

ブラジル連邦共和国  
地域開発省、  
リオデジャネイロ州工事局、  
サンタカタリーナ州市民防護局災害対策部、  
ノバフリブルゴ市工事局、  
ブルメナウ市工事局

**ブラジル国**  
**鋼製透過型・ソイルセメント砂防堰堤**  
**普及促進事業**  
**業務完了報告書**

令和3年 2月  
2021年

独立行政法人  
国際協力機構（JICA）

日鉄建材株式会社

民連
JR
21-002

<本報告書の利用についての注意・免責事項>

- ・本報告書の内容は、JICA が受託企業に作成を委託し、作成時点で入手した情報に基づくものであり、その後の社会情勢の変化、法律改正等によって本報告書の内容が変わる場合があります。また、掲載した情報・コメントは受託企業の判断によるものが含まれ、一般的な情報・解釈がこのとおりであることを保証するものではありません。本報告書を通じて提供される情報に基づいて何らかの行為をされる場合には、必ずご自身の責任で行ってください。
- ・利用者が本報告書を利用したことから生じる損害に関し、JICA 及び提案法人は、いかなる責任も負いかねます。

# 目次

地図.....	v
略語表.....	vi
第1章 要約.....	1
1.1. 要約.....	1
1.2. 事業概要図.....	4
第2章 本事業の背景.....	5
2.1. 本事業の背景.....	5
2.2. 普及対象とする技術、及び開発課題への貢献可能性.....	5
2.2.1. 普及対象とする技術の詳細.....	5
2.2.2. 開発課題への貢献可能性.....	7
第3章 本事業の概要.....	8
3.1. 本事業の目的及び目標.....	8
3.1.1. 本事業の目的.....	8
3.1.2. 本事業の達成目標（対象国・地域・都市の開発課題への貢献）.....	8
3.1.3. 本事業の達成目標（ビジネス面）.....	8
3.2. 本事業の実施内容.....	8
3.2.1. 実施スケジュール.....	8
3.2.2. 実施体制.....	9
3.2.3. 実施内容.....	12
第4章 本事業の実施結果.....	13
4.1. 第1回現地活動.....	13
4.1.1. 第1回現地活動の要旨.....	13
4.1.2. 第1回現地活動の内容：.....	15
4.1.2.1. 鋼製砂防堰堤セミナー.....	15
4.1.2.2. 都市省との打合せ.....	16
4.2. 第1回本邦受入活動.....	17
4.2.1. 本邦受入活動の要旨.....	17

4.2.2.	本活動の内容： .....	19
4.2.2.1.	砂防堰堤の土石流捕捉効果研究に関する講義および実験施設見学.....	19
4.2.2.2.	砂防堰堤等に関する、工場見学、工事現場見学および講習 .....	21
4.2.2.3.	INTERPRAEVENT2018 富山 .....	26
4.2.2.4.	技術会議開催 .....	27
4.3.	第2回現地活動.....	30
4.3.1.	第2回現地活動の要旨.....	30
4.3.2.	本活動の内容： .....	33
4.3.2.1.	砂防堰堤ワークショップ開催.....	33
4.3.2.2.	民間企業の工場視察およびヒアリング.....	49
4.3.2.3.	関係機関との打合せ.....	50
4.3.2.4.	現場調査.....	54
第5章	本事業の総括（実施結果に対する評価） .....	58
5.1.	本事業の成果（対象国・地域・都市への貢献） .....	58
5.2.	本事業の成果（ビジネス面）、及び残課題とその解決方針 .....	58
5.2.1.	本事業の成果（ビジネス面） .....	59
5.2.2.	課題と解決方針 .....	60
第6章	本事業実施後のビジネス展開の計画.....	61
6.1.	ビジネスの目的及び目標 .....	61
6.1.1.	ビジネスを通じて期待される成果（対象国・地域・都市の社会・経済開発への貢献） .....	61
6.1.2.	ビジネスを通じて期待される成果（ビジネス面） .....	62
6.2.	ビジネス展開計画.....	66
6.2.1.	ビジネスの概要 .....	66
6.2.2.	ビジネスのターゲット.....	67
6.2.3.	ビジネスの実施体制.....	67
6.2.4.	ビジネス展開のスケジュール.....	68
6.2.5.	投資計画及び資金計画.....	70
6.2.6.	競合の状況.....	70

6.2.7.	ビジネス展開上の課題と解決方針.....	71
6.2.8.	ビジネス展開に際し想定されるリスクとその対応策.....	72
6.3.	ODA事業との連携可能性.....	72
6.3.1.	連携事業の必要性.....	72
6.3.2.	想定される事業スキーム.....	73
6.3.3.	連携事業の具体的内容.....	73
添付資料	.....	75
参考文献	.....	116

## 図表目次

図 1	鋼製スリットダム B 型の概要	6
図 2	SBウォール工法の概要	6
図 3	地域開発省の組織図	10
図 4	ノバフリブルゴ市工事局の組織図	11
図 5	ブルメナウ市工事局の組織図	11
図 6	PAC8865 記載内容	59
図 7	ブラジル国における土砂災害発生イベント数および死者数	62
図 8	鋼製砂防堰堤事業のビジネスモデル	66
図 9	ビジネス実施体制	67
図 10	ビジネス展開スケジュール	69
図 11	鋼材調達方法による鋼材コスト変化	71
表 1	実施工程計画	9
表 2	本事業の実施内容（概要）と達成目標	12
表 3	現地活動スケジュール	14
表 4	受入詳細計画表	18
表 5	本事業の成果（ビジネス面）、及び残課題とその解決方針	58
表 6	想定されるブラジル国の土石流対策事業フェーズ	62
表 7	パイロットプロジェクトで建設が予定されている砂防堰堤	63
表 8	鋼製砂防堰堤の需要予測	64
表 9	2025 年 - 2035 年に予想される土石流構造物対策事業	65
表 10	土石流対策事業の概要	74

# 地図



プロジェクトサイト

## 略語表

略語	正式名称	日本語名称
ABC	Agência Brasileira de Cooperação (Brazilian Cooperation Agency)	ブラジル国際協力庁
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas	ブラジル技術規格協会
CPRM	Serviço Geológico do Brasil (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais ) (Geological Survey of Brazil)	ブラジル地質調査所
GIDES	FORTALECIMENTO DAS ESTRATÉGIAS NACIONAIS PARA A GESTÃO INTEGRADA EM RISCOS DE DESASTRES NATURAIS	統合自然災害リスク管理国家戦略強化プロジェクト
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人 国際協力機構
LDO	Lei de Diretrizes Orçamentárias	予算基本法
LOA	Lei de Orçamento Anual	年度予算法
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
PAC	Programa de Aceleração do Crescimento	成長加速プログラム
PPA	Plano Plurianual de Aplicação	多年度計画
SEDEC	Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil	地域開発省 国家市民防衛局



## 第1章 要約

### 1.1. 要約

#### (1) 本事業の背景

ブラジルでは近年大西洋岸沿いの都市部で土砂災害が多発し大きな被害を受けている。特に、2008年11月にサンタカタリーナ州で、2011年1月にリオデジャネイロ州で発生した土砂災害被害は甚大であった。ブラジルではこれまで土砂災害対策実施の経験に乏しく有効な対策は実施されていない。さらに、土石流災害にいたっては対策の概念すら確立されてなく、天災として甘受されてきた。

このような背景の中、土砂災害の対策手法として日本独自の技術である鋼製砂防堰堤等を紹介するものである。しかしながら、ブラジルにおいては新しい技術であるので、基礎技術から技術移転が必要である。

#### (2) 本事業の普及対象技術

鋼製透過型砂防堰堤（鋼製スリットダムB型）およびソイルセメント砂防堰堤（SBウォール工法）（以下「鋼製砂防堰堤等」と呼称）

鋼製スリットダムB型（鋼製透過型砂防堰堤）：鋼管による骨組み構造で土石流の石礫、土砂および流木だけを捕捉する。水を透過し流下させるので効率的に土石流だけを捕捉できると共に、平時の流下土砂を下流に供給するので、河道洗掘や海岸侵食の環境問題を引き起こさない。

SBウォール工法（ソイルセメント砂防堰堤）：砂防堰堤建設工事で発生する建設残土にセメントを混合したソイルセメントを用いて砂防堰堤を建設する。建設残土をゼロにする事で建設残土処理の環境問題をなくすとともにコスト削減を図る事が出来る。

#### (3) 本事業の目的 / 目標

ブラジル国の自然災害の予防・復旧事業の予算措置を行う機関および事業実施機関の関係者が、鋼製砂防堰堤等の機能、構造、設計、施工および公共調達方法に関する理解を深め、事業実施機関である市政府に事業実施のための技術委員会を立ち上げることを目標とする。

#### (4) 本事業の実施内容

- 現地活動を2回実施（2018年5月21日～6月9日、2019年5月27日～6月20日）。
- 本邦受入活動を1回実施（2018年9月24日～10月5日）実施。

#### (5) 本事業の結果 / 成果

現地活動では、セミナー等を通じて、連邦、州、市および大学関係者に鋼製砂防堰堤等の機能、構造、施工に関する知見を深めてもらうとともに設計、積算のための技術支援を行った。

第1回現地活動で実施した2回のセミナーでは延べ約100人の関係者の参加があり、第2回現地活動では3回のワークショップで、延べ約50人の関係者の参加があった。

本邦受入活動では、6名の研修生を受け入れ、鋼製砂防堰堤等に関する、工場見学、工事現場見学および講習を実施するとともに、“INTERPRAEVENT2018 富山”に参加してもらい、実際の砂防施設のスケールを感じてもらうとともに、日本の技術の高さと信頼性をアピールすることができた。

また、パイロット事業を予定している。ノバフリブルゴ市、ブルメナウ市に鋼製砂防堰堤等建設に必要な有識者による技術委員会を設立した。

## (6) 現段階におけるビジネス展開見込み（検討）

国家開発計画に位置付けられる多年度計画（以下「PPA」という）の防災プログラムに基づき、地域開発省は優先対象地域として全国 133 市（14 州に分布）を選定している。土石災害構造物対策事業はこれらの市から募集して、優先度の高い案件から実施される制度が取られている。一方、被害規模が特に大きい土石流に関しては、構造物の技術基準の不在から具体的な対策が行われていない。しかし、次期 PPA（PPA2020 - 2023）にはプログラム No.8865 に“Fluxo de Detritos”の名称で土石流が組み込まれ、事業実施への体制は整いつつあり、砂防堰堤建設の実施が見込まれる。

## (7) ビジネス展開見込みの判断根拠

先行して実施された統合自然災害リスク管理国家戦略強化プロジェクト（以下「GIDES」という）で、ノバフリブルゴ市（リオデジャネイロ州）およびブルメナウ市（サンタカタリーナ州）の 2 箇所でパイロットプロジェクトが候補地として検討され、測量や地質調査等現地調査が行われた。また、予算については、予算項目に「土石流」と記載されたのは、大きな一歩であり、砂防堰堤建設への予算処置が公に認められたことになり、砂防堰堤建設の推進が期待される。さらに、貴機構、日鉄建材（以下「NSMP」という）、地域開発省国家市民防衛局（以下「SEDEC」という）との間で交わした、M/M の中でブラジル国の事業推進の意思が明確に示された。

## (8) ビジネス展開に向けた残課題と対応策・方針

PPA2020-2023 の予算は 1.6 億 BRL と少なく、現在の事業計画に対し予算不足である。このため、現時点で新規事業の採択は凍結されており、ブラジル経済が回復し、予算が増加しない限り土石流対策事業を新たに開始することは困難な状況下にある。土石流対策事業を本格的に開始するには PPA 予算以外の予算処置などの検討が必要である。

しかし、斜面崩壊構造物対策事業のため リオデジャネイロ州へ配分された PPA 予算には余裕が有る。リオデジャネイロ州へ配分された PPA 予算のうちノバフリブルゴ市内における工事予算の執行状況は 2019 年 11 月現在で、予算に 1,010 万 BRL の余裕が有る。さらに、今後事業契約をする予定の事業においても若干の落札差額が発生することが予想されるので、約 1,200 万 BRL の予算の余裕が生まれると SEDEC は予想している。SEDEC はこの予算の余裕をノバフリブルゴ市のパイロットプロジェクトに使用する事で準備を進めている。一方、ブルメナウ市に関しては PPA 予算による事業は全て終了しており、上記の様な予算の余裕がないので、現時点ではパイロットプロジェクトの砂防堰堤建設予算の見通しは立っていない。よって、ノバフリブルゴ以外のパイロットプロジェクト候補地については、プロジェクト開始後に改めて検討することとなった。なお、残りのパイロットプロジェクト候補地については、以下の条件を満足する箇所を選定することが望ましい。

土石流による社会的および経済的被害リスクが高いこと

リスクマップが作成されていること

土石流対策計画が作成されていること

予算の裏付けがあること

(9) 今後のビジネス展開に向けた計画

土石流構造物対策事業は新規事業であり、現在、鋼製砂防堰堤の類似商品は無いので、今後 10 年間で発生するであろう土石流災害対策で必要となる砂防堰堤、5,100 基がビジネス対象となる。その市場規模は、今後の 15 年では約 13 億円と小さいが、その後は、1,200 億円が想定される。これらの事業はブラジル政府の公共事業として実施される。

(10) ODA 事業との連携可能性について

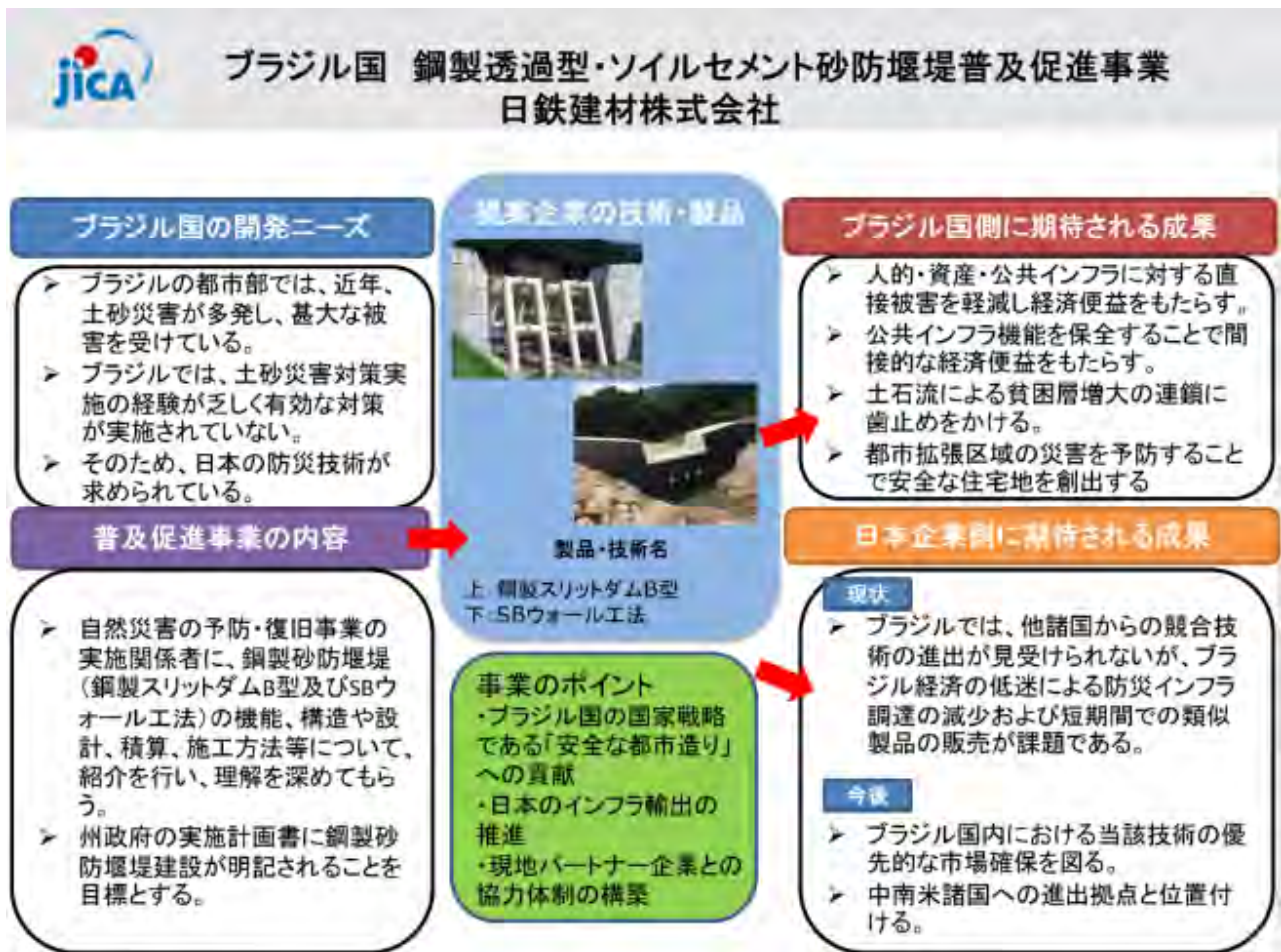
➤ **技術協力プロジェクトとの連携：**

ブラジルでは、土石流構造物対策の経験が無いので、砂防堰堤の設計、施工技術が無い。そのため、これら設計施工技術の普及を図ることを目的に、技術協力プロジェクトを実施することが重要である。また、ビジネス展開の観点から、土石流構造物対策が必要な溪流が多く存在する、南東海岸地域では、土石流危険箇所を抽出し、土石流対策全体計画への支援が、技術協力プロジェクトの中で望まれる。

➤ **円借款事業：**

ブラジルでは、景気後退の影響を受け、2019 年の新規公共事業の採択が停止され、技術協力プロジェクトの砂防堰堤建設費の確保も困難な状況であった。パイロットプロジェクトの事業費の確保は何とか約束されているが、その後の土石流事業予算の確保は厳しい状況にある。パイロットプロジェクト終了後も、土石流対策事業を推進するためには、国家予算である PPA とは別枠の予算確保が望まれ、円借款事業による支援があれば、2013 年から開始された土砂災害防止技術協力の流れを繋げ実際の工事の実現、被害軽減、住民の安全の確保の最終目標が達成される。また、砂防堰堤建設のみにとどまらず、雨量観測レーダーによる予警報システムの導入を含めた防災プロジェクトと発展させれば、本邦技術のさらなる導入につながる可能性もある。

## 1.2. 事業概要図



## 第2章 本事業の背景

### 2.1. 本事業の背景

近年、地球規模の気候変動のため、世界各地で既往最大記録を更新する様な豪雨が多発し大きな災害を引き起こしている。一方、ブラジル南東部海岸地域では1950年代から急激な都市化が加速し、災害危険地への都市拡張が進んでいる。この気候変動による豪雨の多発と都市の災害危険地への拡大が相まって、ブラジルの都市部において、洪水、フラッシュフラッド、斜面崩壊、土石流、地すべり等の自然災害による被害が急増している。2011年1月には、リオデジャネイロ州で豪雨による土砂災害とフラッシュフラッドと、それに伴う土砂災害が発生し、行方不明者約400名、死者は900名を超え、約2万人が家を失うという未曾有の自然災害が発生した。また、土石流災害にいたっては対策の概念すら確立されておらず、天災として甘受されてきた。しかし、土石流は到達範囲が広く破壊エネルギーも大きいため、住宅だけでなく交通・水道・電気等の公共インフラにも壊滅的な被害を与え、大きな経済損失を生んできた。ブラジル政府は、上述のリオデジャネイロ州での災害を契機に、国家開発計画に位置付けられるPPA（対象年:2012年-2015年）に初めて防災プログラム「災害リスク管理・対応プログラム」取り入れ、現在のPPA（対象年:2016年-2019年）においても同プログラムを継続中である。上記ブラジル政府の動きを支援するため、JICAは2014年～2017年にGIDESを実施した。

貴機構の協力により災害リスク評価、早期警報発令、避難体制等の土砂災害対策能力が大きく向上し、具体的にリスクマップ作成、早期警報発令（試行）、警戒避難体制整備が進みつつある。しかし、構造物対策による直接的な被害軽減は依然課題として残されている。構造物対策計画に関してはGIDESにより理解されパイロット市では土石流対策および斜面崩壊対策の計画が作成され予算処置も制度的に可能になったものの、被害規模が大きい土石流に関しては、対策構造物の技術基準が未整備で且つ事業執行体制が不在のため具体的な対策が行われていない。

### 2.2. 普及対象とする技術、及び開発課題への貢献可能性

#### 2.2.1. 普及対象とする技術の詳細

##### (1) 普及技術の内容

本事業で普及を目指す、鋼製スリットダムB型（鋼製透過型砂防堰堤）およびSBウォール工法（ソイルセメント砂防堰堤）の詳細は以下に示すとおりである。：

- ・名称：鋼製スリットダムB型（鋼製透過型砂防堰堤）
- ・概要：土石流および土砂とともに流出する流木を捕捉し、土砂災害を未然に防止する「透過型の砂防堰堤」であり、主部材に鋼管材料を用いた鋼管フレーム構造の砂防堰堤である。



堰堤に開口部（透過部）を設け、開口部内に鋼管フレームを設置する鋼製の透過型砂防堰堤で、鋼管フレームを構成する最上流面の鋼管部材を適切な間隔で配置することにより、平時は渓流を遮断することなく水や土砂を下流域へ供給して河床変動や海岸浸食等の防止に寄与するとともに、土石流発生時には土石流中に含まれる巨礫や流木を捕捉する機能を有する（図-1）。

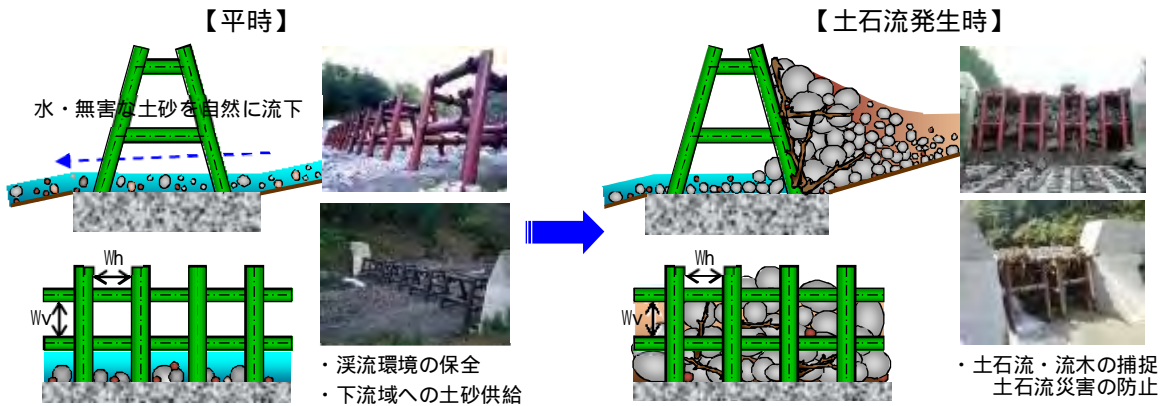


図 1 鋼製スリットダム B 型の概要

・ 名称： SBウォール工法（ソイルセメント砂防堰堤）

・ 概要：土石流の捕捉、山脚固定、渓岸浸食防止等の機能を有し、土砂災害を未然に防止する「不透過型の砂防堰堤」であり、堰堤の主材料にソイルセメントを用いた砂防堰堤である。



建設現場で発生する掘削土砂や渓床内に堆積している現地土砂とセメント・水を現場内で混合した材料（ソイルセメント）を堰堤の内部材とし、内部材を保護する目的で上流側に軽量鋼矢板、下流側に軽量鋼矢板あるいはコンクリートブロックを配置した複合構造形式の重力式堰堤である（図-2）。現地発生土砂を有効活用することができるため、コスト縮減、環境負荷軽減に寄与する。

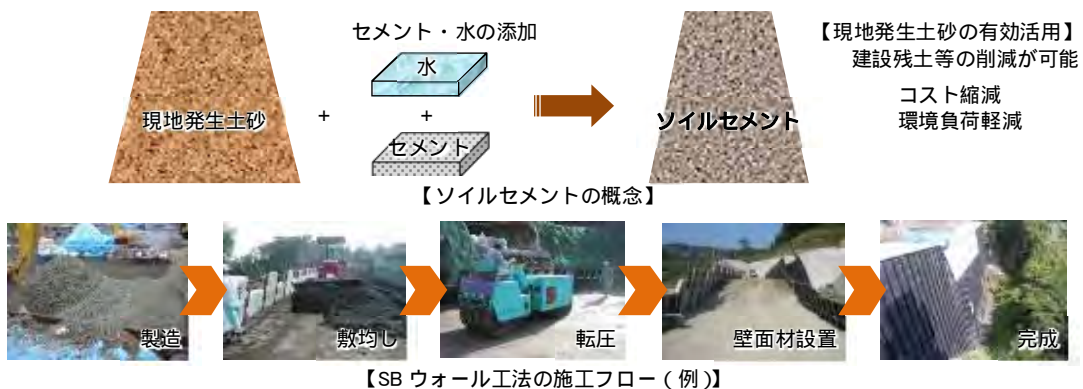


図 2 SBウォール工法の概要

## (2)国内外の販売・導入実績

弊社の国内外での砂防堰堤の設置実績は以下のとおりである。

	鋼製スリットダム B 型	SB ウォール工法
国内実績	1,000 基以上	350 基以上
海外実績	6 基 (台湾)	無し

## (3)価格 経済性

1 基当たり 1～2 億円 (建設費込み)

## (4)技術の安全性

**鋼製スリットダム B 型 (鋼製透過型砂防堰堤) :**

現時点で約 50 件程度の土石流・流木捕捉実績を有しており、1989 年の販売開始以降、土石流等の衝撃により当該施設が倒壊した事例はなく、施設の安全性が実証されている。

**SB ウォール工法 (ソイルセメント砂防堰堤) :**

実物大衝撃実験および静的載荷試験により土石流中に含まれる巨礫の衝突に対する安全性および壁面材の変形・剥離に対する耐久性を検証している。また、2002 年の販売開始以降、土石流等の衝撃により当該施設が倒壊した事例はなく、施設の安全性が実証されている。

## (5)環境への配慮

鋼製スリットダム B 型は、鋼管による骨組み構造で土石流の石礫、土砂および流木だけを捕捉する。平時は水を透過し流下させ、流下土砂を下流に供給するので、河道洗掘や海岸侵食の環境問題を引き起こさない。

SB ウォール工法は、砂防堰堤建設工事で発生する建設残土にセメントを混合したソイルセメントを用いて砂防堰堤を建設するため、建設残土をゼロにする事で建設残土処理の環境問題をなくすとともにコスト削減を図る計画である。

## (6)対象国における競合技術との比較

事業対象地において、砂防堰堤を含む土石流対策施設の整備はほとんど実施されていないことから、他社との競合はない。

### 2.2.2. 開発課題への貢献可能性

本事業で紹介する、鋼製スリットダム B 型 (鋼製透過型砂防堰堤) および SB ウォール工法 (ソイルセメント砂防堰堤) は、これまでにブラジルでは具体的な対策が行われていない、土石流災害に対する、構造物対策として貢献することになる。この技術がブラジルに浸透した場合の便益は、例えば、2011 年 1 月に発生したリオデジャネイロ州の災害では、経済損失が 15.5 億 BRL (当時に換算レートで約 465 億円) で、災害の 30%が土石流に起因するものと報告されている。そのため、15.5 億 BRL の 30%、約 4.6 億 BRL (約 140 億円) の経済損失の軽減が期待される。

## 第3章 本事業の概要

### 3.1. 本事業の目的及び目標

#### 3.1.1. 本事業の目的

ブラジル国で実施された GIDES におけるパイロット市で計画された鋼製砂防堰堤等を先導的に建設することで、同国の土石流対策を促進し、同国の国家戦略である安全な都市造りへ貢献すると共に、ODA 成果の持続発展と、日本のインフラ輸出の推進の相乗事業を目指す。

#### 3.1.2. 本事業の達成目標（対象国・地域・都市の開発課題への貢献）

ブラジル国の自然災害の予防・復旧事業の予算措置を行う機関および事業実施機関の関係者が、鋼製砂防堰堤等の機能、構造、設計、施工に関する理解を深め、事業実施機関である市政府が鋼製砂防堰堤等の建設プロジェクト推進への支援を継続的に行っていくことの確認を取ることを目標とする。

#### 3.1.3. 本事業の達成目標（ビジネス面）

今後普及が期待できる土石流対策事業での需要を取り込むべく、当該技術を先導的に周知・定着させ優先的に市場の確保を図るとともに、ブラジル国パイロット市で計画された鋼製砂防堰堤の建設を実現させるため、同国内での製造および販売体制を構築することを目標とする。なお、製造・販売は、現地パートナー企業を選定し、当社と現地パートナー企業間にて当該技術の技術提携（ライセンス契約の締結）を行う。現地パートナー企業は、事業実施機関から鋼製砂防堰堤の建設を受託したコントラクターから製品（鋼製部分）を受注したのち、現地で調達可能な鋼材を用いて行う。

なお、販売は、現地パートナー企業を選定し、当社と現地パートナー企業間にて当該技術の技術提携（ライセンス契約の締結）をした企業が行う。製造は、事業実施機関から鋼製砂防堰堤の建設を受託したコントラクターから製品（鋼製部分）を現地パートナー企業が受注したのち、現地パートナー企業と委託加工契約を締結する加工工場が現地で調達可能な鋼材を用いて行う。

### 3.2. 本事業の実施内容

#### 3.2.1. 実施スケジュール

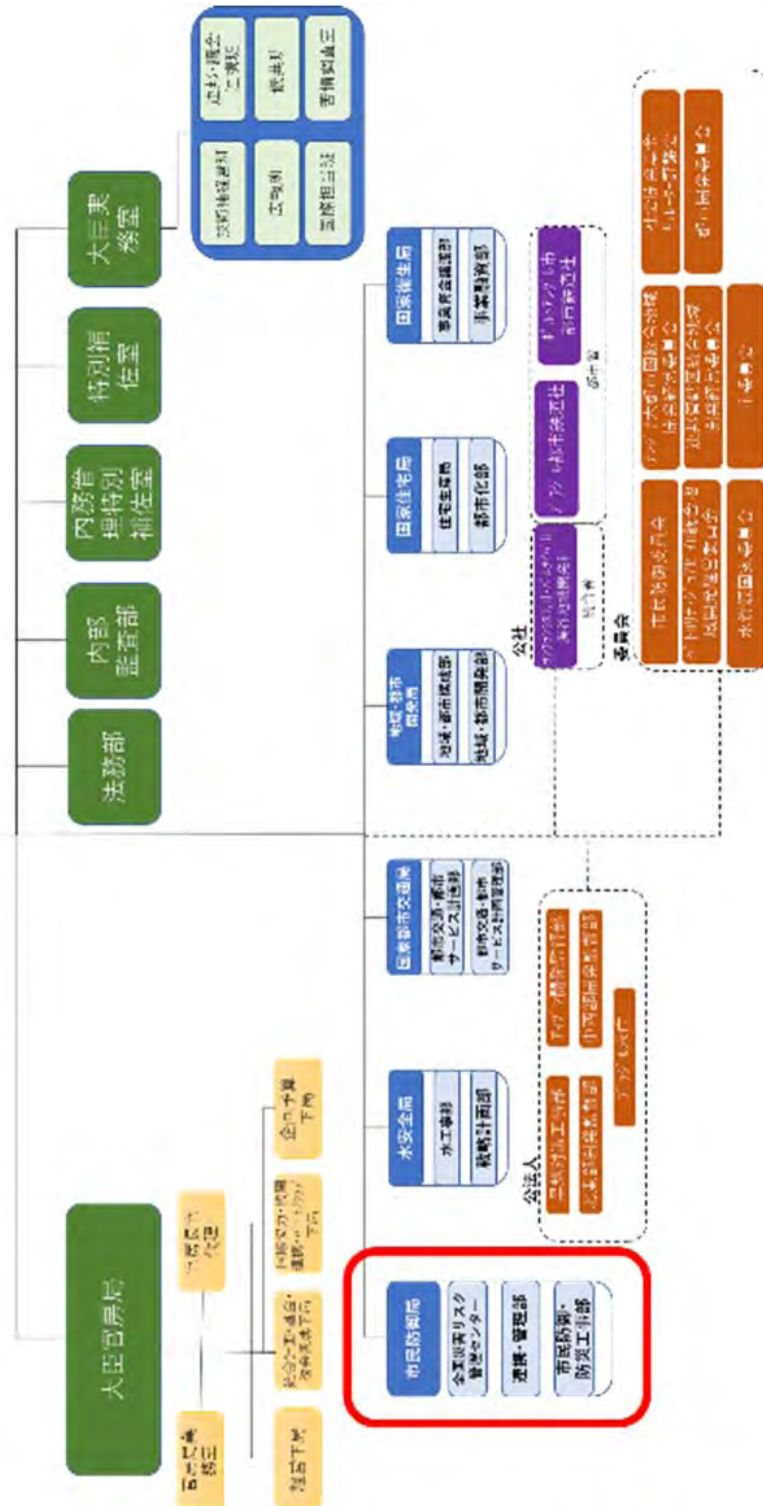
本事業の主な活動スケジュールは以下のとおりである。実施工程計画を表 1 に示す。

- ブラジル国におけるセミナー開催等の現地活動：2018 年 5～6 月、2019 年 5～6 月の 2 回実施
- 本邦研修：2018 年 9～10 月に実施。



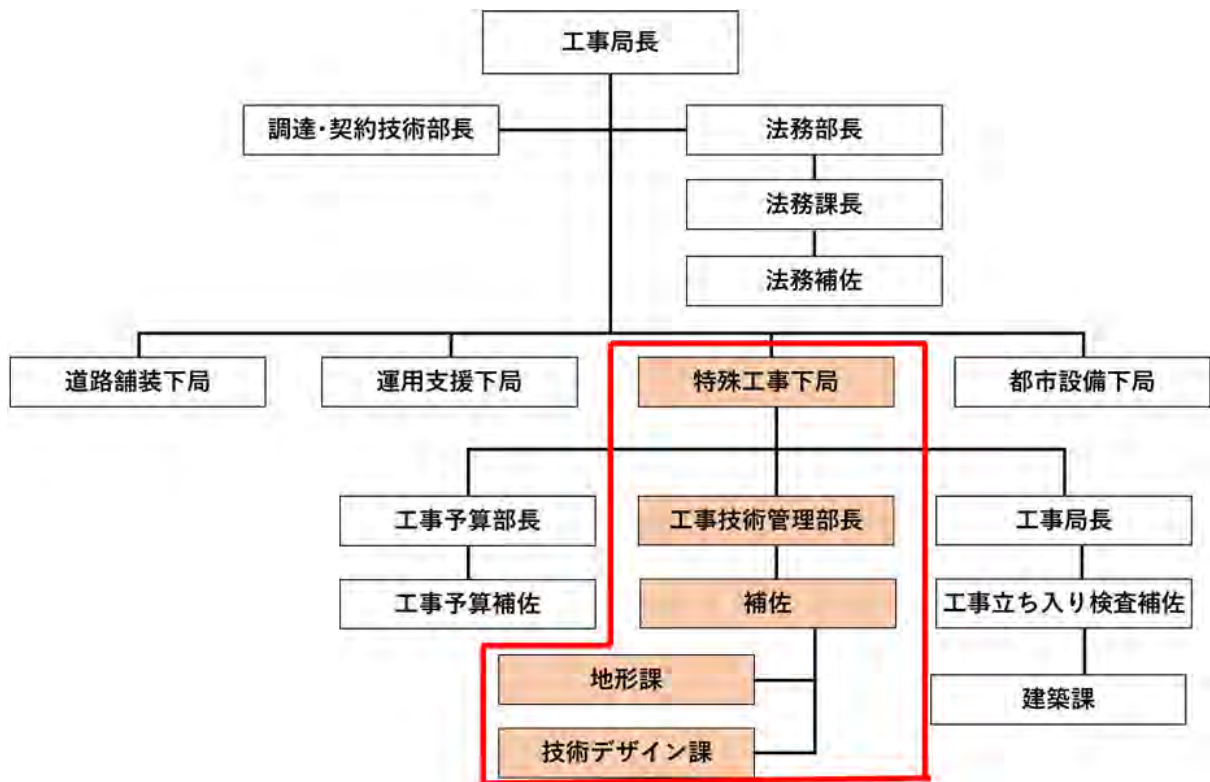


# 地域開発省



出典：地域開発省

図 3 地域開発省の組織図



出典：ノバフリブルゴ市

図 4 ノバフリブルゴ市工事局の組織図



出典：ノバフリブルゴ市

図 5 ブルメナウ市工事局の組織図

### 3.2.3. 実施内容

ブラジル国の自然災害の予防・復旧事業の予算措置を行う機関および事業実施機関の関係者の土石流に関する知識レベルを把握するとともに、鋼製砂防堰堤等の機能、構造、設計、施工に関する理解を深めてもらうために、現地活動時において関係者から土石流災害対策に関する情報等を収集するとともにセミナーの開催、関係者を日本に招聘して工場見学や現場見学等による本邦研修を実施した。

表 2 本事業の実施内容（概要）と達成目標

タスク	活動計画					実施内容	目標（事業終了時の状態）
	第1回	第2回	第3回	第4回	第5回		
ビジネス展開に向けて事業内に実施すべき項目	(現地)	(本邦)	(本邦)	(現地)	(本邦)		
1 市場性／現地ニーズの確認				■	■	<ul style="list-style-type: none"> <li>関係機関へのヒアリング</li> <li>土石流対策必要箇所の情報を収集する</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>市場性やニーズがあることを示す。</li> <li>土石流対策必要箇所の台帳ができ、使用可能な予算の想定ができる。</li> <li>緊急性の高い10カ所を抽出する。</li> </ul>
2 鋼製砂防堰堤等の技術に対する理解を深める	■		■			<ul style="list-style-type: none"> <li>現地におけるセミナーの開催</li> <li>本邦研修による技術指導</li> </ul>	現地政府、工事関係者に当社技術の便益を理解頂く。
3 設計、施工技術の指導および機能、減災効果の実証実験		■	■	■	■	<ul style="list-style-type: none"> <li>現地におけるワークショップの開催</li> <li>実証実験※結果の説明を行う</li> <li>本邦研修による技術指導</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>相手国の関係機関が当社技術の機能、減災効果を確信する。</li> <li>相手国の関係機関が、独自に設計施工が実施できる様になること。</li> </ul>
4 公共調達、積算手法の指導	■		■	■		<ul style="list-style-type: none"> <li>ブラジルにおける公共調達、積算手法の調査</li> <li>鋼製砂防堰堤等が導入されるための調達仕様の支援</li> <li>現地におけるワークショップ、セミナーの開催</li> <li>本邦研修による技術指導</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>相手国の関係機関が、工事発注が実施できる様になること。</li> <li>鋼製砂防堰堤等が事業実施計画書に明記され、発注条件として日本製品が特性される仕様が示されること。</li> </ul>
5 現地パートナー企業との合意	■		■			<ul style="list-style-type: none"> <li>工場視察</li> <li>現地パートナーとの協議および候補の絞り込み</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>現地パートナーの確定。</li> <li>当社と現地パートナーとの業務分担範囲の確定。</li> <li>製造および販売体制の構築</li> </ul>
6 ビジネスプラン作成		■	■	■	■	<ul style="list-style-type: none"> <li>今後のビジネス計画の作成</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>今後のビジネス展開の展開方法を再構築する。</li> </ul>

## 第4章 本事業の実施結果

### 4.1. 第1回現地活動

第1回現地活動内容を整理して以下に示す。

#### 4.1.1. 第1回現地活動の要旨

- (1) 実施期間：2018年5月21日～6月9日（20日間）
- (2) 現地活動団員：以下に示す4名で活動を行った。

	氏名	所属団体種別
1	加藤 貴章	代表提案法人
2	下田 義文	外部人材
3	下大迫博志	外部人材
4	山越 隆雄	外部人材

- (3) 現地スケジュール：現地での活動スケジュールは表3に示すとおりである。
- (4) 目的：本活動内容の説明を貴機構ブラジル事務所や現地関係機関に行うとともに、セミナーにおいて“日本における土石流対策事業の現状”および“鋼製スリット砂防堰堤とソイルセメント砂防堰堤の概要と機能”の紹介を行う。
- (5) 主な活動内容：

第1回現地活動の主な活動は以下に示すとおりである。

- 1) 鋼製砂防堰堤セミナー開催 2018年5月29日 於：ノバフリブルゴ市  
2018年6月5日 於：ブルメナウ市
- 2) 関係機関との打合せ  
都市省、リオデジャネイロ州、サンタカタリーナ州、ノバフリブルゴ市、ブルメナウ市
- 3) JICAブラジル事務所との打合せ 2018年5月23日、6月6日 於：JICAブラジル事務所
- 4) 民間企業との打合せ（TV会議） 2018年5月25日
- 5) 砂防堰堤建設候補地現地調査 2018年5月30日 於：ノバフリブルゴ市  
2018年6月1日 於：ブルメナウ市

- (6) 成果：

ノバフリブルゴ市およびブルメナウ市で行ったセミナーでは、それぞれ、関係者40名程度の参加があり、鋼製スリット砂防堰堤とソイルセメント砂防堰堤の紹介ができ、施設の維持管理方法など活発な質疑応答が行われた。

民間企業との打ち合わせにおいては、今後事業化に向け継続して情報交換をすることとした。

(7) 課題：

民間企業から、事業に向けた政府予算が本当に確保されるのか、懸念されるとの発言があった。そのため、都市省への予算確保のための設計積算の支援を行う予定である。

表 3 現地活動スケジュール

曜日	活動内容	宿泊場所	主な面会者	主な同行者
5/21 月	羽田 - バリ			
/22 火	パリ リオデジャネイロ ブラジル (AF4177 9時00分着)	ブラジル		
/23 水	10:00 ~ : 都市省と打合せ 15:00 ~ : JICA ブラジル事務所関係者と打ち合わせ 8:00 ~ : 都市省と打ち合わせ	ブラジル	部長 : Mr. Francisco Araújo Filho 課長 : Mr. Wolnei Wolff Barreiros 他 佐藤次長、宮本次長、駒沢プロジェクトコーディネーター	
/24 木	11:30 ~ : 局長表敬 ブラジル - リオデジャネイロ (移動)	リオデジャネイロ	課長 : Mr. Wolnei Wolff Barreiros 他 都市開発局長 : Mr. Gilmar Souza Santos 部長 : Mr. Francisco Araújo Filho 課長 : Mr. Wolnei Wolff Barreiros 他	佐藤次長、駒沢プロジェクトコーディネーター、Ms. Daniela Maekawa
/25 金 (AM)	10:00 ~ リオデジャネイロ州工務局と打ち合わせ	リオデジャネイロ	10:30 ~ リオ州工務局局長 Mr. José Iran Peixoto Júnior 11:30 ~ リオ州工務局副局長 Mr. Aurélio Vogas Barreto Mr. Rogério Feijó	課長 : Mr. Wolnei Wolff Barreiros 駒沢プロジェクトコーディネーター
(PM)	14:00 ~ パートナー企業と打合せ (TV会議) 16:00 ~ 総領事館表敬		Metasa 社 CEO 星野総領事、鹿児島領事	駒沢プロジェクトコーディネーター 駒沢プロジェクトコーディネーター
/26 土	資料整理 / 団内打合せ	リオデジャネイロ		
/27 日	打合せ準備 リオ市 - ノバフリブルゴ (移動)	ノバフリブルゴ		
/28 月	11:30 ~ ノバフリブルゴ市工務部と打ち合わせ 16:20 ~ ノバフリブルゴ市 市長表敬	ノバフリブルゴ	工務局局长 : Mr. Jeferson Pires Aragão 環境局局长 : Mr. Alexandre Sanglard 工務局副局長 : Mr. Lwiz Craudio Goncavue 市長 : Mr. Renato Pinheiro Bravo 工務局局长 : Mr. Jeferson Pires Aragão 環境局局长 : Mr. Alexandre Sanglard 他	駒沢プロジェクトコーディネーター 駒沢プロジェクトコーディネーター
	18:30 ~ : 都市省と打ち合わせ		Sr. Wolnei (Project manager)、 Sr. Pedro M. L. Batista	駒沢プロジェクトコーディネーター
/29 火	10:00 ~ 17:00 : 鋼製砂防ダムのセミナー開催	ノバフリブルゴ	学識者: Feijo 教授、	課長 : Mr. Wolnei Wolff Barreiros Sr. Pedro M. L. Batista 佐藤次長 駒沢プロジェクトコーディネーター
/30 水 (AM)	ノバフリブルゴ市現地踏査	ブルメナウ	工務局局长 : Mr. Jeferson Pires Aragão 環境局局长 : Mr. Alexandre Sanglard 工務局副局長 : Mr. Lwiz Craudio Goncavue	
(PM)	ノバフリブルゴ - リオデジャネイロ - ブルメナウ (移動)			
/31 木 (AM)	資料整理 / 団内会議	ブルメナウ		
6/1 金	9:00 ~ : ブルメナウ市現地調査 ブルメナウ・フロリアーノポリス (移動)	フロリアーノポリス	Mr. Valdeci Dutra	
/2 土	12:30 ~ : パートナー企業と打合せ 18:40 ~ : IPT 打合せ	フロリアーノポリス サンパウロ	久家氏 Sr. Agostinho Tadashi Ogura	加藤、山越 (サンパウロ)
/3 日	資料整理 / セミナー準備	フロリアーノポリス		
/4 月 (AM)	9:00 ~ : サンタカタリーナ工務局打ち合わせ		サンタカタリーナ 市民防衛局長 : Mr. Rodrigo Moratelli 工務局長 : Mr. Paulo Roberto Tesseroli França	課長 : Mr. Wolnei Wolff Barreiros Sr. Daniel 田中所員、Ms. Daniela Maekawa
(PM)	フロリアーノポリス ブルメナウ (移動) 16:00 ~ : ブルメナウ市長表敬 / ブルメナウ市工務部と打ち合わせ	ブルメナウ	ブルメナウ 市長 : Mr. Mário Hildebrandt 維持管理局長 : Mr. Marcelo Schrubbe 工務局長 : Mr. Régis Evaloir da Silva Mr. Valdeci Dutra 他	課長 : Mr. Wolnei Wolff Barreiros Sr. Daniel 田中所員、Ms. Daniela Maekawa
/5 火 (AM)	10:00 ~ 17:00 鋼製砂防堰堤等のセミナー開催	ブルメナウ	市民防衛局長 : Mr. Rodrigo Moratelli 市長 : Mr. Mário Hildebrandt 学識者 Antonio UFSC 教授	部長 : Mr. Francisco Araújo Filho 課長 : Mr. Wolnei Wolff Barreiros Sr. Daniel 田中所員、Ms. Daniela Maekawa
/6 水 (AM)	ブルメナウ - ブラジル (移動)			
(PM)	14:00 ~ 国家統合省 15:30 ~ JICA ブラジル事務所 16:30 ~ 都市省と打ち合わせ	ブラジル	Sr. paulo Falcao 齋藤所長、田中所員、駒沢プロジェクトコーディネーター 部長 : Mr. Francisco Araújo Filho 課長 : Mr. Wolnei Wolff Barreiros 他	田中所員、駒沢プロジェクトコーディネーター、Ms. Daniela Maekawa
/7 木 (AM)	10:00 ~ : 大使表敬	ブラジル	山田大使、山中公使、村山書記官	佐藤次長、田中所員、駒沢プロジェクトコーディネーター
(PM)	ブラジル (AF6311 15時00分発) - バリ			
/8 金	バリ発			
/9 土	羽田着			

#### 4.1.2. 第 1 回現地活動の内容：

##### 4.1.2.1. 鋼製砂防堰堤セミナー

###### (1) 目的

“日本における土石流対策事業の現状”および“鋼製スリット砂防堰堤とソイルセメント砂防堰堤の概要と機能”の紹介を行い、関係者に砂防堰堤の必要性、機能を理解してもらう。

###### (2) 概要

セミナーを下記 2 都市で実施した。セミナーの内容、参加者等の詳細は添付 1 参照

- ・2018 年 5 月 29 日 於：ノバフリブルゴ市
- ・2018 年 6 月 5 日 於：ブルメナウ市

###### (3) 実施内容

セミナーでは下記内容の説明、報告等を行うとともに、質疑応答を行った。詳細の議事録は、添付 1 に示す。

- 1) 参加者挨拶（市長、都市省、州、市、JICA、提案企業者）
- 2) セミナーの目的等の説明（JICA、提案企業者、都市省）  
JICA の活動、支援内容や本プロジェクトの経緯および目的を説明
- 3) “日本における土石流対策事業の現状”および“鋼製スリット砂防堰堤とソイルセメント砂防堰堤の概要と機能”の紹介
- 4) GIDES プロジェクトでの土石流対策計画の成果等、市の活動報告
- 5) 今後の活動計画の説明



セミナー（ノバフリブルゴ市）



セミナー（ブルメナウ市）

#### (4) 成果

- 鋼製スリット砂防堰堤とソイルセメント砂防堰堤の概要と機能の概要を理解してもらえた。
- 関係者との情報交換ができ、関係者のリストを作成できた。

#### (5) 今後の課題と対策

- 実際に事業化を進めるためには設計積算技術の取得が必要である。
- 設計マニュアルの作成が必要である。

### 4.1.2.2. 都市省との打合せ

#### (1) 目的

本普及促進事業の説明と事業への協力依頼、セミナー開催内容の確認および事業化に向けた協議

#### (2) 概要

都市省との打ち合わせを下記日程で行った。

- 2018年5月23日、5月24日、5月28日、6月6日 於：都市省

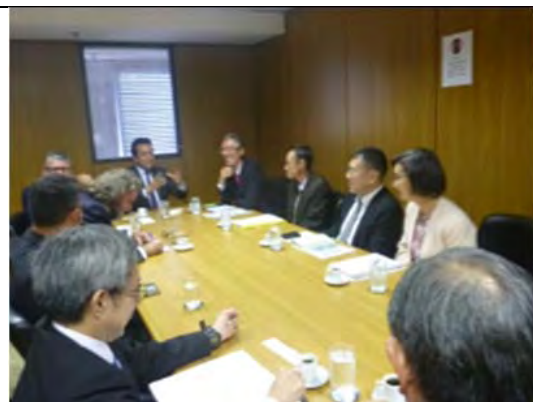
#### (3) 実施内容

##### 1) 本普及促進事業の説明と事業への協力依頼

本普及促進事業の説明を行うと共に、局長および部長より事業への協力いただけるとの発言をいただいた。

##### 2) 事業化に向けた協議

事業化に向けては、砂防技術の取得を目的とした勉強会（作業グループ）を設立し、そこを中心に事業化を進めていく。



局長説明



技術会議



#### (4) 成果

砂防堰堤建設の事業化に向けて情報交換ができ、支援いただける体制が構築できた。勉強会（作業グループ）の設立に関しては継続して協議することとし、事業化に向けた支援体制が構築されつつある。

#### (5) 今後の課題と対策

設計、施工に関する技術が無いため、この部分の支援が必要となってくる。そのためには、技術協力プロジェクト等を通じて、マニュアルの作成や設計支援等を実施していく必要がある。

### 4.2. 第1回本邦受入活動

#### 4.2.1. 本邦受入活動の要旨

(1) 実施期間：2018年9月24日～10月5日（日本滞在日数：12日間）

(2) 研修メンバー（6名）

	氏名	所属
1	Mr. Wolnei Aparecido Wolff Barreiros	都市省 Ministry of Cities National Secretariat of urban Development / Department of Risk Management and urban Rehabilitation / Project Manager
2	Mr. Raul Marques Fanzeres	リオデジャネイロ州 Secretary of Works and Housing of Rio de Janeiro / Sub secretary for The Prevention of Risks and Geotechnical Disasters / Superintendent of Studies and Prevention of Disasters
3	Ms. Fernanda Patrícia de Oliveira	サンタカタリーナ州 Civil Defense of the State of Santa Catarina / Preventive Building / Preventive Building Director
4	Mr. Luiz Cláudio Gonçalves	ノバフリブルゴ市 NOVA FRIBURGO COUNTY / Public Works / Sub- Secretary
5	Mr. Lawrence Silva Campos	ブルメナウ市 Blumenau City Hall Secretary of urban Infrastructures / Engineer
6	Mr. Roberto Quental Coutinho	ペルナンブコ連邦大学 FEDERAL UNIVERSITY OF PERNAMBUCO, BRAZIL / Teacher (FULL)   Coordinator of The Geotechnical Engineering of Slopes, Plains and Disasters Group (GEGEP)

(3) 研修スケジュール：詳細の研修スケジュールは、表4に示すとおりである。

表 4 受入詳細計画表

日付	時刻	形態	受入活動内容	講師又は見学先担当者等			講師 使用 言語	活動場所	宿泊先
				氏名	所属先及び職位	連絡先			
9/24(月)	~		EK 262 (Sao Paulo Guarulhos 1:25 Dubai 22:55)						
	~		成田着：EK 318 (Dubai 2:40 Narita 17:35)				成田着	つくば	
9/25(火)	10:00 ~ 12:00	講義	土石流に関する研究 / 砂防堰堤の土石流捕捉 効果の水理実験による研究について	松本 主任研 究員	国土技術政策総合研究所 主任 研究員		日本語	国土技術総合 研究所	
	13:30 ~ 15:30	見学	水理模型実験の見学	松原 次長	株式会社建設技術研究所		"	福岡	
9/26(水)	11:15 ~ 12:15	講義	鋼製スリット砂防ダム等の製作工程の説明	岡 所長	株式会社ニッケン鋼業豊前事業 所 所長		日本語	ニッケン鋼業 豊前工場	
	13:30 ~ 14:50	見学	工場内見学 砂防堰堤 製作工程見学	"	"		"	熊本	
9/27(木)	10:00 ~ 10:40	見学	ソイルセメントプラントの見学	宮田 氏	熊本県阿蘇地域振興局土木部		日本語	阿蘇復興現場	
	11:10 ~ 16:10	見学	砂防堰堤施工現場見学 ( 施工中 完成構造 物 )	"	"		"	熊本 ( 阿蘇 )	
9/28(金)	9:00 ~ 15:30	講義	砂防堰堤の施工、積算に関する講義	山上 課長	熊本復興事務所 工務第一課長		日本語	国土交通省阿 蘇復興事務所	
	13:30 ~ 14:10	見学	阿蘇大橋地区斜面对策、阿蘇大橋復旧建設現 場見学				"	東京	
9/29(土)	~	実習	研修結果の整理、技術会議資料作成					東京	
9/30(日)	~	実習	研修結果の整理、技術会議資料作成					東京	
10/1(月)	~		INTERPRAEVENT2018富山 参加				富山国際会議 場		
	14:15 ~ 17:15	講義	日本、オーストリア、台湾、フィリピン代表 者のKeynote Speech を聴講					富山	
10/2(火)	10:00 ~ 16:00	講義	Oral Session及びPoster Session聴講				富山国際会議 場		
	~		大規模崩壊及び土石流対策の研究発表及び現 場報告を聴講					富山	
10/3(水)	7:40 ~ 18:00	見学	立山砂防の砂防施設の見学				立山砂防現場		
	~							東京	
10/4(木)	9:30 ~ 10:30		JICA 表敬	久保 課長 多田 課長	民間連携事業部 課長 中南米部 課長		日本語	JICA	
	11:00 ~ 17:00	発表	技術会議開催 日本の災害事例、ブラジルの取り組み、今後 の土石流対策推進等に関する討議				"	砂防・地すべ り技術セン ター	
10/5(金)	10:00 ~ 10:40		在日 ブラジル大使館表敬	コヘーラ大使、フェルナンド書記官、 ガブリエラ領事				ブラジル大使 館	
	13:00 ~ 14:30		日鐵住金建材株式会社表敬	古川 常務取 締役	常務取締役 土木商品事業部門長		日本語	日鐵住金建材 株式会社	
	15:00 ~ 15:30		国土省砂防部表敬	栗原 部長	砂防部 部長		"	国土交通省	
	~		EK319 (Narita 22:00 Dubai 4:15) EK247 (Dubai Rio de Janeiro)					帰国	
	~		EK313 (Haneda 0:30 Dubai 6:45) EK261 (Dubai サンパウロ)						
~		EK313 (Haneda 0:30 Dubai 6:45) EK263 (Dubai サンパウロ)							

(4) 目的：

鋼製砂防堰堤等の品質、土石流捕捉効果、公共調達手法（歩掛、特記仕様等）の理解を深め、事業を進捗させるために、事業の決定権を持つ政府（都市省、州、市）要人および技術に精通した大学関係者を日本に招聘し、工場見学、工事現場見学および公共調達の講習を行う。また、セミナーへの参加や国土交通省への表敬を通じて、日本の関係者との人脈を構築してもらう。

(5) 主な活動内容：

本邦受入活動の主な活動は以下に示すとおりである。

- 土石流研究に関する講義および水理模型実験見学 2018年9月25日 於：国土技術政策総合研究所（以下「国総研」）、株式会社建設技術研究所（以下「建設技術研究所」）
- 鋼製砂防堰堤等に関する、工場見学、工事現場見学および講習 2018年9月26～28日  
於：株式会社ニッケン鋼業豊前事業所、阿蘇市、国土交通省熊本復興事務所
- 大規模崩壊および土石流対策に関する研究成果の聴講および現場見学  
2018年10月1日～3日 於：富山市 / INTERPRAEVENT2018 富山参加
- 技術会議開催 2018年10月4日 於：一般財団法人 砂防・地すべり技術センター（以下「砂防・地すべり技術センター」）
- 在日ブラジル大使館、JICA、国土交通省砂防部 表敬 2018年10月4日、5日

(6) 成果：

研修を通じて、研修生は鋼製砂防堰堤等の技術の理解度が高まり、ブラジル国内に砂防堰堤を建設する気運がさらに高まった。また、研修生のリーダーである Wolnei 氏からは、「土石流災害はブラジルにとっては新しい問題であるが、日本は数十年前から研究され、実際に対策が実施されており、私たちにとっては大変良い勉強になった。ブラジルに帰国して、日本の技術を参考にノバフリブルゴ市等に砂防堰堤を作りたい。」との発言があった。

(7) 課題：

- 事業推進に際しては、有識者による技術委員会の設置が必要であるが、そのための予算がブラジル側で確保できていない。予算確保が重要となる、なお、技術委員会設立の素案は作成し始めている。
- 技術基準の整備が必要である。
- 大統領選挙後の政権交代による人事等への影響が予測できない。

#### 4.2.2. 本活動の内容：

##### 4.2.2.1. 砂防堰堤の土石流捕捉効果研究に関する講義および実験施設見学

###### (1) 目的

砂防堰堤の土石流の捕捉効果やそのメカニズムを理解してもらう。

###### (2) 概要

2018年9月25日（火）国総研において講義、建設技術研究所にて水理模型実験の見学を行った。

担当： 講義および水模型実験説明：松本主任研究員

水理模型実験施設説明：松原次長（建設技術研究所）

###### (3) 実施内容

1) 10:00-12:00 講義：国総研の土石流に関する研究課題が「流出土砂量」および「砂防堰堤の効果」であり、その中の課題の一つである「砂防堰堤の土石流捕捉効果の水理実験による研究」について説明が行われた。

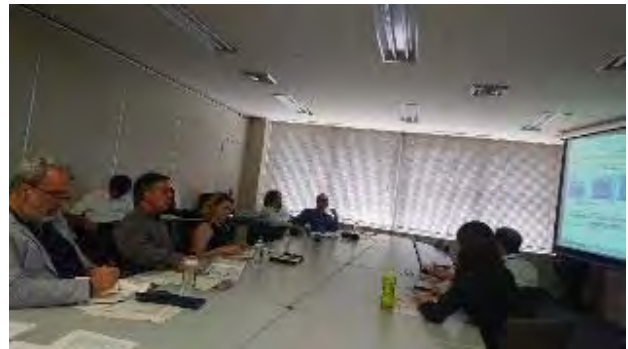
研修生からは下記の質問があり、その解説を行った。

- 透過型と不透過型のどちらが土石流対策として有利か？
- 土石流によるインパクト荷重に対して砂防堰堤は安全なのか？

2) 13:30-15:30 実験見学：屋外の土石流水理模型実験施設および砂防堰堤の土石流捕捉実験を見学した。

研修生からは下記の質問等があり、その解説を行った。

- 実験フリュームの勾配、流量？
- ブラジルに多い細粒土壌からなる土石流を捕捉できるか？



講義



水理模型実験施設 見学



土石流捕捉効果 実験中

#### (4) 成果

講義および水理模型実験の見学により、砂防堰堤の効果が具体的にイメージできるようになった。

#### (5) 課題

砂防堰堤の効果を次回渡航時に開催予定のセミナーにおいて、ブラジル人参加者に対して、どのようにして具体的なイメージを与えるか工夫が必要である。

#### 4.2.2.2. 砂防堰堤等に関する、工場見学、工事現場見学および講習

##### (1) 目的

砂防堰堤の品質、施工方法、公共調達手法（歩掛、特記仕様等）の理解を深めてもらうため。

##### (2) 概要

2018年9月26日（水）株式会社ニッケン鋼業豊前事業所にて鋼製砂防堰堤の鋼製部材の製造工程見学

担当：岡 所長

2018年9月27日（木）阿蘇市において、鋼製砂防堰堤建設現場見学

担当：熊本県阿蘇地域振興局土木部 宮田氏

2018年9月28日（金）国土交通省 熊本復興事務所において、施工方法、公共調達手法等の講習および斜面对策現場見学

担当：国土交通省熊本復興事務所 工務第一課 山上課長

##### (3) 実施内容

###### 1) 鋼製砂防堰堤の鋼製部材の製造工程見学

AM：鋼製スリットダム、SBウォール工法（壁面材他）、ノンフレーム工法（支圧板）の製造工程に関する説明を行った。

PM：鋼製スリットダム、SBウォール工法（壁面材他）、ノンフレーム工法（支圧板）の製造工程（切断、穿孔、溶接、仮組）の工場見学が行われた。その後、屋外で錆止め塗装工程の見学を行った。

研修生からは下記の質問があり、その解説を行った。

- SBウォールの壁面材は（薄い）が水圧などに対して安全か？
- SBウォールの壁面材は土石流の衝撃に対して安全か？
- 1基の鋼製砂防堰堤の製造期間？ 年間生産量？
- 工場の従業員数？





## 2) 鋼製砂防堰堤建設現場見学

### a) ソイルセメントプラント見学

稼働中のソイルセメントプラントの見学を行った。研修生からは下記の質問があり、その解説を行った。

- プラントの製造能力？
- 現地発生材、砕石（ブレンド材）およびセメントの配合比？
- 現地発生材だけを使うことはあるのか？
- 砂防堰堤建設の従事者の人数？
- 県と施工業者の役割分担？

### b) ソイルセメント砂防堰堤、鋼製スリット砂防堰堤 施工現場見学

ソイルセメント工法で施工中の石ノ前川砂防堰堤および一里山川鋼製スリット砂防堰堤の建設現場の見学を行った。研修生からは下記の質問があり、その解説を行った。

- 堰堤位置の決定根拠、堰堤右岸部の屈曲理由、堰堤袖天端高？
- 前庭部の保護、流路工は施工するのか？
- 下流面のコンクリートブロックの固定方法？
- 工事用道路の舗装、切土について？
- コンクリートブロック表面の色とテクスチャーは何のためか？
- 堰堤位置の決定根拠？
- 施設は住宅保全の観点から必要なのか、B/Cの値は？

### c) 竣工済 ソイルセメント砂防堰堤および鋼製スリット砂防堰堤 見学

竣工済のソイルセメント砂防堰堤および鋼製スリット砂防堰堤の見学を行った。



ソイルセメントプラント



ソイルセメント砂防堰堤 施工現場見学



鋼製スリット砂防堰堤 施工現場見学



竣工済 ソイルセメント砂防堰堤見学

d) 施工方法、公共調達法等の講習および斜面对策現場見学

九州地方整備局河川部が作成したマニュアルを基に、工事用道路、転流工、掘削工、コンクリート工、砂防ソイルセメント工、附属設備工に関して説明が行われた。研修生からは下記の質問があり、その解説を行った。

- 工事用道路の土工の切り盛り境界の処理方法？
- 転流工の設計流量の設定方法？
- 砂礫基礎の支持力の評価方法？
- 化粧型枠を使用する目的？
- コンクリートの一回の打設量？
- 土石流感知・警報設備の目的？ 土石流を感知した場合一般の人にも知らせるのか？

砂防堰堤施工手順に従った砂防堰堤積算体型表（工事区分、工種、種別、細別）により、砂防堰堤独特の項目について説明された。なお、コスト積算に関してはブラジルに規定があり、砂防堰堤工事に対しても歩掛および単価が準用できると研修生から意見があったので、日本の歩掛および単価に関しては説明を行わなかった。

阿蘇大橋地区の橋梁工事および崩壊対策工事の施工状況の説明および現場見学を行った。研修生からは下記の質問があり、その解説を行った。

- 地震により山頂部周辺に発生した亀裂は全て対策工で安定化したのか？
- 安定化しなかった亀裂は危険ではないのか？
- 橋脚およびアバット周辺溪岸の安定化対策はしないのか？
- 工期？





施工方法講習



公共調達法等講習



崩壊対策現場見学

#### (4) 成果

実物大の砂防堰堤の製品、施工現場、完成形を見学すること、施工方法の説明を受けることにより、具体的な砂防堰堤をイメージしてもらえることができた。また、日本の高い技術、品質に触れてもらい、さらなる、日本の技術への信頼を得ることができた。

#### (5) 課題

砂防堰堤のスケール感を次回渡航時のセミナーにおいて、ブラジル人参加者に対して、どのようにして具体的なイメージを与えられるか工夫が必要である。

積算体系に関して、ブラジルの歩掛および単価の確認が必要である。

### 4.2.2.3. INTERPRAEVENT2018 富山

#### (1) 目的

大規模崩壊および土石流対策の理解度を深めることと、日本の砂防技術者との交流による人脈形成。

#### (2) 概要

2018年10月1日(月)～10月3日(水) 「INTERPRAEVENT2018 富山」に参加

#### (3) 実施内容

- 1) 10月1日(月)：日本、オーストラリア、台湾、フィリピン代表者の Keynote Speech を聴講
- 2) 10月2日(火)：大規模崩壊および土石流対策の研究発表および現場報告を聴講
- 3) 10月3日(水)：立山砂防の砂防施設の見学。砂防施設は本宮堰堤、真川砂防堰堤、泥谷階段砂防堰堤群、多枝平基幹砂防堰堤、白岩砂防堰堤、鬼ヶ城砂防堰堤、妙寿砂防堰堤を見学。





立山砂防の砂防施設見学

#### (4) 成果

大規模崩壊および土石流対策の知識を深められた。また、日本のみでなく、その他の国々の国の災害の特徴および災害対策、防災研究の方向性について知見を深めることができた。

#### (5) 課題

研修生が、今回の知見をブラジルで活用できるよう、支援が必要である。

#### 4.2.2.4. 技術会議開催

##### (1) 目的

日本とブラジルの土石流対策、災害への取り組み方や事業の進め方について意見交換を行い理解を深めていくとともに、ブラジルの現状をふまえて、今後の砂防堰堤事業の推進について協議するものである。

##### (2) 概要

2018年10月4日(月) 11:00～17:00 砂防・地すべり技術センターで意見交換を行い、理解を深めてもらった。

参加者：研修生(6名)、JICA、NSMP、八千代エンジニアリング、砂防・地すべり技術センター

##### (3) 実施内容

(1) 広島災害および九州北部災害の実態、砂防堰堤による被害軽減事例紹介(砂防・地すべり技術センター)

広島土石流災害の個々の現場写真がブラジルの「ノバフリブルゴ市のサンルーカス病院の溪流やテレスポリス市のカンボグランデの災害状況と類似している」などの感想が出された。

(2) ブラジルの土石流対策への取り組み(Mr. Wolnei)

土砂災害多発の社会的背景、GIDESの成果、砂防堰堤建設のための予算とPPA(複数年計画、2013年 - 2015年、2016年 - 2019年)について説明がなされた。

来年策定する 2020 年 - 2024 年の PPA に砂防堰堤建設予算を計上するののかとの質問に対して、この予算に砂防堰堤建設予算を入れ込むわけではなく、包括的な予算であるので、個別の事業予算を特定するのではないとの回答を得た。

JICA による技術協力プロジェクトの要請書を ABC と協力して作成中である。我々の砂防堰堤建設への熱意を理解してほしい。との発言があった。

(3) ノバフリブルゴ市の土石流対策ダムの計画とその実施のための手続き (Mr. Claudio)

サンルーカス病院の砂防堰堤を建設するための活動を環境局、工事局およびシビルディフェンスが協力して進めていることが説明された。

(4) 本研修の内容と感想 (Mr. Coutinho)

(5) JICA の今後の支援について (JICA)

- ・ JICA 中南米部はブラジルの防災協力は重要と考えている。昨年、技術協力フェーズ の要請書が JICA へ提出され、その技術協力について Wolnei 氏と協議した。6 月時点で JICA に十分な予算がなくフェーズ の実施は困難であると話したが、ブラジルの防災は重要なので、砂防堰堤だけでなく他の事業を含めた形で技術協力していく方針である。
- ・ ブラジル国では、災害予防には他のインフラに比べ予算がつきにくい。しかし、2012 年に開始した GIDES によりブラジルで防災意識が高まっていると JICA は評価している。予算処置については円借款の可能性についても協議し、円借款に進むためには防災基礎調査が必要であることをブラジル政府へ説明を行った。
- ・ ブラジル政府が円借款を望めば防災協力 (フェーズ ) も含めた形で事業を進めていきたい。
- ・ 砂防堰堤の設計基準が作成されていないのでフェーズ の必要性は理解している。これに関してはブラジル政府からの要請書を受けてこれから審査に入るところである。
- ・ ブラジルで防災の予算を確保するのは難しい。また、円借款もこれまで実施していないので難しい。円借款のためには (その可能性を判断するために) 基礎調査を実施したい。

(6) 今後の土石流対策推進に関する討議

(ブラジル側からの発言)

- ・ 政権交代のあと、新しい防災事業を始めるのは厳しいが、解決できる課題と考えている。
- ・ 技術基準の作成が重要と考えている。技術基準の作成は日本とブラジルで役割を分担して進めたい。

役割内容	
ブラジル	パイロットプロジェクトの建設を進めるための手続等
日本の協力	日本技術の紹介、全体計画の作成

・フェーズ の工程計画

年	実施項目
1 年目	データ収集整理
2 年目	メソドロジーの整備 (プロジェクトのノウハウ蓄積、設計・施工マニュアルを含む)
3 年目	事業実施計画書作成 (4 ~ 5 か所)
4 年目	建設開始

- ・メソドロジーの整備のためには技術委員会を設置する必要がある。そのためには予算措置が必要であり、フェーズの中で実施する。技術委員会設立の準備は開始している。
- ・技術委員会の設立はフェーズ採択の前（民間技術普及事業の間）に実施できないかとの質問に対し、Wolnei氏はこれを設立するための予算がないので、現段階ではできないと回答した。しかし、協議の結果、技術委員会設立の文章を作成することには同意した。
- ・民間技術普及事業の成果（砂防堰堤概略設計）は、技術委員会へ提供し2箇所の砂防堰堤建設を先行させる計画であったが、そのために確保していた予算はGIDESが遅れたので他の事業に使用してしまったため、2か所の堰堤建設の先行建設はできないとのこと。



技術会議

#### (4) 成果

日本の砂防堰堤事業に向けた方針やブラジル側の予算措置等の現状、今後の事業実施のスケジュールの考え方を確認共有できた。また、今後、事業を進めるうえでの課題も明確にできた。

## (5) 課題

都市省の考えるパイロットプロジェクト2か所の建設開始が4年後と計画していた時期より遅れる見込みである。また、事業を進めるうえで、技術委員会の設置と設計・施工マニュアルの作成が重要である。

本普及促進事業やJICAが計画している防災基礎調査の実施の中で技術委員会設置の支援を行うとともに、設計・施工マニュアル作成のためのフェーズの実施が望まれる。

### 4.3. 第2回現地活動

#### 4.3.1. 第2回現地活動の要旨

(1) 実施期間：令和元年5月27日～6月20日（25日間）

（現地滞在：令和元年5月28日～6月18日22日間）

(2) 現地活動団員：以下に示す5名で活動を行った。

	氏名	所属団体種別	備考
1	加藤 貴章	代表提案法人	
2	岡野 清隆	代表提案法人	（活動期間6月7日～6月17日）
3	下田 義文	外部人材	
4	下大迫博志	外部人材	
5	山越 隆雄	外部人材	

(3) 現地活動スケジュール：活動スケジュールは、表-1に示すとおりである。

表-1 活動スケジュール

	日	曜日	活動内容	滞在場所
1	5/27	月	羽田 - パリ	
2	/28	火	パリ リオデジャネイロ ブラジリア（移動） 15:00：JICAブラジル事務所関係者と打ち合わせ	ブラジリア
3	/29	水	10:00：地域開発省 局長表敬 14:00：地域開発省打合せ	ブラジリア
4	/30	木	9:00：地域開発省と打ち合わせ ブラジリア(15:10) - サンパウロ(移動)	サンパウロ
5	/31	金	10:00：JETRO 打合せ 14:00：サンパウロ州、IPT 合同打合せ	サンパウロ
6	6/1	土	現地調査準備	サンパウロ
7	/2	日	現地調査準備	サンパウロ
8	/3	月	7:00：クバトン砂防堰堤現場視察	サンパウロ
9	/4	火	7:30：サンパウロ-リオデジャネイロ - ノパフリブルゴ市（移動） 15:00：ノパフリブルゴ市打合せ	ノパフリブルゴ

10	/5	水	ノバフリブルゴ市 ワークショップ	ノバフリブルゴ
11	/6	木	10:00 市長表敬 PM: 現地調査 15:00: リオデジャネイロ州 打合せ(下田)	ノバフリブルゴ
12	6/7	金	ノバフリブルゴ - リオデジャネイロ(移動) 16:00: 総領事館表敬(加藤、山越、下田)、 15:25: 岡野氏 RJ着(下大迫)	リオデジャネイロ
13	/8	土	ワークショップ準備	リオデジャネイロ
14	/9	日	リオデジャネイロ ナベガンテス ブルメナウ(移動)	ブルメナウ
15	/10	月	サンタカタリーナ州、ブルメナウ市 とのワークショップ 午前中 市長参加	ブルメナウ
16	/11	火	9:00 地域開発省、ブルメナウ市 との打合せ PM: ブルメナウ パートナー企業(移動) (加藤、岡野、前田) PM: 現地調査(下田、山越、下大迫)	ブルメナウ
17	/12	水	パートナー企業訪問、工場視察(加藤、岡野) ブルメナウ-ナベガンテス-ブラジリア(移動) 15:30: JICA 打合せ(下田、山越、下大迫)	ブラジリア
18	/13	木	8:00; パートナー企業打合せ、 -ブラジリア(移動)(加藤、岡野) 9:30: 地域開発省打合せ 15:00: 多年度計画等、予算に関する講義(下田、山越、下大迫)	ブラジリア
19	/14	金	9:30: 地域開発省打合せ 14:00; JICA 打合せ、15:00: 大使館表敬	ブラジリア
20	/15	土	ワークショップ準備、M/M(案)準備	ブラジリア
21	/16	日	ワークショップ準備、M/M(案)準備	ブラジリア
22	/17	月	9:00: 最終 ワークショップ 出席者: 地域開発省、州、市、大使館、JICA	ブラジリア
23	/18	火	9:00 地域開発省打合せ 15:00; ブラジリア-サンパウロ(移動)	
24	/19	水	- パリ	
25	/20	木	羽田着	

(4) 目的:

ワークショップの開催:

鋼製砂防堰堤の構造および機能の説明を行うとともに、砂防堰堤の災害軽減効果の実証実験（映像）および日本の技術基準を用いた設計手法の紹介を行う。また、今後のプロジェクトを進める方やプロジェクトを進めるために必要な手続き等について、連邦、州、市と共通認識を持つ。

#### 民間企業の工場視察 およびヒアリング：

第1回現地活動により選定したファブリケーターの工場を訪問・視察・インタビューを行い、ファブリケーターの加工技術レベルを確認するとともに、当該技術の技術提携（ライセンス契約の締結）の準備を行う。

#### 地域開発省との打合せ：

砂防堰堤建設プロジェクトを推進するために、現時点での達成事項、今後の事業ステップで実施すべき事項、次のステップへつなげる内容を記載したM/M（案）を作成し、地域開発省とサインを取り交わす。合わせて、砂防堰堤の予算処置に関する情報を収集する。

#### 現場調査：

クバトンに建設されている砂防堰堤を視察し、ダム設計や建設状況、維持管理状況を把握し、ブラジルの建設技術等を精査する。

#### (5) 主な活動内容

第2回現地活動の主な活動は以下に示すとおりである。

##### 1) 砂防堰堤ワークショップ開催

2019年6月5日（水） 於：ノバフリブルゴ市、

2019年6月10日（月） 於：ブルメナウ市、

2019年6月17日（月） 於：ブラジリア

##### 2) 民間企業の工場視察およびヒアリング

2019年6月12日（水）、13日（木）

##### 3) 関係機関との打合せ

###### 3.1) M/M(案)に関する打合せ

2019年5月30日（木）、6月13日（木）、6月14日（金） 於：地域開発省

###### 3.2) 予算に関する打合せ

2019年6月13日（木）、6月18日（火） 於：地域開発省

##### 4) 現場調査

2019年6月3日（月） 於：Petrobras 社 at クバトン / SP 州

#### (6) 成果：

- ・ワークショップを通じて、日本の基準による砂防堰堤設計手法の紹介、技術移転ができた。また、映像やシミュレーション結果を用いて、砂防堰堤の被害軽減効果を具体的に説明ができた。一方、パイロ



ットエリアにおいて、予算申請に必要な「projeto basica」が実施されていないため、今後、実施が必要であることが明確になるとともに、住民移転等今後市が実施すべき手続きについて共通認識を持つことができた。

- ・民間企業の工場を訪問し、企業の加工技術レベルを確認するとともに、インタビューを行った。結果、砂防堰堤の鋼製部分の加工を行うために必要な、技術および設備を十分有していることが確認できた。
- ・地域開発省との打ち合わせでは、M/M（案）の作成を行い、M/M（案）に本事業の成果や次期技術協力プロジェクトの実施内容等を記載することができた。また、今後の予算に関する情報を入手することができた。
- ・クバトンのPetrobras 社所有の砂防堰堤の設置状況を確認した。ブラジル国の企業が、砂防堰堤を建設する技術（設計、施工）および維持管理の能力を有することが確認できた。

#### (7) 課題：

- ・パイロットプロジェクトを推進するためには、「projeto basica」の実施が必要である。実施に際しては、ブラジルの技術基準が必要であり、次技プロでは技術基準の設定が急がれる。また、砂防堰堤の設計を行える技術者の育成が重要である。
- ・現在のパイロットプロジェクト予定地の他に、砂防堰堤建設が必要な被災地は数十か所存在する。今後、砂防堰堤建設地の選定が必要である。
- ・事業推進に際しては、土地収用、住民移転等、市が実施すべき事項がある。これら実施事項を整理して文書化し、市担当者に確実に実施してもらうことが必須である。

### 4.3.2. 本活動の内容：

#### 4.3.2.1. 砂防堰堤ワークショップ開催

##### (1) 目的

土石流対策計画を具現化するための砂防堰堤建設に向けたワークショップである。日本側からは、鋼製砂防堰堤の構造や機能の概要、日本の基準による砂防堰堤設計手法、砂防堰堤の被害軽減効果の紹介とそのメカニズムを理解してもらう。また、砂防堰堤建設を実現するために必要な、連邦、州、市の役割について共通認識を持つために開催した。

##### (2) 概要

ワークショップを3回、下記都市において実施した。参加者については、巻末に添付する、アテンダンスリストを参照されたい。

第1回；2019年6月5日（水） 於：ノバフリブルゴ市、

第2回；2019年6月10日（月） 於：ブルメナウ市、

第3回；2019年6月17日（月） 於：ブラジリア

##### (3) 実施内容

連邦、州、市の担当者や学識経験者および日本大使館、JICA ブラジル事務所参加の基、ワークショップを開催した。以下に議事次第および会議メモを示す。

1) 第1回 ; 2019年6月5日(水) 於 : ノバフリブルゴ市

< 議事次第 >

### REUNIÕES PARA TROCA DE INFORMAÇÕES COM MUNICÍPIOS

(Realização em separado, nas cidades de Nova Friburgo e de Blumenau – das 9:00h às 17:00h)

	Teor do debate	Duração	Responsável
1.	Abertura e Objetivos da reunião ( 開会および会議の目的 )	9:00 – 9:10	SEDEC
2.	Cumprimentos iniciais ( 挨拶 )	9:10 – 9:30	Representant e do Prefeito Sec. Hiroteru Murayama Sr. Shinji Satoh Sr. Takaaki Kato
3.	Plano de Obras para a localidade “São Lucas” em Nova Friburgo/RJ ( “São Lucas” em Nova Friburgo/RJ の工事計画 )	9:30-10:00	Prefeitura de Nova Friburgo
4	Modelo de projeto de barragem SABO ( 砂防堰堤プロジェクト計画のモデル、手順 )	10:00-10:45	Sr. Hiroshi Shimoosako
	[ INTERVALO – Coffee ]	10:45-11:00	
5	Eficácia das barragens SABO na redução do transbordamento de material sólido. ( 砂防堰堤の軽減効果 ) • <i>Vídeo do teste de validação, simulação por computador.</i>	11:00-11:30	Sr. Hiroshi Shimoosako
6.	Questões e Comentários ( 質疑応答 )	11:30-12:00	-
	[ INTERVALO - ALMOÇO ]	12:00-13:30	-
7.	Desafios das Estratégias de Medidas Contra Desastres de Movimentos de Massa ( 土砂災害対策に挑む )	13:30-14:10	Sr. Noriyuki Minami / Sabo & Landslide Technical Center
8.	Questões e Comentários	14:10-14:30	-
9.	Inventário de áreas passíveis da ocorrência de Fluxos de Detritos ( 土石流発生地域のインベントリー )	14:30-14:50	Sr. Yoshifumi Shimoda
10.	Caracterização das localidades passíveis de ocorrência de fluxo de detritos na cidade de Nova Friburgo/RJ. ( Nova Friburgo/RJ 土石流発生流域の特徴 )	14:50-15:10	Equipe técnica do Município
	[ INTERVALO - Coffee ]	15:10-15:30	-
11.	Situação das ações para as instalações SABO e compromissos do município ( 砂防施設のための市の実施状況と役割 )	15:30-16:10	Equipe Técnica do Município

12.	Questões e Comentários finais ( 質疑応答 )	16:10-16:30	-
13.	Encerramento ( 閉会 )	16:30-17:00	SEDEC e Todos

#### < 協議概要 >

ワークショップでの協議概要を以下に示す。なお、ノバフリブルゴ市でのワークショップでは、砂防地すべり技術センターの、南理事長に日本の行政の視点での講演を行っていただいた。

### 1 . 会議の目的

Wolnei 氏が会議の目的を述べた。

- (1) 日本の民間技術普及促進事業 (PCDT) チームが鋼製砂防堰堤の技術をブラジルへ伝えるために来ている。ブラジルはこれまで日本の工場、工事現場を見学し知識を深めてきた。今回は最後の活動であるので、事業の成果を文章としてまとめたい。
- (2) 市政府は土石流対策のプライオリティの高い他の候補地がサンルーカス以外にもあると聞いているが、その情報を共有したい

### 2 . 日本大使館 村山書記官、JICA 佐藤次長、NSMP 加藤氏、Nova 市工事局長が挨拶

### 3 . サンルーカス病院横の土石流対策計画の説明 ( Alexandre 氏, Claudio 氏 )

- (1) サンルーカス病院の溪流では 2011 年に土石流が発生し大きな被害 ( 死者 10 人、家屋被害 20 軒、2 週間の病院閉鎖 ) が発生した。
- (2) この溪流は土砂流出が多いので、毎年河道掘削が必要な状況である。
- (3) この溪流は州道を横断しており、その下流河道も整備されていないので、道路下での流水の安全な通過、洪水氾濫防止対策が必要であり、流水氾濫対策については州政府との調整が必要である。
- (4) GIDES プロジェクトでは計画された砂防堰堤の概算コストを算出した。
- (5) 市政府では来年 8 月に開始する 2020 - 2023 年の多年度計画に、このサンルーカス病院の溪流の土石流対策を特別項目として入れている。
- (6) 2011 年にはサンルーカス病院の溪流以外にも土石流が発生している。例えばマリアテレザ地区では土石流災害が発生し、15 軒の住宅が移転をやむなくされた。

市の報告に対する Wolnei 氏が下記の連邦政府の意見を述べた。

- (1) サンルーカス病院の溪流の対策には、水の氾濫を防止する水路建設、砂防堰堤の維持管理の費用も必要である。また工事用道路の建設費用も必要となる。
- (2) これらの費用は市負担となるが、市で負担できるのか。

### 4 . 南理事長講演

南砂防・地すべり技術センター理事長が「土石流災害対策に挑む」のテーマで講演を行った。

- (1) 土石流対策を実施するには体制、人材、予算の 3 要素があり、それらが 1 つ欠けても上手く行かない。その中でも人材が最も重要で、防災人材の育成は日本でも課題である。

- (2) 日本の土砂災害対策は、構造物対策、土地利用規制、早期警報発令の3本柱で実施している。
- (3) 土砂災害対策を推進するために日本には4つの法律が作られており、この法に基づき継続的に砂防事業が実施されている。
- (4) 日本の土砂災害の74%は斜面崩壊で26%を土石流が占めている。
- (5) 土石流危険箇所は60万箇所あり、その法指定が2020年に完了する。この危険箇所を調査し法指定するのに20年を要した。
- (6) 日本とブラジルの土石流災害状況の写真を並べて見てわかるように、どちらが日本で、どちらがブラジルか解らないほど土石流災害現象は似ている。従って、日本の土石流対策はブラジルでも有効と思う。

#### 5．砂防堰堤の効果の検証（下大迫）

サンルーカス病院の溪流の土石流対策砂防堰堤（ソイルセメント）の日本の技術基準に基づく予備設計、砂防堰堤の土石流・流木捕捉実験ビデオ、2次元土石流解析による砂防堰堤の災害軽減効果について、民間技術普及促進事業（PCDT）チームがプレゼンテーションを行った。

#### 6．土石流災害インベントリーおよび土石流対策構想（下田）

- (1) 2000年以降に土石流が発生した事例を収集し、砂防堰堤により土石流対策が可能な地域を調べたインベントリー、およびそれらの流域の砂防堰堤による超概略の土石流対策計画を紹介した。これは、日本企業が鋼製砂防堰堤技術を輸出するためのビジネス計画策定のための需要把握が主目的で実施したものであるが、市の対策実施に対する意向を把握するために発表した。
- (2) Nova市には5流域があり、市はいずれの流域も土石流対策の必要性を理解していた。

#### 7．ノバフリブルゴ市の土石流リスクマップの作成状況

- (1) マッピング業務を実施している Pedro Santana Peregrine 氏と Luiz Pinheiro Rocha 氏が土石流リスクマップの状況について説明した。
- (2) マリアテレサ地域のマッピングは終了しており、流域の地形、地質の概要説明があった。
- (3) サンルーカス病院を含むコレゴダントラス地域およびドスペドラス地域については、溪流抽出は終了しているが危険ゾーンは作成中であることが報告された。

#### 8．砂防堰堤建設事業の進め方について

午前中の第3議題の討議における Wolnei 氏のコメントを受けて、Claudio 氏が事業推進のための今後の市の活動計画について説明したが、Wolnei 氏との意見の相違は埋まらず、ワークショップを閉会し、時間をおいて、Claudio 氏、Wolnei 氏、JICA 佐藤次長、山越氏で協議することとした。

以上



ワークショップ



ワークショップ



南 理事長講演



南 理事長講演

2) 第2回 ; 2019年6月10日(月) 於 : ブルメナウ市、

< 議事次第 >

### REUNIÕES PARA TROCA DE INFORMAÇÕES COM MUNICÍPIOS

(Realização em separado, nas cidades de Blumenau – das 10:00h às 16:50h)

	Teor do debate	Duração	Responsável
1.	Abertura e Objetivos da reunião (開会および会議の目的)	(10:00–10:10)	SEDEC
2.	Cumprimentos iniciais (挨拶)	(10:10 – 10:30)	Prefeito Mario Hildebrandt. Representant e do Estado Sr. Takaaki Kato
3.	Plano de Obras para a localidade “Fortaleza Alta” em Blumenau/SC ( “Fortaleza Alta” em Blumenau/SC の工事計画 )	(10:30-11:00)	Prefeitura de Blumenau
4.	Modelo de projeto de barragem SABO (砂防堰堤プロジェクト計画のモデル、手順)	(11:00-11:30)	Sr. Hiroshi Shimoosako
5.	Eficácia das barragens SABO na redução do transbordamento de material sólido (砂防堰堤の軽減効果) • <i>Vídeo do teste de validação, simulação por computador.</i>	(11:30-12:00)	Sr. Hiroshi Shimoosako
6.	Questões e Comentários (質疑応答)	(12:00-12:30)	-
	[ INTERVALO - ALMOÇO ]	(12:30-14:00)	-
7.	Inventário de áreas passíveis da ocorrência de Fluxos de Detritos (土石流発生地域のインベントリー)	(14:00-14:30)	Dr. Maurício Pozzobon
8.	Caracterização das localidades passíveis de ocorrência de fluxo de detritos na Cidade de Blumenau/SC. (Blumenau/SC 土石流発生流域の特徴)	(14:30-15:00)	Equipe técnica do Município
	[ INTERVALO - Coffee ]	(15:00-15:20)	-
9.	Situação das ações para as instalações SABO e compromissos do município (砂防施設のための市の実施状況と役割)	(15:20-16:00)	Equipe Técnica do Município
10.	Questões e Comentários finais (質疑応答)	(16:00-16:20)	-
11.	Encerramento (閉会)	(16:20-16:50)	SEDEC e Todos

## < 協議概要 >

ワークショップでの協議概要を以下に示す。

### 1. ワークショップ運営等に関する協議

ワークショップ開催の2日前に Lawrence 氏からブルメナウ市のワークショップ開催に関して市民防衛局と工事局との調整が難航していると報告があり、地域開発省の Wolnei 氏に電話による調整を依頼した。その結果、ワークショップの冒頭で、議長の Erico 氏（地域開発省）が会議運営および砂防堰堤建設事業の体制について説明することになった。

- (1) GIDES でブルメナウ市に砂防堰堤を計画し、この民間技術普及促進事業（PCDT）は、その砂防堰堤建設工事を実施することを目的としている。従って今後は工事担当部局である工事局が重要になると考えている。また、GIDES 経験者に継続して担当してもらった方が、効率的に事業が出来ると考えている。
- (2) それを理解した上で、ブルメナウ市が今後どのような体制で臨むのか、市民防衛局と工事局で調整していただきたい。

Carlos 市民防衛局長の回答

- (3) 市の行政の責任者は市長であり、その調整を市民防衛局長が実施するようになっている。市民防衛局は工事を実施するのではなく、今回の様な重要な会議等の調整を行う。
- (4) 砂防堰堤工事は工事局が実施し、GIDES の経験者を活用するようにする。

上記の回答を Erico 氏が了承した。

### 2. ワークショップ開催の目的

Erico 氏が PCDT およびこのワークショップの目的について下記の説明を行った。

- (1) Erico 氏が GIDES で砂防堰堤による土石流対策計画を作成し、次の技プロでは設計マニュアルを作成してパイロットプロジェクトの基本設計、詳細設計および建設を実行する予定であることを説明し、この PCDT は2つのプロジェクトの繋ぎを実施する。
- (2) 次のプロジェクトで砂防堰堤建設を実現するための連邦、州、市の役割について、この会議で話し合いたい。

### 3. Mario Hildebrandt 市長挨拶

- (1) 昨年に引き続き日本の砂防堰堤技術を紹介してもらい、GIDES から引き続き日本の技術を勉強させてもらうことは、市民の安全のために役に立つと大変感謝している。
- (2) 市は、今後も砂防堰堤が実現するまで JICA プロジェクトを続けるようお願いしたい。

### 4. サンタカタリーナ州の Fernanda 氏、および NSMP の加藤氏の開会挨拶

### 5. 砂防堰堤の設計と効果の検証

下大迫氏が砂防堰堤の構造概要および設計について解説した。さらに、水理模型実験ビデオおよびブルメナウ市に計画された砂防堰堤による土砂氾濫軽減効果のシミュレーション結果を報告した。

これら等の報告に関して質疑応答がなされ、下記のことを説明された。

- (1) 砂防堰堤1基の建設期間は約2年を要する。しかし、コンクリート工事と鋼製部の工場製作を並行して行う事で期間は短縮できる。
- (2) 両岸堤体材料にソイルセメントを採用せず、コンクリートとしたのは、堤体積が1,500m<sup>3</sup>以下ではコンクリートの方が安価となるためである（ブルメナウ市に計画している砂防堰堤の堤体積は1,300 m<sup>3</sup>）。
- (3) 鋼製部の製作はブラジルの工場と交渉している。将来的に需要が多くなり、製作工場を増やす必要が出てくれば、ブルメナウ市内の工場もその能力を評価した上で検討することはある。
- (4) 土石流となって流下する土砂の粒径試験は実施していないが、現地の土質の観察結果から粒径が小さいと判断し、平均粒径0.1 mm、1 mm、10 mmの3ケースの土石流氾濫シミュレーションを実施している。

## 6. インベントリ調査の報告 (Mauricio 氏)

- (1) 2000年~2018年の間にブラジルで発生した土石流災害は48回あった。その中で砂防堰堤により対応可能な23カ所を選出し土石流災害台帳を作成した。サンタカタリーナ州では7件、ブルメナウ市では2件を選出した。
- (2) 台帳には、土石流発生渓流名、位置情報、降雨量、被害(死者、被災家屋、流域面積)等を記載している。
- (3) ブルメナウ市の最初の事例は、ルアパリオサ地区(ボンレティーロ川の支川)で2008年11月23日に土石流が発生し5家屋が被害を受けた。保全対象全体としては30軒以上あり、ブルメナウ市で最も大きい衣類工場も含まれている。第2番目の事例は、ジョセハウター地区(ヴェリア川の支川)で同じく2008年11月23日に発生し、5人死亡、7家屋が被害を受けた。保全対象全体としては30軒以上ある。後者の事例は災害予防計画が作成されている。
- (4) 上記2カ所においては降雨量だけにに基づき計画土石流量を算出し、超概略の砂防堰堤計画を作成した。
- (5) 上記報告に関して下記の討議が行われた。
  - ・ 2008年以降も土砂災害が発生しているが、それらは斜面崩壊であり土石流とは判定されていない。
  - ・ 都市部ではごみ捨て場で土石流が発生し流下している事例があるが、それは特殊な事例であり、どこにでもある例ではない。
  - ・ リスクマッピングによると土石流危険箇所はフォルタレーザアルタ地区だけで15カ所あり、他の地区のマッピングはまだ実施していないが、南部地区は山地地形が厳しいのでもっと危険箇所は多いと考えられる。

## 7. 土石流発生事例およびその災害復旧計画 (Lawrence 氏が報告)

- (1) 2008年11月23日に土石流の発生したルアジョセハウテンベルグ(Mauricio氏が報告したジョセハウターと同じ場所)において作成した災害復旧計画を紹介する。このProjecto Basicoは2009年に作成し予算申請中である。この計画は2社のコンサルタント会社に委託して作成した。
- (2) 対策計画は崩壊斜面(全高約100m)に3カ所に高さ8mの蛇籠砂防堰堤(擁壁)を計画したものである。事業費は1,700,000BRLを想定している。
- (3) この対策で守られる家屋数は40軒あり、一帯の生活圏には200軒の家屋が存在するので、対策実施の優先度が高い。従って、フォルタレーザアルタに変わってここをパイロットプロジェクトにしたい。
- (4) 上記復旧計画について下記の討議が行われた。
  - ・ 蛇籠では土石流に衝撃に耐えられない。
  - ・ 計画では土石流荷重を計算していない。
  - ・ 2008年に崩壊が発生したのは支川であり、本川上流で斜面崩壊が発生した場合には対応できていない。従って、住民の安全が確保された計画ではない。
  - ・ 災害復旧事業としては崩壊が発生した斜面しか対策が出来ない事業限界がある。

## 8. 日本研修成果報告 (Fernanda 氏、Lawrence 氏が報告)

### 9. 砂防堰堤建設のために市政府の役割について討議

- (1) ルアジョセハウテンベルグ地区をフォルタレーザアルタに変えてパイロットプロジェクトとする案について討議されたが結論は出ず、明日討議することになった。
- (2) パイロットプロジェクトは1カ所に絞る。
- (3) 砂防堰堤建設による地形測量、地質調査、環境影響評価、社会的インパクト(効果)評価については市政府が実施し取りまとめる。砂防堰堤建設のために必要な住民移転も市政府が実施すべきこと。
- (4) 事業のための市の体制について、市民防御局長が下記のように述べた。
  - ・ 一局で実施できる事業ではないので、市民防御局が全局をコーディネートする。



- 今多年度計画を作成しているので、この中に市が実施するためにかかる費用を明確にし、計上する。
- (5) 州の対応に関しては Fernanda 氏が州に持ち帰り相談することになった。
- (6) 砂防堰堤建設のために必要な地形測量、地質調査の仕様については、日本側が提供する。

以上



ワークショップ



ワークショップ



Mauricio 氏 報告



Fernanda 氏 報告



下田講義



集合写真

Lawrence 氏 報告



Mario Hildebrandt 市長

3) 第3回 ; 2019年6月17日 於 : ブラジリア

< 議事次第 >

WORKSHOP

PCDT - Projeto de Cooperação Técnica para a Divulgação de Tecnologia Japonesa  
para Construção de Barragens SABO

— Programação —

Horário	Sessão	Assunto	Duração	Responsável
09:30	1	Abertura, apresentação dos participantes e cumprimentos iniciais	20min	MDR / SEDEC; JICA; Embaixada do Japão; NSMP
09:50	2	Objetivos do Workshop	10min	MDR/DOP
10:00	3	Barragem SABO tipo Slit e teste de validação da eficácia na retenção de detritos	20min	NSMP
10:20	4	Demonstração e análise da eficácia na prevenção do transbordamento de material sólido por meio de simulações	20min	YEC
10:40	5	Dúvidas, questões e comentários	15min	Todos
10:55	— Intervalo —		15min	—
11:10	6	Estrutura para fabricação e fornecimento de barragem SABO tipo Slit	30min	NSMP
11:40	7	Dúvidas, questões e comentários	15min	Todos
11:55	8	Relatos da experiência adquirida na visita técnica ao Japão	20min	UFPE
12:15	— Intervalo para almoço —		1h 45min	—
14:00	8	Andamento da elaboração do projeto de construção da barragem SABO tipo Slit no Hospital São Lucas	30min	Nova Friburgo - RJ
14:30	9	Andamento da elaboração do projeto de construção da barragem SABO tipo Slit em Fortaleza Alta	30min	Blumenau - SC
15:00	10	Dúvidas, questões e comentários	15min	Todos
15:15	— Intervalo —		15min	—
15:30	11	Apresentação dos locais onde intervenções contra fluxo de detritos são consideradas necessárias / Diagnóstico preliminar	30min	YEC
16:00	12	Dúvidas, questões e comentários	15min	Todos
16:15	13	Programa 2040 - Gestão de Riscos e Resposta a Desastres. Fluxo de etapas para a implementação de obras para redução de riscos de desastres.	30min	MDR / DOP
16:45	14	Dúvidas, questões e comentários	15min	Todos
17:00	15	Considerações finais	5min	MDR / SEDEC

MDR – Ministério do Desenvolvimento Regional  
SEDEC – Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil  
DOP – Departamento de Obras de Proteção e Defesa Civil

NSMP – Nippon Steel Metal Products Co., Ltd.  
YEC – Yachiyo Engineering Co., Ltd.  
UFPE – Universidade Federal de Pernambuco

< 協議概要 >

ワークショップでの協議概要を以下に示す。

1. 挨拶

Paulo 部長 (SEDEC)

- (1) ブラジルでは土砂災害予防と言えば斜面崩壊対策を実施してきたが、本事業の対象とするのは2011年にノバフリブルゴ市で起きた様な大規模な土石流災害の解決策であり、私たちにあって全く新しい事業である。本事業はブラジルの土砂災害予防にパラダイムシフトを起こすものと考えている。
- (2) この土石流対策はGIDESにおいて計画論を勉強し、本事業で構造物を勉強し、次の技術協力プロジェクトで設計・施工の技術を勉強する。砂防堰堤実現までは長い道のりであるが前向きに取り組んでゆく。
- (3) SEDECは次の多年度計画の「予算 8865」に「fluxo de detritos (土石流)」の言葉を新しく記述した。これで公式に土石流対策が政府予算で出来るようになった。

田中氏 (JICA ブラジル事務所)

- (1) ブラジルの土砂災害を少なくするには砂防堰堤建設が効果的であると考えられるので、その技術の普及することを願っています。
- (2) 日本には「災害は忘れた頃にやってくる」と言う箴言があります。2011年の大災害から既に9年が経過しています。今、災害対策の強化を進める必要があります。

村山氏 (日本大使館)

- (1) 今回2011年に土石流の発生したノバフリブルゴ市を見てきましたが、その災害の様子は日本の広島県の土石流災害とよく似ています。日本の広島県で建設されているような砂防堰堤はブラジルでも土石流災害を防止できると考えています。
- (2) 砂防・地すべり技術センターの南理事長の発表で、防災には 人材、 組織、 予算の3本柱が重要と学びました。連邦政府は予算を確保して下さい。

加藤氏 (NSMP)

- (1) この事業はブラジルで砂防堰堤建設を実現するためのPCDTです。土石流はブラジルでも古くから発生していますが、その対策は取られていません。GIDESでは土石流対策の計画論を勉強しました。この事業はその計画論を具現化する砂防堰堤技術を紹介しています。
- (2) 今回はノバフリブルゴ市とブルメナウ市政府と具体的な建設に向けた話合いが出来ました。更に、ファブリケーターと鋼製砂防堰堤の製作について話し合いを行い、前向きの回答をもらいました。
- (3) ブラジルでの活動は今回で終わりますが、日本に帰国してからも砂防堰堤建設実現に向けて必要な支援を行います。

## **2. 本事業および Workshop の目的 ( Wolnei 氏 )**

- (1) GIDES では土砂災害を軽減するための非構造物対策と構造物対策を学びました。構造物対策の計画論としては斜面崩壊対策と土石流対策の計画作成マニュアルを作ってきました。本事業は土石流対策計画を具現化するための砂防堰堤建設実現に向けた PCDT です。
- (2) この次のプロジェクトでは PCDT で開けた扉をさらに進めるために 2 つの目標を定めています。第 1 は年内に次のプロジェクトを開始すること。第 2 はブラジルの国土に適した経済的な砂防堰堤設計マニュアルを作成する事です。
- (3) 南理事長が言ったように、防災、減災は継続して努力する必要がある。日本は 120 年以上も努力を続け 6 万基以上の砂防堰堤を建設して来ています。我々も 1 基の砂防堰堤を建設して終わるのではなく、日本を参考に努力を続けたいと考えています。
- (4) こうした努力のスタートとして、ブラジル国が次のプロジェクトを大変楽しみにしていることを日本大使館および JICA へ伝えたい。

## **3. 鋼製砂防堰堤の構造および機能の概要 ( 加藤氏 )**

- (1) 砂防堰堤には、不透過型と透過型の 2 種類があり、土石流対策として透過型砂防堰堤が効果的なことを解説した。さらに透過型は下流河道の安定、河川生態系の連続性を保全する利点がある事を解説した。
- (2) 透過型砂防堰堤として、道中央部を開口して鋼管フレームを入れる鋼製スリット砂防堰堤が開発され、土石流対策の主流となっていることを説明した。
- (3) 鋼製スリット砂防堰堤の巨礫による閉塞現象、その間隔の決定方法、鋼管径および板厚、耐用年数などについて説明した。
- (4) 土石流を捕捉した後の堆積土砂の掘削、部分変形した鋼管の補修等、次の土石流に備えた維持管理について解説した。

## **4. 鋼製砂防堰堤の土石流捕捉および氾濫防止効果の検証 ( 下大迫氏 )**

- (1) 水理模型実験ビデオを用いて、鋼製スリット砂防堰堤の土石流捕捉効果を示した。
- (2) 土石流の 2 次元氾濫シミュレーションにより、パロットプロジェクトでノバフリブルゴ市とブルメナウ市に計画された砂防堰堤の土砂氾濫防止効果を示した。

## **5. 第 3 項、4 項に関する質疑応答**

パワーポイントに展示した鋼製スリット砂防堰堤の写真に、鋼管が凹んだものがあったが、部分的に凹んだり、完全に破壊することがあるのか？の質問があり、加藤氏から下記の説明があった。

- (1) 他社の製品であるが、完全に破壊した事例はある。その原因が調査され、土石流衝撃力が設計荷重を超過していたことが判明し、事後その対策を取るようになっている。
- (2) 鋼管が部分的に凹む事例は比較的多い。設計においてもある程度凹むことで衝撃力が小さくなることを見込んでいる。この場合凹みが許容範囲を超えていれば、その部分のパーツを交換する。

## **6. 鋼製砂防堰堤の供給体制（加藤氏）**

- (1) 先日、ファブリケーターの工場を視察して、鋼管の切断、鉄板の穿孔、溶接、品質管理などの設備、能力がある事を確認し、交渉を進めている。
- (2) 鋼製砂防堰堤が発注された場合に供給できるように準備を進める。
- (3) 鋼管自体はこの工場で製造するのではなく、ブラジル国内で購入し、鋼製砂防堰堤に加工する工程を考えている。

## **7. 日本研修結果の報告（Coutinho教授）**

今年6月に実施した日本研修結果について、Coutinho教授が日程を追って研修概要の報告を報告した。最も印象に残ったものとして、日本は、国交省が土石流の研究所および研究員を持っている事を上げた。

## **8. ブルメナウ市の砂防堰堤事業の実施状況（Lawrence氏）**

パイロットプロジェクトとして鋼製砂防堰堤を計画しているフォルタレーザアルタの流域特性、砂防堰堤建設の準備状況について下記の報告があった。

- (1) 2008年に斜面崩壊が発生し土石流化して流下した。2人の犠牲者がでた。
- (2) 都市拡張が予定されている区域であるので、土石流対策を実施したい。
- (3) 砂防堰堤建設のために移転の必要な住宅があり、今後解決すべき課題である。
- (4) これまで実施した事項
  - ダムサイトの縦横断測量
  - ダムサイトのボーリング調査
  - ドローンによるダムサイトの3次元モデリング
- (5) 今後、市が実施を予定している内容
  - 植生調査、追加の必要な測量およびボーリング調査
  - 移転の必要な家屋の調査と移転計画検討
  - 次の多年度計画の予算として組み込む予定であり、これから手続きを始める。
- (6) 上記説明に対し、保全対象が少ないことが問題として指摘された。市は都市拡張により将来の保全対象が増加する事を想定しているので事業の優先度が高いとの考えを示した。

## **9. ノバフリブルゴ市の砂防堰堤事業の実施状況（Alexandre氏）**

パイロットプロジェクトとして不透過砂防堰堤を計画しているサンルーカス病院の溪流について下記の説明があった。

- (1) 2011年1月に土石流が発生し10人の犠牲者があり、20家屋が被災した。さらに、病院および州道R135が2週間機能停止し大きな損害を被った。

(2) 病院は民間の病院で心臓病では有名であり地域の重要な施設であるので、土石流対策の優先度が高い。

(3) これまで下記のことを実施してきた。

- 防災施策推進のための委員会（委員は3人）を設置した。
- 来年度からの多年度計画に防災を重要事項として組み込んだ。

#### 10. 近年の土石流災害調査結果（下田氏）

(1) 2000年～2018年間に土石流の発生した溪流をリストアップし、その中で砂防堰堤による対策が可能な23流域を選出し、土石流対策砂防堰堤配置の予備的な検討をした。

(2) この調査は鋼製砂防堰堤の当面の需要予測のために実施したものであり、極めて粗い予備的な検討であり、そのままの精度で土石流対策工事を実施するための計画としては使用できない。

(3) 23流域において土石流災害を防止するためには約50基の砂防堰堤を必要とし、日本企業が技術を提供する当面の需要としては十分と考えている。

(4) 過去の土石流流出土砂量（1km<sup>2</sup>当たりの量）が10倍から50倍の差がある事について質問があり、下記の解説を行った。

- 個々の流域は地形、地質、土質、植生が大きく異なるので、それぞれの流域の流出土砂量にも当然大きな差がある。
- 個々の流域特性により流出土砂量が大きく異なるために、計画マニュアルでは個々の流域の現地踏査により移動可能土砂量を算出する方法をとっている。この現地調査による土砂量の査定方法はマニュアルに示されているが、訓練が必要である。

#### 11. 砂防建設事業の進め方について

今後の砂防堰堤建設事業の進め方について下記の意見が出された。

##### 予算について

(1) PACにおいて2011年に大規模な災害対策予算が組まれた。現在は少なくなっているが災害対策予算は残っている。

(2) 連邦政府は2020-2023年の多年度計画のアクションとして「土石流」を入れ込んだ。これにより、資金と人材を土石流対策に投入し実行することが可能になった。

(3) 多年度計画に土石流が明記されたことにより、大臣、局長が変わっても、土石流対策に予算を使うことができる。政治に左右されないで土石流対策ができるようになったことは、土石流対策推進にとって大きい進歩である。州、市も多年度計画に土石流対策を書き込むようにしてください。

(4) ノバフリブルゴ市は災害予防を多年度計画に入れ、それを実行するために市条例により委員会を設置した。委員会が土石流対策を提言すると市長は実施しなければならなくなった。連邦政府が土石流対策に一生懸命であることを市長に伝える。

- (5) リオデジャネイロ州でも多年度計画のアクションに土石流対策を入れるように努力する。さらに日本から提供された技術がブラジルで適用されるように努力する。
- (6) 山田大使も多年度計画に土石流対策が記述されたことを喜んでおられる。

今後実施すべき事項について

- (1) 市のワークショップで討議した砂防堰堤建設のために市が実施すべき事項については、両市間で調整を取り今後の砂防堰堤建設事業推進のための実施事項を文書化する。整理された事項を必ず実行するようにしてください。
- (2) (砂防堰堤建設事業の)ステップについては議論する時間が少なかったが、次の技術協力プロジェクトにとっては重要であるので SEDEC 内で議論してまとめる。

以 上



ワークショップ



ワークショップ



ワークショップ



集合写真



#### (4) 成果

ワークショップ開催により、鋼製砂防堰堤の構造および機能の概要、日本の基準による砂防堰堤設計手法の紹介、技術移転ができた。また、ノバフリブルゴ市およびブルメナウ市に提供した、平面2次元による被害軽減効果のシミュレーション結果は、将来事業申請に用いる事業の効果説明に十分活用できる物である。

また、今後砂防事業の進め方について、連邦、州、市の担当者および日本側で共通認識を持つことができたことは大きな成果である。

#### (5) 課題

パイロットプロジェクトにおいて、予算申請に必要な「projeto basica」が実施されていないため、今後、実施が必要であること、また、それに関連して、ブラジルの基準に基づく、設計指針、設計マニュアルの制定を急ぐ必要があり、そのための技術委員会を立ち上げる必要がある。

プロジェクト実施においては、住民移転等、市が実施すべき手続きが多数ある、これら項目を整理して、手続きを始める必要がある。

### 4.3.2.2. 民間企業の工場視察およびヒアリング

#### (1) 目的

第1回現地活動から交渉を続けていたファブリケーターを訪問、工場視察とインタビューを行い、ファブリケーターの加工技術レベルおよび工場の設備等を確認するとともに、当該技術の技術提携（ライセンス契約の締結）の準備を行う。

#### (2) 概要

2019年7月12日（水）、13日（木）ファブリケーターを訪問し、工場視察、インタビューを行った。インタビューに際しては、事前にチェックシートを送付し、その内容を確認する形式で、加工技術レベル等を確認した。

#### (3) 実施内容

##### 1) インタビュー

下記の項目を中心にインタビューを行った。

- 企業の事業の概要
- 技術力。経営力

- (a)技術水準および製造能力、 (b)管理能力、 (c)経営能力、 (d)経理内容、 (e)地理的条件、
- (f)輸送能力

##### 2)工場視察

工場内を視察した。

#### (4) 成果

インタビュー、工場視察により、ファブリケーターが鋼製砂防堰堤の鋼製部材の加工を行うための技術および設備を十分有していることが確認できた。また、当該技術の技術提携（ライセンス契約の締結）の準備を始めることができた。

ブルメナウで建設予定の鋼製砂防堰堤の鋼製部材の見積もりを依頼した。

#### (5) 課題

今回ブルメナウで建設予定の鋼製砂防堰堤で使用する鋼管をはじめとする鋼材は、日本であれば商社や鋼材問屋から必要な量を購入できるが、ブラジルでは一般に流通している材料ではないため、都度メーカーから購入することになる。また購入するには、ある程度の量（最少ロット：今回のインタビュー結果では鋼管1サイズ当り100ト）が必要となるため、鋼製砂防堰堤1基では、使用する鋼材が少なく、使い道のない大量の鋼材を在庫として抱えるか、余った鋼材をスクラップ処理しなくてはならず、事業として成り立たない。このような状況でファブリケーターが技術提携を行ってくれるかは不確実である。また、使用鋼材量は少ないが購入する鋼材は多くなるため、製品価格が割高となることが懸念される。

そのため、今後、さらなる鋼製砂防堰堤の建設を進めるとともに、ブラジル国家と今後のビジョン（鋼製砂防堰堤を継続して建設する等）を明示するなど、国内企業が大きな初期投資（リスク）を負ってでも、当該事業に参画したいと思わせることが肝要である。

### 4.3.2.3. 関係機関との打合せ

#### (1) 目的

現地調査やワークショップへの支援依頼やプログラムの調整、M/M(案)の作成、砂防堰堤建設に向けた予算に関する情報収集等のため、関係機関（地域開発省、リオデジャネイロ州、SP州、ノバフルブルゴ市、ブルメナウ市）と打合せを行った。また、打合せ内容は巻末の議事録に整理した。ここでは、地域開発省と行った、M/M(案)の作成および予算に関する事項について記載する。

M/M(案)の作成は、砂防堰堤建設プロジェクトを推進、継続するために、現時点での達成事項、今後の事業ステップで実施すべき事項等、次のステップへつなげる内容を記載し、地域開発省とサインを取り交わすことを目的としている。合わせて、砂防堰堤建設に向けた予算の状況に関する情報を収集する。

#### (2) 概要

打合せは、下記の日程で行った。

##### (1) M/M(案)に関する打合せ

2019年5月30日(木)、6月13日(木)、6月14日(金)、6月17日(月) 於：地域開発省

主担当：Sr. Wolnei (Project manager)、Sr. Erico de Castro Borges、Sr. Daniel

##### (2) 予算に関する打合せ

2019年6月13日(木)、6月18日(火) 於：地域開発省実施内容

主担当：Sr. Paulo (部長)、Sr. Wolnei (Project manager)、Sra. Angelia Fzddovi,

### (3) 実施内容

#### 1) M/M(案)に関する打合せ

M/M への記載内容の修正を重ね、地域開発省、日本側が合意の上、現在、地域開発省の法務部で審査を実施している。M/M(案)および議事録は巻末に添付する。

打合せの中で特に議論、提案があった項目は以下のとおりである。

- ・ 位置づけ：M/M の位置づけは、この民間連携事業は GIDES と次の技術協力プロジェクトを結ぶことで土石流災害を防止する構造物対策事業を推進するのが目的である。事業最終の結論をまとめるものではなく、現時点での達成事項を記録し、今後の事業ステップで実施すべき事項を記述するようにして、次のステップへつなげる内容とする。
- ・ 日本の基準に基づく予備設計のことを M/M 上では Draft Preliminary Design と記述する。
- ・ -3 表形式を変更する。記載事項は、民連事業開始時の合意事項、実施した内容、備考欄にの差異の理由や今後の展開等を記載する。詳細部分については、表の下部に追記する。
- ・ 実施項目は、日本側とブラジル側で各々分けて記載する。
- ・ Next step の記載、step1,2,3・・・item1,2,3 に変更する。
- ・ 次の技プロで追加候補地となるような地点名は、今回は記載しない。今は、ノバフリブルゴ市とブルメナウ市の砂防堰堤事業を推進することを考えればよい。
- ・ 設計の区分と定義

ブラジルと日本では予備、基本、詳細、実施等の設計区分に相違がある。設計の用途に基づき用語を明確にした。

日本語	ポルトガル語	用途および精度
予備設計	anteprojeto	事業計画、企画段階で構造物の概要を把握するために行う。
基本設計	projeto basica	入札に使用できる制度の設計で、コントラクターとの契約根拠となる図面である。日本では「詳細設計」「実施設計」と呼ばれている精度の設計。
実施設計	Projeto executivo	契約後にコントラクターが施工するために実施する設計。



6/13 打合せ



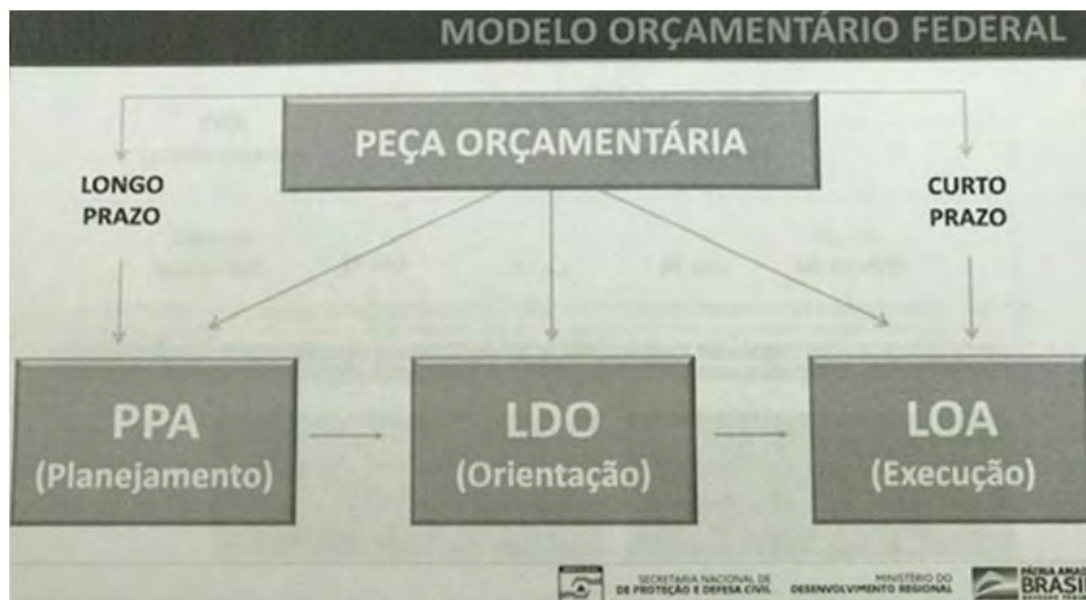
6/17 打合せ

## 2) 予算に関する打合せ

地域開発省より、ブラジルの予算システムを、予算の構造、予算のタイプ、予算のアクションと予算外のアクション、防災に関する予算に分けて説明を受け、質疑応答する形式で砂防堰堤建設に向けた予算状況の確認を行った。

主な内容は以下のとおりである。

- 予算は PPA (Plano Plurianual de Aplicação 多年度計画) に基づく中期的な予算計画、LOA (Lei de Orçamento Anual 年度予算法) にもとづく年度予算、その間の LDO (Lei de Diretrizes Orçamentárias 予算基本法) による「予算の基本方針」の3つの構造からなっている。PPA は LDO による基本方針を踏まえて投資内容(支出用途)を決めて、LOA に基づく年度予算になる。



- ・災害予防の予算は 8348、8865、20NN の 3 種類である。
- ・8865：旧都市省の予算で、災害予防の工事に使われる。PAC（成長加速プログラム）に組み込まれている。2012年—2015年の PAC encostas（8865）は 27 億 BRL 内 16 億 BRL が支出済みで、残り 11 億 BRL の内 6 億 BRL は予算が確定しているが 5 億 BRL が未確定である。

**ORÇAMENTO 2019**

Valores em R\$ (Reais)

Assunto	Ação orçamentária	PLOA 2019 (SEDEC)	LOA 2019	%
Operação Carro Pipa	2280	734.849.378,00	680.000.000,00	93%
Resposta	2280	181.277.844,00	79.000.000,00	44%
Recuperação	2280	200.548.584,00	15.000.000,00	7%
Prevenção (obras)	8348	508.297.795,00	-	0%
Prevenção (PAC encostas)	8865	211.000.000,00	33.509.679,00	16%
Prevenção (Cartas geotécnicas)	20NN	18.000.000,00	-	0%
Modernização Cenad	14UX	9.810.000,00	7.797.500,00	79%
Fortalecimento SINPDEC	8172	3.300.000,00	2.926.000,00	89%
Total Geral		<b>1.867.083.601,00</b>	<b>818.233.179,00</b>	<b>44%</b>

- ・SEDEC は 2020 年 - 2023 年の PAC 予算を作りつつある。新しい PAC8865 のアクションに予算費目として、斜面崩壊、斜面浸食などに加え新しく土石流（fluxo de detritos）を加えた。これにより土石流対策事業に対する支出が出来るようになる。また、「その他土砂移動現象」も言及された。

**Ação 8865**

**Título:** Apoio à Execução de Projetos e Obras de Contenção de Encostas em Áreas Urbanas

**Descrição:** Apoio aos Estados, Municípios e Distrito Federal para: elaboração de Projetos de Estabilidade de Encostas e de execução de Obras de Contenção de Encostas, com o objetivo de prevenir a ocorrência de desastres relacionados a deslizamentos de encostas, erosão em encostas, solapamento de margens, fluxo de detritos e processos correlatos a movimento gravitacional de massa.

**Produto:** População beneficiada

**Especificação do Produto:** Ações de prevenção para redução de risco de desastres em áreas de risco por meio de intervenções estruturais beneficiando diretamente a população.

**Forma de Implementação:** Descentralizada

**Detalhamento da implementação:** O Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR) publicará Portaria em que disponibilizará os manuais operacionais na página do Ministério, informando sobre os objetivos, modalidades e condicionantes. Os Municípios, Estados e Distrito Federal habilitados a participar do programa deverão encaminhar ao Ministério propostas de intervenção em áreas de risco do Município beneficiário, baseadas em laudos técnicos ou mapas de risco existentes. As propostas selecionadas pelo MDR terão resultado publicado em Portaria Ministerial. O Ministério selecionará as propostas recebidas e publicará o resultado em Portaria. Posteriormente, os proponentes deverão apresentar à CEF, para análise, o PT e a documentação técnica, jurídica e institucional previstos. Aprovada a proposta, os proponentes celebrarão contrato com a CEF, estabelecendo as atribuições dos agentes e as condições de execução. A partir daí, o MDR e/ou a CEF, efetuará o acompanhamento e o monitoramento dos contratos, procedendo ao repasse de recursos ao proponente, conforme exigências e fluxo operacional constantes de Portaria ministerial.

**Planos orçamentários:**

0000 - Apoio à Execução de Projetos e Obras de Contenção de Encostas em Áreas Urbanas

SECRETARIA NACIONAL DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL      MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL      **ÁREA AÇÃO BRASIL**

#### (4) 成果

M/M は現在地域開発省の法務部で審査中であるが、M/M の作成により本事業の成果が明確にできるとともに、次期技術協力プロジェクトへの地域開発省の継続的な協力を得られることが確約された。

また、予算については、予算項目に「土石流」と記載されたのは、大きな一歩であり、砂防堰堤建設への予算処置が公に認められたことになり、砂防堰堤建設の推進が期待される。

#### (5) 課題

M/M に添付する、ブラジル側が作成するスケジュールおよびプロジェクトに向けた、市の役割作業の資料作成をフォローする必要がある。

法務部審査の状況をフォローする必要がある。

#### 4.3.2.4. 現場調査

##### (1) 目的

ブラジル国の砂防堰堤建設技術（設計、施工）の技術水準や施設の維持管理状況を把握するために、サンパウロ州クバトンの Petrobras 社所有の砂防堰堤の視察を行った。

##### (2) 概要

2018年6月3日（月）於：サンパウロ州クバトンの Petrobras 社

主担当 Mr. ValdirSr : (Sub manager). Mr. Fabricio

##### (3) 実施内容

###### 1) Petrobras 社によるプレゼンテーション

Petrobras 社より 1985 年および 1994 年の被災状況や砂防堰堤建設の経緯等が説明され、質疑応答をおこなった。プレゼンテーション、質疑応答の説明概要は以下のとおりである。

- ・ 1985 年 1 月、Pedras 流域（ $A=2.64\text{km}^2$ ）で豪雨により斜面崩壊が発生し土石流となって流下した。その後土石流対策として 9 か所の蛇籠のダムを建設した。
- ・ 1994 年 2 月、大規模の土石流が発生した。降雨量：248mm/24h、60mm/1h 降雨確率で 1/280（ogura 氏説明）、30 万  $\text{m}^3$  の土砂が流出、工業施設内では、平均 1m 堆砂した。V（土石流の流速）=10m/s と推定。上記蛇籠のダムのうち 8 か所のダムが破壊された。石油精製施設は 1 か月間の操業休止。被害額：製油所の収益が US\$4,400 万減少、土砂等撤去費用 US\$200 万
- ・ 1996 年、小規模の土石流が発生
- ・ 1994 年の災害後委員会を立ち上げ（IPT も参加）、抜本的土石流対策を検討し、 溪岸溪床浸食防止、 土石流土砂の捕捉、 土石流エネルギーの低減を方針に、1996 年~2003 年にかけて、BF1、BF2（スリット）、B-5 の 3 基の砂防堰堤および堆砂地を逐次建設した。
- ・ 堤体は鉄筋コンクリートで、コンクリートはポンプ打設した。
- ・ 毎年、排砂（掘削）等メンテナンスを行っている。毎年、20,000 $\text{m}^3$  排砂（掘削）している。

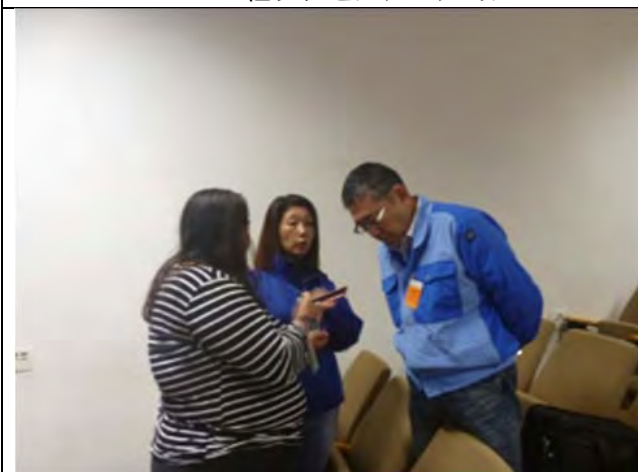
- ・雨量観測施設は、製油所以外が所有する観測所を含めて周辺に 14 か所ある。



Petrobras 社プレゼンテーション



Petrobras 社プレゼンテーション



Petrobras 社からのインタビュー



協議風景

## 2) 現場視察

プレゼンテーションの後、Petrobras 社案内の基、堆砂地、砂防堰堤（B-5、BF-2）の視察を行った。

視察の結果、砂防堰堤に損傷、摩耗等は確認されず、また、ダム計画位置等も問題なく、ブラジルに、計画、施工、維持管理等の技術を十分有していることが分かった。



W-10 堆砂地施設



B-5 砂防堰堤(下流より)



BF2 (下流より) : 摩耗等無し



BF1 (プレゼン資料より)



現場協議



現場調査参加者



#### **(4) 成果**

オーストリアの設計基準に基づいて砂防堰堤が建設されていた。視察の結果、施設に摩耗等がなく、また、除石等維持管理が行われていた。以上より、ブラジル国が砂防堰堤を設計、施工、維持管理する十分な技術を有していることが確認できた。

#### **(5) 課題**

次期技術協力プロジェクトで計画されている、設計基準の作成においては、既にオーストリアの基準で砂防堰堤建設の経験があることから、単純に日本の基準をインプットするのではなく、日本の基準をベースに、ブラジルの地形、地質、自然条件に適した基準、外力条件を検討して、ブラジルの担当者とともにブラッシュアップしていく必要がある。時間を要することになるが、将来に砂防堰堤を数百基、数千基と広げるためにはブラジルの担当者と共同して基準書を作成することが重要である。

## 第5章 本事業の総括（実施結果に対する評価）

### 5.1. 本事業の成果（対象国・地域・都市への貢献）

本事業では、ブラジル国の自然災害の予防・復旧事業の予算措置を行う機関および事業実施機関の関係者が、鋼製砂防堰堤等の機能、構造、設計、施工に関する理解を深め、事業実施機関である市政府が鋼製砂防堰堤等の建設プロジェクト推進への支援を継続的に行っていくことの確認を目標していた。

2回の現地活動および本邦研修を通じて、ブラジル国の自然災害の予防・復旧事業の予算措置を行う機関および事業実施機関の関係者に、鋼製砂防堰堤等の機能、構造、設計、施工および公共調達方法に関する理解を深めてもらうことができ、また、日本の技術への信頼性を高めてもらうことができた。その結果、現在予定されている次期技術協力プロジェクトの中でのパイロットプロジェクト砂防堰堤建設に関して、JICA、NSMP、SEDECの3者間で交わしたミニッツで、継続的な事業推進の意思を明確にできた（添付2参照）。また、事業を実施するための技術委員会の設置準備も進められていることも確認できた。

### 5.2. 本事業の成果（ビジネス面）、及び残課題とその解決方針

表 5 本事業の成果（ビジネス面）及び残課題とその解決方針

タスク	活動計画と実績					達成状況と評価	残課題と解決方針
	第1回	第2回	第3回	第4回	第5回		
ビジネス展開に向けて 事業内に実施すべき項目	(現地)	(本邦)	(本邦)	(現地)	(本邦)		
1 市場性／現地ニーズの確認				■	■	完 ・緊急性の高い、土石流対策が必要な溪流を21カ所が抽出できた。関係者との協議でニーズの高さも確認された。	・特に無し
2 鋼製砂防堰堤等の技術に対する理解を深める	■	■	■	■	■	完 ・現地におけるセミナーや本邦研修により技術指導が行われ、鋼製砂防堰堤等の技術への理解が深められた。	・特に無し
3 設計、施工技術の指導および機能、減災効果の実証実験		■	■	■	■	残課題 ・セミナー、ワークショップや本邦研修等を通じて設計、施工の技術指導、減災効果の検証等を行うことができ、当初の目標は達成できた。	・砂防堰堤事業推進に向けて、設計、施工マニュアルの整備が必要であることが明らかになった。 ・現在計画中の技術協力プロジェクトで、設計、施工マニュアルの整備および設計支援等を実施する必要がある。
4 公共調達、積算手法の指導	■	■	■	■	■	完 ・セミナーや本邦研修等を通じて、公共調達の手法の理解が深められた。また、鋼材部分の積算資料を提供し、ブラジルで積算が実施できることを確認した。 ・なお、積算に関しては、ブラジル独自で行えるとの意見であった。	・特に無し。
5 現地パートナー企業との合意	■	■	■	■	■	残課題 ・工場視察、現地パートナーとの協議により鋼製部材等の製造・販売に必要な施設、技術量を有していることが確認できた。 ・砂防堰堤建設に向け、協力体制を継続していくことを確認できた	・ブラジル国内で製造に必要な鋼管を入手するには、1サイズにつき最低100t程度が必要となるため、土石流対策事業の継続と発注量の確保、国としての将来ビジョン等を一般企業にも理解できるよう明確化する必要がある。そうでないと、現地パートナーにとってリスクが大きくなりビジネスとして成り立たない。現状のまま材料入手から製造までをブラジル国内で行

			<p>った場合は、製造コストが大きく膨らみ事業費の高騰につながってしまう。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ODA 業務と連携して、毎年数基ずつ砂防堰堤の建設の支援できないか。</li> <li>・技術協力プロジェクトで地域開発省の組織強化や予算確保の支援を行う必要がある。</li> </ul>
6	ビジネスプラン作成	完	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ブラジル東南海岸全州（10 州）を対象としたビジネス計画の作成を行った。</li> <li>・技術協力プロジェクト中で実施するパイロットプロジェクトサイトでの砂防堰堤建設を支援する方針である。</li> </ul>

### 5.2.1. 本事業の成果（ビジネス面）

本事業では、ブラジル国内での砂防堰堤の鋼製部材の製造および販売体制を構築することを目標としていた。砂防堰堤の鋼製部材を製造・販売するために必要な、規模、技術を有する企業がブラジル国内に存在することが確認できた。また、その企業から見積もりを受領するなど、砂防堰堤建設に向け、協力体制を継続していくことが確認できた。

土石流対策の緊急性が高い 21 溪流の抽出を行い、48 基の砂防堰堤の建設が必要であることが確認され（表 9 参照）、SEDEC とも情報共有を行った。また、南東海岸地域では、将来的には 5,100 基程度（表 9 参照）の砂防堰堤の建設が必要となることを示し、SEDEC 担当者には、予算の確保が重要であることが理解された。さらに、本業務実施期間中でも頻繁に土砂災害が発生しており、将来的にも、土砂災害対策事業の全国展開が必要であることが再認識された。

SEDEC は、新しい予算 PAC8865 に予算費目として、斜面崩壊、斜面侵食などに加えて新しく「土石流（fluxo de detritos）」を加えた。これにより、土石流対策事業に対する支出（予算措置）が可能となった。また、JICA、NSMP、SEDEC の 3 者間で交わしたミニッツの中で、ブラジル政府がパイロット事業の予算を確保することが確認された。

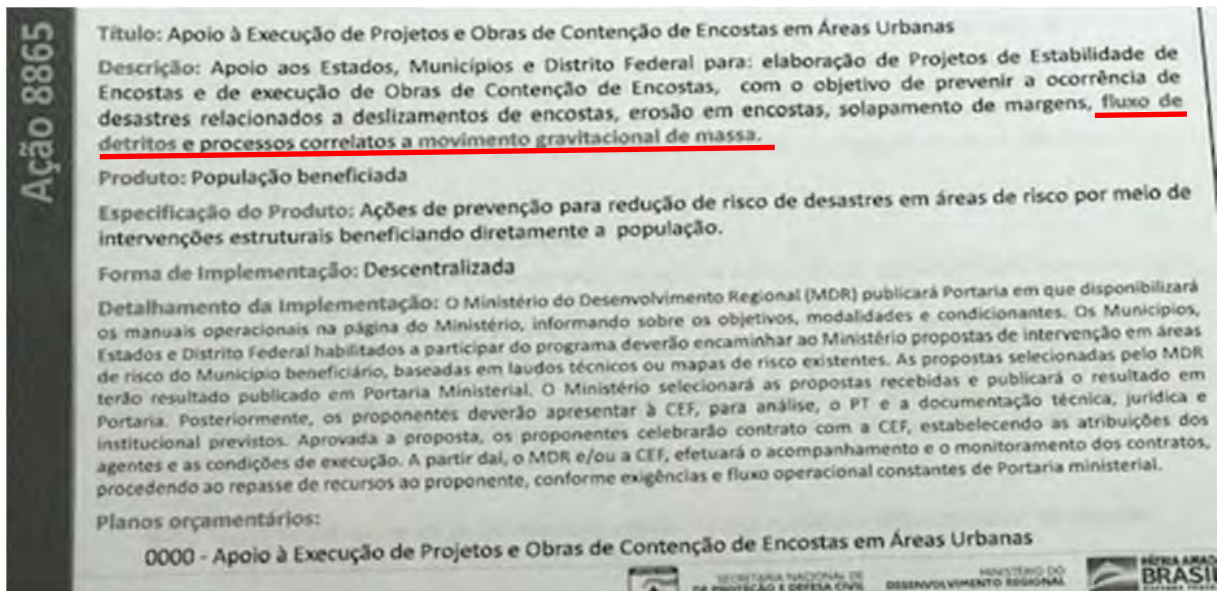


図 6 PAC8865 記載内容

## 5.2.2. 課題と解決方針

### (1) 設計施工マニュアルの整備

ブラジルでは、これまでに砂防堰堤を建設した経験が無いことから、砂防堰堤事業を推進するためには、設計や施工のマニュアルの整備など技術支援が必須である。現在、土石流構造物対策の設計・施工をテーマとした次の技術協力プロジェクトが予定されているが、その中でこれらの技術支援を行うことが重要となる。

技術協力プロジェクトでは、ブラジルの法律を整理するとともに、上記技術に関する、技術指針やチェックリスト等を作成する予定と聞いている。これら指針等の作成に際しては、日本の技術をそのまま伝えるのではなく、日本の技術を基礎に、ブラジルの地形地質、気象等現地の特性や独自性を考慮する必要がある。

### (2) 現地パートナー企業との連携

現地パートナー企業との協議や工場視察の中で、新たな事業への参画の意欲があることや、製造・販売を行うことができる技術等能力等を有することは確認でき、ビジネスとして将来性は有ると感じた。しかしながら、砂防堰堤を建設する事業の将来性（継続性や規模感）が一般企業には見えないことと事業がブラジル政府の予算で行われることが懸念材料として挙げられた。

これら課題を解決するためには、将来の事業規模を明らかにして、土石流対策に対する、国のビジョン（計画）を作成・公表する必要がある。具体的には、全国砂防事業構想計画の作成とそれに伴う予算の確保が必要となる。砂防堰堤建設は、ブラジルでは新たな技術であることから、全国砂防事業構想計画の作成等については、技術協力プロジェクトを通じた、日本からの技術支援や計画書の作成への助言が重要と考える。さらに、有償、無償等円借款による資金援助が可能であれば、事業は進捗するものと考えられる。

## 第6章 本事業実施後のビジネス展開の計画

### 6.1. ビジネスの目的及び目標

#### 6.1.1. ビジネスを通じて期待される成果（対象国・地域・都市の社会・経済開発への貢献）

##### (1) ビジネスの背景

ブラジル南東部海岸地域では 1950 年代から急激な都市化が加速し、災害危険地への都市拡張が進んでいる。この都市の災害危険地への拡大と気候変動による豪雨の多発とが相まって、ブラジルの都市部において、自然災害、特に斜面崩壊、土石流による被害が急増している。2011 年 1 月に発生した未曾有のリオデジャネイロ州豪雨災害を契機に、ブラジル政府は国家開発 5 年計画（PPA）に初めて防災プログラムを取り入れ、斜面崩壊対策、土石流対策事業を計画的に始めた。

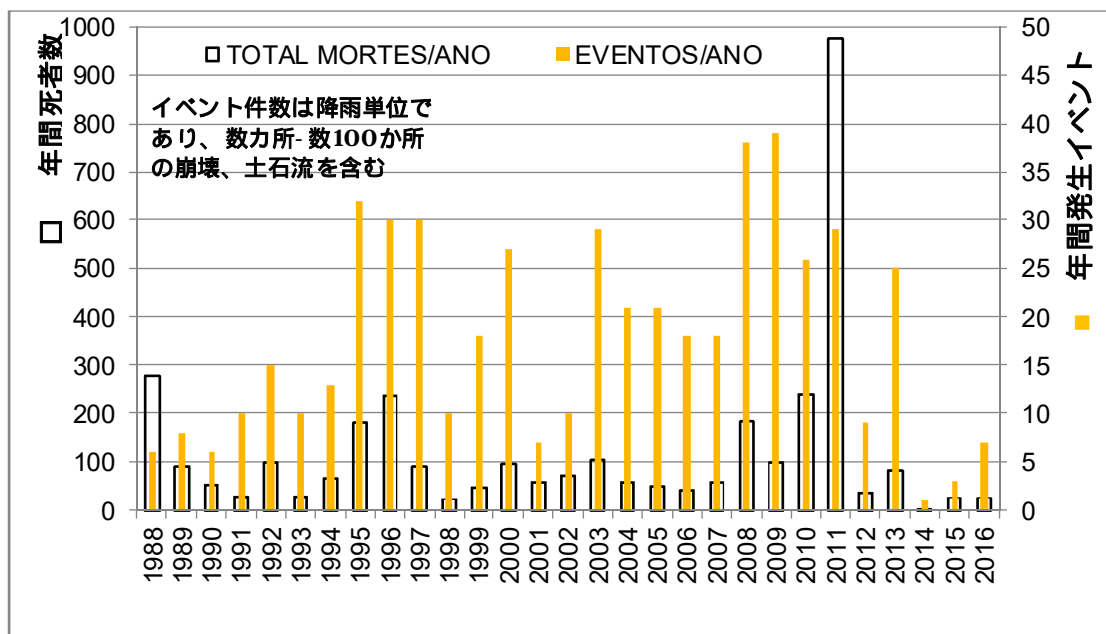
しかし、土石流対策は過去に経験がなく、日本へ技術協力を求め、2013 年-2017 に JICA 技術協力事業が実現して、土砂災害対策非構造物対策、および構造物対策の計画に関する技術支援が行われた。2020 年現在、土石流構造物対策の設計・施工をテーマとした次の JICA 技術協力プロジェクトが予定され、これに合わせて土石流対策のためのパイロットプロジェクトとしての砂防堰堤の建設が始められる予定である。このパイロットプロジェクト砂防堰堤建設に関しては、本事業に関連する JICA、NSMP、ブラジル国地域開発省 SEDEC の 3 者間で交わしたミニッツの中で、ブラジル国の事業推進の意思を明確に示している。

##### (2) ビジネスの効果が期待される地域と貢献事項

ブラジルでは 1995 年以降土砂災害の発生は、図 7 に示したように従来に対し約 2 倍に増加し、年間 20 件の豪雨イベントで土砂災害が発生している。ここで、1 回の豪雨イベントでは数カ所～数 100 カ所の土砂災害が発生しており、その社会的・経済的損失は大きい。近年で最も大きい災害である 2011 年 1 月のリオデジャネイロ州の災害では 1 回の豪雨イベントで、ブラジル地質調査所（以下「CPRM」とする）の調査<sup>2)</sup>によると 254 カ所の土砂災害が発生し、そのうちの 30%が土石流である。世界銀行の「ブラジルの自然災害による資産損失（2014 年）」<sup>3)</sup>のまえがきでは、この 2011 年 1 月の経済損失額は 15.5 億 BRL（当時の換算レートで 465 億円）と記述している。

ブラジルで土砂災害が発生しているのは地形、気象の関係で南東部海岸地域 10 州（リオデジャネイロ州、エスピリト・サントス州、ミナスジェライ州、サンパウロ州、パラナ州、サンタカタリーナ州、リオグランデ・ド・スル州、アラゴアス州、ペルナンブコ州、バイーア州）に限定されている。これらの州は、ブラジルの社会経済を支えている地域であり、土石流災害が発生した場合、経済および社会的損失は極めて大きい。これらの地域に砂防堰堤を建設することで、自然災害の中でも被害の大きい土石流災害を防止、軽減することは、被害軽減による経済効果が大きいだけでなく、安全な都市開発を可能にして新しい価値を作り出すことができる。

また、本ビジネスで砂防堰堤を建設し土石流災害を軽減することは、国際社会共通の目標である SGD の中の「気候変動とその影響への緊急の対処」に大きく寄与する。



出典：ブラジル都市省

図 7 ブラジル国における土砂災害発生イベント数および死者数

### 6.1.2. ビジネスを通じて期待される成果（ビジネス面）

#### (1) ブラジル国の想定される土石流対策事業フェーズ

ブラジル国の土石流対策事業の展開スケジュールは現時点で具体的なものはないが、2020年 - 2024年に予定される JICA 技術協力プロジェクトで検討されると思われる。しかし、地域開発省との協議における意見を総合すると、表 6 に示す様な事業フェーズが考えられる。

まず、JICA 技術協力プロジェクトの中で 2 基ないし 5 基の砂防堰堤がパイロットプロジェクトとして建設が予定されている。これらの建設が終了した後に、南東部海岸地域では現段階で砂防堰堤建設に強い関心を見せている 5 州（リオデジャネイロ州、パラナ州、サンパウロ州、サンタカタリーナ州、ミナスジェライ州）において、逐次砂防堰堤建設が進められる予定である。その後、南東海岸地域全域に拡大することが予想される。

さらに、ブラジル以外の等の中南米諸国でも、ベネズエラ（1999年）、コロンビア（2017年）、ホンジュラス（1998年）、グアテマラ（2015年）においては、数百人から数万人の死者を出した土石流災害が発生している。これ等の国でも JICA が防災協力を実施しており、ブラジルに続き、鋼製砂防堰堤需要拡大が考えられる。

表 6 想定されるブラジル国の土石流対策事業フェーズ

期間	事業フェーズ	対象地域	関連プロジェクト
2020 - 2024 年	パイロットプロジェクト	ノバフリブルゴ市 (RJ)、ブルメナウ市 (SC) 未定 (3 市)	JICA 技術協力プロジェクト
2025 - 2034 年	優先 5 州展開	RJ、SC、SP、PR、MG	

2035年以降	南東海岸全域拡大 他の中南米諸国へ拡大	RJ、SC、SP、PR、MG、 ES、AL、RS、PE、BA
---------	------------------------	-----------------------------------

RJ：リオデジャネイロ州、SC：サンタカタリーナ州、SP：サンパウロ州、PR：パラナ州、MG：ミナスジェライ州、ES：エスピリト・サントス州、RS：リオグランデ・ド・スル州、AL：アラゴアス州、PE：ペルナンブコ州、BA：バイア州

今後、日本の技術協力を受けてブラジルで開始される土石流構造物対策に対し、機能性に優れ捕捉効果の大きい「鋼製スリットダムB型」（鋼製透過型堰堤）、現地発生材を使うことで安価で環境にやさしい「SBウォール工法」（ソイルセメント堰堤）を売り込むことで、日本の固有技術である鋼製砂防堰堤の技術をブラジルに普及させる。

上述のパイロットプロジェクト、その後の高優先度の5州、および南東海岸地域全域における砂防堰堤の需要を下記に示す。

#### (2) パイロットプロジェクトで実施される砂防堰堤

2020年～2024年に計画されているJICA技術協力プロジェクトにおいて、ブラジル連邦政府は2基～5基の砂防堰堤建設を予定している。この内2カ所は既に予備設計が実施されている。残り3基は技術開発プロジェクトの中で設計が実施される予定である。鋼製砂防堰堤の鋼製部の発注価格については、設計済みの2基が合計4千万円の概算見積もりであり、残り3基が合計6千万円程度と想定される。

表7 パイロットプロジェクトで建設が予定されている砂防堰堤

州	市	河川/地名	砂防堰堤諸元、数量					鋼材部 事業費 (百万円)	
			形式	高さ (m)	長さ (m)	鋼材 (t)	ソイルセメ ント(m <sup>3</sup> )		コンクリ ート(m <sup>3</sup> )
リオデジャ ネイロ	ノバフリブ ルゴ	サンルーカス	不透過	14.5	53.9	SBウォール	7,260	1,110	25
サンタカタ リーナ	ブルメナウ	フォルタレ ザアルタ	透過	9.0	46.0	11.2		1,376	15
未定			透過						20
未定			透過						20
未定			透過						20
合計									100

サンルーカス：SBウォール = 1,975m<sup>2</sup>

#### (3) 5州において優先度の高い砂防堰堤建設の予測

2024年に技術協力プロジェクトの終了後、砂防堰堤の建設に強い関心を見せている5州で優先度の高い溪流において土石流構造物対策事業が開始される予定である。この事業展開計画は技術協力プロジェクトの中で作成されるが、近年土石流災害が発生した溪流が優先的に選定されると考えられる。2008年以降の土石流災害発生溪流で今後想定される土石流量を算出し、必要となる砂防堰堤数を算出したものを表9に示す。なお、ミナスジェライ州においては優先度の高い溪流に該当する箇所はなかった。

優先度の高い砂防堰堤の基数は48基、すべてを透過型鋼製砂防堰堤とすると、鋼材部は約2,000トンで、発注価格は12億円程度が予測される。4州で年間1基ずつ完成する計画とすると約10年を要する。

#### (4) 南東海岸地域全域における砂防堰堤の必要数

土石流構造物対策は、先ず全国的に土石流災害リスクマップを作成し、その中で優先度の高い順番に事業を進めるべきであるが、ブラジルでは土石流災害リスクマップがまだ作成されておらず、また、そ

れらが作成される予定も明確でない。従って、リスクマップに従い土石流構造物対策事業を進める事は当分できない。

土石流が一度発生した渓流は、土石流発生条件を満足する地形、不安定土砂、降雨条件がそろっていると考えられる。地形、降雨は変化しないので、不安定土砂が1回の土石流でなくなってしまうような変化がある場合を除き、再度発生する可能性が高い。従って、過去に土石流が発生した渓流で次に発生するであろう土石流を対象に対策を実施することは有効である。このような考え方に基づくと、流域のリスク評価、リスクマップに変わって、過去の土石流災害発生流域で土石流対策事業が実施されると想定される。この考えに基づき南東海岸地域に必要な砂防堰堤数を予測すると下記ようになる。

1) 南東海岸地域における年間土石流発生件数

ブラジルでは土石流が他の土砂災害と区別して認識されたのは、未だ15年程度と短い。このため、過去に発生した土石流災害のデータがないので、土石流を含む土砂災害全体の発生件数から想定する。基礎資料はCPRMの主管する土砂災害データベースSCID、および2011年リオデジャネイロ災害においてCPRMが実施した特別土砂災害調査結果を用いる。いずれも、リオデジャネイロ州の災害データである。

1987年~2016年の30年間のリオデジャネイロ州の土砂災害発生件数<sup>4)</sup>：852件（SCID）

年間土砂災害発生件数：28.4件/年

2011年リオデジャネイロ州土砂災害の件数<sup>2)</sup>：全土砂災害 = 254件、土石流災害 = 76件

土石流発生件数率：30%

リオデジャネイロ州の年間土石流発生件数：28.4 × 30% = 8.5件

南東海岸地域全域（10州）の年間土石流発生件数（下記の間中値） = 255件

他の州もリオデジャネイロ州と同じく発生すると仮定 = 85件/年

州の面積比で換算（リオ州の面積は全体の2%） = 425件/年

2) 南東海岸地域に必要な砂防堰堤数

2025年 - 2035年の10年間に土石流が発生すると推定される渓流数 = 2,550 渓流

上記の渓流に必要な砂防堰堤数（表9から1渓流2基必要） = 5,100基

砂防堰堤1基当たり鋼材部価格を表7から2,000万円と仮定すると、1,020億円

(5) 鋼製砂防堰堤の需要予測

上記検討を集計し、鋼製砂防堰堤の需要予測を表8に示す。

表8 鋼製砂防堰堤の需要予測

期間	対象地域	砂防堰堤基数	鋼製砂防堰堤需要価格（億円）	備考
2020 - 2024年	ノバフリブルゴ市（RJ）、ブルメナウ市（SC） 未定（3市）	2~5	0.4 ~ 1.0	
2025 - 2034年	RJ、SC、SP、PR、MG	48	12	1基当たり0.2億円と仮定
2035年以降	RJ、SC、SP、PR、MG、ES、AL、RS、PE、BA（10州）	5,100	1,020	

RJ：リオデジャネイロ州、SC：サンタカタリーナ州、SP：サンパウロ州、PR：パラナ州、MG：ミナスジェライ州、ES：エスピリト・サントス州、RS：リオグランデ・ド・スル州、AL：アラゴアス州、PE：ペルナンブコ州、BA：バイーア州



表 9 2025年 - 2035年に予想される土石流構造物対策事業

No	溪流名	州	計画雨量	流域面積	V <sub>d</sub>	V <sub>u</sub>	ダムタイプ	i	V <sub>c</sub>	砂防ダム基数		鋼製部重量
			mm/day	km <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup>		%	m <sup>3</sup>	計算値	提案数	t
1	Rivers "Cuiaba" and "Santo Antônio" - tributaries of "Piabanha"	RJ	175	4.2	86,944	20,701	C	0.18	22,399	3.9	4	240
2	"D'Antas" Stream	RJ	175	0.084	8,101	96,446	A	0.202	8,374	1.0	1	15
3	"Príncipe" Stream (Campo Grande)-1	RJ	175	2.73	48,173	17,646	C	0.151	22,399	2.2	2	120
4	"Príncipe" Stream (Campo Grande)-2	RJ	175	1.41	64,774	45,939	C	0.212	22,399	2.9	3	180
5	"Vieira" River	RJ	175	1.8	46,413	25,785	C	0.17	22,399	2.1	2	120
6	(Subbacia do Rio Bengala)	RJ	175	0.12	19,580	163,170	A	0.289	8,374	2.3	3	45
7	Tributary of "Bengala" River	RJ	175	0.47	21,570	45,894	B	0.18	16,399	1.3	2	60
8	Lagoinha	RJ	175	0.31	37,719	121,676	D	0.249	41,966	0.9	1	30
9	Tributary of "Bom Retiro" stream.	SC	205	0.19	38,103	200,543	D	0.265	42,541	0.9	1	30
10	Upper Basin of Belchior Stream	SC	205	0.045	2,564	56,986	A	0.13	8,374	0.3	1	15
11	Upper Basin of Belchior Stream	SC	205	0.65	18,434	28,360	B	0.134	16,399	1.1	1	30
12	"Baú" Stream	SC	205	0.44	12,504	28,418	B	0.124	16,399	0.8	1	30
13	Tributary of "Velha" Stream	SC	205	0.15	26,997	179,977	A	0.331	8,374	3.2	3	45
14	Braço do Baú	SC	205	0.35	28,874	82,497	B	0.209	16,399	1.8	2	60
15	Alto Baú	SC	205	0.19	32,026	168,560	A	0.307	8,374	3.8	4	60
16	"Seco" River - "do Braço" Stream	SP	175	1.33	172,358	129,592	D	0.23	52,873	3.3	4	120
17	Paúba River	SP	175	5.6	95,954	17,135	C	0.174	22,399	4.3	5	300
18	Palmital, Gurutuba rivers/watersheds	SP	175	1.93	45,252	23,447	C	0.164	22,399	2.0	2	120
19	"Grande" Stream and "Tingidor" Stream - "Nhundiaquara" River	PR	205	1.61	22,364	13,891	C	0.103	22,399	1.0	1	60
20	"Grande" Stream and "Tingidor" Stream - "Nhundiaquara" River	PR	205	5.97	49,825	8,346	C	0.104	22,399	2.2	2	120
21	Tributary of "Pilões" River	PR	205	0.25	38,959	155,837	B	0.409	16,399	2.4	3	90
Total											48	1,890
V <sub>c</sub> : 透過型砂防ダム1基の捕捉量、V <sub>u</sub> : 1km <sup>2</sup> 当たり流出土砂量、V <sub>d</sub> : 流出土砂量									鋼製部コスト(百万円)		1,134	
RJ: リノデジャネイロ州、SC: サンタカタリーナ州、SP: サンパウロ州、PR: パラナ州												
砂防ダムの捕捉量及び鋼材部重量												
溪流の分類		ダムタイプ	有効ダム高 m	i l/i	溪流幅 m	捕捉量 m <sup>3</sup>	鋼製部重量 t					
急流の小溪流		A	10	5	5.00	8374	15					
緩溪流の中流域		B	10	8	10.00	16399	30					
緩溪流の大流域		C	10	8	20.00	22399	60					
特例		D	個別の条件で設定				30					

## 6.2. ビジネス展開計画

### 6.2.1. ビジネスの概要

鋼製スリットダムB型およびSBウォール工法に必要な資材（鋼材等）の調達、加工を現地で行い、「鋼製砂防堰堤商品」の「製造技術」を提供する。当社は現地パートナー企業とライセンス契約を結び、「製造技術」を提供し、技術提供の対価としてライセンス料を徴収する初期投資を最小限に抑えたビジネスモデルを考えている。このモデルを採用する理由は、鋼製砂防堰堤は大きな構造物なので製造設備は大規模となり、自社製造設備を持つとすると多額の初期投資が必要となる事、土石流対策はブラジルで国にとっても新規事業であり、需要拡大には時間が掛かる事等である。

ブラジル国内では「鋼製スリットダム B 型」砂防堰堤の材料である比較的大きなサイズの鋼管市場が薄く、市場調査の結果、1サイズ当たり100t以上でないとい調達できないことが解ったので、工事量の少ないパイロットプロジェクトの鋼製砂防堰堤供給においては、図8（\*）に示すように材料である鋼管類を日本から輸入する体制とする。次の段階である4州における砂防堰堤建設においては10年間で約2,000t（年間200t）の材料が必要となるので、ブラジル国内での鋼管調達を検討する。

現在、ブラジルでは土石流対策としてのハード整備がほとんど実施されていないので、新たな需要を創出する必要があるが、日本の技術協力事業の実施によって需要は創出される。さらに、鋼製砂防堰堤技術は他諸国からの競合技術の進出も見受けられない。そこで、JICA事業と並行してビジネス展開することで、同国内に当該技術を先導的に周知・定着させて優先的に市場の確保を図る。

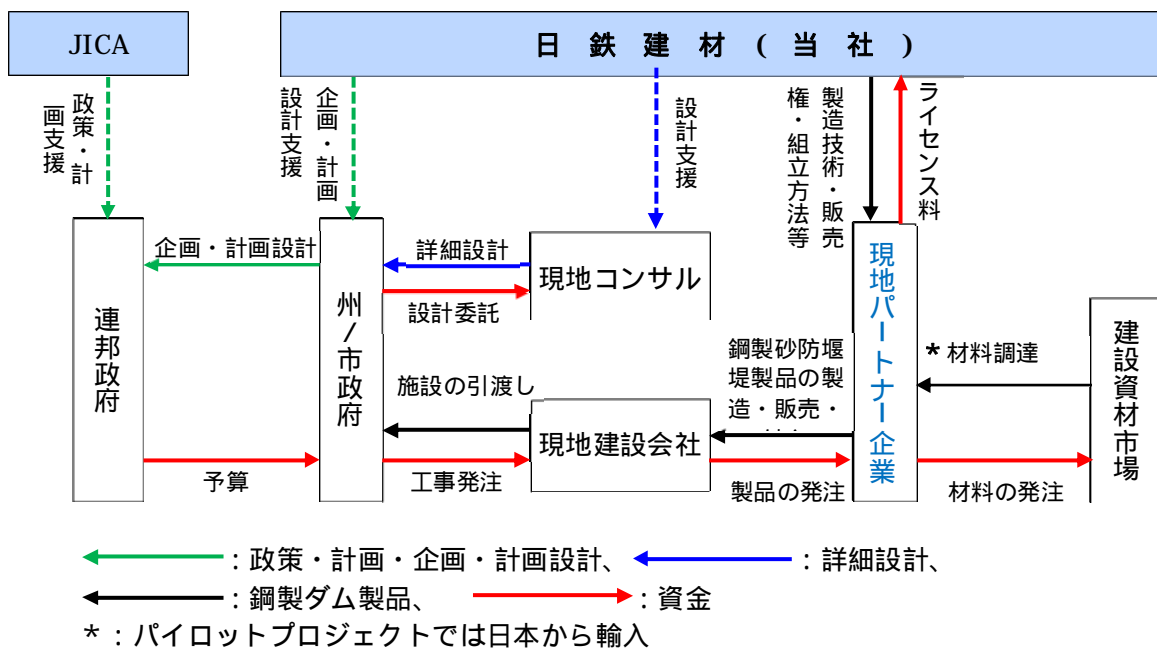


図 8 鋼製砂防堰堤事業のビジネスモデル

## 6.2.2. ビジネスのターゲット

ブラジルではこれまで土石流構造物対策事業は実施されていなかったが、JICAの先の技術協力プロジェクト終了時の2017年にAPP（国家事業多年度計画）の2020-2023版において、土石流構造物対策の予算が明記され、2020年以降に需要が生まれる。ブラジル国全域における今後の需要は表8に示した通りである。

土石流構造物対策事業は新規事業であり、現在、鋼製砂防堰堤技術の類似製品はないので、表8に示した全需要を対象とする。その需要は今後15年間では13億円と小さいが、その後は1,020億円が想定される。これらの事業はブラジル政府の公共事業として実施されるものである。

上記以外に、道路公社、石油公社が自社の施設を保全するため、および新規施設拡張の安全対策としての事業も予測される。これら民間ベースの事業は過去にサンパウロ州で石油公社の施設保全のために実施された土石流対策砂防堰堤の建設が1例だけあるが、上記公共事業の普及により需要が発生することが予想される。

## 6.2.3. ビジネスの実施体制

砂防堰堤建設事業は現時点では実施されていないが、2020年のJICA技術協力プロジェクトと並行して公共事業として実施される予定である。砂防堰堤建設予算は連邦政府予算であり、技術協力プロジェクト間はJICAが事業企画、予算処置について連邦政府を指導し事業を推進する。連邦政府予算は州又は市に配布され、州/市が現地施工会社へ工事を発注し、工事を完成させる。

鋼製砂防堰堤建設の体制を図9に示すように、当社は現地パートナー企業と販売・組立・施工、製造・加工のライセンス契約を締結し、設計・組立等の技術を移管し、その代価を徴収する。当社とライセンス契約を締結した現地パートナー企業は現地施工会社からの鋼製砂防堰堤の注文を受け、製品を築造、販売する。

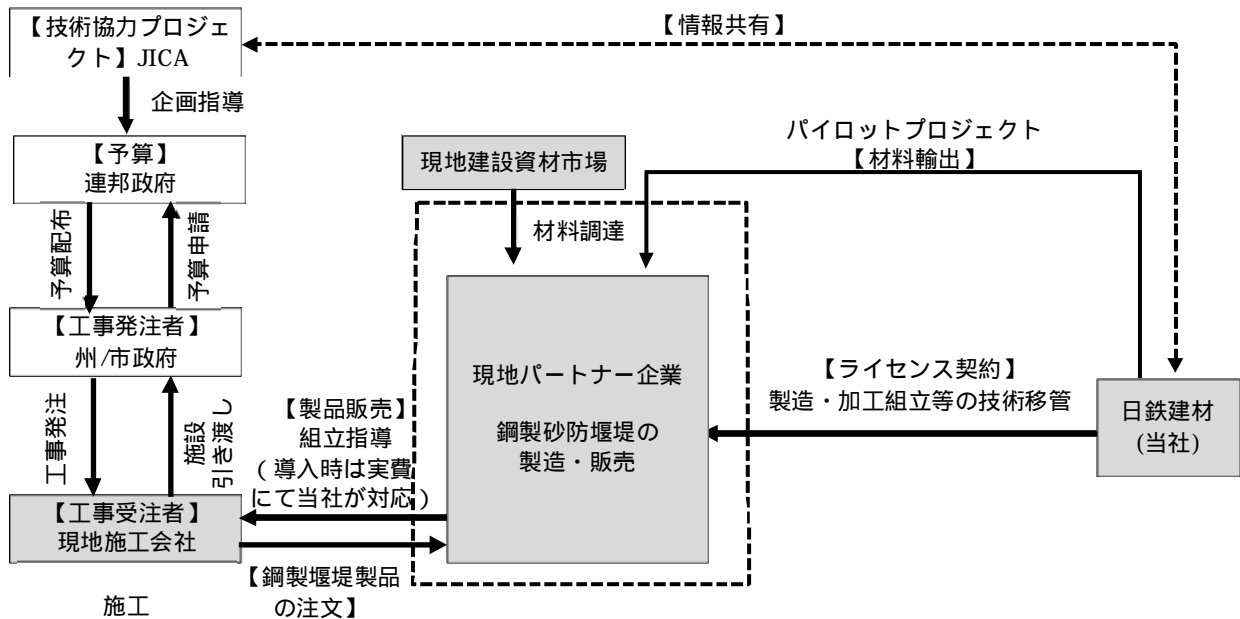


図9 ビジネス実施体制

## 6.2.4. ビジネス展開のスケジュール

### (1) ビジネス展開フェーズ

ブラジルでは砂防堰堤の建設実績はなく、事業所管および予算は2019年に制度化されたが未だ実績がない。そのため、鋼製砂防堰堤の調達価格の相場、調達の経路などが決まっていない。これらの事業プロセスは、JICA技術協力プロジェクトにおけるパイロットプロジェクトにおいて、初めて実施されることにより確立されると予想される。

このような現状を考慮して、ビジネス展開はブラジル国の事業プロセスの進展に合わせて、フェーズを設定して逐次進める。JICA技術協力の期間はビジネスモデルの試行期間とし、ブラジル国が実施する優先5州の事業期間は、ビジネスの立ち上げ・展開期間とし、南東海岸地域全域展開に合わせてビジネスの拡大期間とする。

### (2) ビジネスモデルの試行

JICA技術協力プロジェクトに並行してブラジルが実施するパイロットプロジェクトにおいては地域開発省内に関連委員会が設置され、事業実施プロセス、実施体制、基準価格等を検討しながら砂防堰堤建設が進められる。このパイロットプロジェクトで構築されるプロセス・体制に対応しながら当初想定したビジネスモデルを修正することにより、ブラジルに於ける鋼製砂防堰堤製造販売事業を評価する。

ここで最も重要な課題は、鋼製砂防堰堤をブラジルにはない鉄鋼二次加工製品として積算して貰えるか（橋梁のような積み上げ式の積算をされた場合、メーカーの技術、これまで日本国内で積み上げてきた知見が反映されないため、現地の鋼材加工会社との価格競争に陥り、ブラジルでの事業展開を進める意義がなくなる）であり、これが認められない場合は、当該事業展開を諦めざるを得ない。

### (3) ビジネス展開の実施決定

ビジネスモデル試行の評価に基づき、現地パートナー企業と製造・販売の役割分担、ライセンス契約の価格を含めた条件の協議を行い、その結果に基づきビジネス展開の実施を決定する。なお、ライセンス契約に関しては、弊社が中国で行った契約の経験やブラジルの法制度、税務制度を基に、社内担当部所で法律や税制上の問題を洗い出して契約締結を行う計画である。

### (4) 現地拠点設立

パイロットプロジェクトにおいては、製造・販売拠点をリオグラデ・ド・スル州に位置するパートナー企業、設計拠点を日本のNSMPと想定しているが、その後のビジネス立ち上げ期間、拡大期間に於ける対応を想定した上で、現地拠点の追加を含めて検討する。

### (5) 生産設備整備着手、生産設備整備完了

鋼製砂防堰堤は厚肉鋼管直径20cm - 60cm程度、肉厚10mm - 20mm程度を使用し、高さ3m - 15m程度と大規模な構造となるため、生産設備を新設するには多額の投資が必要となる。一方、ブラジルにおける需要はこれから開発する段階であるので、大きな初期投資は妥当ではないとの判断で、現地既存工場で生産する計画である。調査の結果、鋼製砂防堰堤を製造できる設備、技術、品質管理を備えた工場があり、この工場で生産をする。この工場は、大量生産になると製造ラインの新設等の必要性は出てくるが、立ち上げ期の生産設備は既存のままで可能である。

### (6) 販売開始、運用開始

ビジネスモデル試行の段階では現地パートナー事業とはパイロットプロジェクトに限定した仮契約で実施する。この結果に基づき、立ち上げ期、展開期、拡大期を想定し、製造および販売に関する契約を協議し、ライセンス契約を締結し、ビジネスを開始する。

年	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	・・・	2085	
事業フェーズ	JICA技術協力					優先5州					南東外眼地域全域																		
	基本設計・予算確保																												
	詳細設計																												
	入札・契約																												
	施工(鋼製部は後半)																												
ビジネス展開フェーズ	ビジネスモデル試行					ビジネス立ち上げ					ビジネス展開					ビジネス対象区域拡大													
ライセンス生産体制試行(仮契約)																													
ビジネス展開の実施決定																													
現地拠点設立(事務所)																													
ライセンス契約締結																													
生産設備整備																													
生産の教育・訓練																													
販売開始、運用開始																													

図 10 ビジネス展開スケジュール

### 6.2.5. 投資計画及び資金計画

	項目	概要	
		NSMP (当社)	パートナー企業
1	総事業費	鋼製部費用 (1基当たり) : 0.2億円	
2	投資額	0.2億円 / 1基当たり	
	初期投資	初期投資は、現地パートナー企業に技術移管をするために必要な渡航費用等と通信費程度を想定しており、当該費用は、都度パートナー企業から実費請求し、回収する。また、1週間/回程度の出張で対応可能と想定しており、人件費はライセンス費用で賄えると判断している。	現地施工会社からの注文を受けてから鋼製材料を輸入または調達し、自社工場で製品として加工、販売することになる。現有の工場での加工が可能であるため、特別な初期投資は必要ない。また、技術移管を受けるため当社に支払う一時費用は、販売する製品にインクルードさせた価格を設定する。
	将来の投資	図9に示すように、将来事業が展開された場合についても、現地パートナー企業を増やして対応する等、投資は、初期投資と同程度である。	将来事業が数多く展開された場合は、当該製品を製造する技能を有するブラジル企業を探し、委託加工契約を結ぶ等により対処可能となるので、特別な投資は必要ない。
3	資金回収手段	技術移管の対価としてライセンス料を現地パートナー企業から回収予定である。	製品価格にライセンス料や自社の利益を上乗せして販売し資金を回収する予定である。
4	投資回収見込み時期	事業が始まれば、随時、ライセンス料を回収する計画である。	大きな投資はないが、事業が始まれば、製品の販売により投資を回収する計画である。

事業開始当初は、鋼管や鋼板等必要材料を日本から輸出することになる。この材料を使用してパートナー企業が製品を製造・販売し、得た売上金額に対し、数パーセントのライセンス料を設定する計画である。将来、事業が展開され（年間の発注件数が増加した場合）、パートナー企業が、鋼製製品をブラジル国内で材料調達から製造・販売まで一貫して行うようになれば、製造コストを抑えることができ、製品価格を事業開始当初より下げることができる。今回、事業開始当初の輸入材を用いて製品を製造した場合の販売価格を用いた価格を SEDEC に示したところ、購入金額としては妥当な範囲内との回答であった。

### 6.2.6. 競合の状況

ブラジルではこれまで土石流対策砂防堰堤が建設されていないので、競合する技術・製品はない。さらに、土石流構造物対策を担当する地域開発省 SEDEC は、JICA 技術協力プロジェクトの経験をもとに日本の鋼製砂防堰堤技術の採用を表明している。

しかし、土石流対策事業が拡大する段階で、落石対策として使われているソフトバリアー（GIOBRG 社、スイス）、2003年にクバトン市の石油公社施設保護のために建設されたコンクリート砂防堰堤（Passarelli Ltd.、サンパウロ市）が進出してくる可能性はゼロではない。

上記、2構造物は土石流および流木捕捉に特化した鋼製砂防堰堤とは、機能が異なり、土石流・流木捕捉機能は格段と低く、日本ではこれら機能の違いは十分に理解されている。ブラジルにおいても2020年 -

2024年に予定されている技術協力プロジェクトで、機能の違いを明確にしておくことで競合技術と認識される事はないと考える。

### 6.2.7. ビジネス展開上の課題と解決方針

#### (1) 予算確保

砂防堰堤の建設は国家予算である多年度計画予算（PPA）で100%賄われるが、現在ブラジルの公共事業予算の確保は極めて難しい状況にある。2か所のパイロットプロジェクト予算の確保は大筋で約束されているが、その先の砂防堰堤建設予算の確保はさらに難しくなることが予想される。継続して事業を実施するためにはPPAの枠外の円借款等の予算確保が解決策となる。

#### (2) 事業規模および期間

砂防堰堤建設による土石流対策事業は1カ所当たりの事業予算および事業便益ともに数億円と小さい。しかし、州内の数100~1,000カ所に分散して存在し、州全体では数100億円の事業費をかけて長い期間を掛け段階的に実施するという事業特性がある。従って、事業便益も事業実施速度に応じて逐次上がって来る。

事業を効率的に進め早期に便益を発揮させるためには、州単位で統合して且つ短期間に実施することが望まれる。このためには、予算の集中確保と事業執行スキルを飛躍的に向上させる必要がある。

#### (3) 将来のコスト縮減

事業開始当初は、砂防堰堤の建設数が少ないことや必要サイズの鋼管が1サイズ当り100t以上でないことと調達ができないため、コストが割高となる。将来的に、本事業を全国に展開するためには、コスト縮減も必要となってくると考えられる。

ブラジル国の予算確保が前提となるが、概算で将来、砂防堰堤の発注件数が今回計画されている規模の製品と同等規模であれば年間5基以上の需要があればブラジルで生産する鋼管を使用した方が安くなる可能性があり、ブラジル国内で、材料の調達から製造まで一気通貫で実施することにより、コスト縮減が可能となると考えている。

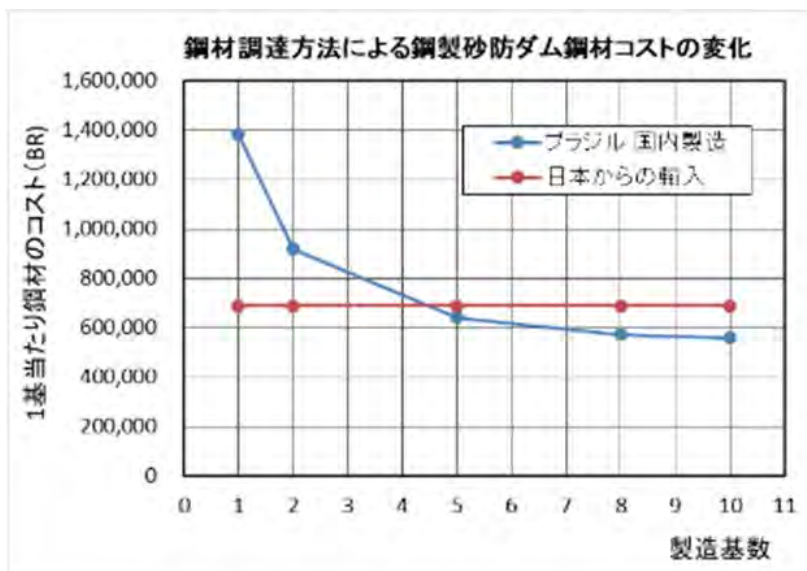


図 11 鋼材調達方法による鋼材コスト変化

## 6.2.8. ビジネス展開に際し想定されるリスクとその対応策

当社は、現地パートナー企業とライセンス契約を結び、「製造技術」を提供し、技術提供の対価としてライセンス料を徴収する初期投資を最小限に抑えたビジネスモデルを考えている。そのため、ビジネス展開に際して、当社の投資未回収リスクはほとんど無いものと想定している。しかしながら、鋼製砂防堰堤事業を全国展開し継続するに際しては以下のリスクが想定される。

### (1) 価格設定

今回の事業では、鋼製部材を製造するための技術の提供に際して、現地パートナー企業とライセンス契約を締結する考えで、ライセンス料は、今回提案している当社製品のブラジル国内での製造・販売権を与えるものである。鋼製部材の価格は、これらライセンス料を含めて、ブラジルの業者が価格設定を行うこととなるが、その価格を当社がコントロールすることはできない。仮に、その価格が高額の場合、公共事業として採用されないリスクがある。

ブラジルにおいて鋼製砂防堰堤の価格が高くなる要因としては、厚肉鋼管の製造販売の商習慣（製造販売の最小ロットが 100ton）、年間建設される砂防ダム数が少ない事（現時点では 0）が挙げられる。この問題を解決するには、連邦政府が土石流対策の長期的事業計画を作成し、逐次推進して行くことが求められる。

### (2) 模倣品の発生と品質確保

パイロットプロジェクトや事業初期の砂防堰堤の建設では、日本からの技術指導を受けたファブリケーターが製造するので、砂防堰堤の品質が確保される。しかしながら、事業当初は、砂防堰堤の技術は新しい技術であるので、競合する企業は出てこないと考えられるが、将来的に事業が全国展開され建設数が増加する中で、他のメーカーが比較的短期間に模倣品を生産することが考えられる。この模倣品は、外見上は同じ形状であっても、鋼材の材質やサイズ、溶接仕様が弊社製品と同等となっているとは言い難く、土石流外力的に対する耐力が不足するような粗悪品となる可能性もある。その場合、土石流発生時に砂防堰堤が崩壊し、砂防堰堤そのものの対策効果が疑われ（信用されず）、将来的にも土石流対策として鋼製砂防堰堤が採用されなくなるリスクが想定される。

上記の品質確保のためには下記のような対策が求められる。

ブラジルでは、企業が製品を販売する場合、安全性を保障する必要がある。そこで、連邦政府あるいはブラジル技術規格協会（ABNT）が、鋼製砂防堰堤に求める性能や製品の安全性を明確にし、この性能を満足しているかを確認するための、品質検査規定を作成する。

土石流災害は、砂防堰堤建設後、30年後、50年後いつ発生するかわからない。そのため、製品の安全性をすぐに確認することが、困難であるので、発注者が施設完成時に、安全性を検査する能力を持つ必要がある。そのためには、設計施工マニュアルと合わせて、完成時の検査マニュアルを同時に作成することが有効である。

上記の品質確保のための対策は、次の JICA 技術協力プロジェクトの中で連邦政府が実行できるように支援することが考えられる。

## 6.3. ODA 事業との連携可能性

### 6.3.1. 連携事業の必要性

ブラジルでは土石流構造物対策が実施されていないので、砂防堰堤の設計、施工技術がない。この設計施工技術の普及を図るためには、設計施工マニュアル作成やパイロットプロジェクトを通じた技術習得を



行い、ブラジルの技術者が鋼製砂防堰堤の土石流・流木捕捉に特化した機能を理解し、実際に発注用の詳細設計が実施できるようになることが重要である。このためには、ODA 事業を通じた継続的な技術支援が必要である。

ブラジル南東海岸地域では土石流構造物対策が必要な溪流が多く存在する。パイロットプロジェクトに引き続き、これら危険溪流で、今後、砂防堰堤建設が進められることがビジネス展開の観点からも望まれる。これを推進するためには、ブラジル政府によって南東海岸地域における土石流危険箇所を抽出し、土石流対策全体計画が作成される必要があり、土石流対策全体計画作成への支援が望まれる。

### 6.3.2. 想定される事業スキーム

#### (1) 技術協力プロジェクト（2020年～2024年に予定）

砂防堰堤の設計施工技術の普及を図ることを目的に2020年～2024年にJICA技術協力プロジェクトが予定されている。このプロジェクトでは設計施工マニュアル作成とパイロットプロジェクトを通じた技術移管が計画されている。このプロジェクトの中で、ブラジルの技術者が鋼製砂防堰堤の土石流・流木捕捉に特化した機能を理解し、実際に発注用の詳細設計が実施できるようになることが重要である。このためには、ブラジル政府によって、パイロットプロジェクト工事の予算が確保され、実際に設計および工事が実施される必要がある。

ブラジル南東海岸地域では土石流構造物対策が必要な溪流が多く存在する。パイロットプロジェクトに引き続き、これら危険溪流で、今後、砂防堰堤建設が推進されるためには、技術協力プロジェクトのなかで、南東海岸地域における土石流対策全体計画作成への支援が望まれる。

#### (2) 円借款事業

ブラジルで2011年1月のリオ州大災害をきっかけに、自然災害対策予算が1次的に大幅に増えたが、2015年の景気後退で国家予算自体が落ち込み、経済も災害関連予算も回復兆しは見えていない。2019年の新規公共事業採択は停止され、技術協力プロジェクトの砂防堰堤建設費の確保も困難な状況であった。パイロットプロジェクトの事業費の確保は何とか約束されているが、その後の土石流対策事業予算の確保は厳しい状況にある。

パイロットプロジェクト終了後も、土石流対策事業を推進するためには国家予算であるPPAとは別枠で予算確保できることが望まれる。時期的には技術協力プロジェクトプロジェクトが終了する2024年以降、早期に円借款事業による支援があれば、2013年から開始された土砂災害防止技術協力の流れを繋げ、実際の工事が実現でき、被害軽減、住民の安全確保の最終目的が達成される。また、砂防堰堤建設のみにとどまらず、雨量観測レーダーによる予警報システムの導入を含めた防災プロジェクトと発展させれば、本邦技術のさらなる導入につながる可能性もある。

### 6.3.3. 連携事業の具体的内容

南東海岸地域の優先5州の土石流対策砂防堰堤建設事業について以下に示す。

#### (1) 事業目的

ブラジルの中で近年土砂災害が特に頻発する海岸山脈地域の中で都市化が著しく、大きな被害を被っているリオデジャネイロ州(RJ)、サンタカタリーナ州(SC)、サンパウロ州(SP)、ミナスジェライ州(MG)、パラナ州(PR)において、砂防堰堤建設による土石流対策事業を推進することで、土石流被害の発生を未然に防止し、社会・経済損失を軽減するとともに、強靱で安全な都市づくりを実現する。

## (2) 事業内容

土石流の発生素因は溪流最急勾配 10° 以上、集水面積 0.01 km<sup>2</sup> 以上、河床および斜面における大量の不安定土砂の存在であり、豪雨が誘因となり発生する。一度土石流が発生した溪流はこれらの条件を満たしていることは必然である。素因の前 2 者は不変であるので、一度の土石流で不安定土砂がなくなってしまう限り、同じ溪流で何回も発生する傾向にある。

このような土石流発生特性に基づき、海岸岩山脈地域の 5 州において 2008 年以降土石流災害の発生した溪流を抽出し、保全対象となる住宅、公共施設、耕作地などの多い溪流において土石流捕捉を目的とした砂防堰堤を建設する。

## (3) 事業個所および工事数量

表 9 に示した 2008 年以降に上記 5 州で死者被害を含む土石流災害の発生した溪流に対し、必要な砂防堰堤基数を算出し、事業対象とする。また、土石流流出土砂量を 100 年降雨確率により算出し、この土石流捕捉に必要な砂防堰堤を概算すると、表 10 に示すように 48 基となる。

## (4) 概算事業費

パイロットプロジェクトにおける概算の砂防堰堤建設費は、日本における標準的建設費と同等程度であるので、これらを参考に、砂防堰堤 1 基の建設費を 1 億円、この内鋼製部を 0.2 億円と想定して、48 基の砂防堰堤建設費を算出すると下記の通りとなる。

- ・砂防堰堤建設費：48 億円
- 上記の内鋼製部費（1 ダム 0.2 億円と仮定）：9.6 億円
- ・調査設計費（建設費の 20%と仮定）：9.6 億円
- ・全事業費：57.6 億円

## (5) 事業スキーム

海岸山脈地域の土石流対策事業を整理し表 10 に示す。表に示すように砂防堰堤の建設全体で 21 溪流に 48 基、事業費は 57.6 億円であり、4 州に分散している。砂防堰堤と類似の斜面崩壊対策事業の事業費は 100%連邦政府負担で、事業実施機関は州政府となっており、土石流対策事業も同様の実施体制となると考えられる。このように事業執行が 4 州に分散し、現場は更に州内に分散していることを考慮すると、州単位をサブプロジェクトとしたセクターローン円借款の適用が適切と考えられる。

表 10 土石流対策事業の概要

項目	数値	1 溪流当たり平均
事業対象州の数	4	
砂防堰堤数(基)	48.0	2.3
事業費(億円)	57.6	2.74
堤体工(億円)	38.4	
鋼製部(億円)	9.6	
調査設計(億円)	9.6	

## 添付資料

- ◇ 添付 1. 議事録

< 第一回現地活動 >

打合せ議事録

調査名	ブラジル国鋼製透過型・ソイルセメント砂防堰堤普及促進事業
協議日時	2018年5月24日 11:30 ~
協議場所	都市省
出席者	都市省：Sr. Gilmar Souza Santos、Sr. Francisco Araujo（部長）、Sr. Wolnei（Project manager）、Sr. Pedro M. L. Batista JICA：佐藤次長、駒沢プロジェクトコーディネーター、Ms. Daniela Maekawa 提案企業者：加藤、下田、山越、下大迫、前田（通訳）、中瀬（通訳）

協議概要；局長表敬

1. プロジェクトの目的、目標、会社紹介

(1) JICA 佐藤次長、NSMP 加藤より、プロジェクトの目的、目標等の説明、NSMP の会社紹介を行った。また、紹介する技術の有効性を示すとともに、今後も支援を依頼した。(2) 局長より都市省チームが一生涯懸命この事業を支援する約束いただいた。また、国が守る資産は“人の命”であること、このため市は防災体制を強化する必要があるため、今年行われる選挙で政権が変わっても次の政権に引き継ぐように努力すると発言があった。



以上

## 打合せ議事録

調査名	ブラジル国鋼製透過型・ソイルセメント砂防堰堤普及促進事業
協議日時	2018年5月29日 10:15 ~17:00
協議場所	ノバフリブルゴ市 講堂
出席者	都市省：Sr. Wolnei (Project manager)、Sr. Pedro M. L. Batista ブルメナウ市：Mr. Jeferson Pires Aragão (工事局局长)、Mr. Alexandre Sanglard (環境局局长) Mr. Lwiz Craudio Goncavue (工事局副局長) JICA：佐藤次長、駒沢プロジェクトコーディネーター、 提案企業者：加藤、下田、山越、下大迫、新井(通訳)、中瀬(通訳) 参加者 約30名

### 1. 挨拶

JICA 佐藤次長、NSMP 加藤、都市省 Sr. Wolnei、リオデジャネイロ州 Sr. Aurélio V. Barreto (副局長)、ノバフリブルゴ市 Mr. Jeferson Pires Aragão (工事局局长) 挨拶

(都市省) ストライキの影響による燃料問題で、数人の方が参加できなかった。

このセミナーは大事なセミナーである。

(州) 災害防止には砂防堰堤建設を実現することが重要であり、日本のメーカーが参加している今回は非常に重要なイベントである。

(市) ブラジルに重要な技術を紹介できるセミナーが開催されて光栄である。



### 2. セミナーの目的等

(JICA) JICAの活動内容、支援内容について説明

民間普及連携事業について説明。今回のセミナーはその事業の一環である。

(NSMP) 会社紹介と今回の事業の目的を紹介。

(都市省) 本プロジェクトの経緯を説明

9月に日本で研修の予定がある。

ブラジル国内で設計し建設することが重要で、日本企業と連携して、鋼製砂防堰堤部品を製造する企業を育てる必要がある。

これまでのGIDESプロジェクトと、今後行われるフェーズ2の実施が重要である。

(質疑)

(アレシャンドレ) 土石流は新しい分野で、ブラジルでは多発している。  
サンルーカス病院のエリアは、重要なエリアであり、そこに砂防堰堤を建設することは、災害を防止、軽減できるとともに、下流への土砂の流出を抑制することにつながり、現在計画されている、排水事業（堆砂が問題になっている）にも貢献してくるので、有益な工法である。  
(都市省)  
近年、気候変動の影響で災害が多発する傾向があるので、事前準備による災害予防が大切である。



### 3. 山越プレゼン

資料を基に日本における土石流対策事業の現状の説明

“ 災害は忘れた頃にやってくる。”

(質疑)

(都市省) ブラジルの災害状況を統計的に説明いただき、よくわかった。これまで、ブラジルにおいてはこのようなデータが整理されてこなかった。



### 4. 加藤プレゼン

資料を基に鋼製スリット砂防堰堤の概要と機能の説明や構造計算の考え方、維持管理方法等を説明

鋼管の板厚は、50年程度の耐久性を持たせるため、腐食しろを追加した厚さにしている。

安定性と安全性（構造計算）の検討を行っている。

鋼製スリット砂防堰堤は、防災、減災、環境保全に寄与する施設である

（質疑）

・維持管理、除石はいつするのか、計画の考え方。

透過型：通常時に流下する土砂は下流へ流されるので堰堤には貯まらない。土石流発生時に捕捉した土石を取り除く。

不透過型：堆積状況を定期的に観測して、流下する土石流を補足するために必要な量が足したら除石する。

・土壌が厚い、大きな石が無い場合は、透過型は効果ないのではないか

その通り、そのようなケースでは不透過型を採用することが有効と考えられる。

・人が堰堤の上を通るのではないか。

日本では両サイドにゲートを設置して人が入らないようにしている。

・透過型、不透過型の使い分けは、

上流の山の状況、用途によって使い分けする。

・（都市省）維持管理が常に必要なのでは

日本では、日々管理しない、大雨が降った後などに施設点検を行う。

・特許について、NSMP はブラジルに工場を作るのか、どのようなビジネスモデルを考えているのか。

ブラジルで手に入る材料を使って、ブラジルの工場で製造して販売する、ビジネスモデルを考えている。NSMP は、その工場に鋼製砂防堰堤を製造するために必要なノウハウを伝授する考えである。



## 5 . 下田プレゼン

資料を基にソイルセメント砂防堰堤（SBウォール工法）の概要と機能、試験、施工方法等の説明（質疑）



#### 6. ノバフリブルゴ市 Alexandre 氏によるプレゼン

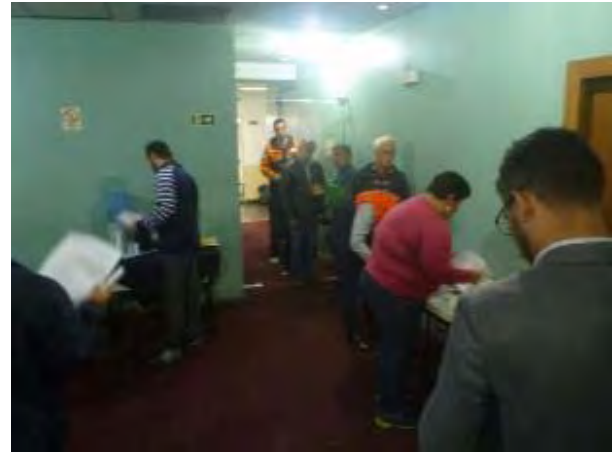
GIDES での土石流対策計画の成果を説明

#### 7. 今後の計画

11 月に再度セミナーを開催予定である。具体の設計について議論したい。次回も参加、支援をお願いしたい。

#### 8. リオデジャネイロ州立大学の Feijo 教授による総評

- (1) 砂防ソイルセメントに関しては弱点の説明があったが、これらの弱点はあまり問題でない。ブラジルの土質は（シルト・粘土の）細粒分が多いので、クラッシャーランを混入することになるので少しコストは高くなるが、それでも（コンクリートに対して）経済的になると思う。ソイルセメントの配合試験などはブラジルでは十分できるので品質管理は問題ない。
- (2) 砂防堰堤については計画地点の粒径調査をして、スリットダムタイプの採用を決めることになる。
- (3) ノバフリブルゴ市の土石流堰堤対策計画がこれほどよくできていることに驚いた。作成に参加した全員の協力のたまものと思う。







以上

参加者リスト (2018年5月29日 於: ノバフリブルゴ市)

Promotion for the spread of Steel Sabo Dams and others Project in the Federative Republic of Brazil				
Lista de Presenca				
	Name	Institution	e-mail	Telephone
1	Alexandre Perçu	財務・計画・経済開発・管理局	<a href="mailto:alexandre.pmnfri@gmail.com">alexandre.pmnfri@gmail.com</a>	22-2525-9135
2	Alexandre Sanglard	NF市役所	<a href="mailto:alexandre.ambientepmnf@gmail.com">alexandre.ambientepmnf@gmail.com</a>	22-99936-0069
3	Aline Freitas da Silva	鉱山資源局 DRM/RJ	<a href="mailto:afsilva.drmi@gmail.com">afsilva.drmi@gmail.com</a>	21-98612-3962
4	André Luiz Gomes	協定・プロジェクト管理事務所 - EGCP/PMNF		22-2525-9100
5	Antônio Augusto Duarte Prati	技術分析副局 - SEMMADUS	<a href="mailto:pratiagusto@gmail.com">pratiagusto@gmail.com</a>	22-2525-9165
6	Aurélio Vogas	州工事局 - RJ	<a href="mailto:aurelio.seobras@gmail.com">aurelio.seobras@gmail.com</a>	21-2517-4926
7	Beatriz da Cunha Lima Guimaraes	技術分析副局 - SEMMADUS	<a href="mailto:biaclg@gmail.com">biaclg@gmail.com</a>	22-2525-9165
8	Bruna Spinelli Salles	技術分析副局 - SEMMADUS	<a href="mailto:bruna.spinelli.salles@gmail.com">bruna.spinelli.salles@gmail.com</a>	22-2525-9165
9	Gilberto Ferro	工事局 - PMNF	<a href="mailto:gfobras@ud.com.br">gfobras@ud.com.br</a>	22-2525-9215
10	Glaucius José Braga Leal	山間地域市民防衛地方事務所 - RJ	<a href="mailto:gibleal@yahoo.com.br">gibleal@yahoo.com.br</a>	21-98645-2415
11	Jefferson Pires Aragão	市公共工事局 - PMNF / RJ	<a href="mailto:jferrengenhariaeiferson@bol.com.br">jferrengenhariaeiferson@bol.com.br</a>	22-99201-5340
12	Léo Fernandes de Andrade nunes	内部監査 - PMNF	<a href="mailto:leo.nunes@pmnf.rj.gov.br">leo.nunes@pmnf.rj.gov.br</a>	22-98818-5828
13	Luiz Claudio Gonçalves	NF市役所	<a href="mailto:pcengenharia@gmail.com">pcengenharia@gmail.com</a>	22-99834-3666
14	Kuiz Filipe Laginestra	工事局 - PMNF	<a href="mailto:iaggi@globo.com">iaggi@globo.com</a>	22-2525-9215
15	Paulo Leite	São Lucas病院 - NF		
16	Pedro Henrique	技術分析局 - SEMMADUS	<a href="mailto:geologopedro@gmail.com">geologopedro@gmail.com</a>	22-2525-9165
17	Pedro Higgins Ferreira de Lima	技術分析局 - SEMMADUS		22-2525-9165
18	Pedro Santana Peregrini	技術分析局 - SEMMADUS		22-2525-9165
19	Rogério Luiz Feijó	RJ州政府		21-98883-7106
20	Silvia de Lima	山間地域REDEC	<a href="mailto:silvialima.bb@yahoo.com.br">silvialima.bb@yahoo.com.br</a>	22-99945-3143
21	Tem. Cel. BM Rodrigo Werner da Silva	州自然災害モニタリング・警報センター	<a href="mailto:werner.rodrigo@gmail.com">werner.rodrigo@gmail.com</a>	21-97023-4127
22	Willian Gonçalves		<a href="mailto:willianborges@bol.com.br">willianborges@bol.com.br</a>	22-2525-9215
23	Wolnei Wolff Barreiros	都市省	<a href="mailto:wolnei.wolff@ciudades.gov.br">wolnei.wolff@ciudades.gov.br</a>	61-2108-1265
24	Julio Estefan	工事局		22-99267-0435
25	Pedro Henrique Lopes Batista	都市省	<a href="mailto:pedro.batista@ciudades.gov.br">pedro.batista@ciudades.gov.br</a>	61-2108-1480
26	Patricia F. de Mello	工事局	<a href="mailto:pmello.seobras@gmail.com">pmello.seobras@gmail.com</a>	21-2517-4926
27	Eduarda C. Lourenço	工事局	<a href="mailto:eduarda.seobras@gmail.com">eduarda.seobras@gmail.com</a>	21-2517-4926
28	Vinicius Gimarães	工事局	<a href="mailto:vinicius.sec.rj.gov@gmail.com">vinicius.sec.rj.gov@gmail.com</a>	21-98862-9958
29	Marcelo Marques	環境局	<a href="mailto:marcelokia@hotmail.com">marcelokia@hotmail.com</a>	22-99985-4577
30	Claudio F. Ever	環境局	<a href="mailto:claudioever7@hotmail.com">claudioever7@hotmail.com</a>	22-99236-6567
31	Clecio	MABDS局		2525-9217
32	Cristina Souza			99770-6859
33	Daniele Eddie	商業局	<a href="mailto:bannieleddie@gmail.com">bannieleddie@gmail.com</a>	99901-9997
34	Sandra Leticia Martins	工事局	<a href="mailto:sandra.leticia.martins@hotmail.com">sandra.leticia.martins@hotmail.com</a>	99966-3343
35	Giulia Q. Damazio	環境局	<a href="mailto:damaziogiulia@gmail.com">damaziogiulia@gmail.com</a>	99801-4590
36	João Moreira	CEMADEN-RJ	<a href="mailto:moreiracemadenri@gmail.com">moreiracemadenri@gmail.com</a>	21-96471-6201
37	Daniel Matos	商業局		2525-9185
38	Paulo Roberto de M.	工事局	<a href="mailto:pauloocesfr@gmail.com">pauloocesfr@gmail.com</a>	21-99797-9542
39	Raul M. Fanzepes	工事局	<a href="mailto:raulfanzepes@yahoo.com.br">raulfanzepes@yahoo.com.br</a>	21-99424-0473
40	Rafael Pimentel	工事局	<a href="mailto:pimentel.seobras@gmail.com">pimentel.seobras@gmail.com</a>	21-98596-4625
41	Felipe Teixeira	工事局	<a href="mailto:21-97008-4085">21-97008-4085</a>	
42	Shinji Sato	JICA	<a href="mailto:sato.shinji@jica.go.jp">sato.shinji@jica.go.jp</a>	61-3321-6465
43	Daniela Satie Maekawa	JICA	<a href="mailto:maekawa-daniela@jica.go.jp">maekawa-daniela@jica.go.jp</a>	61-3321-6465
44	Hiroshi Shimoosako	YEC	<a href="mailto:shimoodako@yachiyo-eng.co.jp">shimoodako@yachiyo-eng.co.jp</a>	61-99864-7050
45	Takaaki Kato	NSMP	<a href="mailto:tkkatou@ns-kenzai.co.jp">tkkatou@ns-kenzai.co.jp</a>	
46	Takao Yamakoshi	STC	<a href="mailto:takaofyamakoshi@gmail.com">takaofyamakoshi@gmail.com</a>	
47	Yoshifumi Shimoda	YEC	<a href="mailto:shimoda@yachiyo-eng.co.jp">shimoda@yachiyo-eng.co.jp</a>	47-3321-6465

### 打合せ議事録

調査名	ブラジル国鋼製透過型・ソイルセメント砂防堰堤普及促進事業
協議日時	2018年6月5日 10:15 ~ 17:00
協議場所	ESCOLA TECNICA DO SUS BLUMENAU
出席者	都市省： Mr. Francisco Araújo Filho (部長)、 Mr. Wolnei Wolff Barreiros (課長)、 Sr. Daniel Sr. サンタカタリーナ州： Mr. Moratelli 市民防御局長 ブルメナウ市： Mr. Mário Hildebrandt (市長) JICA： 田中所員、 Ms. Daniela Maekawa 提案企業者： 加藤、 下田、 山越、 下大迫、 新井 (通訳)、 中瀬 (通訳) 参加者 約 40 名

#### 1. 挨拶

都市省 Mr. Francisco Araújo Filho、 サンタカタリーナ州 Mr. Rodrigo Moratelli (市民防御局長)、 JICA 田中所員、 NSMP 加藤、 ブルメナウ市 Mr. Mário Hildebrandt (市長) 挨拶

(Rodrigo) 2011年に Vale do Itajaú で洪水を契機に、 災害削減プロジェクトが開始された。

サンタカタリーナ州は、 災害統合管理に関して最も投資した州である。

(市長) ブルメナウでは地滑りが多い。 砂防に関する日本の知識を深めたい。





## 2. セミナーの目的等

(田中) JICA の活動内容、支援内容について説明

民間普及連携事業について説明。今回のセミナーはその事業の一環である。

(加藤) 会社紹介と今回の事業の目的を説明。

(都市省) 本プロジェクトの経緯を説明

9月に日本で研修の予定である。

ブラジル国内で設計し建設することが重要で、日本企業と連携して、国内で鋼製砂防堰堤を製作する必要がある。

これまでの GIDES プロジェクトと、今後行われるフェーズ 2 の実施が重要である。

## 3. 山越プレゼン

資料を基に日本における土石流対策事業の現状の説明

“災害は忘れた頃にやってくる。”

(質疑)

(Juan 先生) 広島で起きた災害地点の風化土壌の厚さはどの程度か？

50cm 程度、花崗岩の上面にある。

ブラジルと違い地震が原因ではないのか？

地震が土石流の原因になったかは確認していない。



#### 4. 加藤プレゼン

資料を基に鋼製透過型砂防堰堤の概要と機能の説明や構造計算の考え方、維持管理方法等を説明  
安定性と安全性（構造計算）の検討を行っている。

鋼製透過型砂防堰堤は、防災、減災、環境を保全に寄与する施設である  
（質疑）

・砂防堰堤の建設場所の条件は？

渓床勾配が  $2^\circ$  以上で土砂と流木が補足できる地点である。それ以下になると流木しか補足できない。

・余分な土砂は取り除く必要があるのか

不透過型は上下流を遮断するため、土砂が溜まるので定期的に取り除く必要がある。

透過型は、通常堆砂域は空になっているので、土石流発生後に点検し、必要であれば取り除く必要がある。なお、土石流の発生頻度は少ない。

・砂防堰堤が崩壊した場合どうなるのか

下流に被害が発生する。壊れないように設計を行い、適正な施工監理を行うことが重要である。

・どのような鋼材を使用しているのか、部材にカーボンを使用しないのか、いつ交換するのか

カーボンは使用していない。高価であることと、堅くなり、衝撃を吸収することができない。なお、カーボンを混ぜて作成することは可能である。

損傷を受けた場合は部材全体を交換するのか

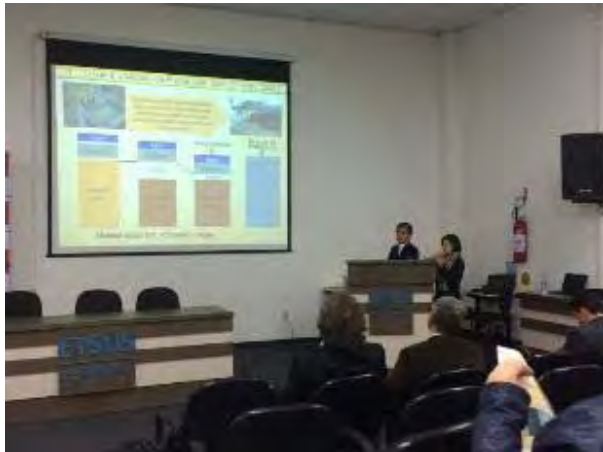
部材が、大きくへこむのは想定以上の外力がかかったからである。必要な場合は、外力を再計算して、破損したパーツのみ交換する。

調査して必要なパーツのみ交換する。



## 5. 下田プレゼン

資料を基にソイルセメント砂防堰堤（SBウォール工法）の概要と機能、試験、施工方法等の説明（質疑）質問無し



#### 6. ブルメナウ市プレゼン

GIDES の成果に関する発表。

水害等、多くの災害が起きてきた。2008年から4年間の調査を GIDES で行い(斜面崩壊、土石流等)、マニュアルが作成された。

#### 7. Juan 先生プレゼン

ブラジル全土での土石流、地すべり事例の説明。

土砂移動を知るにはその地質を知ることが重要



#### 8. テーブル会議

Dr.Murilo、Dr.Mauricio、Dr.Juan、加藤、山越、下田によりテーブル会議を行った。



### 9. 今後の計画

11月に再度セミナーを開催予定である。具体の設計について議論したい。次回も参加、支援をお願いしたい。



以上



参加者リスト (2018年6月5日 於: ブルメナウ市)

Promotion for the spread of Steel Sabo Dams and others Project in the Federative Republic of Brazil			
Lista de Presenca			
	Name	Institution	e-mail Telephone
1	Mauricio Pozzobon	UNISOCIESC	pozzobonmauricio@gmail.com 47-99183-7627
2	Alexandre Linhares Brollo	Secretaria de Conservacao e Manutenca	albrolo@gmail.com 47-99117-9893
3	Ana Cristina Cancherini Brandt	SEINFRA	anacristina@blumenau.sc.gov.br 47-3381-6311
4	Andrey Nazareno Jutel	SEINFRA	andrey@blumenau.sc.gov.br 47-3381-6311
5	Carlos Cesar Leite	SEINFRA	carlosleite@blumenau.sc.gov.br 47-3381-6311
6	Carolina Maria Dari Meireles	Secretaria de Defesa do Cidadão	aro.carolmeireles@email.com 47-3381-6823
7	Charles Patrik Karasinski	SEINFRA	charlespatrick@blumenau.sc.gov.br 47-3381-6311
8	Cristina Kieselbach	SEINFRA	cristinakieselbach@blumenau.sc.gov.br 47-3381-6311
9	Daniel Masieiro	Mcidades/SNDU	daniel.masieiro@ciudades.gov.br 61-2103-1265
10	Daniela Satie Maekawa	JICA	maekawa-daniela@jica.go.jp 61-3321-6465
11	Edgar Fontanela	Governo de Estado de Santa Catarina	edgar.fontanela@gmail.com 48-3664-7001
12	Eloir Maoski	Secretaria de Defesa do Cidadão	eloirmaoski@blumenau.sc.gov.br 47-3381-6823
13	Evarandro Lubitz	Universidade de Blumenau - FURB	bcevarandro@yahoo.com.br 47-99936-4061
14	Fernanda Patricia de Oliveira	Governo de Estado de Santa Catarina	fernanda@sdsc.sc.gov.br 48-3664-7001
15	Gerson Lange Filho	Secretaria de Defesa do Cidadão	gersonlange@blumenau.sc.gov.br 47-3381-6823
16	Hiroshi Shimoosako	YEC	shimoodako@vachivo-eng.co.jp 61-99864-7050
17	Humberto Alves da Silva	Governo de Estado de Santa Catarina	humberto@sdsc.sc.gov.br 48-3664-7001
18	Jaqueline Antunes Ferreira	Governo de Estado de Santa Catarina	jaquelineantunes@gmail.com 48-3664-7001
19	João Marcos Bossi de Moura	Universidade de Blumenau - FURB	joaomarcosmm@hotmail.com 47-3221-6011
20	Joaquim Carlos T. S. Branco	SEINFRA	joaquimbranco@bol.com.br 47-3381-6311
21	Juan Altamirano Flores	Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC	juan.flores@ufsc.br 48-3664-7001
22	Lawrence Silva Campos	SEINFRA	lawrencecampos@blumenau.sc.gov.br 47-99604-6414
23	Leonel Fernandes	Governo de Estado de Santa Catarina	leonel@sdsc.sc.gov.br 48-3664-7001
24	Luciano Thiesen	Associação de Engenheiros - AEAMVI	luciano@freedom.eng.br 47-99191-6355
25	Luiz Carlos Sens	SEINFRA	eng.luizsens@gmail.com 47-3381-6311
26	Luiz Fernando Procopio Gomes	Secretaria de Conservação e Manutenção	luizgomes@blumenau.sc.gov.br 47-99627-3934
27	Luiz Fernando Supis	Secretaria de Conservação e Manutenção	luizsupis@blumenau.sc.gov.br 47-99968-9756
28	Michael J. S. Maiochi	Secretaria de Conservação e Manutenção	michaelmaiochi@gmail.com 47-99628-2121
29	Murilo da Silva Espindola	Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC	murilo.espindola@ufsc.br 47-3721-9664
30	Paulo Barral de Holanda Gomes	Universidade de Blumenau - FURB	paulobarral@hotmail.com 47-3221-6011
31	Régis Evaloir da Silva	PMB	regissilva@blumenau.sc.gov.br 47-99954-1760
32	Rodrigo Antonio Ferreira Foster Soraes Moratelli	Governo de Estado de Santa Catarina	secretario@sdsc.sc.gov.br 48-3664-7001
33	Takaaki Kato	NSMP	tkkatou@ns-kenzai.co.jp
34	Takao Yamakoshi	STC	takaofyamakoshi@gmail.com
35	Theresa Cristina Liberato Beduschi	SEINFRA	theresabeduschi@blumenau.sc.gov.br 47-3381-6311
36	Valdeci Dutra	Secretaria de Conservação e Manutenção	valdecidutra@blumenau.sc.gov.br 47-99936-4097
37	Wolnei Wolff Barreiros	Mcidades	wolnei.wolff@ciudades.gov.br 61-2108-1265
38	Yoshifumi Shimoda	YEC	shimoda@vachivo-eng.co.jp 47-3321-6465
39	Leila Cristina Perdoncini	PMB/Geologia	lcperdoncini@gmail.com 47-99640-0187
40	Jackson D. Laurindo	Fefesa Civil Estado	jackson@sdsc.sc.gov.br 47-99241-6245
41	Jerry Luiz Boos	SEDECI	jerryboos@blumenau.sc.gov.br 47-99909-5457
42	Graziela Cidal	SEDECI	grazielacidal@blumenau.sc.gov.br 47-98473-1559
43	Adriano Cunha	Fefesa Civil/PMB	adriancunha@blumenau.sc.gov.br
44	Gustavo de Oliveira	SEINFRA/PMB	gustavodeoliveira@blumenau.sc.gov.br
45	Marcelo Schrubbe	PMB	marceloschrubbe@blumenau.sc.gov.br 47-3381-6155
46	Graziela Lorencetti	SEURB/PMB	grazielalorencetti@blumenau.sc.gov.br 47-3381-6240
47	Yutaro Tanaka	JICA Brasil	tanaka.yutaro@jica.go.jp 61-99655-8007
48	Ekio Fuck	SEMOSPE	ekiofuck@blumenau.sc.gov.br 47-99968-9773

打合せ記録

案件名/用件	ブラジル連邦共和国 鋼製透過型・ソイルセメント砂防堰堤 普及促進事業 / 成果品説明
出席者	地域開発省：Wolnei 氏 JICA：山口職員、駒沢コーディネーター 日鉄建材（株）：加藤部長、岡野部長 砂防・地すべり技術センター：藤平調査役 兼 国際課長 八千代エンジニアリング：下田相談役、後藤常務執行役員、西尾職員、下大迫専門課長 通訳：前田氏
打合日時	2020年10月22日 19:00～21:00
会議場所	TV会議
<p>本民間連携事業の成果と課題の説明および砂防ダム建設に向けた今後の取り組みについて情報交換するためにTV会議を実施した。</p> <p><b>1. 成果と課題の説明</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 下記、内容を資料に沿って、加藤氏、下大迫が説明を行い意見交換を行った。             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 業務概要</li> <li>2. 活動概要</li> <li>3. 活動成果概要</li> <li>4. 需要予測</li> <li>5. ビジネスモデル（実施体制）</li> <li>6. 課題</li> </ol> </li> <li>➤ (Wolnei 氏) 将来のニーズが5,000基以上になることに驚いている。予算の確保が重要であることは理解できましたし、予算を確保することは可能である。</li> <li>➤ (Wolnei 氏) 今後、事業を進めるにあたり有効な資料が作成されたと理解している。</li> <li>➤ (下田氏) 日本の企業が事業を始めるためには、このような長期計画（需要予測）が必要であり、この資料は、企業側の視点で作成している。今回の調査で、公共事業を進めるのは厳しいことが理解できた。ブラジルで砂防ダムを建設するに際して、きちっとした計画が必要で、今回のようなデータを作成しないといけないことが分かった。公共事業の審査が厳しくて、今回のような長期計画を持っておいて、早め早めに予算を確保に努めないと、予算確保が難しいことが理解できた。Wolnei さんの部署でも、このような計画を持って、逐次予算申請をしていけば、我々も事業に参加できると考え、この資料を作成しました。</li> <li>➤ (下田氏) 5,000基というのは将来に向けた概略の数量である。Paulo 部長とも共有いただきたい。</li> </ul> <p>(予算について)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ (Wolnei 氏) パイロットプロジェクトの予算等の状況については、昨年、ブラジル渡航時の状況から変化はない。ノバフリブルゴ市についてはリオ州との9,000万レアルの契約があり、そのうち、800-1000万レアルがこの事業に割り当てられると考えている。実現は可能である。</li> <li>➤ (Wolnei 氏) 50年まえから土砂災害は認識されている。土砂災害2010年にプログラム化された。土石流は、新しい考えのもとで予算確保を進めている。</li> <li>➤ (Wolnei 氏) ブルメナウ市では、コロナの影響で新規プロジェクトの計画が進められてい</li> </ul>	

ない、新しい事業を進める議論を行いたかったが、まだ、進められていない。

- (Wolnei氏) 2020-2023年の予算は、財政がきびしく、2021年は削減されている、新しい事業ができない、進行中の事業を進めるので精いっぱいである。

(品質確保について)

- (Wolnei氏) このテーマはデリケートで難しい。企業に対する認証する制度は無い。製品に対して、材料や機材の最低の安全性を確保するよう規定する。企業が物を販売する場合、安全性を保障する必要がある。鋼製砂防ダムは、新しい技術であり、最初は、競合する企業は出てこないと考える。鋼製部分日本が知見を持っている、ブラジル国内で参入企業があるとは考えられない。ブラジルの技術基準に沿っている必要がある。それに沿っていないと売ってはいけない。
- (加藤氏) 土石流災害は、30年、50年後いつ起こるかわからないので、製品の安全性の確認がすぐにはできない。瑕疵担保責任を何年間求めるのか、一個、一個の品質は確保できるが、溶接等で一体として安全性を確保するには、受け取る側つまり発注者が、安全性を検査する能力を持つ必要がある。
- (加藤氏) パイロット事業は、日本側が指導して安全性は確保できるが、いろんな企業が参入して、壊れては元も子もない。今後、設計の基準を整備していくが、合わせて構造物として製品の安全性を検査するための品質基準を整備していく必要がある。そうしないと模倣品が広がってしまう。
- (Wolnei氏) 我々も同じように懸念している。設計事務所が基準に沿って設計を行う必要がある。細かく仕様を記載する必要がある。それに適合できないと販売できない。鋼製や溶接に関して細かく記載することが必要。数量と質と価格の3つを記載すれば、それを確保する必要となる。
- (岡野氏) ブラジルの持つ現在の技術で、仕様を示せば、品質はコントロールすることはできると考えられる。
- (Wolnei氏) ジオブロックのバリアの例、記載されている仕様基準を満たすためには、ジオブロックのバリアしか使用できない。蛇籠では、ブラジルの会社マカフェリーは高強度の網を使っている。そこに、参入しようとする企業はブラジルには無い、技術的に対応できないからであり、膨大な知識保有する、対応できる会社は無い。砂防ダムもブラジル企業独自で参入できないのではないか。
- (Wolnei氏) 設計基準で縛ることに加えて、ラボで試験をする必要がある。例えば、溶接を検査する基準がある。試験を実施して品質を確保することは難しい。
- (下大迫) 基準等については、次に技プロで詰めていく内容と考えている。

## 2. 今後の取り組みについて

- (Wolnei氏) コロナ対応では、遠隔作業での実施が課題である。ワクチンが必要と感じている。現在計画の経済再活性化計画の中で、予算措置ができれば急傾斜対策来年の前半に行われるのではないかと期待している。
- (Wolnei氏) ノバフリブルゴ市、ブルメナウ市でも、遠隔での作業となっているが、コロナの影響は少ないと感じている。なお、11月に選挙の予定である。
- (Wolnei氏) リオの工事局長が交代した、後任は日系人である。砂防ダムのプロジェクトをインフラ担当に説明するよう依頼があった。フェイスジョ氏は、リオ州を定年退職、州立大学のみ所属となっている。フェイスジョ氏は、プロジェクトの進展を望んでいる。
- (Wolnei氏) ブラジルでは、中国製のワクチンを使用する計画である。
- (Wolnei氏) 遠隔で作業で技プロを進めることは可能か、
- (下大迫) 遠隔での事業の推進は、効率は落ちるが可能と考えている。可能な方法を工夫して進めていくことが必要である。

- (駒沢氏) このプロジェクトでは、スペックイン、仕様作成が重要である。中国製のワクチンが使用されても、すぐに現地入りできるようになるかは懐疑的である。出来るやり方で工夫して進めて行うことが必要である
- (Wolnei氏) 来年の前半にプロジェクトが開始されることを期待しております。

以上



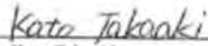
◇ 添付 2. JICA、NSMP、SEDEC の 3 者間ミニッツ

MINUTES OF MEETINGS  
BETWEEN  
THE JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY,  
AND  
NATIONAL SECRETARIAT OF PROTECTION AND CIVIL DEFENSE,  
MINISTRY OF REGIONAL DEVELOPMENT OF BRAZIL,  
AND  
NIPPON STEEL METAL PRODUCTS CO., LTD.  
ON  
COLLABORATION PROGRAM WITH THE PRIVATE SECTOR FOR DISSEMINATING  
JAPANESE TECHNOLOGIES  
FOR  
STEEL SLIT DAM AND SABO SOIL-CEMENT GRAVITY DAM

The Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA") exchanged views and had a series of discussions with former National Secretariat of Urban Development, Ministry of Cities, Federative Republic of Brazil (hereinafter referred to as "SNDU ") for the purpose of working out the details of activities and measures to be taken by JICA and SNDU concerning the Collaboration Program with the Private Sector for Disseminating Japanese Technologies for Steel Slit Dam and Sabo Soil-Cement Gravity Dam (hereinafter referred to as the "Collaboration Program"), which has been implemented together with Nippon Steel Metal Products Co., Ltd. (hereinafter referred to as "NSMP") for 14 months so far under the Minutes of Meetings which was signed by JICA, SNDU and NSMP on April 11, 2018 (hereinafter referred to as "ex-M/M").

Because of the reorganization of federal government ministries in Brazil, the National Secretariat of Protection and Civil Defense, Ministry of Regional Development (hereinafter referred to as "SEDEC") replace the role and responsibilities of the former SNDU in the Collaboration Program as written in the ex-M/M. As a result of the discussions, all parties concerned confirmed to implement the Collaboration Program based on the document attached hereto.

February , 2020

 Mr. Sato Hiroshi Chief Representative JICA Brazil Office Japan International Cooperation Agency	 Mr. Alexandre Lucas Alves National Secretariat of Protection and Civil Defense Ministry of Regional Development Federative Republic of Brazil
 Mr. Kato Takaaki General Manager Disaster Prevention & Fabricated Construction Materials Sales Dept. Nippon Steel Metal Products Co., Ltd.	

ATTACHED DOCUMENT  
INTERINSTITUTIONAL AGREEMENT

**1. Outline of the Collaboration Program:**

1. Japanese enterprises possess technological resources in various fields that may assist in fulfilling societal needs and have a positive impact on the social welfare of a country. JICA, as the implementing agency of the Official Development Assistance of Japan, has introduced a Collaboration Program to utilize these technologies.
2. The Collaboration Program is one of JICA's public-private partnership programs, which aims to demonstrate Japanese enterprises' technologies that respond effectively to specific development challenges. The goal of the Collaboration Program is to disseminate Japanese enterprises' technology, knowledge and system, to enhance development in the developing countries.
3. The goal of the Collaboration Program is to disseminate Japanese enterprises' technology, knowledge and system to enhance development in the developing countries, for promoting construction of the Sabo Dam planned in the pilot project under "The Project for Strengthening National Strategy of Integrated Natural Disaster Risk Management in The Federative Republic of Brazil (hereinafter referred to as "GIDES")". For this reason, NSMP has provided so far technical assistance on design, preparation of cost estimation and tender document of Steel Silt Dam and Sabo Soil-Cement Gravity Dam. The expected and realized schedule of construction of the pilot Sabo Dam project is shown below.

Year	The schedule expected	The schedule realized	Remarks
First	Topographical survey, Geotechnical investigation Draft detail design	Topographical Survey, Geotechnical Investigation Draft preliminary design	Scope of technical assistance in the Collaboration Program
Second	Cost estimation, Tender document	Cost Estimation	Scope of technical assistance in the Collaboration Program
Third ~	Construction Work	Basic design Detailed design Tender document Construction work	Out of scope of the Collaboration Program

K  

4. Part of the items in the expected schedule, out of scope of the Collaboration Program, will be executed in the planned technical transfer by JICA technical cooperation project "Capacity Development Project for Structural Measures against Sediment related Disaster for Resilient Cities (hereinafter referred to as "SABO Project")" requested by the government of Brazil in 2017 and the other items realized are to be utilized in the Sabo Project.

## **II. Implementation of the Collaboration Program**

1. Both sides agree to continue the Collaboration Program until the end of November, 2019 to conclude the Achievements of V-2 of this M/M.
2. The Collaboration Program is implemented in accordance with the Collaboration Program Outline, which is set forth in the Annex. The actual implementation of the Collaboration Program is implemented by NSMP entrusted by and in collaboration with JICA. JICA supervises the overall implementation.
3. This Agreement does not imply any obligations on budgetary or financial resources and does not imply any commercial or obligations between signatory parts in the field of international law.

## **III. Measures to be taken by SEDEC**

SEDEC will take necessary measures to:

1. Cooperate with NSMP in assuring the successful implementation of the Collaboration Program throughout the implementation period;
2. Ensure that techniques and knowledge acquired in the Collaboration Program shall not be used for military purposes;
3. Provide the JICA Collaboration Program Team with reasonable supports, including the following items, as requested throughout the implementation period in cooperation with other organizations concerned in Brazil at its own expense:
  - (1) Appointment of SEDEC's counterpart personnel;
  - (2) Suitable office space and internet facility;
  - (3) Preparation on holding of seminars and workshops (Arrangement of venues for holding, Preparation of invitation letter and sending, etc.)
  - (4) Join the meeting with states (Rio de Janeiro, Santa Catarina) and cities (Nova Friburgo, Blumenau) as much as possible;
  - (5) Available data (including maps and photographs) and information related to the Collaboration Program.

K  1 

4. Secure budget for basic design, detailed design and construction of the sabo dams planned in the pilot project under GIDES according to usual procedure at the coming budget request opportunity after the referred "SABO Project" starts.

#### **IV. Mutual Consultations**

Any major issues that may arise from or in connection with this Attached Document will be resolved through mutual consultations by all parties concerned.

#### **V. Achievements**

1. Both sides confirmed the achievements of the Collaboration Program as follow.

Japanese side:

- Draft preliminary design of the structural Sabo facilities in Nova Friburgo and Blumenau which is elaborated by using Japanese guideline as attached Annex A.
- Draft estimation of quantity of materials necessary for constructing the sabo dams (Annex A).
- Results of effect evaluation of structural Sabo facilities through numerical simulations (Annex A).

Brazilian side:

- Deepening knowledge of NSMP's technology, knowledge and system
- Draft schedule of main work of the structural Sabo facilities in Nova Friburgo and Blumenau as attached Annex B

2. Both sides agreed to achieve the following items by the end of the Collaboration Program.

Japanese side

- Cost estimation of the part of steel structure

Brazilian side

- Support of the commined activities of the municipal governments of Nova Friburgo and Blumenau (Annex C)
- Draft cost estimation of constructing structural SABO facilities

K            



## **VI. Other Relevant Issues**

### **1. Intellectual Property Rights**

- (1) NSMP reserves its intellectual property rights such as any patent, trademark, copyright, design, pattern, construction, etc. (hereinafter referred to as the "Intellectual Property Rights"), concerning products by NSMP for the implementation of the Collaboration Program, and no Intellectual Property Right is granted by license or otherwise under this Attached Document. Any resale, reproduction, reuse, and transfer of the Intellectual Property Rights which belongs to the NSMP concerning products are restricted without obtaining prior written permission by NSMP.
- (2) The Intellectual Property Rights of the final report will remain the property of JICA. SEDEC may make copies and distribute the report for the purpose of sharing the result of the Collaboration Program. However, SEDEC may not use the report for commercial purposes nor modify the report without obtaining prior written consent of JICA.

### **2. Confidentiality**

All parties will observe the confidentiality and secrecy of documents, information and other data received or supplied by any of the other parties as confidential information for the implementation of the Collaboration Program. Such information must be kept confidential even after the completion or the termination of the Collaboration Program.

### **3. Consideration for next step**

Both sides recognized following items are necessary for the implementation of structural SABO facilities utilizing transferred knowledge of the Collaboration Program and forthcoming SABO Project.

Item 1: Elaborate basic design of structural SABO facilities in Nova Friburgo/RJ and Blumenau/SC.

Item 2: Establish technical committee composed of members with notorious knowledge to elaborate technical methodology of structural SABO facilities.

Item 3: Budgetary planning by Brazilian federal government for the implementation of structural SABO facilities in Nova Friburgo/RJ and Blumenau/SC.

Item 4: Bidding procedure for the implementation of structural SABO facilities in Nova Friburgo/RJ and Blumenau/SC.

K  S 

Item 5: Elaborate detailed design of structural SABO facilities in Nova Friburgo/RJ and Blumenau/SC

Item 6: Construction of structural SABO facilities in Nova Friburgo/RJ and Blumenau/SC.

4. Others

In a case of delay or failure in performance arises due to bankruptcy, or any commercial, financial or other difficulty of NSMP cancellation of the contract between NSMP and JICA, or any cause(s) beyond reasonable control of the parties, the party so affected will immediately provide written notice to the other parties of such date and the nature of such failure, and the anticipated period of time during which the failure conditions are expected to persist. In such a case, this Minutes of Meeting does not obligate any party hereto to continue implementation of the Collaboration Program. The parties hereto will consult in good faith and agree upon appropriate measures to be taken, including termination of the Collaboration Program.

K  

(ANNEX A)

Draft preliminary design of the structural Sabo facilities in Nova Friburgo and Blumenau

(ANNEX B)

Draft schedule of main work of the structural Sabo facilities in Nova Friburgo and Blumenau

(ANNEX C)

Support of the committed activities of the municipal governments of Nova Friburgo and Blumenau



◇ 添付 3.英文要約

Ministry of Regional Development  
Government of Rio de Janeiro Works Department  
Directorate of Disaster Response, Secretariat of  
Civil Defense, State of Santa Catarina  
Nova Friburgo City Hall Works Department  
Blumenau City Hall Works Department

## Summary Report

Republic of Brazil

Promotion for the spread of Steel Sabo  
Dams and others Project in the Federative

February, 2021

Japan International Cooperation Agency

Nippon Steel Metal Products CO., LTD

<Notes and Disclaimers>

- This report is produced by the trust corporation based on the contract with JICA. The contents of this report are based on the information at the time of preparing the report which may differ from current information due to the changes in the situation, changes in laws, etc. In addition, the information and comments posted include subjective judgment of the trust corporation. Please be noted that any actions taken by the users based on the contents of this report shall be done at user's own risk.
- Neither JICA nor the proposed corporation shall be responsible for any loss or damages incurred by use of such information provided in this report.

## 1. BACKGROUND

In recent years, landslides occurred frequently in urban districts along the Atlantic coast in Brazil and caused great damages. In particular, the landslides in Santa Catarina Province in November 2008 and in Rio de Janeiro Province in January 2011 caused enormous damages. Meanwhile, Brazil has little experience in implementing countermeasures for landslide disasters and has not conducted effective countermeasures.

Furthermore, the concept of countermeasures for debris flows has not been established and such disasters have been accepted as a natural disaster. Yet debris flows had caused catastrophic damages due to the wide reach and large destructive energy. They caused large economic loss by destroying houses and public infrastructures such as transportation, water supply, electricity, etc. and as a result.

In Japan, more than 3,000 steel sabo dams and other facilities have been constructed where they contribute to mitigation of debris flow disasters. Constructing steel sabo dams in debris flow prone torrents in Brazil undoubtedly will contribute to urban social and economic development, for instance:

- Provides economic benefits by reducing direct damage of debris flows to human resources, assets, and public infrastructures.
- Brings indirect economic benefits by preserving public infrastructure functions.
- Creates safe residential areas by preventing disasters in urban expansion areas.

## 2. OUTLINE OF THE PILOT SURVEY FOR DISSEMINATING SME'S TECHNOLOGIES

### (1) Purpose

In order to capture the demand for the debris flow countermeasure business, which is expected to be popular in the future, we aimed to increase the order acceptance probability for the construction of steel sabo dams. Such plan will be implemented in a pilot city in Brazil.

This will contribute to the synergistic project of promoting Japanese infrastructure exports and the sustainable development of ODA. At the same time, this will enhance the national debris flow countermeasures and contribute to the safe urban development as a national strategy.

### (2) Activities

#### (a) Activity for Acceptance of Government Officials in Japan

##### 1) Purpose

Several key government and university officials were invited to Japan, where they had educational visits to factories and construction sites, as well as lectures on public

procurement. The invited key officials are those who are well acquainted with the technology and have the decision right of projects. Such visit is aimed to deepen the understanding of the quality of steel sabo dams, the effect of capturing debris flows, and the public procurement method (productivity, particular specifications, etc.).

2) Outline of Activity

a) Participants

The list of participants is presented below. Five government officials and one university official, who have technical judgement and the right to make the decision on projects, were invited to Japan.

**Table-1 Member List of Training Course in Japan**

	Name	Position
1	Mr. Wolnei Aparecido Wolff Barreiros	Ministry of Cities National Secretariat of urban Development / Department of Risk Management and urban Rehabilitation / Project Manager
2	Mr. Raul Marques Fanzeres	Secretary of Works and Housing of Rio de Janeiro / Sub secretary for The Prevention of Risks and Geotechnical Disasters / Superintendent of Studies and Prevention of Disasters
3	Ms. Fernanda Patricia de Oliveira	Civil Defense of the State of Santa Catarina / Preventive Building / Preventive Building Director
4	Mr. Luiz Cláudio Gonçalves	NOVA FRIBURGO COUNTY / Public Works / Sub- Secretary
5	Mr. Lawrence Silva Campos	Blumenau City Hall Secretary of urban Infrastructures / Engineer
6	Mr. Roberto Quental Coutinho	PERNAMBUCO FEDERAL UNIVERSITY OF PERNAMBUCO, BRAZIL / Teacher (FULL)   Coordinator of The Geotechnical Engineering of Slopes, Plains and Disasters Group (GEGEP)

b) Implementation Contents

Factory tours, construction site tours, and public procurement lectures were carried out.

The training course schedule is shown in Table -2.

**Table-2 Schedule of Training Course in Japan**

Day			Description	Place of stay
1	9/24	Mon	Arrival at Narita Airport	Tsukuba
2	9/25	Tue.	National Institute for Land and Infrastructure Management visits and lectures on research on debris flows Visit to the hydraulic model test facility	Fukuoka
3	9/26	Wed.	Factory tours of Buzen Works	Kumamoto

4	9/27	Thu.	Construction site tour of sabo dam (reconstruction site in Mt. Aso)	Kumamoto
5	9/28	Fri.	Lecture on construction and costing of sabo dam and site tour Travelling (Kumamoto Pref. -Tokyo.)	Tokyo
6	9/29	Sat.	Estimating cost, public procurement lecture	Tokyo
7	9/30	Sun.	Estimating cost, public procurement lecture	Tokyo
8	10/1	Mon	Travelling (Tokyo—Toyama Pref.) Interpraevent International Symposium 2018	Toyama
9	10/2	Tue.	Interpraevent International Symposium 2018	Toyama
10	10/3	Wed.	Interpraevent International Symposium 2018 Travelling (Toyama Pref. —Tokyo)	Tokyo
11	10/4	Thu.	Courtesy call to JICA Headquarter Technical meeting with JICA	Tokyo
12	10/5	Fri.	Courtesy call to Embassy of the Federative Republic of Brazil in Japan and Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism. Departing Tokyo	



(b) Local Activity

1) Purpose

This activity aims to deepen the knowledge on functions, structures, public procurements, design, construction, and methods for cost estimation of steel sabo dams. Such knowledge advancement is aimed at directors and construction personnel in charge of the disaster prevention projects of the Federal Government and the state governments.

2) Outline of Activity

1) The First Local Activity (Duration: 21 May 2018 - 9 June 2018)

The Team explained about this project to the directors of the disaster prevention projects from the Federal Government and the state governments. In addition, the Team held seminars to enhance the knowledge of public procurements, the functions and structures of



steel sabo dams. These seminars were conducted in the states and cities where the pilot projects located. Personnel from the Federal Government, state governments municipalities, university, and relevant personnel concerned in construction were invited.



Seminar

Meeting with the directors

2) The Second Local Activity (Duration: 27 May 2019 – 18 June 2019)

Workshops on design, construction work, and cost estimating work were held to support business promotion of the project. These workshops specifically discussed the planned steel slit sabo dam B type and SB wall method sabo dam. Further, rough design data for sabo dams were provided and the function and effect of disaster mitigation of sabo dams were indicated.

Furthermore, to establish a manufacturing and supply system of steel sabo dams in Brazil, investigation on local steel companies and factories were conducted and the Team negotiated for their cooperation.



Workshop

Examples of Effectiveness of Sabo Dam

(3) Information of Product/ Technology to be Provided

1) Steel Slit Dam B Type (Steel Pipe Gridded Sabo Dam)

**Outline:** This type of dam utilizes steel pipe materials as the main member. It is an open type sabo dam, which has an opening in the middle and a steel pipe grid is placed inside the opening. Such dam can catch driftwoods floating with the debris flows, earth, and sand to prevent earth-flow disasters. By arranging the steel pipe on the upstream side at an appropriate interval, this type sabo dam will prevent riverbed fluctuation and coastal erosion. Such prevention is acquired by water and sediment supply to downstream without blocking the stream at normal time. While during the debris flow, this type of dam will capture boulders and driftwood contained in debris flow mixture (see Fig.-2).



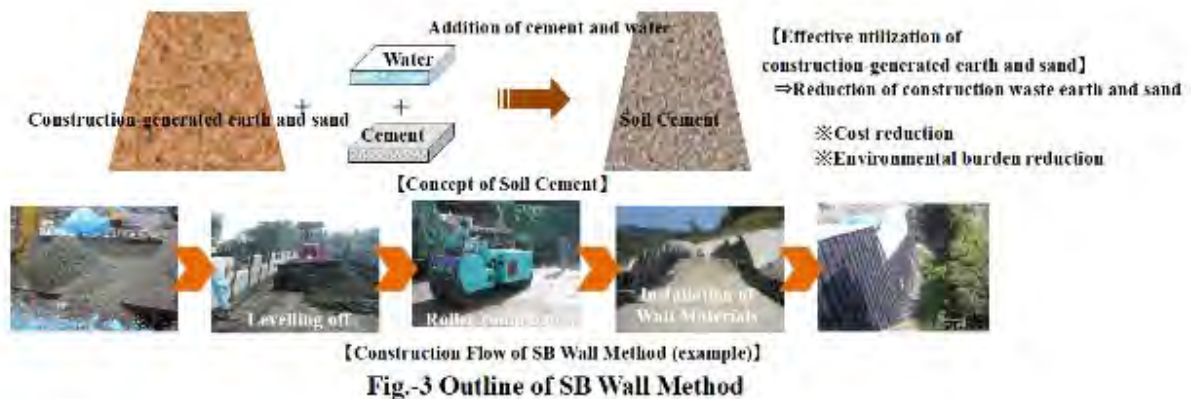
Fig.-2 Outline of Steel Slit Dam B Type

2) SB Wall Method (Soil Cement Sabo Dam)

**Outline:** This type of sabo dam is an impermeable type to capture debris flows, fixation of spur, and prevention of mountain stream erosion. Soil Cement is used as the main materials of the dam. SB Wall sabo dam is a compound structure type of gravity dam where it is composed of the interior materials and lightweight steel sheet-piles. The sheet-piles are installed on the upstream side and downstream side which serve as a protection for the interior material (see Fig.-3). Optionally, the downstream sheet-piles can be substituted with concrete blocks.



The soil cement, used as the interior materials, is a mix of the excavated earth and sand at the construction site, local sediment in the riverbed of mountain stream, and cement / water in the site. Such technology allows reduction of cost and environmental burden, as well as effective use of locally generated earth and sand.



(4) Counterpart Organization

List of counterpart organizations in Brazil is presented in Table-2.

**Table-2 Name of Executing Agency Department**

	Executing Agency Departments
(1)	Ministry of Regional Development
(2)	Government of Rio de Janeiro, Works Department
(3)	Directorate of Disaster Response, Secretariat of Civil Defense, State of Santa Catarina
(4)	Nova Friburgo City Hall Works Department
(5)	Blumenau City Hall Works Department

(5) Target Area and Beneficiaries

The target area and beneficiaries in the project are as follows:

- Nova Friburgo City in Rio de Janeiro Province
- Blumenau City in Santa Catarina Province

(6) Duration

From May 2018 to February 2021 (2 year 10 month)

(7) Progress Schedule

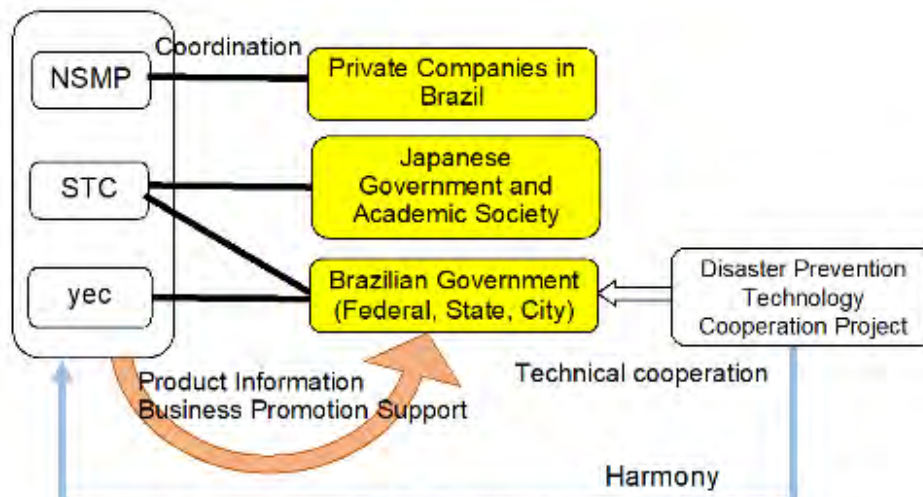
Progress schedule of this project is presented below.

1. First Local Activity	21 May 2018 - 9 June 2018
2. Activity for Acceptance of Government Officials in Japan	24 September 2018 - 5 October 2018
3. Second Local Activity	27 May 2019 - 18 June 2019



### (9) Implementation System

The implementation system of the project including the implementing agency in Brazil, is as follows:



※NSMP: NIPPON STEEL Co., Ltd.; STC: Sabo & Landslide Technical Center;  
yec: Yachiyo Engineering Co., Ltd.

## 3. ACHIEVEMENT OF THE SURVEY

### (1) Outputs and Outcomes of the Survey

Via the activity for acceptance of government officials in Japan and two time local activities, functions of sabo dam were introduced and technology of design and construction methods were transferred to Brazilian personnel. In these activities, the effectiveness of sabo dam were also demonstrated, thus credibility for sabo dam was gained. In addition, these activities are the momentum for the promotion of the debris flow countermeasures by sabo dam.

Among the streams where debris flows occurred since 2008, those with the most urgent needs for countermeasures were identified and the results were shared with the Counterpart. The expected amount of debris flow in the future was calculated and the number of sabo dams required was calculated to be 48 in 21 streams (see ATTACHMENT 2).

MM was exchanged between Counterpart, JICA, and Nippon Steel metal Products, and it was confirmed that Counterpart will continue to cooperate in sabo dam project.

It was also confirmed that the establishment of the technical committee required for the implementation of the project is in progress.

(2) Self-reliant and Continual Activities to be Conducted by Counterpart Organization

In addition to slope failure, slope erosion, etc., "debris flow" is newly included in the new budget items to be prepared by the Counterpart. Thus, budget spending on debris flow countermeasure projects such as sabo dams is possible.

4. FUTURE PROSPECTS

(1) Impact and Effect on the Concerned Development Issues through Business Development of the Product/ Technology in the Surveyed Country

1) Securing the Budget

Construction of the sabo dam will be 100% financed by the national budget, but securing the budget for public works in Brazil is currently extremely difficult. Thus, securing the budget is critical for the continued implementation of sabo dam projects in the future. Further, securing a budget outside the national budget (e.g., yen loans) also needs to be considered.

2) Scale and duration of the project

The budget and benefit for countermeasures against debris flow by sabo dam construction are small, at a few hundred million yen per site. However, the areas where the project needs to be implemented are distributed in hundreds to 1,000 locations in the entire province. Accordingly, the province will spend tens of billions of yen to implement the project systematically over a long period.

Therefore, to achieve the project benefits at an early stage, integration of the project on a state-by-state basis and implementation in a short period are desired. Because the project benefits will increase according to the project implementation speed. For this purpose, ensuring the budget concentration and improving the project execution skill are crucial.

3) Quality Control

In the pilot project and early stages of the sabo dam construction, quality of sabo dam is assured because fabricators who received technical guidance from Japan will manufacture the steel frame parts of sabo dam. At the beginning of the project, any competitors in this field is unlikely since the technology of sabo dam is new. Yet in the future, as the project expands across the country and the number of constructions increases, other manufacturers may produce counterfeit products in a relatively short period. Such counterfeit products may not be able to withstand the external forces of debris flow. In that case, sabo dam may collapse when debris flow occurs and lead to the loss of reliability in the quality and

effectiveness of sabo dam. Therefore, the following measures are required to control sabo dam's quality:

- Companies in Brazil need to guarantee the safety when they sell a product. Therefore, the federal government or the Brazilian Association of Technical Standards (ABNT) will develop quality inspection regulations. Such regulations aimed to clarify the performance and product safety requirements for steel sabo dams and to verify that the requirements are met.
- Occurrence of debris flow is unknown, whether it will occur in 30 years or 50 years after the construction of sabo dam. Therefore, immediate confirmation on the safety of the sabo dam is difficult, so the client must have the ability to inspect the safety of the sabo dam upon completion. For that purpose, creation of inspection manual, as well as design and construction manual, is important. To prepare the manuals above, federal government should receive technical assistance from the Japanese side in the next JICA technical cooperation project.

## ATTACHMENT1: OUTLINE OF THE SURVEY





ATTACHMENT 2:

Número de barragens e peso de aço para a construção de barragens sob as cinco prioridades para intervenções contra fluxos de detritos

No	Nome do canal	Estado	Área de captação (km <sup>2</sup> )	Volume de sedimentos (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	V <sub>1</sub> (m <sup>3</sup> )	V <sub>2</sub> (m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup> )	Classe de perigo	L (m)	V <sub>3</sub> (m <sup>3</sup> )	No de unidades met. (unidades)	Peso de aço (t)	
1	Rivers "Culata" and "Santo Antônio" - tributaries of "Mubaíba" stream.	RI	175	4,7	46.944	267,02	C	0,18	22.999	8,9	4	140
2	"Grande" stream	RI	175	1,384	8.101	46.446	A	0,262	8.974	1,0	1	15
3	"Grande" Stream (Canoa Grande) -	RI	175	2,73	46.179	265,44	C	0,151	22.999	8,7	2	120
4	"Grande" Stream (Canoa Grande)-2	RI	175	1,41	64.774	371,28	C	0,211	22.999	8,9	3	180
5	"Mata" River	RI	175	1,8	66.418	380,09	C	0,17	22.999	8,7	2	120
6	Barragem de Rio Bengala	RI	175	0,11	29.260	167,17	A	0,482	6.974	2,0	2	60
7	Tributary of "Bengala" River	RI	175	0,44	21.270	121,54	B	0,26	16.439	1,8	2	60
8	Itajomba	RI	175	0,31	37.739	215,65	D	0,246	41.966	8,8	1	30
9	Tributary of "Bom Retiro" stream.	SC	205	0,15	76.179	371,65	D	0,165	42.541	8,9	1	30
10	Upper Basin of Belchior Stream	SC	205	0,045	2.504	12,21	A	0,23	6.279	0,7	1	15
11	Upper Basin of Belchior Stream	SC	205	0,02	28.436	138,66	B	0,224	16.232	1,4	1	30
12	"Baú" Stream	SC	205	0,44	22.505	109,78	B	0,224	16.232	0,8	1	30
13	Tributary of "Velha" Stream	SC	205	0,22	70.947	346,08	A	0,182	8.974	8,9	3	15
14	Beço do São	SC	205	0,34	28.244	137,77	B	0,206	16.299	1,8	2	60
15	Ata Bel	SC	205	0,13	21.076	102,83	A	0,207	8.274	0,8	4	60
16	"Açu" River - "do Arapu" stream	SP	175	1,33	176.508	100,29	D	0,23	52.072	3,2	4	120
17	Itaíba River	SP	175	3,0	36.754	209,96	C	0,174	24.299	4,8	5	300
18	Belmont, Oximilho river/water sheds	SP	175	1,19	40.224	229,85	C	0,164	24.299	4,0	2	180
19	"Grande" Stream and "Lagado" stream -	PR	205	1,64	61.364	299,34	C	0,165	24.299	1,0	1	60
20	"Grande" Stream and "Rapido" stream -	PR	205	5,93	45.875	223,83	C	0,164	24.299	1,2	2	120
21	Tributary of "Pêlo" river	PR	205	0,22	38.569	188,14	B	0,165	16.299	2,0	3	90
Total					317.490					42	1.280	

V<sub>1</sub> : volume médio por unidade de barragem sob perigo; V<sub>2</sub> : volume de sedimentos acumulados por 1 km<sup>2</sup>; V<sub>3</sub> : volume de sedimentos acumulados

Classe de perigo em aço (em milhões de toneladas)

RI - Rio de Janeiro; RI - Santa Catarina; SP - São Paulo; PR - Paraná

Volume de material retido e volume de peso de aço por barragem sob

Categoria de canal	Classe de perigo	Volume de material retido		Volume de peso de aço	
		m <sup>3</sup>	t	m <sup>3</sup>	t
Canal propenso de alto grau de perigo	A	10	3	5,00	6,974
Baixo médio, baixo grau de perigo	B	10	8	10,00	13,799
Muito grande, baixo grau de perigo	C	10	8	20,00	27,599
Canal sólido	D	10	8	20,00	27,599

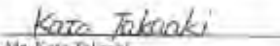
ATTACHMENT 3:

MINUTES OF MEETINGS  
BETWEEN  
THE JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY,  
AND  
NATIONAL SECRETARIAT OF PROTECTION AND CIVIL DEFENSE,  
MINISTRY OF REGIONAL DEVELOPMENT OF BRAZIL,  
AND  
NIPPON STEEL METAL PRODUCTS CO., LTD.  
ON  
COLLABORATION PROGRAM WITH THE PRIVATE SECTOR FOR DISSEMINATING  
JAPANESE TECHNOLOGIES  
FOR  
STEEL SLIT DAM AND SABO SOIL-CEMENT GRAVITY DAM

The Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA") exchanged views and had a series of discussions with former National Secretariat of Urban Development, Ministry of Cities, Federative Republic of Brazil (hereinafter referred to as "SNDU") for the purpose of working out the details of activities and measures to be taken by JICA and SNDU concerning the Collaboration Program with the Private Sector for Disseminating Japanese Technologies for Steel Slit Dam and Sabo Soil-Cement Gravity Dam (hereinafter referred to as the "Collaboration Program"), which has been implemented together with Nippon Steel Metal Products Co., Ltd. (hereinafter referred to as "NSMP") for 14 months so far under the Minutes of Meetings which was signed by JICA, SNDU and NSMP on April 11, 2018 (hereinafter referred to as "ex-M/M").

Because of the reorganization of federal government ministries in Brazil, the National Secretariat of Protection and Civil Defense, Ministry of Regional Development (hereinafter referred to as "SEDEC") replace the role and responsibilities of the former SNDU in the Collaboration Program as written in the ex-M/M. As a result of the discussions, all parties concerned confirmed to implement the Collaboration Program based on the document attached hereto.

February . . 2020

 Mr. Sato Hiroshi Chief Representative JICA Brazil Office Japan International Cooperation Agency	 Mr. Alexandre Lucas Alves National Secretariat of Protection and Civil Defense Ministry of Regional Development Federative Republic of Brazil
 Mr. Kato Takashi General Manager Disaster Prevention & Fabricated Construction Materials Sales Dept. Nippon Steel Metal Products Co., Ltd.	

◇ 添付 4.研修資料

## 第 1 回現地活動

# Estratégia Nacional de Gestão Integrada de Riscos em Fluxo de Detritos no Japão

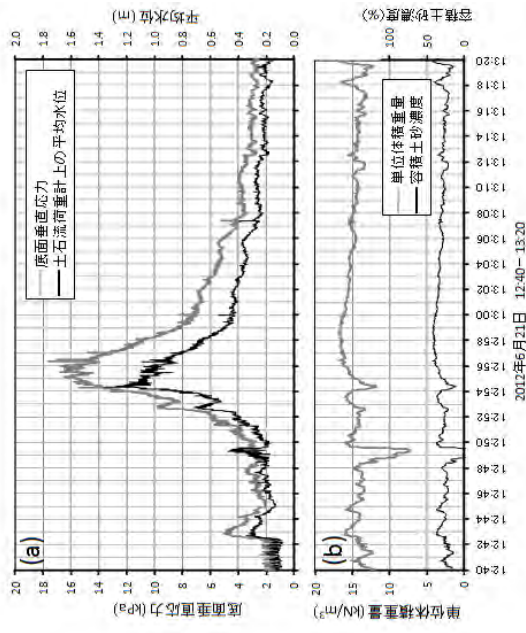
Sabo & Landslide Technical Center

Takao Yamakoshi

Observação de fluxo de detritos atual



## Fluxo de detritos, Sakurajima, 21/06/2012



## Danos decorrentes de fluxos de detritos

Muitas casas foram destruídas devido aos fluxos de detritos.



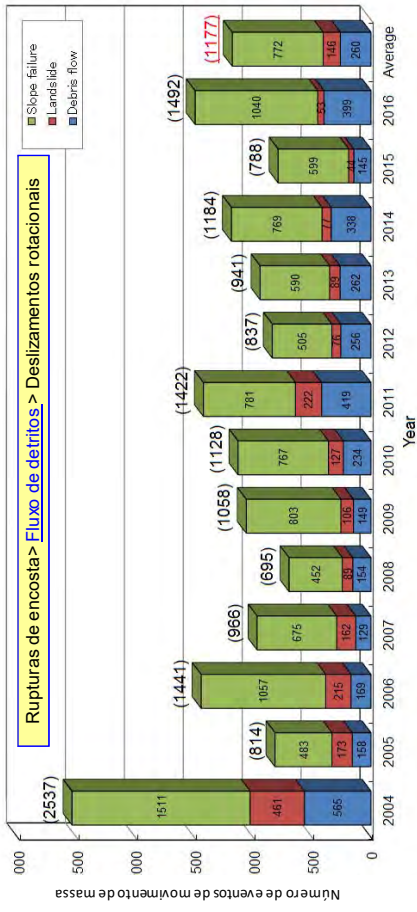
## Danos decorrentes de fluxos de detritos

Rochas e árvores carreadas pelos detritos destruíram várias casas.



## Número de Ocorrências de Desastres de Movimento de Massa

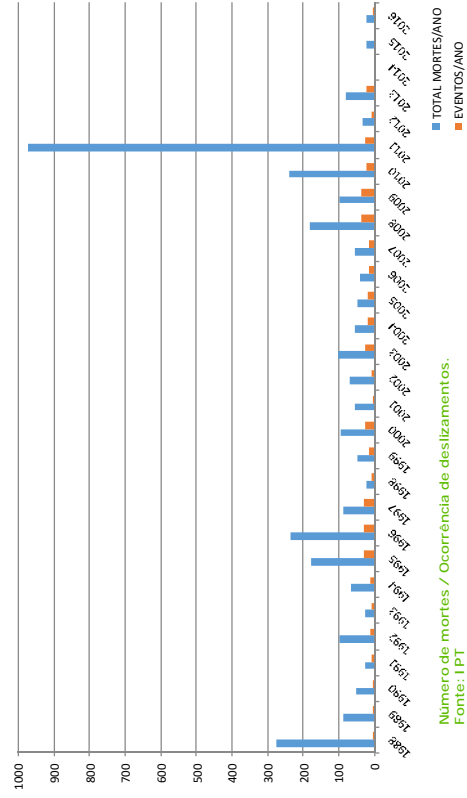
No Japão, a média de ocorrências anuais de rupturas de encostas, deslizamentos e fluxos de detritos é de 1.000 casos.



Fonte: Extrairdo de Homepage do Ministério da Terra, Infraestrutura, Transportes e Turismo do Japão (MLIT)

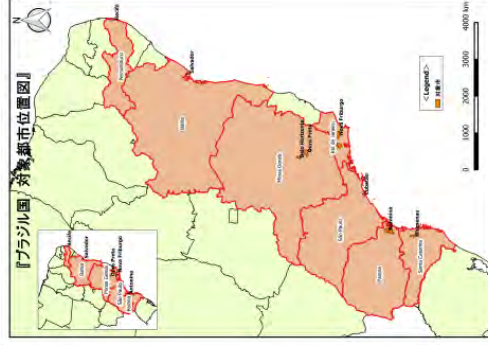
## Mortes por deslizamentos\* no Brasil

\*incluindo fluxo de detritos



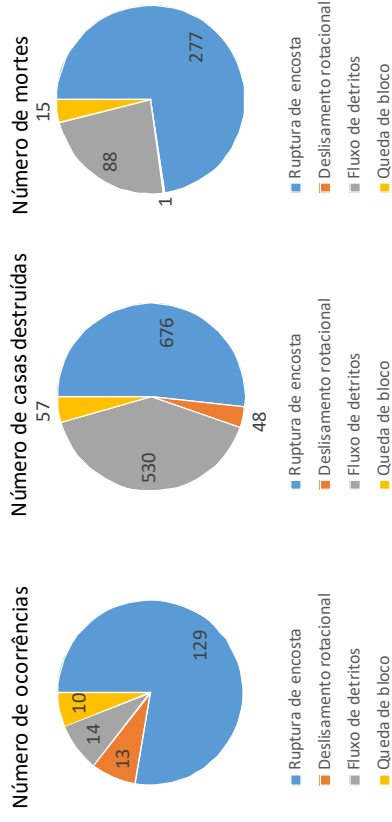
Numero de mortes / Ocorrência de deslizamentos.  
Fonte: IPT

## Número de Ocorrências de Fluxo de detritos no Brasil

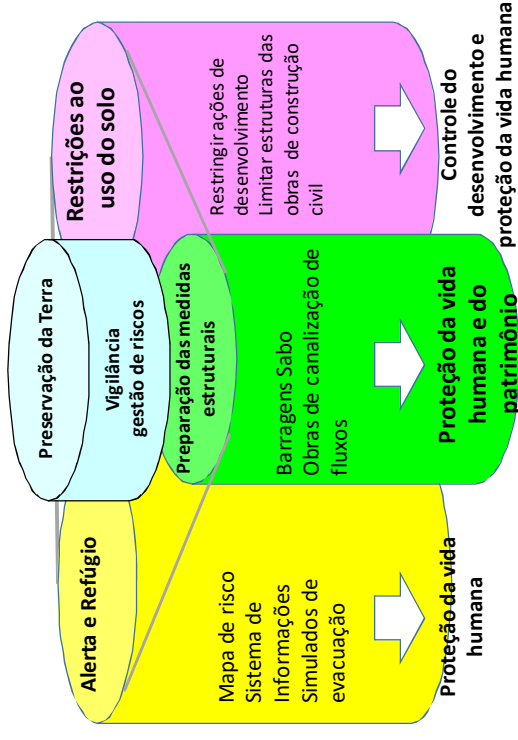


Investigation City	Site (no.)
1. Recife (PE)	20
2. Salvador (BA)	20
3. Belo Horizonte/Ouro Preto(MG)	20
4. Cubatão (SP)	21
5. Nova Friburgo (RJ)	22
6. Petropolis (RJ)	20
7. Blumenau (SC)	23
8. Antonina / Marretes (PR)	20
<b>10 cities in total</b>	<b>166</b>

## Número de ocorrências, casas destruídas, e mortes pelo movimento de massa



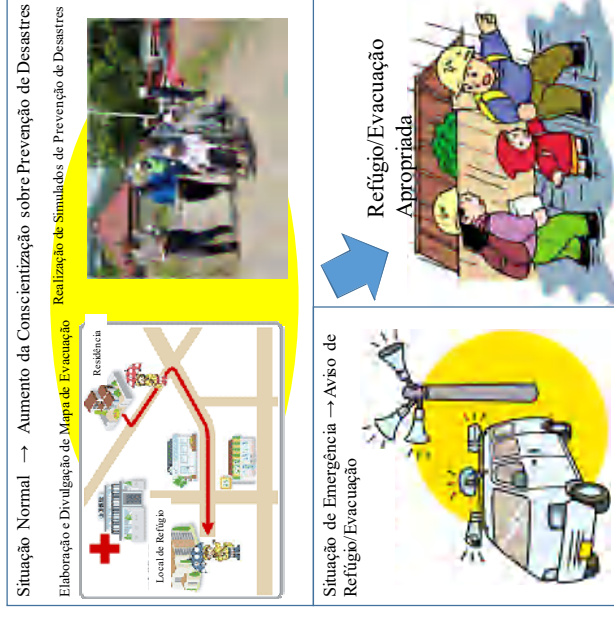
## Estratégia Nacional de Gestão Integrada de Riscos em Fluxo de Detritos no Japão



## Delimitação de área de alerta para desastres de movimento de massa



## Concepção do Sistema de Alerta e Refúgio



Proteção de vidas com medidas estruturais contra desastres de fluxo de detritos

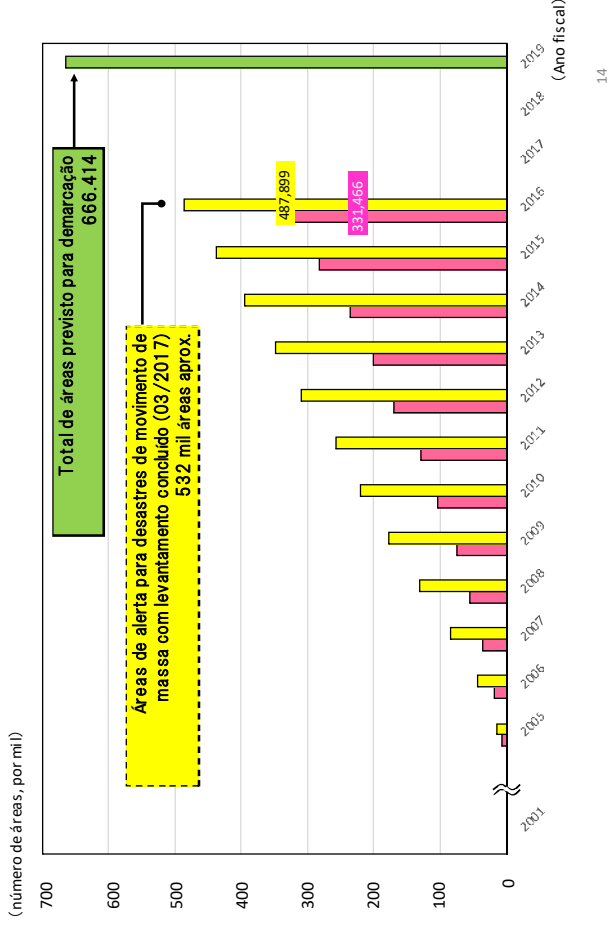
○ Exemplo de eficácia no Ano Fiscal de 2012  
 Vila de Itsuki, Subdistrito de Kuma, Província de Kumamoto  
 (Julho/2012. Tempestade do Norte de Kyushu)



As 2 Barragens Sabo contiveram o material, prevenindo os danos que seriam causados pelo atingimento do fluxo de detritos



Situação da delimitação das áreas de alerta para desastres de movimento de massa



Proteção de vidas com medidas estruturais contra desastres de fluxo de detritos

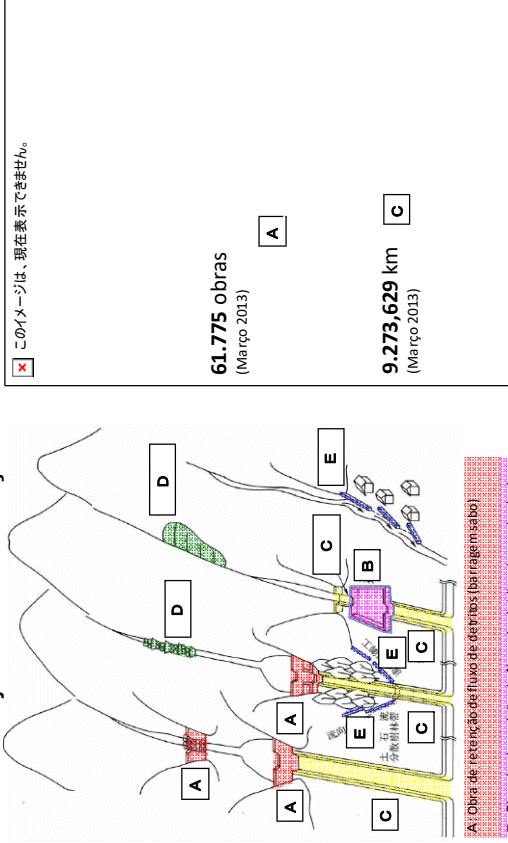
○ Exemplo de eficácia no Ano Fiscal de 2012  
 Vila de Itsuki, Subdistrito de Kuma, Província de Kumamoto  
 (Julho/2012. Tempestade do Norte de Kyushu)



As 2 Barragens Sabo contiveram o material, prevenindo os danos que seriam causados pelo atingimento do fluxo de detritos



Projeto de intervenções contra fluxo de detritos



2014 Hiroshima- Desastre decorrente de fluxos de detritos



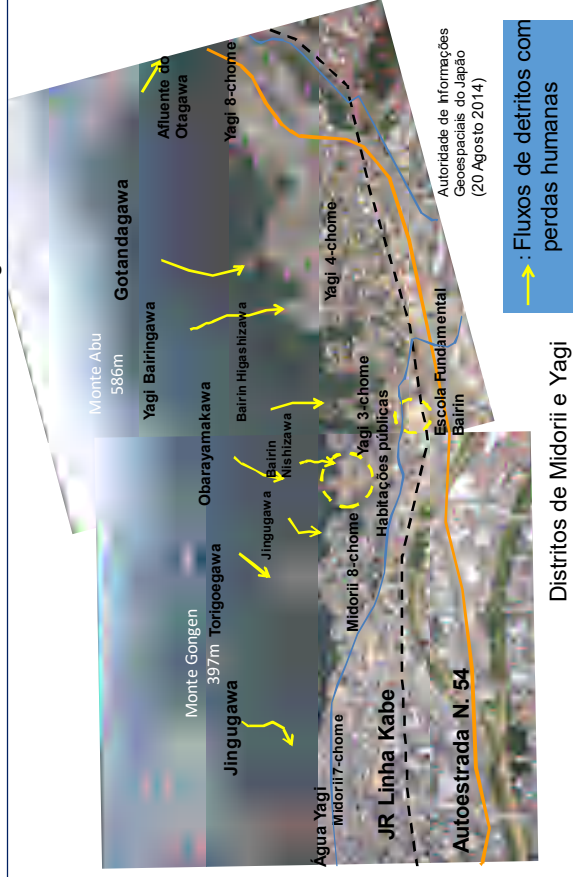
- Número de mortes: 74
- Número de feridos: 44
- Número de casas totalmente destruídas: 174
- Número de casas parcialmente destruídas: 329
- Número de casas alagadas: 4,180
- Número de eventos: 166
- 107 fluxos + 59 rupturas





## Danos decorrentes de fluxos de detritos

Houve muitos fluxos de detritos simultâneos no dia 20 de agosto.



18

Lembrou?

Seminário Bousai, Brasília Nov. 7, 2017

Sr. Kurihara, Diretor Geral do Sabo, MLIT disse que

*“A severa situação econômica do Japão impede que o país consiga assegurar recursos suficientes para medidas estruturais”*

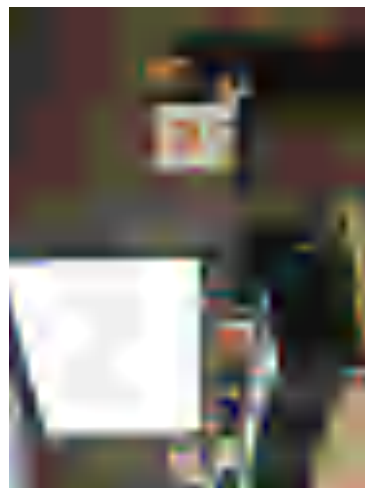


*“Há muitos a favor de “aumento das medidas não estruturais em substituição às medidas estruturais”*

*Contudo..*

	Medidas Estruturais	Medidas não estruturais
Vida humana	○	○
Patrimônio	○	×

*“As medidas não estruturais não podem substituir plenamente as estruturais.”*



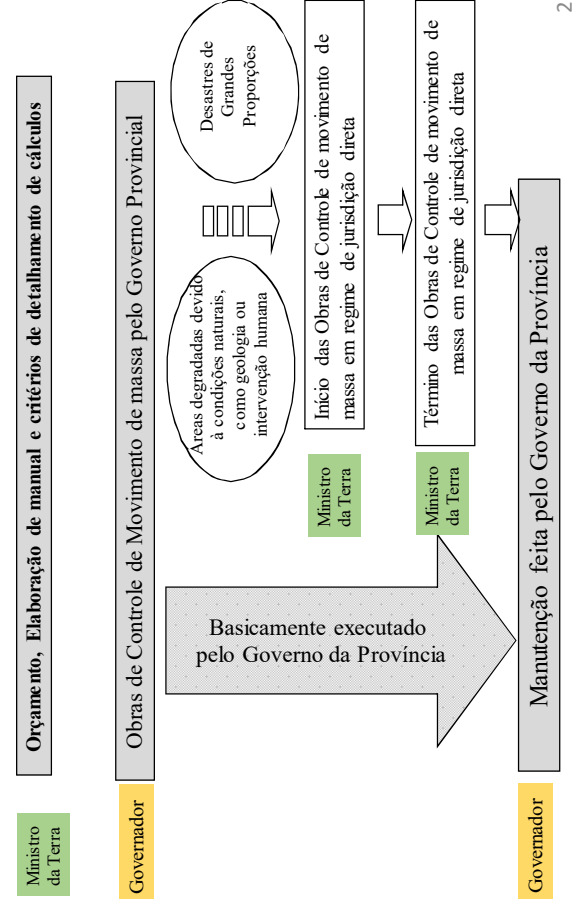
19

## Condições das intervenções no desastre de Hiroshima 2014

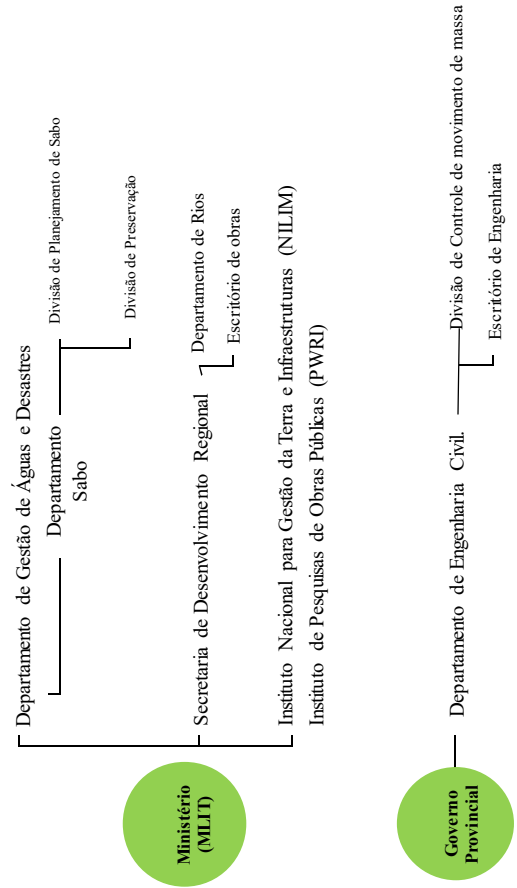
O como ação emergencial contra o material instável que restava nos canais, foram projetadas 25 barragens em 24 talvegues, das quais 24 foram concluídas em novembro do mesmo ano.



## Divisão de Funções de Controle de Movimento de Massa entre os Governos Central e Provincial



## Organização Administrativa de Controle de Movimento de massa



## A realidade das barragens Sabo no Japão

- A província recebe orçamento do Governo central, utilizando o manual de critérios de detalhamento de cálculos estabelecido, contrata, na maioria dos casos consultores externos para levantamento, projeto e gestão de obras.
- Nos casos de construção de uma intervenção não prevista no manual técnico, é instaurado comitê de análise composto por especialistas de notório saber, que fará as recomendações para o levantamento, projeto e gestão das obras. A obra é conduzida conforme essas recomendações.

## Orçamento para as medidas contra movimento de massa (Mil JPY)

	Para custeio de medidas estruturais	Para a custeio de medidas não estruturais	Total
<b>MLIT</b>	<b>89.757</b> <i>Cerca de 3 bil reais</i>	<b>6.040</b> <i>Cerca de 200 mil reais</i>	<b>95.797</b>
<b>Províncias</b>	<b>125.949</b> <i>Cerca de 4 bil reais</i>	<b>18.536</b> <i>Cerca de 600 mil reais</i>	<b>144.485</b>
<b>Total</b>	<b>215.706</b>	<b>24.576</b>	<b>240.282</b>

# Visão Geral e Funções da "Barragem Sabo" com Estrutura Tridimensional em Aço (Barragem Slit)

Takaaki Kato

 Nippon Steel & Sumikin Metal Products Co., Ltd.

## Significado do Termo "Barragem Sabo"

### I. Significado do Termo "Barragem Sabo"

## Índice

- I. Significado do Termo "Barragem Sabo"
- II. Classificação e Estrutura da Barragem Sabo
- III. Barragens Sabo com Estrutura Tridimensional em Aço e Histórico do seu Desenvolvimento
- IV. Funções da Barragem Sabo com Estrutura Tridimensional em Aço e suas Características
- V. Exemplos de Barragem Sabo com Estrutura Tridimensional em Aço

## Significado do Termo "Barragem Sabo"

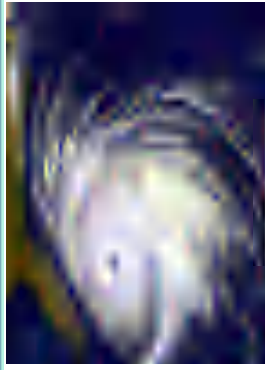
"Sabo": significa "controle de movimentos de massa"  
"Sabo (砂防)": termo japonês compreendido pelo ideograma:  
"SA (砂)", que significa "terra e areia"  
"BO (防)", que significa "prevenção"

O termo "Sabo" pode ser traduzido como "prevenção de desastres decorrentes de movimentos de massa"

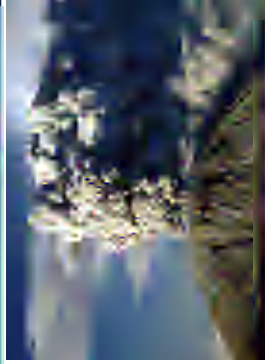
Obras "Sabo" visam proteger vidas, infraestruturas e bens contra desastres de movimento gravitacional de massa em encostas e terrenos montanhosos.

## Significado do Termo “Barragem Sabo”

aturais



[Tufões]



[Erupções Vulcânicas]



[Terremotos]



[Movimentos de Massa]

[Chuvas Torrenciais]

Nippon Steel & Sumikin Metal Products Co.,Ltd.

© 2017 Nippon Steel & Sumikin Metal Products Co., Ltd. All Rights Reserved. 5

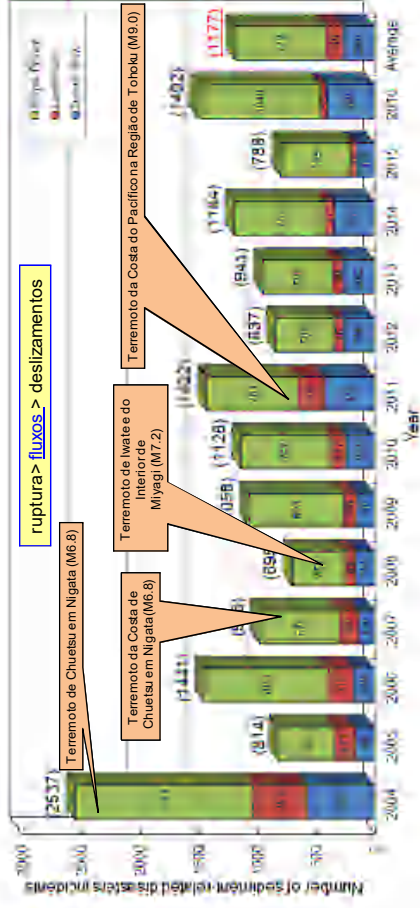
Nippon Steel & Sumikin Metal Products Co.,Ltd.

© 2017 Nippon Steel & Sumikin Metal Products Co., Ltd. All Rights Reserved. 6

## Significado do Termo “Barragem Sabo”

e massa

No Japão, a média anual de ocorrências de ruptura de encostas, deslizamentos e fluxos de detritos é de mais de 1.000 casos.



Fonte: Extratido de Homepage do Ministério da Terra, Infra-estrutura, Transportes e Turismo do Japão (MLIT)

## Significado do Termo “Barragem Sabo”

de Massa

Ruptura de encostas	Deslizamento	Fluxo de detritos
Trata-se de um fenômeno decorrente do enfraquecimento da resistência do solo devido a absorção de água, ocorrendo o colapso abrupto da encosta, deflagrado por chuvas ou terremotos.	Trata-se de um fenômeno em que ocorre um movimento lento e descendente da massa da encosta, sendo na íntegra ou parcial, deflagrado por águas subterrâneas e gravidade.	Trata-se de um fenômeno em que cascalhos, areia, material fino e grosso oriundo de encostas ou de leitos de afluentes escoam bruscamente canal abaixo, deflagado por longos períodos de chuvas, ou chuvas fortes concentradas.

Fonte: Extratido de Homepage do Ministério da Terra, Infra-estrutura, Transportes e Turismo do Japão (MLIT)

Nippon Steel & Sumikin Metal Products Co.,Ltd.

© 2017 Nippon Steel & Sumikin Metal Products Co., Ltd. All Rights Reserved. 7

## Significado do Termo “Barragem Sabo”

de detritos

A velocidade de escoamento de um fluxo de detritos difere de acordo com a sua magnitude, mas estima-se que atinja 20 a 40 km/h, destruindo bruscamente casas e outras instalações.



Imagens antes e após a ocorrência de um fluxo de detritos.



Desastre de movimento de massa, Prov. de Kumamoto 2012



Desastre de movimento de massa, Prov. de Nagano, 2014

Desastre de movimento de massa Prov. de Hiroshima, 2014

Nippon Steel & Sumikin Metal Products Co.,Ltd.

© 2017 Nippon Steel & Sumikin Metal Products Co., Ltd. All Rights Reserved. 8

## Significado do Termo “Barragem Sabo”

Tecnologia desenvolvida para fluxos de detritos e troncos carreados

### ➤ Desastres decorrentes de fluxos de detritos



### ➤ Desastres decorrentes de fluxos de detritos e troncos



## Significado do Termo “Barragem Sabo”

Medidas estruturais contra fenômenos de movimento de massa



## Significado do Termo “Barragem Sabo”

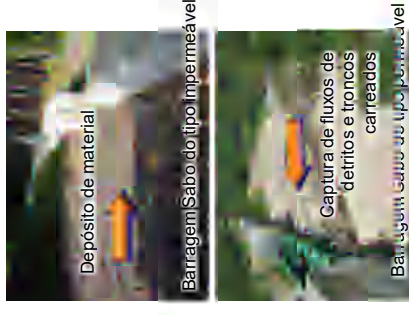
Tecnologia Sabo

### ➤ Obras contra fluxos de detritos e troncos carreados

Barragens Sabo consistem em barragens de contenção material sólido – em outras palavras, tratam-se de barragens dedicadas a prevenção e mitigação de desastres de movimentos de massa.



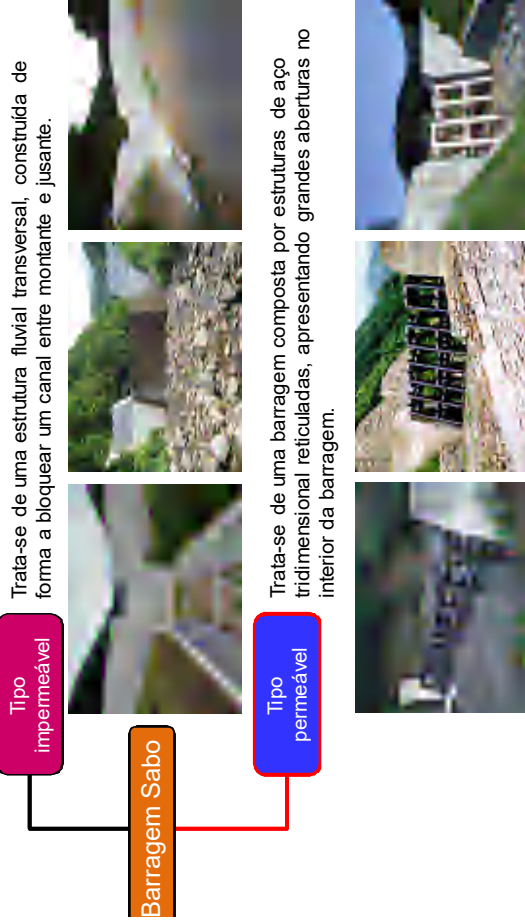
Foto: Asia Air Survey Co., Ltd.



## Classificação e Funções da Barragem Sabo

## II. Classificação e Estrutura da Barragem Sabo

## Classificação e Estrutura da Barragem Sabo



## Classificação e Estrutura da Barragem Sabo

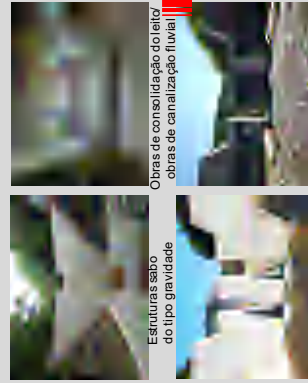
Construção	Objetivos	Tipo		
		Impermeável	Permeável	
Barragem Sabo	Estabilização do sopé da encosta Prevenção da erosão vertical no curso do canal Prevenção da reincidência carreamento de material depositado nos leitos (material instável) Supressão da ocorrência	○		
		○		
	Medidas contra fluxos de detritos rochosos	○	○	
		○		
	Medidas contra fluxos de detritos e troncos carreados	○		
		○		
	Medidas relativas a vulcões (fluxo de lama vulcânica)	Supressão da ocorrência	○	
		Captura	○	○
		Controle da direção do fluxo	○	
		Supressão da ocorrência	○	

## Barragem Sabo com Estrutura Tridimensional em Aço (Barragem *S/it*) e Histórico do seu Desenvolvimento

### III. Barragem Sabo com Estrutura Tridimensional em Aço e Histórico do seu Desenvolvimento

#### Estruturas de Sabo em Concreto

Método convencional de construção



Estruturas sabo em concreto com aberturas

Atualmente não adotadas no Japão em áreas de risco de desastres de movimentos de massa.

#### Estruturas em Aço Sabo

Método de construção caracterizado pelo emprego de materiais metálicos (tubos em Aço, aço perfurado, etc.)

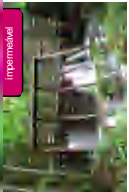
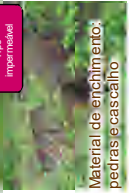
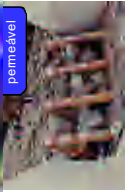
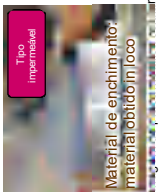

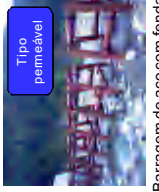
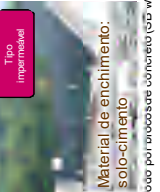

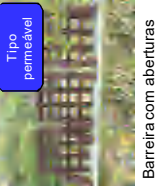


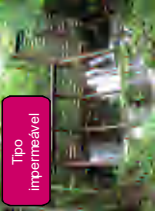
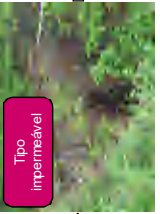
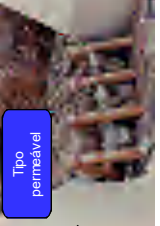
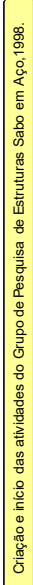
Obras de compactação do leito/ obras de canalização fluvial

➤ Características da Barragem *Slit*

Por que em AÇO?

1. Apresenta grande robustez e deformabilidade
2. Qualidade uniforme e grande facilidade de manufatura
3. Fácil execução in loco e redução do período de construção
4. Fácil transporte de materiais e fácil reposição de componentes
5. Menor emissão de CO<sub>2</sub> e menor impacto ambiental

Décadas de 1960 a 1970	 <b>Tipo impermeável</b> Barragem metálica tipo tela	 <b>Tipo impermeável</b> Arrimação metálica ajustável	 <b>Tipo permeável</b> Barragem de aço com fendas A
Décadas de 1980 a 1990	 <b>Tipo impermeável</b> Material de enchimento: material obtido in loco	 <b>Tipo permeável</b> Barragem com tela de escoamento no flúvio	 <b>Tipo permeável</b> Barragem de aço com fendas B
De 2000 aos dias atuais	 <b>Tipo impermeável</b> Material de enchimento: solo-cimento Melhorar por injeção de cimento (CC wall)	 <b>Tipo permeável</b> Barragem com fendas tipo T	 <b>Tipo permeável</b> Barreira com aberturas

Década	Evento
De 1960 a 1970	Fabricantes de aço e materiais de construção desenvolvem Barragens Sabo com estruturas em Aço, e começam a construir in loco.  <b>Tipo impermeável</b>  <b>Tipo impermeável</b>  <b>Tipo permeável</b>
1980	Estabelecimento de um comitê constituído por especialistas de notório saber, acadêmicos, engenheiros e técnicos com o objetivo promover a eficiência e a adequação dos planos e projetos relativos às barragens Sabo com estruturas tridimensionais em Aço.
1990	Primeira edição (lançamento) do "Manual de Projetos de Estruturas Sabo em Aço", esclarecendo métodos de planejamento e de projeto de Estruturas Sabo em Aço. 
2010	Quinta edição (revisada) do "Manual de Projetos de Estruturas Sabo em Aço"

➤ Desenvolvimento de Barragem Sabo em Aço Tipo Permeável

Problemas relativos a Barragem Sabo Convencional (Barragem Sabo Impermeáveis)


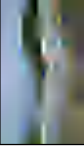
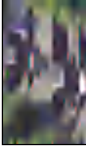
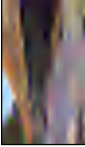

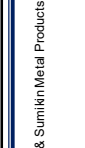
- Funcionalidade
  - Redução do espaço de armazenamento para fazer face a um eventual fluxo de detritos devido a deposição rotineira de material
  - Resultado: deficiência na capacidade de contenção de material quando da ocorrência de um fluxo de detritos e consequente transbordamento do fluxo de detritos.
- Meio Ambiente
  - Segregação do afluente entre montante e jusante e consequente bloqueio do escoamento
  - Resultado: Insuficiente suprimento de material sólido ajustante e consequente rebaixamento do nível fluvial e progradação da linha costeira marítima
  - Segregação do ecossistema e consequente destruição do meio ambiente fluvial

- ✓ Uma estrutura eficaz na captura de fluxos de detritos e troncos carreados
- ✓ Solução Sabo que permite a passagem de material sólidos
- ✓ Preservação do ambiente fluvial

Barragem Sabo em Aço tipo permeável



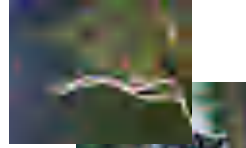
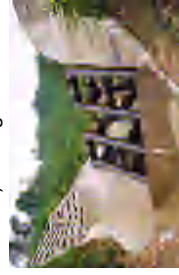
## Barragem Sabo com Estrutura Tridimensional em Aço e Histórico do seu Desenvolvimento

Construção	Objetivo	Tipos de Estrutura
Barragem Sabo	Captura de fluxos de detritos rochosos e troncos carregados	 Permeável
Obras de compactação do leito	Supressão da ocorrência de fluxos de detritos e restos vegetais	 Impermeável
Construção de muros de contenção	Captura do fluxo de detritos	 Impermeável
Obras em encostas	Prevenção da erosão vertical No curso dos canais Prevenção da reincidência de fluxos de material depositado nos leitos fluviais	 Impermeável
	Prevenção de erosões laterais nas vias fluviais Prevenção da destruição de bancos	 Impermeável
	Estabilização de declives e prevenção da falência	 Impermeável

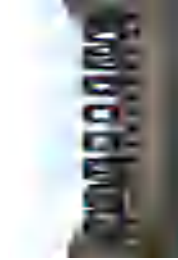
## Barragem Sabo com Estrutura Tridimensional em Aço

### Medidas contra fluxos de detritos e troncos carregados (obras de captura)

- ✓ Medidas contra fluxos de detritos e troncos carregados em canais suscetíveis à ocorrência de desastres de movimento de massa (áreas de risco) em regiões



- ✓ Prevenção de desastres secundários tais como desastres de movimento de massa induzidos por fortes precipitações após uma erupção vulcânica



Fotos: M.LIT

## Barragem Sabo com Estrutura Tridimensional em Aço

## IV. Funções da Barragem Sabo com Estrutura Tridimensional em Aço e suas Características

## Barragem Sabo com Estrutura Tridimensional em Aço

### Aplicação

- Perímetro do fluxo de detritos (PFD)
- ✓ Obras de captura de fluxos de detritos e troncos carregados
- Perímetro de varredura (PA)
- ✓ Obras de captura de fluxos de detritos e troncos carregados

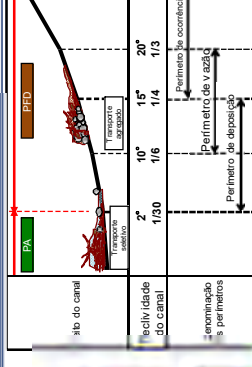
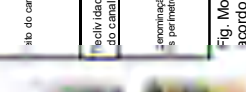


Fig. Morfologia do transporte de material de acordo com a declividade do afluente

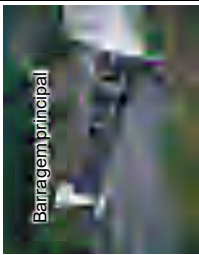
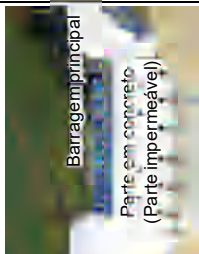
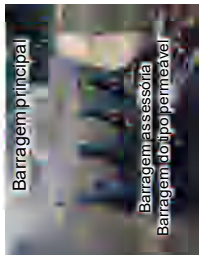


Obras de captura de fluxos de detritos e troncos carregados

Obras de captura de fluxos de detritos e troncos carregados

## Barragem Sabo com Estrutura Tridimensional em Aço

Tipologia

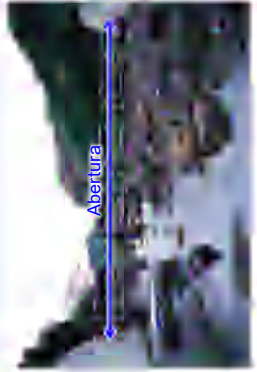
Descrição geral	Barragens do tipo permeável	Barragens do tipo parcialmente permeável	Barragem assessoria
			
		Parte em concreto (Parte impermeável)	Barragem assessoria Barragem do tipo permeável
Aplicação	<p>Obras de captura de fluxos de detritos e troncos carreados</p> <p>Obras de captura de fluxos de detritos e troncos carreados</p>		
Objetivo	Captura de fluxos de detritos e troncos carreados	Captura de fluxos de detritos e troncos carreados <b>Aumento da eficácia na captura de troncos carreados</b>	Captura de fluxos de detritos e troncos carreados <b>Função adicional de captura de troncos carreados</b>

## Barragem Sabo com Estrutura Tridimensional em Aço

Características

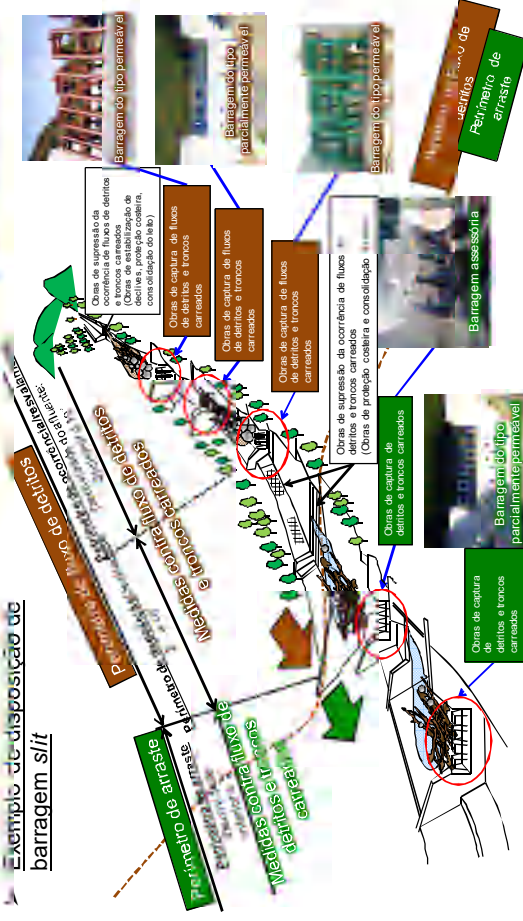
Características das barragens sabo com estruturas tridimensionais em aço

- ✓ Na normalidade, o material fino esco livremente a jusante e captura de fluxos de detritos e troncos carreados quando da ocorrência desses eventos
- ✓ Captura eficaz de material grosso e troncos carreados
- ✓ Contribui para a prevenção do rebaixamento do leito a jusante e da progradação da linha costeira marítima
- ✓ Contribui para assegurar a continuidade do canal e a prevenção do ambiente fluvial e do ecossistema



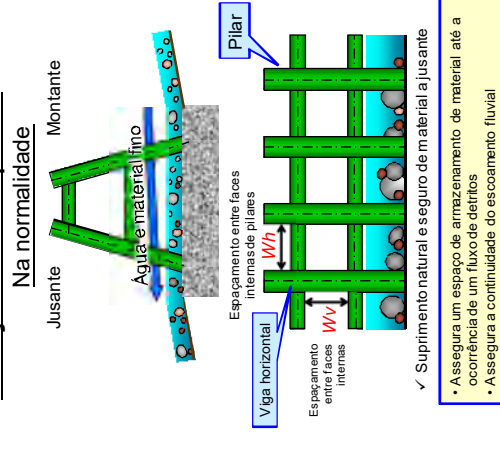
## Barragem Sabo com Estrutura Tridimensional em Aço (Barragem Slit)

Exemplo de disposição de barragem Slit



## Barragem Sabo com Estrutura Tridimensional em Aço

### Função de Captura

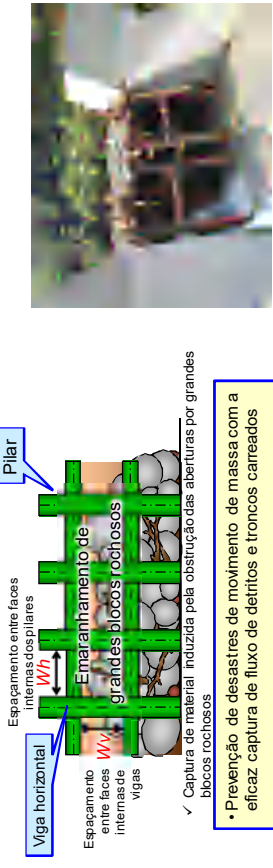
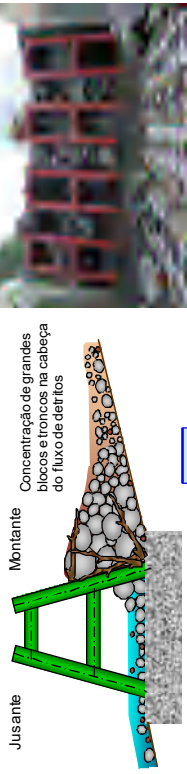


## Barragem Sabo com Estrutura Tridimensional em Aço

Funções

### Função de Captura

#### Na ocorrência de um fluxo de detritos

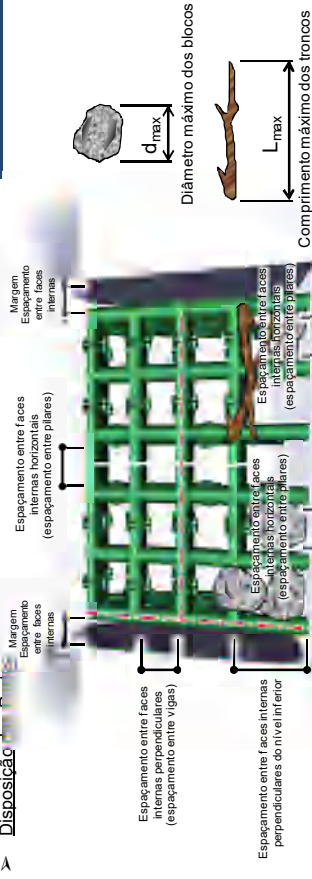


- ✓ Captura de material induzida pela obstrução das aberturas por grandes blocos rochosos
- Prevenção de desastres de movimento de massa com a eficaz captura de fluxo de detritos e troncos carregados

Nippon Steel & Sumikin Metal Products Co.,Ltd. © 2017 Nippon Steel & Sumikin Metal Products Co., Ltd. All Rights Reserved. 29

## Barragem Sabo com Estrutura Tridimensional em Aço

Função de abertura



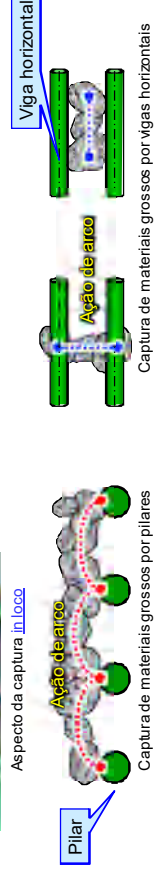
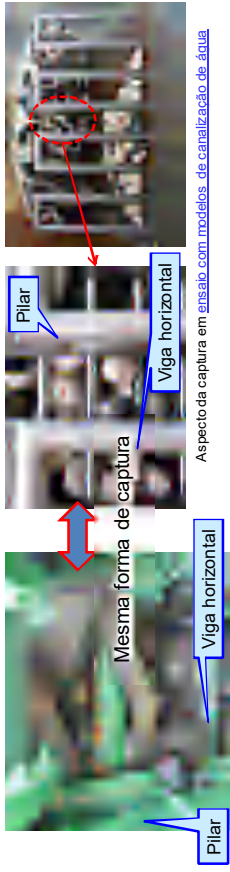
Perímetro de instalação	Perímetro do Fluxo de detritos	Perímetro de arraste
Esparçamento entre faces internas horizontais (esparçamento entre pilares)	$d_{max} \times 1,0$	Medidas contra fluxos de detritos e troncos carregados
Esparçamento entre faces internas perpendiculares (esparçamento entre pilares)	$d_{max} \times 1,0$	$L_{max} \times 1/2$
Esparçamento entre faces internas perpendiculares do nível inferior	Interiorá profundidade da água do fluxo de detritos	Não requer a instalação de pilares
Margem entre faces internas	$d_{max} \times 1,0$	Não requer a instalação de pilares inferior ao esparçamento entre faces internas dos pilares

Nippon Steel & Sumikin Metal Products Co.,Ltd. © 2017 Nippon Steel & Sumikin Metal Products Co., Ltd. All Rights Reserved. 31

## Barragem Sabo com Estrutura Tridimensional em Aço

Mecanismo

### Mecanismo de Captura



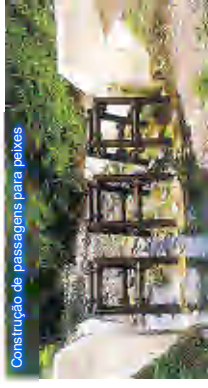
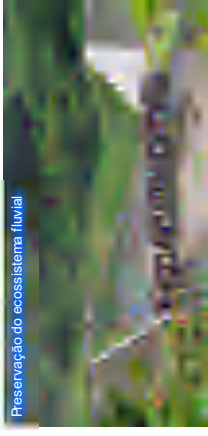
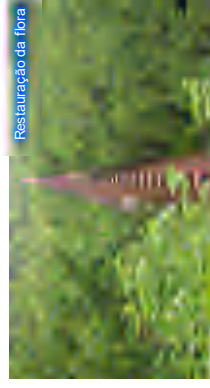
No fluxo de detritos, o transporte do material grosso é concentrado, fato que provoca a obstrução das fendas mesmo quando o espaço livre entre as peças é maior que o material carregado. Isso é provocado pelo efeito chamado **efeito arco** (efeito com pilar/viga e material grosso, ou material com material), que possibilitando a captura do material grosso e fino.

Nippon Steel & Sumikin Metal Products Co.,Ltd. © 2017 Nippon Steel & Sumikin Metal Products Co., Ltd. All Rights Reserved. 30

## Barragem Sabo com Estrutura Tridimensional em Aço

### Paisagem e meio ambiente

Favorecendo a continuidade da vazão fluvial, as Barragem Sabo com Estrutura Tridimensional em Aço mantêm o fluxo natural dos rios e a paisagem integrada à natureza, além de contribuir para a preservação do ecossistema por ser compatível ao habitat de peixes, a fauna e a flora fluviais.



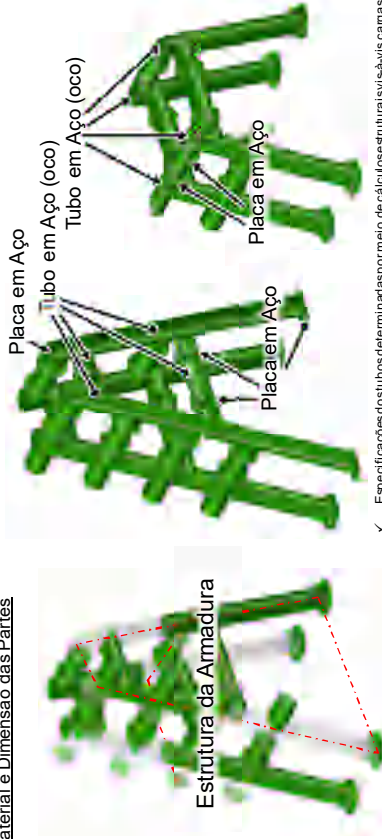
Nippon Steel & Sumikin Metal Products Co.,Ltd. © 2017 Nippon Steel & Sumikin Metal Products Co., Ltd. All Rights Reserved. 32



## Barragem Sabo com Estrutura Tridimensional em Aço

➤ Material e Dimensão das Partes

Descrição Geral das Partes



✓ Especificações dos tubos determinados a partir do meio de cálculo estrutural vis-à-vis cargas

Componente	Dimensão	Descrição
Tubo em Aço	Aprox. φ400mm-φ800, φ900	Espessura mínima Razão de espessura do raio D/t 40 ~ 80
Placa em Aço	Aprox. 12-25mm	
Placa em Aço	Aprox. 9-40mm	

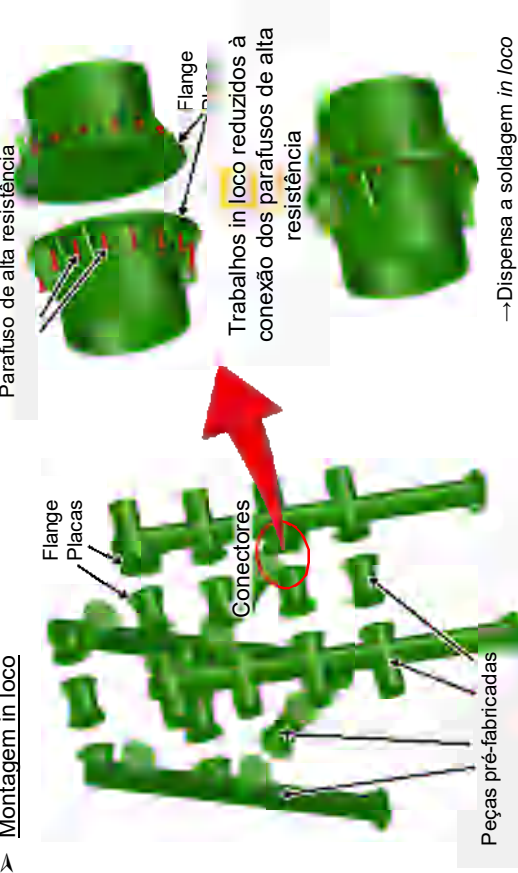
**Nippon Steel & Sumikin Metal Products Co.,Ltd.**

© 2017 Nippon Steel & Sumikin Metal Products Co., Ltd. All Rights Reserved. 37

## Barragem Sabo com Estrutura Tridimensional em Aço

➤ Montagem in loco

Descrição Geral das Partes



→ Dispensa a soldagem in loco

**Nippon Steel & Sumikin Metal Products Co.,Ltd.**

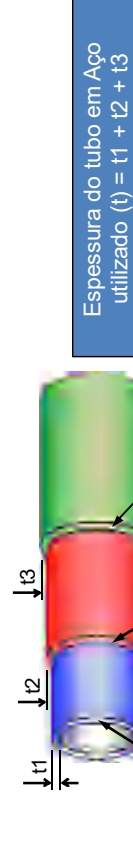
© 2017 Nippon Steel & Sumikin Metal Products Co., Ltd. All Rights Reserved. 38

## Barragem Sabo com Estrutura Tridimensional em Aço

### Barragem Sabo com Estrutura Tridimensional em Aço

Durabilidade

A espessura dos tubos de aço prevê uma margem extra e uma margem de corrosão para além da espessura estruturalmente requerida.



Espessura do tubo em Aço utilizado  $t = t1 + t2 + t3$

Ambiente de instalação	Margem de corrosão t3 (mm)	Velocidade de corrosão* (mm/ano)	Vida útil (anos)
Interior do solo	1.5	0.020 - 0.030	50 - 75
	1.5	0.010 - 0.020	75 - 150
	1.5	0.030 - 0.050	30 - 50
Zona industrial	1.5	0.040 - 0.055	27 - 38

Durabilidade superior a **50** anos

\*Dados fornecidos pela The Japan Iron and Steel Federation

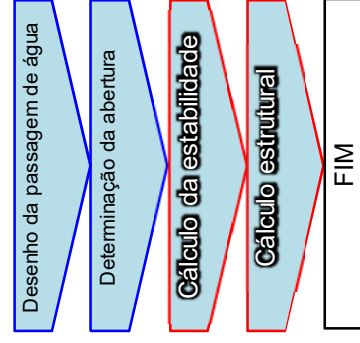
**Nippon Steel & Sumikin Metal Products Co.,Ltd.**

© 2017 Nippon Steel & Sumikin Metal Products Co., Ltd. All Rights Reserved. 39

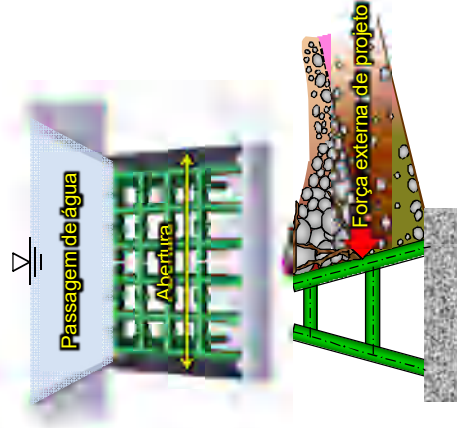
## Barragem Sabo com Estrutura Tridimensional em Aço

Aplicação do Projeto

Avaliar a **estabilidade** (cálculo da estabilidade) e a **segurança** (cálculo estrutural) de uma barragem silt do tipo permeável vis-à-vis à força externa de projeto.



Fluxo de um projeto de barragem sílido tipo permeável



**Nippon Steel & Sumikin Metal Products Co.,Ltd.**

© 2017 Nippon Steel & Sumikin Metal Products Co., Ltd. All Rights Reserved. 40

## Barragem Sabo com Estrutura Tridimensional em Aço

Para fins de cálculo de estabilidade, considera-se a parte de aço e a fundação de concreto como um corpo único, constituindo uma estrutura de gravidade que resiste às forças externas.

### ✓ Tombamento

Força resultante do próprio peso somada à força externa (ponto de aplicação) dentro do limite de 1/3 do centro da largura da base

$$|e| = \frac{B}{6} \quad e = \frac{1}{2} \times B - X \quad X = \frac{Mr - Mo}{\Sigma V}$$

### ✓ Deslocamento

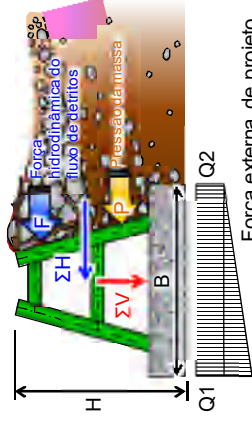
Não deve haver deslocamento entre o corpo da barragem e o solo de fundação

$$F_s = \frac{f \times \Sigma V}{\Sigma H} \quad F_s = \frac{f \times \Sigma V + \tau_0 \times l}{\Sigma H}$$

### ✓ Força de reação do solo

Intensidade de carga máxima a ser aplicada no solo de fundação dentro dos limites da força admissível de reação do solo

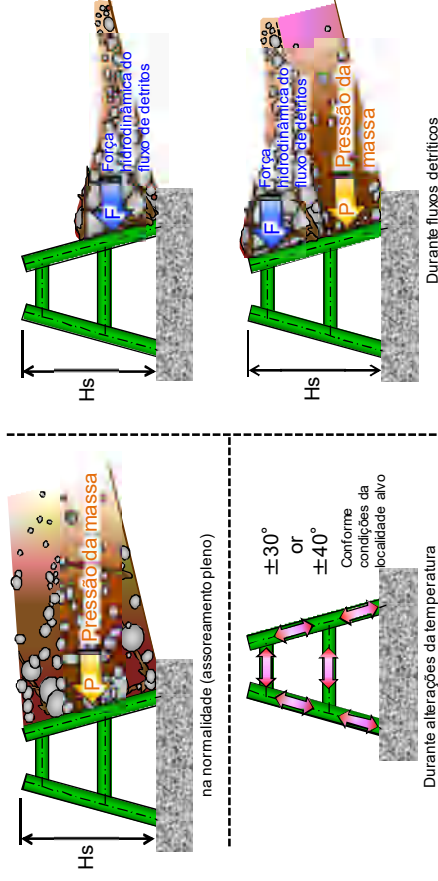
$$Q_1, Q_2 = \frac{\Sigma V}{B} \times \left( 1 \pm \frac{6 \times e}{B} \right) \quad Q_a$$



Força externa de projeto

## Barragem Sabo com Estrutura Tridimensional em Aço

Projetar os componentes estruturais das partes de aço de forma a garantir a segurança vis-à-vis à força externa



## Barragem Sabo com Estrutura Tridimensional em Aço

Analisar a placa plana modelando a forma da parte de aço, verificar o grau de tensão dos componentes frente às forças externas pelo método de projeção de tensão permitida.

### ✓ Momento de Flexão

$$\sigma = \frac{M}{Z} \quad \sigma_{ba} \quad \tau = \frac{Q}{Aw} \quad \tau_a$$

### ✓ Tensão Total

$$\frac{\sigma}{\sigma_a} + \left( \frac{\tau}{\tau_a} \right)^2 \quad 1.0$$

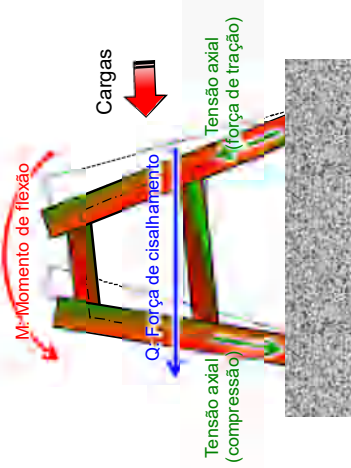
### ✓ Tensão Axial e Momento de Flexão

• Compressão (direção axial)

$$\sigma = \frac{\sigma_c}{\sigma_{ca}} + \frac{\sigma_b}{\sigma_{ba}} \quad 1.0$$

• Força de tração (direção axial)

$$\sigma = \frac{\sigma_t}{\sigma_{ta}} + \frac{\sigma_b}{\sigma_{ba}} \quad 1.0$$



## Barragem Sabo com Estrutura Tridimensional em Aço

Para fins de análise da colisão de blocos rochosos e troncos carregados, comparar a energia cinética desses ( $E_R$ ) e a energia de absorção causada pela deformação plástica dos tubos dos aço (deformações côncava e normal,  $E_d + E_M$ ).

$$E_d + E_M \geq E_R$$

### ✓ Energia cinética dos detritos ( $E_R$ )

$$E_R = \frac{1}{2} \times m \times V^2$$

### ✓ Energia de absorção dos tubos

• Deformação côncava ( $E_d$ )

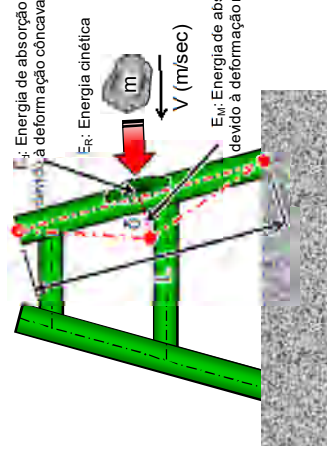
$$E_d = \frac{1}{4} \times K \times \sigma_{yd} \times t^2 \times \frac{\delta d^{1.8}}{1.8 \times D^{0.8}}$$

• Deformação normal ( $E_M$ )

$$E_M = \delta pa \times Pc$$

$$\delta pa = \theta pa \times \frac{L}{2}$$

$$\theta pa = \frac{1.355}{D/t}$$



## Barragem Sabo com Estrutura Tridimensional em Aço

### Cálculo Estrutural

Proceder a análise dos componentes de conexão (encaixe da flange) e das partes a serem cravadas na fundação.

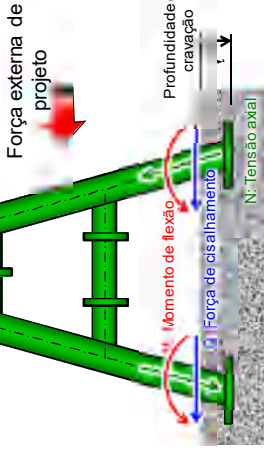
- ✓ Conectores (encaixe da flange)

- Parafusos

$$Tb_{max} = \frac{M \times Y_n}{\sum Y_i^2} \quad Tba$$

- Placas de flange

$$t = \sqrt{\frac{6 \times M_F}{\sigma_{Fa}}}$$



Partes do tubo cravadas

- Intensidade de cisalhamento

$$\tau = \frac{N}{Ac} \quad \tau a$$

- Intensidade da carga (horizontal)

$$\sigma c = \frac{N}{Ad} \quad \sigma ca$$

- Intensidade de carga (perpendicular)

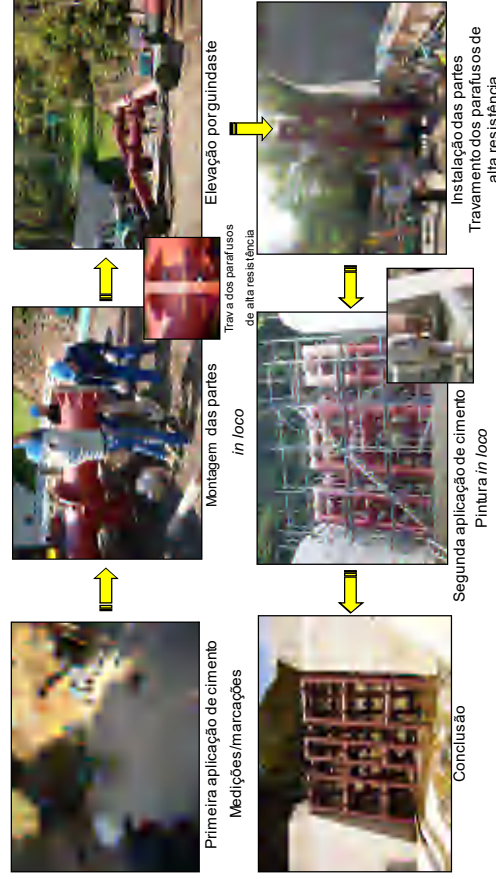
$$\sigma b = \frac{Q}{D \times l} + \frac{6 \times M}{D \times l^2} \quad \sigma ba$$

## V. Exemplos de Barragem Sabo com Estrutura Tridimensional em Aço

### Exemplos de Barragem Sabo com Estrutura Tridimensional em Aço (Barragem S/It)

## Exemplos de Barragem Sabo com Estrutura Tridimensional em Aço (Barragem S/It)

### Breve descrição do processo de montagem



## Exemplos de Barragem Sabo com Estrutura Tridimensional em Aço (Barragem S/It)

Barragem Sabo com Estrutura Tridimensional em Aço vem sendo utilizada desde a década de 1970, contando atualmente com mais de 1.000 barragens instaladas.

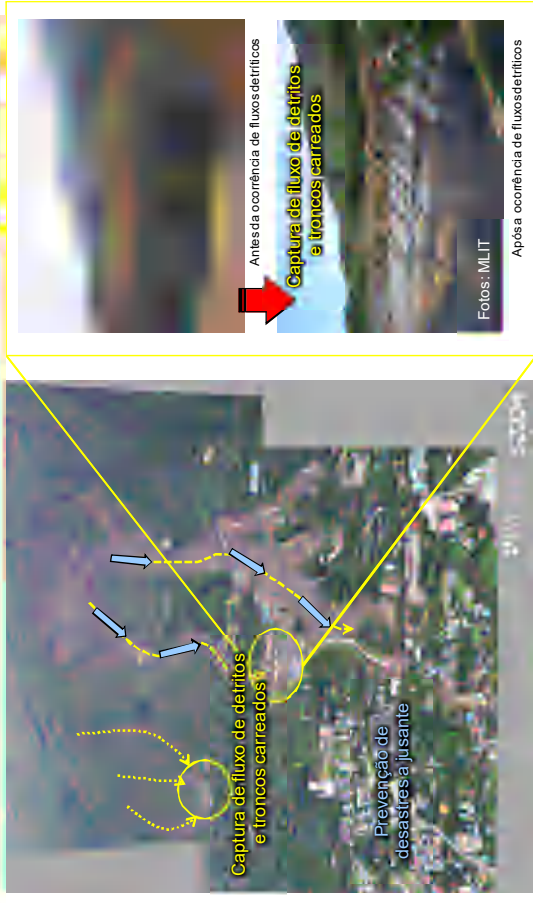


## Exemplos de Barragem Sabo com Estrutura Tridimensional em Aço (Barragem Slit)

Exemplos de instalação



## Exemplos de Barragem Sabo com Estrutura Tridimensional em Aço (Barragem Slit)



## Exemplos de Barragem Sabo com Estrutura Tridimensional em Aço (Barragem Slit)

Exemplos de captura



## Exemplos de Barragem Sabo com Estrutura Tridimensional em Aço (Barragem Slit)

Exemplos de captura





## Exemplos de Barragem Sabo com Estrutura Tridimensional em Aço (Barragem Slit)

Exemplos de captura



Altura da estrutura metálica: 6.0m

Espaçamento interno dos tubos em Aço: 0.9m

Antes da ocorrência de fluxos de detritos

Diâmetro do tubo em Aço: 0,5m

Obstrução da abertura por troncos carreados

Após a ocorrência de fluxos de detritos



Depósito de detritos e troncos carreados, materiais grosso e fino

Barragem a montante

Nippon Steel & Sumikin Metal Products Co.,Ltd.

© 2017 Nippon Steel & Sumikin Metal Products Co., Ltd. All Rights Reserved. 53

## Exemplos de Barragem Sabo com Estrutura Tridimensional em Aço (Barragem Slit)

Exemplos de captura



Instalação sequencial de barragem sabo em aço para evitar

Depósito de detritos, troncos carreados materiais grosso e fino.

Obstrução da abertura por detritos e troncos carreados

Diâmetro do tubo em Aço: 0.5m

Depósito de detritos, troncos carreados, materiais grosso e fino

Obstrução da abertura por troncos carreados

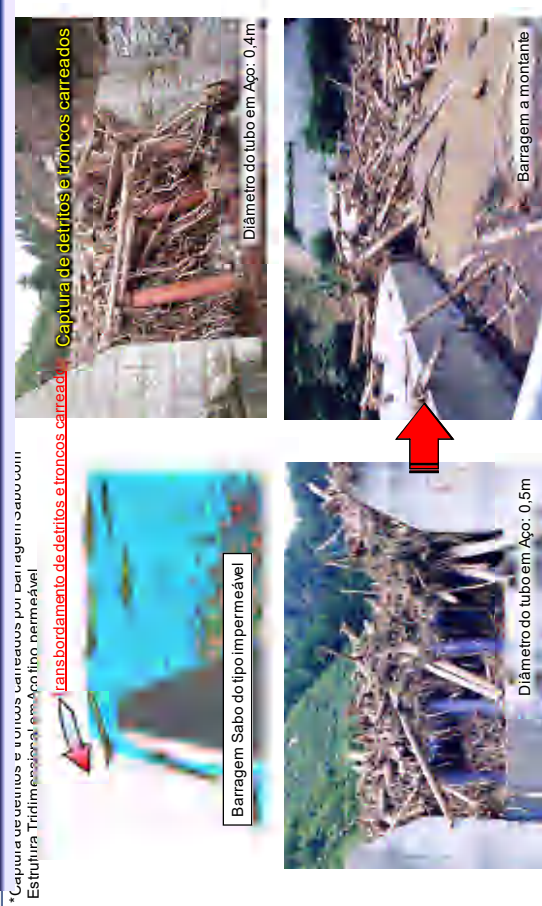
Diâmetro do tubo em Aço: 0,5m

Nippon Steel & Sumikin Metal Products Co.,Ltd.

© 2017 Nippon Steel & Sumikin Metal Products Co., Ltd. All Rights Reserved. 54

## Exemplos de Barragem Sabo com Estrutura Tridimensional em Aço (Barragem Slit)

Exemplos de captura



\*Captura de troncos e troncos carreados por barragem sabo em aço. Estrutura Tridimensional em Aço tipo impermeável

Transbordamento de detritos e troncos carreados

Barragem Sabo do tipo impermeável

Diâmetro do tubo em Aço: 0,4m

Diâmetro do tubo em Aço: 0,5m

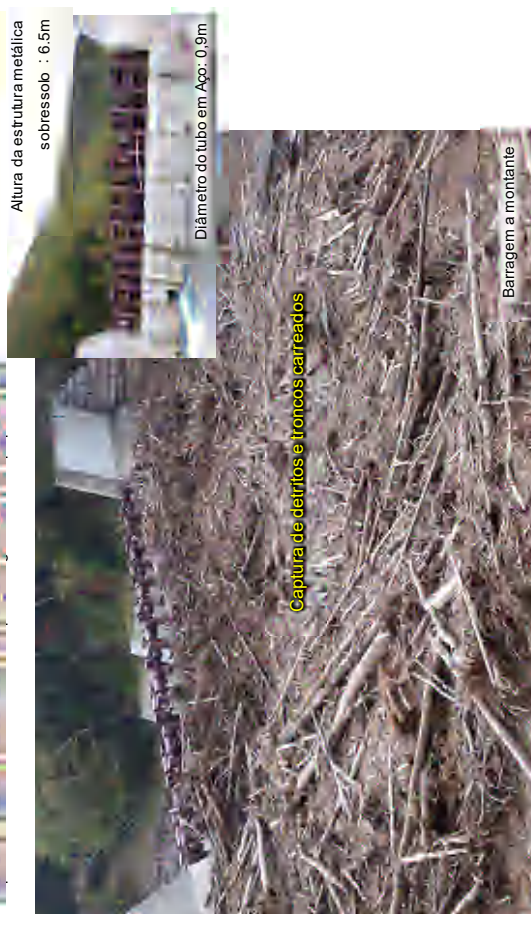
Barragem a montante

Nippon Steel & Sumikin Metal Products Co.,Ltd.

© 2017 Nippon Steel & Sumikin Metal Products Co., Ltd. All Rights Reserved. 55

## Exemplos de Barragem Sabo com Estrutura Tridimensional em Aço (Barragem Slit)

Exemplos de captura



Altura da estrutura metálica sobressob : 6.5m

Diâmetro do tubo em Aço: 0,9m

Captura de detritos e troncos carreados

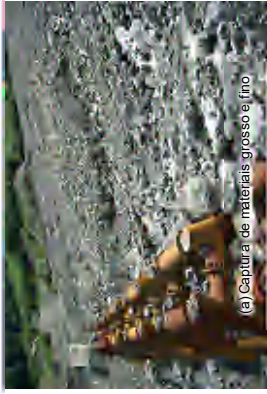
Barragem a montante

Nippon Steel & Sumikin Metal Products Co.,Ltd.

© 2017 Nippon Steel & Sumikin Metal Products Co., Ltd. All Rights Reserved. 56

## Exemplos de Barragem Sabo com Estrutura Tridimensional em Aço (Barragem Slit)

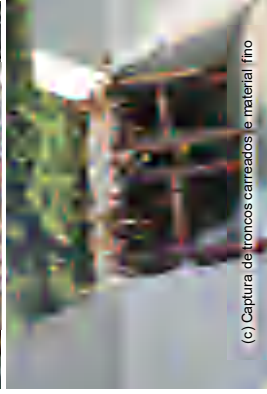
### Tipo de Material Capturado



(a) Captura de materiais grosseiros e fino



(b) Captura de blocos rochosos, troncos e material fino



(c) Captura de troncos caireados e material fino



(d) Captura exclusiva de troncos caireados

## Exemplos de Barragem Sabo com Estrutura Tridimensional em Aço (Barragem Slit)

### Manutenção e Gestão



Captura de grandes quantidades de materiais grosseiros e fino



Manutenção do espaço de deposição



Manutenção e gestão

Trabalhos de remoção de material grosso e troncos

## Exemplos de Barragem Sabo com Estrutura Tridimensional em Aço (Barragem Slit)

## No que consiste a Barragem Sabo com Estrutura Tridimensional em Aço (Barragem Slit)?

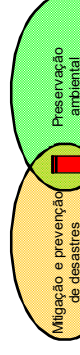
### Conclusão

✓ Em tecnologia que protege vidas humanas e bens de desastres de movimento de massa

➢ Mitigação e prevenção de desastres

✓ Em tecnologia que preserva o meio ambiente e a natureza

➢ Redução do impacto ambiental



Barragem Sabo com Estrutura Tridimensional em Aço tipo permeável

Deformação côncava atingindo mais de 40% do diâmetro do tubo em Aço



Seleção das partes



Remoção das partes



Instalação de novas partes

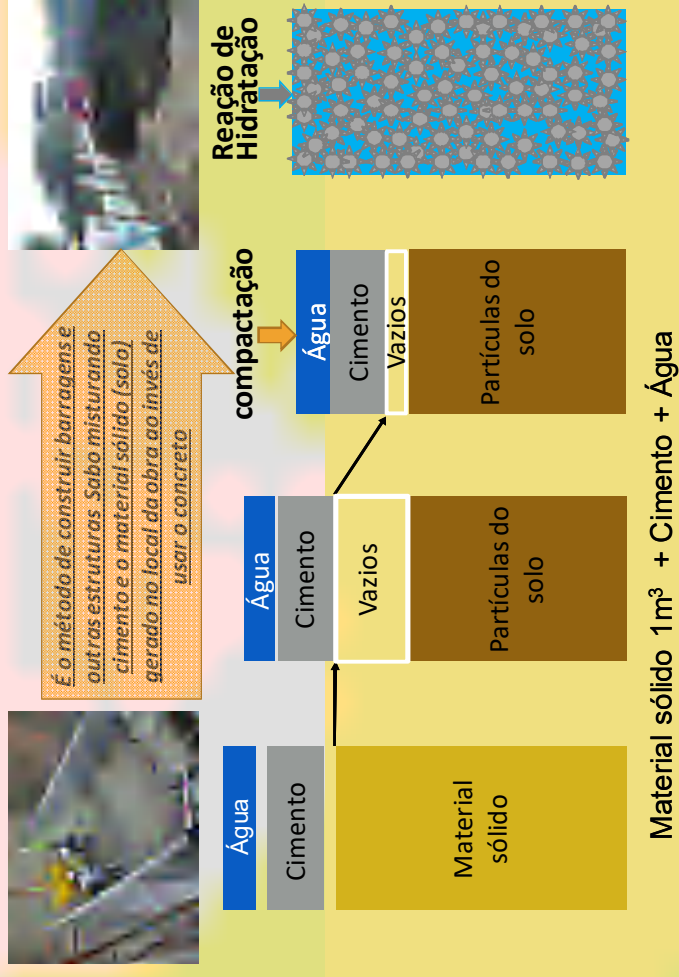
Nível de avaria	Taxa de deformação côncava do tubo em Aço	Avaliação
Nível	Inferior a 10%	Normal
Nível	De 10% a 40%	Reparações na medida do necessário
Nível	Superior a 40%	Reparações, reforços, troca

Checagem e inspeção das partes

# Tecnologia de Solo-Cimento aplicada na Construção de Barragens Sabo (Método Construtivo MURO SB)

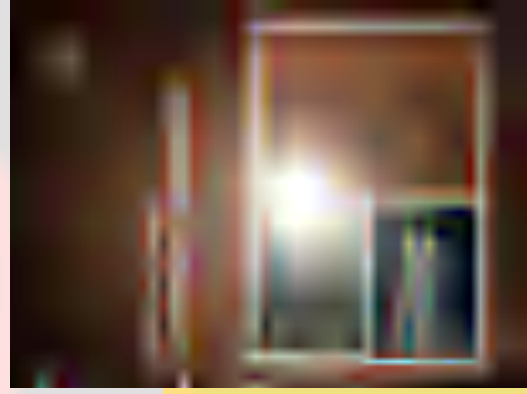


## 1. O que é o Método de Preparação Solo-Cimento Sabo?



## Classification of Soil-Cement by Portland Cement Association

Soil-Cement {  
Soil-Cement  
Plastic Soil-Cement  
( Containing material retained on the No.4 sieve)



## 2. Seleção do Tipos de barragem Sabo

(1) Situação das Obras de Barragem Sabo (em Concreto)



## 2. Escolha dos tipos de barragem Sabo

(1) Situação das Obras de Barragem Sabo (em Concreto)



## 2. Escolha dos tipos de barragem Sabo

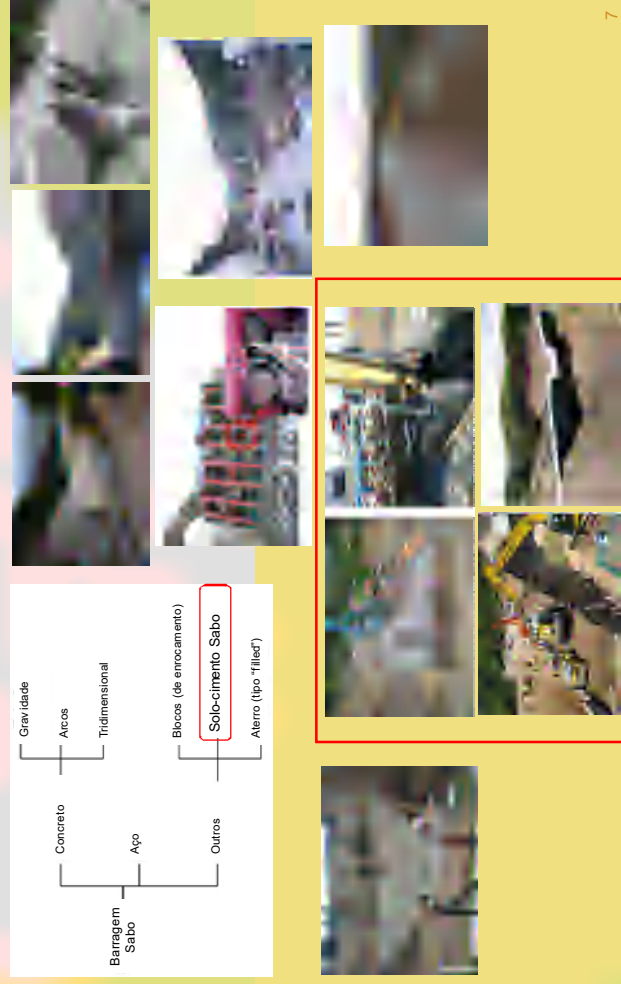
(2) Escolha baseada na função de cada tipo



6

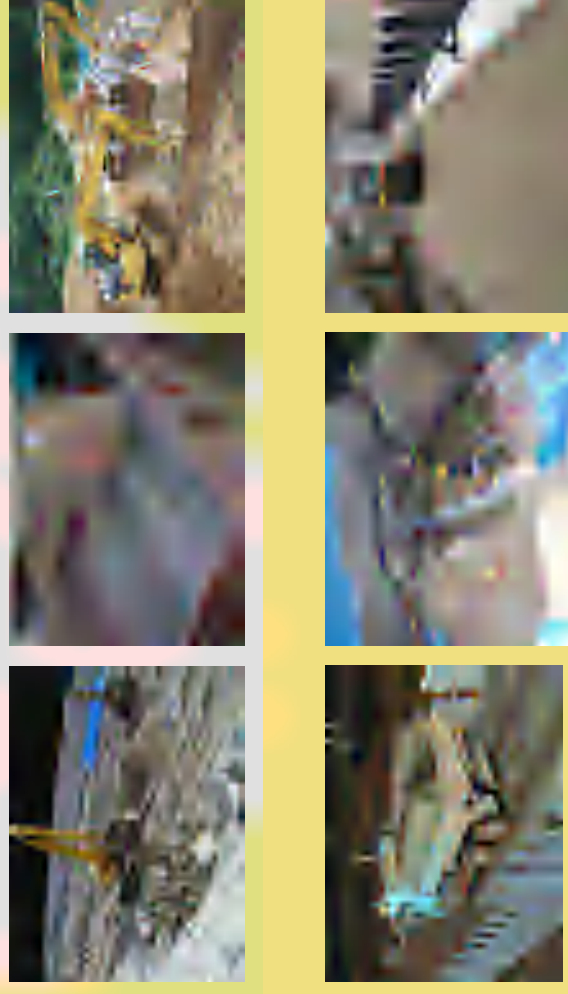
## 2. Escolha dos tipos de barragem Sabo

(3) Classificação das estruturas

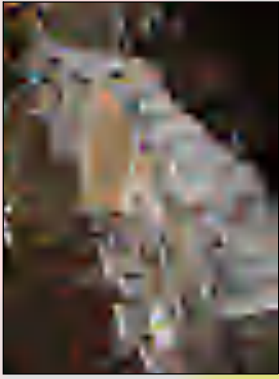


7

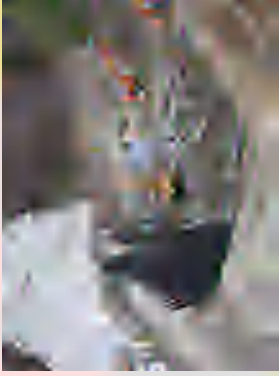
## 3. Exemplos de uso de Solo-Cimento Sabo



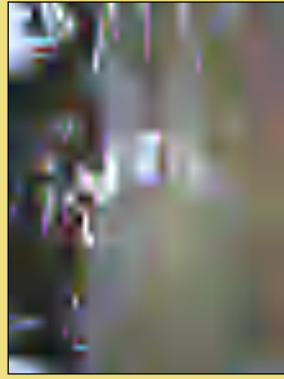
### 3. Exemplos de uso de Solo-Cimento Sabo



Em construção



Em construção



Concluído



Concluído

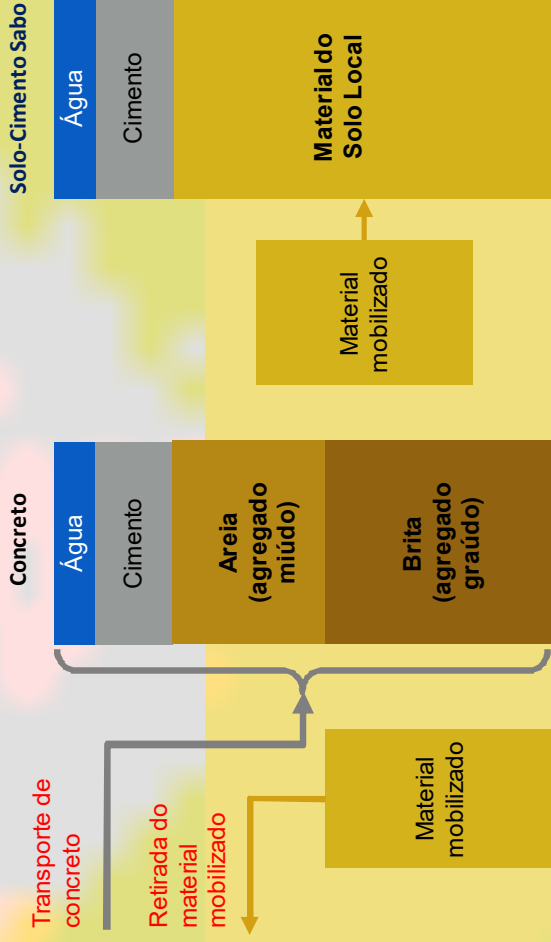
### 4. Vantagens em usar Solo-Cimento Sabo (histórico)

- (1) Redução da carga ambiental
- (2) Redução do custo de construção
- (3) Redução do tempo de construção

### 4. Vantagens em usar Solo-Cimento Sabo (histórico)

#### (1) Redução da carga ambiental

→ Retirada do material mobilizado, seu transporte e destinação + transporte de concreto] Não precisa de nada disso! Reduz o impacto ambiental.

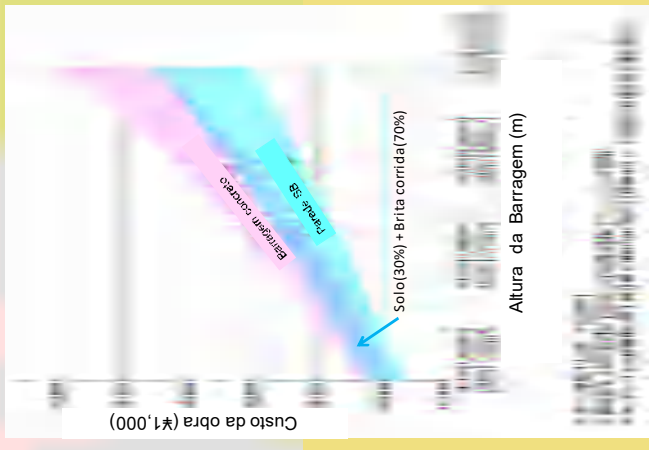


### 44. Vantagens em usar Solo-Cimento Sabo (histórico)

#### (2) Redução dos custos da obra

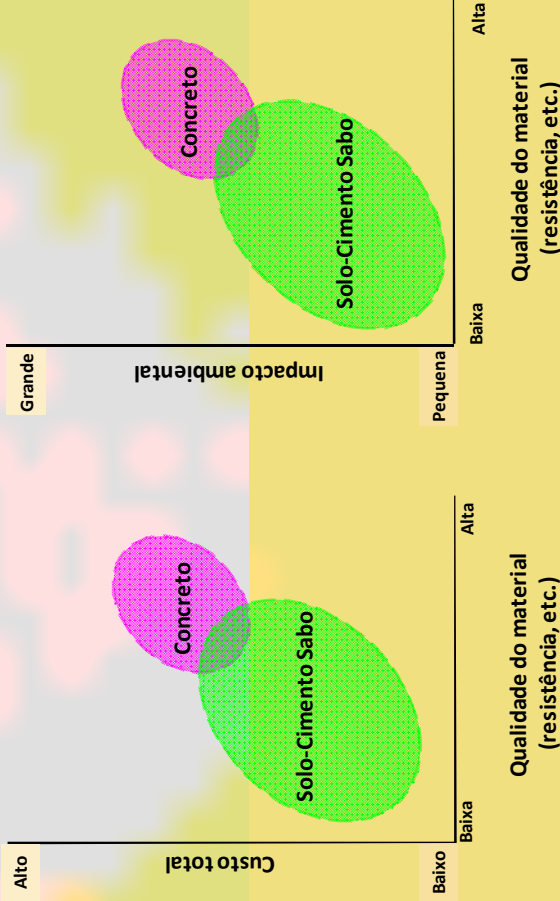
Método INSEM			
1	2	3	4
1- Valor da obra em concreto	5	6	4
2- Provisão de mão de obra	5.000	7.000	1.000
3- Provisão de materiais	200	15.000	35.70
4- Provisão de equipamentos	7.000	300	3.35
5- Transporte	7.000	1.000	7.10
6- Provisão de materiais locais	7.000	6.000	42.80
7- Provisão de materiais locais	2.000	20.000	40.30
8- Provisão de materiais locais	1	2.000.000	2.50
Total (milhões de reais)	100%	154.40	2.4.125
Custo por m³			

Método INSEM			
1	2	3	4
1- Valor da obra em concreto	5	6	4
2- Provisão de mão de obra	5.000	7.000	1.000
3- Provisão de materiais	200	15.000	35.70
4- Provisão de equipamentos	7.000	300	3.35
5- Transporte	7.000	1.000	7.10
6- Provisão de materiais locais	7.000	6.000	42.80
7- Provisão de materiais locais	2.000	20.000	40.30
8- Provisão de materiais locais	1	2.000.000	2.50
Total (milhões de reais)	100%	139.55	19.035
Custo por m³			



#### 4. Vantagens em usar Solo-Cimento Sabo (histórico)

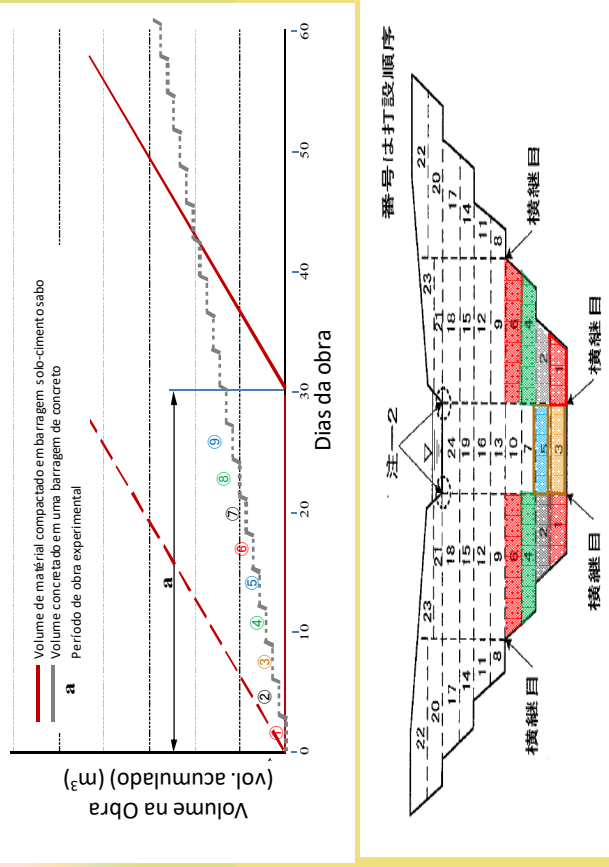
A Comparação entre o Solo-Cimento Sabo e o Concreto



#### 4. Vantagens em usar Solo-Cimento Sabo (histórico)

##### (3) Redução do tempo de obra

Não precisa do tempo de a cura a cada nível de concretagem, a obra pode ser continua!



#### 4. Vantagens em usar Solo-Cimento Sabo (histórico)

##### (4) Lugares adequados ao uso de solo-cimento sabo

Indicadores de uso do Solo-Cimento Sabo em barragens

1. **Dificuldade** na obtenção do concreto
2. **Dificuldade** no descarte dos materiais mobilizados
3. **Dificuldade** no transporte de materiais de construção
4. Prioridade em reduzir o tempo da obra
5. Efeito de redução do custo da obra

YES

Barragem de Solo-Cimento Sabo

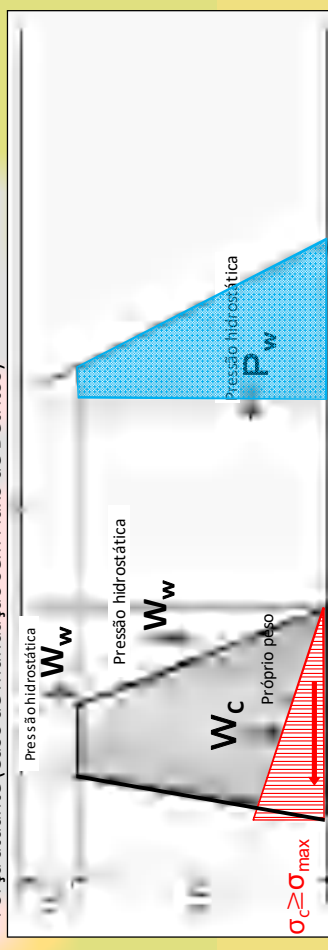
Barragem de concreto

NO

#### 5. Os Pontos Fracos do Solo-Cimento Sabo

##### (1) Baixa resistência

Cabe verificação das taxas de segurança de deslizamento e tensão de compressão Força atuante (Caso de Inundação sem Fluxo de Detritos)

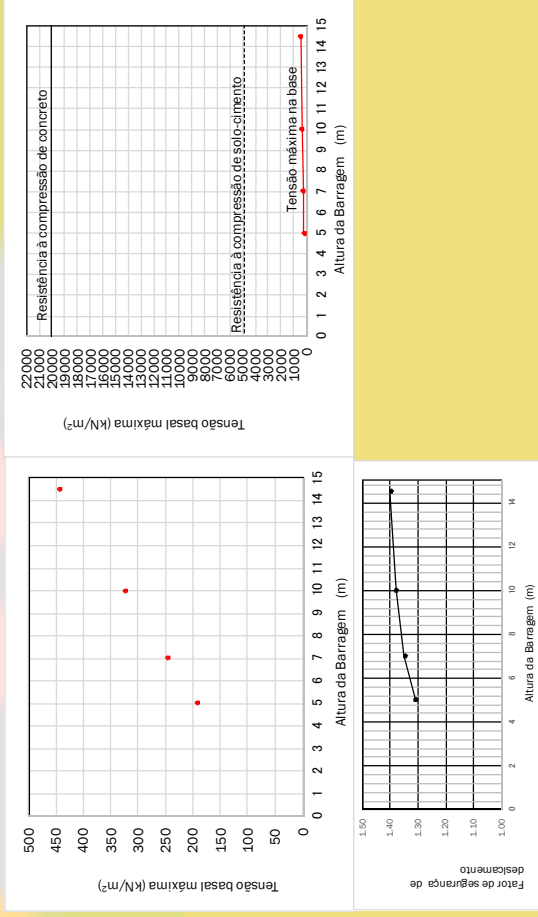


$$n = \frac{\sum W \cdot \tan \phi}{\sum P} \geq 1,2$$

## 5. Os Pontos Fracos do Solo-Cimento Sabo

### Fator de segurança de deslocamento e tensão de compressão

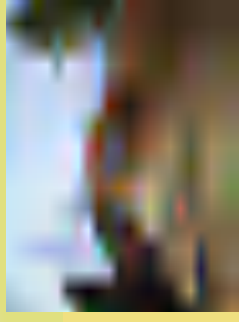
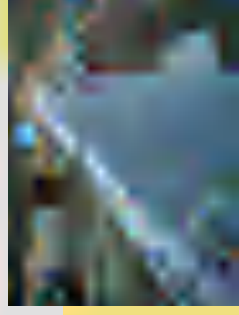
- A tensão de compressão da barragem Sabo é menor de 1/10 da resistência do solo-cimento, por isso é segura do ponto de vista estrutural.
- O fator de segurança para deslocamento é 1.2. Peso Unitário de Deposição  $\gamma_s = 1.8$  é segura



## 5. Os Pontos Fracos do Solo-Cimento Sabo

### (2) Baixa resistência a abrasão

Como tem baixa resistência a abrasão, podendo ocorrer erosão devido ao escoamento de água pelo do canal  
 → O avanço da erosão pode resultar em falhas no perfil do talude e a sua consequente desestabilização  
 → É possível prevenir a erosão usando um protetor no de revestimento exterior



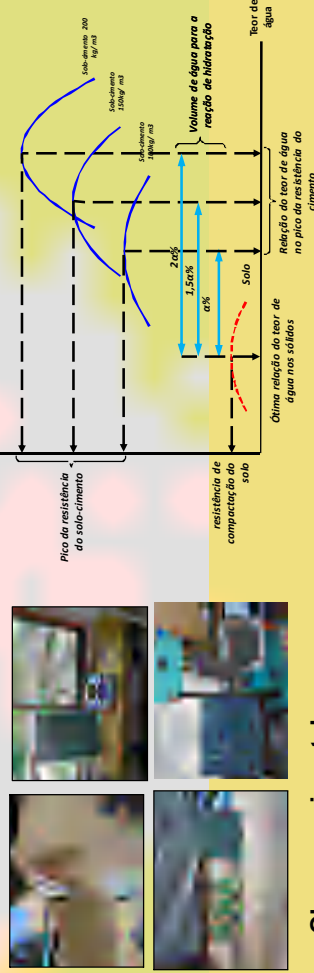
(1) Não deixar que ocorra a erosão superficial

(2) Mesmo que haja danos parciais, não permitir escoamento do material interno  
 (3) É preciso usar material que garanta a vida útil da estrutura

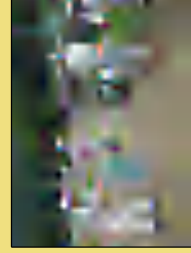
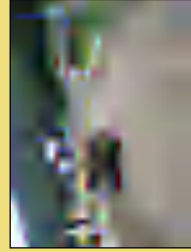
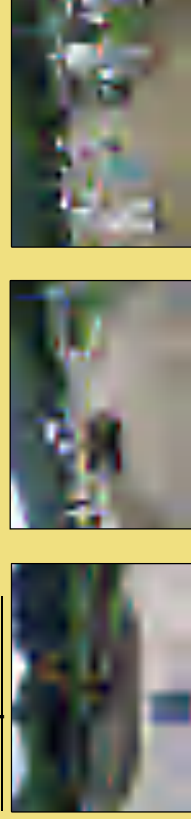
## 5. Os Pontos Fracos do Solo-Cimento Sabo

(3) A qualidade não é estável  
 → Há instabilidade no material, pois são usados na mistura os sólidos gerados no local do evento, sendo as características do solo diferentes, com variações do volume de água em cada localidade.

### Ensaio de formulação no laboratório



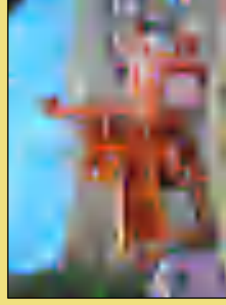
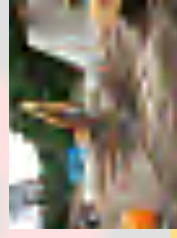
### Obra experimental



## 5. Os Pontos Fracos do Solo-Cimento Sabo

### (3) Uso de maquinário específico

Fabrica um material uniforme, ajustando automaticamente água – cimento – material sólido (solo mobilizado)



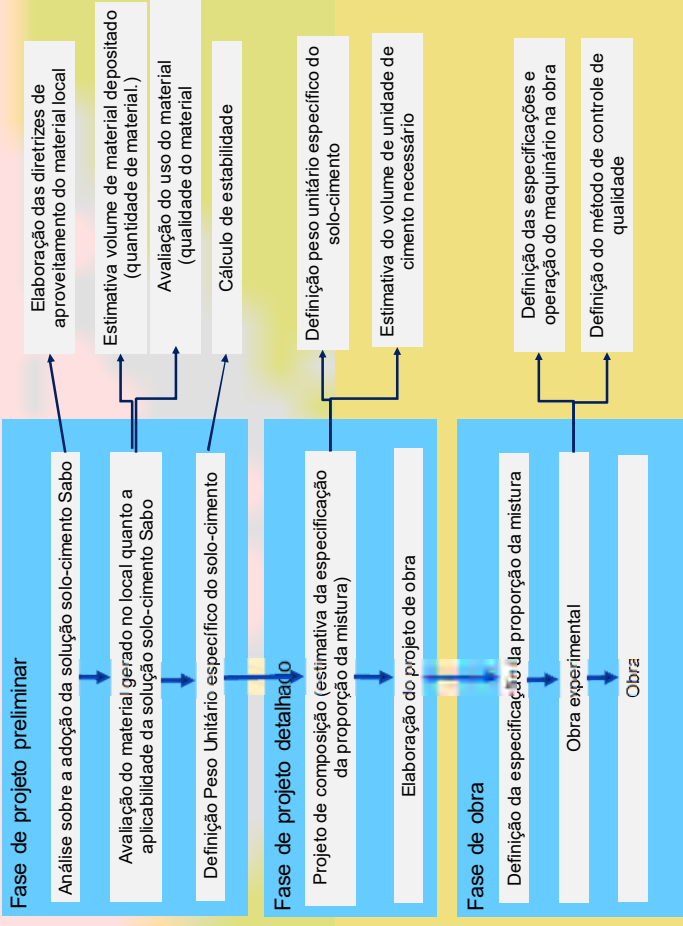
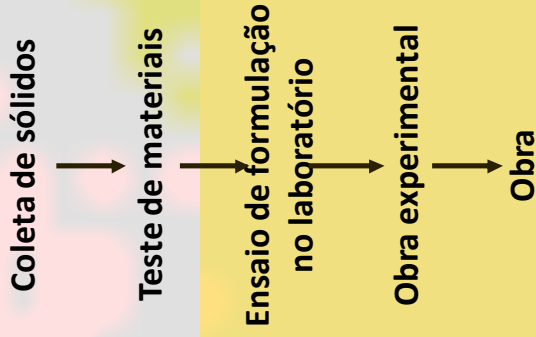
(Brasil)

(Brasil)

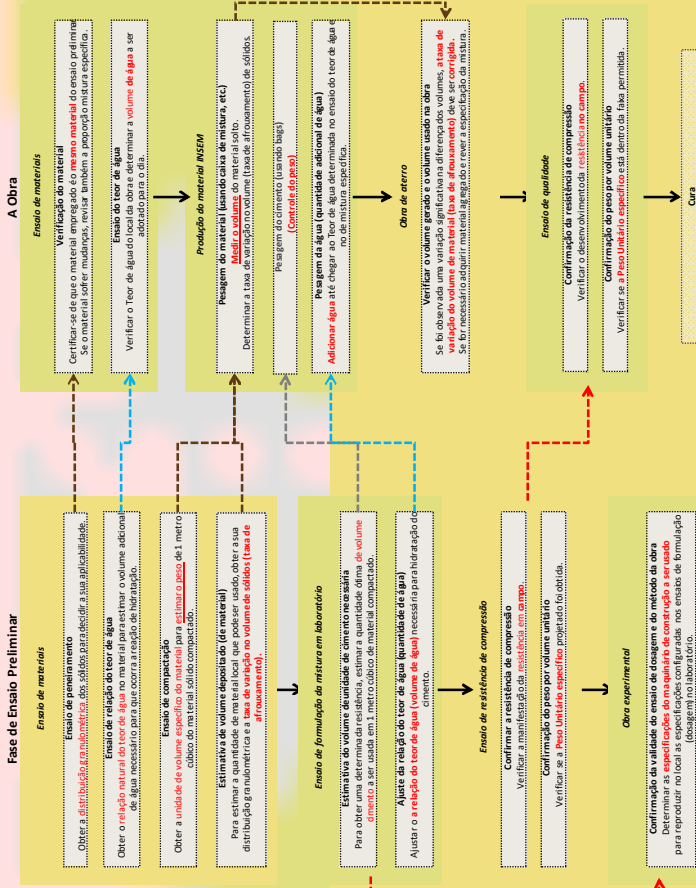
Ostensivo controle da qualidade no local

## 6. Preparativos para início de obra

### (1) O Fluxo de Trabalho até o Início da Obra



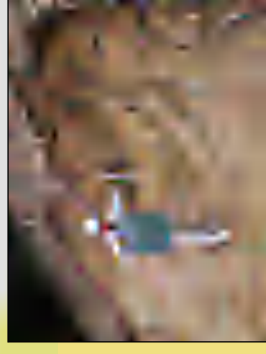
## 6. Preparativos para início de obra



## 6. Preparativos para início de obra

### (2) Amostragem do material A Qualidade do Solo-Cimento Sabo

→ Depende das propriedades do material gerado no local.



Coletar amostras do material local a ser utilizado como matriz.  
→ Conhecer as propriedades do material sólido gerado no local.



## 6. Preparativos para início de obra

### (3) Ensaio de materiais

#### Critérios de decisão para Aplicabilidade

Decidir se o material gerado no local poderá ser usado para o solo-cimento Sabo.

(1) Existência de muitos grãos finos como silte e argila

→ *Caso haja grande porção de material fino será difícil obter a resistência, mesmo aumentando a quantidade de cimento*

→ *É necessário ajustar a granulometria através da introdução p.ex. de brita corrida.*

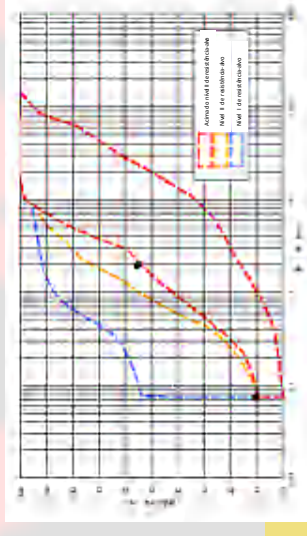
(2) Alto conteúdo de húmus e outros materiais orgânicos

→ *Se houver alto teor de material orgânico não ocorrerá a reação de hidratação*

→ *Neutralizar os materiais orgânicos com o cálcio contido em escória siderúrgica.*

## 6. Preparativos para início de obra

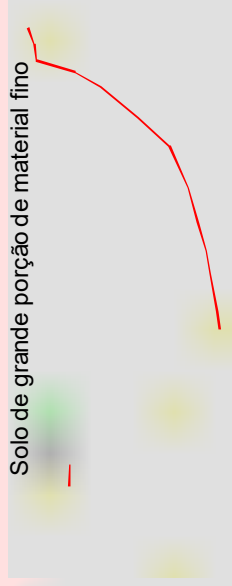
### Identificando a distribuição granulométrica do material



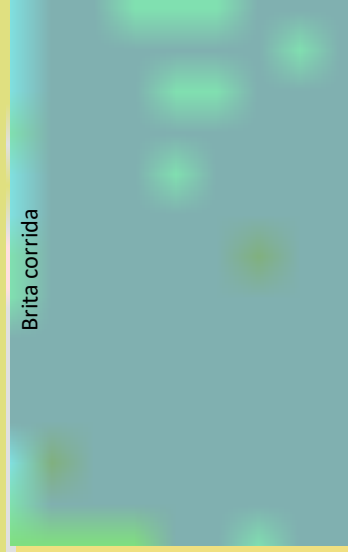
- (1) Ajustar a granulometria através com uso de brita corrida etc.
- (2) Aumento da quantidade de cimento

## Ajustar a granulometria através com uso de brita corrida

Solo de grande porção de material fino

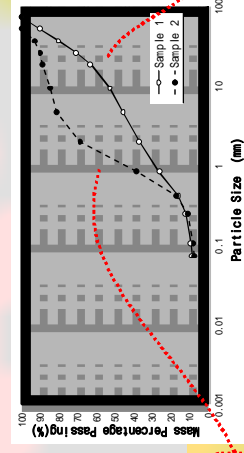


Brita corrida



## 6. Preparativos para início de obra

*Apesar da granulometria ser boa, não alcança boa resistência*



*A granulometria é ruim, mas obtém boa resistência*

*A granulometria é boa, mas não obtém boa resistência*



## 6. Preparativos para início de obra

O que é **escória (siderúrgica)**:

Minério de ferro ← coque, calcário



Ferro-gusa + **escória de alto-forno** → **escória granulada** → Cimento de alto-forno



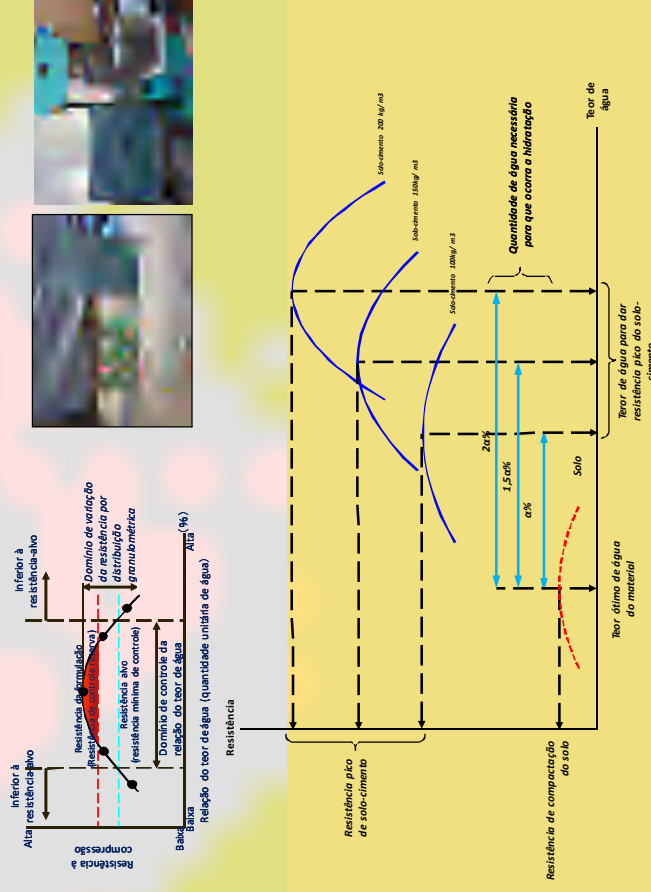
Aço + **escória siderúrgica** → **escória de conversor** / **escória de forno elétrico**

## (4) Ensaio de formulação no laboratório

- Se a relação do teor de água for baixa:  
→ Vai faltar água necessária para reação de hidratação e a solidificação não ocorre
- Se a relação do teor de água for alta:  
→ Dificuldades para operar rolo vibrador resultam em baixa produtividade na obra

## 6. Preparativos para início de obra

Decidir ótima relação do teor de água e volume de cimento



## 6. Preparativos para início de obra

## (4) Ensaio de formulação no laboratório

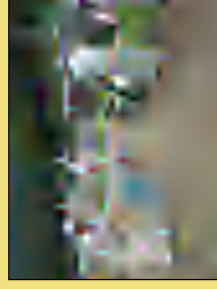
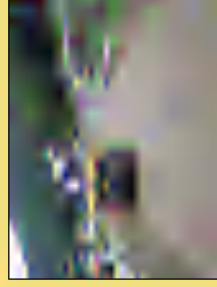
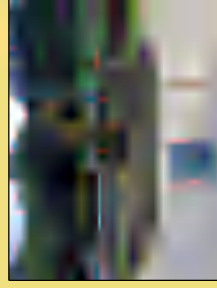
- Se a relação do teor de água for baixa:  
→ Vai faltar água necessária para reação de hidratação e a solidificação não ocorre
- Se a relação do teor de água for alta:  
→ Dificuldades para operar rolo vibrador resultam em baixa produtividade na obra

## 6. Preparativos para início de obra

### (5) Obra experimental

#### Verificação da produtividade

Fazer um aterro experimental usando as mesmas máquinas que serão usadas na obra  
→ Determinar espessura, o número de vezes de compactação, a velocidade de compactação e as especificações da obra



## 6. Preparativos para início de obra

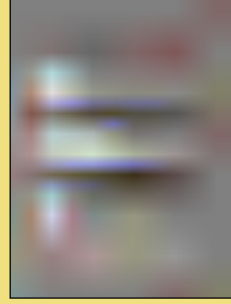
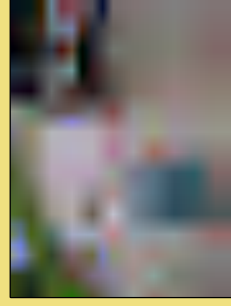
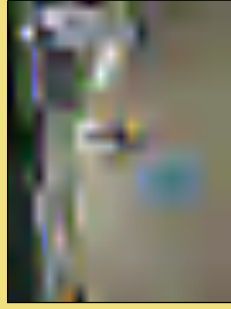
### (5) Obra experimental

Verificação da resistência e da densidade

Verificar se a resistência de compressão e a densidade projetadas estão mantidas  
Há possibilidade de os materiais empregados diferirem na hora da obra

→ *Coletar amostra de testemunho, para confirmar a sua resistência*

→ *Se não for possível obter o testemunho, medir a densidade in situ usando o testador RI (radioisótopo)*



## 7. Obra

### (1) Fluxograma de construção

Ensaio da relação do teor de água



Produção do material INSEM



Obra de aterro



Ensaio de qualidade



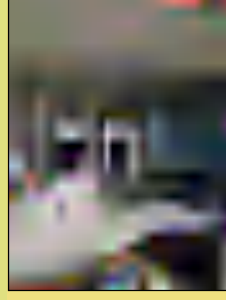
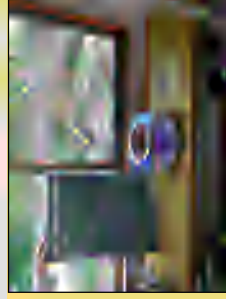
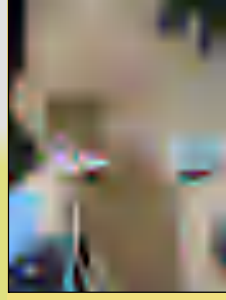
Cura

## 7. Obra

### (2) Ensaio da relação do teor de água

Medir a relação do teor de água no material matriz antes da obra

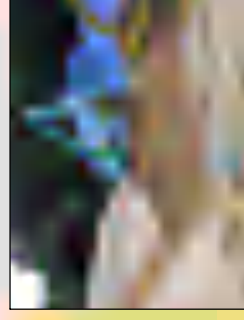
→ Com base no relação natural de água medida, adicionar o suficiente para ajustar a relação do teor de água



## 7. Obra

### (3) Produção do material INSEM 1

Peneiramento do material de matriz



→ Fazer o peneiramento do material local usando uma concha vazada de 100 milímetros.



→ Se houver cascalhos grandes, o rolo compactador ou vibratório não poderá fazer a compactação.

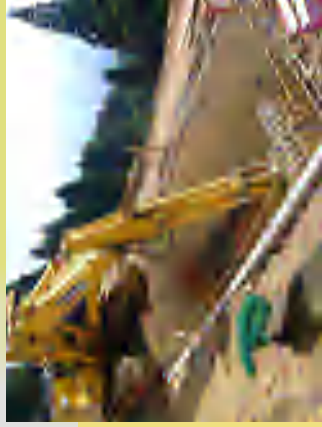
Usar o forno de microondas para eliminar água da amostra.  
(Medir duas vezes)

## 7. Obra

### Produção do material INSEM 2

#### Batendo a Mistura

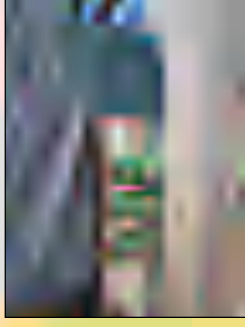
Normalmente, o material sólido e o cimento são misturados com uma retroscavadeira.



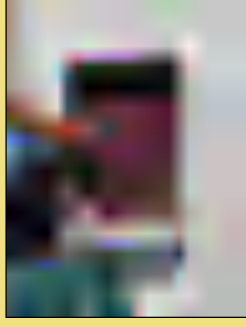
## 7. Obra

### Produção do material INSEM 3

#### Elaboração de amostras-padrão



→ Realizar testes de resistência de compressão  $\sigma_7$  e  $\sigma_{28}$  para verificar se a resistência-alvo foi obtida.



→ Verificar visualmente se a mistura está uniforme, pulverizando com solução de fenolftaleína.

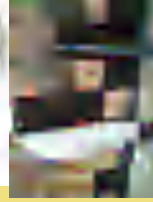
## 7. Obra

### (4) APLICANDO MATERIAL PROTETOR EXTERNO

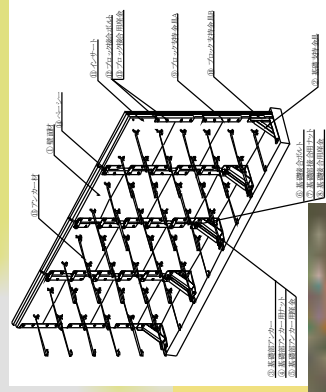
O material protetor externo a montante e a jusante exerce também a função de forma na execução da obra de material interno, dispensa andaimes e formas removíveis, possibilitando economia de mão de obra.



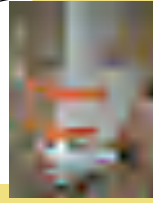
Estaca leve de chapa de aço  
Montagem manual



Protetor externo a montante



Montado com  
guindaste



Protetor externo a jusante

### VARIAÇÃO DE PROTETOR EXTERNO

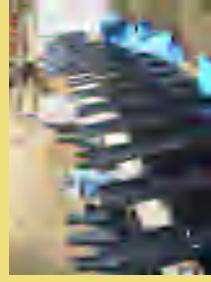
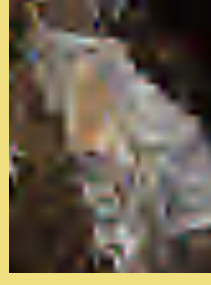
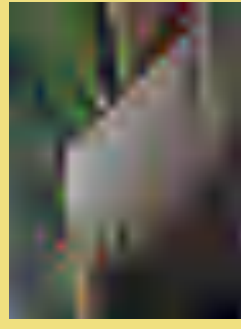
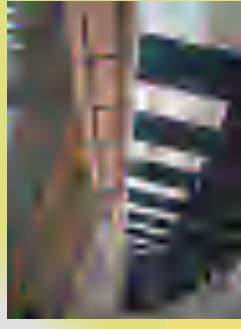
É possível escolher o material do protetor externo conforme as condições do local da obra, contudo devem ser instaladas estacas leves de chapa de aço em locais onde tenha exercício de carga de impacto, como nos casos de fluxos de detritos etc.

#### ◇SB, SK, SD

- Material protetor externo a montante...Estacas leves(S)
- Material protetor externo a jusante...Blocos de concreto(B)
- ...Troncos(K) < seções onde não há extravasamento >
- ...Formas (D) < seções onde não há extravasamento >

#### ◇SS (BB)

- Material protetor externo a montante...Estacas leves(S)
- Material protetor externo a jusante...Estacas leves(S)



## 7. Obra

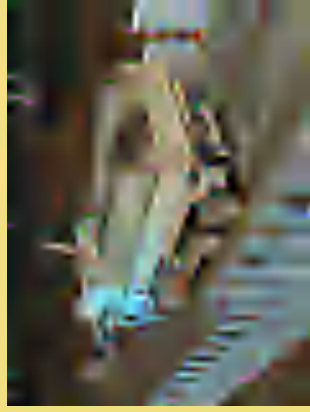
### (5) Obra de aterro 1

#### Transporte

O material INSEM começa a se solidificar logo após a mistura.

→ A variação na relação do teor de água durante o decorrer do tempo pode levar à deterioração da qualidade do produto.

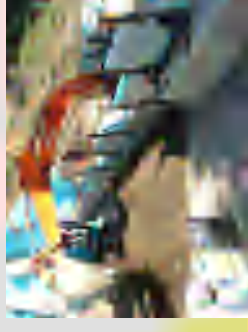
→ Por essa razão, a compactação deve ser concluída dentro de 2 horas após a mistura ser produzida.



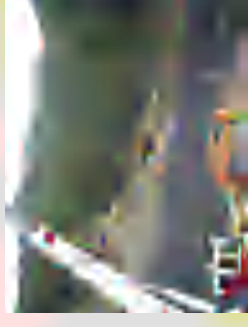
## 7. Obra

### Obra de aterro 2

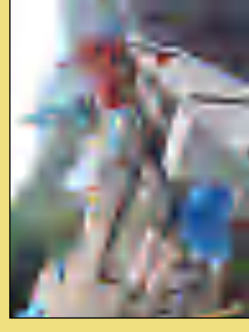
#### Transporte



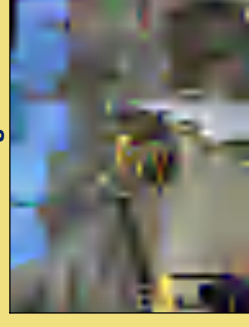
Enchimento usando uma retroscavadeira



Enchimento do material usando um guindaste



Transporte utilizando esteira transportadora



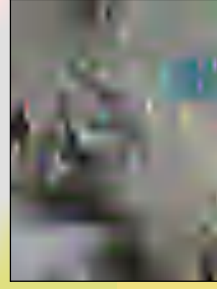
Transporte usando veículos "fodo-terreno"

## 7. Obra

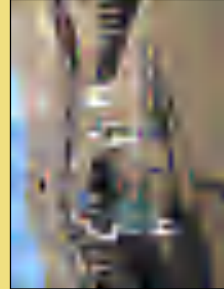
### Obra de aterro 3

#### Preparação para compactação

Aspergir água para assegurar a boa aderência com a superfície do alicerce (rocha matriz) e entre as juntas de concretagem.



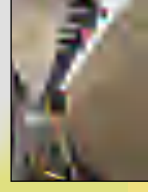
→ Lavar a superfície da rocha matriz com água pressurizada.



→ Limpar as faces de concretagem com um varredor e depois aspergir água.

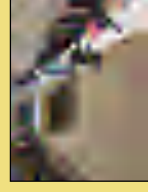
### Obra de aterro (Compactação)

O nivelamento deve ser feito com uma camada de espessura superior de seis os  
→ espessura de nivelamento em torno de 30 cm



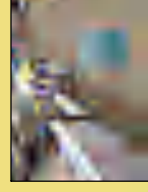
Nas partes normais:

→ Fazer 6 compactações com rolo compactador vibratório.



Extremidades:

→ Fazer 4 compactações com compactador vibratório de 300 kg.

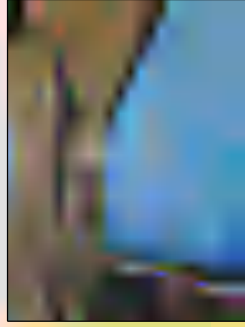


Partes próximas ou em contato com rochas ou moldes:  
→ Compactar usando compactadores de percussão ou martelos de pressão.

## 7. Obra

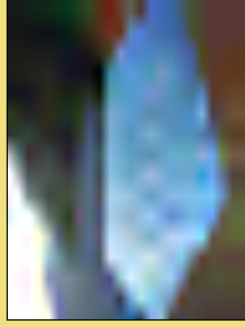
### (6) Obra de aterro (Cura)

Após o término do trabalho do dia cobrir com lona azul.



Lona sobre a superfície preparada

→ *Evita a queda da qualidade devido à desidratação.*



Lona sobre o material de matriz

→ *Previne o aumento da relação do teor de água por precipitação de chuvas.*

END

## 第 2 回現地活動

## REUNIÕES PARA TROCA DE INFORMAÇÕES COM MUNICÍPIOS

(Realização em separado, nas cidades de Nova Friburgo e de Blumenau – das 9:00h às 17:00h)

	<b>Teor do debate</b>	<b>Duração</b>	<b>Responsável</b>
1.	Abertura e Objetivos da reunião (開会及び会議の目的)	10 min. (9:00 – 9:10)	SEDEC
2.	Cumprimentos iniciais (挨拶)	20 min. (9:10 – 9:30)	Representante do Prefeito Sec. Hiroteru Murayama Sr. Shinji Satoh Sr. Takaaki Kato
3.	Plano de Obras para a localidade “São Lucas” em Nova Friburgo/RJ (“São Lucas” em Nova Friburgo/RJ の工事計画)	30 min. (9:30-10:00)	Prefeitura de Nova Friburgo
4	Modelo de projeto de barragem SABO (砂防ダムプロジェクト計画のモデル、手順)	45 min. (10:00-10:45)	Sr. Hiroshi Shimoosako
	[ INTERVALO – Coffee ]	15 min. (10:45-11:00)	
5	Eficácia das barragens SABO na redução do transbordamento de material sólido. (砂防ダムの軽減効果) • <i>Vídeo do teste de validação, simulação por computador.</i>	30 min. (11:00-11:30)	Sr. Hiroshi Shimoosako
6.	Questões e Comentários (質疑応答)	30 min. (11:30-12:00)	-
	[ INTERVALO - ALMOÇO ]	1h 30min. (12:00-13:30)	-
7.	Desafios das Estratégias de Medidas Contra Desastres de Movimentos de Massa (土砂災害対策に挑む)	40 min. (13:30-14:10)	Sr. Noriyuki Minami / Sabo & Landslide Technical Center
8.	Questões e Comentários	20 min. (14:10-14:30)	-
9.	Inventário de áreas passíveis da ocorrência de Fluxos de Detritos (土石流発生地域のインベントリー)	20 min. (14:30-14:50)	Sr. Yoshifumi Shimoda
10.	Caracterização das localidades passíveis de ocorrência de fluxo de detritos na cidade de Nova Friburgo/RJ. (Nova Friburgo/RJ 土石流発生流域の特徴)	20 min. (14:50-15:10)	Equipe técnica do Município
	[ INTERVALO - Coffee ]	20 min. (15:10-15:30)	-
11.	Situação das ações para as instalações SABO e compromissos do município (砂防施設のための市の実施状況と役割)	40 min. (15:30-16:10)	Equipe Técnica do Município
12.	Questões e Comentários finais (質疑応答)	20 min. (16:10-16:30)	-
13.	Encerramento (閉会) • <i>Registro e sistematização dos avanços</i>	30 min. (16:30-17:00)	SEDEC e Todos



# PLANEJAMENTO DE INSTALAÇÃO DA BARRAGEM SABO (PROPOSTA) (SÃO LUCAS)

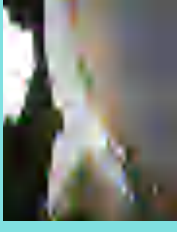
HIROSHI SHIMOOSAKO  
YACHIYO ENGINEERING CO., LTD.

## 1. BARRAGEM SABO

### Tipo e Estruturas

Trata-se de uma estrutura fluvial transversal, construída de forma a interceder a montante e a jusante de um afluente.

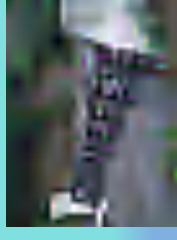
Tipo impermeável



Sabo dam

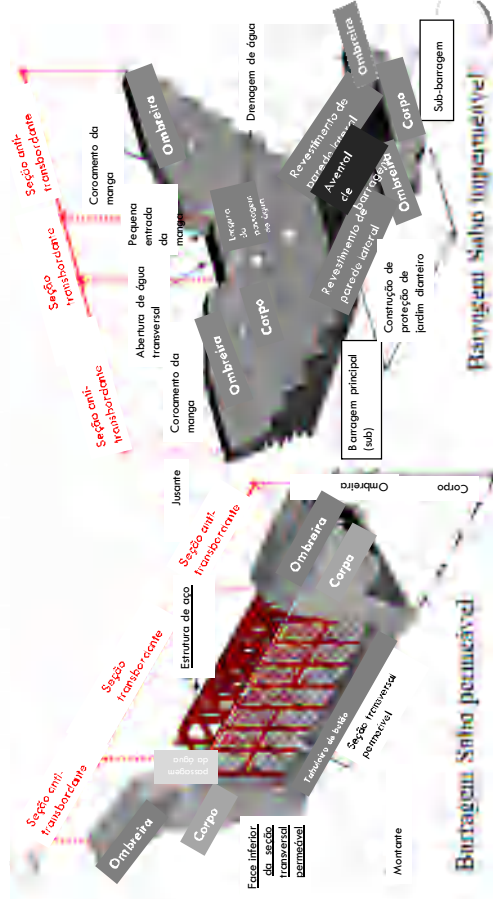
Tipo permeável

Trata-se de uma barragem composta por estruturas metálicas reticuladas, apresentando grandes aberturas no interior da barragem.



## 1. BARRAGEM SABO

Names e partes da barragem Sabo



Fonte: Treinamento, Ano fiscal 2013, Projeto de planejamento de controle de erosão, etc. (Fundação) Centro Nacional de Formação de Construção

## 2. PROJETO

A BARRAGEM DE GRAVIDADE DE CONCRETO DEVE SER PROJETADO CONSIDERANDO-SE A TOPOGRAFIA, AS CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS E A CONFIGURAÇÃO DA MASSA DE VAZÃO, PARA GARANTIR A SEGURANÇA DA ESTRUTURA DA BARRAGEM E DA BASE DE FUNDAÇÃO.

<CONDIÇÕES DE ESTABILIDADE>

- (1) A PRINCÍPIO, PARA QUE NÃO SEJA GERADA TENSÃO DE TRAÇÃO NA EXTREMIDADE DO CURSO SUPERIOR DA BARRAGEM SABO, A LINHA DE AÇÃO DA SOMA DAS FORÇAS DO SEU PRÓPRIO PESO E DAS FORÇAS EXTERNAS DEVEM ESTAR DENTRO DE 1/3 DO CENTRO DA PARTE BASAL.
- (2) NÃO DEVE OCORRER DESLIZAMENTO ENTRE A BASE DA BARRAGEM SABO E A BASE DE FUNDAÇÃO.
- (3) A TENSÃO MÁXIMA GERADA INTERNAMENTE NA BARRAGEM SABO NÃO DEVE ULTRAPASSAR A TENSÃO PERMITIDA DOS MATERIAIS. A PRESSÃO MÁXIMA RECEBIDA PELA BASE DEVE ESTAR DENTRO DE SUA CAPACIDADE PORTANTE PERMITIDA.

## 2. PROJETO

<BASES DE REFERÊNCIA, ETC.>

1. BASES
  - DIRETRIZES TÉCNICAS DE PROJETOS DE CONTRAMEDIDAS DO FLUXO DE DETRITOS E TRONCOS - EXPLICAÇÃO
  - DIRETRIZES TÉCNICAS DE PROJETOS DE CONTRAMEDIDAS DO FLUXO DE DETRITOS E TRONCOS, MATERIAL EXPLICATIVO DA NILIM
  - DIRETRIZES DE PLANEJAMENTO DO PROJETO BÁSICO DO SABO (VOLUME SOBRE FLUXO DE DETRITOS E TRONCOS), MLIT
  - MÉTODO DE CONSTRUÇÃO PAREDE SB (SIGLA EM INGLÊS PARA "STEEL OR CONCRETE BLOCK"), MANUAL DE PLANEJAMENTO - CONSTRUÇÃO
2. MAPA TOPOGRÁFICO
  - MAPA TOPOGRÁFICO 1 / 2000 USADO NO MAPEAMENTO DE RISCO
  - DESENHO APRESENTADO DO HOSPITAL SÃO LUCAS

5

## 2. PROJETO

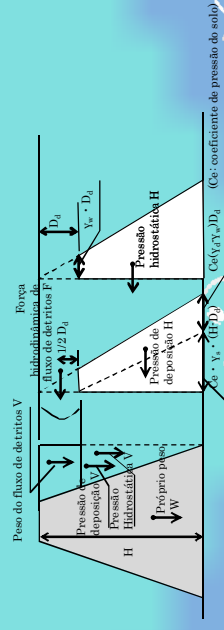
Itens	Especificações	Observações
Área da bacia hidrográfica	A = 0,12 km <sup>2</sup>	
Declive do leito do canal	I = tan θ = 12,75 θ = 20°	
Precipitação em 24 horas (Tamanho do projeto)	P24 = 191 mm/24 horas	
Precipitação em 24 horas (Registro máximo)		
Tamanho máximo da partícula	d95 = 1,5m	
Ângulo de atrito interno do material de deposição do leito do canal	Φ = 35°	
Densidade da água	ρ = 1.200 kg/m <sup>3</sup>	
Densidade do cascalho	σ = 2.600 kg/m <sup>3</sup>	
Densidade da massa dos sólidos depositados	C* = 0,6	
Unidade de peso específica do material interno	Wc = 19,60 kN/m <sup>3</sup>	
Unidade de peso específico do concreto	Wc = 22,56 kN/m <sup>3</sup>	
Coefficiente de elasticidade do cascalho	E2 = 5,0 * 10 <sup>9</sup> * 9,81 N/m <sup>2</sup>	
Coefficiente de Poisson do cascalho	ν2 = 0,23	
Coefficiente do módulo de elasticidade secante da resistência máxima	E1 = 0,1 * 2,6 * 10 <sup>9</sup> * 9,81 N/m <sup>2</sup>	
Coefficiente de Poisson do concreto	ν1 = 0,194	
Condição da base de fundação	Camada de cascalho	
	Coefficiente de atrito: f = 0,6	
	Capacidade portante qu = 392 kN/m <sup>2</sup>	
Altura efetiva da barragem	H = 12,5 m	
Altura da barragem	H = 14,5 m	Assumindo sapata com 2 m

6

## 2. PROJETO

<FORÇA EXTERNA DO PROJETO>

Situação Normal	Fluxo de detritos	Enchente
Altura da barragem menos de 15 m	Pressão hidrostática, pressão de deposição, Hidrodinâmica do fluxo de detritos	Pressão hidrostática
Altura da barragem 15 m ou mais	Pressão hidrostática, pressão de deposição, força de subpressão, força de inércia devido ao sismo, pressão hidrostática devido ao sismo	Pressão hidrostática, pressão de deposição, força de subpressão



7

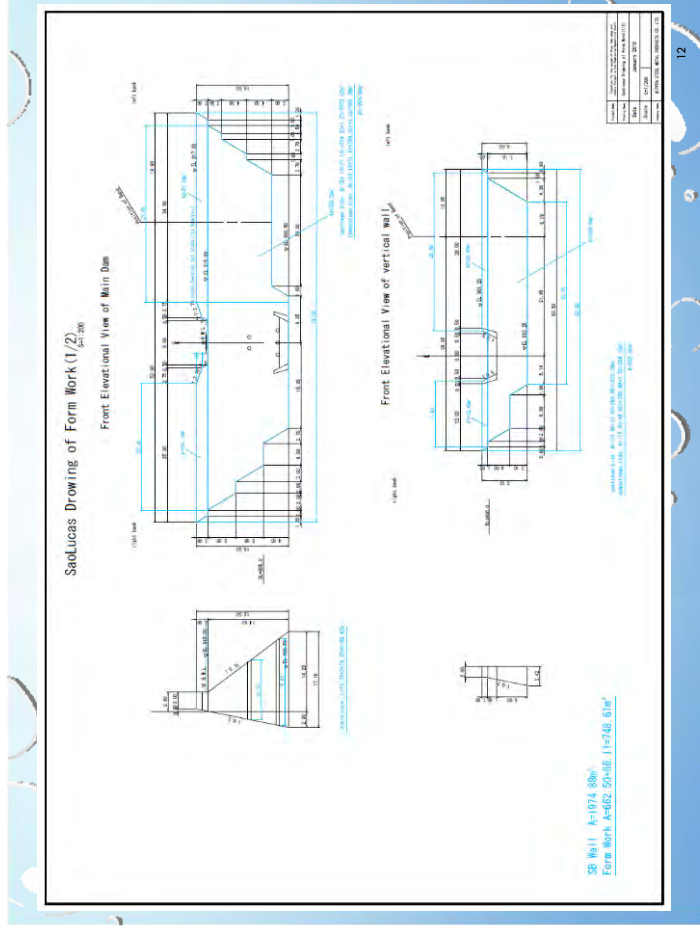
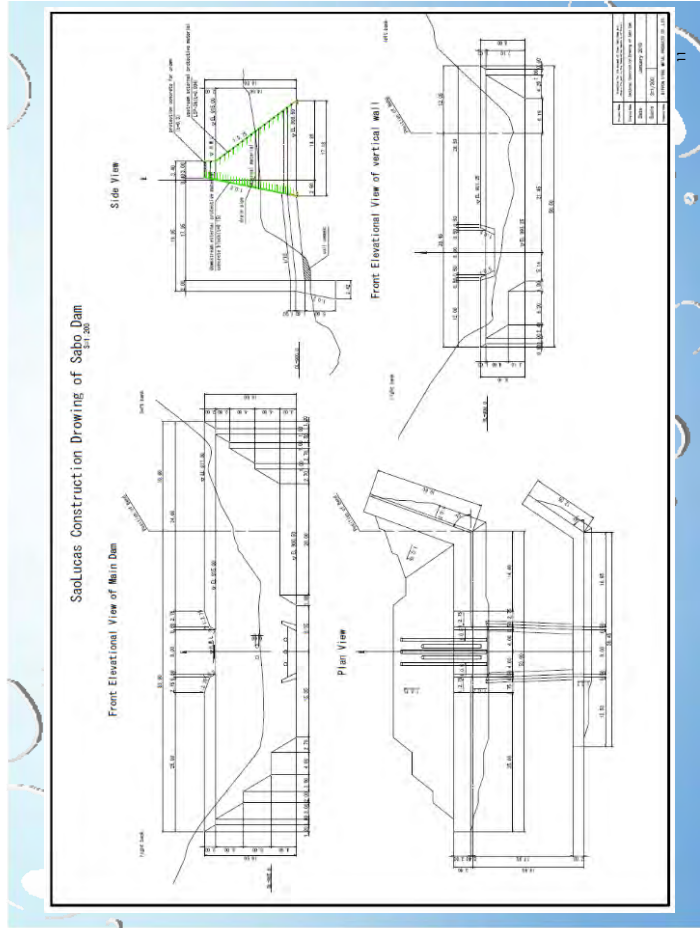
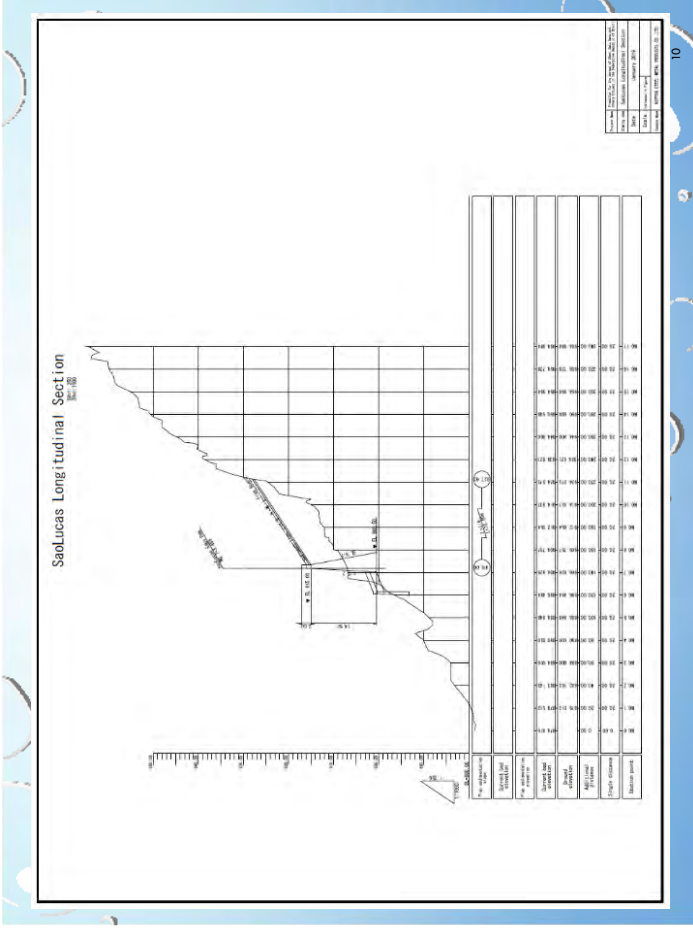
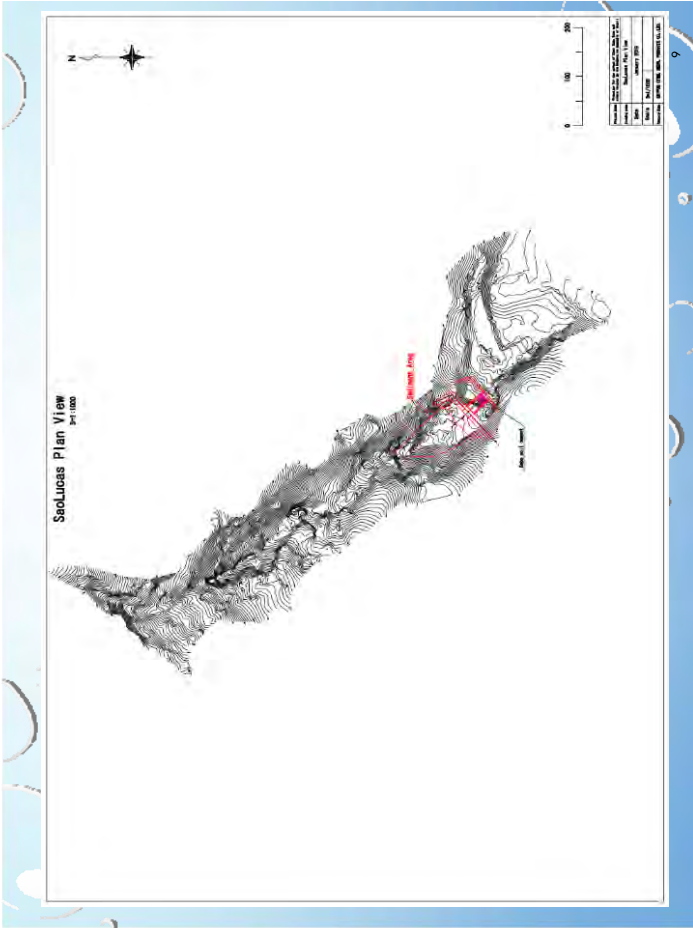
## 2. PROJETO

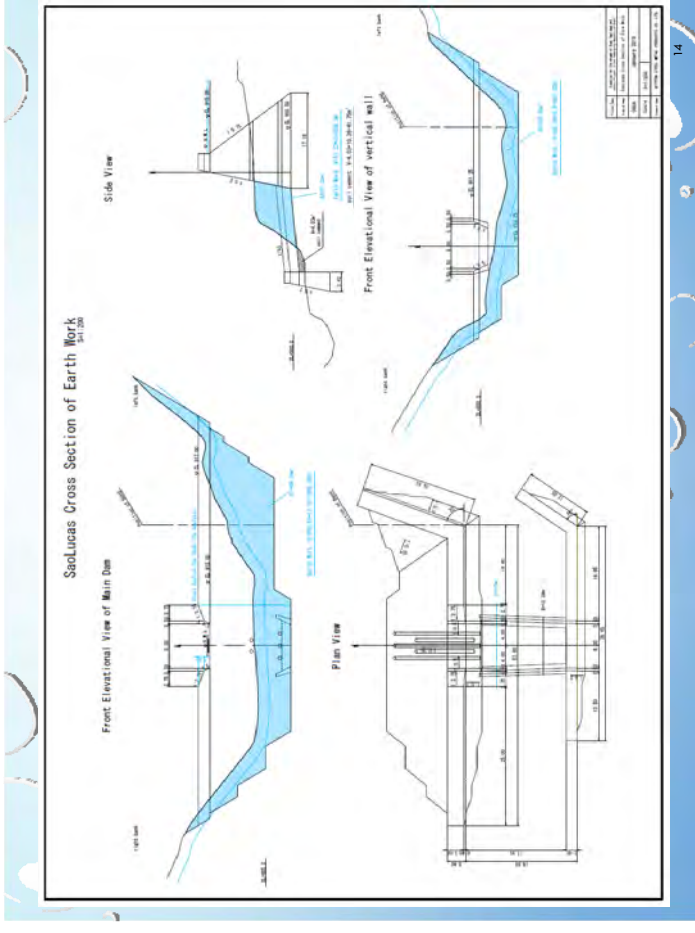
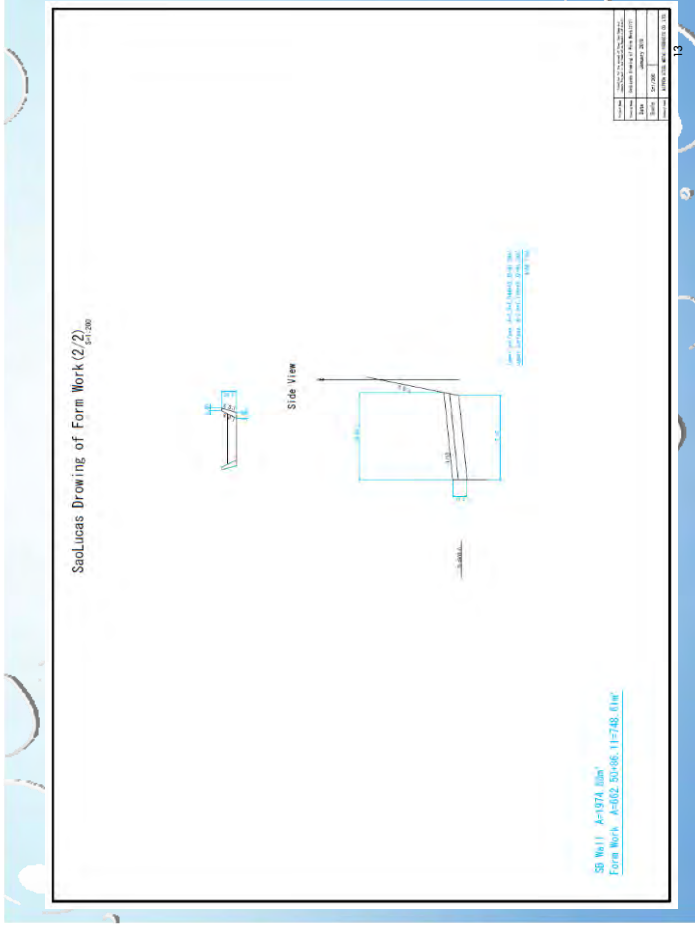
<RESULTADO DO CÁLCULO DE ESTABILIDADE> GRADIENTE DE JUSANTE 1:0,2; GRADIENTE DE MONTANTE 1:0,75

Item	Projeto	Condição	Avaliação	
Enchente	Tombamento e	1,61	2,86	OK
	Deslize n	1,80	1,20	OK
	Força máxima de reação do solo σ <sub>max</sub>	356,40 kN/m <sup>2</sup>	392,00 kN/m <sup>2</sup>	OK
	Força máxima de reação do solo σ <sub>min</sub>	100,00 kN/m <sup>2</sup>	0,00 kN/m <sup>2</sup>	OK
Fluxo de detritos	Tombamento e	0,97	2,86	OK
	Deslize n	1,77	1,20	OK
	Força máxima de reação do solo σ <sub>max</sub>	354,20 kN/m <sup>2</sup>	392,00 kN/m <sup>2</sup>	OK
	Força máxima de reação do solo σ <sub>min</sub>	177,90 kN/m <sup>2</sup>	0,00 kN/m <sup>2</sup>	OK

Barragem principal

8





## 2. PROJETO

<ESTIMATIVA DO TAMANHO DE OBRAS>

Tipo da obra	Tipo/Detalhes	Unidade	Tamanho
<b>Barragem</b>			
Obra de construção	Escavação	m <sup>3</sup>	9.311
	Solo cimento	m <sup>3</sup>	42
Solo cimento Sabo	Material interno	m <sup>3</sup>	7.260
	Parede SB	m <sup>2</sup>	1.975
Concreto da barragem	Concreto	m <sup>3</sup>	1.087
	Obra de moldagem	m <sup>2</sup>	749
	Tubo de drenagem (Tubo Hume Ø600)	m	68

Obrigado pela atenção!

# INSPEÇÃO DOS EFEITOS DA BARRAGEM SABO (SAOLUCAS)

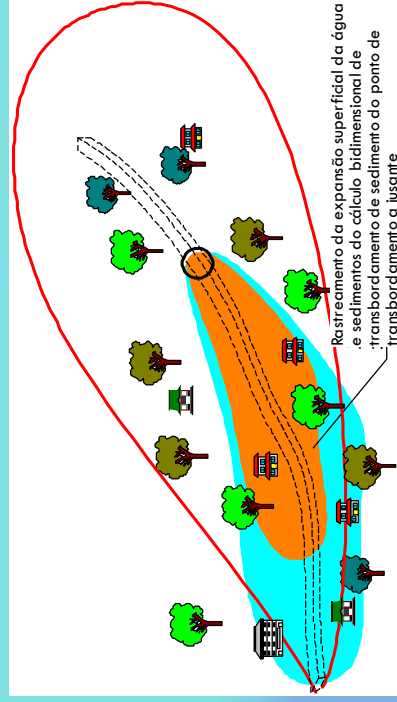
HIROSHI SHIMOOSAKO  
YACHIYO ENGINEERING CO., LTD.

## 1. OBJETIVOS

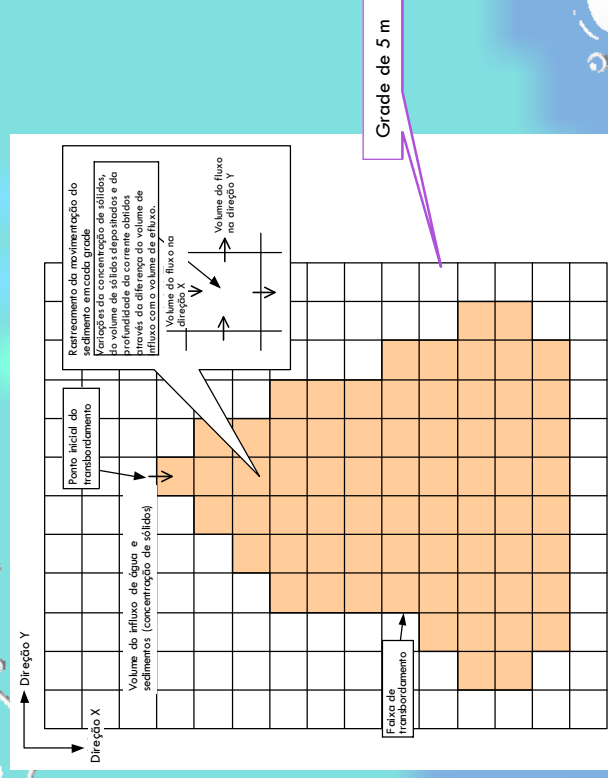
- INSPECIONAR OS EFEITOS DA BARRAGEM SABO, ANTES E DEPOIS DA SUA CONSTRUÇÃO, COMPARANDO O EXPANSÃO SUPERFICIAL DE ÁGUA E SEDIMENTOS DO PONTO DE TRANSBORDAMENTO ATÉ A JUSANTE.

## 2. MÉTODO DE SIMULAÇÃO

- ANÁLISE ATRAVÉS DE SIMULAÇÃO NUMÉRICA BIDIMENSIONAL.
- PROGRAMA DE ANÁLISE: PROGRAMA DE ANÁLISE BIDIMENSIONAL DE TRANSBORDAMENTO (J-SAS)  
(PREPARADO POR SABO & LANDSLIDE TECHNICAL CENTER)



## 2. MÉTODO DE SIMULAÇÃO



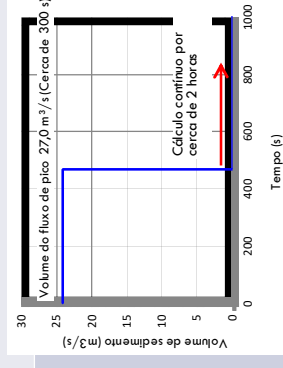
### 3. CONDIÇÕES DE CÁLCULO

Item	
Posição	Saoluças
Mapa topográfico	Mapa topográfico utilizado na elaboração do mapa de risco 1/2000
Densidade do fluido	1.2 t/m
Densidade do calhau	2.6 t/m <sup>3</sup>
Concentração da massa sedimentada	0.6
Ângulo de atrito interno	30°
Granulometria representativa	0.1mm



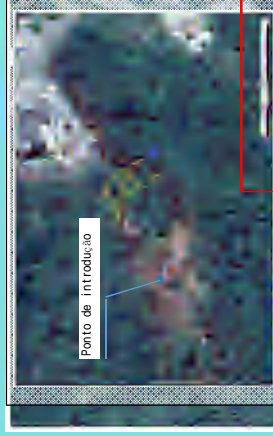
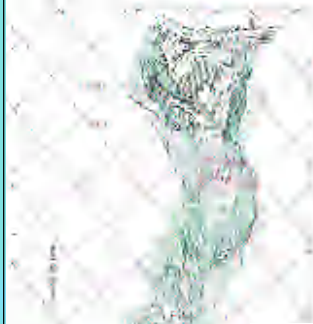
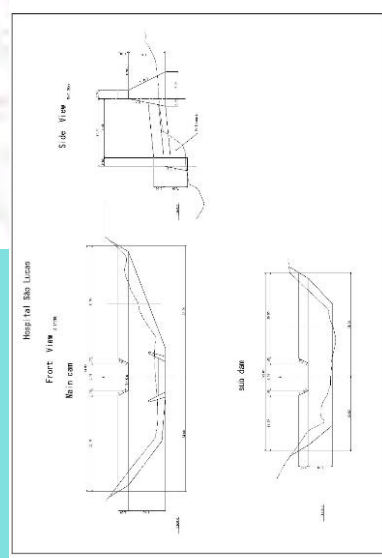
### 3. CONDIÇÕES DE CÁLCULO

Volume de sedimento planejado (aparente)	10,873m <sup>3</sup> Concentração de sólidos sedimentáveis: 60%
Volume de água limpa e de massa	Água limpa: 11,460m <sup>3</sup> (50%) Massa real: 6,524m <sup>3</sup> (50%) Total: 17,984m <sup>3</sup> (100%)
Volume do fluxo de pico	24.2 m <sup>3</sup> /s
Formato do hidrofone	Hidrofone regular
Tempo de cálculo	Cerca de 2 horas



### 3. CONDIÇÕES DE CÁLCULO

- PLANEJAMENTO DE INSTALAÇÃO



(Configuração do ponto de introdução de água do hidrofone)  
Ponto de introdução: a passabilidade acima da posição da instalação, ao planejar o ponto de instalação do vale no montante.

Ponto de introdução

### 3. CONDIÇÕES DE CÁLCULO

- PONTO DE INTRODUÇÃO DO HIDROFONE

#### 4. RESULTADO DE CÁLCULO

- MODELO DO FLUXO DE LAMA; SEM INSTALAÇÃO; TAMANHO DA PARTÍCULA 0.1 MM; PROFUNDIDADE MÁXIMA DA CORRENTE



#### 4. RESULTADO DE CÁLCULO

- MODELO DO FLUXO DE LAMA; COM INSTALAÇÃO; TAMANHO DA PARTÍCULA 0.1 MM; PROFUNDIDADE MÁXIMA DA CORRENTE



#### 4. RESULTADO DE CÁLCULO

- MODELO DO FLUXO DE LAMA; SEM INSTALAÇÃO; TAMANHO DA PARTÍCULA 0.1 MM; PROFUNDIDADE DE DEPOSIÇÃO FINAL



#### 4. RESULTADO DE CÁLCULO

- MODELO DO FLUXO DE LAMA; COM INSTALAÇÃO; TAMANHO DA PARTÍCULA 0.1 MM; PROFUNDIDADE DE DEPOSIÇÃO FINAL



**Obrigado pela atenção!**



# Inventory Study on Debris Flow Disaster and Sabo Dam Plan for Disaster Prevention


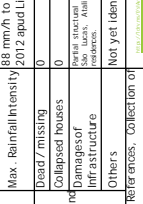
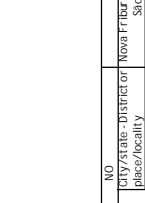



June 2019

Nippon Steel Metal Products Co., Ltd.

## Extraction of debris flow disaster torrent in the past

- Record of debris flow occurrence since 2000 has been investigated, and a large-scale disaster with human casualties was extracted, reaching 23 cases. All of them have occurred in Santa Catarina.
- Example:
  - Disaster in Santa Catarina province in 2008
  - Disaster in Rio de Janeiro province in 2011.

## Inventory Study on Debris Flow Disaster

NO	CITY/STATE - DISTRICT or place/locality	10	11	16	21	23
Location	Nova Friburgo/RJ - Hospital São Lucas	Nova Friburgo/RJ - "Rua João Beirão"	Nova Friburgo/RJ - "Rua Amélia"	Nova Friburgo/RJ - "Sua Amélia"	Nova Friburgo/RJ - Lagoinha	Nova Friburgo/RJ - Lagoinha
River name	Tributary of "Bengala" River	(Subsacada do Rio Bengala)	Tributary of "Bengala" River	Tributary of "Bengala" River	Lagoinha	Lagoinha
Time/date	11 e 12/01/2011	11 e 12/01/2011	11 e 12/01/2011	11 e 12/01/2011	11 e 12/01/2011	11 e 12/01/2011
Occurrence and Rainfall	23K 753624 / 7536456 264mm/day and 300 mm on 12 days (DRM, 2012 apud Lima 2013).	23K 753717 / 7536341 264mm/day and 300 mm on 12 days (DRM, 2012 apud Lima 2013).	23K 753717 / 7536341 264mm/day and 300 mm on 12 days (DRM, 2012 apud Lima 2013).	23K 753298 / 7534115 264mm/day and 300 mm on 12 days (DRM, 2012 apud Lima 2013).	264mm/day and 300 mm on 12 days (DRM, 2012 apud Lima 2013).	264mm/day and 300 mm on 12 days (DRM, 2012 apud Lima 2013).
Max. Rainfall Intensity	88 mm/h to 130 mm/h (DRM, 2012 apud Lima 2013).	88 mm/h to 130 mm/h (DRM, 2012 apud Lima 2013).	88 mm/h to 130 mm/h (DRM, 2012 apud Lima 2013).	88 mm/h to 130 mm/h (DRM, 2012 apud Lima 2013).	88 mm/h to 130 mm/h (DRM, 2012 apud Lima 2013).	88 mm/h to 130 mm/h (DRM, 2012 apud Lima 2013).
Dead / missing	0	not yet identified	not yet identified	not yet identified	Not yet identified	Not yet identified
Collapsed houses	0	not specified, informed like "handsets"	not yet identified	not yet identified	Not yet identified	Not yet identified
Causality and Damages of Infrastructure	Partial structural damage of the Hospital São Lucas, Alameda street and nearby infrastructure	Not specified, informed like "handsets"	not yet identified	not yet identified	Not yet identified	Not yet identified
Others	Not yet identified	Damage to houses and industrial installations	not yet identified	not yet identified	Not yet identified	Not yet identified
Collection of References	Collection of references, collection of maps	Collection of references, collection of maps	Collection of references, collection of maps	Collection of references, collection of maps	Collection of references, collection of maps	Collection of references, collection of maps
Measures on Countermeasures by Government	City	Not yet identified	Not yet identified	Not yet identified	Not yet identified	Not yet identified
Catchment Area (km <sup>2</sup> )	0.154	0.084	Not yet identified	Not yet identified	Not yet identified	Not yet identified
River Bed Gradient (‰)	32.3	28.9	Not yet identified	Not yet identified	Not yet identified	Not yet identified
Asset in Hazard Area (Main Road)	BR492 - Hospital	BR492 - Factory 2	BR492 - Local road	BR492 - Local road	BR492 - Local road	BR492 - Local road
Over view of Debris Flow Basin (Quoted from Google Earth)						

## Rainfall of 100 years return period

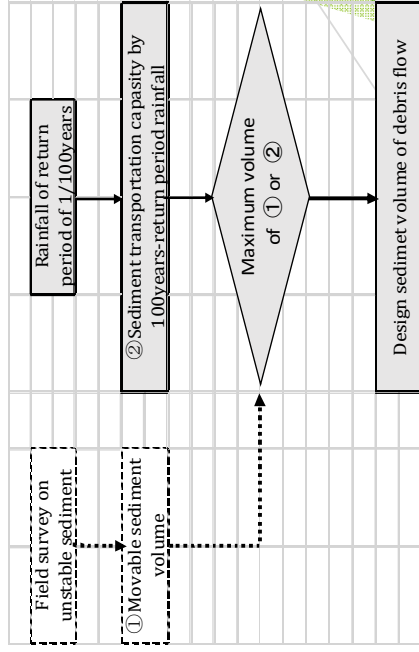
Probability Rainfall Intensity (Posto Cascatinha do Cônego/Nova Friburgo - 02242025, 1971-2013 )

The rainfall that generated these debris flow was 264 mm / day in the 2011 disaster. Probability processing for each will result in an occurrence probability once in 1000 years

Tr (anos)	Chuva (mm)
2	79
3	91
4	99
5	105
10	122
15	131
20	138
25	143
30	148
35	151
40	154
50	159
100	175
200	191
500	212
1000	228

## Estimation method of debris flow sediment volume

- Design sediment volume was decided to be equal to the transportation capacity with the 1/100 year probability rainfall.



## Sediment Transportation Capacity by Debris Flow

- Formula to estimate sediment transportation capacity

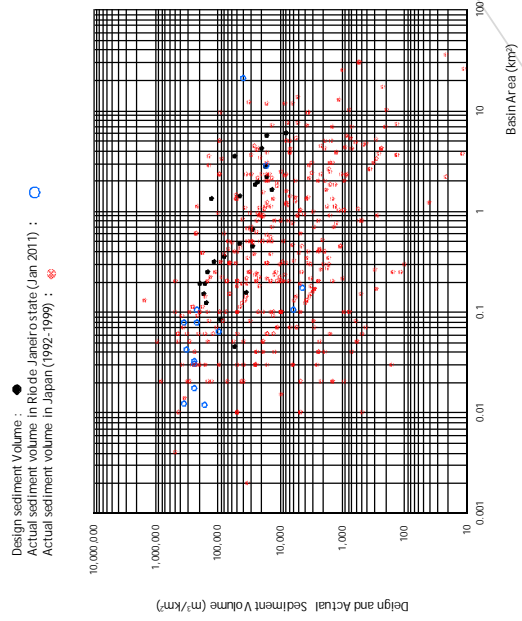
$$V_{d,y2} = \frac{10^3 \times P_p \times A}{1 - K_v} \times \left( \frac{C_d}{1 - C_d} \right) \times K_{f,2} \quad C_d = \frac{\rho \times \tan \theta}{(\sigma - \rho) (\tan \phi - \tan \theta)}$$

$$K_{f,2} = 0.05(\log A - 2.0)2 + 0.05$$

- Calculation of sediment transportation capacity of the return period of 100 years

No	River	State	Pp/day	A km <sup>2</sup>	Kv	σ	ρ	θ	φ	Cd	Kr	V <sub>d,y2</sub> m <sup>3</sup>	V m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup>	I %
10	Tributary of Bengala R. (Sao Lucas hospital)	RJ	175	0.154	0.4	2.6	1.2	17.9	33	0.540	0.45	23,491	152,536	0.323
10	Tributary of Bengala R. (Sao Lucas hospital)	RJ	191	0.12	0.4	2.6	1.2	20.0	35	0.540	0.48	10,873	90,608	0.364
11	"D'Antas" Stream	RJ	175	0.084	0.4	2.6	1.2	11.4	33	0.387	0.52	8,101	96,446	0.202
16	(Subbacia do Rio Bengala)	RJ	175	0.120	0.4	2.6	1.2	16.1	33	0.540	0.48	19,580	163,170	0.289
21	Tributary of "Bengala" River	RJ	175	0.470	0.4	2.6	1.2	10.2	33	0.329	0.32	21,570	45,894	0.180
23	Lagoinha	RJ	175	0.310	0.4	2.6	1.2	14.0	33	0.534	0.36	37,719	121,676	0.249

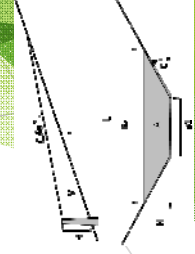
## Design Sediment Volume



## Sediment storage capacity of sabo dam and debris flow control

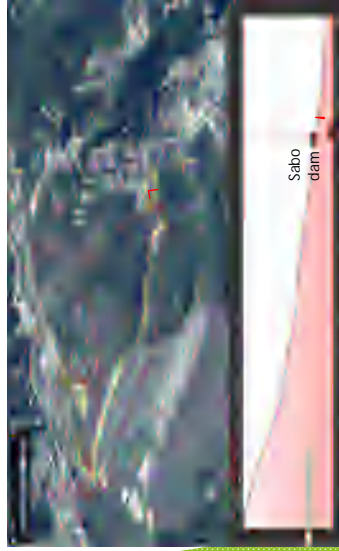
No	River	Pp	A km <sup>2</sup>	V <sub>d,y2</sub> m <sup>3</sup>	V m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup>	i %	Type of Dam	Number of sabo dam	
								Required	Proposed
10	Tributary of Bengala R. (Sao Lucas hospital)	RJ	0.154	23,491	152,536	0.323	A	8,374	2.8
10	Tributary of Bengala R. (Sao Lucas hospital)	RJ	0.12	10,873	90,608	0.364	A	11,250	1.0
11	"D'Antas" Stream	RJ	0.084	8,101	96,446	0.202	A	8,374	1.0
16	(Subbacia do Rio Bengala)	RJ	0.12	19,580	163,170	0.289	A	8,374	2.3
21	Tributary of "Bengala" River	RJ	0.47	21,570	45,894	0.18	B	16,399	1.3
23	Lagoinha	RJ	0.31	37,719	121,676	0.249	B	41,966	0.9

Type of Dam	Type of Dam	H m	i 1/i	B1 m	θ	B2 m	A m <sup>2</sup>	L m	V <sub>c</sub> m <sup>3</sup>	Remarks
Torrent Steep small basin	A	10	5	5.00	30	40	223	75	8,374	A<0.2
Gentle wide basin	B	10	8	10.00	30	45	273	120	16,399	0.2<A<1
	C	10	8	20.00	30	55	373	120	22,399	A>1

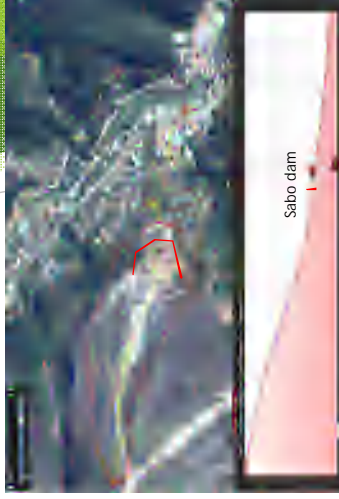


## Debris Flow Control Plan

10. Sao Lucas (RJ)

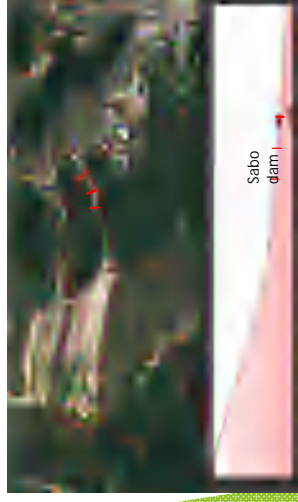


11. Corrego Dantasa (RJ)

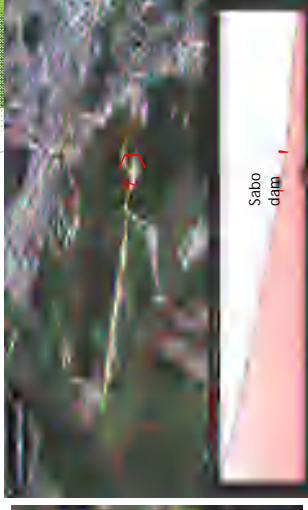


## Debris Flow Control Plan in Nova Friburg

16. Duas Pedras - Bengala R. (RJ)

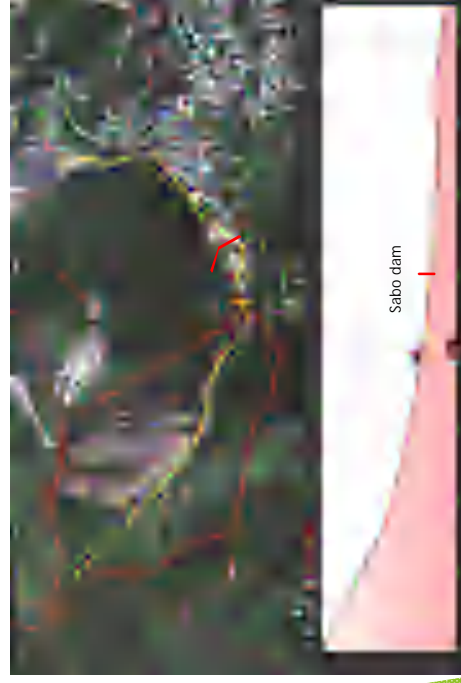


21. Vila Amelia - Bengala River (RJ)



## Debris Flow Control Plan in Nova Friburg

23. Lagoinha (RJ)



**REUNIÕES PARA TROCA DE INFORMAÇÕES COM MUNICÍPIOS**  
(Realização em separado, nas cidades de Blumenau – das 10:00h às 16:50h)

	<b>Teor do debate</b>	<b>Duração</b>	<b>Responsável</b>
1.	Abertura e Objetivos da reunião (開会及び会議の目的)	10 min. (10:00-10:10)	SEDEC
2.	Cumprimentos iniciais (挨拶)	20 min. (10:10 – 10:30)	Prefeito Mario Hildebrandt.
			Representante do Estado
			Sr. Takaaki Katoh
3.	Plano de Obras para a localidade “Fortaleza Alta” em Blumenau/SC (“Fortaleza Alta” em Blumenau/SC の工事計画)	30 min. (10:30-11:00)	Prefeitura de Blumenau
4	Modelo de projeto de barragem SABO (砂防ダムプロジェクト計画のモデル、手順)	30 min. (11:00-11:30)	Sr. Hiroshi Shimoosako
5	Eficácia das barragens SABO na redução do transbordamento de material sólido (砂防ダムの軽減効果) • <i>Vídeo do teste de validação, simulação por computador.</i>	30 min. (11:30-12:00)	Sr. Hiroshi Shimoosako
6.	Questões e Comentários (質疑応答)	30 min. (12:00-12:30)	-
	[ INTERVALO - ALMOÇO ]	1h 30min. (12:30-14:00)	-
7.	Inventário de áreas passíveis da ocorrência de Fluxos de Detritos (土石流発生地域のインベントリー)	30 min. (14:00-14:30)	Dr. Maurício Pozzobon
8.	Caracterização das localidades passíveis de ocorrência de fluxo de detritos na Cidade de Blumenau/SC. (Blumenau/SC 土石流発生流域の特徴)	30 min. (14:30-15:00)	Equipe técnica do Município
	[ INTERVALO - Coffee ]	20 min. (15:00-15:20)	-
9.	Situação das ações para as instalações SABO e compromissos do município (砂防施設のための市の実施状況と役割) • <i>Atividades do município no Projeto de Cooperação para Divulgação de Tecnologia Japonesa para Construção de Barragens SABO – PCDT 2018-2019;</i> • <i>Compromissos do município em favor de medidas de prevenção de desastres relacionados a fluxos de detritos;</i>	40 min. (15:20-16:00)	Equipe Técnica do Município
10.	Questões e Comentários finais (質疑応答)	20 min. (16:00-16:20)	-
11.	Encerramento (閉会)	30 min. (16:20-16:50)	SEDEC e Todos



## 2. 設計

<BASES DE REFERÊNCIA, ETC.>

1. BASES
  - DIRETRIZES TÉCNICAS DE PROJETOS DE CONTRAMEDIDAS DO FLUXO DE DETRITOS E TRONCOS - EXPLICAÇÃO
  - DIRETRIZES TÉCNICAS DE PROJETOS DE CONTRAMEDIDAS DO FLUXO DE DETRITOS E TRONCOS, MATERIAL EXPLICATIVO DA NILIM
  - DIRETRIZES DE PLANEJAMENTO DO PROJETO BÁSICO DO SABO (VOLUME SOBRE FLUXO DE DETRITOS E TRONCOS), MLIT
2. MAPA TOPOGRÁFICO
  - MAPA TOPOGRÁFICO 1/2000 USADO NO MAPEAMENTO DE RISCO
  - MAPA DE LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO DE PERFIL LONGITUDINAL E TRANSVERSAL 1/200

5

## 2. PROJETO

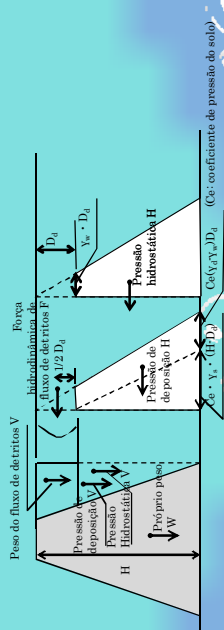
Items	Especificações	Observações
Área da bacia hidrográfica	A=0.063km <sup>2</sup>	
Declive do leito do canal	I=1mθ = 1/3.4 θ=16.39°	
Precipitação em 24 horas (Tamanho do projeto)	P24=227mm/24hr	
Precipitação em 24 horas (Registro máximo)		
Tamanho máximo da partícula	d95=1.0m	
Ângulo de atrito interno do material de deposição do leito do canal	θ=35°	
Densidade da água	ρ=1,200kg/m <sup>3</sup>	
Densidade do cascalho	σ=2,600kg/m <sup>3</sup>	
Densidade da massa do volume de sólidos depositados	C <sup>*</sup> =0.60	
Unidade de peso específica do concreto	Wc=22.56kN/m <sup>3</sup>	
Coefficiente de elasticidade do cascalho	E2=5.0*10 <sup>9</sup> kg,81N/m <sup>2</sup>	
Coefficiente de Poisson do cascalho	v2=0.23	
Coefficiente do módulo de elasticidade secante da resistência máxima	E1=0.1*2.6*10 <sup>9</sup> kg,81N/m <sup>2</sup>	
Coefficiente de Poisson do concreto	v1=0.194	
Condição da base de fundação	礫層 摩擦係数: f=0.6 許容支持力: qv=392kN/m <sup>2</sup>	
Altura efetiva da barragem	H=7.0m	
Altura da barragem	H=9.0m	Assumindo sapata com 2 m

6

## 2. PROJETO

<FORÇA EXTERNA DO PROJETO>

Situação Normal	Fluxo de detritos	Enchente
Altura da barragem Menos de 15 m	Pressão hidrostática, pressão de deposição, Hidrodinâmica do fluxo de detritos	
Altura da barragem 15 m ou mais	Pressão hidrostática, pressão de deposição, força de subpressão, força hidrodinâmica do fluxo de detritos	



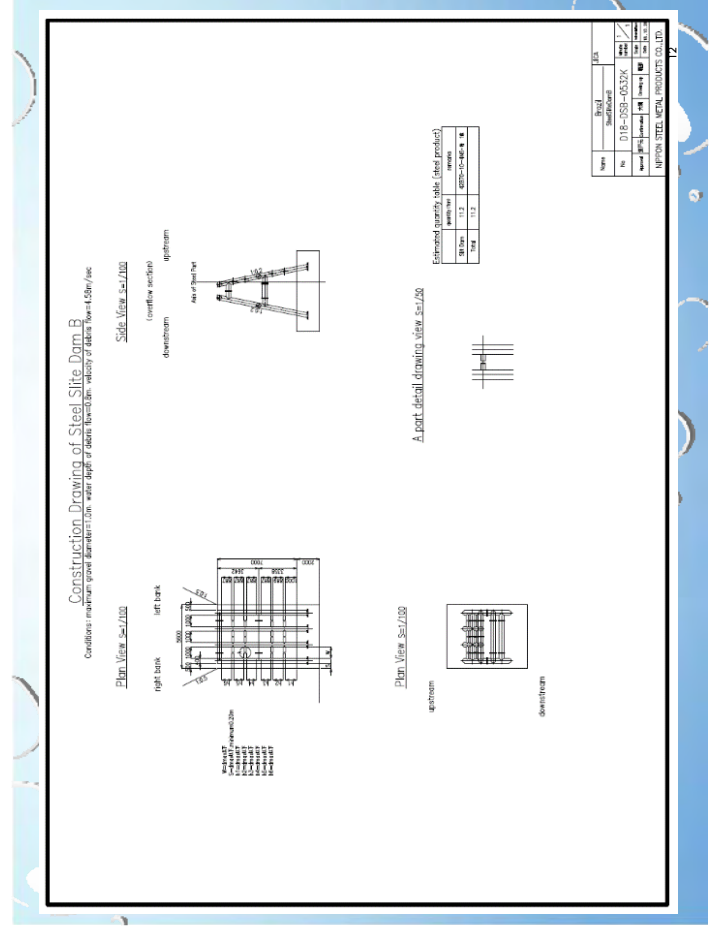
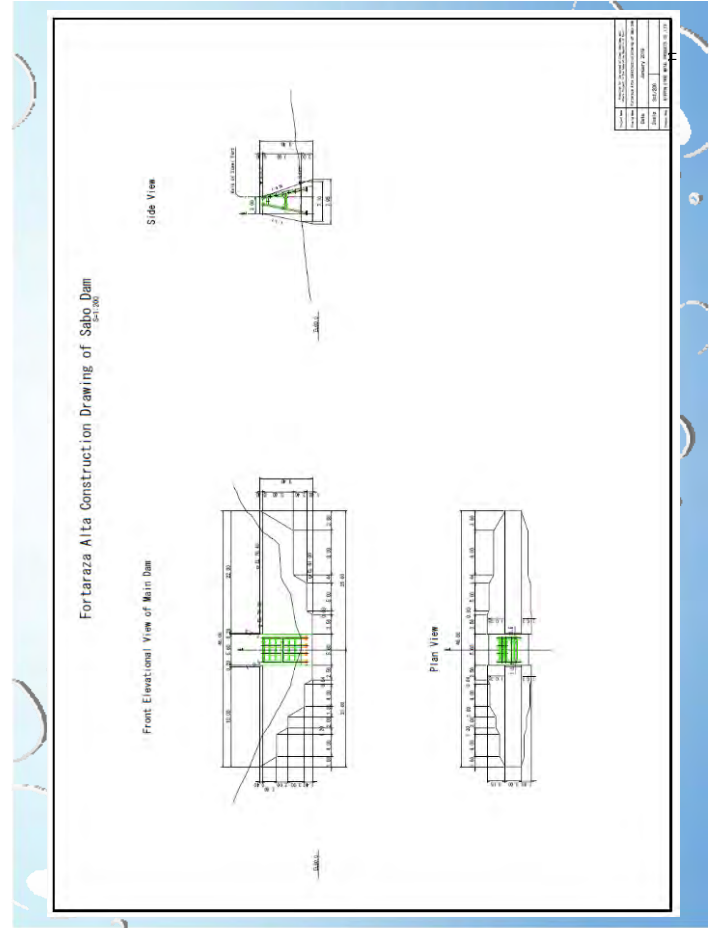
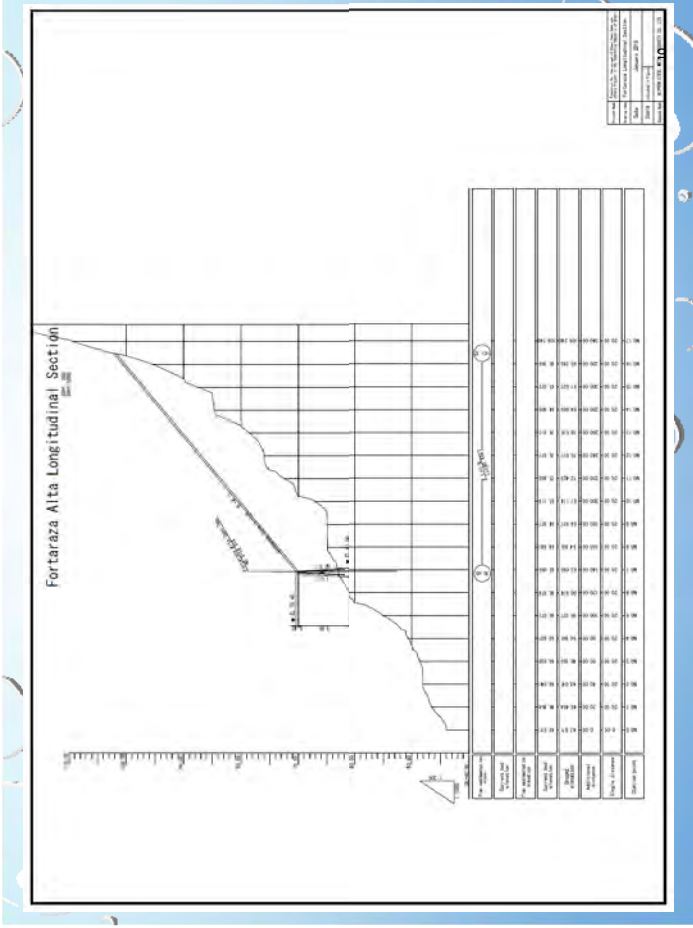
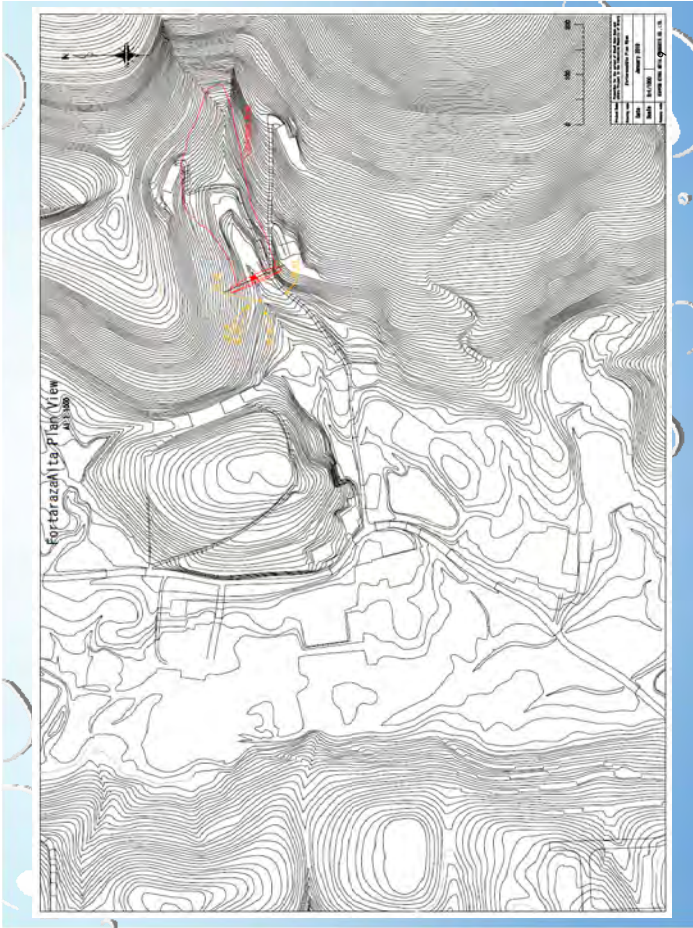
7

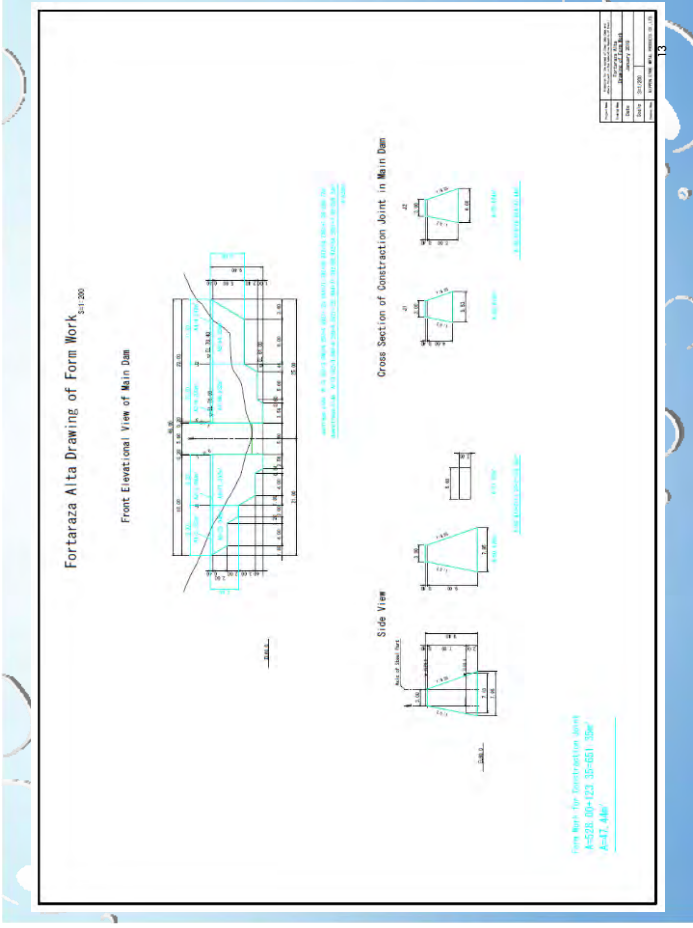
## 2. PROJETO

<RESULTADO DO CÁLCULO DE ESTABILIDADE> GRADIENTE DE JUSANTE 1:0,2; GRADIENTE DE MONTANTE 1:0,35

Item	Projeto	Condição	Avaliação
Tombamento e	1.31	1.33	OK
Deslize n	1.22	1.20	OK
Força máxima de reação do solo $\sigma_{max}$	367.50 kN/m <sup>2</sup>	392.00 kN/m <sup>2</sup>	OK
Força máxima de reação do solo $\sigma_{min}$	2.60 kN/m <sup>2</sup>	0.00 kN/m <sup>2</sup>	OK

8





## 2. PROJETO

<ESTIMATIVA DO TAMANHO DE OBRAS>

Tipo da obra	Tipo/Detalhes	Unidade	Tamanho
Barragem			
Obra de construção	Escavação	m <sup>3</sup>	1.161
Concreto da barragem	Concreto	m <sup>3</sup>	1.306
	Obra de moldagem	m <sup>2</sup>	699
Material de aço	Fenda tipo B	t	11,2



Obrigado pela atenção!



# INSPEÇÃO DOS EFEITOS DA BARRAGEM SABO (FORTALEZA ALTA)

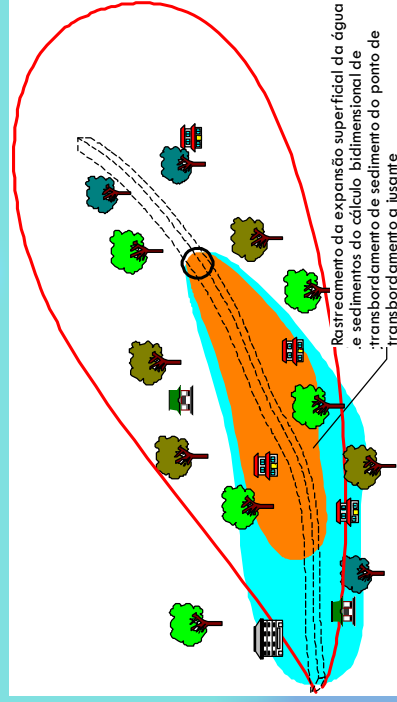
HIROSHI SHIMOOSAKO  
YACHIYO ENGINEERING CO., LTD.

## 1. OBJETIVOS

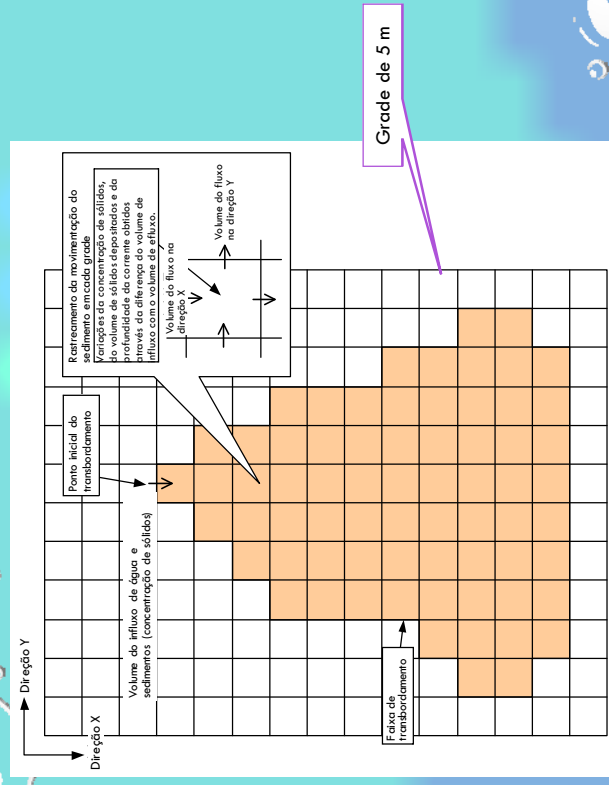
- INSPECIONAR OS EFEITOS DA BARRAGEM SABO, ANTES E DEPOIS DA SUA CONSTRUÇÃO, COMPARANDO O EXPANSÃO SUPERFICIAL DE ÁGUA E SEDIMENTOS DO PONTO DE TRANSBORDAMENTO ATÉ A JUSANTE.

## 2. MÉTODO DE SIMULAÇÃO

- ANÁLISE ATRAVÉS DE SIMULAÇÃO NUMÉRICA BIDIMENSIONAL.
- PROGRAMA DE ANÁLISE: PROGRAMA DE ANÁLISE BIDIMENSIONAL DE TRANSBORDAMENTO (J-SAS)  
(PREPARADO POR SABO & LANDSLIDE TECHNICAL CENTER)



## 2. MÉTODO DE SIMULAÇÃO



### 3. CONDIÇÕES DE CÁLCULO

Item	
Posição	Fortaleza Alta
Mapa topográfico	Mapa topográfico utilizado na elaboração do mapa de risco 1/2000
Densidade do fluido	1,2 t/m
Densidade do calhau	2,6 t/m <sup>3</sup>
Concentração da massa sedimentada	0,6
Ângulo de atrito interno	30°
Granulometria representativa	10 mm

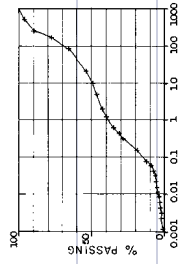
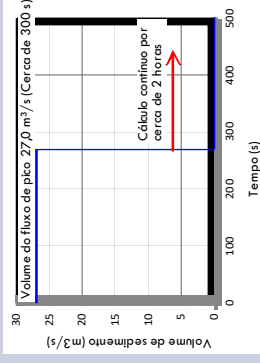


Figure 4. Grain size analysis of deposits from 1996 debris flow at the Patrobras Refinery, Curitiba.

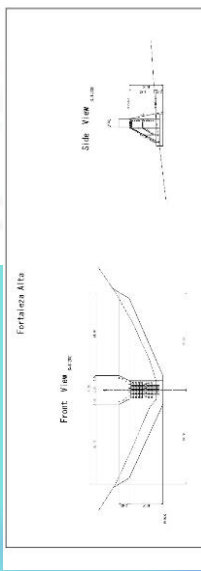
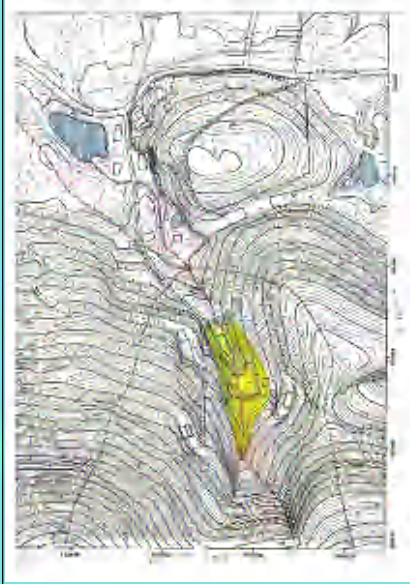
### 3. CONDIÇÕES DE CÁLCULO

Volume de sedimento planejado (aparente)	12.136 m <sup>3</sup> Concentração de sólidos sedimentáveis: 60%
Volume de água limpa e de massa	Água limpa: 7,151 m <sup>3</sup> (50%) Massa real: 7,282 m <sup>3</sup> (50%) Total: 14,432 m <sup>3</sup> (100%)
Volume do fluxo de pico	27,0 m <sup>3</sup> /s
Formato do hidrofone	Hidrofone regular
Tempo de cálculo	Cerca de 2 horas



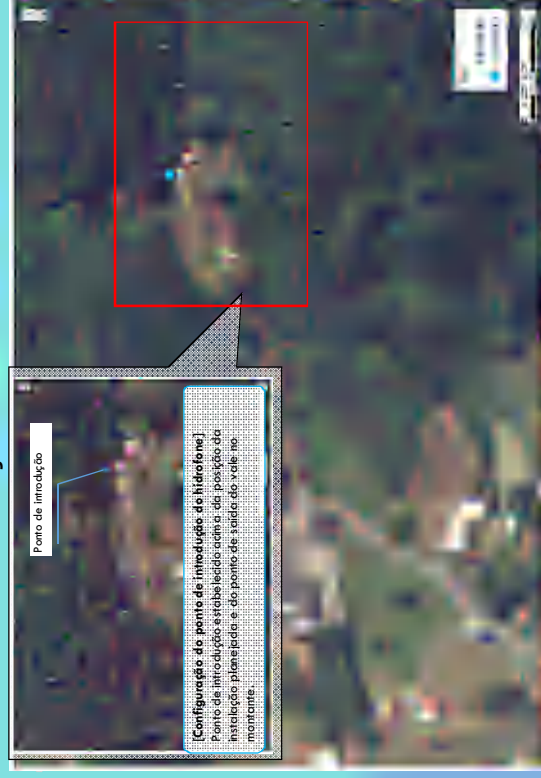
### 3. CONDIÇÕES DE CÁLCULO

#### • PLANEJAMENTO DE INSTALAÇÃO



### 3. CONDIÇÕES DE CÁLCULO

#### • PONTO DE INTRODUÇÃO DO HIDROFONE



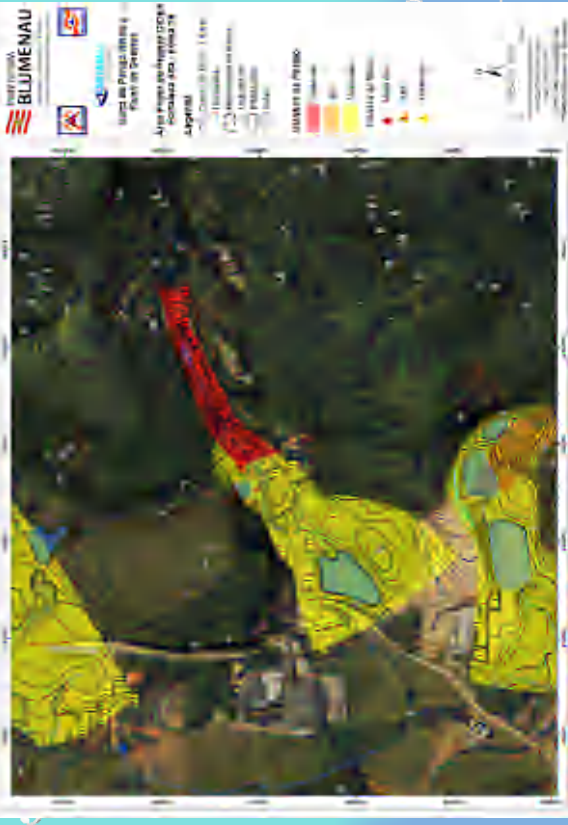
#### 4. RESULTADO DE CÁLCULO

- MODELO DO FLUXO DE LAMA; SEM INSTALAÇÃO; TAMANHO DA PARTÍCULA 10 MM; PROFUNDIDADE MÁXIMA DA CORRENTE



#### 4. RESULTADO DE CÁLCULO

- MAPA DE RISCO



#### 4. RESULTADO DE CÁLCULO

- MODELO DO FLUXO DE LAMA; COM INSTALAÇÃO; TAMANHO DA PARTÍCULA 10 MM; PROFUNDIDADE MÁXIMA DA CORRENTE



#### 4. RESULTADO DE CÁLCULO

- MODELO DO FLUXO DE LAMA; SEM INSTALAÇÃO; TAMANHO DA PARTÍCULA 10 MM; PROFUNDIDADE DE DEPOSIÇÃO FINAL



#### 4. RESULTADO DE CÁLCULO

- MODELO DO FLUXO DE LAMA; COM INSTALAÇÃO; TAMANHO DA PARTÍCULA 10 MM; PROFUNDIDADE DE DEPOSIÇÃO FINAL

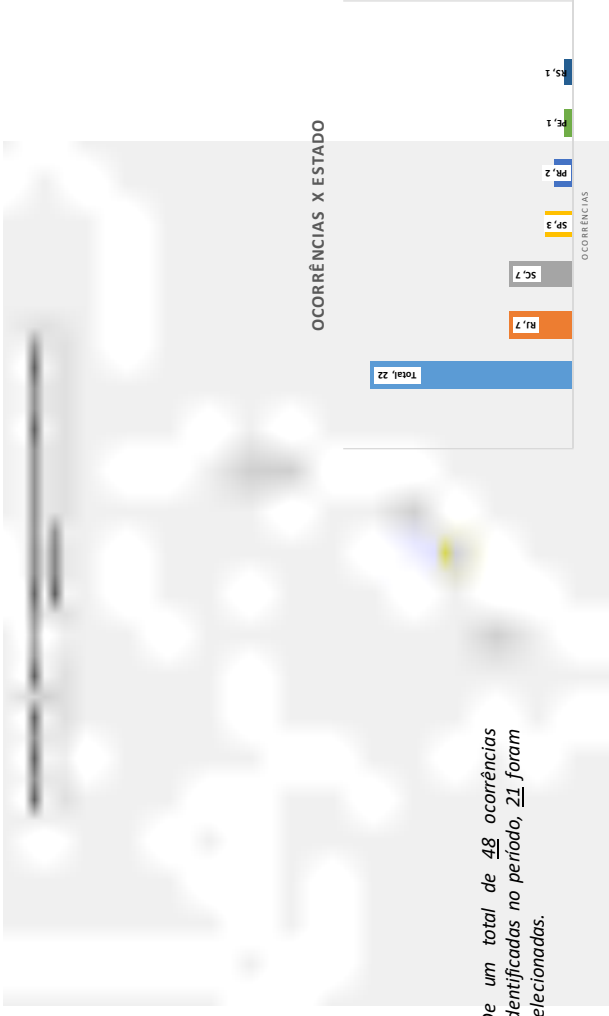


Obrigado pela atenção!

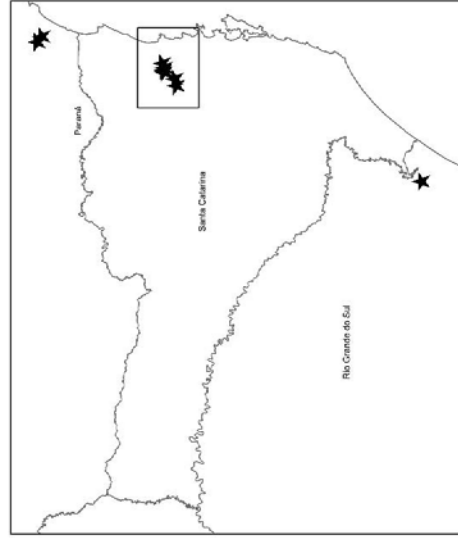
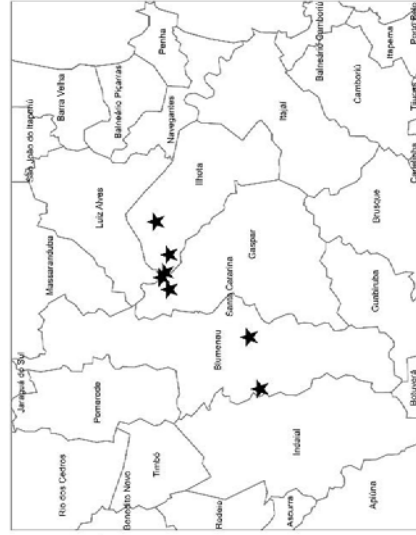
# Inventário de Ocorrências de Fluxos de Detritos e Plano de Prevenção de Desastres com Barragens “Sabo”.

Junho de 2019

Nippon Steel Metal Products Co., Ltd.

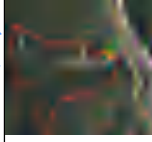
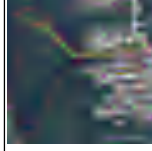


De um total de 48 ocorrências identificadas no período, 21 foram selecionadas.



## Inventory Study on Debris Flow Disaster

Location	NO City/State - District or place/locality Link	7 Blumenau/SC - "Tom Retiro/Rua Paboga" <a href="https://drive.google.com/file/d/1G4R0M8KxMj3kQmKALG0u/view">https://drive.google.com/file/d/1G4R0M8KxMj3kQmKALG0u/view</a>
Long name	Tributary of "Tom Retiro" stream.	22.4 683.831 / 7018068
Longitude and Latitude	22.4 683.831 / 7018067	22.4 683.831 / 7018068
Time of day	22.4 23112008	22.4 23112008
Date and time	not informed	not informed
Max. Rainfall Intensity	0	5 dead
Dead / missing	5 houses	07 houses
Collaged houses	0	
Damages of Infrastructure	Damage in street, drainage and electric system.	Damage to the streets, lighting system and power grid
Others	not related	not related
Collection of Reference Maps Photos	<a href="https://drive.google.com/file/d/1G4R0M8KxMj3kQmKALG0u/view">https://drive.google.com/file/d/1G4R0M8KxMj3kQmKALG0u/view</a>	<a href="https://drive.google.com/file/d/1G4R0M8KxMj3kQmKALG0u/view">https://drive.google.com/file/d/1G4R0M8KxMj3kQmKALG0u/view</a>
Policy on Countermeasures by City Government	None	Project countermeasures with financial support from the Federal Government for the project.
Reference	Not yet identified specific reference (scientific or technical).	Not yet identified specific reference (scientific or technical).
<a href="#">Kobayama Michal 2014, Bibliografia Photos.pdf</a>		
<a href="#">Kobayama Michal 2014, Histórico Ocorrências.pdf</a>		
Attachment Area (km)	0.19	0.15
River Bed Gradient (%)	2.63	3.31
Asset in Hazard Area	Local road nearby	Local road
	House	230
	Main Road	1



Ocorrência de Fluxos de Detritos (Queda em Google Earth)

## Rainfall of 100 years return period

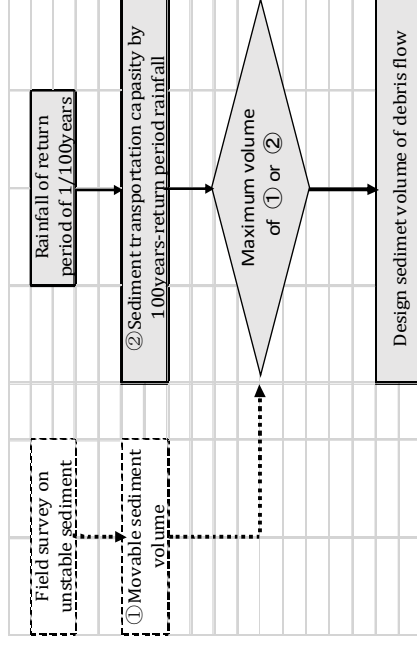
### Probability Rainfall Intensity (Posto Blumenau - 02649007) – CEMADEN.

Tempos de retorno e Chuvas Máximas Diárias, com a indicação do tempo de retorno considerado no plano

TR (anos)	Chuva (mm)
2	81
5	110
10	132
15	145
25	161
50	183
100	205
200	227
500	256
1000	278



- Estimation method of debris flow sediment volume
- Design sediment volume was decided to be equal to the transportation capacity with the 1/100 year probability rainfall.



## Sediment Transportation Capacity by Debris Flow

- Formula to estimate sediment transportation capacity

$$V_{d52} = \frac{10^3 \times P_p \times A \left( \frac{C_d}{1 - C_v} \right) \times K_{f2}}{1 - K_v} \times \frac{\rho \times \tan \theta}{(\sigma - \rho) (\tan \phi - \tan \theta)}$$

$$K_{f2} = 0.05 (\log A - 2.0) 2 + 0.05$$

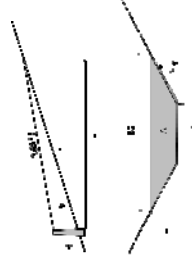
- Calculation of sediment transportation capacity of the return period of 100 years

No	River	State	P <sub>p</sub> mm/day	A km <sup>2</sup>	K <sub>v</sub> (1-C <sub>v</sub> ) g/cm <sup>3</sup>	σ g/cm <sup>3</sup>	ρ g/cm <sup>3</sup>	φ °	θ °	C <sub>d</sub>	K <sub>f</sub>	V <sub>d52</sub> m <sup>3</sup>	V m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup>	i %
3	Tributary of "Bom Retiro" stream.	SC	205	0.19	0.4	2.6	1.2	14.8	33	0.540	0.50	38,103	200,543	0.265
7	Tributary of "Velha" Stream	SC	205	0.15	0.4	2.6	1.2	18.3	33	0.540	0.45	26,997	179,977	0.331

## Sediment storage capacity of sabo dam and debris flow control plan

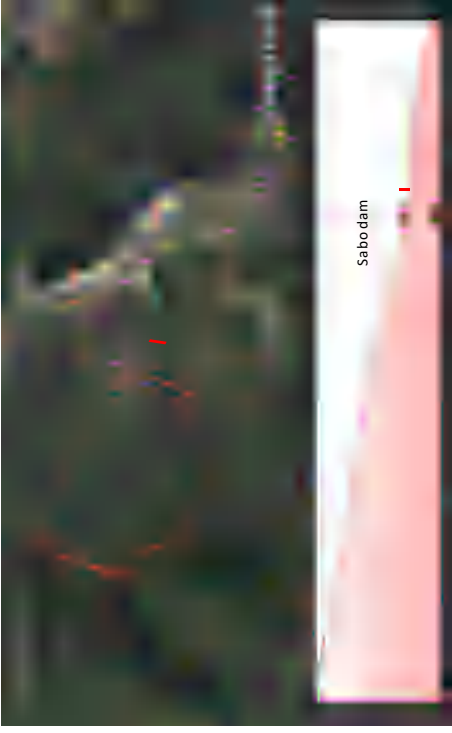
No	River	State	P <sub>p</sub> mm/day	A km <sup>2</sup>	V <sub>d52</sub> m <sup>3</sup>	V m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup>	Type of Dam	i		Number of sabo dam		
								%		Required	Proposed	
3	Tributary of "Bom Retiro" stream.	SC	205	0.19	38,103	200,543	A	0.265		42,541	0.9	1
7	Tributary of "Velha" Stream	SC	205	0.15	26,997	179,977	A	0.331		8,374	3.2	3

Type of Torrent	Type of Dam	H m	i 1/i	B1 m	θ °	B2 m	A m <sup>2</sup>	L m	V <sub>c</sub> m <sup>3</sup>	Remarks km <sup>2</sup>
Steep small basin	A	10	5	5.00	30	40	223	75	8,374	A<0.2
Gentle wide basin	B	10	8	10.00	30	45	273	120	16,399	0.2<A<1
	C	10	8	20.00	30	55	373	120	22,399	A>1



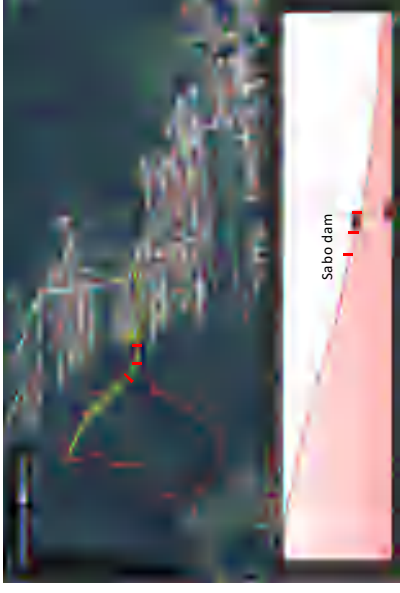
Debris Flow Control Plan in Blumenau

3. Bom Retiro R. (Blumenau/SC)



Debris Flow Control Plan in Blumenau

7. Velha R. (Blumenau/SC)



WORKSHOP

**PCDT - Projeto de Cooperação Técnica para a Divulgação de Tecnologia Japonesa  
para Construção de Barragens SABO**

— Programação —

Horário	Sessão	Assunto	Duração	Responsável
09:30	1	Abertura, apresentação dos participantes e cumprimentos iniciais	20 min	MDR / SEDEC; JICA; Embaixada do Japão; NSMP
09:50	2	Objetivos do Workshop	10 min	MDR/DOP
10:00	3	Barragem SABO tipo Slit e teste de validação da eficácia na retenção de detritos	20 min	NSMP
10:20	4	Demonstração e análise da eficácia na prevenção de transbordamento de material sólido por meio de simulações	20 min	YEC
10:40	5	Dúvidas, questões e comentários	15 min	Todos
10:55	— <i>Intervalo</i> —		15 min	—
11:10	6	Estrutura para fabricação e fornecimento de barragem SABO tipo Slit	30 min	NSMP
11:40	7	Dúvidas, questões e comentários	15 min	Todos
11:55	8	Relatos da experiência adquirida na visita técnica ao Japão	20 min	UFPE
12:15	— <i>Intervalo para almoço</i> —		1 h 45 min	—
14:00	8	Andamento da elaboração do projeto de construção da barragem SABO tipo Slit no Hospital São Lucas	30 min	Nova Friburgo - RJ
14:30	9	Andamento da elaboração do projeto de construção da barragem SABO tipo Slit em Fortaleza Alta	30 min	Blumenau - SC
15:00	10	Dúvidas, questões e comentários	15 min	Todos
15:15	— <i>Intervalo</i> —		15 min	—
15:30	11	Apresentação dos locais onde intervenções contra fluxo de detritos são consideradas necessárias / Diagnóstico premilinar	30 min	YEC
16:00	12	Dúvidas, questões e comentários	15 min	Todos
16:15	13	Programa 2040 - Gestão de Riscos e Resposta a Desastres. Fluxo de etapas para a implementação de obras para redução de riscos de desastres.	30 min	MDR / DOP
16:45	14	Dúvidas, questões e comentários	15 min	Todos
17:00	15	Considerações finais	5 min	MDR / SEDEC

MDR – Ministério do Desenvolvimento Regional

SEDEC – Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil

DOP – Departamento de Obras de Proteção e Defesa Civil

NSMP – Nippon Steel Metal Products Co., Ltd.

YEC – Yachiyo Engineering Co., Ltd.

UFPE – Universidade Federal de Pernambuco



# Visão Geral e Funções da "Barragem Sabo" com Estrutura Tridimensional em Aço (Barragem Slit)

Takaaki Kato

Nippon Steel & Sumikin Metal Products Co., Ltd.

## Significado do Termo "Barragem Sabo"

### I. Classificação e Estrutura da Barragem Sabo

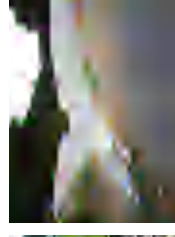
## Índice

- I. Classificação e Estrutura da Barragem Sabo
- II. Barragens Sabo com Estrutura Tridimensional em Aço e Histórico do seu Desenvolvimento
- III. Funções da Barragem Sabo com Estrutura Tridimensional em Aço e suas Características
- IV. Exemplos de Barragem Sabo com Estrutura Tridimensional em Aço

## Classificação e Estrutura da Barragem Sabo

Tipo impermeável

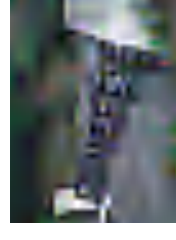
Trata-se de uma estrutura fluvial transversal, construída de forma a bloquear um canal entre montante e jusante.



Barragem Sabo

Tipo permeável

Trata-se de uma barragem composta por estruturas de aço tridimensional reticuladas, apresentando grandes aberturas no interior da barragem.



## Classificação e Estrutura da Barragem Sabo

Construção	Objetivos	Tipo		
		Impermeável	Permeável	
Barragem Sabo	Estabilização do sopé da encosta Prevenção da erosão vertical no curso do canal Prevenção da reincidência carreamento de material depositado nos leitos (material instável)	○		
	Medidas contra fluxos de detritos rochosos	Supressão da ocorrência	○	
		Captura	○	○
	Medidas contra fluxos de detritos e troncos carreados	Controle da direção do fluxo	○	
		Supressão da ocorrência	○	
	Medidas relativas a vooções (fluxo de lama vulcânica)	Captura	○	○
		Supressão da ocorrência	○	
		Captura	○	○
		Controle da direção do fluxo	○	

## Barragem Sabo com Estrutura Tridimensional em Aço e Histórico

### Desenvolvimento de Barragem Sabo em Aço Tipo Permeável

Problemas relativos a Barragem Sabo Convencional (Barragem Sabo Impermeáveis)

Funcionalidade	Redução do espaço de armazenamento para fazer face a um eventual fluxo de detritos devido a deposição rotineira de material
Resultado	deficiência na capacidade de contenção de material quando da ocorrência de um fluxo de detritos e consequente <a href="#">transbordamento do fluxo de detritos</a> .
Meio Ambiente	Segregação do afluente entre montante e jusante e consequente bloqueio do escoamento
Resultado	Insuficiente suprimento de material sólido a jusante e consequente <a href="#">rebaixamento do nível fluvial e progradação da linha costeira marítima</a>
Resultado	Segregação do ecossistema e consequente <a href="#">destruição do meio ambiente fluvial</a>

- ✓ Uma estrutura eficaz na captura de fluxos de detritos e troncos carreados
- ✓ Solução Sabo que permite a passagem de material sólidos
- ✓ Preservação do ambiente fluvial

### Barragem Sabo em Aço tipo permeável

## Classificação e Funções da Barragem Sabo

### II. Barragem Sabo com Estrutura Tridimensional em Aço e Histórico do seu Desenvolvimento

## Barragem Sabo com Estrutura Tridimensional em Aço (Barragem S/it) e Histórico do seu Desenvolvimento

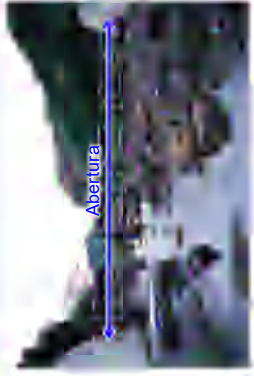
### III. Funções da Barragem Sabo com Estrutura Tridimensional em Aço e suas Características

## Barragem Sabo com Estrutura Tridimensional em Aço

Características

Características das barragens sabo com estruturas tridimensionais em aço

- ✓ Na normalidade, o material fino escoo livremente a jusante e captura de fluxos de detritos e troncos carreados quando da ocorrência desses eventos
- ✓ Captura eficaz de material grosso e troncos carreados
- ✓ Contribui para a prevenção do rebaixamento do leito a jusante e da progradação da linha costeira marítima
- ✓ Contribui para assegurar a continuidade do canal e a prevenção do ambiente fluvial e do ecossistema



Nippon Steel & Sumikin Metal Products Co.,Ltd.

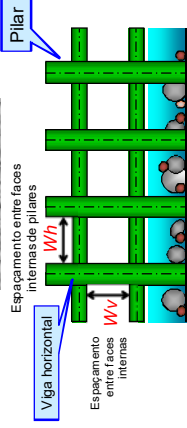
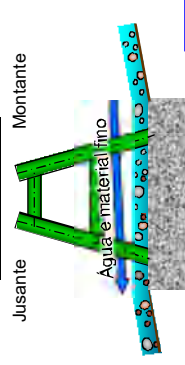
© 2017 Nippon Steel & Sumikin Metal Products Co., Ltd. All Rights Reserved.

9

## Barragem Sabo com Estrutura Tridimensional em Aço

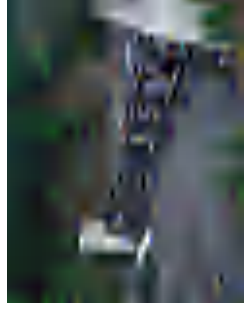
Função de Captura

Na normalidade



✓ Suprimento natural e seguro de material a jusante

- Assegura um espaço de armazenamento de material até a ocorrência de um fluxo de detritos
- Assegura a continuidade do escoamento fluvial



Nippon Steel & Sumikin Metal Products Co.,Ltd.

© 2017 Nippon Steel & Sumikin Metal Products Co., Ltd. All Rights Reserved.

10

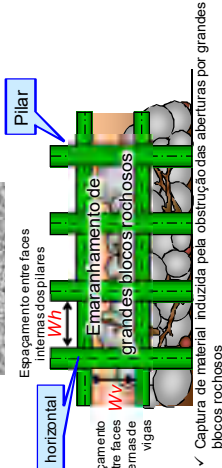
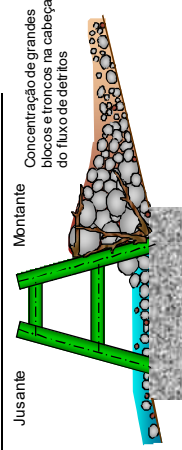
## Barragem Sabo com Estrutura Tridimensional em Aço

Funções

## Barragem Sabo com Estrutura Tridimensional em Aço

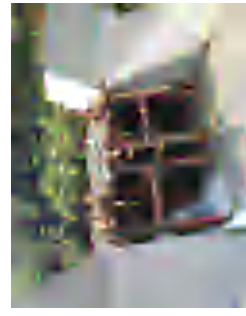
Função de Captura

Na ocorrência de um fluxo de detritos



✓ Captura de material induzida pela obstrução das aberturas por grandes blocos rochosos

- Prevenção de desastres de movimento de massa com a eficaz captura de fluxo de detritos e troncos carreados



Nippon Steel & Sumikin Metal Products Co.,Ltd.

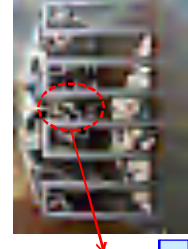
© 2017 Nippon Steel & Sumikin Metal Products Co., Ltd. All Rights Reserved.

11

## Barragem Sabo com Estrutura Tridimensional em Aço

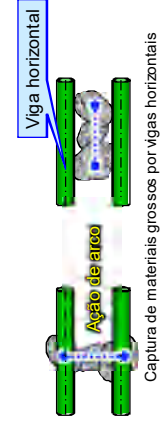
Mecanismo

Mecanismo de Captura



Aspecto da captura in loco

Aspecto da captura em ensaio com modelos de canalização de água



Captura de materiais grossos por pilares

Captura de materiais grossos por vigas horizontais

No fluxo de detritos, o transporte do material grosso é concentrado, fato que provoca a obstrução das fendas mesmo quando o espaço livre entre as peças é maior que o material carreado. Isso é provocado pelo efeito chamado **agão de arco** (efeito com pilar/viga e material grosso), que possibilitando a captura do material grosso e fino.

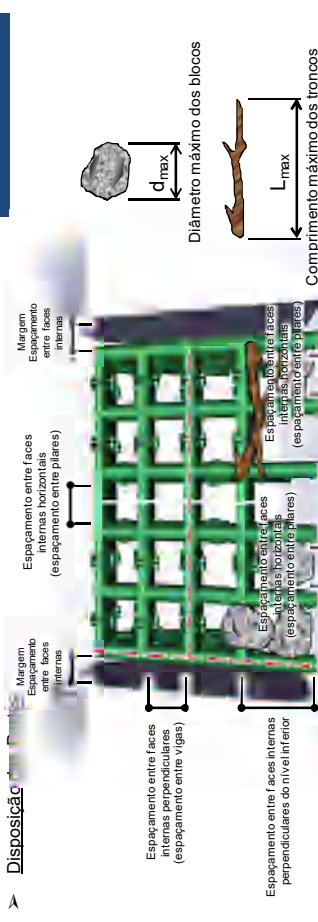
Nippon Steel & Sumikin Metal Products Co.,Ltd.

© 2017 Nippon Steel & Sumikin Metal Products Co., Ltd. All Rights Reserved.

12

## Barragem Sabo com Estrutura Tridimensional em Aço

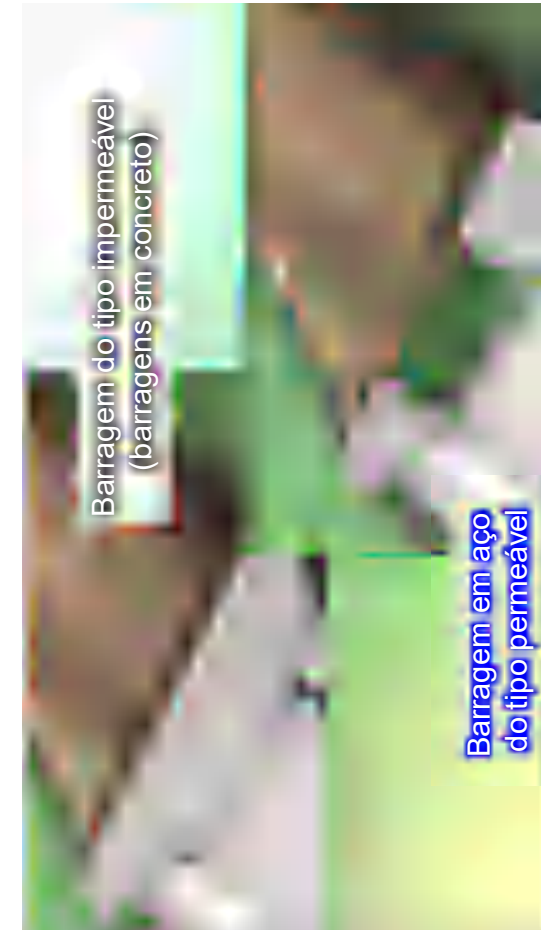
### Efeito da Abertura



Perímetro de instalação	Perímetro do Fluxo de detritos	Perímetro de arraste
Intervenção	Medidas contra fluxos de detritos e troncos carregados	Medidas contra fluxos de detritos e troncos carregados
Esparçamento entre faces internas horizontais (esparçamento entre pilares)	$d_{max} \times 1,0$	$L_{max} \times 1/2$
Esparçamento entre faces internas perpendiculares (esparçamento entre vigas)	$d_{max} \times 1,0$	Não requer a instalação de pilares
Esparçamento entre faces internas perpendiculares do nível inferior	Inferior à profundidade da água do fluxo de detritos	Não requer a instalação de pilares
Margem		Inferior ao esparçamento entre faces internas dos pilares
Esparçamento entre faces internas		

## Barragem Sabo com Estrutura Tridimensional em Aço

### Efeito da Captura de Troncos Carregados



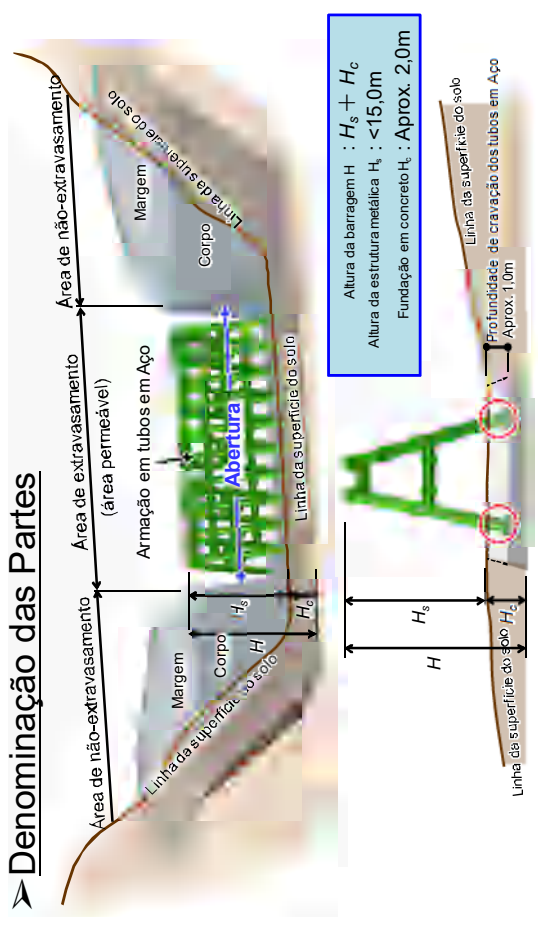
## Barragem Sabo com Estrutura Tridimensional em Aço

### Efeito da Captura de troncos carregados



## Barragem Sabo com Estrutura Tridimensional em Aço

### Denominação das Partes

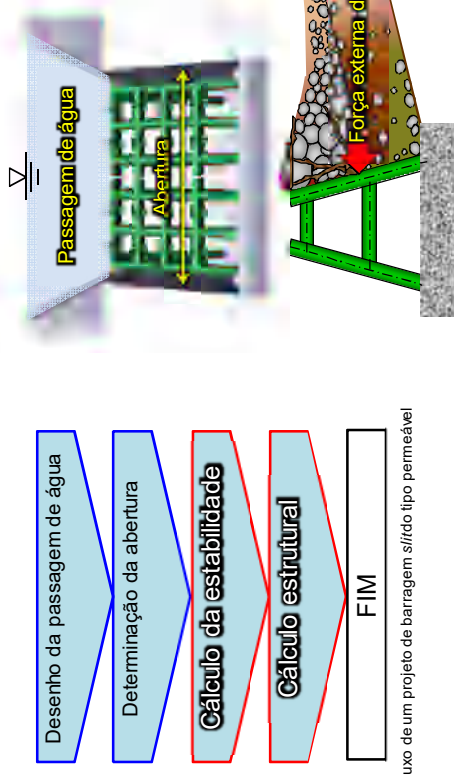




## Barragem Sabo com Estrutura Tridimensional em Aço

### Fluxo de água

Avaliar a **estabilidade** (cálculo da estabilidade) e a **segurança** (cálculo estrutural) de uma barragem silt do tipo permeável vis-à-vis à força externa de projeto.



Fluxo de uma barragem silt do tipo permeável

## Barragem Sabo com Estrutura Tridimensional em Aço

Para fins de cálculo de estabilidade, considera-se a parte de aço e a fundação de concreto como um corpo único, constituindo uma estrutura de gravidade que resiste às forças externas.

### ✓ Tombarmento

Força resultante do próprio peso somada à força externa (ponto de aplicação) dentro do limite de 1/3 do centro da largura da base

$$|e| = \frac{B}{6} \quad e = \frac{1}{2} \times B - X \quad X = \frac{Mr - Mo}{\Sigma V}$$

### ✓ Deslocamento

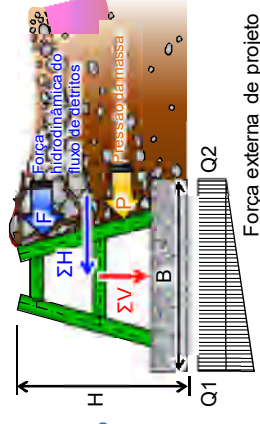
Não deve haver deslocamento entre o corpo da barragem e o solo de fundação

$$F_s = \frac{f \times \Sigma V}{\Sigma H} \quad F_s = \frac{f \times \Sigma V + \tau_0 \times l}{\Sigma H}$$

### ✓ Força de reação do solo

Intensidade de carga máxima a ser aplicada no solo de fundação dentro dos limites da força admissível de reação do solo

$$Q1, Q2 = \frac{\Sigma V}{B} \times \left( 1 \pm \frac{6 \times e}{B} \right) \quad Qa$$

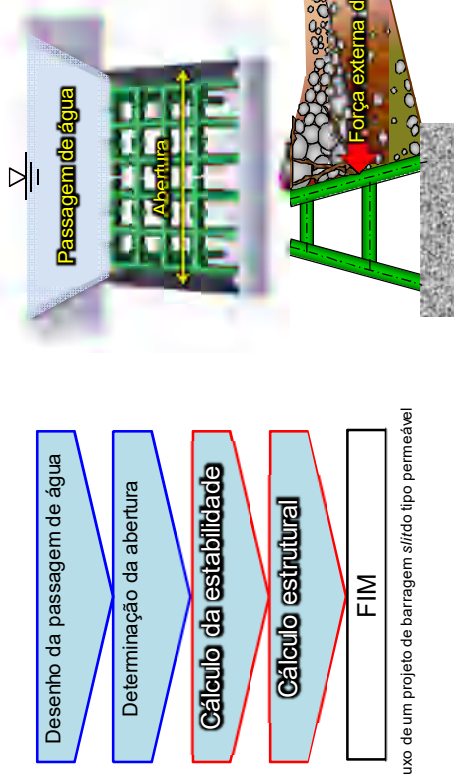


Força externa de projeto

## Barragem Sabo com Estrutura Tridimensional em Aço

### Fluxo de água

Avaliar a **estabilidade** (cálculo da estabilidade) e a **segurança** (cálculo estrutural) de uma barragem silt do tipo permeável vis-à-vis à força externa de projeto.

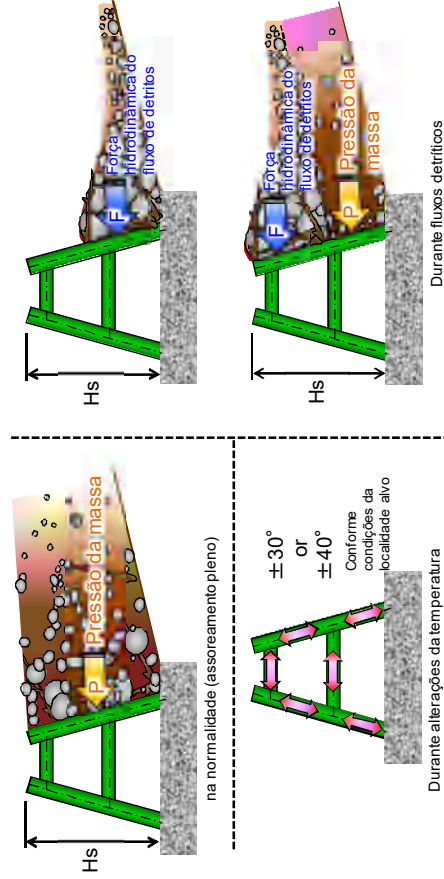


Fluxo de uma barragem silt do tipo permeável

## Barragem Sabo com Estrutura Tridimensional em Aço

### Fluxo de água

Projetar os componentes estruturais das partes de aço de forma a garantir a segurança vis-à-vis à força externa



Durante alterações da temperatura

Durante fluxos de detritos

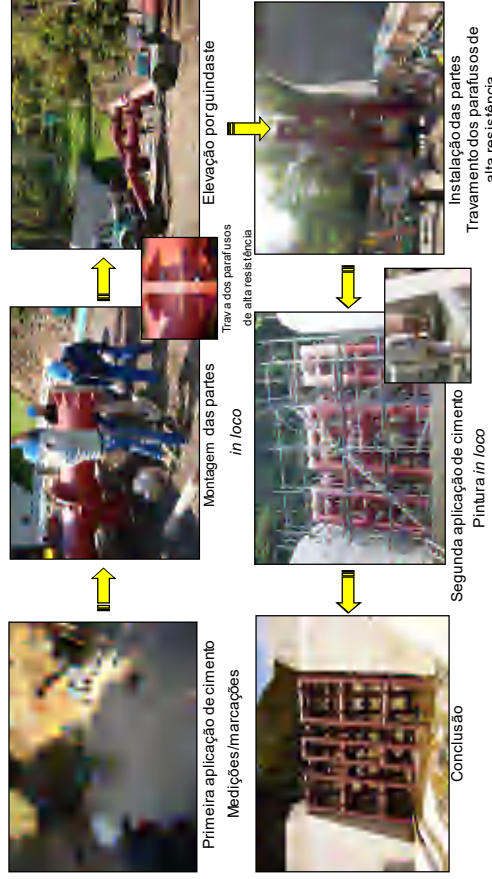
## Barragem Sabo com Estrutura Tridimensional em Aço

## IV. Exemplos de Barragem Sabo com Estrutura Tridimensional em Aço

## Exemplos de Barragem Sabo com Estrutura Tridimensional em Aço (Barragem S/it)

### Método de montagem

#### ➤ Breve descrição do processo de montagem



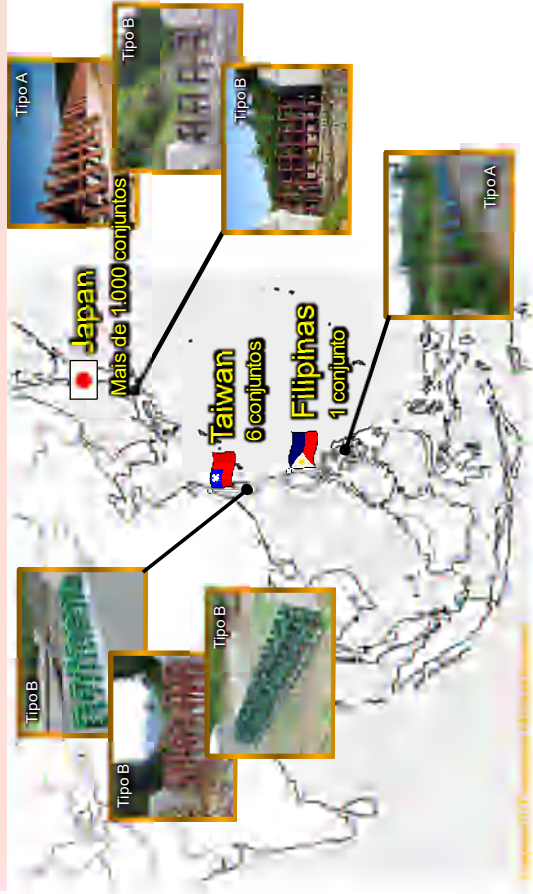
## Exemplos de Barragem Sabo com Estrutura Tridimensional em Aço (Barragem S/it)

Barragem Sabo com Estrutura Tridimensional em Aço vem sendo utilizada desde a década de 1970, contando atualmente com mais de **1.000 barragens** instaladas.



## Exemplos de Barragem Sabo com Estrutura Tridimensional em Aço (Barragem S/it)

### Exemplos de instalação



## Exemplos de Barragem Sabo com Estrutura Tridimensional em Aço (Barragem S/it)



## Exemplos de Barragem Sabo com Estrutura Tridimensional em Aço (Barragem Slit)

Exemplos de captura



Espaçamento entre faces internas dos tubos em Aço: 1,4m

Altura da estrutura em aço: 6,0m

Obstrução da abertura por detritos rochosos

Diâmetro do tubo em Aço: 0,5m



Depósito de materiais grosso e fino

Barragem a montante

## Exemplos de Barragem Sabo com Estrutura Tridimensional em Aço (Barragem Slit)

Exemplos de captura

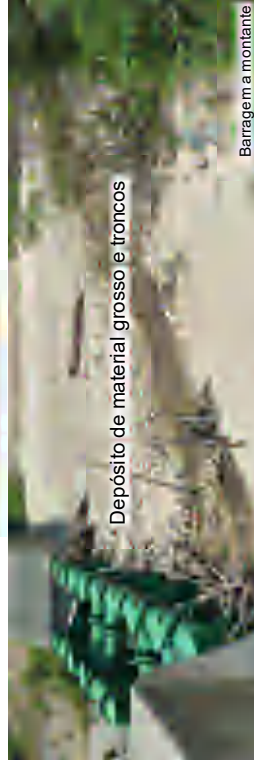


Espaçamento entre faces internas dos tubos em Aço: 1,0m

Altura da estrutura metálica: 6,0m

Obstrução das fendas por detritos e troncos cairreados

Diâmetro do tubo em Aço: 0,6m



Depósito de material grosso e troncos

Barragem a montante

## Exemplos de Barragem Sabo com Estrutura Tridimensional em Aço (Barragem Slit)

Exemplos de captura



Altura da estrutura metálica: 6,0m

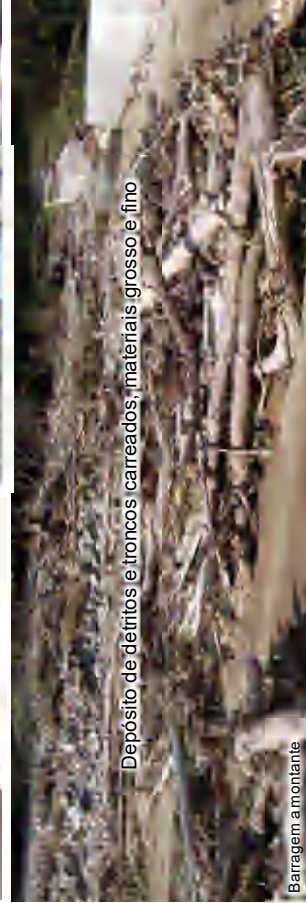
Espaçamento interno dos tubos em Aço: 0,9m

Antes da ocorrência de fluxos de detritos

Diâmetro do tubo em Aço: 0,5m

Obstrução da abertura por troncos cairreados

Após a ocorrência de fluxos de detritos

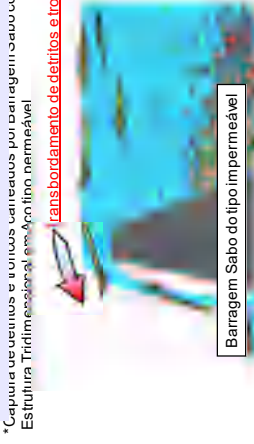


Depósito de detritos e troncos cairreados, materiais grosso e fino

Barragem a montante

## Exemplos de Barragem Sabo com Estrutura Tridimensional em Aço (Barragem Slit)

Exemplos de captura



\*Captura de detritos e troncos cairreados por barragem com Estrutura Tridimensional em Aço fino permeável

Transbordamento de detritos e troncos cairreados

Barragem Sabo do tipo im permeável

Diâmetro do tubo em Aço: 0,5m



Barragem a montante

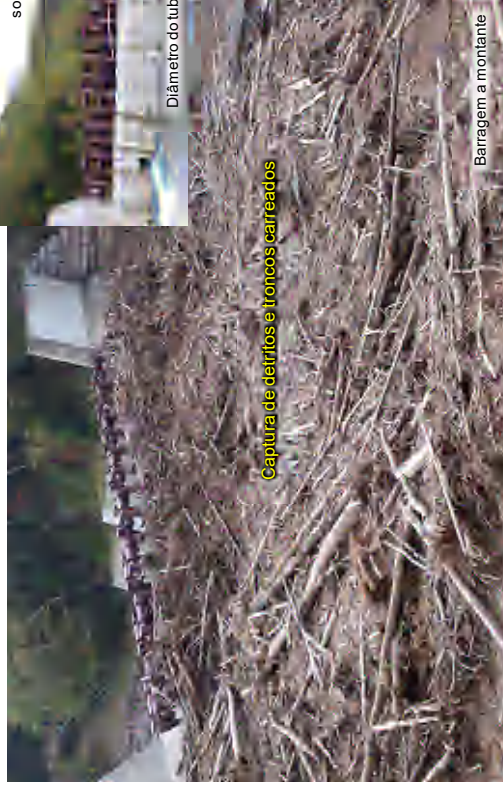


## Exemplos de Barragem Sabo com Estrutura Tridimensional em Aço (Barragem Slit)

### Exemplos de captura

Altura da estrutura metálica sobressob : 6.5m

Diâmetro do tubo em Aço: 0.9m

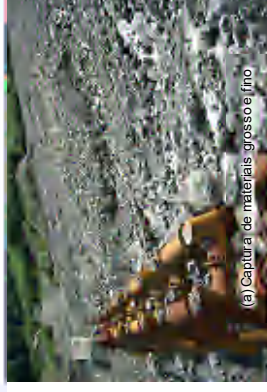


Captura de detritos e troncos carreados

Barragem a montante

## Exemplos de Barragem Sabo com Estrutura Tridimensional em Aço (Barragem Slit)

### Tipos de Inibidores Captações



(a) Captura de materiais grosso e fino



(b) Captura de blocos rochosos, troncos e material fino



(c) Captura de troncos carreados e material fino



(d) Captura exclusiva de troncos carreados

## Exemplos de Barragem Sabo com Estrutura Tridimensional em Aço (Barragem Slit)

### Manutenção e Gestão



Captura de grandes quantidades de materiais grosso e fino



Manutenção e gestão

Manutenção do espaço de deposição

Trabalhos de remoção de material grosso e troncos

## Exemplos de Barragem Sabo com Estrutura Tridimensional em Aço (Barragem Slit)

Após a remoção do material "capturado", avaliar o grau de integridade das partes e fazer reparos de partes e peças conforme a necessidade.

Nível de avaria	Taxa de deformação cônica do tubo em Aço	Aviatação
Nível	Inferior a 10%	Normal
Nível	De 10% a 40%	Reparações na medida do necessário
Nível	Superior a 40%	Reparações, reforços, troca

Checkagem e inspeção das partes



Deformação cônica atingindo mais de 40% do diâmetro do tubo em Aço

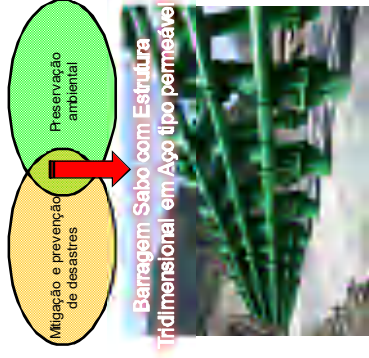
Seleção das partes

Remoção das partes

Instalação de novas partes

## No que consiste a Barragem Sabo com Estrutura Tridimensional em Aço (Barragem *Slit*)? Conclusão

- ✓ Em tecnologia que protege vidas humanas e bens de desastres de movimento de massa
  - [Mitigação e prevenção de desastres](#)
- ✓ Em tecnologia que preserva o meio ambiente e a natureza
  - [Redução do impacto ambiental](#)



# INSPEÇÃO DOS EFEITOS DA BARRAGEM SABO (SAOLUCAS/FARTELEZA ALTA)

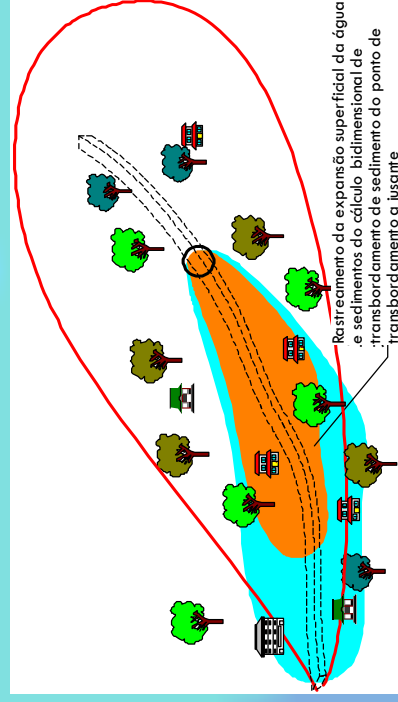
HIROSHI SHIMOOSAKO  
YACHIYO ENGINEERING CO., LTD.

## 1. OBJETIVOS

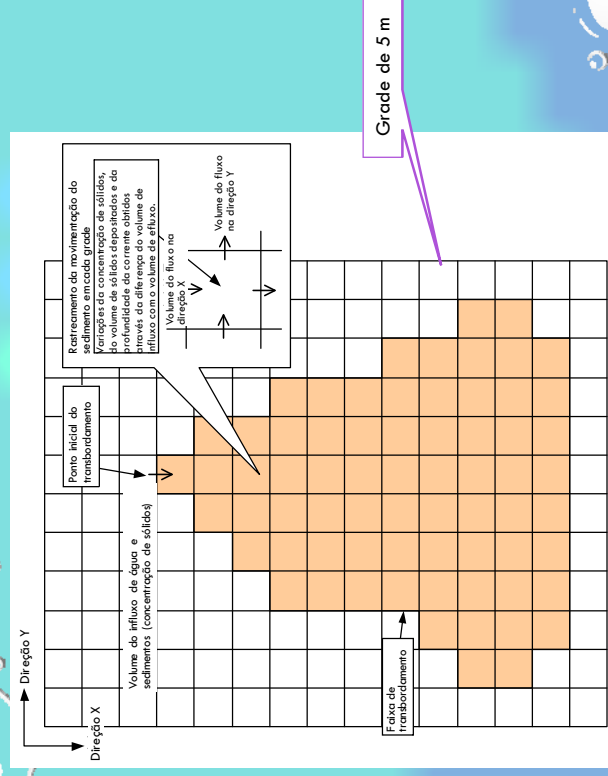
- INSPECIONAR OS EFEITOS DA BARRAGEM SABO, ANTES E DEPOIS DA SUA CONSTRUÇÃO, COMPARANDO O EXPANSÃO SUPERFICIAL DE ÁGUA E SEDIMENTOS DO PONTO DE TRANSBORDAMENTO ATÉ A JUSANTE.

## 2. MÉTODO DE SIMULAÇÃO

- ANÁLISE ATRAVÉS DE SIMULAÇÃO NUMÉRICA BIDIMENSIONAL.
- PROGRAMA DE ANÁLISE: PROGRAMA DE ANÁLISE BIDIMENSIONAL DE TRANSBORDAMENTO (J-SAS)  
(PREPARADO POR SABO & LANDSLIDE TECHNICAL CENTER)



## 2. MÉTODO DE SIMULAÇÃO



### 3. CONDIÇÕES DE CÁLCULO (SAOLUCAS)

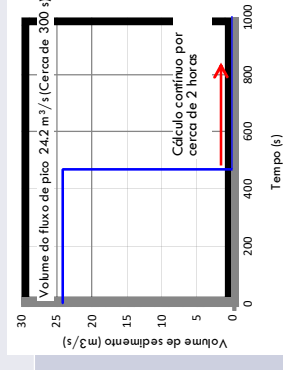
Item	
Posição	Saolucas
Mapa topográfico	Mapa topográfico utilizado na elaboração do mapa de risco 1/2000
Densidade do fluido	1.2 t/m
Densidade do calhau	2.6 t/m <sup>3</sup>
Concentração da massa sedimentada	0.6
Ângulo de atrito interno	30°
Granulometria representativa	0.1mm



5

### 3. CONDIÇÕES DE CÁLCULO (SAOLUCAS)

Item	
Volume de sedimento planejado (aparente)	10,873m <sup>3</sup> Concentração de sólidos sedimentáveis: 60%
Volume de água limpa e de massa	Água limpa: 11,460m <sup>3</sup> (64%) Massa real: 6,524m <sup>3</sup> (36%) Total: 17,984m <sup>3</sup> (100%)
Volume do fluxo de pico	24.2 m <sup>3</sup> /s
Formato do hidrofone	Hidrofone regular
Tempo de cálculo	Cerca de 2 horas



### 3. CONDIÇÕES DE CÁLCULO (SAOLUCAS)

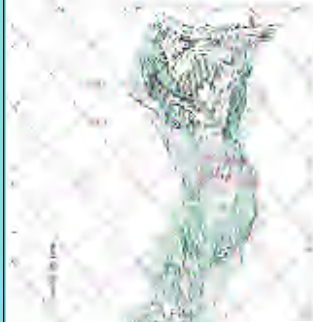
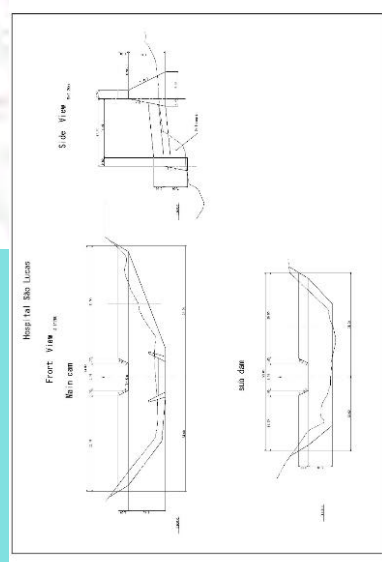
Item	
Posição	Saolucas
Mapa topográfico	Mapa topográfico utilizado na elaboração do mapa de risco 1/2000
Densidade do fluido	1.2 t/m
Densidade do calhau	2.6 t/m <sup>3</sup>
Concentração da massa sedimentada	0.6
Ângulo de atrito interno	30°
Granulometria representativa	0.1mm



5

### 3. CONDIÇÕES DE CÁLCULO (SAOLUCAS)

- PLANEJAMENTO DE INSTALAÇÃO



### 3. CONDIÇÕES DE CÁLCULO (SAOLUCAS)

- PONTO DE INTRODUÇÃO DO HIDROFONE



8

#### 4. RESULTADO DE CÁLCULO (SAOLUCAS)

- MODELO DO FLUXO DE LAMA; SEM INSTALAÇÃO; TAMANHO DA PARTÍCULA 0.1 MM; PROFUNDIDADE MÁXIMA DA CORRENTE



#### 4. RESULTADO DE CÁLCULO (SAOLUCAS)

- MODELO DO FLUXO DE LAMA; COM INSTALAÇÃO; TAMANHO DA PARTÍCULA 0.1 MM; PROFUNDIDADE MÁXIMA DA CORRENTE



#### 4. RESULTADO DE CÁLCULO (SAOLUCAS)

- MODELO DO FLUXO DE LAMA; SEM INSTALAÇÃO; TAMANHO DA PARTÍCULA 0.1 MM; PROFUNDIDADE DE DEPOSIÇÃO FINAL



#### 4. RESULTADO DE CÁLCULO (SAOLUCAS)

- MODELO DO FLUXO DE LAMA; COM INSTALAÇÃO; TAMANHO DA PARTÍCULA 0.1 MM; PROFUNDIDADE DE DEPOSIÇÃO FINAL



## 5. CONDIÇÕES DE CÁLCULO (FARTELEZA ALTA)

Item	
Posição	Fortaleza Alta
Mapa topográfico	Mapa topográfico utilizado na elaboração do mapa de risco 1/2000
Densidade do fluido	1,2 t/m
Densidade do calhau	2,6 t/m <sup>3</sup>
Concentração da massa sedimentada	0,6
Ângulo de atrito interno	30°
Granulometria representativa	10 mm

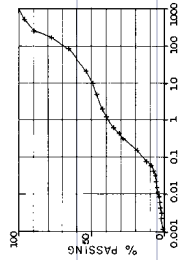
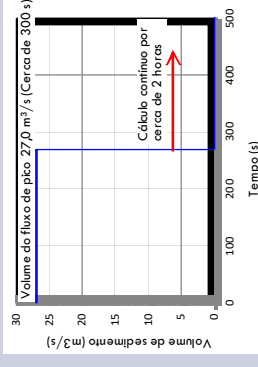


Figure 4. Grain size analysis of deposits from 1996 debris flow at the Petróbras Refinery, Cubatão.

33

## 5. CONDIÇÕES DE CÁLCULO (FARTELEZA ALTA)

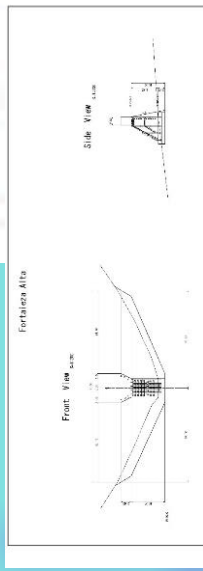
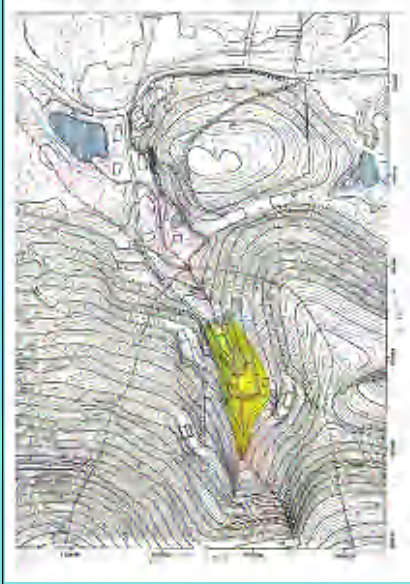
Item	
Volume de sedimento planejado (aparente)	12.136 m <sup>3</sup> Concentração de sólidos sedimentáveis: 60%
Volume de água limpa e de massa	Água limpa: 7,151 m <sup>3</sup> (50%) Massa real: 7,282 m <sup>3</sup> (50%) Total: 14,432 m <sup>3</sup> (100%)
Volume do fluxo de pico	27,0 m <sup>3</sup> /s
Formato do hidrofone	Hidrofone regular
Tempo de cálculo	Cerca de 2 horas



34

## 5. CONDIÇÕES DE CÁLCULO (FARTELEZA ALTA)

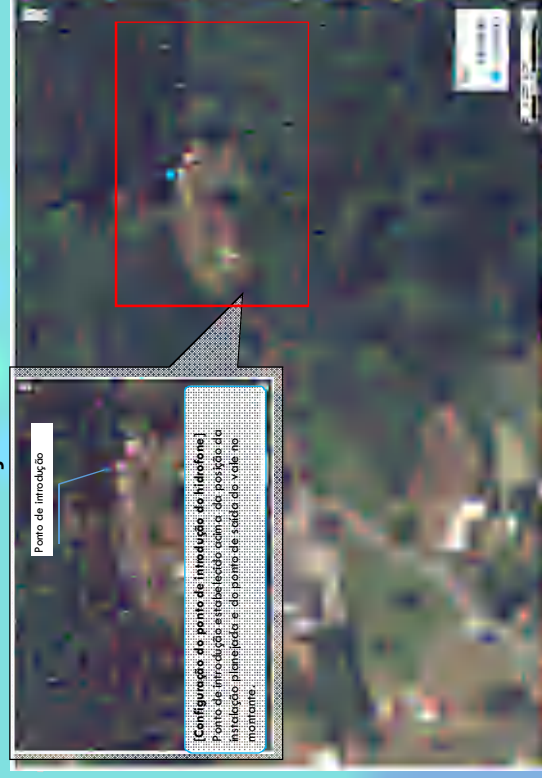
### • PLANEJAMENTO DE INSTALAÇÃO



35

## 5 CONDIÇÕES DE CÁLCULO (FARTELEZA ALTA)

### • PONTO DE INTRODUÇÃO DO HIDROFONE



36

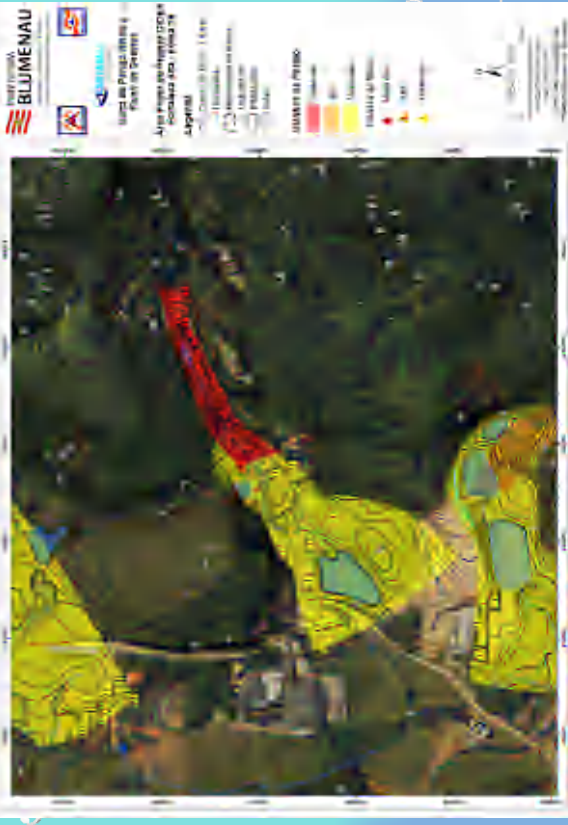
#### 4. RESULTADO DE CÁLCULO (FARTELEZA ALTA)

- MODELO DO FLUXO DE LAMA; SEM INSTALAÇÃO; TAMANHO DA PARTÍCULA 10 MM; PROFUNDIDADE MÁXIMA DA CORRENTE



#### 6. RESULTADO DE CÁLCULO (FARTELEZA ALTA)

- MAPA DE RISCO



#### 6. RESULTADO DE CÁLCULO (FARTELEZA ALTA)

- MODELO DO FLUXO DE LAMA; COM INSTALAÇÃO; TAMANHO DA PARTÍCULA 10 MM; PROFUNDIDADE MÁXIMA DA CORRENTE



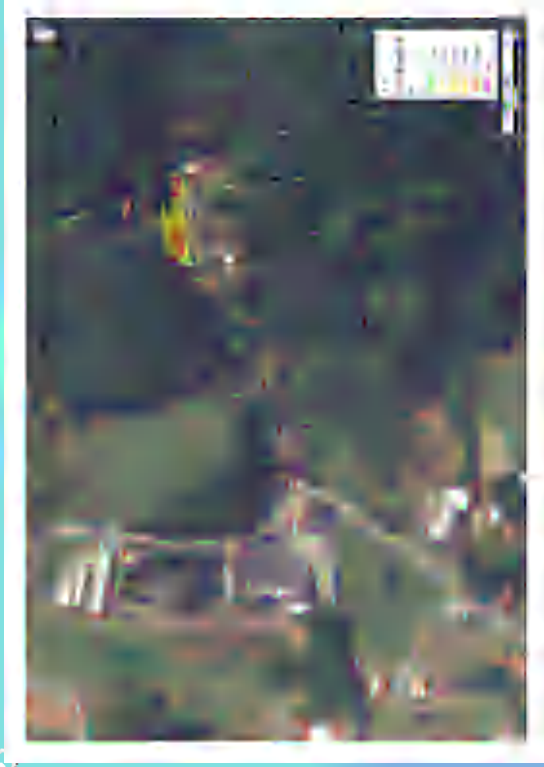
#### 6. RESULTADO DE CÁLCULO (FARTELEZA ALTA)

- MODELO DO FLUXO DE LAMA; SEM INSTALAÇÃO; TAMANHO DA PARTÍCULA 10 MM; PROFUNDIDADE DE DEPOSIÇÃO FINAL



## 6. RESULTADO DE CÁLCULO (FARTALEZA ALTA)

- MODELO DO FLUXO DE LAMA; COM INSTALAÇÃO; TAMANHO DA PARTÍCULA 10 MM; PROFUNDIDADE DE DEPOSIÇÃO FINAL



Obrigado pela atenção!



# Inventory Study on Debris Flow Disaster and Sabo Dam Plan for Disaster Prevention

June 2019

Nippon Steel Products Co., Ltd.

## Extraction of debris flow disaster torrent in the past

- Record of debris flow occurrence since 2000 has been investigated, and a large-scale disaster with human casualties was extracted, reaching 23 cases. All of them have occurred in Santa Catarina.
- Examples of debris flow occurrence since 2000:
  - Disaster in Santa Catarina province in 2008
  - Disaster in Rio de Janeiro province in 2011
- A debris flow countermeasure plan
- As the debris flow risk map has not been prepared in nation wide of Brazil, the above mentioned debris flow occurrence areas since 2000 are selected as priority area which needs countermeasure, and prepared a debris flow countermeasure plan.
- Precautions
- It should be mentioned that the plan is preliminary and rough, because it has been made based on information from news paper and satellite photo.

## Inventory Study on Debris Flow Disaster

NO	CITY/State - District or place/locality	River name	Longitude and Latitude	Time/date	Occurrence Date and Rainfall	Max. Rainfall Intensity	Dead / missing	Collapsed houses	Damages of Infrastructure	Others	Policy on Counter measures by City Government (Attachment A, exkmf)	River Bed Gradient(%)	Asset in Hazard Area	Local Road	Overview of Debris Flow Basin (Quoted from Google Earth)
1	Lavrinhas - Rio Seco	Seco - Rio Seco Stream	23 K 517260 / 7515253	2000 (not yet identified specific date)	426.5 mm/4days	55 mm / 60 min	not informed	not informed	not informed	not informed	Not yet identified	1.33(14.5) / 23.5(6.9)	29		
2	Itaiti/RS - Serra do Pinho	Tributary of "Bom Retiro" Stream	22 J 578800 / 6750437	2007 (not yet identified specific date)	150 mm	not informed	0	5 houses	Damage to the highway 486	not informed	Flexible barriers - Geobagg	3.49 / 14.6	8486		
3	Blumenau/SC - Bom Retiro/Rua Palhoça	Tributary of "Bom Retiro" Stream	22 J 690875 / 7031875	2008	250 mm / day (on 2 days - 22 and 23/11/2008 - total h48 - 500 mm)	not informed	2 dead	5 houses	Damage in street, drainage and electric system.	not informed	None	0.19 / 26.5	>30		
4	Gaspar/SC - Alto Baixa Ribeirão Behchor - "25"	Ribeirão Behchor Stream	22 J 699681 / 703281	2008	250 mm / day (on 2 days - 22 and 23/11/2008 - total h48 - 500 mm)	not informed	0	0	Gas Pipeline Disruption	Damage to the streets, drainage system and power grid	Emergency works carried out by the railway responsible for the line	0.65 / 13.4	13		
5	Gaspar/SC - Alto Baixa Ribeirão Behchor - "25"	Ribeirão Behchor Stream	22 J 699681 / 703281	2008	250 mm / day (on 2 days - 22 and 23/11/2008 - total h48 - 500 mm)	not informed	0	0	Gas Pipeline Disruption	Damage to the streets, drainage system and power grid	Emergency works carried out by the railway responsible for the line	0.65 / 13.4	13		

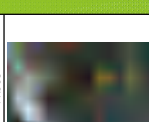
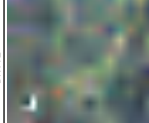
## Inventory Study on Debris Flow Disaster

NO	CITY/State - District or place/locality	River name	Longitude and Latitude	Time/date	Occurrence Date and Rainfall	Max. Rainfall Intensity	Dead / missing	Collapsed houses	Damages of Infrastructure	Others	Policy on Counter measures by City Government (Attachment A, exkmf)	River Bed Gradient(%)	Asset in Hazard Area	Local Road	Overview of Debris Flow Basin (Quoted from Google Earth)
6	Itajaí/SC - Ribeirão Baú - "Tifa dos Rincões"	Baú Stream	22 J 700394 / 7032322	2008	250 mm / day (on 2 days - 22 and 23/11/2008 - total h48 - 500 mm)	not informed	not informed	10	Damage to the street	not informed	Not yet identified	0.44 / 12.4	16		
7	Blumenau/SC - "José Reuter"	Tributary of "Velha" Stream	22 J 683361 / 7038568	2008	250 mm / day (on 2 days - 22 and 23/11/2008 - total h48 - 500 mm)	not informed	5 dead	37 houses	Damage to the streets, lighting system and power grid	not related	Not yet identified	0.15 / 3.1	>30		
8	Aguas Belas/PE - "Serra das Antlas"	not informed	24 L 706897 / 8993439	2009	30 mm / 2h	not informed	not informed	not informed	not informed	After exposition of the material the debris flow in several points, affecting innumerable houses.	Not yet identified	14.2 / >30			
9	Petropolis/RJ - "Itaipava"	Rivers "Cubaie" and "Santo Antonio" Tributary of "Fubamba" Stream.	23 K 699759 / 7522652	2011	24mm/day and 300 mm on 12 days (on 21/12/2011 - 08h, 2012 April Lima 2013) 88 mm/h to 100 mm/h (08h, 2013 April Lima 2013).	71 debris	0	Reported like "dozens"	Reported like "many"	Not yet identified	Not yet identified	4.2 / 0.154	18		
10	Nova Friburgo/RJ - "Hospital São Lucas"	Tributary of "Bengalês" River	23 K 753624 / 7536456	2011	24mm/day and 300 mm on 12 days (on 21/12/2011 - 08h, 2012 April Lima 2013) 88 mm/h to 100 mm/h (08h, 2013 April Lima 2013).	71 debris	0	Reported like "dozens"	Reported like "many"	Not yet identified	Not yet identified	4.2 / 0.154	21		

### Inventory Study on Debris Flow Disaster

NO	11	12	13	14	15
Location	Nova Friburgo/RJ - "Concep D'Antas"/Moro Das Pedras	Teresopolis/RJ - "Campos Grande - Posse"	Teresopolis/RJ - "Vielra"	Morretes/RJ - "Serra da Prata - 1"	Morretes/RJ - "Serra da Prata - 5"
River name	D'Antas Stream	Principes Stream	Vielra River	Grande Stream and "Tupior Stream" - "Bandeira River	Grande Stream and "Tupior Stream" - "Bandeira River
Longitude and Latitude	23 K 75948 / 7536766	23 K 706451 / 7524193	23 K 724502 / 7538822	22 J 730940 / 7170613	22 J 730940 / 7165434
Time/date	11 e 12/01/2011	11 e 12/01/2011	11 e 12/01/2011	20/11/2012	20/11/2012
Occurrence Date and Rainfall	24mm/day and 300 mm on 12 days (DRM, 2012 apud Lima 2013).	18 mm/h to 130 mm/h (DRM, 2013 apud Melo et al 2015).	84mm/day and 300 mm on 12 days (DRM, 2012 apud Lima 2013).	20 mm	20 mm
Max. Rainfall Intensity	38 mm/h to 130 mm/h (DRM, 2013 apud Melo et al 2015).	88 mm/h to 130 mm/h (DRM, 2013 apud Melo et al 2015).	88 mm/h to 130 mm/h (DRM, 2013 apud Melo et al 2015).	3 (Picanco e Nunes 2013 apud Melo et al 2015)	3 (Picanco e Nunes 2013 apud Melo et al 2015)
Dead / missing and Collapsed houses	20 deads	not specified, informed like "hundreds"	86 deads - apud Lima 2013	not specified, informed like "hundreds"	not specified, informed like "hundreds"
Damages of Infrastructure	informed like "many"	informed like "many"	informed like "many"	informed like "many"	informed like "many"
Others	damage to houses and industrial installations	informed like "many"	informed like "many"	informed like "many"	informed like "many"
Policy on Counter measures by City Government	Not yet identified	Not yet identified	Not yet identified	Not yet identified	Not yet identified
Catchment Area (sqkm)	0.084	4.14	1.8	1.61	5.97
River Bed Gradient (%)	20.7	9.3	10.3	10.3	10.4
Asset in Hazard Area	BR892 - Factory 2	Local road	BR892	BR277	PR508

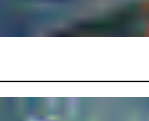
Overview of Debris Flow Basin (Quoted from Google Earth)



### Inventory Study on Debris Flow Disaster

NO	16	17	18	19	20
City/State - District or place/locality	Nova Friburgo/RJ - "Rua Babo"	Sao Sebastiao/SP - "Rua Babo"	Itaipava/SP - Itaipava (37) sheds	Itaipava/SP - "Beco do Baú - 2"	Itaipava/SP - "Alto Baú - 1"
River name	"Rua João Belorjo"	Horizonte	Palmittal, Gurutuba rivers/water sheds	Beco do Baú	Alto Baú
Longitude and Latitude	23 K 753717 / 7536341	23 K 445716 / 7368242	22 J 720557 / 7278310	22 J 707847 / 7038642	22 J 702755 / 7031707
Time/date	11 e 12/01/2011	11 e 12/01/2011	12 e 13/01/2014	22 e 23/11/2008	22 e 23/11/2008
Occurrence Date and Rainfall	34mm/day and 300 mm on 12 days (DRM, 2012 apud Lima 2013).	30.6 mm day 27/12/2014, 97.06 mm day 28/12/2014, 97.06 mm day 29/12/2014, 110 mm 2 h - Garmani 2015	250 mm / day (on 2 days - 28-29 Dec 2014) - Total height 2311/2008 - Total height 2311/2008 - Total height 2311/2008 - Total height 2311/2008	250 mm / day (on 2 days - 28-29 Dec 2014) - Total height 2311/2008 - Total height 2311/2008 - Total height 2311/2008 - Total height 2311/2008	250 mm / day (on 2 days - 28-29 Dec 2014) - Total height 2311/2008 - Total height 2311/2008 - Total height 2311/2008 - Total height 2311/2008
Max. Rainfall Intensity	38 mm/h to 130 mm/h (DRM, 2013 apud Lima 2013).	38 mm/h to 130 mm/h (DRM, 2013 apud Lima 2013).	250 mm / day (on 2 days - 28-29 Dec 2014) - Total height 2311/2008 - Total height 2311/2008 - Total height 2311/2008 - Total height 2311/2008	250 mm / day (on 2 days - 28-29 Dec 2014) - Total height 2311/2008 - Total height 2311/2008 - Total height 2311/2008 - Total height 2311/2008	250 mm / day (on 2 days - 28-29 Dec 2014) - Total height 2311/2008 - Total height 2311/2008 - Total height 2311/2008 - Total height 2311/2008
Dead / missing and Collapsed houses	not yet identified	not yet identified	not yet identified	not yet identified	not yet identified
Damages of Infrastructure	not yet identified	not yet identified	not yet identified	not yet identified	not yet identified
Others	not yet identified	not informed	not yet identified	not yet identified	not yet identified
Policy on Counter measures by City Government	not yet identified	not yet identified	not yet identified	not yet identified	not yet identified
Catchment Area (sqkm)	not yet identified	not yet identified	not yet identified	not yet identified	not yet identified
River Bed Gradient (%)	28.9	17.4	17.4	0.35	0.19
Asset in Hazard Area	BR892	BR01 (SP005)	Local road	Local road	Local road

Overview of Debris Flow Basin (Quoted from Google Earth)



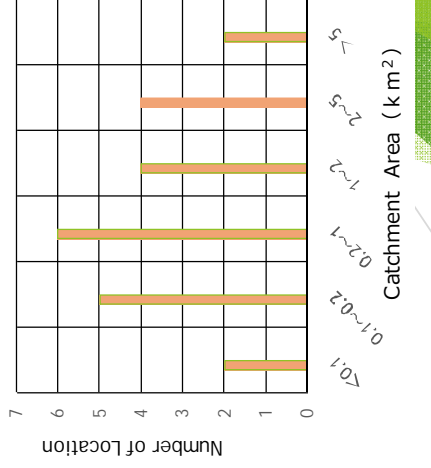
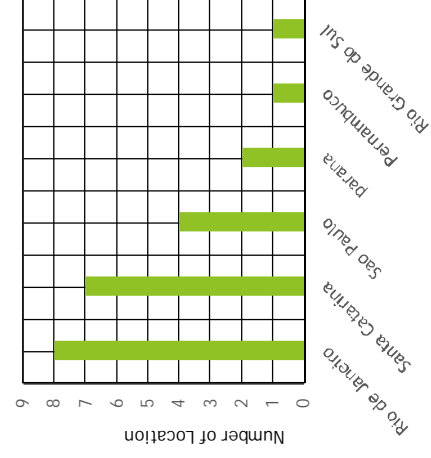
### Inventory Study on Debris Flow Disaster

NO	21	22	23
City/State - District or place/locality	Nova Friburgo/RJ - "SESVila Amelia"	Serra da Quatão/SP - "ETA Plusus"	Nova Friburgo/RJ - Lagolha
River name	Tributary of "Bengala" River	Tributary of "Piçocas" River	Lagolha
Longitude and Latitude	23 K 753298 / 7534115	3K 347442 / 7356668	22 J 7037271
Time/date	11 e 12/01/2011	20/11/2012	11 e 12/01/2011
Occurrence Date and Rainfall	264mm/day and 300 mm on 12 days (DRM, 2012 apud Lima 2013).	not informed	264mm/day and 300 mm on 12 days (DRM, 2012 apud Lima 2013).
Max. Rainfall Intensity	88 mm/h to 130 mm/h (DRM, 2012 apud Lima 2013).	3mm/10min - 119 mm/h	88 mm/h to 130 mm/h (DRM, 2012 apud Lima 2013).
Dead / missing and Collapsed houses	Not yet identified	Not yet identified	Not yet identified
Damages of Infrastructure	Not yet identified	Not yet identified	Not yet identified
Others	Not yet identified	Not yet identified	Not yet identified
Policy on Counter measures by City Government	Not yet identified	Not yet identified	Not yet identified
Catchment Area (sqkm)	0.47	0.25	31
River Bed Gradient (%)	18	40.9	>30
Asset in Hazard Area	Local road	Water supply facility	Local road

Overview of Debris Flow Basin (Quoted from Google Earth)



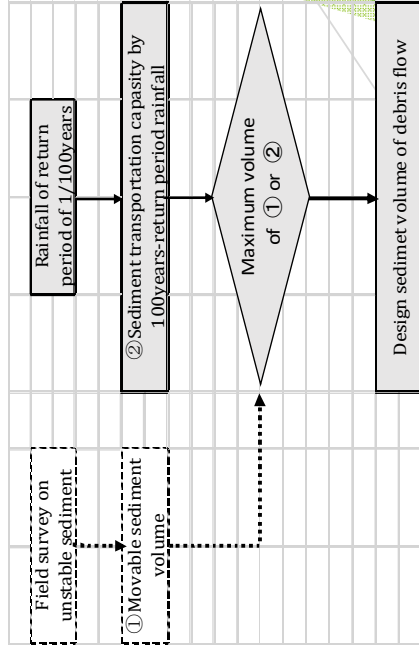
### Extraction of debris flow disaster torrent



Rio de Janeiro  
Santa Catarina  
Sao Paulo  
Parana  
Pernambuco  
Rio Grande do Sul

## Estimation method of debris flow sediment volume

- Design sediment volume was decided to be equal to the transportation capacity with the 1/100 year probability rainfall.



## Rainfall of 100 years return period

### Probability Rainfall Intensity

(Posto Cascatinha do C6nego/Nova Friburgo - 02242025, 1971-2013 )

The rainfall that generated these debris flow was 264 mm / day in the 2011 disaster. Probability processing for each will result in an occurrence probability once in 1000 years

Tr (anos)	Chuva (mm)
2	79
3	91
4	99
5	105
10	122
15	131
20	138
25	143
30	148
35	151
40	154
50	159
100	175
200	191
500	212
1000	228



## Rainfall of 100 years return period

Probability Rainfall Intensity (Posto Blumenau - 02649007)

Tempos de retorno e Chuvas M6ximas Di6rias, com a indica76o do tempo de retorno considerado no plano

TR (anos)	Chuva (mm)
2	81
5	110
10	132
15	145
25	161
50	183
100	205
200	227
500	256
1000	278

## Sediment Transportation Capacity by Debris Flow

- Formula to estimate sediment transportation capacity

$$V_{d,2} = \frac{10^3 \times P_p \times A}{1 - K_v} \times \left( \frac{C_d}{1 - C_d} \right) \times K_{T2}$$

$$C_d = \frac{\rho \times \tan \theta}{(\sigma - \rho) (\tan \phi - \tan \theta)}$$

$$K_{T2} = 0.05(\log A - 2.0)2 + 0.05$$

- Calculation of sediment transportation capacity of the return period of 100 years

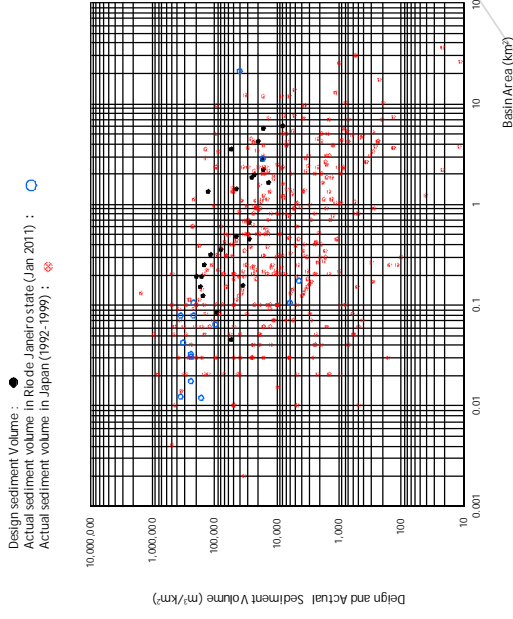
No	River	State	P <sub>p</sub> mm/day	A km <sup>2</sup>	k <sub>v</sub> (t.c.)	α g/cm <sup>3</sup>	ρ g/cm <sup>3</sup>	β °	φ °	C <sub>d</sub>	K <sub>T2</sub>	V <sub>d,2</sub> m <sup>3</sup>	V m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup>	I %
1	Saco <sup>o</sup> River - "do Brap <sup>o</sup> Stream	SP	175	1.33	0.4	2.6	1.2	13.0	33	0.471	0.50	172.358	129.592	0.23
2	Tr <sup>es</sup> Forquilha <sup>s</sup> River	RS	205	3.48	0.4	2.6	1.2	8.3	33	0.248	0.50	197.463	56.580	0.146
3	Tributary of "Bom Retir <sup>o</sup> Stream.	SC	205	0.19	0.4	2.6	1.2	14.8	33	0.540	0.50	38.103	200.543	0.265
4	Upper Basin of Bechior Stream	SC	205	0.049	0.4	2.6	1.2	7.4	33	0.215	0.61	2.564	56.986	0.13
5	Upper Basin of Bechior Stream	SC	205	0.65	0.4	2.6	1.2	7.6	33	0.223	0.29	18.434	28.360	0.134
6	"Bau" Stream	SC	205	0.44	0.4	2.6	1.2	7.1	33	0.202	0.33	12.504	28.418	0.124
7	Tributary of "Velha" Stream	SC	205	0.19	0.4	2.6	1.2	18.3	33	0.540	0.45	26.997	179.977	0.331
8	not informed	PE	175	2.15	0.4	2.6	1.2	8.1	33	0.240	0.19	37.449	17.418	0.142
9	River "Culib <sup>o</sup> " and "Santos Antonio" - tributary of "Taba <sup>o</sup> Stream.	RJ	175	4.2	0.4	2.6	1.2	10.2	33	0.329	0.14	86.944	20.701	0.18
10	Tributary of Bengala R. (Sao Lucas hospital)	RJ	175	0.154	0.4	2.6	1.2	17.9	33	0.540	0.45	23.491	152.536	0.323
10	Tributary of Bengala R. (Sao Lucas hospital)	RJ	191	0.12	0.4	2.6	1.2	20.0	35	0.540	0.48	10.873	90.608	0.364
11	"Antas" Stream	RJ	175	0.084	0.4	2.6	1.2	11.4	33	0.387	0.52	8.101	96.446	0.202

## Sediment Transportation Capacity by Debris Flow

Calculation of sediment transportation capacity of the return period of 100 years

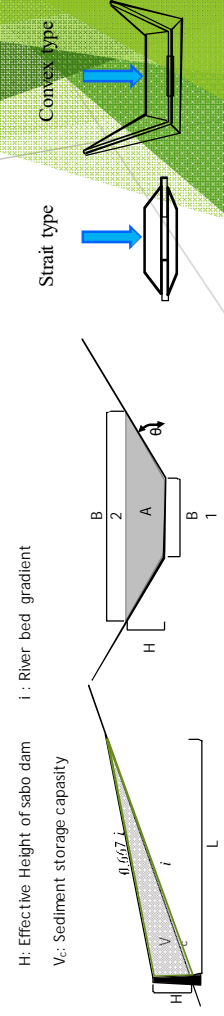
No	River	State	Pp mm/day	A km <sup>2</sup>	Kc (1-C)	Ks g/cm <sup>3</sup>	σ g/cm <sup>3</sup>	ρ g/cm <sup>3</sup>	θ	φ	Cs	Kr	V <sub>50</sub> m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup>	V m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup>	I %
12	Príncipe Stream (Campo Grande)-1	RJ	175	2.73	0.4	2.6	1.2	8.6	33	0.260	0.17	48,173	17,646	0.151	
12	Príncipe Stream (Campo Grande)-2	RJ	175	1.41	0.4	2.6	1.2	12.0	33	0.416	0.22	64,774	45,939	0.212	
13	Vieira River	RJ	175	1.8	0.4	2.6	1.2	9.7	33	0.304	0.20	46,413	25,785	0.17	
14	Grande Stream and Tingidor Stream - Nhundiquara River	PR	205	1.61	0.4	2.6	1.2	5.9	33	0.162	0.21	22,364	13,891	0.103	
15	Grande Stream and Tingidor Stream - Nhundiquara River	PR	205	5.97	0.4	2.6	1.2	5.9	33	0.164	0.12	49,825	8,346	0.104	
16	Substacia do Rio Bengala	RJ	175	0.12	0.4	2.6	1.2	16.1	33	0.540	0.48	19,580	163,170	0.289	
17	Paua River	SP	175	5.6	0.4	2.6	1.2	9.9	33	0.314	0.13	95,954	17,135	0.174	
18	Palmital, Gurutuba rivers/water-sheds	SP	175	1.93	0.4	2.6	1.2	9.3	33	0.290	0.20	45,252	23,447	0.164	
19	Braco do Baú	SC	205	0.35	0.4	2.6	1.2	11.8	33	0.407	0.35	28,874	82,497	0.209	
20	Alto Baú	SC	205	0.19	0.4	2.6	1.2	17.1	33	0.540	0.42	32,026	168,560	0.307	
21	Tributary of Bengala River	RJ	175	0.47	0.4	2.6	1.2	10.2	33	0.329	0.32	21,570	45,894	0.18	
22	Tributary of Pilões River	PR	205	0.25	0.4	2.6	1.2	22.3	33	0.540	0.39	38,959	155,837	0.409	
23	Agoltha	RJ	175	0.31	0.4	2.6	1.2	14.0	33	0.534	0.36	37,719	121,676	0.249	

## Design Sediment Volume



## Sediment storage capacity of sabo dam and debris flow control

Type of Torrent	Type of Dam	H m	i 1/i	B1 m	A m <sup>2</sup>	B2 m	θ °	L m	Vc m <sup>3</sup>	Remarks
Steep small basin	A	10	5	5.00	223	40	30	75	8,374	A<0.2
Gentle wide basin	B	10	8	10.00	273	45	30	120	16,399	0.2<A<1
	C	10	8	20.00	373	55	30	120	22,399	A>1



## Sediment storage capacity of sabo dam and debris flow control

No	River	State	Pp mm/day	A km <sup>2</sup>	V <sub>50</sub> m <sup>3</sup>	V m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup>	Type of Dam	i %	Vc (m <sup>3</sup> )	Number of sabo dam Required/Proposed
1	Seco River - "do Braco" Stream	SP	175	1.33	172,358	129,592	C	0.23	52,873	3.3 4 *1)
2	Tres Forquilhas River	RS	205	3.49	197,463	56,580	C	0.146	183,465	1.1 1 *2)
3	Tributary of "Bom Retiro" stream.	SC	205	0.19	38,103	200,543	A	0.265	42,541	0.9 1 *3)
4	Upper Basin of Belchior Stream	SC	205	0.045	2,564	56,986	A	0.13	8,374	0.3 1
5	Upper Basin of Belchior Stream	SC	205	0.65	18,434	28,360	B	0.134	16,399	1.1 1
6	"Bau" Stream	SC	205	0.44	12,504	28,418	B	0.124	16,399	0.8 1
7	Tributary of "Velha" Stream	SC	205	0.15	26,997	179,977	A	0.331	8,374	3.2 3
8	not informed	PE	175	2.15	37,449	17,418	C	0.142	22,399	1.7 2
9	Rivers "Cuiaba" and "Santo Antonio" - tributarys of "Piabanha" Stream.	RJ	175	4.2	86,944	20,701	C	0.18	22,399	3.9 4
10	Tributary of Bengala R. (Sao Lucas hospital)	RJ	175	0.154	23,491	152,536	A	0.323	8,374	2.8
10	Tributary of Bengala R. (Sao Lucas hospital)	RJ	191	0.12	10,873	90,608	A	0.364	11,250	1.0 1 *4)
11	"D'Antas" Stream	RJ	175	0.084	8,101	96,446	A	0.202	8,374	1.0 1

### Sediment storage capacity of sabo dam and debris flow control

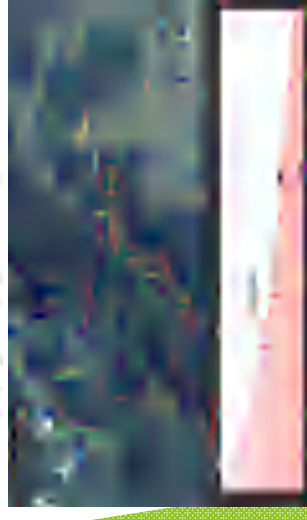
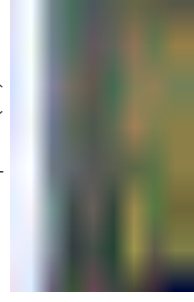
No	River	State	P <sub>p</sub> mm/day	A km <sup>2</sup>	V <sub>0/2</sub> m <sup>3</sup>	V m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup>	Type of Dam		i %	V <sub>c</sub> (m <sup>3</sup> )		
							Required	Proposed		Required	Proposed	
12	Príncipe Stream (Campo Grande)1	RJ	175	2.73	48,173	17,646	C		0.151	22,399	2.2	2
12	Príncipe Stream (Campo Grande)2	RJ	175	1.41	64,774	45,939	C		0.212	22,399	2.9	3
13	Veira River	RJ	175	1.8	46,413	25,785	C		0.17	22,399	2.1	2
14	Grande Stream and "Ingidior" Stream - "Nhundaquara" River	PR	205	1.61	22,364	13,891	C		0.103	22,399	1.0	1
15	Grande Stream and "Ingidior" Stream - "Nhundaquara" River	PR	205	5.97	49,825	8,346	C		0.104	22,399	2.2	2
16	(Subbacia do Rio Bengala)	RJ	175	0.12	19,580	163,170	A		0.289	8,374	2.3	3
17	Pauba River	SP	175	5.6	95,954	17,135	C		0.174	22,399	4.3	5
18	Palmital, Gurutuba rivers/water-sheds	SP	175	1.93	45,252	23,447	C		0.164	22,399	2.0	2
19	Braço do Bau	SC	205	0.35	28,874	82,497	B		0.209	16,399	1.8	2
20	Alto Bau	SC	205	0.19	32,026	168,560	A		0.307	8,374	3.8	4
21	Tributary of "Bengala" River	RJ	175	0.47	21,570	45,894	B		0.18	16,399	1.3	2
22	Tributary of "Pilos" River	PR	205	0.25	38,959	155,837	B		0.409	16,399	2.4	3
23	Lagoinha	RJ	175	0.31	37,719	121,676	B		0.249	41,966	0.9	1

### Debris Flow Control Plan

1. Seco R. (SP)

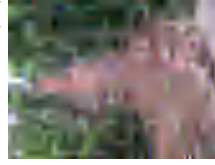


2. Tres Forquilhas (RS)

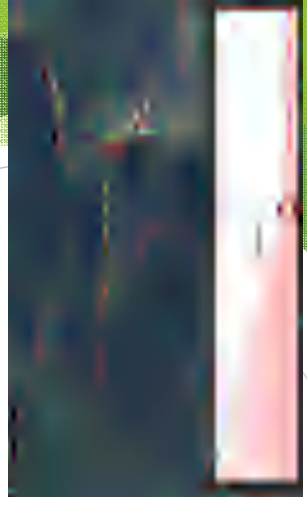


### Debris Flow Control Plan

3. Bom Retiriro R. (SP)

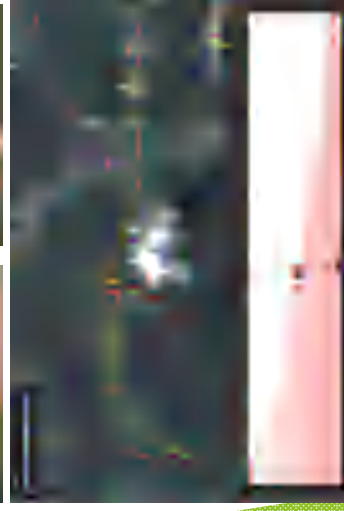
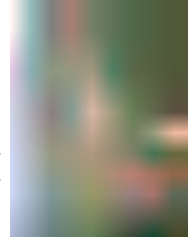
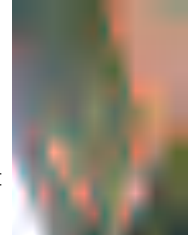


4. Upper Basin of Belchior R. (SC)

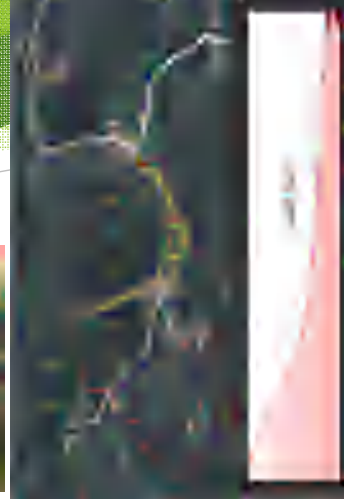
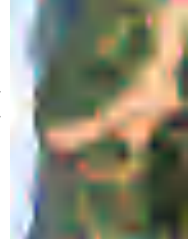


### Debris Flow Control Plan

5. Upper Basin of Belchior R. -25 (SC)

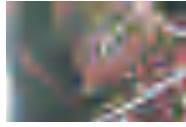


6. Bau R. (SC)

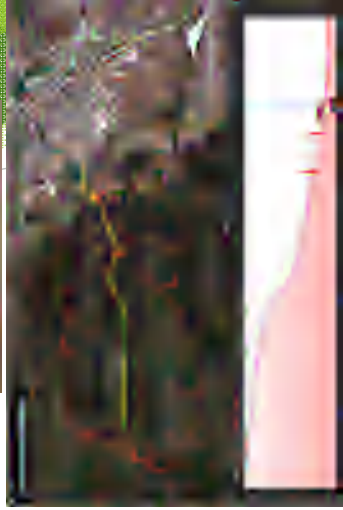
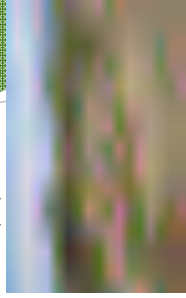


### Debris Flow Control Plan

7. Velha R. (SC)

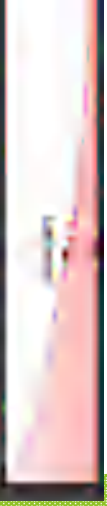
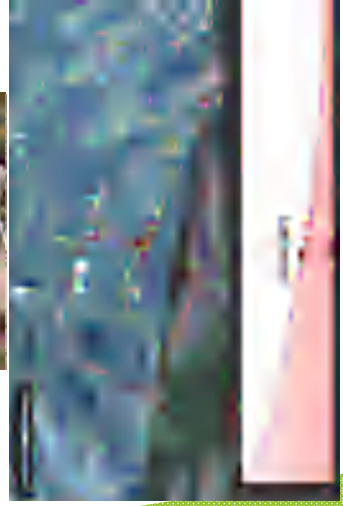
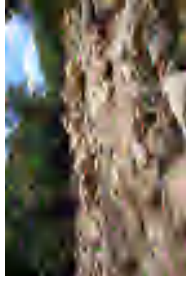


8. Aguas Belas (PE)

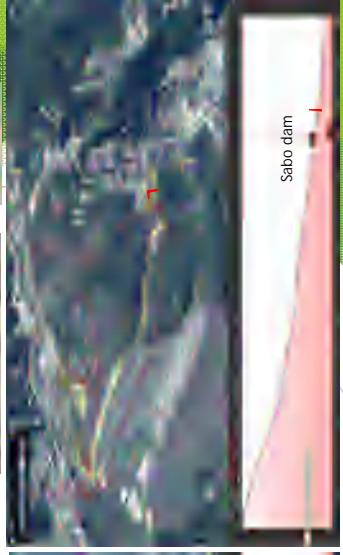
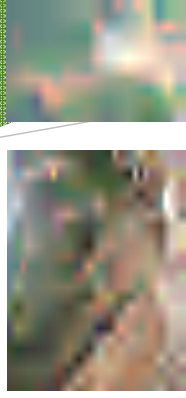


### Debris Flow Control Plan

9. Cuiaba R. (Peteropolis RJ)

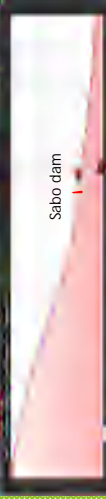


10. Sao Lucas (Nova Friburgo RJ)

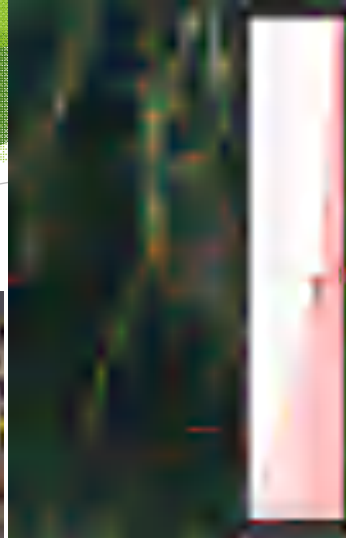
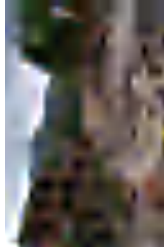


### Debris Flow Control Plan

11. Corrego Dantasa (Nova Friburgo RJ)

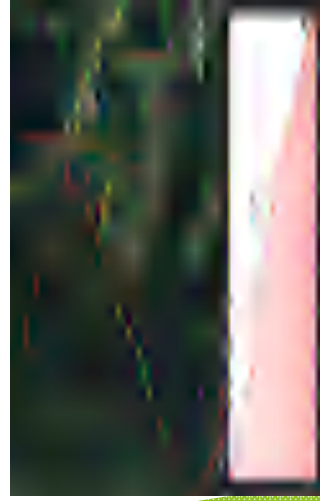


12. Principi R.-1 (Teresopolis RJ)

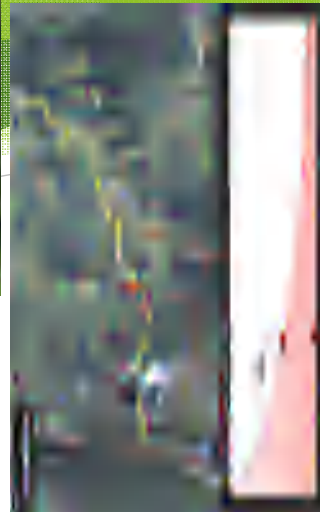


### Debris Flow Control Plan

12. Principe R.-2 (PR)

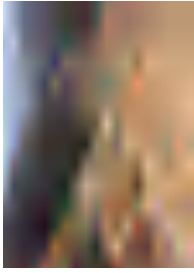


13. Viera R. (Teresopolis RJ)

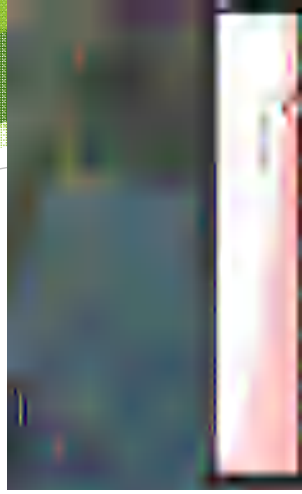
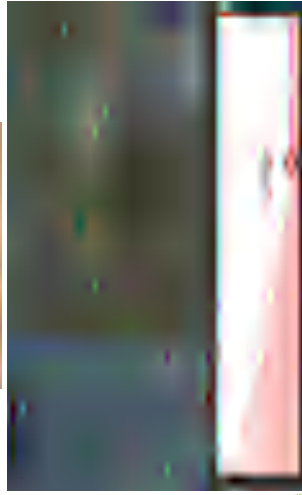


### Debris Flow Control Plan in Nova Friburgo

14. Nhundiaguara R.-1 (Morretes PR)

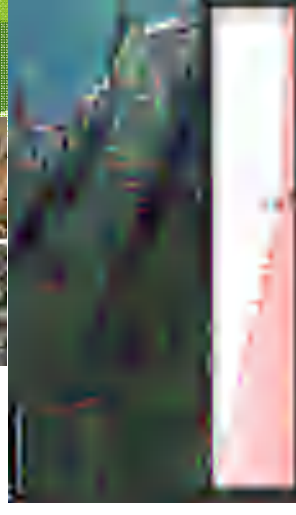
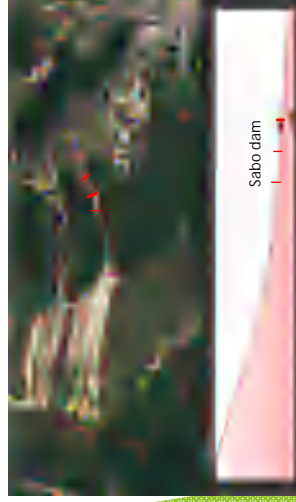
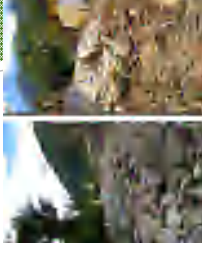


15. Nhundiaguara R.-5 (Morretes PR)



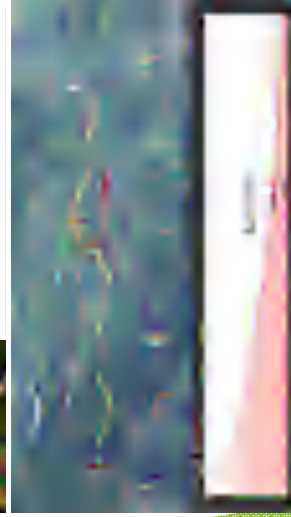
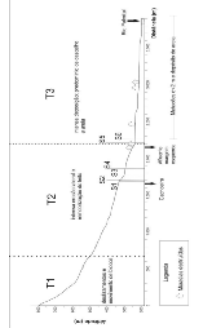
### Debris Flow Control Plan in Nova Friburgo

16. Duas Pedras - Bengala R. (Nova Friburgo RJ)

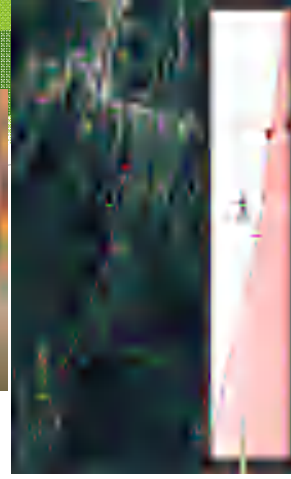


### Debris Flow Control Plan in Nova Friburgo

18. Palmital Gurutuba R. (Itaoca SP)

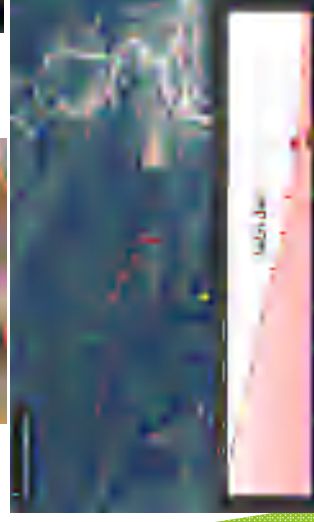


19. Braco do Bau R.-2 (Ilhota SC)

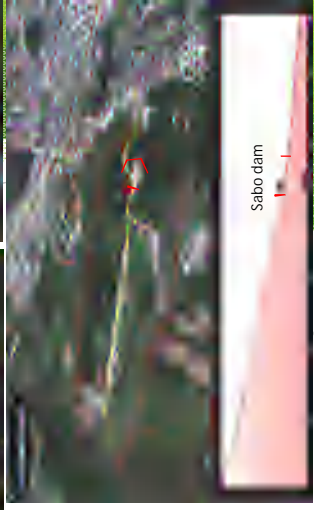
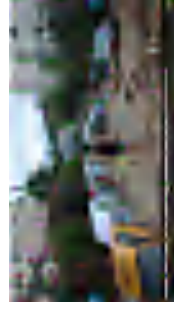


### Debris Flow Control Plan in Nova Friburgo

20. Alta Bau R.-1 (Ilhota SC)

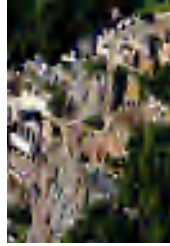
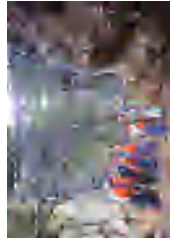


21. Vila Amelia - Bengala River (Nova Friburgo RJ)

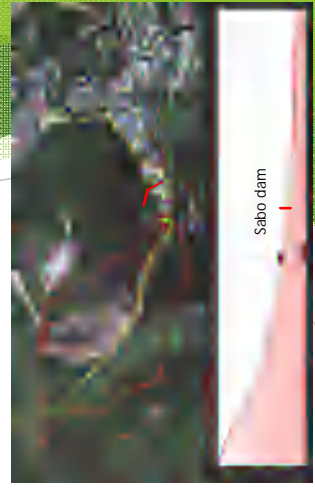
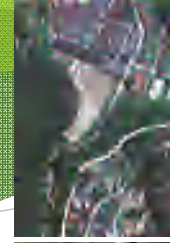


## Debris Flow Control Plan in Nova Friburgo

22. Palmital Gurutuba R. (Itaoca SP)



23. Lagoinha (Nova Friburgo RJ)





## 第 1 回本邦受入活動

### (3) 砂防堰堤の施工

# Construção da Barragem Sabo

Barragem Sabo de Concreto  
Barragem Sabo com Solo-cimento

Divisão de Obras Fluviais do Departamento de Desenvolvimento Regional de Kyushu

1

## Índice

- Capítulo 1 Noções básicas sobre a construção da instalação de Sabo (Construção 1-22)
- Capítulo 2 Estrada para a construção (Construção 2-1)
- Capítulo 3 Obra de desvio (Construção 3-1)
- Capítulo 4 Obra de escavação (Construção 4-1)
- Capítulo 5 Obra de concreto (Construção 5-1)
- Capítulo 6 Solo-Cimento Sabo (Construção 6-1)
- Capítulo 8 Obras em trabalhos especiais (Construção 8-1)
- Capítulo 9 Outras instalações (Construção 9-1)

2

## Capítulo 1 Noções básicas sobre a construção da instalação de Sabo

### 1.1 Diretrizes para a construção da instalação de Sabo

Como as instalações de Sabo são geralmente planejadas e projetadas em áreas montanhosas estreitas, é necessário encontrar meios para viabilizar o transporte de materiais e a operação de máquinas de grande porte. No entanto, como as condições topográficas, geológicas, hidrológicas, ambientais, de uso da terra, de transporte e afins, são muito variadas, atualmente não há um método específico. Nesse caso, o ideal é realizar a construção com engenhosidade e de acordo com as condições locais sem determinar uma padronização uniforme. Portanto, desta vez, além de indicar as questões fundamentais da construção, será apresentado os pontos a serem respeitados, considerando os exemplos anteriores de construção, pesquisas e afins.

3

### 1.2 Procedimento de construção

Obras preparatórias (instalação geral provisória)

Obra de estrada para construção

Instalação para obra de desvio

Obra de escavação

Obra de concreto / Construção das instalações relacionadas/obras especiais

- Equipamentos de transporte
- Obra de andaime facheiro
- Concretagem

Obra de remoção (instalação geral provisória)

4

# Capítulo 2 Estrada para a construção

## 2.1 Sumário

As estradas para a construção são destinadas para assegurar o transporte de vários materiais e o pessoal envolvido nas obras, a partir da principal via de tráfego até o canteiro de obras e, em princípio, são instalações temporárias.



5

## 2.2 Procedimento de construção

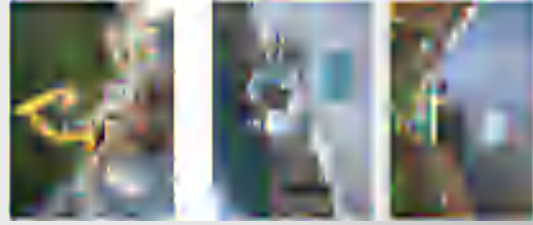
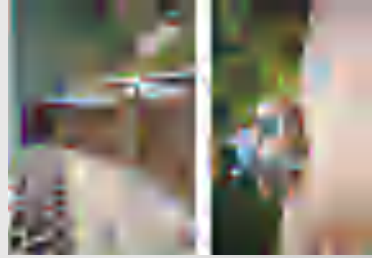
### Escolha do tipo de equipamentos

Classificação das funções	Nome da máquina	Padrão
Escavação e carregamento	Retroscavadeira	Pá carregadeira com concha 0,8m <sup>3</sup> do tipo de medida de emissões de gases (empilhamento plano 0,6m <sup>3</sup> )
	Escavadeira	Tipo de contra medida comum de emissões de gases de 15 toneladas 3,1m
Obras de correção do desnível e do leito da estrada	Motoniveladora	
	Rolo pneumático	Tipo de contra medida comum de emissões de gases de 8 a 20 toneladas
	Rolo vibratório	Produto de 10 toneladas

6

## 2.2 Procedimento de construção

- Transportar as máquinas
- ↓
- Operação de escavação (máquinas de construção)
- ↓
- Carregamento da escavação
- ↓
- Processo da escavação e berma de talude
- ↓
- Instalação da estrutura de drenagem, etc.
- ↓
- Correção do leito da estrada
- ↓
- Pavimentação (extração de pedras, concreto asfáltico)

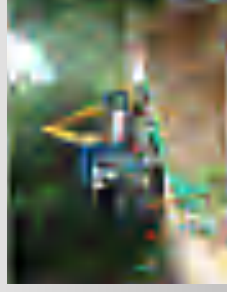


7

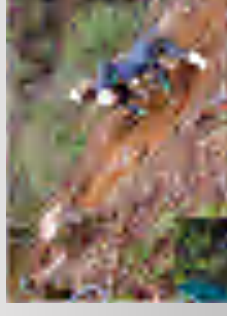
## 2.3 Método de construção

As estradas para a construção são planejadas com rotas considerando o equilíbrio de corte (retaludamento) e berma. No entanto, nos canteiros de obras, onde há muitas áreas montanhosas, podem se tornar antieconômico apenas com o corte (retaludamento) e berma. Nesse caso há a tendência de estabelecer estruturas, como muros de retenção.

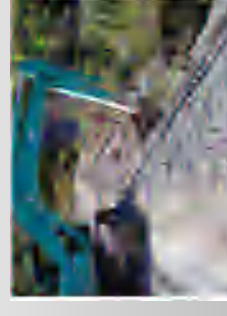
Como a escavação é geralmente direcionada para detritos, cascalhos, entre outros materiais, o processo envolve a escavação com retroscavadeira, arrastar a terra com escavadeira e carregar com retroscavadeira. Ao escavar, realiza-se o destocamento e a limpeza, separando do solo usado. O aterro (berma) é um processo de arrastar o solo usado (detrito) com escavadeira, moldar com a retroscavadeira e realizar a compactação da encosta.



Escavação e carregamento com retroscavadeira



Destocamento e limpeza



Compactação da encosta com retroscavadeira

8

### 2.3 Método de construção

Muitos pavimentos são feitos de concreto devido às inclinações acentuadas das estradas. Ademais, há casos em que são implantados desnivelamentos, como grooving (ranhuras na superfície do pavimento), empregados com finalidades antiderrapantes.



Pavimento de concreto

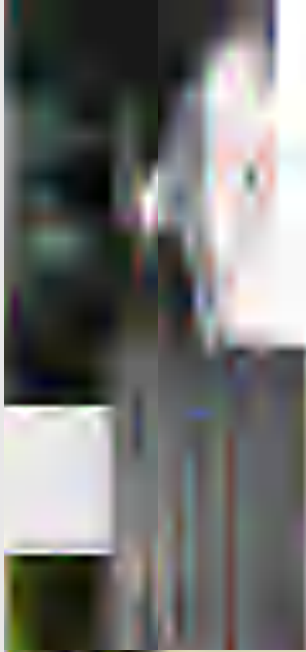


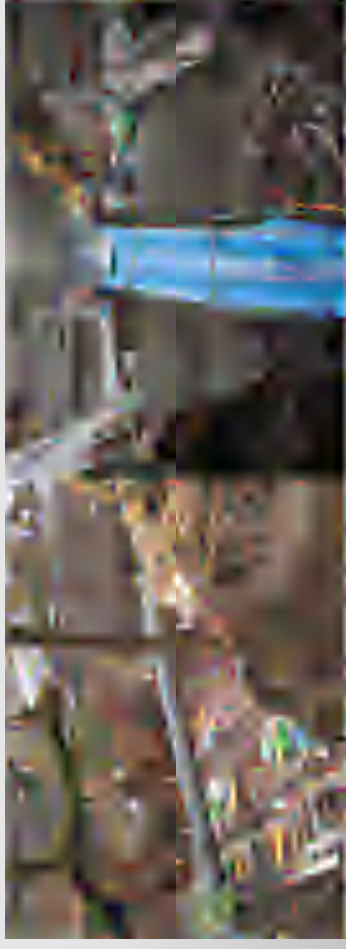
Foto ampliada da parte em círculo

Groovings (ranhuras na superfície do pavimento) são colocados com o propósito de aumentar a rugosidade da superfície da estrada em uma seção de gradiente longitudinal íngremé.

## Capítulo 3 Obra de desvio

### 3.1 Sumário

A obra de desvio tem a função de desviar a água do rio (córrego da montanha) durante a construção.



Exemplo da construção de desvio

### 3.2 Procedimento de construção

Escolha do tipo de equipamentos

Classificação das funções	Nome da máquina	Padrão	Aplicação
Escavação e carregamento	Retroescavadeira	Pá carregadeira com concha 0,8m <sup>3</sup> do tipo de medida de emissões de gases (empilhamento plano 0,6m <sup>3</sup> )	
	Escavadeira	Tipo de contra medida comum de emissões de gases de 15 toneladas	



Transportar as máquinas

↓  
Operação de escavação (máquinas de construção)

↓  
Construção do canal  
• Canal de concreto  
• Tubulação de água (closed conduit) de polietileno  
• Canal corrugado, etc.

### 3.3 Método de construção

(1) Método de desvio

Há três métodos de obras de desvio de água do rio ao construir uma barragem Sabo: ① Sarjeta de drenagem provisória (canal aberto de dreno provisório), ② Desvio em múltiplas etapas e ③ Túnel provisório de drenagem. É aplicado de acordo com a topografia do local da construção, a vazão e a largura do rio.

Condições de aplicação do método de obras de desvio da água do rio

Método de obra de desvio da água do rio	Largura do rio	Vazão	Duração da construção	Exemplo adotado
① Sarjeta de drenagem provisória ou canal aberto	Estreito	Pequena	Curta	◎
② Desvio em múltiplas etapas	Largo	De pequena a grande	Curta	○
③ Túnel provisório de drenagem	Estreito	Grande	Longa	△

◎ : Muito ○ : Pouco △ : Raramente (Não há nenhum exemplo de construção no Departamento de Desenvolvimento Regional de Kyushu)

## (2) Método de construção da ensecadeira

- 1 Dependendo das condições do leito do rio, utiliza-se a instalação de muros de contenção de concreto, bermas, grandes sacos de areia, gabiões, entre outros. No entanto, em princípio, a aquisição dos materiais *in loco* deve ser considerada em primeiro lugar.
- 2 A ensecadeira é classificada como a que possui a função de mudança para um canal de drenagem temporário (ensecadeira de montante) e a que possui a função de impedir o refluxo na saída de água do canal de drenagem temporário (ensecadeira de jusante). Geralmente, como a parte íngreme do gradiente do leito do rio se torna o canteiro de construção, verifique se não há influência do nível de água a jusante. Há casos em que o desvio a jusante não é implementado.
- 3 A extremidade da crista da ensecadeira de montante e a de jusante deve ser a altura obtida pela adição de uma borda livre de cerca de 0,5 m ao nível da água na taxa de vazão alvo.

13

## (4) Ensecadeira de jusante

Quando a taxa de vazão alvo flui para jusante, dependendo da presença ou ausência da influência do retorno, determine a instalação da barragem de fechamento de jusante. Caso seja determinado, instale de acordo com a espessura do sedimento do leito do rio, da mesma forma que é realizada na barragem da ensecadeira de montante provisória.



Exemplo da construção da ensecadeira de jusante

15

## (3) Ensecadeira de montante provisória

- 1 Quando a profundidade do sedimento do leito do rio é raso execute a escavação e remoção dos sedimentos do leito do rio para impedir a infiltração de água por eles e instale uma barragem de fechamento na fundação de rochas.
- 2 Quando a profundidade do sedimento do leito do rio é profundo caso seja difícil de removê-lo (aumenta o custo das obras, etc.), instale uma barragem de fechamento na fundação dos sedimentos do leito do rio. Em relação à infiltração de água a partir da fundação, suspenda a água no muro de concreto diretamente à montante da barragem e drene-a com a bomba de drenagem. Caso realize o bombeamento de drenagem somente com a barragem de fechamento instalada, é necessário analisar minuciosamente o volume de infiltração da fundação e a capacidade de bombeamento, verificando se não interferirá na construção.



Exemplo da construção da ensecadeira de montante provisória (grandes sacos de areia empilhados)

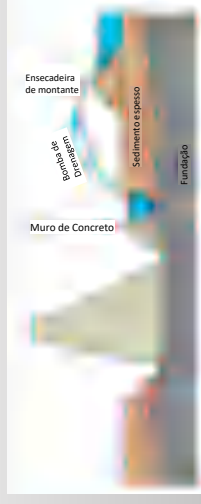


Diagrama esquemático da ensecadeira de montante provisória quando o sedimento do leito do rio é espesso

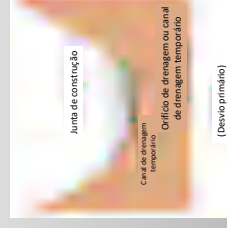
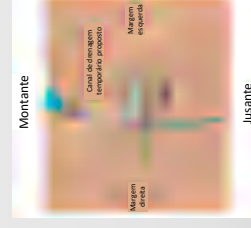
14

## (5) Canal aberto de dreno provisório (sarjeta)

1) Sumário do método de construção: este é o método de desvio mais comumente aplicado no Departamento de Desenvolvimento Regional de Kyushu.

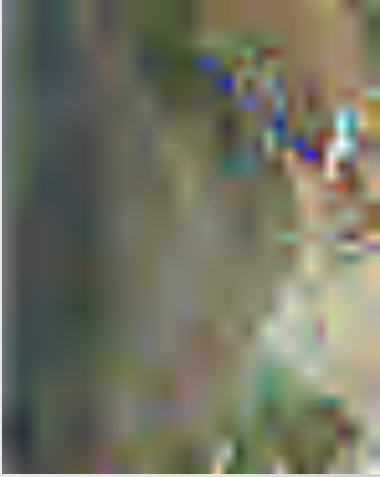
2) Procedimento de construção

- 1 Após a instalação do tubo de drenagem temporário construa uma ensecadeira de montante e desvie a água corrente para o tubo de drenagem temporário do lado da margem direita.
- 2 Realize a escavação da barragem principal da margem esquerda e da entrada e faça a concretagem. Neste caso, prepare um orifício de drenagem para o desvio na elevação do leito do rio da barragem. Caso a vazão seja muito elevada, instale um canal de drenagem temporário.
- 3 Mude o canal para o lado da margem esquerda e drene usando o orifício de drenagem instalado no corpo da barragem. Caso não esteja instalado o orifício de drenagem na elevação do leito do rio e haja uma vazão extremamente baixa, uma bomba de drenagem poderá ser utilizada.
- 4 Execute a escavação da margem direita e realize a concretagem. Nesta etapa, a barragem de concreto é construída a uma altura de 2 a 3 m do leito de rio ao longo de todo o comprimento. A parte central da barragem deve ser abaixada de uma a duas alturas de elevação, calculando o transbordamento causado pela geração de excedentes de vazão.
- 5 Realize a concretagem enquanto a ensecadeira provisória e o canal de drenagem temporário são removidos durante a execução do desvio com um orifício de drenagem (ou canal de drenagem temporário).

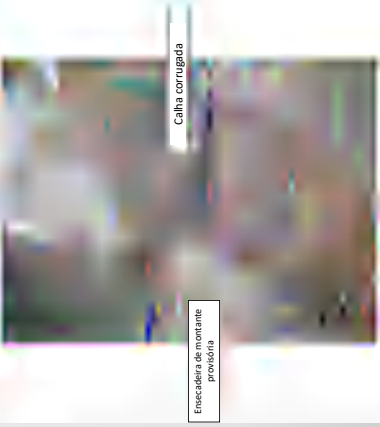


O número de sacos de areia requeridos em desvio secundário (desvio secundário)

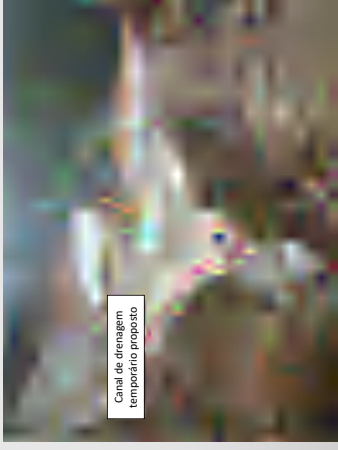
(Desvio primário)



Exemplo da construção da sarjeta de drenagem provisória (tubo corrugado)



Exemplo da construção de canal aberto de dreno provisório (calha corrugada)



Canal de drenagem temporário proposto

Exemplo do desvio por um canal de drenagem temporário



Sarjeta de drenagem provisória

Exemplo da obra de desvio pelo canal de drenagem temporário e pela calha corrugada

## Capítulo 4 Obra de escavação

### 4.1 Sumário

A escavação de fundação da barragem principal é realizada para escavar os solos superiores, os sedimentos do leito do rio e as rochas intemperizadas e para expor a resistência estabelecida conforme o tipo e o tamanho da barragem.

As estruturas das instalações de Sabo geralmente são construídas em áreas montanhosas, onde as condições locais e climáticas são desfavoráveis.

Por esta razão, nas obras de terraplenagem (escavação, demolição, carregamento, transporte, etc.) da barragem Sabo é necessário considerar cuidadosamente em relação aos seguintes pontos: escolha das máquinas de construção, tipos de equipamentos, capacidade e posicionamento, incluindo o método de construção.

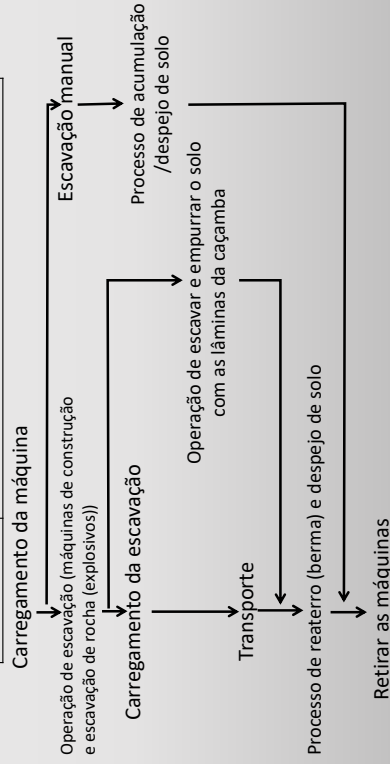
### 4.2 Procedimento de construção

Escolha do tipo das funções de terraplanagem e das máquinas operacionais da barragem Sabo

Classificação das funções		Nome da máquina	Padrão	Aplicação
Escavação, escavação para fundação, demolição	Máquinas de construção	Retroescavadeira	Pá carregadeira com concha 0,8m <sup>3</sup> do tipo de medida de emissões de gases (empilhamento plano 0,6m <sup>3</sup> )	
	Escavação de rocha (máquina)	Escavadeira	Tipo de contra medida comum de emissões de gases de 15 toneladas	
Carregamento		Disjuntor pesado	Tipo hidráulico de 1.300 kg	
		Retroescavadeira	Pá carregadeira com concha 0,8m <sup>3</sup> do tipo de medida de emissões de gases (empilhamento plano 0,6m <sup>3</sup> )	Aplicável ao utilizar o caminhão basculante.
Transporte		Caminhão basculante	Produto de 10 toneladas	A Tabela 4.2 é o padrão para escolher o tipo operacional de transporte de solo.
		Escavadeira	Tipo de contra medida comum de emissões de gases de 15 toneladas	
Reaterro e nivelamento		Retroescavadeira	Pá carregadeira com concha 0,8m <sup>3</sup> do tipo de medida de emissões de gases (empilhamento plano 0,6m <sup>3</sup> )	
		Escavadeira	Tipo de contra medida comum de emissões de gases de 15 toneladas	

Tabela 4.2. Escolha do tipo operacional de transporte de solo de construção

Distância de transporte	Método padrão de construção
60m ou menos	Padrão: Bulldozer
Mais de 60m	Padrão: Retroescavadeira + Caminhão basculante



21

### 4.3 Método de construção

A escavação é executada para obter um solo que seja adequado para a fundação da barragem Sabo, a qual requer uma construção cuidadosa, particularmente para a escavação de acabamento.

Dependendo da textura do solo, a escavação envolve a escavação de detritos e/ou cascalhos e areias e também de rochas. A parte da fundação é ainda dividida em escavação bruta e acabamento da escavação. O método de escavação é também classificado em escavação com explosivos, com máquinas e manual.

22

### (1) Fundação de cascalhos e areias

- 1 A escavação de detritos e/ou cascalhos e areias é executada com escavadeira, retroescavadeira e outras máquinas. Ao executá-la, deve tomar cuidado para não desestruturar a compactação de solo causado pelas máquinas pesadas de escavação, como o caterpillar. Portanto, devem ser levados em consideração o revestimento do pneu, a colocação da chapa de ferro e a escavação fora do canteiro de obras.
- 2 Não é aconselhável executar a escavação de fundação da barragem de ambas as margens, devido ao afrouxamento causado pela erosão de águas pluviais e secagem por congelamento e descongelamento em consequência de estar exposto por longo tempo. Portanto, para evitar deslizamentos, não é aconselhável realizar uma escavação completa. Caso seja inevitável, tome medidas por meio de telha argamassada e concreto projetado ou logo após a escavação de ambas as margens dê prioridade à concretagem e conclua a obra construindo um enchimento no revestimento enterrado.
- 3 Do ponto de vista de evitar o afrouxamento desnecessário do solo, a explosão para remover os pedregulhos grandes existentes na superfície do acabamento da fundação, deve ser evitada tanto quanto possível. Assim, caso seja considerado que está totalmente fixado no subsolo, não há necessidade de removê-los.
- 4 No caso de cascalhos e areias, em princípio, aplica-se o sistema de construção em seco, portanto, drene suficientemente e não realize a escavação subaquática.
- 5 Ao definir uma fundação com solo sem estabilidade na resistência de suporte, como areias com diâmetro de partículas homogêneas, solos arenosos, siltes e solos argilosos, avalie a resistência de suporte pelo teste de carga de placa na superfície escavada. Considerando que o leito real do rio não possui uma textura homogênea do solo, o teste é padronizado em 3 locais.
- 6 No caso da fundação de detritos e/ou cascalhos e areias, a limpeza com água pressurizada deve ser evitada. Os sedimentos e as partes frouxas devem ser removidas cuidadosamente e manualmente.<sup>23</sup>

24

### (2) Fundação de rochas

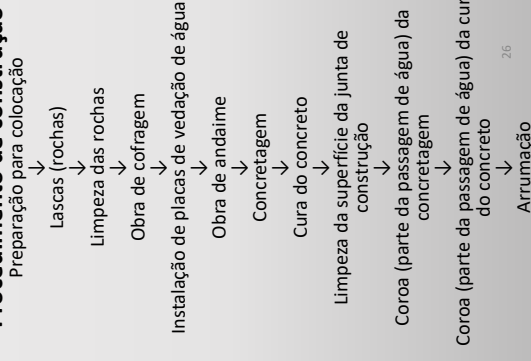
- 1 A escavação escalonada (em degraus) em ambas as margens deve ser evitada. Estas partes são onde a forma convexa em terraços (degraus) é afrouxada por escavação e também a concentração de tensões de concreto ocorre com facilidade, os quais são uma das causas que geram rachaduras. É necessário processar sem pequenas escalonadas dentro do âmbito inclinado de escavação estipulado pelos regulamentos de Segurança e Saúde Industrial.
- 2 Os explosivos (como pólvoras) devem ser utilizados moderadamente para evitar o afrouxamento da fundação de rochas. Não há necessidade de escavar rochas que exijam escavação por explosivos na barragem Sabo de altura <15 m.
- 3 Após a escavação bruta, execute o acabamento da escavação manualmente utilizando instrumentos, como picaretas, e realize a limpeza das rochas com uma lavadora de alta pressão. É aconselhável realizar a escavação, onde o intemperismo progride aceleradamente influenciando a qualidade da rocha por ficarem expostos, um pouco antes de executar a concretagem. Caso seja inevitável realizar a escavação, são necessárias medidas para proteger com telha argamassada ou outros meios. 3 Método de construção.



# Capítulo 5 Obra de concreto

## 5.1 Procedimento de construção

### Procedimento de construção

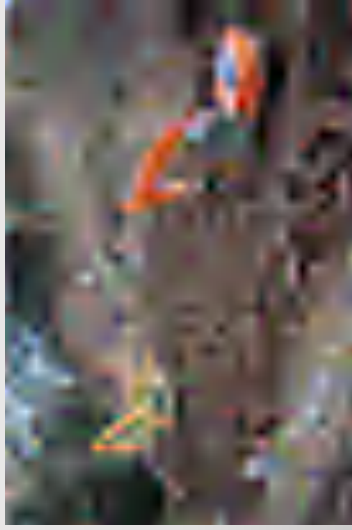


Geralmente o guindaste para terrenos acidentados é utilizado para transportar concreto.

Estabelecimento da categoria de obras de concretagem e da máquina de construção

Categoria da obra	Nome da máquina	Padrão
Concretagem		Expansão e retração da lança telescópica hidráulica do tipo de medida de emissões de gases de 25 toneladas
Montagem/De smantelament o da cofragem	Guindaste para terrenos acidentados	

25



Exemplo da construção relacionada à escavação de rochas

Exemplo da construção relacionada à escavação de detritos

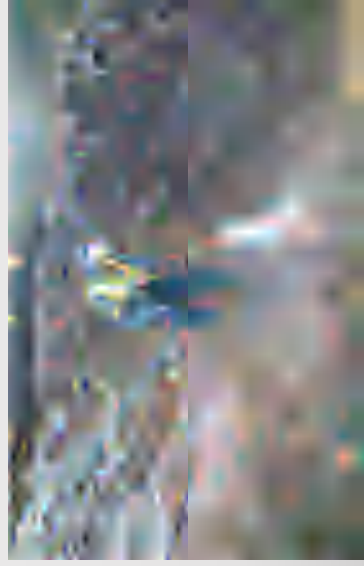
## 5.2 Método de construção

### (1) Limpeza das lascas e das rochas

Ao executar a fundação de rocha, antes de iniciar a concretagem, deve realizar o processo de lascagem com uma picareta como acabamento da escavação de fundação de rocha e remover os fragmentos, como pedras soltas da superfície da rocha, sedimentos e fragmentos de rocha. Após terminar esses processos, antes da concretagem, deve realizar a limpeza utilizando água pressurizada ou outros meios.

No caso da fundação do solo, a limpeza com água pressurizada deve ser evitada. Os sedimentos e as partes frouxas devem ser removidas cuidadosamente e manualmente.

27



Limpeza da rocha com jato de água

## 5.2 Método de construção

### (2) Obra de cofragem

A cofragem da barragem Sabo é relativamente simples. É classificada em cofragem para: superfície a montante e a jusante, junta transversal e enchimento.

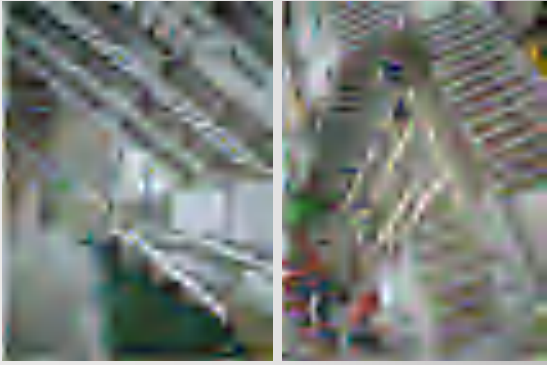
Dependendo da quantidade da colocação de blocos, será necessário criar a raiz (radix) da cofragem. Considerando o número de dias para descofragem e outros processos será necessário o dobro de blocos possíveis de serem colocados. Como a cofragem de aço (forma de metal) é desviada, devem ser utilizadas estruturas fáceis de serem removidas.

Utilize cofragens resistentes que suportem às vibrações e à pressão de concreto causados durante a concretagem. Antes, a cofragem de madeira era predominante, mas nos últimos anos está sendo dominada pela cofragem de aço. Em muitos casos, são utilizadas cofragens deslizantes que são movidas de acordo com o posicionamento da elevação. A cofragem deslizante é equipada com passarela (andaime) e como não há a necessidade de instalar separadamente um andaime, é um aparelho bastante conveniente.

A cofragem de madeira é adotada regionalmente em áreas irregulares, como partes rochosas, devido à sua facilidade de processamento.

Atualmente, há um número crescente de canteiros de obras que utilizam os restos de cofragens, os quais possibilitam a redução operacional de descofragem e a diminuição de resíduos de construção, visando a redução do tempo e custo da construção. Há vários tipos de restos de cofragem, porém, para os que possuem resistência suficiente para suportar as tensões geradas na barragem Sabo, instale-os dentro da seção do projeto e para os que possuem resistência insuficiente, instale-os fora da seção do projeto. Ademais, nos últimos anos, em alguns canteiros de obras que utilizam os restos de cofragens têm combinado cofragens decorativas ou madeiras desbastadas como um paisagismo. Como as madeiras são inferiores em durabilidade, ao utilizar as madeiras desbastadas, instale-as fora da seção do projeto.

28



Exemplo da construção de cofragem deslizante

29



Exemplo da barragem Sabo com cofragem decorativa

30

### (3) Instalação de placas de vedação de água

As placas de vedação de água são instaladas entre os blocos de concreto e, em geral, são adotadas placas de vedação de PVC.

A barragem Sabo é uma estrutura voltada para depositar detritos. Embora na técnica anterior houvesse muitos casos de dispensar o uso de placas de vedação de água, atualmente, devido ao receio de que a lixiviação e a liberação da água corrente entre os blocos de concreto possam afetar a estabilidade da barragem Sabo, tem aumentado a instalação das placas de vedação de água.

31

### (4) Concretagem

#### 1) Conceito básico sobre a combinação e colocação do concreto

A diferença da concretagem da barragem Sabo em relação a outras barragens está no processo de evitar a geração de rachaduras causadas pelo aumento de temperatura e arrefecimento dentro do concreto, devido ao calor de hidratação do cimento acionado pela fixação do concreto de massa. Portanto, são requeridos uma baixa geração de calor, possuir o propósito de armazenar águas e detritos, corresponder às condições climáticas adversas ou às outras situações em fluxos de detritos ou em áreas frias garantindo o peso unitário da resistência abrasiva, da impermeabilidade, da durabilidade e de condições do projeto.

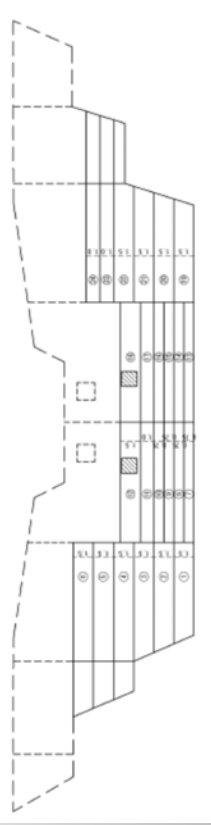
Em relação às tensões internas da barragem Sabo, embora a segurança seja o suficiente com resistências de concreto de 100 kgf/cm<sup>2</sup>, devido ao problema da durabilidade é empregado uma resistência de projeto de 180 kgf/cm<sup>2</sup> ou mais. Além disso, os concretos ricos em combinações são frequentemente utilizados separadamente como uma parte da passagem de água, uma parte de fendas ou outras partes que exigem uma resistência abrasiva.

32

## 2) Altura de elevação

Caso a concretagem seja feita em grande quantidade de uma só vez, a temperatura aumentará devido à influência do calor de hidratação [\*Nota] ou outros motivos. Portanto, as rachaduras são susceptíveis de ocorrer no concreto ao contrair durante a refrigeração. Essas rachaduras afetam negativamente a segurança, a impermeabilidade e a durabilidade. Portanto, deve dividir previamente em blocos (espalhamento planar) e realizar a elevação (altura) de tal forma que não gerem rachaduras, executando a concretagem, formando as juntas transversais e juntas de construção horizontal.

- 1 A altura de elevação 1 é padronizada de 0,75 a 1,5m.
- 2 Ao executar uma junta de construção no solo, na rocha ou em um concreto que, por alguma razão inevitável, ficou parado por um longo tempo, é necessário elevar algumas vezes, posicionando a uma altura de 0,75 a 1,0 m.
- 3 No caso do antigo concreto (período desde que foi feita a concretagem) que possui a elevação de 0,75 a 1,0 m, deve atingir 3 dias e o que possui 1,0 m ou mais, deve atingir 5 dias para executar a junta de construção no concreto novo
- 4 A diferença de altura do posicionamento entre os blocos adjacentes deve ser inferior a elevação 8 na direção transversal.



33

## 3) Sequência de construção

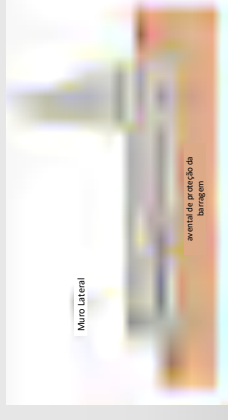
Antes de iniciar as obras, determine a sequência da construção considerando a importância de evitar que as partes em obra não se tornem obstáculos pela inundação durante a construção. A sequência da construção é geralmente organizada na seguinte ordem.

- 1 Elevar a altura da barragem principal até 2 a 3 m acima da altura do leito atual.
- 2 Realizar a construção da barragem auxiliar (muro perpendicular).
- 3 Realizar a construção da entrada (muro lateral).
- 4 Realizar a construção da entrada (avental de proteção da barragem).

No momento de realizar o desvio secundário, o lado oposto deve ser construído na mesma sequência.

- 5 Dar a continuidade na construção da barragem principal após a conclusão da construção da entrada.

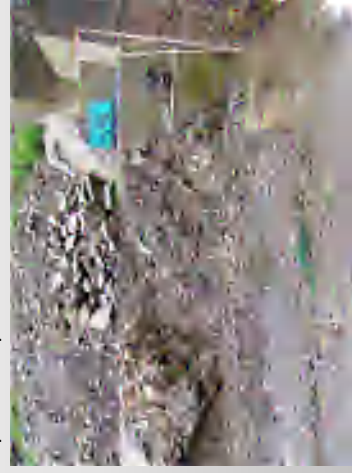
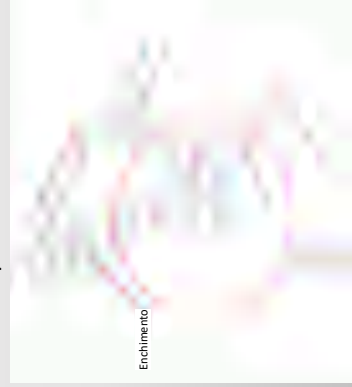
Nos últimos anos, há casos de adoção do método de concluir primeiro a barragem principal com o propósito de desenvolver a função da barragem Sabo o mais rapidamente possível. No entanto, esse não é o caso, a menos que sejam impostas restrições às condições do canteiro de obras, como a dificuldade de posicionar a entrada, caso a barragem principal seja concluída primeiro.



34

## (5) Enchimento de concreto

A finalidade do enchimento é destinado para: evitar o escoamento das rochas pela queda de água no lado da jusante, prevenir o intemperismo nas rochas e no embutimento da fundação no lado da montante e impedir a infiltração de água. Portanto, da mesma forma que é realizada no posicionamento do corpo principal, é necessário posicioná-lo em um único corpo e compactá-lo de forma suficiente.



35

## Capítulo 6 Solo-Cimento Sabo

### 6.1 Explicação geral

Em geral, os projetos de Sabo se resumem em obras realizadas em áreas montanhosas cujo método convencional enfrenta algumas questões como a geração de rejeitos de escavação que acarreta em alto custo de disposição, e também as limitações no transporte dos materiais de construção como concreto, etc. que acabam prejudicando a eficiência da própria obra. Além disso, os resíduos gerados podem levar a questões ambientais por causa do ruído e vibração causados pelo seu transporte, além da necessidade de se garantir um aterro para a sua disposição.

Diante desta situação, o método Solo-Cimento Sabo foi desenvolvido como um método que permite aproveitar de forma eficaz os rejeitos de escavação gerados durante a construção das estruturas de contenção de detritos. O método Solo-Cimento Sabo produz o solo-cimento pela mistura do solo gerado no local, do cimento ou leite-de-cimento, etc. e o método é uma denominação geral dada aos métodos de construção de estruturas *sabo* e de instalações acessórias bem como o melhoramento do solo local.

36

## 6.1 Explicação geral (continuação)

O solo-cimento pode ser dividido em duas grandes categorias segundo as características de compactação de acordo com a granulometria do solo usado: tipo compactação (INSEM) e o tipo fluido (flowing).

### ( 1 ) Tipo compactação ( INSEM )

O solo-cimento do tipo compactação ganha resistência por solidificação através da reação de hidratação por adição de água ao solo gerado no local e acrescido da quantidade apropriada de cimento. No entanto, quando a proporção de grãos finos no solo local é alta é preciso obter o incremento da resistência por maior adição de água o que resulta num maior conteúdo de água e acaba dificultando a sua compactação.

### ( 2 ) Tipo fluido

O tipo fluido faz a solidificação do solo local que apresenta alta proporção de grãos finos pela adição do leite-de-cimento. O leite-de-cimento contém uma quantidade de água que fluidifica o solo até o seu limite líquido e uma quantidade de cimento que não gera excesso de água. Embora o método ISM seja considerado em termos conceituais como tipo fluido, pode ser considerado diferente em termos de dosagem e controle.

37

## A comparação das características entre os métodos INSEM (tipo compactação) e ISM (tipo fluido)

Item	Método INSEM	Método ISM
Forma de mistura	Por retroscavadeira, etc.	Escavadeira cabeça gêmea, etc.
Agente solidificador	Cimento	Leite-de-cimento
Propriedades dos materiais	Consistência zero (sem fluidez)	Com consistência (com fluidez)
Compactação	Necessária (por rolo, etc.)	Desnecessária ( apenas vibrador, etc.)
Solo usado	Eficiência na faixa de $\phi$ 80 a 150 mm	Atende até 300 mm <sup>2</sup>
Conteúdo de fração de finos (<20%)	20% ou menor (desejável 10 % ou menos)	Varia de acordo com o tipo ( experiência de trabalhos com até 50 %)
Volume médio de trabalho (Quantidade real máxima)	80 m <sup>3</sup> / dia ( 1.100 m <sup>3</sup> / dia)	80 m <sup>3</sup> / dia ( 600 m <sup>3</sup> / dia)
Quantidade estimada de cimento usado	100 a 200kg/m <sup>3</sup>	200 a 300kg/m <sup>3</sup>
Resistência à compressão	0,5 a 8,0 N/ mm <sup>2</sup> ( resultado real )	0,5 a 18,0 N/ mm <sup>2</sup> ( resultado real )

\*1. Mesmo quando a quantidade de argila e lodo for alta, o material poderá ser usar para INSEM através de ajuste de granulometria por acréscimo de agregados.

\*2. No caso de se fazer a mistura com retroscavadeira é possível trabalhar com  $\phi$  300 mm ou mais

38

## 6.2 Tipo compactação (INSEM)

### ( 1 ) Procedimentos para obra tipo compactação

- É o método de construção de estruturas usando-se o material de mistura do solo local gerado e o cimento, e que é compactado por rolo vibratório.
- Em geral, a resistência alvo do material INSEM usado no corpo de uma barragem é 3,0 N/ mm<sup>2</sup> ou superior.

Classificação	Fluxo normal de trabalho	Itens de decisão e máquinas usadas
1. Levantamento da abundância de material	Levantamento da abundância de material	Confirmação da abundância de material no entorno do local da obra
2. Plano de obra	(1) Plano de aquisição de materiais (2) Elaboração do plano da obra	Garantia de aquisição do material externo em caso de falta de material Procedimento e método de construção
3. Projeto de dosagem	Projeto de dosagem	Feito a cada mudança no material usado
4. Obra experimental	Obra experimental	Seleção das máquinas e definição da especificação para compactação

\*1. No caso de colocação contínua do material não é necessário fazer tratamento das juntas, mas se a superfície de colocação estiver seca é necessário dispensar água sobre ela. Quando o intervalo de colocação do solo-cimento é de algumas semanas ou superior, deve dispensar água e pulverizar cimento na superfície de junta.

\*2. Deve ser feito após a última colocação do solo-cimento do dia.

39

Método Solo-Cimento Sabo (material de mistura entre o solo gerado no local e o cimento) para construção de instalações e estruturas acessórias e também melhoramento do solo local

Método de construção de estruturas por compactação por rolo vibratório

Método INSEM

Método de construção de estruturas por mistura feita por escavadeira de cabeça gêmea (twin-header)

Método ISM



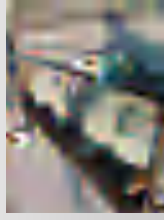
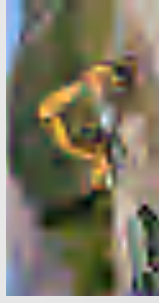
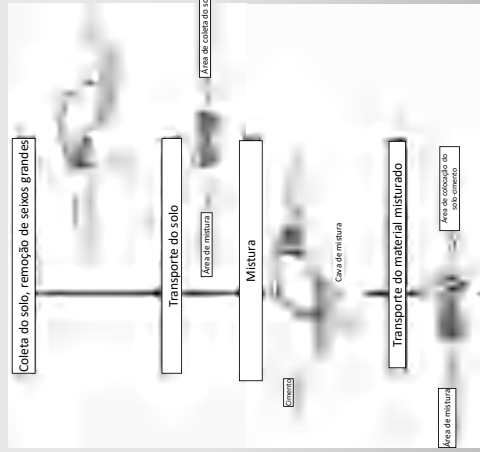
Pontos importantes: Usado como material de mistura super denso de consistência (slump) zero. O método de mistura varia conforme o local

Pontos importantes: o cimento usado é o leite-de-cimento. Necessário instalar uma planta simplificada para produção do leite-de-cimento

## 5. Obra principal

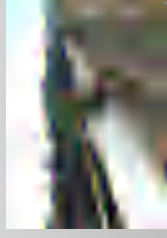
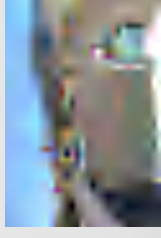
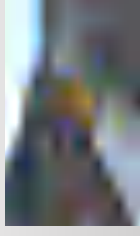
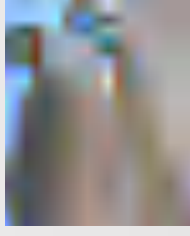
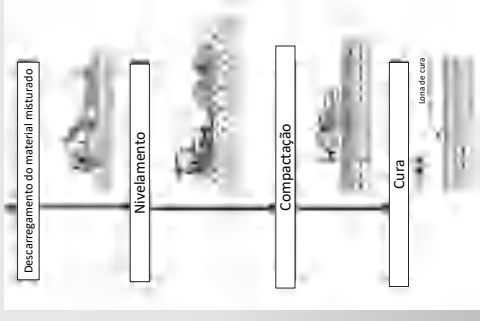
(1) Amostragem do solo	Retroscavadeira
(2) Peneiramento	Cacamba tipo peneira Barra grizzly
(3) Transporte	Caminhão basculante Caminhão esteira Retroscavadeira
(4) Mistura	Retroscavadeira Planta de dosagem
(5) Tratamento das juntas <sup>*1</sup>	Aspersão de água, dispersão de cimento
(6) Transporte do material (misturado e descarregamento)	Caminhão basculante Caminhão esteira Retroscavadeira
(7) Terraplanagem	Escavadeira Retroscavadeira
(8) Compactação	Rolo vibratório Rolo vibratório manual Compactador vibratório
(9) Cura <sup>*2</sup>	Lona, esteira, aspersão de água (igual ao concreto)

## (2) Resumo de uma obra típica do solo-cimento tipo compactação (1)



4.1

## (2) Resumo de uma obra típica do solo-cimento tipo compactação (2)



## (3) As instalações necessárias

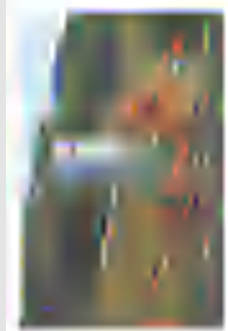
Em termos de instalações necessárias devem ser consideradas um tanque de mistura para misturar o material, um tanque de água (com dispositivo medidor de nível de água) para armazenar e medir a água a ser adicionada, uma bomba para fornecer a água, um motor gerador entre outros. Também existem exemplos de introdução de máquinas autopropulsadas para melhoramento do solo e misturadores de pesagem automática do solo gerado no local, água e cimento para a produção do solo-cimento. Essas instalações devem ser dimensionadas (capacidade e quantidades) de acordo com a quantidade diária de colocação.



Exemplo de tanque de mistura



Exemplo de um tanque de água e um motor gerador



Exemplo de uma instalação automática de medição e mistura

4.3

## (4) Controle de qualidade

O controle de qualidade é realizado com o objetivo de garantir o desempenho exigido (resistência à compressão e peso por unidade de volume) para o solo-cimento colocado.

O controle de qualidade para o tipo compactação pode ser dividido em três tipos: controle de materiais (agregados, cimento, solo-cimento), controle da obra (medições do material, mistura, espessura de nivelamento, compactação, espessura final, juntas, cura), controle do material final (solo-cimento).

Os itens e critérios de controle de qualidade padrão para o tipo compactação (1)

Itens de ensaio		Métodos de controle e ensaio		Frequência		Valor padrão e itens de checagem		Local do ensaio	
Agregados	Distribuição granulométrica	JIS A 1204		1 vez / material	Não apresentar disparidade significativa com o planejado				Laboratório
	Conteúdo de água	Método de aquecimento direto / aquecimento por forno de micro-ondas		1 vez / dia			Conteúdo de água da dosagem projetada		Mistura
Pesagem	Quantidade de solo		Medição do volume						Área de mistura
	Quantidade de cimento		Medição do peso				Quantidade de cimento da dosagem projetada		Área de mistura
Produção	Tempo de mistura		Medição do tempo				3min.		Área de mistura
	Situação de mistura		Pulverização com solução de fenolftaleína				Distribuição uniforme do corante cor de rosa		Área de mistura

## Os itens e os critérios de controle de qualidade padrões para o tipo compactação (2)

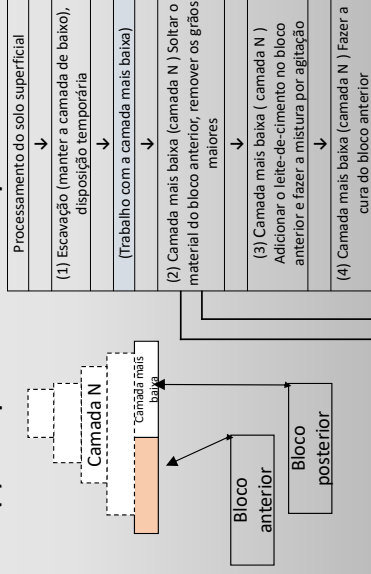
Itens de ensaio	Métodos de controle e ensaio	Frequência	Valor padrão e itens de checagem	Local do ensaio
Espessura da camada nivelada	Estaca, vara de medição, pessoal de medição	1 vez para cada camada	Conforme o plano de obra	Local da obra
Quantidade de compactação	Observação visual, medição por relógio	1 vez para cada camada	Conforme o plano de obra	Local da obra
Velocidade de compactação	Inspeção visual	Por altura (lit) de colocação	Verificação da aspersão e cobertura por lona	Local da obra
Durante a obra	Método de cura Dias para cura			
	Face da junta	Para cada junta	Condição de secagem da superfície Quantidade de cimento pulverizado por 1 m <sup>2</sup>	Local da obra
	Densidade	Calculado a partir do peso do corpo de prova Método R1 (JGS 1614) Método de substituição por areia (JIS A 1214.1)	O valor médio da densidade deve ser igual ou superior ao valor da condição do projeto, e todos os valores de ensaio devem ser de 90% ou superiores em relação à condição do projeto	Laboratório especializado
	Densidade	1 vez/ 500m <sup>2</sup> (3 ensaios)		
Solo-cimento	Resistência à compressão	Método de preparação dos corpos de prova (JIS A 1132, JIS A 1210) Ensaio de resistência à compressão (JIS A 1108)	Todos os corpos de prova devem apresentar resistência igual ou superior ao padrão de controle	Laboratório especializado
	Volume de cromo hexavalente dissolvido	Método de difenilcarbazida (JIS K 0102)	Igual ou inferior ao limite de padrão ambiental para solos ( 0,6 mg/ ℓ )	Laboratório especializado

45

## 6.3 Tipo fluido

O tipo fluido faz a solidificação do solo gerado no local pela adição do leite-de-cimento e obtém a resistência através de um controle semelhante ao que é no concreto.

### (1) Fluxo padrão da obra do tipo fluido



Repetir o trabalho pelo número de camadas

Repetir pelo número de blocos

(5) Camada mais baixa (camada N) tratamento da junta vertical	↓
(camada mais baixa (camada N) trabalho com o bloco posterior)	↓
(2) Camada mais baixa (camada N) soltar o material do bloco posterior; remover grãos maiores	↓
(3) Camada mais baixa (camada N) Adicionar o leite-de-cimento ao bloco posterior e fazer a mistura por agitação	↓
(4) Camada mais baixa (camada N) fazer a cura do bloco posterior.	↓
(5) Camada mais baixa (camada N) tratamento da junta vertical	↓
(Colocação da camada N)	↓
	↓
(6) Recolcação do solo da camada N	↓
(7) Preenchimento geral e modelagem do solo	↓

46

## (2) Resumo da obra tipo fluido (1)

Escavação/ disposição temporária/ remoção de seixos grandes

Manter a camada mais baixa (primeira camada), e fazer o trabalho com o bloco posterior e colocar os seixos grandes removidos utilizando grãos com diâmetros iguais ou maiores que 300 mm.

Tratamento para soltar o solo e remover seixos grandes

Soltar a camada mais baixa (primeira camada) com retroscavadeira. Remover grãos com diâmetros iguais ou maiores a 300 mm.

Mistura por agitação/ Operação da planta  
Bombamento por Cabeçote de linha molinho de cimento

Mistura por agitação dos detritos e do leite-de-cimento pelo misturador equipado na retroscavadeira.

## (2) Resumo da obra para tipo fluido (2)

Junta horizontal  
Remoção da nata superficial

Tratamento da junta vertical

Remoção de seixos flutuantes com a caçamba da retroscavadeira

Trabalho com o próximo bloco (1ª camada)

Transporte da 2ª camada

2ª camada em diante

Coloção do material temporário por sobre a camada acabada.

47

48

### (3) As instalações da obra (1)

(1) Planta de produção

A planta de produção do leite-de-cimento deve ser capaz de produzir leite-de-cimento numa determinada qualidade e quantidade e bombear esta quantidade produzida. Também precisa estar munida de um medidor que possa pesar o material usado com uma determinada precisão.

(2) As máquinas principais

As máquinas usadas no solo-cimento tipo fluido devem estar em conformidade com as condições da obra tais como a sua escala e o período da obra.

#### Agitação por retroscavadeira

Nome da máquina	Especificação	Unidade	Quant.	Aplicação
Retroscavadeira	0,8 m <sup>3</sup>	Unit.	1	Escavação, carregamento e preenchimento
Caminhão basculante	10 t (peso da carga)	Unit.	2	Transporte de materiais e solo de preenchimento
Escavadeira	Classe 15 ton.	Unit.	1	Nivelamento, preenchimento

#### Planta de produção de leite-de-cimento



### A situação do pit de mistura

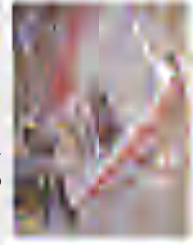
Situação da mistura por agitação



Aspecto interno do pit e a cabeça gêmea



Situação de mistura por agitação (pó de cimento + água)



### (4) Trabalho com pit de mistura

O tipo fluido deve ser misturado basicamente in situ, no entanto em casos de ser impossível instalar uma planta no local ou o trabalho de mistura por agitação apresentar riscos tais como queda de rochas suspensas é possível instalar uma caçamba (pit) de mistura num local seguro e de boa trabalhabilidade. O solo-cimento tipo fluido produzido pode ser carregado no próprio pit até o local da obra e lá ser trabalhado.

É possível fazer a agitação e mistura usando o próprio pit. O uso do pit de mistura se faz necessário nas seguintes condições de obra:

(1) Quando a área de trabalho é restrito e não permite a instalação de uma planta.

(2) Quando a obra deve ser feita por operação remota (sem presença humana) devido a riscos de queda de rochas, etc. o solo-cimento é produzido no pit em uma área segura para presença humana.

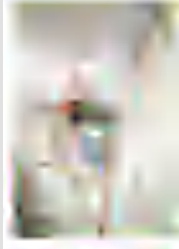
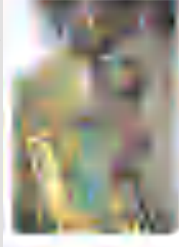
Na obra com pit de mistura pode ser usado o método de mistura com leite-de-cimento ou o método de mistura com pó de cimento e água. A escolha do método de agitação e mistura deve ser feita pela avaliação das condições locais.

### Método de transporte

O solo-cimento tipo fluido produzido no pit de mistura pode ser trabalhado como um concreto normal como mostrado nos métodos a seguir:

- Introduzir o solo-cimento tipo fluido na tremonha e fazer a sua colocação no local desejado através de um guindaste todo-terreno e outros equipamentos.
- Colocação por bombeamento usando uma bomba de concreto. Aplicável para trabalho contínuo de grande volume.

Exemplo de trabalho com tremonha para concreto



Exemplo de trabalho por bombeamento ( diâmetro interno da tubulação: 5 polegadas )

## (5) Controle da qualidade

### Os itens padrão de controle de qualidade do tipo fluido

Item de controle da qualidade	Conteúdo de controle	Frequência de controle	Valor padrão
Controle do material de solo para mistura	Conteúdo de água	1 vez / dia	Medir até 0,1% de precisão
Controle do leite-de-cimento	Densidade do leite-de-cimento	1 vez / dia	Diferença na densidade com variação de até $\pm 0,05$ (g/ cm <sup>3</sup> )
	Quantidade de leite-de-cimento	Por camada/ bloco colocado	1,00 (valor produzido)/ (valor planejado) 1,04
Controle da mistura por agitação	Agitação irregular ( checagem visual)	Por camada/ bloco colocado	Nenhuma irregularidade visível na agitação
Controle da resistência à compressão	Resistência à compressão	1 vez / dia	Resistências $\sigma_{7d}$ , $\sigma_{28}$ obtidas in situ

53

## Capítulo 8 Obras em trabalhos especiais

### 8.1 Obra de bueiro para drenagem

O bueiro para drenagem deve ser construído levando-se em consideração itens como o desvio durante a obra, a redução da pressão capilar após a sedimentação da barragem, estabilização do processo de sedimentação, etc. O tamanho e o arranjo dos bueiros de drenagem são determinados pela situação do local da barragem, e a possibilidade de construção a montante e/ou a jusante. Se o diâmetro do bueiro for demasiado grande, deve-se tomar cuidado com o eventual risco de descarga repentina de detritos pelo bueiro entupido devido a rompimento de troncos de árvores deterioradas no seu interior. Por outro lado, se o diâmetro for pequeno, há riscos tais como não conseguir desempenhar o papel de drenagem provisória durante a obra ou ficar rapidamente obstruído por acúmulo de galhos e capins.

O formato do furo para drenagem de água costumava ser retangular, mas nos últimos anos tem sido redondo em muitos casos (aproveitamento do tubo de concreto armado *tipo hume* usado na drenagem, enterrando-o e usando-o como um molde) por levar em consideração a facilidade de se fazer a obra, já que os furos redondos costumam apresentar menos rachaduras no seu entorno.

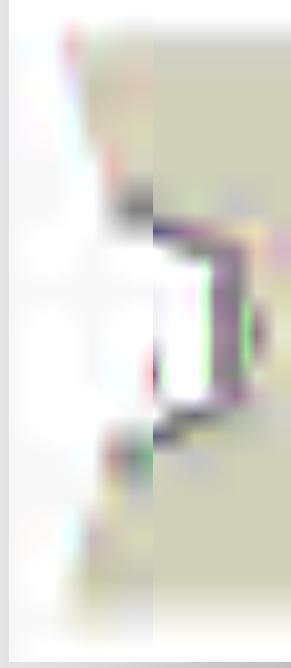
É desejável que a disposição dos drenos seja em ziguezague mantendo uma distância de 1 m ou mais em relação à junta lateral da soleira do vertedouro, caso contrário, ao colocar os drenos próximos demais juntas ou dispô-los em linha (horizontal ou vertical) pode induzir a ocorrência de rachaduras no corpo da barragem e a consequente perda da sua resistência.

54

### 8.2 Proteção da soleira do vertedouro

A crista da barragem deve ser cuidadosamente construído usando-se materiais robustos capazes de resistir à abrasão causada pela passagem de água e seixos, além dos impactos causados pela passagem de detritos, etc. Geralmente deve ser feito com concreto de dosagem rica.

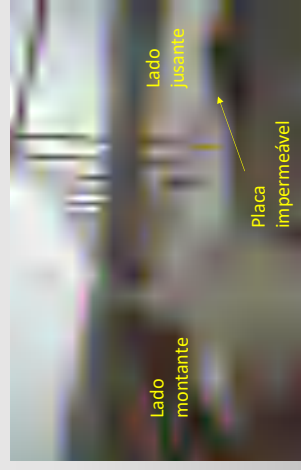
No exemplo da Barragem *Sabo* do rio Kawabe, o escritório de supervisão determina a especificação da estrutura com uma espessura de 500 mm, e para resistência uma dosagem rica de concreto com teor de cimento a 300 kg/ m<sup>3</sup>. Por outro lado, o escritório da estrada nacional do rio Osumi define um critério próprio que requer uma espessura de 500 mm e resistência à compressão de 34 N/ mm<sup>2</sup>.



55

### 8.3 Junta de dilatação e placa impermeável

A junta de dilatação tem a função de evitar o surgimento de rachaduras irregulares devido ao estresse térmico e também de conter a expansão da área de ocorrência dessas rachaduras. Podem ser instaladas placas impermeáveis nessas juntas conforme a necessidade. A função da placa impermeável é garantir a estanqueidade da barragem. Os materiais usados nas placas impermeáveis podem ser chapa de cobre, PVC, borracha entre outras, sendo normalmente usado o PVC.



56



## Capítulo 9 Outras instalações

### 9.1 Estação de tratamento da água de escavação

Quando numa obra de Sabo existe o risco da água turva gerada nos trabalhos de escavação, etc. causar impactos à agricultura ou pesca local, é preciso avaliar a necessidade de instalar uma estação de tratamento da água.

Como medida de tratamento da água turva, o método por tanque de decantação natural é o mais comum, enquanto que o método por separação mecânica é pouco adotado. O formato e o tamanho do tanque de decantação natural são selecionados de forma flexível de acordo com o espaço existente no local da obra.

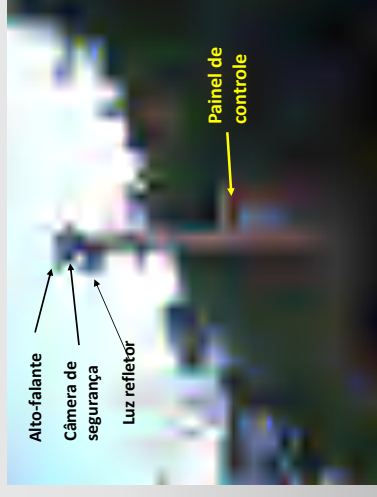


57

### 9.2 Instalações de segurança

(sistema de deteção e notificação de ocorrência de ocorrência de corrida de detritos)

Exemplo de instalação de uma instalação de monitoramento



Exemplo de instalação do fio-sensor para deteção de corrida de detritos



58

#### (4) 砂防堰堤積算体系

Estrutura para organização da obra: Barragem SABO

朱書きは道路積算規定に同じ

Nível 1: Tipo da obra	Nível 2: Tipo da atividade	Nível 3: Tipo da tarefa	Nível 4: Detalhe da tarefa	
Barragem SABO	Pré-fabricação	Pré-fabricação de material para barragem de aço	Fabricação Parafuso • porca	
		Pré-fabricação de material provisório para barragem de aço	Fabricação	
		Pintura na fábrica	Preparo Pintura de fundo Pintura intermediária Acabamento, revestimento	
	Transporte do material pré-fabricado	Transporte	Transporte Transporte de pequeno porte Descarregamento (vigas de aço) Descarregamento (vigas de policarbonato) Descarregamento (estacas de aço)	
	Retaludamento	Corte		Escavação Escavação (medida contra movimento de massa) Transporte de terra e massa Transporte de terra e massa (medida contra movimento de massa) Transporte de sedimentos friáveis Harmonização Desmonte de rochas soltas Terraplanagem (material solto) Terraplanagem (material solto)(medida contra movimento de massa) Carregamento (material solto) Carregamento (material solto)(medida contra movimento de massa) Carregamento manual
			Reaterro	Reaterro
			Aterro	Aterro(terra do local) Aterro(terra de outras obras) Aterro(terra de outros locais) Aterro(terra comprada)
			Aterro reforçado	Mantas e redes para estabilização Preparação e sistematização de material geotêxtil Fixação de material geotêxtil Desenrolamento • fixação em espaçamento igual Reaterro com massa original removido do local Tratamento da cabeça do talude Tubagem para drenagem
			Retaludamento	Retaludamento (corte) Retaludamento (aterro)
			Crista da barragem	Distribuição de brita na crista
		Tratamento do solo removido	Harmonização Transporte de terra e massa Tratamento do solo residual	
	Aterro com materiais leves	Aterro com materiais leves	Aterro com materiais leves Placas de concreto para piso Concreto para fundação Pilares Material para talude Brita para preenchimento	
	Proteção do talude	Revestimento vegetal		Semeadura pulverizada Jateamento de água com semente Aplicação de fertilizantes Hidrosemeadura Placa de leiva Tapete de leiva Rolo de leiva Plantio de gramíneas por placa de leivas Plantio de gramíneas em faixas Plantio de gramíneas no padrão em xadrez Grama sintética
			Revestimento injetado	Projeção de argamassa Projeção de concreto
			Armadura	Armadura estrutural aplicado in loco Armadura pré-moldado Armadura pulverizada
			Adubação de talude	Adubação de talude
		Ancoragem		Custo do material (ancoragem) Perfuração (ancoragem) Fabricação, montagem, instalação, fixação, pregagem e cravação da armação (ancoragem) Injeção de rejunte Colocação da perfuratriz Andaime (ancoragem)

Nível 1: Tipo da obra	Nível 2: Tipo da atividade	Nível 3: Tipo da tarefa	Nível 4: Detalhe da tarefa
		Ancoragem (com placas de concreto pré fabricado)	Instalação de placas de concreto pré-fabricado Custo do material (ancoragem) Perfuração (ancoragem) Fabricação, montagem, instalação, fixação, pregagem e cravação da armação(ancoragem) Injeção de rejunte Colocação da perfuratriz Andaime (ancoragem)
		Grampeamento com barras de aço	Grampeamento com barras de aço Andaime (grampeamento com barras de aço)
		Gabião-caixa	Gabião-caixa em geral Gabião-caixa quadrado ou retangular
	Retenção provisória	Retenção por terra -sacos	Retenção com terra Retenção com sacos de aniação com areia
		Retenção por concreto	Retenção por concreto
	Barragem de concreto	Terraplenagem	Escavação Escavação (perfuração- medida contra movimento de massa) Enchimento Limpeza da superfície da camada rochosa
		Barragem de concreto	Concreto Solo-cimento (Peneirado) Solo-cimento (Carregamento e transporte do material peneirado) Solo-cimento (Misturado) Solo-cimento (Carregamento e transporte do material misturado) Solo-cimento (Nivelamento e compactação) Concreto para a crista Dreno subterrâneo Material impermeável (water stop) Material de retenção de água(retaining sheet) Molde Andaime
		Barragem auxiliar de concreto	Concreto Solo-cimento (Peneirado) Solo-cimento (Carregamento e transporte do material peneirado) Solo-cimento (Misturado) Solo-cimento (Carregamento e transporte do material misturado) Solo-cimento (Nivelamento e compactação) Concreto para a crista Dreno subterrâneo Material impermeável (water stop) Molde Andaime
		Parede lateral de concreto	Contrapiso de concreto Concreto Solo-cimento (Peneirado) Solo-cimento (Carregamento e transporte do material peneirado) Solo-cimento (Misturado) Solo-cimento (Carregamento e transporte do material misturado) Solo-cimento (Nivelamento e compactação) Injeção de impermeabilização Dreno subterrâneo Tubo dreno Material de retenção de água(retaining sheet) Molde Muro de pedra Concreto para preenchimento Material para preenchimento Andaime
		Preenchimento	Concreto para preenchimento Solo-cimento (Peneirado) Solo-cimento (Carregamento e transporte do material peneirado) Solo-cimento (Misturado) Solo-cimento (Carregamento e transporte do material misturado) Solo-cimento (Nivelamento e compactação) Molde
		Avental	Concreto Solo-cimento (Peneirado) Solo-cimento (Carregamento e transporte do material peneirado) Solo-cimento (Misturado) Solo-cimento (Carregamento e transporte do material misturado) Solo-cimento (Nivelamento e compactação) Injeção de impermeabilização Material impermeável (water stop) Molde

Nível 1: Tipo da obra	Nível 2: Tipo da atividade	Nível 3: Tipo da tarefa	Nível 4: Detalhe da tarefa
	Barragem de aço	Terraplenagem	Escavação Escavação (perfuração- medida contra movimento de massa) Enchimento Limpeza da superfície da camada rochosa
		Corpo principal da barragem de aço	Armação de aço Armação de aço(grade · fenda) Fundação do corpo de concreto Contrapiso de concreto Concreto Solo-cimento (Peneirado) Solo-cimento (Carregamento e transporte do material peneirado) Solo-cimento (Misturado) Solo-cimento (Carregamento e transporte do material misturado) Solo-cimento (Nivelamento e compactação) Injeção de impermeabilização Dreno subterrâneo Material de retenção de água(retaining sheet) Molde Andaime
		Parede lateral de aço	Armação de aço Armação de aço(grade · fenda) Fundação do corpo de concreto Contrapiso de concreto Concreto Solo-cimento (Peneirado) Solo-cimento (Carregamento e transporte do material peneirado) Solo-cimento (Misturado) Solo-cimento (Carregamento e transporte do material misturado) Solo-cimento (Nivelamento e compactação) Injeção de impermeabilização Material de retenção de água(retaining sheet) Molde Andaime
		Parede lateral de concreto	Contrapiso de concreto Concreto Solo-cimento (Peneirado) Solo-cimento (Carregamento e transporte do material peneirado) Solo-cimento (Misturado) Solo-cimento (Carregamento e transporte do material misturado) Solo-cimento (Nivelamento e compactação) Injeção de impermeabilização Dreno subterrâneo Tubo dreno Material de retenção de água(retaining sheet) Molde Muro de pedra Concreto para preenchimento Material para preenchimento Andaime
		Preenchimento	Concreto para preenchimento Solo-cimento (Peneirado) Solo-cimento (Carregamento e transporte do material peneirado) Solo-cimento (Misturado) Solo-cimento (Carregamento e transporte do material misturado) Solo-cimento (Nivelamento e compactação) Molde
		Avental	Concreto Solo-cimento (Peneirado) Solo-cimento (Carregamento e transporte do material peneirado) Solo-cimento (Misturado) Solo-cimento (Carregamento e transporte do material misturado) Solo-cimento (Nivelamento e compactação) Injeção de impermeabilização Material impermeável (water stop) Molde
		Pintura in loco	Pintura de fundo Pintura intermediária Acabamento, revestimento
		Proteção do leito do rio · proteção do pé da barragem	Terraplenagem

Nível 1: Tipo da obra	Nível 2: Tipo da atividade	Nível 3: Tipo da tarefa	Nível 4: Detalhe da tarefa
		Fundação de blocos para o pé	Fabricação de blocos Fabricação de tetrápodes para o pé Instalação de blocos Instalação provisória de tetrápodes Transporte de tetrápodes
		Preenchimento	Concreto para preenchimento Britas para preenchimento Material de retenção de água(retaining sheet)
		Colchão	Colchão vegetal Material de retenção de água(retaining sheet) Colchão vegetal simples (porte menor) Cerca de galhos
		Gabião-caixa	Gabião-caixa em geral Gabião-caixa quadrado ou retangular
		Ajuste de altura	Ajuste da diferença de altura entre fundação e a proteção do talude
	Estruturas auxiliares da barragem	Cerca de proteção	Cerca(de travessia) contra pedras rolantes Blocos de fundação (cerca para prevenir entrada de pessoas) Pilar e rede metálica (cerca)(cerca para prevenir entrada de pessoas) Cerca para prevenir entrada de pessoas (estacas de madeira)
		Cercamento	Estaca para marcar o limite da área Vedação para cercar o limite da área (reforço do pé do talude)
		Terraplanagem	Escavação Escavação (perfuração- medida contra movimento de massa) Enchimento
		Sinalização	Placa da obra Placas de indicações
		Estrutura para manutenção	Escada
		Estradas da obra	路側防護柵工
	作業土工		床掘り 床掘り(掘削(砂防)) 埋戻し
	舗装準備工		不陸整正
	アスファルト舗装工		下層路盤(車道・路肩部) 下層路盤(歩道部) 上層路盤(車道・路肩部) 上層路盤(歩道部) 基層(車道・路肩部) 基層(歩道部) 中間層(車道・路肩部) 中間層(歩道部) 表層(車道・路肩部) 表層(歩道部)
コンクリート舗装工	下層路盤(車道・路肩部) 下層路盤(歩道部) 上層路盤(車道・路肩部) 上層路盤(歩道部) 中間層(車道・路肩部) 中間層(歩道部) コンクリート舗装 連続鉄筋コンクリート舗装 転圧コンクリート舗装 縦目地 横目地		
薄層カー舗装工	下層路盤(車道・路肩部) 下層路盤(歩道部) 上層路盤(車道・路肩部) 上層路盤(歩道部) 薄層カー舗装		
側溝工	プレキャストU型側溝 側溝蓋 PC管 ヒューム管(B形管) 暗渠排水管 鉄筋コンクリート台付管 巻きコンクリート 均しコンクリート 基礎材		
集水樹工	現場打ち集水樹 プレキャスト集水樹 プレキャスト集水樹基礎 蓋		

Nível 1: Tipo da obra	Nível 2: Tipo da atividade	Nível 3: Tipo da tarefa	Nível 4: Detalhe da tarefa
		縁石工	歩車道境界ブロック 地先境界ブロック アスカーブ
		区画線工	溶融式区画線 ペイント式区画線
	Instalações da estrada da obra	境界工	境界杭 境界（法留）壁
		道路付属物工	視線誘導標 道路鏡 車線分離標 アンカー
		小型標識工	標識柱 標識板
	Obras provisórias	Via de acesso para empreitada	Terraplanagem da via de acesso da obra Estabilização Base de brita Chapa de aço para cobertura da via de acesso Pavimentação provisória Meio fio asfaltado Corte da superfície asfaltada Demolição da camada superficial asfaltada Mantas・redes de estabilização Manutenção de vias de acesso da obra Sacos de areia Barreira de sacos de areia Transporte de resíduos da obra Tratamento de resíduos da obra
		Ponte e cais provisórios	Escavação (perfuração) Escavação Enchimento Regularização da camada de base Transporte e descarregamento de equipamentos auxiliares de escavação Desmonte de rochas soltas Carregamento (material solto) Carregamento manual Transporte manual Terraplanagem(material solto) Nivelamento Transporte de areia Material arenoso Fundação de concreto da ponte provisória Pilar da ponte Passagem superior da ponte provisória Implementação e remoção de placas de cobertura (canaleta p/ cabos elétricos) Implementação e remoção de placas de cobertura (cais provisório) Implementação e remoção de placas de cobertura (ponte e cais provisório) Corrimão da ponte provisória Desmonte de estruturas de concreto Carregamento (detritos de concreto) Transporte de resíduos da obra Tratamento de resíduos da obra (estacas de aço) Remoção (estacas de aço) Amortecedor de cais
Coberturando chão de vias de acessos		Vigas das chapas de cobertura Instalação e remoção de placas de cobertura (valas p/ cabos de eletricidade) Instalação e remoção de placas de cobertura (cais provisório) Instalação e remoção de placas de cobertura (ponte e cais provisório) Chapas e vigas para cobertura	

Nível 1: Tipo da obra	Nível 2: Tipo da atividade	Nível 3: Tipo da tarefa	Nível 4: Detalhe da tarefa
		Muro de contenção - retenção provisória	Escavação de valas Estaca pranchas de aço Estaca pranchas largas de aço Estaca pranchas leves de aço Estaca pranchas leves (valas para cabos de eletricidade) Estaca de aço perfil H Perfuração (ancoragem) Fabricação, montagem, instalação, fixação, pregagem e cravação da armação (ancoragem) Injeção de rejunte Colocação da perfuratriz Custo do material de ancoragem (ancoragem) Andaime (ancoragem) Tirantes - vigas Hastes - vigas Pranchas horizontais Viga de substituição Gabião-caixa em geral Gabião-caixa quadrado ou retangular Sacos de areia Barreira de sacos de areia Aterro de contenção Remoção de aterro de contenção Tratamento de lama Aterro de preenchimento Remoção do aterro de preenchimento
		Contenção de massa	Contenção de massa Conenção de massa com barreira de sacos de areia Contenção de massa com concreto
		Drenagem	Drenagem por bombeamento Conduta de água
		地下水位低下工	ワエルホ イント デ イーブ リェル
		地中連続壁工(柱列式)	連続壁(柱列式) プラント設置撤去 削 孔(アンカー) アンカー鋼材加工・組立・挿入・緊張・定着・頭部処理(アンカー) グラウト注入 ボーリングマシン移設 アンカー工材料費(アンカー) 足場(アンカー) 切梁・腹起し 泥土処理
		Canaletas provisória	Tubos de concreto armado Tubos corrugados Tubo para drenagem subterrânea Filtros Valas simples à céu aberto Sacos de areia Barreira com sacos de areia
		Instalação para armazenagem do solo removido	Sacos de areia Barreira de sacos de areia
		Preparação do estaleiro	Preparação do estaleiro Preparação do chão com cascalho
		Instalação para energia	Instalação para conexão de energia Instalação de distribuição de energia Motor elétrico Iluminação
		Produção de concreto	Planta para produção de concreto (medida contra movimento de massa) Planta para produção de concreto(uso geral) Cabo1 Guindaste (medida contra movimento de massa) Cabo1 Guindaste(uso geral)



Nível 1: Tipo da obra	Nível 2: Tipo da atividade	Nível 3: Tipo da tarefa	Nível 4: Detalhe da tarefa
		Instalações provisórias do túnel	トンネル仮設備保守 トンネル照明設備 トンネル用水設備 トンネル排水設備 トンネル換気設備 トンネル送気設備 トンネル工事用連絡設備 トンネル軌条設備 トンネル充電設備 吹付プラント設備組立解体 スライドセントル組立解体 防水作業台車組立解体 ターンテーブル設備 トンネル用濁水処理設備
		Medida contra poeira	Pavimentação provisória Instalação para lavagem de pneu Limpeza de vias de acesso Rega de água
		Medida contra águas residuais	Barreira de contenção de águas residuais Planta de tratamento de águas residuais
		Cercamento de proteção	Cerca de proteção contra escavação e explosão Cerca provisória Cerca contra entrada de pessoas
		除雪工	現場内除雪(機械) 現場内除雪(人力) 仮囲い屋根部
		雪寒施設工	ウエザーシェルター 雪寒仮囲い(Pタイプ) 雪寒仮囲い(W・PWタイプ)
		Projeção de argamassa no talude	Projeção provisória de argamassa
		Controle de tráfico	Homens de segurança para controle de tráfico

## (1) 広島土石流災害概要

# Recent sediment-related disasters and prevention/mitigation measures in Japan

Oct. 4, 2018

## Occurrence of sediment-related disasters in 2018

Number of occurrence of sediment-related disasters by heavy rainfall in July (Until 8th Jul.)

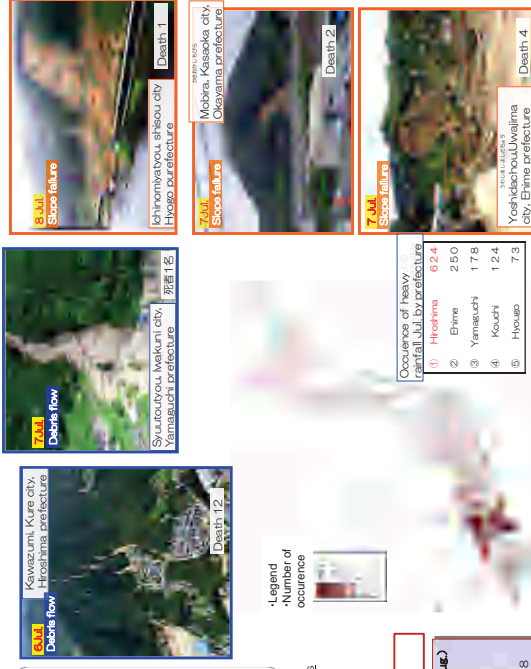
**1,732 cases**

Debris : 560  
 Landslide : 54  
 Slope failure : 1,118  
 (damage)  
 human : death 119  
 houses complete 213  
 half 395  
 partial 272

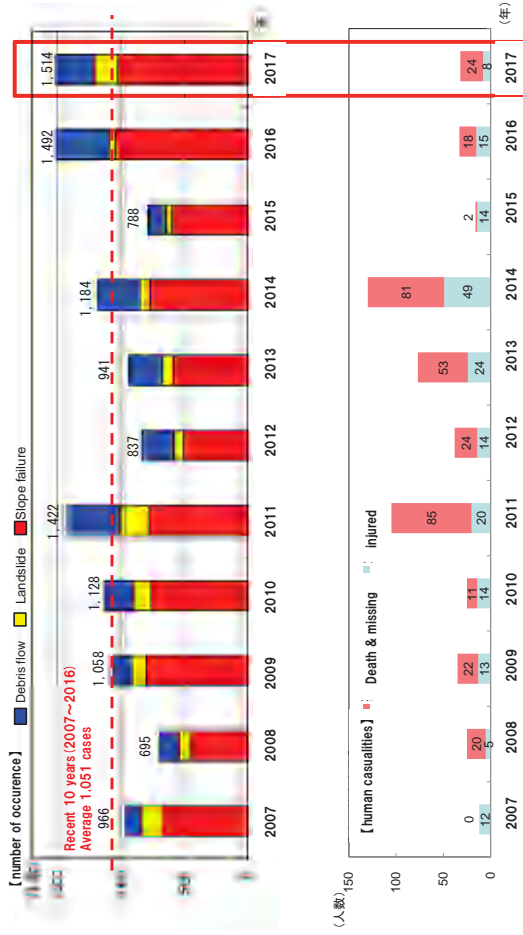
※1 average occurrence of sediment-related disasters within recent 10 years : 1,106 cases/year  
 ※2 maximum occurrence of sediment-related disasters within 10 years : 1,814 cases (<2017>)

### Occurrence in 2018 (Until 24Aug.)

2,034 cases (damage)  
 human : death 125  
 injured 32  
 houses complete 218  
 half 341  
 partial 286  
 (Debris flow : 613)  
 Landslide : 99  
 Slope failure : 1,322

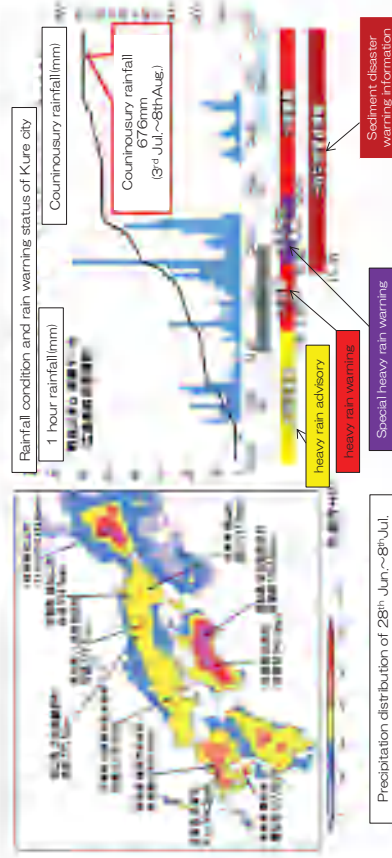


## Number of occurrence of sediment-related disasters and human casualties within recent 10 years



## Rainfall condition of disaster in July 2018

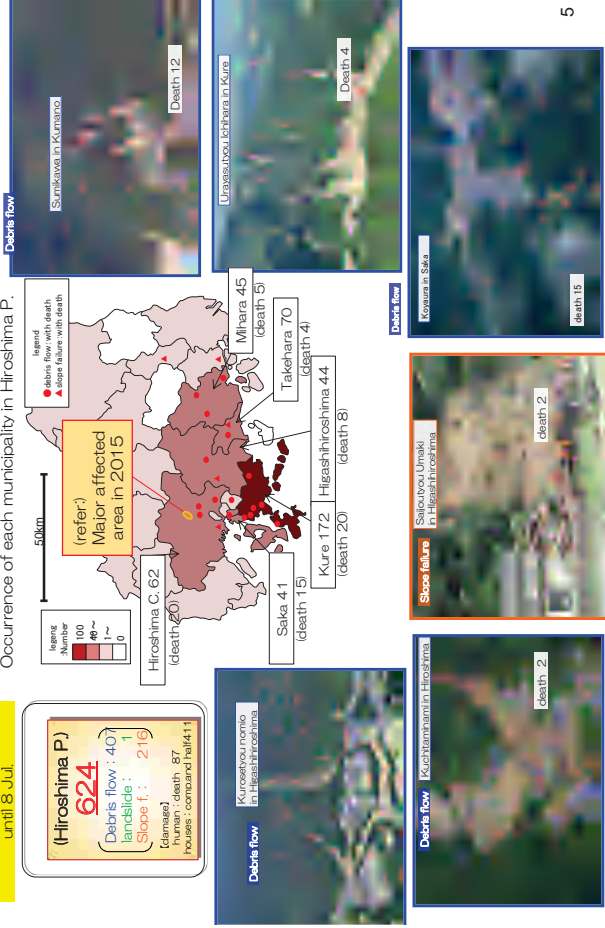
With the activation of the seasonal rain front, intermittent heavy rain started on 5th July in a wide range of Japan. For this reason, it became a record-setting heavy rain at many points in Japan.



## Occurrence of sediment-related disasters In Hiroshima prefecture this year

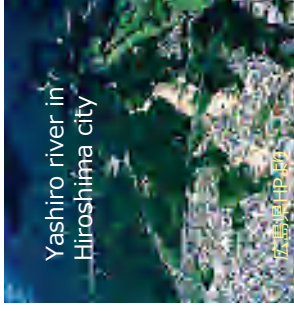
Data until 28Aug

Occurrence by rainfall  
until 8 Jul.

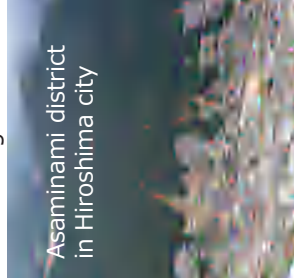


## Comparison with past disasters in Hiroshima Prefecture

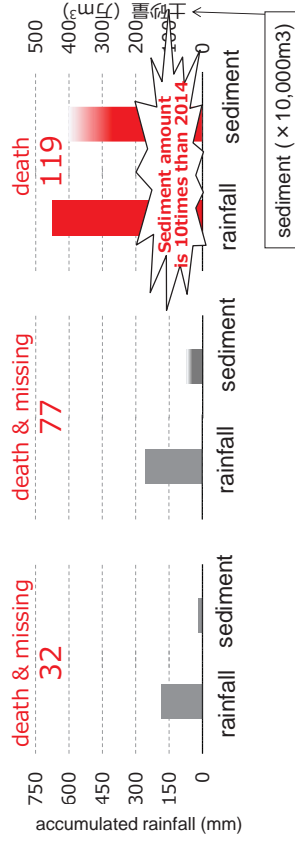
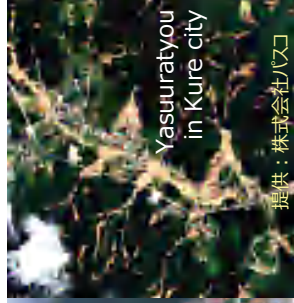
29 Jun. 1999



20 Aug. 2014



Jul. 2018



## Large amounts of sediment buried rivers and roads

### Tennou-sajou area in Kure city

○ The sediment that occurred in heavy rainfall in July 2018 was deposited more than 2m on prefectural road.



## Example of facilitate' s effect

Sabo dam captured **debris flow & driftwood** at Takigatanigawa River in Kumano town.



9

## Ohyaokawa River

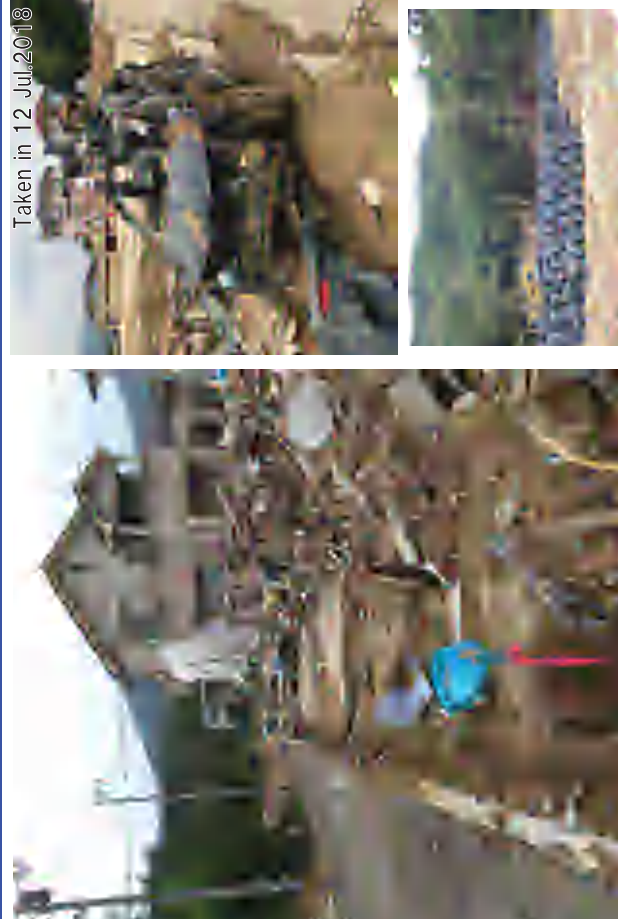
Taken in 12 Sep. 2018



23

## Housing development area of Yokoku in Higashihiroshima city

Taken in 12 Jul.2018



23

## Example of facilitate' s effect

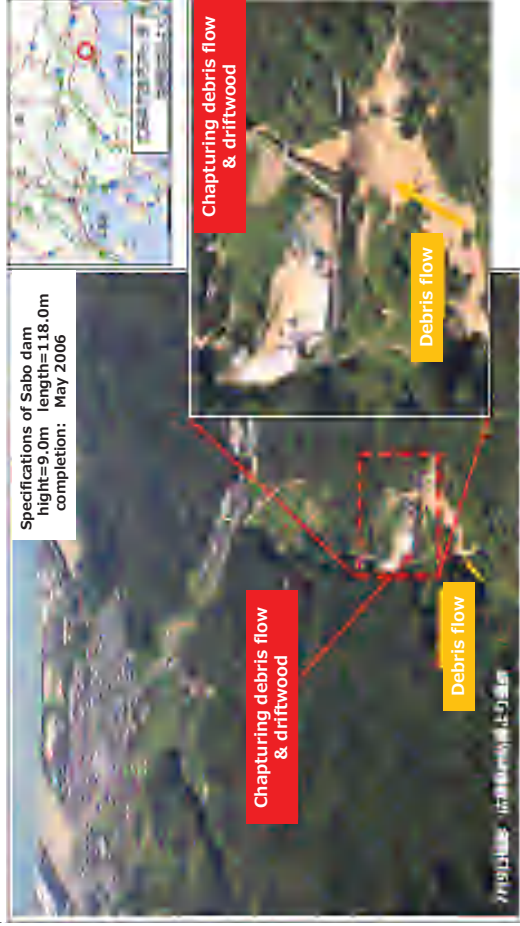
Sabo dam chaptured **debris flow & driftwood** at Misakogawa River in Kaida town.



12

## Example of facilities' s effect

Sabo dam captured **debris flow & driftwood** at Ohnorigawa River in Takehara city.



13

## Damage of masonry sabo dam

A masonry sabo dam built in 1950 was destroyed by debris flow this year. A verification team including academics and experts was launched to analyze the cause of this damage and is considering measures to reinforce / rebuild the masonry sabo dam located nationwide.



15

## Example of facilities' s effect

Sabo dam captured **debris flow & driftwood** at Nakatamarigawa River in Takehara city.



14

## Disaster-related emergency erosion control works for Hiroshima disaster under national direct control

Disaster-related emergency erosion control works to Hiroshima disaster under control national direct control are approved in 9 area. Total cost of this project is about 7.5 billion yen (70 million US \$). More budget will be taken next year.



16

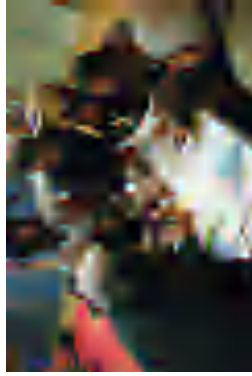


## 九州北部豪雨被災地で実施されていた警戒避難の取組み（福岡県朝倉市）

土砂災害への住民理解を深める取組み

- 地域と行政の協働(①ワークショップ)により「自主防災マップ」を作成。住民の意見を踏まえ、
- ②避難経路の危険箇所、③避難所を記載。

○平成26年度までに市内全19地区で完成し、各世帯に配布。



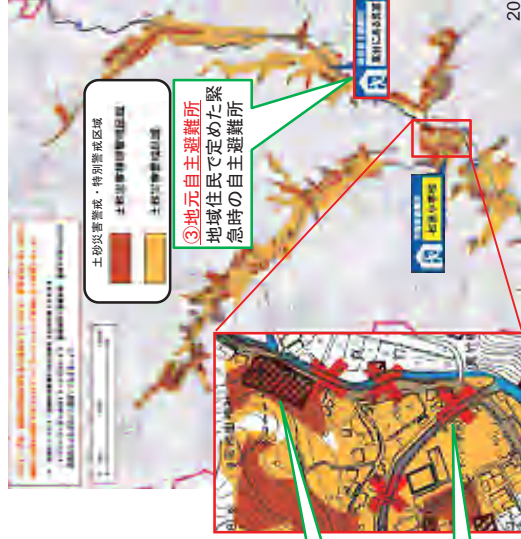
①ワークショップ

### ②避難経路の危険箇所

土砂災害警戒区域に加えて、特に土砂災害のおそれがある範囲

### ③避難経路の危険箇所

川沿いで特に越水のおそれがある場所



20

## 赤谷川支川乙石川上流での復旧、溪床及び崩壊面

平成30(2018)年8月12日撮影



23

## 赤谷川支川・応急対策の実施例

平成30(2018)年8月12日撮影



## 大分県中津市耶馬溪町金舌で発生した土砂災害

やまけいまち かなせし



位置図

災害概況：発生日時：4月11日午前3時50分ごろ

場所：大分県中津市耶馬溪町大字金舌

被害状況：土砂崩れ(幅約200m・長さ約240m)により民家4軒が被災。  
市道床波山清線全面通行止、(消防等情報)死者6名

避難情報：近隣地区(10世帯26人)に避難勧告※中津市HPより



8



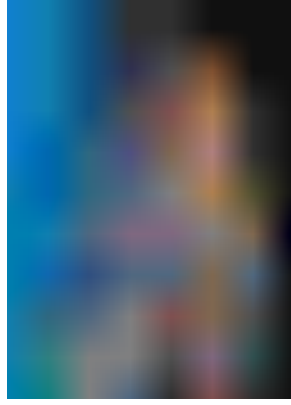
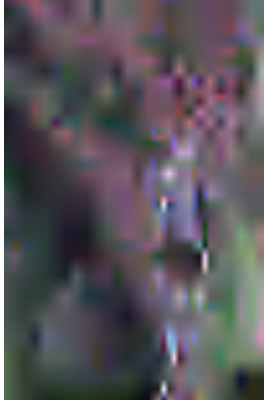
## 大分県中津市耶馬溪町金吉で発生した土砂災害に対する 土砂災害専門家による調査結果概要（4月16日）

### <調査結果>

- 脆弱化した基岩が上部の崖錐堆積物と一緒に崩壊した現象と考えられる。
- 崩壊発生（4月11日3:48頃）までの10日間（4月1日～10日）の総雨量は6mm程度（4月6日～7日）であり、今回の崩壊に対する降雨の影響は小さいと考えられる。
- 今回のような無降雨時の崩壊現象の予測は難しい。



## 大分県中津市耶馬溪町金吉で発生した土砂災害



## 参考文献

- 1) MINISTÉRIO DAS CIDADES: PREVENÇÃO NA POLÍTICA DE REDUÇÃO DE RISCOS DE DESASTRES - ATUAÇÃO DO MINISTÉRIO DAS CIDADES - 、 (Power Point 説明資料)、  
Setembro 2018
- 2) JICA : ブラジル国統合自然災害リスク管理国家戦略強化プロジェクト (調査フェーズ) ドラフト  
ファイナルレポート ( 修正版 ) 、 2014年 12月
- 3) World Bank: Relatório de Danos, Materiais e Prejuízos decorrentes de desastres naturais no Brasil (1995-  
2014), Apresentação
- 4) CPRM : SCID (土砂災害データベース)、 scdn movimentos xls 1571850584