes não podem ser avaliados como volumes de retenção.

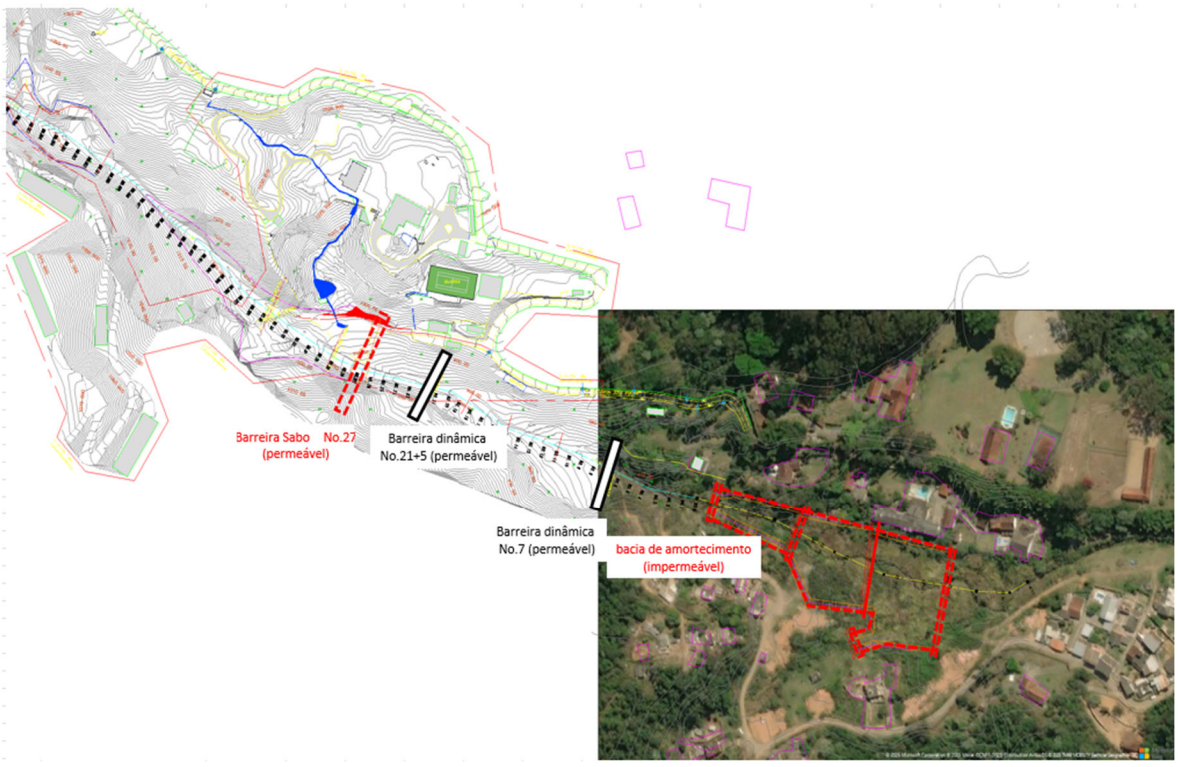
È importante salientar que o local planejado para a bacia de amortecimento está fora da área abrangida pelo levantamento topográfico, sendo, neste momento, inviável estudar o plano de posicionamento das instalações. Por esse motivo, o Comitê Técnico tomará a dianteira na continuidade dos estudos relacionados ao trecho da bacia de amortecimento.

Tabela 1.7.3 Estimando o tamanho das barreiras sabo

número	tipo	estrutura	Altura útil (m)	Volume de retenção de sólidos de projeto (m^3)	Volume de contenção da geração de projeto (m^3)	Volume de eficácia das instalações (m^3)
No.7	Estrutura existente	Barreira dinâmica	6	13.468	5.205	19.000
No.21+5	Estrutura existente	Barreira dinâmica	6	5.009	1.909	7.000
No.27	Projeto	Barreira sabo permeável em aço	8	18.497	6.940	26.000
	Projeto	Bacia de amortecimento (impermeável)	3	23.647	0	24.000
Total						76.000
Volume de retenção de sólidos de projeto (m^3)						73.000
Taxa de retenção da bacia						104%

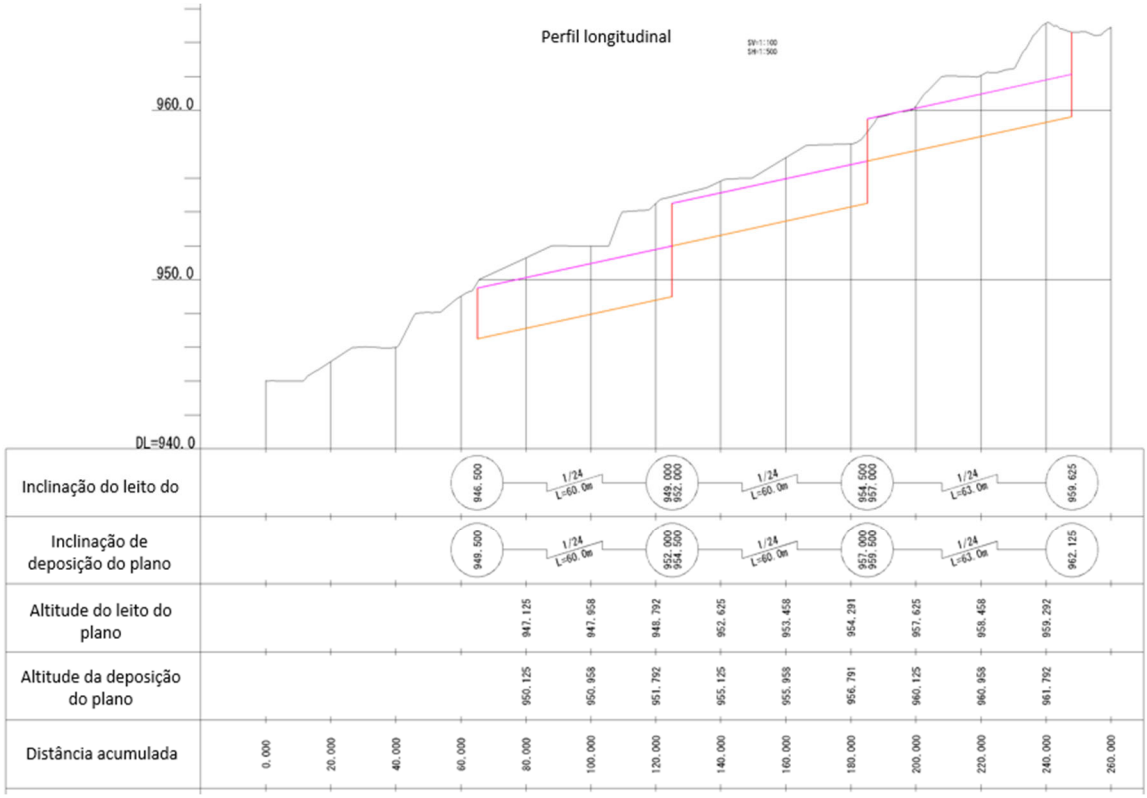
Fonte: Elaborada pelo Projeto Sabo

Figura 1.7.7 Proposta que combina a instalação de 1 barreira sabo permeável e 1 bacia de amortecimento na área a jusante



Fonte: Elaborada pelo Projeto Sabo

Figura 1.7.8 Perfil longitudinal da bacia de amortecimento



Fonte: Elaborada pelo Projeto Sabo

Tabela 1.7.4 Situação atual do local proposto para a bacia de amortecimento



Fonte: Elaborada pelo Projeto Sabo

(3) Escolha da melhor solução

Sobre as duas propostas de plano de posicionamento das instalações, foi realizada, em conjunto com o goveno municipal, uma inspeção de campo, ocasião na qual a viabilidade das propostas foi comparada. O debate resultou na conclusão de que a proposta de instalação de várias barreiras permeáveis ao longo do talvegue apresenta grande dificuldade de acesso aos locais de instalação da barreira, sendo considerada inadequada. O debate com o Comitê Técnico também concluiu que, do ponto de vista da exequilbilidade das obras, a melhor proposta é a de posicionar 1 barreira sabo permeável a montante e a bacia de amortecimento na parte mais baixa, a jusante das instalações existentes.

Figura 1.7.9 Condições do lado montante do local da barreira sabo permeável



Fonte: Elaborada pelo Projeto Sabo

Figura 1.7.10 Condições do local planejado para a bacia de amortecimento



Fonte: Elaborada pelo Projeto Sabo

1.8 Análise das instalações prioritárias

1.8.1 Seleção das instalações prioritárias

Dentre as intervenções sugeridas no plano de posicionamento, que prevê a barreiras sabo permeável em aço e a bacia de amortecimento, foi realizada a seleção da intervenção prioritária a ser implementada como obra de retenção e prevenção de fluxos de detritos.

Será instalada a Barreira Sabo Permeável Reticulada em Aço que possibilita reter com eficiência o fluxo de detritos, já que no desastre ocorrido em janeiro de 2011 havia muitos fragmentos rochosos e blocos rolados. Vale destacar que o risco de ocorrerem desastres de fluxos de detritos nos terrenos residenciais situados na margem esquerda do local do plano de instalação irá reduzir com a construção da barreira Sabo.

Caso seja priorizada a construção da a barreira sabo permeável em aço, pode-se confirmar que a taxa de retenção da bacia alvo atingirá os 71%.

Tabela 1.8.1 Volume de retenção das instalações ao considerar a prioridade na execução das obras

número	tipo	estrutura	Altura útil (m)	Volume de retenção de sólidos de projeto (m^3)	Volume de contenção da geração de projeto (m^3)	Volume de eficácia das instalações (m^3)
No.7	Estrutura existente	Barreira dinâmica	6	13.468	5.205	19.000
No.21+5	Estrutura existente	Barreira dinâmica	6	5.009	1.909	7.000
No.27	Projeto	Barreira sabo permeável em aço	8	18.497	6.940	26.000
Total						52.000
Volume de retenção de sólidos de projeto (m^3)						73.000
Taxa de retenção da bacia						71%

Fonte: Elaborada pelo Projeto Sabo

1.8.2 Análise do eixo da barreira

(1) Definição da linha central

Foi definida a linha central do escoamento, estimando o centro do escoamento do fluxo de detritos para realizar o estudo do eixo da barreira a ser posicionado no plano da barreira sabo. A linha central do escoamento foi defininda adotando-se como regra a estimativa de que o fluxo de detritos escoa pelo meio da topografia de vale. O eixo da barreira sabo foi estabelecido de modo a ficar perpendicular à linha central.

Figura 1.8.1 Proposta de linha central



Fonte: Elaborada pelo Projeto Sabo

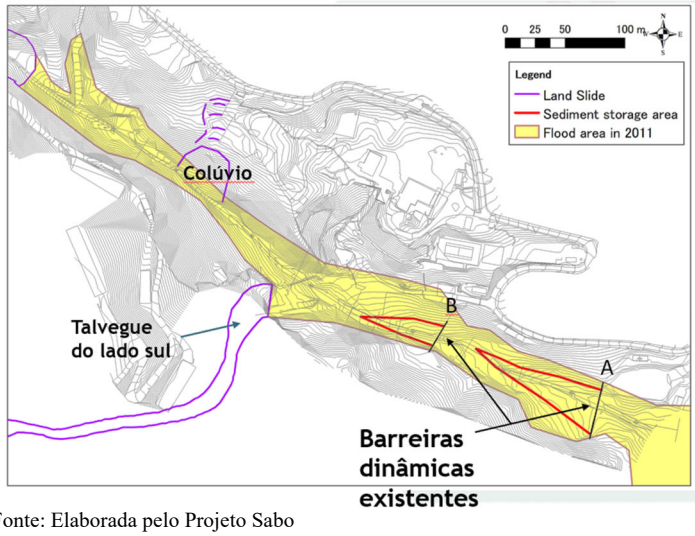
(2) Estudo do eixo da barreira

O estudo do posicionamento do eixo da barreira sabo permeável, planejada para ser implementada na saída do vale, foi feito utilizando a linha central já definida previamente. Nos arredores da saída do vale já se encontram duas barreiras dinâmicas, eixo A e eixo B, além de já ter sido constatado um deslizamento ativo no local. A posição do eixo da barreira sabo deve evitar tais elementos, então, considerando esses fatores foram propostas 3 posições para o eixo: eixo intermediário C-1, eixo a montante C-2 e eixo a jusante C-3.

Foi confirmado que ocorreram fluxos de detritos que escoaram pelo afluente do lado sul, cuja confluência com o talvegue principal está situada nas proximidades da saída do vale. Ao fazer o comparativo dos eixos, identificou-se o problema de que o eixo a montante, C-2, não poderá reter fluxos de detritos advindos do afluente sul. Por outro lado, o eixo intermediário está em posição que permite tanto a retenção do fluxo de detritos do afluente sul, como os fluxos de córrego principal, podendo ainda conter danos à moradia situada perto da confluência dos dois veios, revelando-se uma posisão bastante eficáz. Já o eixo jusante, C-3, reterá os fluxos advindos tanto do canal principal, como do afluente ao sul, mas não protege a residência da margem esquerda. Ainda, na comparação do volume de retenção dos eixos C-3 e C-1, o primeiro apresenta valor um pouco menor.

Conforme as análises acima expostas, julgou-se o eixo intermediário, o C-1, a melhor proposta, porque tem maior eficiência dentre as três propostas analisadas.

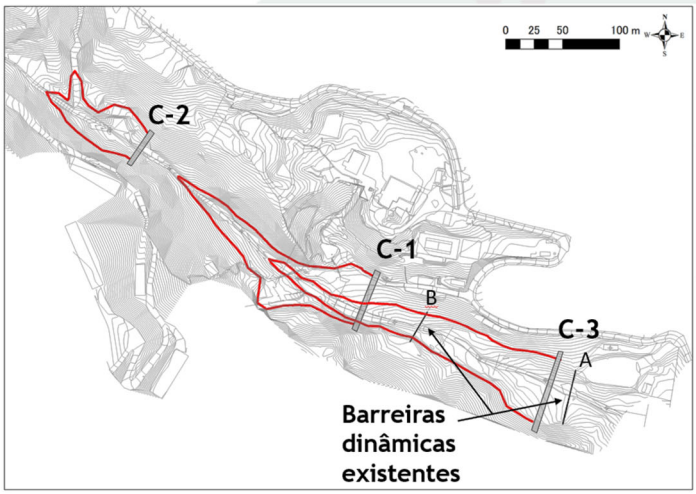
Figura 1.8.2 Situação do escoamento do fluxo de detritos nas proximidades da saída do vale



- *No desastre de 2011, fluxos de detritos carrearam material não apenas de montante para jusante do canal principal, mas também do talvegue do lado sul, margem direita.*

Fonte: Elaborada pelo Projeto Sabo

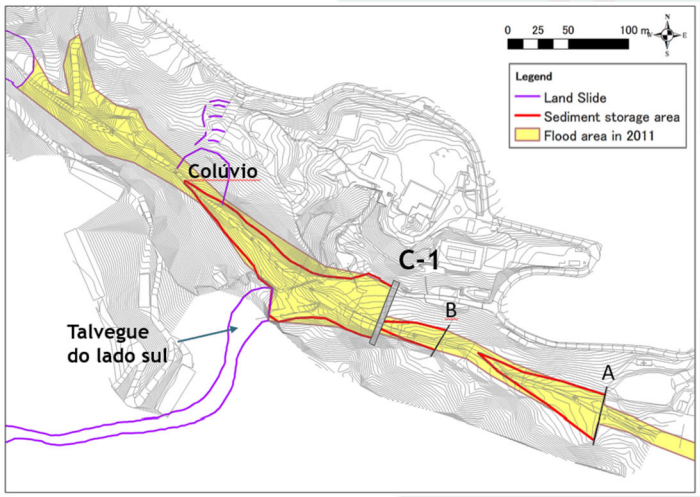
Figura 1.8.3 Volume de eficácia das 3 propostas de eixo analisadas



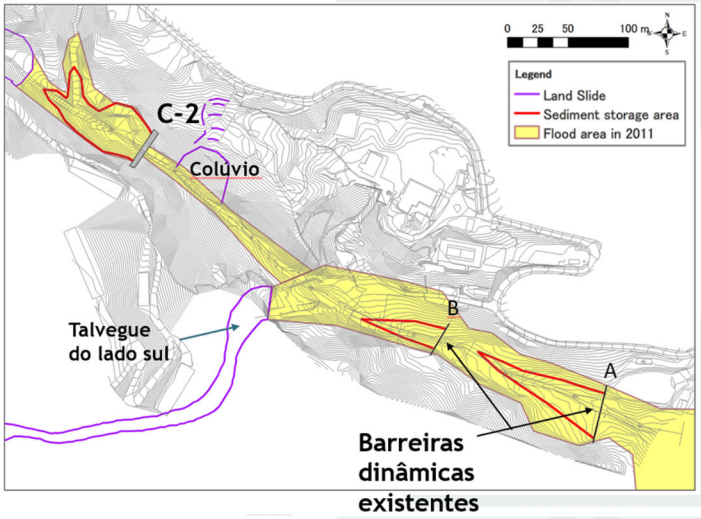
Volume de eficácia total:
C-1; 37000 m^3 (escolhida)
C-2; 33000 m^3
C-3; 23800 m^3

Fonte: Elaborada pelo Projeto Sabo

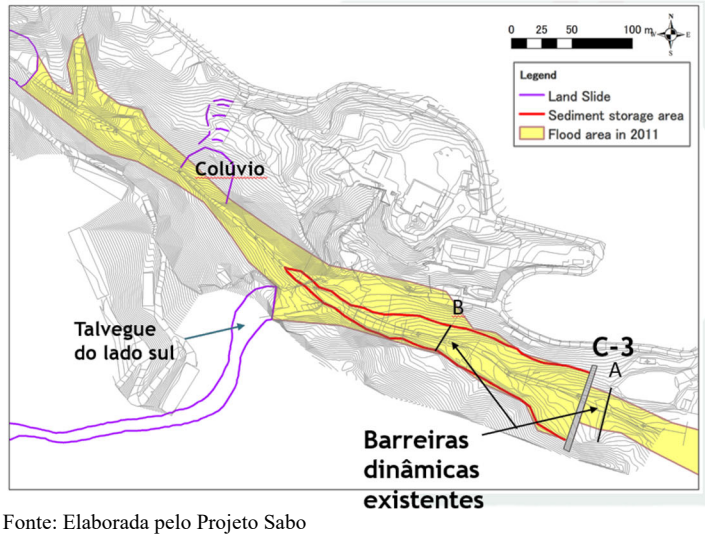
Figura 1.8.4 Comparativo dos 3 eixos



- *O eixo na posição C-1 atende tanto os fluxos de detritos carreados de montante, como os advindos do lado sul, margem direita.*
- *É possível reduzir muito a largura do espraiamento do fluxo de detritos para jusante do ponto de confluência.*



- *Na posição do eixo C-2, apenas o material carreado pelo fluxo de detritos de montante é atendido, não havendo retenção de fluxos de detritos carreados pelo talvegue do lado sul, margem direita.*



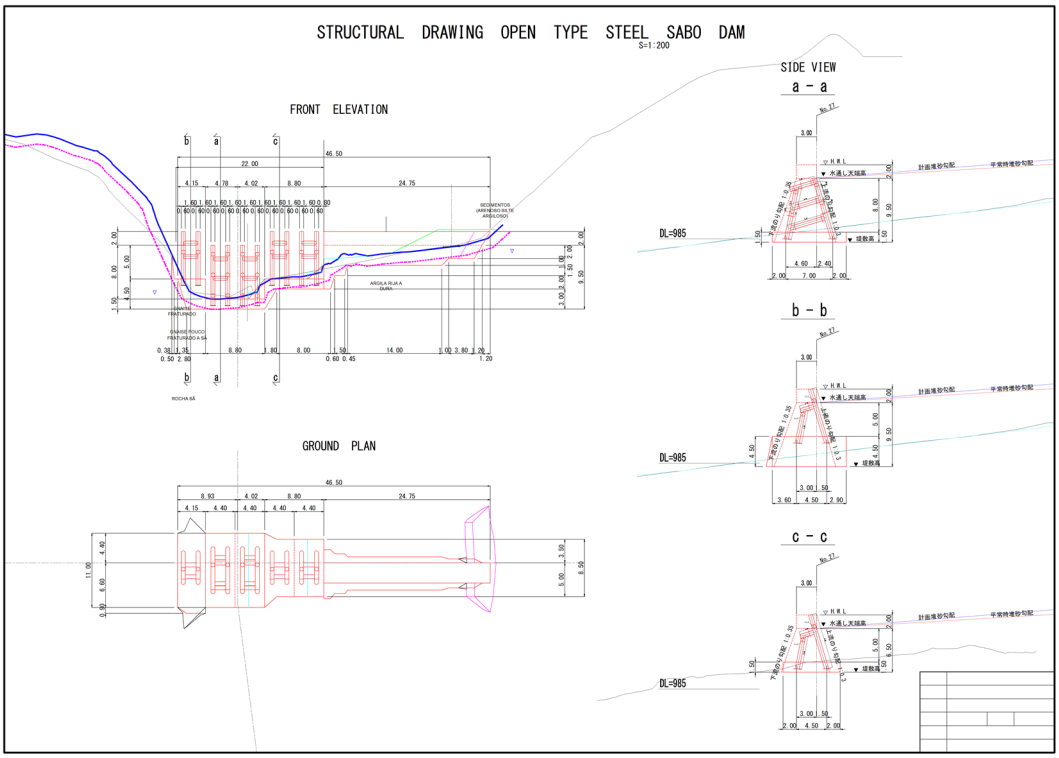
- *A posição do eixo C-3 pode atender fluxos de detritos tanto de montante, como do talvegue sul, mas não é possível proteger o terreno do Sr. Henrique.*
- *Há redução de espraiamento na área a jusante da barreira, porém, em comparação ao eixo C-1 o efeito de redução de danos é menor devido à perda da eficácia das barreiras dinâmicas.*

Fonte: Elaborada pelo Projeto Sabo

1.8.3 Elaboração das plantas básicas

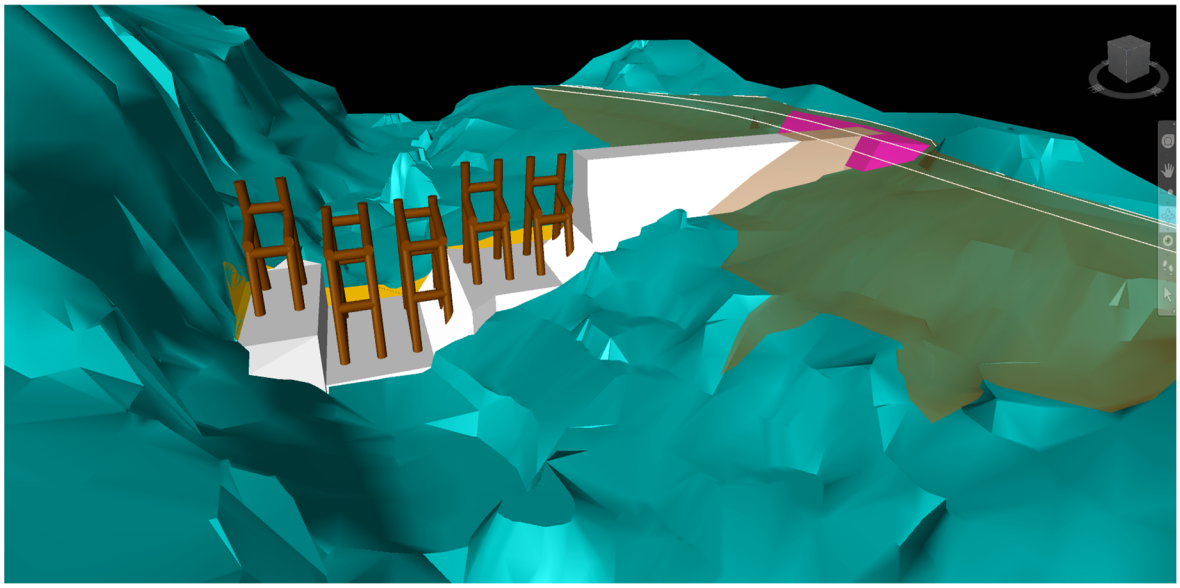
As plnatas básicas da barreira sabo foram elaboradas a fim de identificar as influências das obas de escavação e outras que poderiam ocorrer ao posicionar a estrutura no local selecionado para o eixo da barreira permeável, bem como compreender os impactos na paisagem local. No município de Teresópolis, além das plantas básicas, foi desenvolvida uma planta em 3D, que foi utilizada no debate com os atores de interesse.

Figura 1.8.5 Planta báscia da barreira sabo



Fonte: Elaborada pelo Projeto Sabo

Figura 1.8.6 Desenho tridimensional embasado nas plantas básicas



Fonte: Elaborada pelo Projeto Sabo