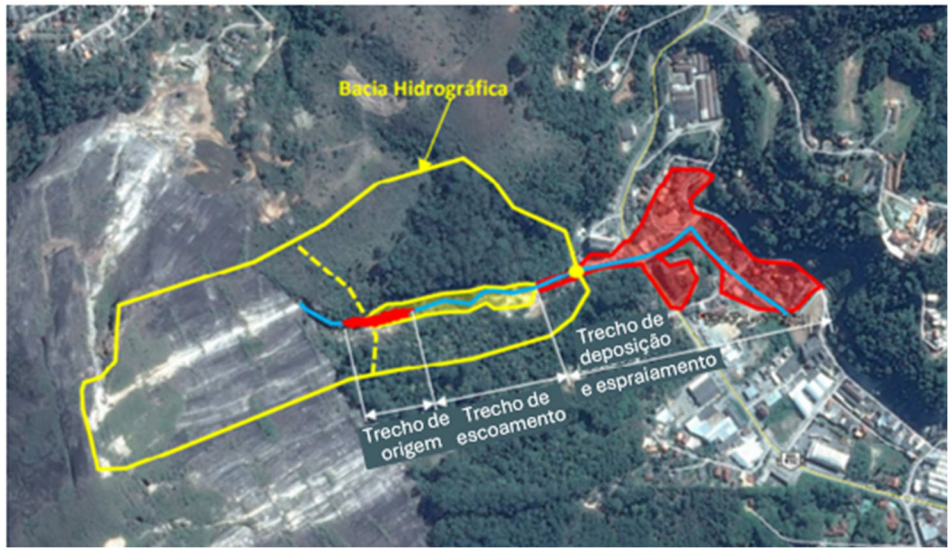
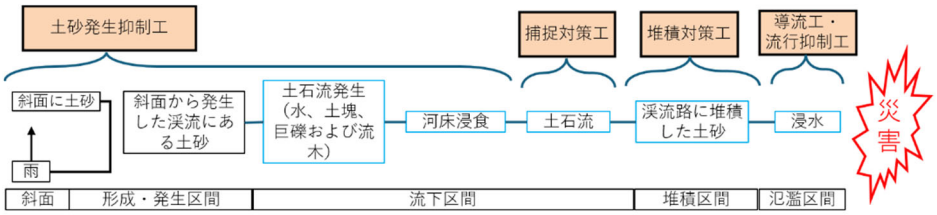
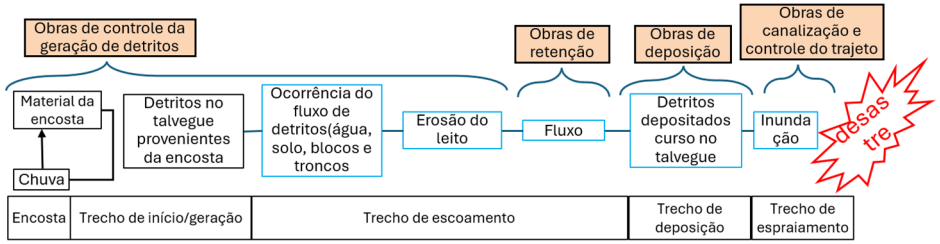


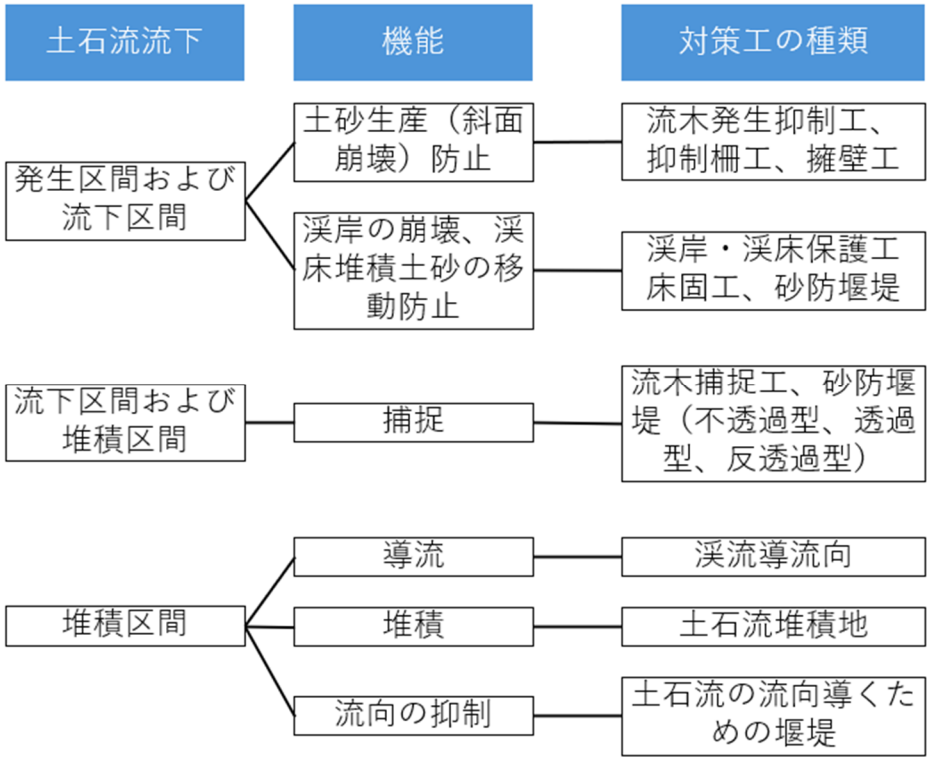
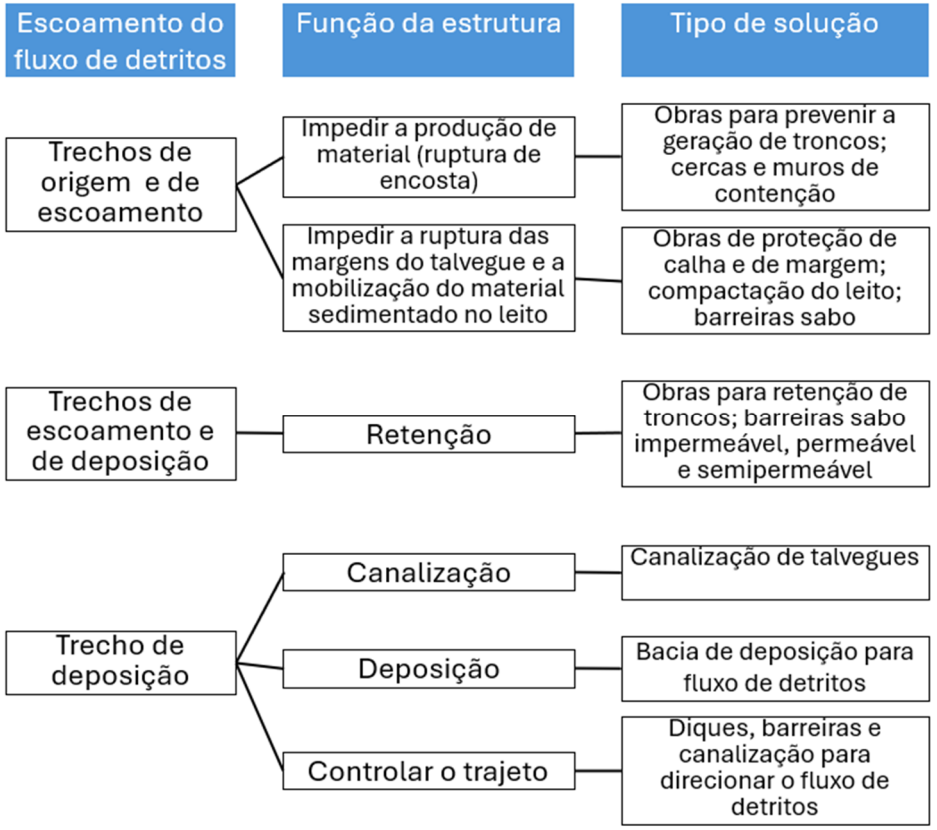
Capítulo 3　Plano de retenção e controle do fluxo de detritos

第3章　　土石流処理計画の策定

	第３章　土石流処理計画の策定	Capítulo 3 - Elaboração do plano de controle de fluxo de detritos
1.	3.1 土石流流下区間全体の特徴	3.1 Caracterização geral do trecho de escoamento do fluxo de detritos
2.	土石流とは、土砂と水が混合し、重力によって連続流体のように移動するものである。この土砂は斜面崩壊や急勾配渓床浸食で発生して、雨水によって運搬される。	O fluxo de detritos consiste em uma mistura de material sólido e água que se move como um fluido contínuo, impulsionado pela força gravitacional. O material sólido que compõe o fluxo tem sua origem nos escorregamentos de encostas e na erosão do leito dos talvegues íngremes da bacia hidrográfica, sendo mobilizado pela água da chuva.
3.	渓流の中で下流へ流れるとともに、土石流が河床を侵食して土砂量は増加し、勾配が緩くなると、土砂が氾濫・堆積し、主要流路両岸の既存インフラ設備等へ被害・損失を与える。	À medida que se desloca para jusante do talvegue, o fluxo de detritos erode o leito e aumenta seu volume de material sólidos. Quando atinge trechos em que a declividade se torna mais suave, esse material espraia e se deposita, causando prejuízos e danos à infraestrutura existente às margens do canal principal de escoamento.
4.	土石流処理計画立案する際、まずは前章図４で紹介した通り、対象流域の土石流が移動する区間の特性を掴むことが必要である。	Para a proposição do plano de controle de fluxo de detritos, primeiramente, faz-se necessário a compreender os trechos movimentação do fluxo de detritos da bacia hidrográfica estudada, conforme apresentado na Figura 4 do capítulo anterior.
5.	また先に述べた通り、各区間の特性は現地調査の結果に基づくものであり、地形・地質の特性及び同地域で発生した災害実績を基づかなければならない。典型的な断面及び渓流の平均勾配の特性を掴むための衛星画像及び地形図は、土石流流下区間設定のため重要な資料である。	Tal como discutido anteriormente, a caracterização desses trechos tem como embasamento os resultados de levantamentos de campo, bem como a caracterização geológica, topográfica, além de eventos anteriores ocorridos na região. O emprego de imagens de satélite e plantas topográficas que permitam a caracterização de seções típicas e da declividade média do talvegue consistem em elementos importantes para a definição dos trechos de escoamento do fluxo de detritos.
6.	流下区間の特性を基に、土石流が発生する場所及び土砂が移動する区間を推定し、また、土砂量の算出を通じて河床からの氾濫で被害を受ける可能性のあるエリアを評価することができる。	Com base na caracterização dos trechos de escoamento, é possível estimar o local de origem do fluxo de detritos, os trechos por onde o material se move, e através do cálculo do seu volume, avaliam-se as áreas que podem ser atingidas pelo transbordamento do leito do talvegue.
7.	図１９は土石流危険流域の区間設定を表したものである。この手法に基づいて前章で算出した土砂量の捕捉・抑制方法を検討することができる。	A Figura 19 apresenta a delimitação desses trechos para uma bacia hidrográfica suscetível à ocorrência de fluxo de detritos. Com base nesse procedimento é possível avaliar alternativas de controle ou de retenção do volume de material calculado conforme o procedimento descrito no capítulo anterior.
8.	図 19　土石流移動区間	Figura 19- Trechos de mobilização do fluxo de detritos

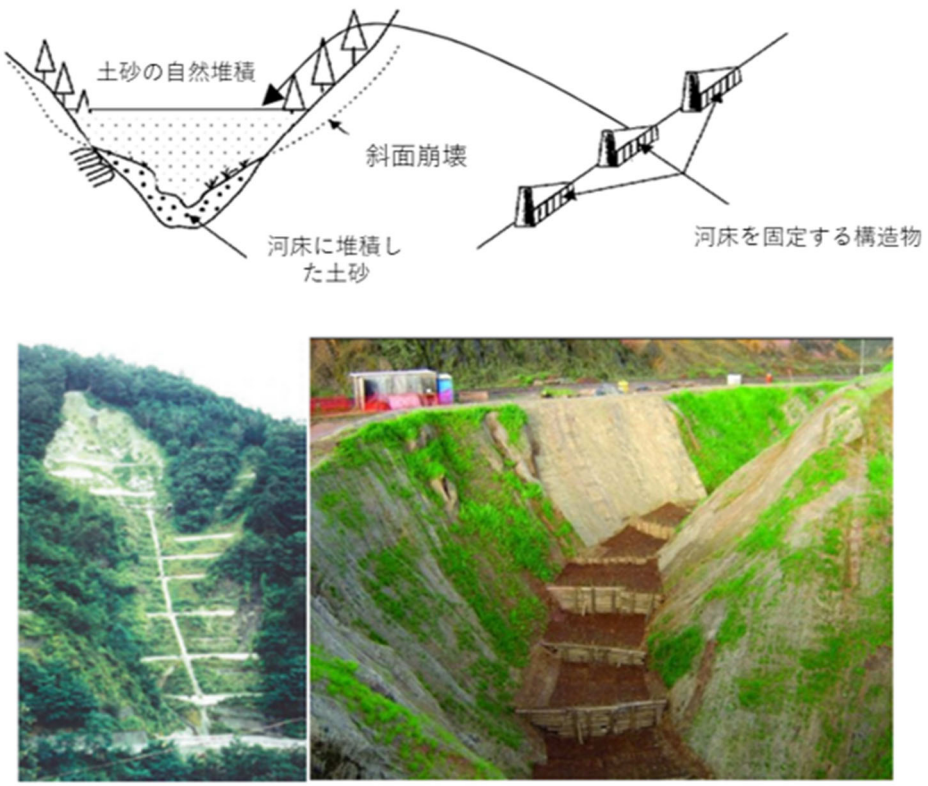
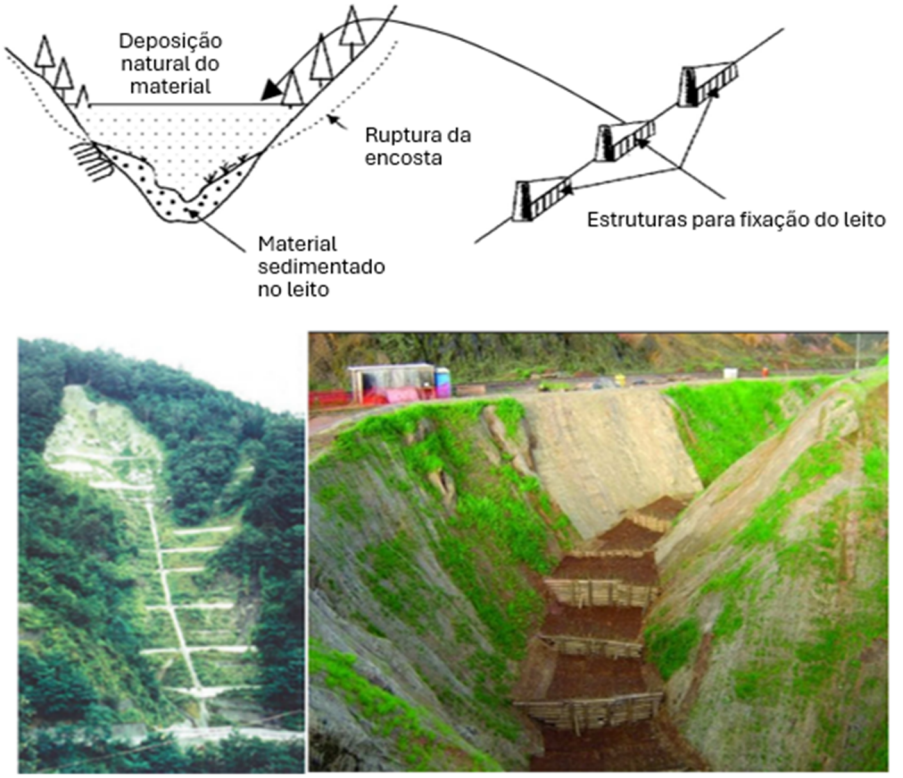
9.		
10.	出典：砂防プロジェクトにて作成	Fonte: Elaborada pelo Projeto Sabo
11.	３.2 土石流対策工の特性	3.2 Caracterização das obras para prevenção de fluxo de detritos
12.	土石流対策工は土石流移動区間の特性ににあわせて実施される。土石流が形成・発生、流下、堆積及び氾濫する区間内に様々な位置で、様々な工法を組み合わせて設置することが可能である。	As obras para prevenção de fluxo de detritos são implementadas de acordo com o trecho de movimentação do fluxo de detritos. É possível a combinar a inserção várias de soluções de engenharia que atuem em locais diferentes ao longo dos trechos de origem, escoamento, deposição e espraiamento do fluxo de detritos.
13.	土石流の形成から全てのフェーズを考慮して、はば広い現象に対応出来ることから、対象流域に合理的で効率的な工法を設置することができる。	Essa abordagem permite a instalação de solução ou soluções na bacia hidrográfica de forma racional e mais eficiente, tendo em vista que o fenômeno é tratado de uma forma ampla, considerando todas as suas fases desde a sua formação.
14.	これらの対策工は以下のように分類できる。 ・土石流発生抑制工：土石流化する土砂の発生を防止することを目的とする。	Assim, essas soluções podem ser tipificadas da seguinte forma: • Obras de controle da geração de detritos: visam prevenir a produção de material sólido que forma o fluxo de detritos;
15.	・土石流捕捉工：土石流の流下を停止させ、流出土砂を堆積させることを目的とする。	• Obras de retenção: visam interromper o escoamento do fluxo de detritos, fazendo o material carreado estacionar;
	・土石流堆積工：流出した土砂を拡散し、土石流の移動エネルギーを減勢して特定の場所に堆積させることを目的とする。	• Obras de deposição: visam dispersar o material carreado, diminuindo a força do fluxo de detritos, depositando-o em um determinado perímetro.
16.	・土石流導流工：渓床と両岸を保護し、土石流を（安全な場所まで）導流することを目的とする。	• Obras de canalização: visam canalizar o fluxo até um determinado local, a partir da proteção da calha e das margens;
17.	・土石流流向制御工：土石流の被害を受ける可能性のあるインフラ設備がない場所まで流すことを目的とする。	• Obras de controle do trajeto: visam direcionar o fluxo de detritos para locais onde não haja infraestrutura que possa ser atingida.

18.	図２０は土石流現象の形成及び流下又は土石流移動区間に沿った対策工をグループ特定したものである。	A Figura 20 identifica cada grupo de obras de prevenção recomendadas conforme os trechos de origem e escoamento do fenômeno ou do trecho de movimentação do fluxo de detritos.
19.	図 20　土石流移動区間に沿った対策工の分類	Figura 20 – Classificação das obras de prevenção conforme o trecho de movimentação do fluxo de detritos
20.		
21.	出典：砂防プロジェクトにて作成	Fonte: Elaborada pelo Projeto Sabo
22.	図２１は土石流移動区間の対策工の機能と種類を関連付けしたものである。次項では対策工の機能を考慮した上で、各種類を更に詳しく記載している。	A Figura 21 relaciona a função da obra de prevenção com o trecho de movimentação do fluxo de detritos e o tipo de solução de engenharia correspondente. Na seção seguinte, os tipos de solução são descritos de forma mais detalhada, considerando as suas funcionalidades.
23.	図 21　土石流移動区間に沿った対策工の特定	Figura 21 – Identificação das obras de prevenção conforme o trecho de movimentação do fluxo de detritos

24.		
25.	出典：砂防プロジェクトにて作成	Fonte: Elaborada pelo Projeto Sabo
26.	土石流対策工の位置と配置は前章で記述した通り、対象流域の流出量及び効率的な対策工法の組み合わせを考慮しなければならない。	A disposição e locação das obras para prevenção de fluxo de detritos devem considerar o volume de detritos adotado para a bacia em análise, conforme descrito em capítulo anterior, bem como a combinação eficiente entre os tipos de solução descritos.
27.	3.2.1 土石流発生抑制工	3.2.1 Obras de controle da geração de detritos
28.	土石流発生抑制工は斜面から発生した土砂・流木又は渓床で堆積した土砂が移動して土石流になる事を防止する施設である。この施設は以下の通り二つのグループに分けられる。	As obras de controle da geração de detritos consistem em instalações para evitar que o material sólido e troncos advindos de ruptura de encostas ou, aqueles depositados no leito dos talvegues se convertam em fluxo de detritos. Essas instalações podem ser divididas em dois grupos:

29.	・斜面から土砂や流木が移動する事を防止する目的のもの ・渓床、渓岸に堆積している土砂の移動を避ける目的のもの	• Aquelas que têm como objetivo evitar a mobilização do material sólido e os troncos das encostas; e • Aquelas que têm como objetivo evitar o deslocamento do material depositado no leito do talvegue e nas suas margens.
30.	3.2.1.1 土石流発生抑制山腹工	3.2.1.1 Obras para impedir a geração de detritos na encosta
31.	斜面安定工（土石流発生抑制工）の目的は構造物対策、切土工及び植生工によって、崩壊可能土砂の安定化を図ることである。	As obras de estabilização de encosta visam obter o equilíbrio do material suscetível a ruptura por meio de estruturas, retaludamento e recobrimento vegetal das encostas.
32.	適用可能な、様々な構造物や対策工の中で、擁壁、のり面への等高線の挿入（等高線状の階段の整形）、高強度網等が挙げられます。斜面安定工は常に地表排水工要素と結びついていることが重要である。	Diversos tipos de obras preventivas e estruturas podem ser empregados, quais sejam: muros de contenção, inserção de curvas de nível no talude, telas de alta resistência, dentre outras. É importante que as obras para estabilização de encostas estejam sempre associadas a elementos de drenagem superficial.
33.	斜面安定工の工法選択に関する詳しい情報は都市省発行の斜面崩壊対策工計画作成マニュアルを参照。 図２２は斜面安定工のいくつかの例を紹介している。	Mais informações a respeito da seleção de soluções de engenharia para estabilização de encostas podem ser encontradas no Manual para a Elaboração de Plano de Medidas Estruturais contra Rupturas em Encostas – Ministério das Cidades (MCid); A Figura 22 apresenta alguns exemplos de estruturas para a estabilização de encostas.
34.	図２２斜面安定工の例	Figura 22 - Exemplos de soluções para estabilização de encostas
35.		
36.	**出典：**Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil/Ministério da Integração Nacional (2018): Volume 4 - Manual Técnico para Intervenções Estruturais para Fluxo de Detritos, Projeto Gides	Fonte: Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil/Ministério da Integração Nacional (2018): Volume 4 - Manual Técnico para Intervenções Estruturais para Fluxo de Detritos, Projeto Gides
37.	3.2.1.2 渓流・河床における土石流発生抑制工	3.2.1.2 Obras para impedir a geração de detritos no leito do talvegue

38.	このような施設は、渓床及び河床に堆積した土砂を固定する事により土石流が発生した際の移動を抑制する目的を持つ。通常、河底の土砂の堆積及び安定化を図る小さな堰堤が適用され、土砂が堆積していくにつれ渓流の勾配が徐々に変化し、これにより降雨時に河床で起こる可能性のある浸食が軽減される。	Essas instalações visam fixar o material acumulado no leito do talvegue, impedindo a sua movimentação quando da ocorrência de um fluxo de detritos. Usualmente são empregadas pequenas barreiras que favorecem a sedimentação e a consolidação do material do fundo do leito, promovendo uma gradual mudança na declividade do talvegue à medida que o material se deposita, o que reduz o potencial erosivo do leito quando da ocorrência de chuvas.
39.	一般的に渓床堆積土砂が分布する区間に複数の不透過型砂防堰堤を階段状に配置し、砂防堰堤への堆砂によって渓床の土砂を安定化させるものである。したがって、この場合砂防堰堤によって捕捉された土砂を除去する必要はない。	Comumente, nos trechos de dispersão do material sedimentado no leito são instaladas diversas barreiras sabo impermeáveis, formando uma escadaria, cuja deposição estabiliza o material depositado no leito. Dessa forma, para esse tipo de barreira não é necessário realizar a remoção dos detritos retidos.
40.	安価な対策として、木材を使用して土砂の流出を妨げる谷止工があげられる。大きな侵食が起こりやすい場所では、両岸又はのり面保護工、もしくは連続した小さな堰堤を設置する必要になる場合もある。図２３は渓床で発生する土砂の生産を抑制する構造物の例をいくつか紹介している。	Para essa finalidade, uma opção de baixo custo é o emprego das chamadas paliçadas, que consistem em obstáculos que prejudicam o escoamento do material, sendo construídas com o emprego de madeiras. Em locais mais propensos a erosões expressivas, pode ser necessária a instalação de proteção das margens do talvegue ou de pequenas barreiras sequenciais. A Figura 23 apresenta alguns exemplos de estruturas para conter a geração de material advindo do leito do talvegue.
41.	図 23　渓床の土砂を固定固定する対策工	Figura 23 -Exemplos de soluções para fixar o material no leito do talvegue

42.		
43.	出典：Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil/Ministério da Integração Nacional (2018): Volume 4 - Manual Técnico para Intervenções Estruturais para Fluxo de Detritos, Projeto Gides	Fonte: Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil/Ministério da Integração Nacional (2018): Volume 4 - Manual Técnico para Intervenções Estruturais para Fluxo de Detritos, Projeto Gides
44.	3.2.2 土石流捕捉工	3.2.2 Medidas de retenção de fluxo de detritos
45.	砂防堰堤の「砂防」という単語の語源は、土砂の 「砂」と防ぐの「防」、二つの字に由来する。土石流として流下する土砂や流木を捕捉するために作られるもので、一般的にコンクリートの構造物である。	As barreiras *sabo* – cuja etimologia do termo em japonês advém de SA, que significa areia ou terra, e BO, significando proteção – são estruturas usualmente de concreto, empregadas para a reter material sólido e troncos carreados na forma de fluxos de detritos.
46.	基本的に保全対象となるリスクエリアより上流に設置される。流域内に様々な位置に配置されることがある。以下の主な機能を果たすために施工される。	Essas barreiras normalmente são posicionadas a montante das áreas-alvo da proteção, podendo também ser instaladas em diversas posições da bacia hidrográfica, tendo como principal função:
47.	1．土石流の流下を制御する	i. disciplinar o escoamento do fluxo de detritos;

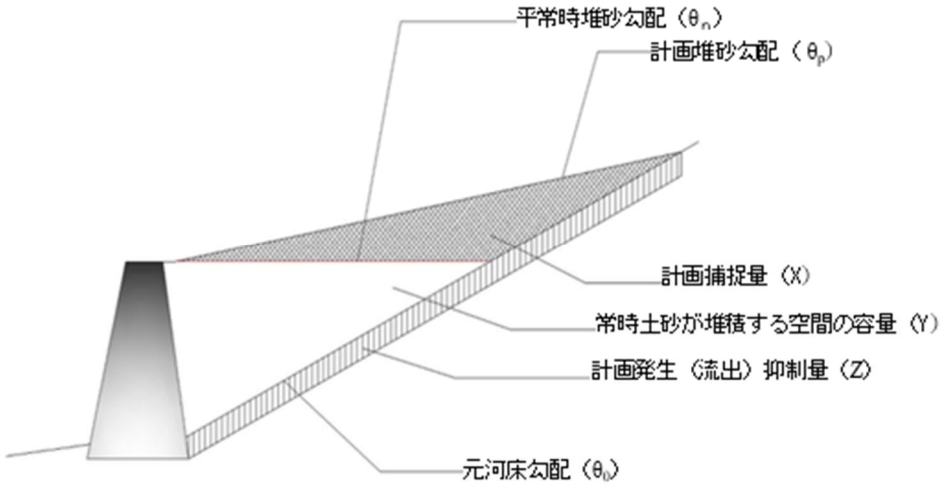
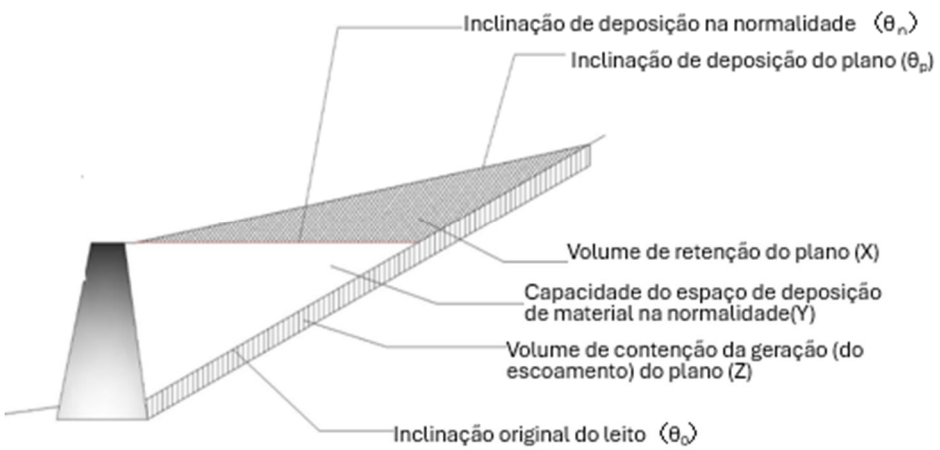
48.	2.　渓床の勾配を緩くして、土石流の勢いを減勢させる	ii. atenuar a declividade do talvegue, diminuindo a energia potencial do fluxo de detritos;
49.	3. 土石流として流下する土砂と流木の一部を捕捉して、流出量を抑えることによって、下流へ流す流出量がリスクエリアに住む人々の命と資産に害をもたらさない程度の土砂を安全に流す	iii. reter parte do material sólido e troncos carreados pelo fluxo de detritos, diminuindo assim seu volume, permitindo a passagem segura de uma quantidade de material que não afete o patrimônio nem a vida das pessoas que residem em áreas de risco; e
50.	4. 渓床の土砂が土石流に流されないように、安定させる	iv. Estabilizar o material ao longo do leito do talvegue, impedindo seu carreamento pelo fluxo de detritos.
51.	砂防堰堤は、不透過型、透過型、半透過型と 3 種類に分けられる。各種類の特性は以下の通りである。	As barreiras sabo podem ser divididas em três tipos: impermeáveis, permeáveis e semipermeáveis. As características de cada tipo são descritas nos itens seguintes.
52.	3.2.2.1 不透過型砂防堰堤	3.2.2.1 Barreiras Sabo Impermeáveis
53.	不透過型砂防堰堤は、渓流を完全に閉鎖して、水と土砂などを堰堤の上流に土砂を堆積させる。不透過型砂防堰堤は、想定される土石流が細粒分の多い土砂で構成される場合に採用する。図 24 は、不透過型砂防堰堤の事例を示す。	As barreiras sabo impermeáveis são aquelas que fecham completamente o talvegue, forçando a deposição a do material sólido e água a montante da estrutura. As barreiras sabo impermeáveis são utilizadas em casos para os quais estima-se que o fluxo de detritos será formado por grande quantidade de material de granulometria fina. A Figura 24 apresenta um exemplo deste tipo de barramento.
54.	不透過型砂防堰堤は、想定される土石流によって流下する土砂や流木を、砂防堰堤の空き容量で捕捉するものである。	As barreiras sabo impermeáveis retêm, no espaço disponível para deposição, o material sólido e troncos carreados pelo fluxo de detritos.
55.	この不透過型砂防堰堤の欠点は、殆どの場合、流木は水と共に越流してしまい、流木に対する捕捉機能は低いことである。	Uma desvantagem deste tipo de barreira está no fato que os troncos carreados juntamente com o material sólido, muitas vezes, acabam galgando sobre as barreiras junto com a água, portanto não há muito potencial de retenção para troncos carreados.
56.	図２４　不透過型砂防堰堤の事例	Figura 24. Exemplo de barreira sabo impermeável
57.		
58.	出典：Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil/Ministério da Integração Nacional (2018): Volume 4 - Manual Técnico para Intervenções Estruturais para Fluxo de Detritos, Projeto Gides	Fonte: Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil/Ministério da Integração Nacional (2018): Volume 4 - Manual Técnico para Intervenções Estruturais para Fluxo de Detritos, Projeto Gides
59.	3.2.2.2 透過型砂防堰堤	3.2.2.2 Barreiras Sabo Permeáveis

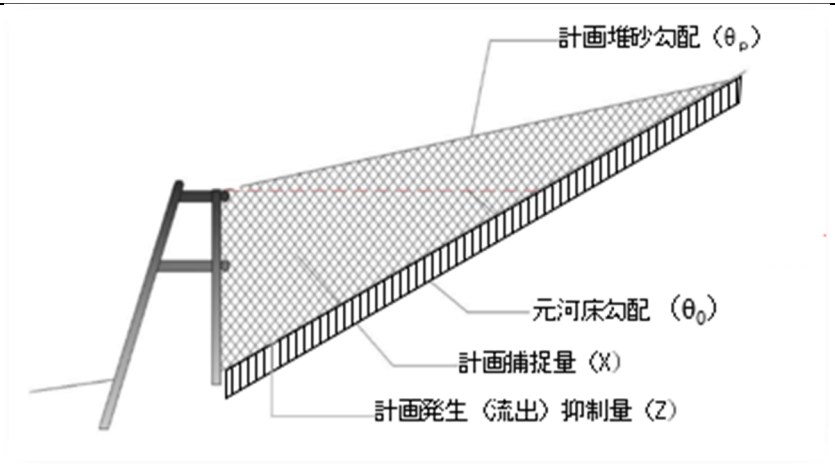
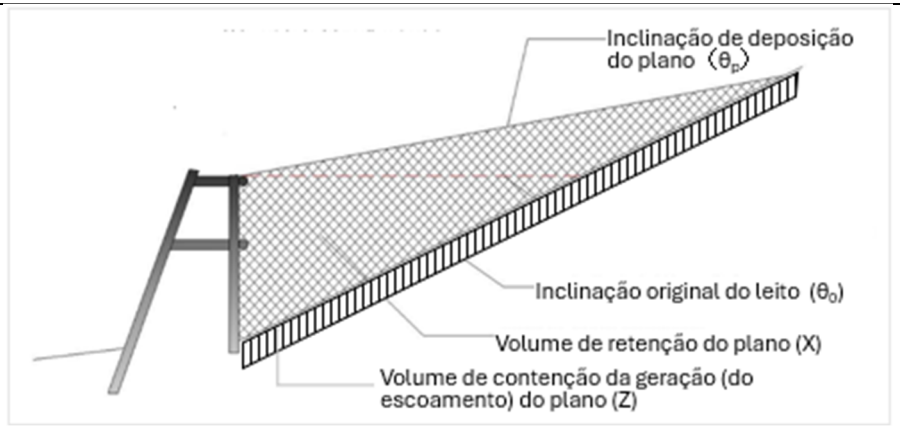
60.	透過型砂防堰堤とは、堰堤の中央部に特徴的な鋼管枠組みが設置され、これによって、土石流に含まれている巨礫と流木を捕捉し、水は流下させる。	As barreiras sabo permeáveis possuem, na sua parte central, uma estrutura específica formada por tubos metálicos interconectados, cujo principal objetivo consiste na retenção de matacões e troncos carreados pelo fluxo de detritos, permitindo, contudo, a passagem da água.
61.	平常時に水と細かい土砂を流下させるが、フレームの間隔によって、土石流発生時には粒径の大きいものや流木を捕捉して構造物に保持・堆積することで、土砂を通過させない。	Em situações de normalidade, a estrutura reticulada em aço permite a passagem da água e do material fino, porém, conforme o espaçamento dos vãos, quando da ocorrência de fluxos de detritos, o material de maior granulometria, juntamente com troncos, é retido e sedimenta nessa estrutura, impedindo a passagem dos detritos.
62.	透過型砂防堰堤は、想定される土石流が、礫が多い土砂で構成される場合に採用する。	As barreiras sabo permeáveis são utilizadas em casos para os quais estima-se que o fluxo de detritos será formado por grande quantidade de fragmentos rochosos.
63.	この透過型砂防堰堤の利点は、中央に設置される開口部によって、平常時の水の流れを邪魔せず、流域の自然状況に大きな影響を与えないことである。透過型砂防堰堤は、不透過型砂防堰堤と違って、上流に土砂の堆積を促進させないことから、河床の土砂を安定化させるには適さない構造物である。図 25 に透過型砂防堰堤の事例を示す。	Uma vantagem desse tipo de estrutura é que, em função da abertura central, não há impedimento à passagem do fluxo natural de água, o que gera menos impacto às condições naturais de escoamento da bacia hidrográfica. A barreira sabo permeável não é adequada para estabilizar o material sólido no leito, pois não favorece naturalmente a deposição a montante da barreira, como ocorre no caso das barreiras impermeáveis. A Figura 25 apresenta um exemplo de barreira sabo permeável.
64.	図２５　透過型砂防堰堤の事例（2008 年、水山）	Figura 25. Exemplo de barreira sabo permeável (Mizuyama, 2008)
65.		
66.	出典：Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil/Ministério da Integração Nacional (2018): Volume 4 - Manual Técnico para Intervenções Estruturais para Fluxo de Detritos, Projeto Gides	Fonte: Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil/Ministério da Integração Nacional (2018): Volume 4 - Manual Técnico para Intervenções Estruturais para Fluxo de Detritos, Projeto Gides
67.	巨礫や大きな石礫が多い地域においては、土石流に含まれる巨礫の外力を低減させるため、河床にグレーチング鋼製構造物（水抜きスクリーンともいう）を用いることもある。これは、大きな石や巨礫を捕捉するために、堰堤の上流に設置される。	Em localidades que apresentam predominância de matacões e grandes blocos de rocha, para reduzir as forças externas dos grandes blocos contidos no fluxo de detritos, é possível utilizar no leito, posicionada no trecho a montante da barreira, uma grade metálica, ou tela de drenagem (*mizunuki screen),* cuja principal finalidade é reter os matacões e blocos rochosos maiores.

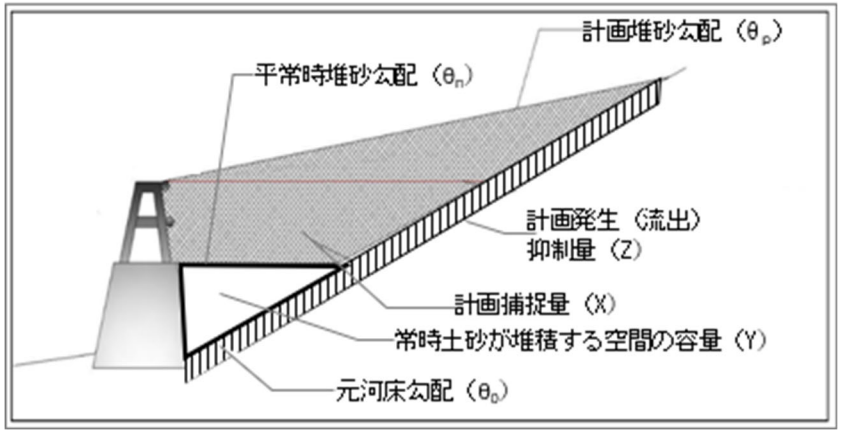
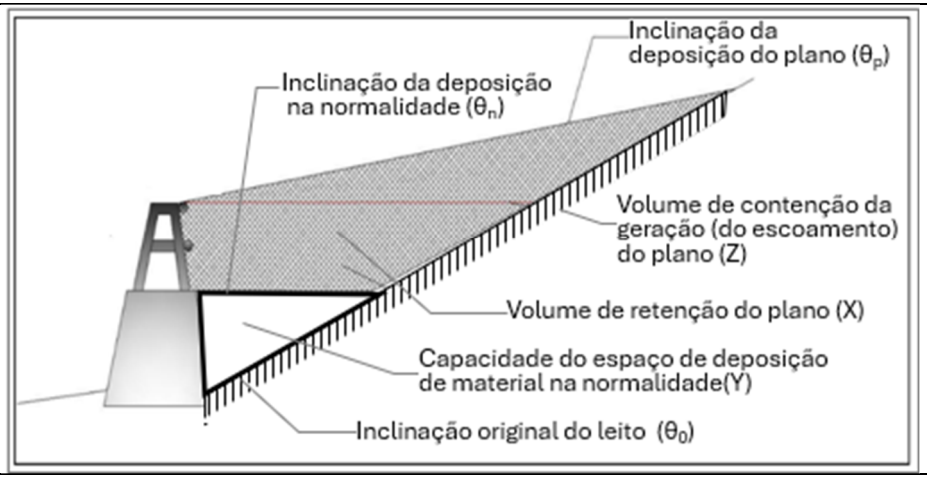
68.	巨礫の流出を剛体構造物で止める代わりに、土石流に含まれる水だけ取り除き、かつ河床勾配を変えることによって、巨礫の可動性を抑える。一般的に、構造の観点では、これらの構造物は簡易的なものだが、土石流に含まれる石礫の粒径に合わせて、桟の間隔を適切に設計しなければならない。グレーチング鋼製構造物は流木の捕捉にも有効である。図２６はこの種の構造物の例を示す。	Essas estruturas reduzem a mobilidade dos blocos e matacões a partir da retirada da água do fluxo de detritos e da alteração da declividade do leito, ao invés de forçar a parada do material por meio de um obstáculo rígido. Usualmente, do ponto de vista estrutural, essas estruturas são simples. Ressalta-se, contudo, que o espaçamento entre os tubos deve ser dimensionado da maneira adequada, a partir da granulometria do material estimado para o fluxo de detritos. A grade metálica também pode ser empregada para ajudar na retenção de troncos. A Figura 26 apresenta um exemplo desse tipo de estrutura.
69.	図２６　流木・巨礫を捕捉するグレーチング鋼製構造物の事例。	Figura 26. Exemplo de estrutura em grade metálica para contenção de blocos de rocha e troncos
70.		
71.	出典：Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil/Ministério da Integração Nacional (2018): Volume 4 - Manual Técnico para Intervenções Estruturais para Fluxo de Detritos, Projeto Gides	Fonte: Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil/Ministério da Integração Nacional (2018): Volume 4 - Manual Técnico para Intervenções Estruturais para Fluxo de Detritos, Projeto Gides
72.	3.2.2.3 半透過型砂防堰堤	3.2.2.3 Barreira Sabo Semipermeáveis
73.	半透過型砂防堰堤は透過型と不透過型砂防堰堤の特性を組み合わせた構造物である。堤体の基礎から一定の高さまで、谷が完全に閉鎖され、そこから上に、透過型砂防堰堤の特性を有する鋼製フレームを設置する。	As barreiras sabo semipermeáveis são um tipo de estrutura que mescla as características das barreiras permeáveis e impermeáveis. Da fundação até uma determinada altura, a seção central do vale é completamente obstruída. A partir de determinada altura é instalada a estrutura reticulada em aço, característica das barreiras permeáveis.
74.	このような形式は、土砂を捕捉するとともに、計画流木量の一部を捕捉することが出来る。谷の一部を閉鎖することから、不透過型砂防堰堤と同様に、この設備には河床安定を促進する特徴がある。半透過型の典型的な写真を図 27 に示す。	Esse tipo de estrutura permite a retenção do material sólido, bem como parte do volume de troncos carreados do plano. Tendo em vista o fechamento parcial do vale, a estrutura possui ainda a característica de favorecer a estabilidade do leito, como ocorre com as barreiras impermeáveis. A Figura 27 apresenta um exemplo típico de deste tipo de barreira.
75.	図２７　半透過型砂防堰堤。	Figura 27. Exemplo de barreira sabo semipermeável

76.		
77.	出典：Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil/Ministério da Integração Nacional (2018): Volume 4 - Manual Técnico para Intervenções Estruturais para Fluxo de Detritos, Projeto Gides	Fonte: Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil/Ministério da Integração Nacional (2018): Volume 4 - Manual Técnico para Intervenções Estruturais para Fluxo de Detritos, Projeto Gides
78.	3.2.2.4　砂防堰堤形式と土砂量の関係	3.2.2.4 Relação entre os volumes de material e os tipos de barreira sabo
79.	計画流出量は、方程式 10 に示すように、複数の量を足して求められる。 $V_T = w + x + Z$　　(方程式 10)	O volume de detritos do plano é obtido pela soma de diferentes volumes, conforme indicado na equação 10, a seguir: $V_T = w + x + Z$　　(Equação 10)
80.	ここで、 V_T：　計画流出量（m^3） W：　計画許容量　（m^3） X：　計画捕捉量（m^3） Z：　計画発生（流出）抑制量　（m^3）	Onde: V_T: Volume de detritos do plano (m^3); W : Volume admissível do plano (m^3); X :Volume de retenção do plano (m^3); Z : Volume de contenção da geração (do escoamento) do plano (m^3).
81.	対策工は、計画流出量を計画で捕捉・抑制される量などで消滅又は制御することを目的としていることから、方程式 10 の各量を左辺に移項し、合計ゼロの式に変形する。 $V_T - (w + x + Z) = 0$　　(方程式 11)	Dessa forma, a implantação da obra visa reter ou controlar o volume de detritos considerado no plano. Para isso, portanto, ao rearranjar a Equação 10, busca-se anular o seguinte somatório das parcelas: $V_T - (w + x + Z) = 0$　　(Equação 11)
82.	方程式の各値は、土砂量及び流木量を考慮しなければならない。次に、各値を構成する S の添え字がつく土砂量と t の添え字がつく流木量に分割する式を示す。	Cada parcela da equação descrita deve levar em conta a contribuição de volume de material sólido e do volume de troncos carreados. A seguir, as referidas parcelas são desmembradas nas sub-parcelas referentes ao volume especificamente de material sólido, indexados pelo índice s, e dos troncos carreados, indexados pelo t.
83.	$V_T = V_s + V_t$　　(方程式 12) $w = w_s + w_t$　　(方程式 13) $x = x_s + x_t$　　(方程式 14) $Z = Z_s + Z_t$　　(方程式 16)	$V_T = V_s + V_t$　　(Equação 12) $w = w_s + w_t$　　(Equação 13) $x = x_s + x_t$　　(Equação 14) $Z = Z_s + Z_t$　　(Equação 16)

	a)不透過型砂防堰堤	a) Barreira Sabo Impermeável
84.	谷を完全に閉鎖する不透過型砂防堰堤の堆砂地には、土石流発生に関わらず、土砂流出による自然な堆積が起きることによって河床勾配（θ_o）が、土砂が堆積する区間で新しい勾配に（θ_n）に変わる。	Nas barreiras sabo impermeáveis, tendo em vista a obstrução completa do vale, independentemente da ocorrência de fluxos de detritos, haverá a deposição natural de material, alterando a inclinação original do leito (θ_0) para uma nova inclinação (θ_n) no trecho onde ocorre a deposição do material.
85.	この新しい勾配を、「平常時堆砂勾配（θ_n）」と呼ぶ。	Essa inclinação é chamada de “inclinação de deposição na normalidade (θ_n)”.
86.	土石流の発生に伴い、不透過型砂防堰堤によって捕捉される土砂量は、平常時堆砂勾配（θ_n）を持つ堆砂面の上に堆砂する。	Com a ocorrência do fluxo de detritos, o volume de sólidos retido pela barreira sabo impermeável será depositado sobre a superfície de deposição, caracterizada pela inclinação de deposição na normalidade (θ_n).
87.	この土石流の堆積によって形成された堆砂面の勾配を、「計画堆砂勾配(θ_p)」と呼ぶ。	A superfície de deposição, formada pela sedimentação do fluxo de detritos, terá a sua inclinação denominada de “inclinação de deposição do plano (θ_p)”.
88.	日本の経験によると、計画堆砂勾配（θ_p)は、元河床勾配（θ_o）の½～⅔程度であり、また平常時堆砂勾配（θ_n）は元河床勾配（θ_o）の½に相当するかそれ以下である。	Tendo em vista a experiência japonesa, observa-se que a inclinação de deposição do plano (θ_p) é da ordem de 1/2 a 2/3 da inclinação original do leito (θ_o), enquanto a inclinação de deposição na normalidade (θ_n) é igual ou inferior a ½ da inclinação original do leito (θ_o).
89.	経験に基づく関係性は様々な砂防堰堤形式に適応できる。これらの値は日本の地形、地質などの特性に基づく経験値であるため、ブラジルで一般化するためには事例を収集して検証することが必要である。	Destaca-se que essas relações empíricas podem ser empregadas para os diferentes tipos de barreira sabo. Uma vez que os valores são embasados na experiência com a topografia e geologia do Japão, a fim generalizar os valores aqui no Brasil, é preciso coletar mais exemplos e realizar a validação desses valores.
90.	不透過型砂防堰堤においては、平常時堆砂勾配(θ_n)の平面と計画堆砂勾配（θ_p）の平面とで囲まれた空間を、計画捕捉量（Ｘ）と定義する。	Nas barreiras sabo impermeáveis, o espaço delimitado entre a inclinação de deposição na normalidade (θ_n) e da inclinação de deposição do plano (θ_p) é definido como “volume de retenção do plano (X)”.
91.	また、元河床勾配（θ_0）の平面と平常時堆砂勾配（θ_n）の平面とで囲まれた空間の容量を、「常時土砂が堆積する空間の容量（Ｙ）」とする。	Já o espaço delimitado entre a inclinação original do leito (θ_0) e da inclinação de deposição na normalidade (θ_n) é denominado "capacidade do espaço de deposição de material na normalidade (Y)".
92.	この容量（Ｙ）は、土石流発生時には既に土砂で満たされていると考え、通常は計画捕捉量（Ｘ）には含めない。ただし除石をすることによって常時土砂が堆積する空間の容量（Ｙ）の全部あるいは一部を常に空の状態にしておける場合には、その容量で捕捉できる土砂や流木の量を計画捕捉量（Ｘ）に加算できる。	O volume (Y) é considerado completamente preenchido com material sólido durante eventos de fluxos de detritos e, normalmente, não é contabilizado no volume de retenção do plano (X). Contudo, caso seja realizada a remoção dos detritos de maneira a manter a capacidade para o volume (Y) total ou parcialmente vazia, o material sólido e os troncos carreados retidos podem ser somados ao volume de retenção do plano (X).

93.	また、砂防堰堤で捕捉された土砂に覆われることによって河床の土砂が安定することから、計画堆砂勾配（θ_p）の平面と元河床勾配（θ_0）の平面とが交わる地点から砂防堰堤までの区間に移動可能土砂や流木となる可能性がある立木が存在する場合は、その量を計画発生（流出）抑制量（Z）として計上できる。	Além disso, como o material retido pela barreira estabiliza o leito ao recobri-lo, no trecho compreendido entre o ponto de interseção da inclinação de deposição do plano (θ_p) e a inclinação original do leito (θ_0) até a barreira, caso existam volumes potencialmente instáveis nas encostas e ao longo do talvegue ou árvores que possam se tornar troncos carreados, essas quantidades podem ser contabilizadas como " volume de contenção da geração (do escoamento) do plano (Z)".
94.	上記に記載された、砂防堰堤内に堆積する土砂の特有勾配と量を図 28 で示す。	A Figura 28 apresenta de forma esquemática a composição dos volumes e inclinações características do material acumulado no interior das barreiras sabo impermeáveis conforme descrito acima.
95.	図 28　不透過型砂防堰堤特有の勾配と容量	Figura 28. Volumes e inclinações características da barreira sabo impermeável
96.		
97.	出典：砂防プロジェクトにて作成	Fonte: Elaborada pelo Projeto Sabo
98.	b)透過型砂防堰堤	b) Barreira Sabo Permeável
99.	透過型砂防堰堤の場合は、平常時の流水によって自然に流域内の上流から流れる土砂は、堰堤の中央部にある開口部を通過して下流へ流れる。	No caso da barreira permeável, nos períodos de normalidade, o material sólido que escoa de montante junto com a água, que drena naturalmente a bacia hidrográfica, passa através da abertura central do corpo da barreira, seguindo o seu curso para jusante.
100.	土石流が発生する時のみ、土砂が捕捉される。そこで、透過型砂防堰堤においては、元河床勾配（θ_0）の平面と計画堆砂勾配（θ_p）の平面とで囲まれた空間を、計画捕捉量（Ｘ）として定義する。	Apenas nas situações de ocorrência de fluxos de detritos haverá a retenção de material. Dessa forma, para as barreiras sabo permeáveis, o espaço delimitado entre a inclinação original do leito (θ_0) e da inclinação de deposição do plano (θ_p) é definido como o volume de retenção do plano (X).

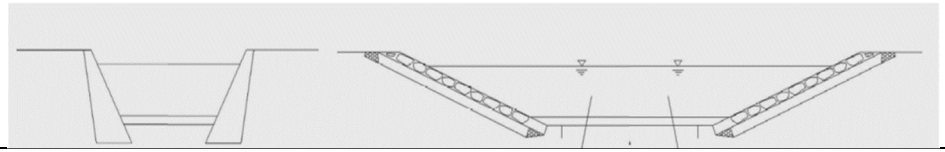
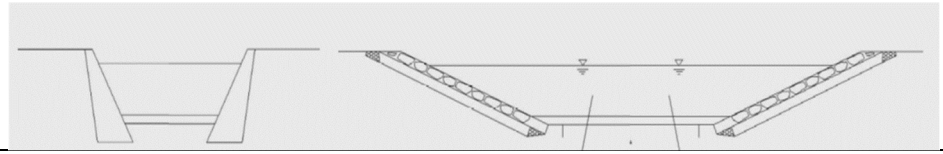
101.	また、不透過型砂防堰堤の場合と同様に、計画堆砂勾配（θ_p）の平面と元河床勾配（θ_0）の平面とが交わる地点から砂防堰堤までの区間に移動可能土砂や流木となる可能性がある立木が存在する場合は、その量を計画発生（流出）抑制量（Z）として計上できる。	Além disso, de forma semelhante às barreiras sabo impermeáveis, caso existam volumes potencialmente instáveis nas encostas e ao longo do talvegue ou árvores que possam se tornar troncos carreados no trecho compreendido entre o ponto de interseção da inclinação de deposição do plano (θ_p) e da inclinação original do leito (θ_0) até a barreira, essa quantidade pode ser contabilizada como volume de contenção de geração (do escoamento) do plano (Z).
102.	透過型砂防堰堤に堆積する土砂の勾配と量の関係を図 29 で示す。	A Figura 29 ilustra a relação entre a inclinação e o volume de material depositado na barreira sabo permeável.
103.	図 29 透過型砂防堰堤特有の勾配と容量	Figura 29. Volumes e inclinações características da barreira Sabo permeável
104.		
105.	出典：砂防プロジェクトにて作成	Fonte: Elaborada pelo Projeto Sabo
106.	c）半透過型砂防堰堤	c) Barreira Sabo Semipermeável
107.	半透過型砂防堰堤は、不透過型砂防堰堤と透過型砂防堰堤に堆積する特徴を有する。不透過部の堆砂容量は不透過型砂防堰堤と同様な特徴があって、堰堤天端と不透過部の間を埋める容量には透過型砂防堰堤の特徴がある。	As barreiras semipermeáveis possuem componentes que reúnem as características de deposição das barreiras permeáveis e das barreiras impermeáveis. Na capacidade de deposição que compreende a porção impermeável, os volumes são caracterizados de forma similar ao das barreiras impermeáveis, enquanto os volumes que preenchem o espaço entre a crista da barreira e a porção impermeável são caracterizados de modo equivalente ao das barreiras permeáveis.
108.	図 30 で示すように、半透過型の捕捉容量は計画堆砂勾配（ θ_p）と平常時堆砂勾配（θ_n ）の間に堆積するものをいう。	Dessa forma, nas barreiras semipermeáveis, a capacidade de retenção consiste na porção de volume que se encontra entre a inclinação da deposição do plano (0_p) e a inclinação de deposição na normalidade (0_n), conforme apresentado na Figura 30.

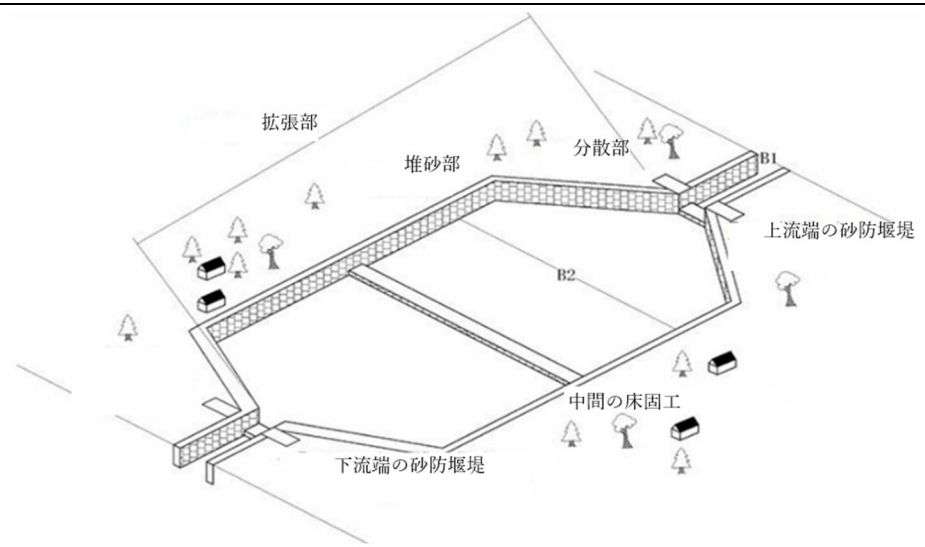
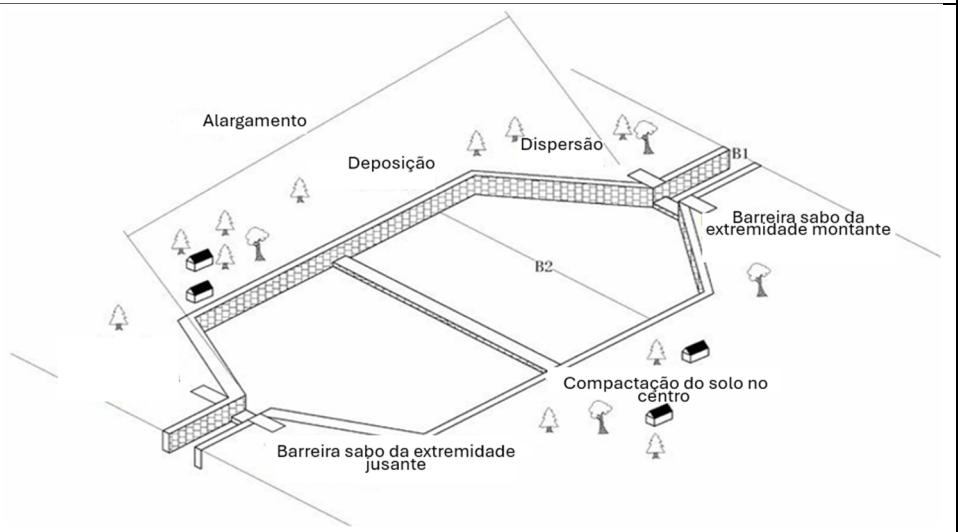
109.	図 30　半透過型砂防堰堤特有の勾配と容量	Figura 30. Volumes e inclinações características da barreira sabo semipermeável
110.		
111.	出典：砂防プロジェクトにて作成	Fonte: Elaborada pelo Projeto Sabo
	d)流木量（X_t）に関する留意事項 以下の式から、砂防堰堤の捕捉可能な流木量が算定される。	d) Considerações sobre o volume de troncos carreados (X_t) O volume de troncos carreados que pode ser retido pela barreira sabo é calculado com base na seguinte equação:
112.	$X_t = k \cdot x$　　(方程式 17) ここで、 k：0～1 に変動する係数	$X_t = k \cdot x$　　(Equação 17) Onde: k: coeficiente que varia de 0 a 1.
113.	方程式 17 が表すように、上流の砂防堰堤が捕捉できる流木量は計画捕捉土砂量（X）の一定割合である。土石流によって満砂になった砂防堰堤に関する日本の調査に基づくと、係数 k は透過型砂防堰堤の場合 0.3（30%）、不透過型砂防堰堤の場合は 0.02（2%）とされる。	Conforme demonstra a Equação 17, o volume de troncos carreados que pode ser retido pela barreira sabo é um determinado percentual do volume de retenção do plano, X**.** Com base em levantamentos sobre as barreiras sabo totalmente preenchidas por fluxos de detritos, realizados no Japão, foi estabelecido que o coeficiente k fica em 0,3 (30%) no caso de barreiras sabo permeáveis e em 0,02 (2%) no caso de barreiras sabo impermeáveis.
114.	3.2.2.5 砂防堰堤形式選定	3.2.2.5 Seleção do tipo de barreira sabo
115.	砂防堰堤の形式を選定するには、まず適切に、土石流移動区間（図 4）を判定して、計画流出量に含まれる流木量の割合、施工に関する経済妥当性並びに、流域の特性とダムサイトを検討することが重要である。以下は、各検討項目を詳細に説明する。	Para selecionar o tipo de barreira sabo, deve-se identificar adequadamente os trechos de movimentação do fluxo de detritos, Figura 4; analisar a proporção do volume de troncos carreados contida no volume de detritos do plano; a viabilidade econômica para a execução das obras; além das características da bacia hidrográfica e o local de implantação da barreira. As explicações detalhadas de cada item a ser avaliado são apresentadas abaixo.
116.	a)土石流移動区間の検討	a) Análise dos trechos de movimentação do fluxo de detritos

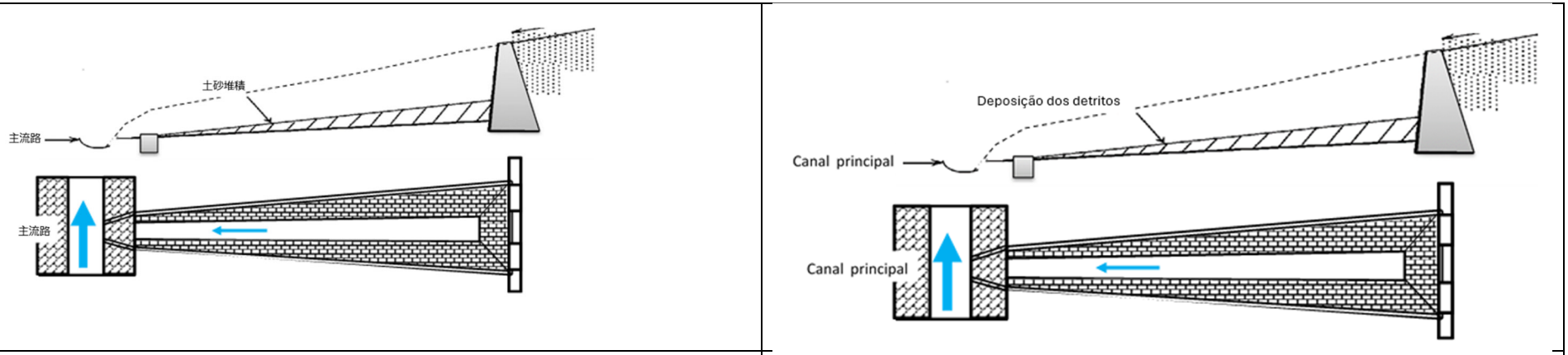
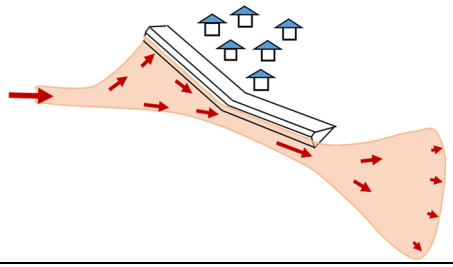
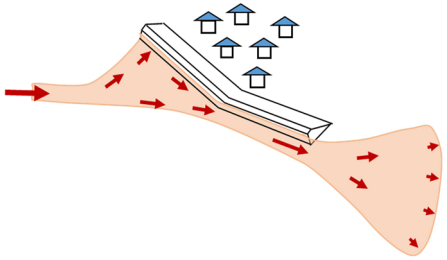
117.	基本的に捕捉工は、土石流の流下区間に建てる。しかし、前述の通り、勾配だけでは十分に各区間の境界線を正確に設定できないことから、土石流の区間区分が重なることもある。そこで、地質、土質や雨の状況も重要な検討すべき要因である。	Geralmente, as obras de retenção devem ser implementadas no trecho de escoamento do fluxo de detritos. Contudo, conforme descrito anteriormente, uma vez que não é possível definir as linhas limítrofes entre cada trecho apenas pela inclinação, pode ocorrer a sobreposição desses trechos de mobilização. Portanto, torna-se importante também considerar fatores como a geologia, o tipo de solo as condições das chuvas.
118.	• 発生区間と流下区間の重複	• Sobreposição dos trechos de ocorrência e de escoamento
119.	流域内で移動可能土砂量が比較的大きい場合、流出（発生）量を抑えて制御するためには、発生区間と流下区間が重複する場所に不透過型もしくは半透過型砂防堰堤の採用が推奨される。	Nas situações em que o volume potencialmente instável nas encostas e ao longo do talvegue for relativamente alto, com o objetivo de reduzir e controlar o volume do escoamento (geração), recomenda-se adotar a barreira impermeável ou semipermeável na região de sobreposição entre os trechos de ocorrência e de escoamento.
120.	前述の通り、透過型砂防堰堤を除く、砂防堰堤の機能の一つは、河床の土砂や石礫を安定させることである。	Como já foi mencionado, com exceção da barreira sabo impermeável, uma das funções da barreira sabo é a de garantir a estabilidade dos blocos de rocha e material sólido depositados no leito dos talvegues.
121.	図 20 が示すように、土砂発生源で対策工を実施することは、土石流を形成する材料を減らすための予防対策である。	Tal como apresentado na Figura 20, observa-se que as obras na origem, na fonte de geração de material, são medidas preventivas que visam reduzir o volume de material que contribuirá para formação do fluxo de detritos.
122.	• 流下区間と堆砂区間の重複	•Sobreposição dos trechos de escoamento e de deposição
123.	流下区間と堆砂区間が接する場所に砂防堰堤を建てたい場合、流木と大きな粒径の石礫がダム中央部にある鋼製フレームに引っかかる時のみ、透過型砂防堰堤が土石流を捕捉する機能を発揮することに注意を図るべきである。	Nas situações em que se pretende instalar a barreira sabo na sobreposição entre os trechos de escoamento e de deposição, ressalta-se que as barreiras permeáveis só retêm os blocos e fragmentos rochosos de maior granulometria, juntamente com os troncos carreados por causa dos vãos da estrutura reticulada em aço posicionada na abertura central da barreira, deve-se, portanto, atentar para que a barreira exerça sua função de reter o fluxo de detritos.
124.	そのため、透過型堰堤の鋼管の純間隔は、土石流で流下する巨石で閉塞されるように設定する。	Dessa forma, o espaçamento líquido entre os tubos de aço da barreira sabo permeável deve ser definido de modo que os vãos sejam obstruídos pelos blocos grandes que são carreados pelos fluxos de detritos.
125.	b) 計画する砂防堰堤が保全対象に近いケース	b) Casos em que o alvo da proteção está próximo à barreira sabo planejada
126.	最下流に計画する砂防堰堤（流域に 1 基だけのケースを含む）で保全対象が近い場合は、原則として部材純間隔を狭くし捕捉機能を強化した透過型砂防堰堤を採用する。	Nos casos de barreiras sabo planejadas para o trecho mais a jusante, incluindo aqueles em que houver apenas uma barreira na bacia, se o alvo da proteção estiver próximo, por regra, adota-se barreira sabo permeável com espaçamento líquido reduzido entre os elementos estruturais, a fim de reforçar sua função de retenção.
127.	しかしながら、想定される土石流が細粒分主体で礫の含有量が少ない場合は、透過型砂防堰堤の透過部が閉塞せず土砂が下流へと流出してしまうことを避けるため、不透過型砂防堰堤を採用する。	Entretanto, se o fluxo de detritos estimado for constituído predominantemente por partículas finas, com baixo volume de fragmentos rochosos, para evitar que ocorra a não obstrução da parte permeável da barreira e acabe permitindo o escoamento do material sólido para jusante, recomenda-se a utilização de barreira sabo impermeável.

128.	不透過型砂防堰堤には、流木を捕捉する機能が低いため、流木量が非常に大きい場合は半透過型砂防堰堤を選定する。流木量がそれほど大きくない場合は、副堰堤として流木を捕捉するネットの設置も可能である。	Como as barreiras sabo impermeáveis têm baixa eficiência na retenção de troncos carreados, no caso de volumes muito grandes de troncos, define-se a adoção de barreira sabo semipermeável. Se o volume de troncos não for tão significativo, também é possível instalar uma rede de retenção de troncos carreados como barreira complementar.
129.	c) 想定される土石流の粒径の把握	c) Identificar o diâmetro das partículas estimadas para o fluxo de detritos
130.	砂防堰堤の形式を選定する際に、計画地点に流出する土石流の粒径を推定する必要がある。そのため、計画地点の上下流にある土砂の粒径を把握する。また、過去に土石流が発生した渓流においては、流出した土砂が風化残留土が多いか礫が多いかなどの特徴を把握する。	Ao selecionar a modalidade da barreira sabo, é necessário estimar o diâmetro das partículas que formarão o fluxo de detritos e escoarão pelo local no qual está sendo planejada a instalação da estrutura. Para isso, é preciso identificar o diâmetro das partículas a montante e a jusante do referido local. Ainda, para os talvegues com histórico de ocorrência de fluxo de detritos, é necessário compreender as características de prevalência do material carreado, se foi de solo residual intemperizado ou de fragmentos rochosos.
131.	d) 砂防堰堤の維持管理と清掃	d) Manutenção e limpeza dos reservatórios das barreiras Sabo
132.	透過型砂防堰堤や不透過型砂防堰堤が土石流を捕捉した後は、いずれも緊急除石が必要である。平常時にも定期的な点検を行い、砂防堰堤に土砂が溜まっていればそれを除去する必要がある。	Após a retenção dos fluxos de detritos por barreiras sabo permeáveis ou impermeáveis, é necessário realizar, em ambos os casos, a remoção emergencial dos detritos. Além disso, inspeções regulares devem ser realizadas durante os períodos de normalidade e, caso haja deposição, esse material deve ser removido.
133.	e) 透過型・半透過型砂防堰堤の選定に関する検討事項	e) Condições que devem ser analisadas para selecionar a barreira sabo semipermeável ou permeável
134.	透過型砂防堰堤（図 31）もしくは、前述の半透過型のどちらかを選定する際に、粒径の大きい石礫が鋼製フレームを完全に埋めることが、土石流を捕捉するためには必要不可欠である。	Ao adotar as barreiras sabo permeável, Figura 31, ou semipermeável, tal como mencionado anteriormente, para que o fluxo de detritos seja retido é fundamental que a estrutura reticulada em aço dessas barreiras seja preenchida completamente pelo material de maior granulometria, blocos de rocha e matacões.

135.	従って、透過型・半透過型砂防堰堤は以下の条件を満たさなければならない。 a) 平常時、渓流を自然に流れる水路幅を狭めないように、鋼製フレームを設置する透過部の幅を、最低でも、河床幅と同等にする、 b) その地域で想定される大きな礫の粒径に対応できるように鋼製フレームの間隔を設計する、 c) 鋼製部は粒子による摩耗に耐えなければならない、 d) 透過部は中・小礫経に閉塞されてはならない、ようするに、中小の洪水によって運ばれる礫で閉塞されないものとする。 e) 流下する巨石が大きく（２m以上）、土石流速が速い（5m/s 以上）場合は、頑強なフレーム構造が必要となり、高価となるので、不透過型砂防堰堤と比較検討し、総合的に有利な形式を選定する。	Dessa forma, essas modalidades de barreira devem satisfazer as seguintes condições: a) A largura da estrutura reticulada em aço deve ser, no mínimo, igual à largura do leito para não haver estrangulamento da passagem do escoamento natural da água nos períodos de normalidade; b) O espaçamento dos vãos da estrutura reticulada deve ser dimensionado de forma a reter os blocos de maior granulometria esperados para a região; c) A estrutura reticulada em aço deve resistir à abrasão do material granular; d) A área permeável não deve ser obstruída por detritos de pequeno e médio porte, ou seja, não deve ser preenchida por blocos carreados por cheias pequenas ou médias. e) No caso do transporte de matacões com mais de 2 metros, com a velocidade rápida do fluxo de detritos, superior a 5 m/s, é necessário utilizar uma estrutura reticulada robusta, o que pode resultar em altos custos. Por esse motivo, é feita a comparação com a barreira sabo impermeável para selecionar, de modo global, a modalidade mais vantajosa.
136.	しかし、不透過型砂防堰堤には、流木を捕捉する機能が低いため、流木量が非常に大きい場合は半透過型砂防堰堤を選定する。流木量がそれほど大きくない場合は、副堰堤に流木止め工を設置することも可能である。	Entretanto, como as barreiras sabo impermeáveis têm baixa eficiência na retenção de troncos carreados, no caso de volumes muito grandes de troncos, define-se pela adoção de barreira sabo semipermeável. Se o volume de troncos não for tão significativo, é possível instalar um para-troncos como estrutura auxiliar em barreira complementar.
137.	図３１　透過型砂防堰堤の事例	Figura 31. Exemplos de barreiras sabo permeáveis
138.		
139.	出典：Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil/Ministério da Integração Nacional (2018): Volume 4 - Manual Técnico para Intervenções Estruturais para Fluxo de Detritos, Projeto Gides	Fonte: Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil/Ministério da Integração Nacional (2018): Volume 4 - Manual Técnico para Intervenções Estruturais para Fluxo de Detritos, Projeto Gides
140.	3.2.3 導流工	3.2.3　Obras de canalização do fluxo de detritos

141.	保全対象区域が土石流流下区間に位置する場合、土石流が河道に収まるように誘導して流下させることが可能である。そのため、渓流断面の河床と河岸を保護材で被覆して、土石流による浸食や崩壊を避ける必要がある（一般的に、コンクリート版が用いられる）。	Quando a área-alvo da proteção estiver localizada no trecho de escoamento do fluxo de detritos, pode-se direcionar o escoamento de modo que o fluxo de detritos seja mantido no interior da calha. Para isso, é necessário que as margens e o leito da seção do talvegue sejam revestidos com material de proteção, usualmente revestimento com placas de concreto, a fim de evitar rupturas e erosões causadas pelo escoamento do fluxo de detritos.
142.	対象となる横断面積の設計は、両岸沿いの建築物やインフラに害をもたらさないよう、保全対象の全区間にわたって被覆する。渓流覆工された図面が、図 32 に示す。	A área da seção transversal do trecho de interesse deve ser dimensionada para permitir que não ocorram danos nas edificações ou infraestrutura adjacente às margens, devendo o canal ser revestido ao longo de todo o trecho do alvo da proteção. A Figura 32 apresenta um desenho esquemática de um talvegue revestido.
143.	図３２　典型的な断面覆工	Figura 32. Seção típica do revestimento do talvegue
144.		
145.	出典：Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil/Ministério da Integração Nacional (2018): Volume 4 - Manual Técnico para Intervenções Estruturais para Fluxo de Detritos, Projeto Gides	Fonte: Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil/Ministério da Integração Nacional (2018): Volume 4 - Manual Técnico para Intervenções Estruturais para Fluxo de Detritos, Projeto Gides
146.	3.2.4　土石流堆積工	3.2.4　Obras para deposição do fluxo de detritos
147.	土砂を堆積させるためには、以下２つの工法があげられる： a）堆砂地（土石流分散堆積地） b）土石流堆積流路工 両方の工法が土石流の流速を抑え、堆積させる機能がある。	Para a deposição do material podem ser adotadas duas alternativas: a) Lagoa de deposição (área de dispersão e deposição); e b) Canal de deposição Ambas as alternativas têm a função de diminuir a velocidade do fluxo de detritos e forçar a deposição do material.
148.	土石流に含まれている礫経の分布、流体力学の特徴、対策工の横断・縦断面積の容量などを考慮した上で、堆積可能な土砂量の実験及びシミュレーションを行い、適切に土砂堆積施設を設計する。	As áreas destinadas à deposição de material devem ser adequadamente dimensionadas, sendo necessário realizar simulações e testes em laboratório para estimar o volume de material que pode ser depositado, uma vez que este volume depende das áreas das seções transversais e longitudinais das instalações, das características hidráulicas do fluxo de detrito e da composição granulométrica dos sólidos presentes.
149.	3.2.4.1 堆砂地（土石流分散堆積地）	3.2.4.1 Lagoa de deposição (área de dispersão e deposição)

150.	堆砂地とは、現渓流幅の 1 区間を広くして、その上下流に堰堤を設ける施設のことである。計画の段階で算定された土砂や流木量に応じて、渓流幅を広めるとともに、縦断勾配を緩和することによって堆砂地用のスペースを設ける。図 33 は堆砂地のレイアウト図を示す。	A lagoa de deposição consiste no alargamento de um trecho do talvegue, tendo barreiras sabo instaladas a montante e a jusante. Este tipo de obra disponibiliza uma área deposição, conforme o volume calculado de material sólido e troncos carreados previstos na fase de planejamento da retenção do fluxo de detritos, além de alargar da seção do talvegue, atenua também a inclinação longitudinal. A Figura 33 apresenta um *layout* de uma lagoa de deposição.
151.	図 33　堆砂地のレイアウト図	Figura 33. Exemplo de lagoa de deposição de detritos
152.		
153.	出典：砂防プロジェクトにて作成	Fonte: Elaborada pelo Projeto Sabo
154.	3.2.4.2　土石流堆積流路工	3.2.4.2 Canal de deposição do fluxo de detritos
155.	土地利用または地形的な条件などによって、渓流幅を広げられない場合、渓流沿いに対象流域の算定土砂量と流木量に応じた容量を堆積させる構造物が設けられる。	Nas situações em que o alargamento do talvegue não for possível devido a restrições topográficas ou de uso do solo, pode-se promover a deposição de material por meio de uma estrutura ao longo do talvegue, construída com capacidade receber o volume de material sólido e o volume de troncos carreados estimado para a bacia hidrográfica em estudo.
156.	土砂や流木が堆積しやすくなるよう、渓流の両岸を掘削して、縦断的に河床勾配を緩くしつつ、排水路の河床と両岸を保護する処理を行う。図 34 はそのレイアウト図を示す。	Para favorecer a deposição do material sólido e dos troncos, pode-se escavar ambas as margens de forma a reduzir sua inclinação, facilitando o depósito dos detritos, executando a proteção do fundo do leito, bem como das margens do talvegue. A Figura 34 apresenta um *layout* deste tipo de solução.
157.	図 34　土石流堆砂流路工のレイアウト図	Figura 34. Exemplo de canal de deposição do fluxo de detritos

158.		
159.	出典：砂防プロジェクトにて作成	Fonte: Elaborada pelo Projeto Sabo
160.	3.2.5　土石流流向制御工	3.2.5　Obras para controle do trajeto do fluxo de detritos
161.	渓流沿いに存在する保全対象インフラを守るために、土石流の流下方向を保全対象インフラから迂回させる施設は土石流流向制御工という。	Para preservar a infraestrutura da área-alvo da proteção posicionada às margens do talvegue, denominadas de obras para o controle do trajeto, trata-se de estruturas que desviam a direção do escoamento do fluxo de detritos da infraestrutura a ser protegida.
162.	一般的に、下流に保全すべきインフラが存在しない方向へ土石流の流下方向を迂回させるために、渓流河岸に導流堤を設ける。図 35 はこの工法の模式図を示す。	Usualmente, são empregados diques de condução nas margens do talvegue, não devendo existir na direção a jusante infraestrutura que possa ser afetada pelo fluxo que será desviado. A Figura 35 apresenta um diagrama esquemático desse tipo de solução.
163.	図３５　導流堤の模式図	Figura 35. Diagrama esquemático da implantação de dique de condução
164.		
165.	出典：Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil/Ministério da Integração Nacional (2018): Volume 4 - Manual Técnico para Intervenções Estruturais para Fluxo de Detritos, Projeto Gides	Fonte: Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil/Ministério da Integração Nacional (2018): Volume 4 - Manual Técnico para Intervenções Estruturais para Fluxo de Detritos, Projeto Gides
166.	3.3　土石流処理計画の工法選定フローチャート	3.3 Fluxograma para seleção das obras do plano de controle de fluxo de detritos

167.	想定される土石流の形態、保全対象、対策工を配置する場所、要するに流下区間区分の他に、地形や地質条件などに基づいて、上記に述べた複数工法のいずれか選定される（図 4）。	As diferentes soluções descritas acima são definidas com base no tipo de fluxo de detritos estimado, no alvo da proteção, no local de posicionamento da obra preventiva, ou seja, em qual trecho da movimentação do fluxo de detritos (vide Figura 4) será implantada, além das condições topográficas e geológicas do local.
168.	工法の選定過程を支援するために、実用的なフローチャート（図 36）を作成した。これは、客観的な質問に答えるように進めると適切な工法、1 工法或いは複数の工法に至る。	Para a auxiliar na seleção da solução de engenharia mais adequada, foi elaborado um fluxograma prático, Figura 36. Responder às perguntas objetivas conduzirá a uma ou mais soluções apropriadas.
169.	このフローチャートは、土石流対策構造物の種類を選定する際の参考となるが、完全なものではない。フローチャートを採用して選定された工法を、費用便益、複数の構造物の組み合わせ、施工順序などの、具体的な各現場の現状の観点から十分にレビューする必要がある。	Este fluxograma serve como referência para a seleção do tipo de estrutura para a retenção de fluxos de detritos, mas não é totalmente abrangente. É necessário revisar cuidadosamente as soluções de engenharia escolhidas por meio do fluxograma, considerando os aspectos específicos de cada local, a análise de custo-benefício, a combinação de múltiplas estruturas e a sequência da execução das obras.
170.	図 36 に示すフローチャートの利用方法に関する、基本的な事項を説明する。	A seguir são apresentadas algumas instruções básicas para o uso do fluxograma apresentado na Figura 36.
171.	3.3.1　土石流制御対策工の選定フローチャート利用方法の基本《要領》	3.3.1　Instruções básicas o uso do fluxograma de seleção de obras para prevenção e controle de fluxo de detritos
172.	フローチャートのキークェスチョンに対して、YES か NO と答えることで利用できる。各キークェスチョンに番号（1～7）または文字（A or B）が付いて、ひし形の枠に繋がっている。	A utilização do fluxograma parte de perguntas-chave, cujas respostas são *sim* ou *não*. Cada pergunta é identificada com um número de 1 a 7 ou uma letra, A ou B, e está associada aos campos em formato de losango.
173.	キークェスチョンに対する回答によって、YES か NO の矢印を追っていける。矢印通りに進んでいくと、更にキークェスチョンへ導かれ、或いは、長四角に関連する、3.1～11.2 の 2 桁の番号が付く、推奨される土石流制御対策工へ導かれる。	Conforme a resposta, *sim* ou *não*, é possível seguir os caminhos indicados pelas setas. O caminho seguido após a resposta pode levar a outra pergunta, para a qual se procede da mesma maneira, ou a uma recomendação de obra de prevenção e controle do fluxo de detritos, referenciada por dois números que variam de 3.1 a 11.2, associada a uma figura retangular.
174.	工法選定に達すると必ず算定流出量のすべてを捕捉できるかどうか確認（A クェスチョン）、捕捉できない場合は、追加で補足対策工の実施を検討するか、全流出量を捕捉するために別工法の検討を行う。	Sempre que se chega à definição uma solução, verifica-se se a obra será suficiente para reter todo o volume de sólidos estimado (Pergunta - A); caso não seja, é preciso avaliar se será adicionada mais alguma outra solução ou se outro tipo de obra deve ser executado a fim de reter o volume total de detritos do plano.
175.	選定方法が十分に土石流流出量を捕捉できると判断した場合、最終確認（B クェスチョン）を使って、該当工法によって流木量のすべてを捕捉できるかどうか評価する。	Se a solução for suficiente para reter o volume total de detritos do plano, procede-se com a última verificação (Pergunta -B) para avaliar se o volume de troncos carreados será todo retido pela solução proposta.

176. フローチャートの活用は、まず対策工サイトの決定から始まる。よって、利用者が事前に、図 4 で示す区分に合わせて、実施するサイトが発生区間、流下区間、堆積区間のどちらかを決める必要がある。土石流区間区分、対策工の設置場所によって、表 2 が示すように、より適切な土石流制御方法が選定できる。

O emprego do fluxograma inicia-se a partir da definição do local onde se pretende realizar a executar a obra. Dessa forma, o usuário precisa definir previamente se a solução de engenharia será implementada no trecho de início/geração, no trecho de escoamento ou no trecho de deposição, conforme classificação apresentada na Figura 4. Assim, conforme a definição do trecho onde a obra será executada, é possível estabelecer o tipo de solução mais adequado, como demonstra a Tabela 2.

177. 表 2 制御工法と設置場所の関係

Tabela 2: Relação entre o local de implantação da obra e o tipo de controle

178.

推奨される制御	設置場所
発生制御（斜面）	発生区間
発生制御（渓流）	発生区間、谷中
捕捉	流下区間
堆砂	堆砂区間
導流	堆砂区間
流向制御	堆砂区間

Tipo de controle recomendado	Local de implantação
Controle da geração (encosta)	Trecho de início
Controle da geração (talvegue)	Trecho de início, dentro do vale
Retenção	Trecho de escoamento
Deposição	Trecho de deposição
Canalização	Trecho de deposição
Controle do trajeto	Trecho de deposição

179. 3.3.2 フローチャート表示項目に関するコメント

3.3.2 Comentários a respeito das questões indicadas no fluxograma

180. フローチャートの質問に関する説明は以下の通り。

A seguir, são esclarecidos alguns aspectos referentes às perguntas indicadas no fluxograma.

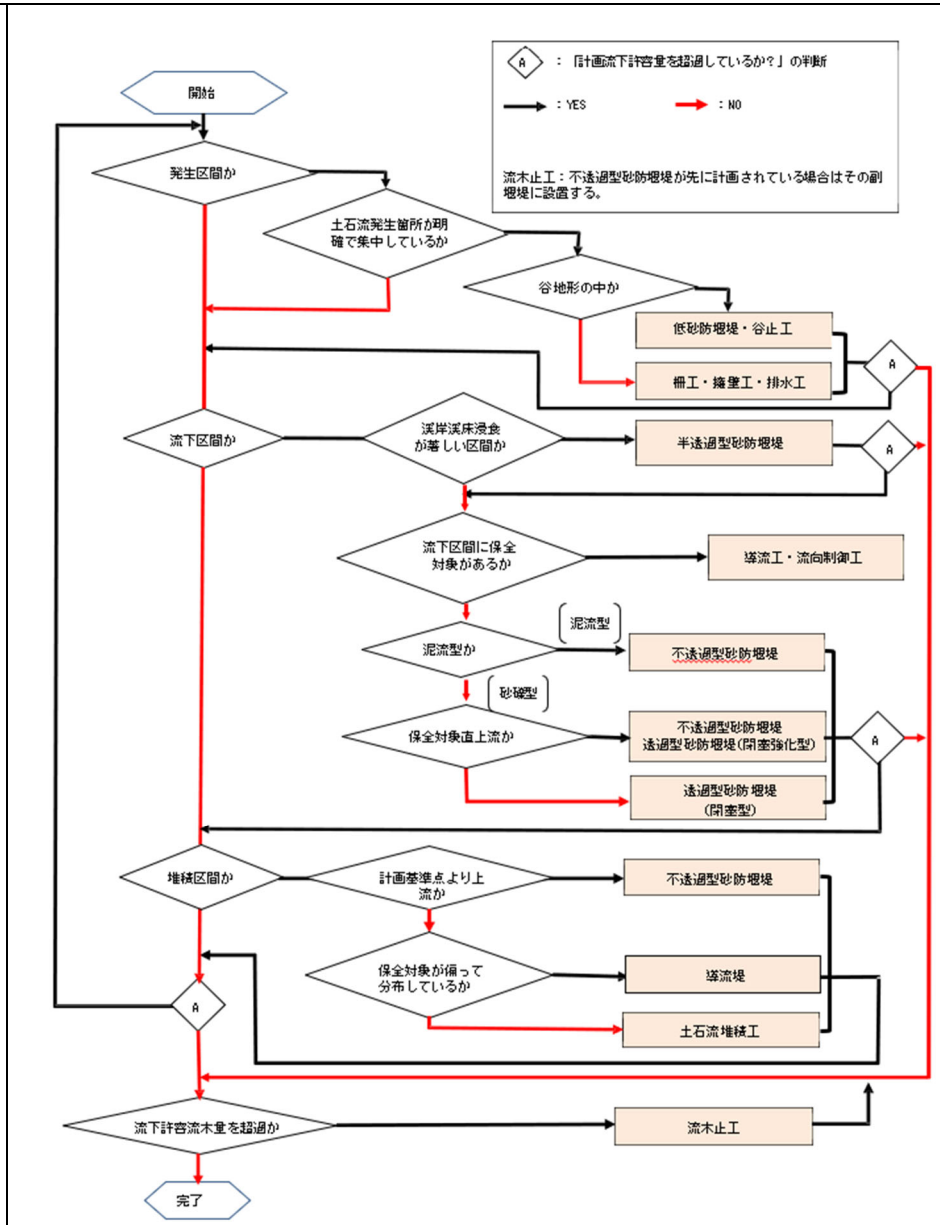
181. 質問（1）、（4）と（9）の目的は、土石流移動のなかで発生区間、流下区間および堆積区間の内どの区間で対策工を設置するか把握するためのものである。対策工を設置する適切な区間区分の選定には、基準点、保全対象区域及び 3.2 項に示す各工法の特徴を考慮して行うべきである。

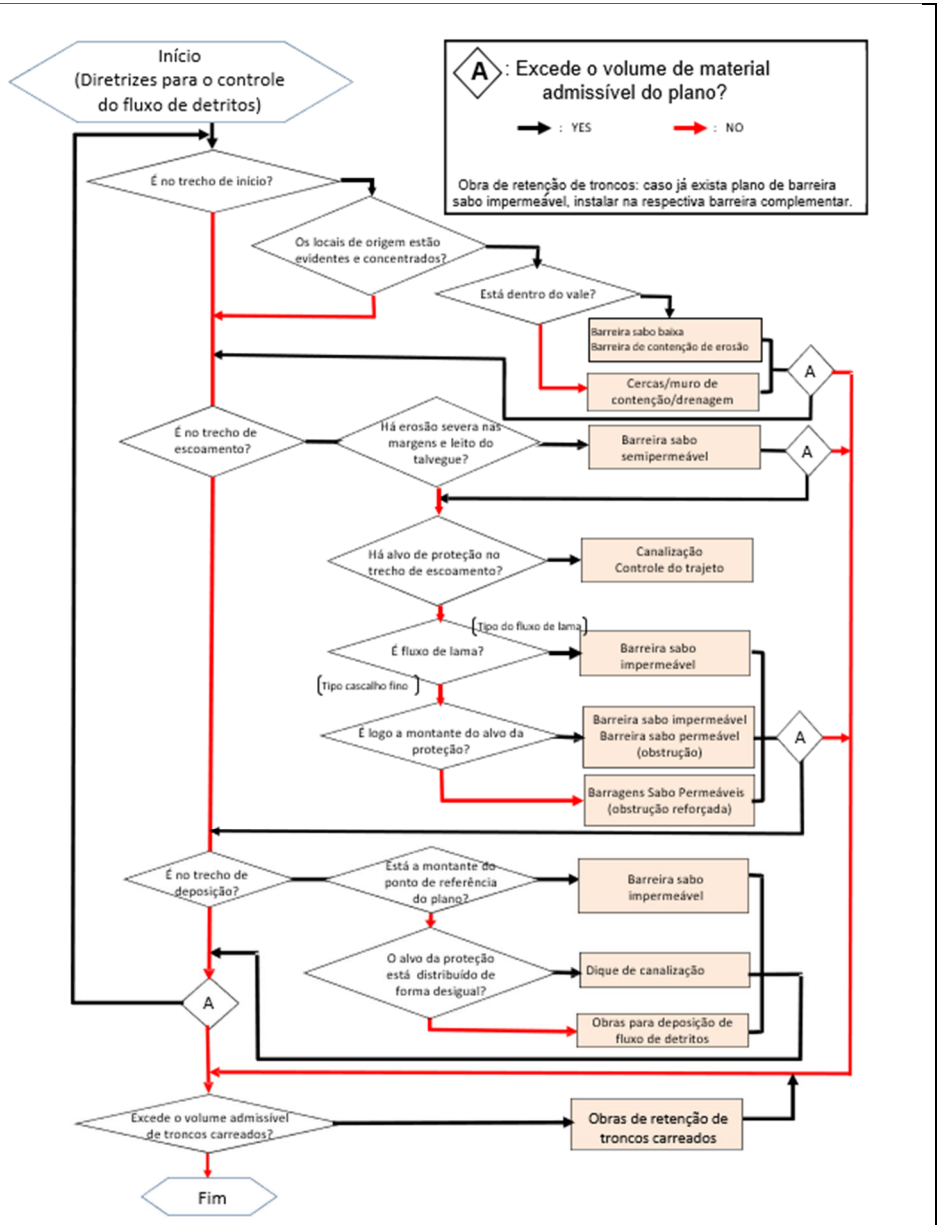
As questões (1); (4) e (9) visam identificar em qual trecho de movimentação do fluxo de detritos a obra será implementada, quais sejam: trecho de início/geração; trecho de escoamento ou trecho de deposição. A definição do melhor trecho para instalar a obra deve considerar o ponto de referência e a área-alvo da proteção, bem como as características de cada tipo de solução de engenharia, conforme descrito no item 3.2 Caracterização das obras para prevenção de fluxo de detritos.

182.	質問（2）は、土石流になる材料の起源が検出され、集中しているかどうかを確認するためのものである。過去の土石流や斜面崩壊による大量の残留土砂が渓流河床に堆積していた場合に YES とする。	A questão (2), identifica os locais de origem do material que forma o fluxo de detritos, verificando se estão concentrados ou não. Deve-se responder com *sim* para os casos de deposição de quantidade expressiva de material residual resultante de fluxo de detritos ou de rupturas de encostas ocorridos no passado.
183.	質問（3）の目的は、土砂の抑制が渓流、河道または斜面、どちらかに実施されるかを確認するためである。	A questão (3) objetiva verificar se a contenção do material deve ser no talvegue, na calha ou na encosta.
184.	質問（5）では、対象エリアに河岸及び河床に著しい浸食区間であるかどうかを確認する。植生のないエリアや、土壌が露出している場所、溝状浸食の兆候が見られる、河岸勾配が 30^{O} 以上、渓流/河川の幅が狭く、3 メートル以下そして、河床勾配が 1：10 などの場合は、浸食が発生しやすいことから、YES と答える。	A questão (5) é para verificar se a área de interesse é um trecho de erosão severa nas margens e no leito do talvegue. A resposta *sim* indica que a área é muito suscetível à erosão, sendo indícios a ausência de vegetação, solo exposto, sinais de ravinamento, margens com declividade acima de 30º, talvegues estreitos com até 3 m de largura e declividade do leito de 1/10.
185.	質問（6）は、保全対象が流下区間にあるかどうかを調べるためのものである。	A questão (6) averigua se o alvo da proteção se encontra no trecho de escoamento.
186.	質問（7）は、土石流を形成する土砂の粒径区分を評価るためのものである。粒径が 2mm以上のものを多く含まれているのは砂礫型土石流という。粘土やシルトが多く、粒子の粒径が 0.074mm以下のものが多く含まれる土石流が泥流という。	A questão (7) avalia o tipo de granulometria do material que formará o fluxo de detritos. Define-se como fluxo de detritos com prevalência de cascalho, aquele contém areia e cascalhos com granulometria acima de 2 mm; já o fluxo de detritos tipo lama é aquele que contém grande quantidade de argila e silte, com granulometria inferior que 0,074 mm.
187.	質問（8）では、対策工の位置と保全対象の距離を評価する。一方、質問（10）で、基準点より上流に対策工が配置されているかどうかを確認する。	A questão (8) avalia se a obra preventiva proposta está próxima da área-alvo da proteção, enquanto a questão (10) verifica se a obra será posicionada a montante do ponto de referência definido.
188.	フローチャートで選定される各対策工に対して、対策工計画で用いる計画流出量の算定を行い、選定された工法が十分に捕捉するかどうかを確認する。計画流出量の計算結果が許容土砂量を上回てならないものとする。	Para cada tipo de obra preventiva encontrado a partir do fluxograma, deve ser realizado o cálculo estimativo do volume de material carreado do plano, bem com a verificação se a solução adotada é capaz de reter todo o volume estimado. O resultado do cálculo do volume de material carreado do plano não deve ser superior ao volume de material admissível.
189.	選定された工法では総流出量を捕捉できないと判断された場合、フローチャートの利用を続け、計画流出量を完全に捕捉できる他の工法を求め続けるものとする。このような評価は、質問（A）によるものである。	Caso a solução proposta não possa reter o volume total de detritos do plano, deve-se prosseguir com a aplicação do fluxograma até identificar outras obras que possam reter todo o material. Essa avaliação é feita a partir da pergunta (A).
190.	捕捉される流木量が許容流木量より少ないかがフローチャートの最後の確認となる。許容流木量より多い場合には、補完的流木量捕捉のための工法を検討する。	A última verificação do fluxograma é para identificar se o volume de troncos carreados retido é inferior àquele admitido, caso não seja, será necessária a análise de alguma outra obra complementar para reter o volume de trocos.
191.	土石流流下区間内に複数の対策工を設置する場合は、下流から上流に向けて、順番に各工法選定の検討を行う必要がある。	No caso de implantação de várias obras no trecho de escoamento ,é necessário selecionar primeiro a solução de engenharia a ser instalada mais a jusante e depois selecionar cada uma das que serão implantadas sucessivamente a montante.

192.	不透過型砂防堰堤を計画した場合、優先的に、副堰堤に流木捕捉機能を有するものを選定すべきである。	Caso tenha sido planejada a implantação de barreira sabo impermeável, deve-se priorizar a instalação de obra de retenção de troncos carreados barreira complementar.
193.	図３６　土石流抑制対策工選定フローチャート	Figura 36 - Fluxograma de seleção de obras para prevenção e controle de fluxo de detritos

194.





195. 出典：砂防プロジェクトにて作成

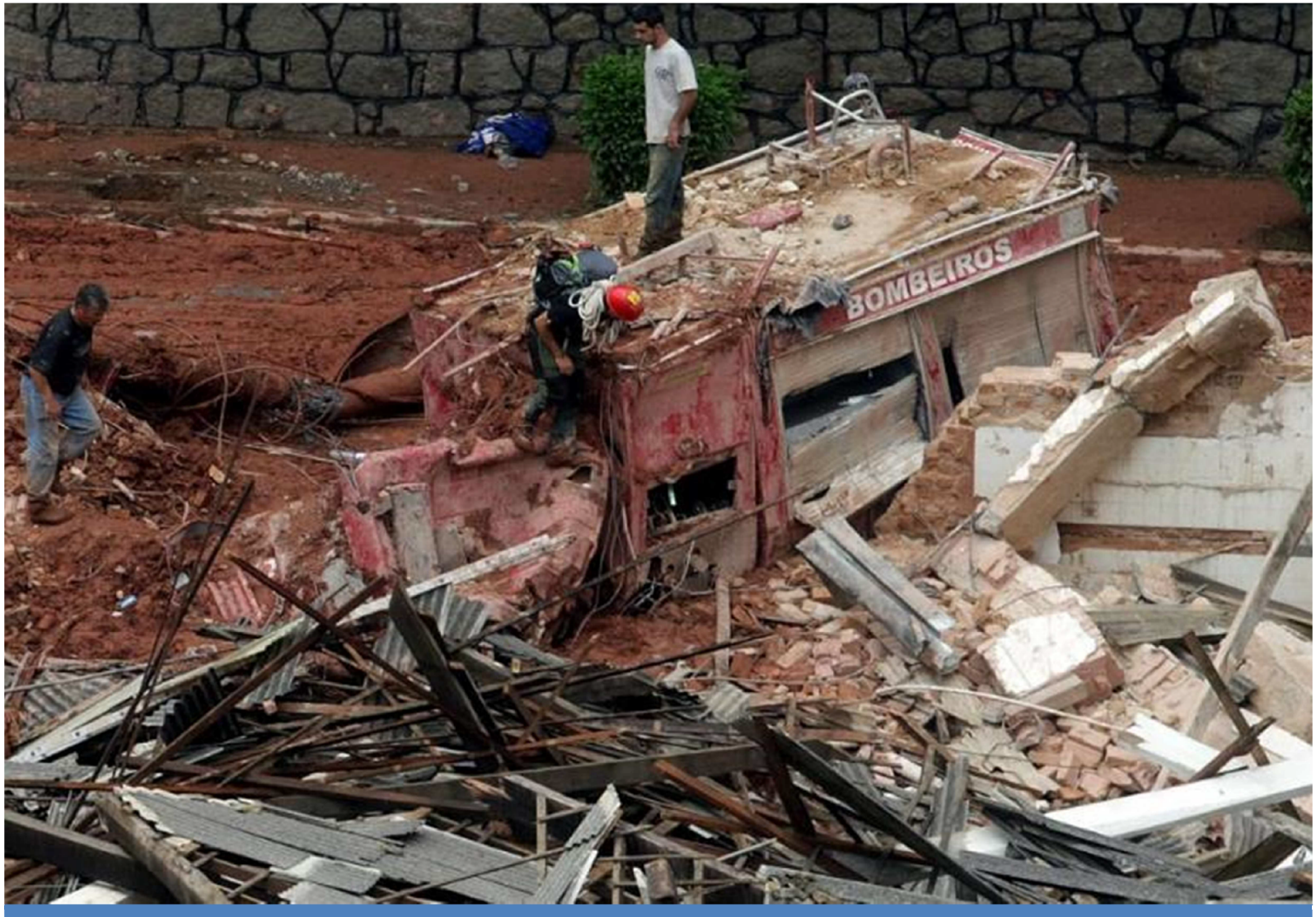
Fonte: Elaborada pelo Projeto Sabo



Capítulo 4 – Remoção e manejo dos detritos depositados nas barreiras sabo

第４章　　砂防堰堤に堆積した土砂の除石及び処理

1.	日本語	Português
2.	**4.1 除石の目的**	**4.1 Objetivo da remoção dos detritos depositados nas barreiras sabo**
3.	土石流が発生した際に堰堤の総容量を土砂の堆積に使えるよう、砂防堰堤の実施計画に砂防堰堤に堆積した土砂の除石を見込まなければならない。よって、堆積した土砂は定期的に除石する必要がある。	O plano de execução e operação das barreiras sabo deve prever a remoção dos detritos depositados na barreira de forma a garantir que seja utilizada a capacidade total de deposição quando da ocorrência de fluxos de detritos. Dessa forma, o material acumulado deve ser removido periodicamente.
4.	流木を含む土砂の除石には２種類ある。１つ目は土砂が堆積するために利用可能な容量を確保するための定期的な除石であり、２つ目は土石流災害が発生した直後に行う緊急的な除石で「緊急除石」という。これらの除石方法については以下に説明する。	Há dois tipos de remoção de detritos, incluindo os troncos carreados. Um é a remoção periódica dos detritos, que deve ser realizada com o propósito de garantir a capacidade do espaço disponível para a deposição do material, já o segundo tipo de remoção, denominada remoção emergencial, deve ser realizada imediatamente após a ocorrência de um evento de fluxo de detritos. Esses dois procedimentos são explicados abaixo.
5.	**4.2 定期除石**	**4.2 Remoção periódica dos detritos**
6.	定期除石は、堰堤に自然に流下・堆積した土砂及び流木を除去することによって、砂防堰堤の堆積容量を保つ目的を持つ。	A remoção periódica dos detritos visa a retirar o material sólido e os troncos carreados, que naturalmente escoam e se depositam na barreira, de forma a garantir a capacidade do espaço de deposição da barreira sabo.
7.	そのためには除石のスケジュール設定、除石を可能にするアクセス道路の設置、費用の見積もり、機材、必要な労働者及び土砂等を搬出する場所を含む計画が重要である。	Para isso, é importante o estabelecimento de um plano de remoção que inclua a definição do cronograma de remoção, a instalação da via de acesso para que esta ação possa ser executada, bem como a estimativa dos custos, equipamentos, mão de obra necessários, além do local para realizar o bota-fora do material removido.
8.	原則として、渓床を安定させる目的で設置された砂防堰堤は除石を行わない。	Por regar, para as barreiras sabo construídas com a finalidade de estabilizar o leito do talvegue não deve ser realizada e a remoção dos detritos.
9.	**4.3 緊急除石**	**4.3 Remoção emergencial dos detritos**
10.	計画捕捉容量を確保するため、土石流が発生するたび砂防堰堤に堆積した土砂は除去しなければならない。	Sempre que ocorrer um fluxo de detritos, o material depositado no bolsão de deposição da barreira sabo deve ser removido para garantir a capacidade do espaço de retenção do plano.
11.	緊急除石中に災害で砂防堰堤が損傷していないかを特別に確認する必要がある。将来土石流がどこで発生するかを予測するのは難しいので、複数の砂防堰堤がある場合は下流側の砂防堰堤から優先的に除石する。	Durante a execução dos serviços de remoção emergencial dos detritos, é necessário verificar especialmente se houve ou não danos à estrutura da barreira sabo. Como é difícil prever onde os futuros fluxos de detritos vão ocorrer, caso haja várias barreiras sabo, a remoção deve ser priorizar a barreira mais a jusante.



Capítulo 5 – Obras emergenciais

第 5 章　緊急対策工

1.	日本語	Português
2.	**5.1 土石流発生後の二次災害**	**5.1 Desastres secundários após a ocorrência do fluxo de detritos**
3.	土石流発生時には、不安定な土砂が谷、渓流や斜面に堆積するため、少ない雨でも移動する可能性があり、被災地で浸水や斜面崩壊が起きるリスクが生じる。	Quando ocorre o fluxo de detritos, o material instável se deposita nos vales, talvegues e encostas, podendo ser mobilizado com volumes de chuva menores, o que gera riscos de inundação e deslizamentos na área já afetada.
4.	よって、土石流発生後はいち早く二次災害の発生リスクを調査しなければならない。	Dessa forma, após a ocorrência do fluxo de detritos, deve-se realizar, o mais rápido possível, uma inspeção local para avaliar o risco de desastres secundários.
5.	主な確認事項を以下に示す。 a）渓流に堆積した土砂 b）斜面崩壊で移動した堆積物 c）斜面が不安定なエリア	Os principais itens a serem verificados são: a) material depositados no talvegue; b) depósitos provenientes de ruptura de encostas; e c) áreas instáveis nas encostas.
6.	渓流に堆積した土砂及び斜面崩壊で移動した土砂（上記 a）及び b）)の量を調査（簡易調査でも可）するとともにその位置を特定する。	Em relação ao material depositado no talvegue e ao material oriundo das rupturas de encosta, itens “a” e “b” supramencionados, deve-se realizar um levantamento dos respectivos volumes, ainda que de forma simplificada, bem como a identificação de sua localização.
7.	日本のような土石流に関するデータや情報が記録されている国々と比較すると、まだこの分野において初期段階にあるブラジルは、調査や研究のためこのようなデータ収集は重要である。	O registro dessas informações é importante para ajudar na composição de dados para pesquisas e estudos nesta área no Brasil, que ainda são incipientes quando comparados aos dados e informações de eventos de fluxos de detritos catalogados em países como o Japão.
8.	斜面が不安定なエリアについては、二次斜面崩壊や二次地滑りが発生する可能性についても調査をしなければならない。この調査で観察するのは亀裂、オーバーハング地形等、崩壊を明らかに示すものである。	Em relação às áreas instáveis nas encostas, deve-se realizar o levantamento sobre a possibilidade de ocorrerem rupturas de encosta ou deslizamentos secundários. Os indícios a serem observados no levantamento são fissuras, topografia com ângulo negativo, dentre outras que claramente indicam rupturas.
9.	崩壊の拡大見込んだ土砂量調査も実施しなければならない。斜面の安定性に関する詳細情報は都市省が作成した斜面崩壊に対する構造物対策工の計画作成マニュアルに記載されている。	Deve-se, também, realizar o levantamento do volume de material prevendo a ampliação da ruptura. Para mais informações referentes à estabilidade das encostas pode-se consultar o Manual para a Elaboração de Plano de Medidas Estruturais contra Rupturas em Encostas – Ministério das Cidades (MCid);
10.	1992 年から 1997 年までに日本で発生した土石流データの収集によると、500m³以下の移動土砂量で人的被害や建物などの構造物への損壊は起こらな	De acordo com dados coletados sobre desastres de fluxo de detritos no Japão entre 1992 e 1997, não houve ocorrência de danos humanos nem danos estruturais a edificações para volumes de detritos mobilizados abaixo de 500 m³. Dessa forma, não se espera risco elevado de desastres secundários quando a soma do volume de