



# BARRAGEM B1

## Projeto de adequação/ descaracterização

Novembro  
2022



## Introdução

Motivado pelos recentes eventos com estruturas de barragem construídas pelo método de montante, a ANM estabeleceu, conforme Resolução Nº 13, de 8 de Agosto de 2019 e após, como legislação complementar a Resolução Nº 95, de 7 de Setembro de 2022, a proibição de construção de novas estruturas pelo método supracitado, além da descaracterização das estruturas já existentes, atrelando o volume de armazenamento com o prazo de conclusão do processo. Para tanto, o prazo para a conclusão do processo de descaracterização/adequação da estrutura denominada Barragem B1, se dará até dezembro de 2022.

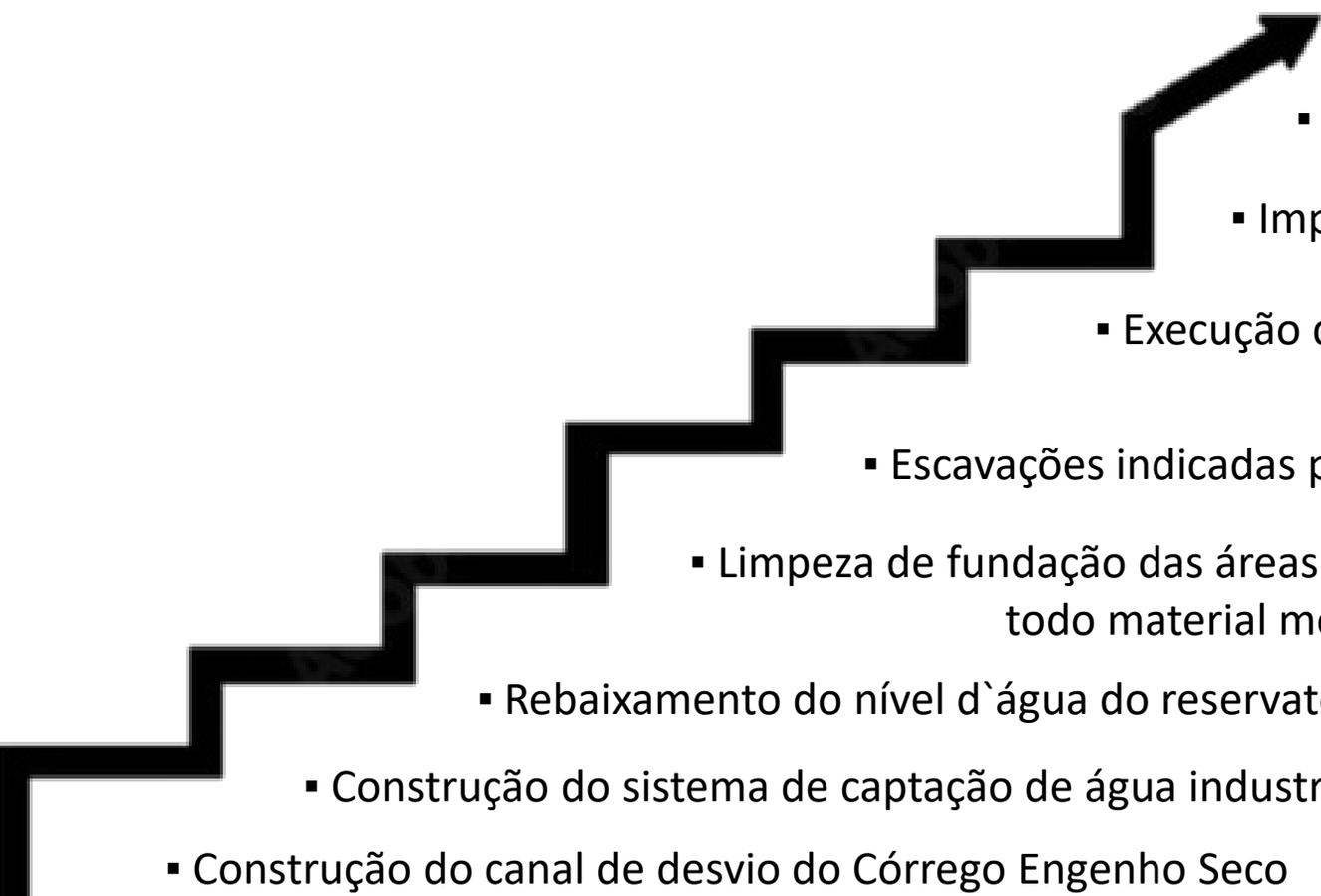
**Cabe ressaltar que, os alteamentos de montante já encontram-se descaracterizados e que a estrutura após conclusão das obras de reforço permanecerá ativa, como barragem de reservação e captação de água, construída pelo método de jusante .**

## Contextualização

As obras destinadas a descaracterização/adequação da Barragem B1 como estrutura construída pela metodologia de alteamento a montante, tiveram início em agosto de 2020, a partir da execução dos serviços preliminares, compostos pela construção do canal de desvio do Córrego Engenho Seco, implantação do sistema de captação de água industrial e rebaixamento do nível d'água do reservatório, de acordo com as especificações técnicas, conforme projeto executivo.

# Contextualização

De uma forma geral, as obras estão sendo implantadas obedecendo o seguinte sequenciamento executivo:

- 
- Construção do canal de desvio do Córrego Engenho Seco
  - Construção do sistema de captação de água industrial
  - Rebaixamento do nível d'água do reservatório
  - Limpeza de fundação das áreas onde serão implantadas as obras de terra, com retirada de todo material mole, solto, saturado ou considerado, pela fiscalização, como sem capacidade de suporte ou inadequado
  - Escavações indicadas para implantação do novo maciço
  - Execução de obras de terraplenagem em geral – aterro compactado controlado e drenagem interna (tapete drenante)
  - Implantação da proteção dos taludes e revestimento das bermas
  - Implantação de drenagem superficial
  - Implantação de instrumentação

## Barragem B1: Projeto de adequação

A adequação da Barragem B1 foi concebida para ser executada através da construção de um maciço para jusante, mantendo o dique de partida na elevação 836,00. Como premissa de projeto foi adotada a mesma cota de coroamento para o novo maciço e desenvolvida uma geometria de forma a manter o sistema extravasor atual. Este novo arranjo resultará na descaracterização dos alteamentos de montante da estrutura, através da construção de um maciço de reforço à jusante, mantendo as condições hidráulicas do conjunto reservatório/sistema extravasor para o trânsito de cheias com Tempo de Recorrência de 10.000 anos.

## Barragem B1: Projeto de adequação

### VOLUME DO RESERVATÓRIO

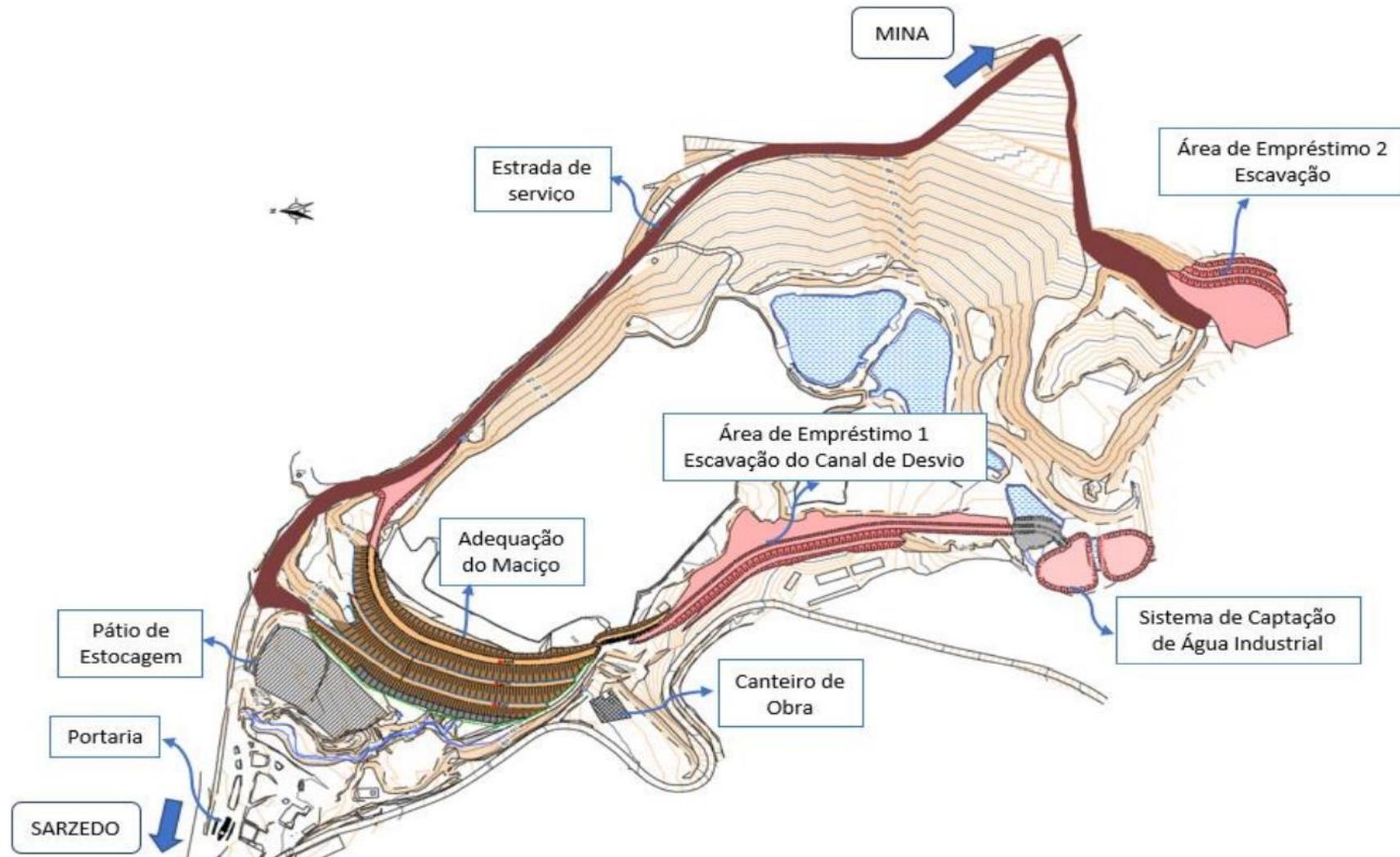
O reservatório da Barragem B1 apresentará, ao final da obra, uma capacidade de acumulação prevista em projeto de aproximadamente 800.000 m<sup>3</sup>. Cabe ressaltar que este volume será revisado após a conclusão final do projeto.

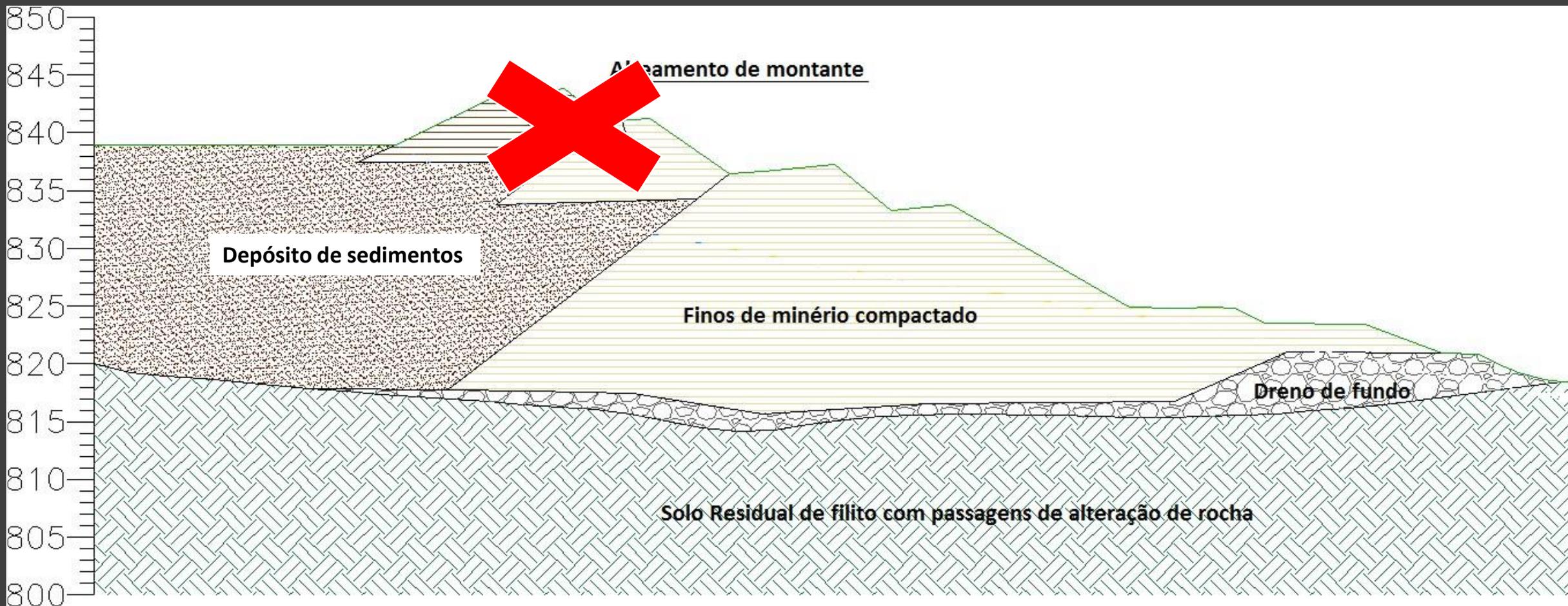
### DESCRIÇÃO DA ESTRUTURA MACIÇO

Segundo o projeto, a geometria do maciço projetado para a descaracterização/adequação da Barragem B1 será constituído por 4 bermas com altura média de 7,00 m. Posteriormente à conclusão das obras a estrutura terá como característica construtiva a metodologia de jusante. O maciço será construído com solos de matriz argilosa originados da escavação do canal de desvio e das áreas de empréstimo localizadas no interior do empreendimento. O maciço apresentará uma altura máxima de aproximadamente 28,00 metros em sua seção crítica, com largura de crista de 8,00 m. A altura dos bancos será de 7,00m e a largura das bermas será de 8,00 m com inclinação transversal de 3% em direção ao pé do talude.

# Barragem B1: Projeto de adequação

## Arranjo geral das obras





Secção típica da estrutura original.

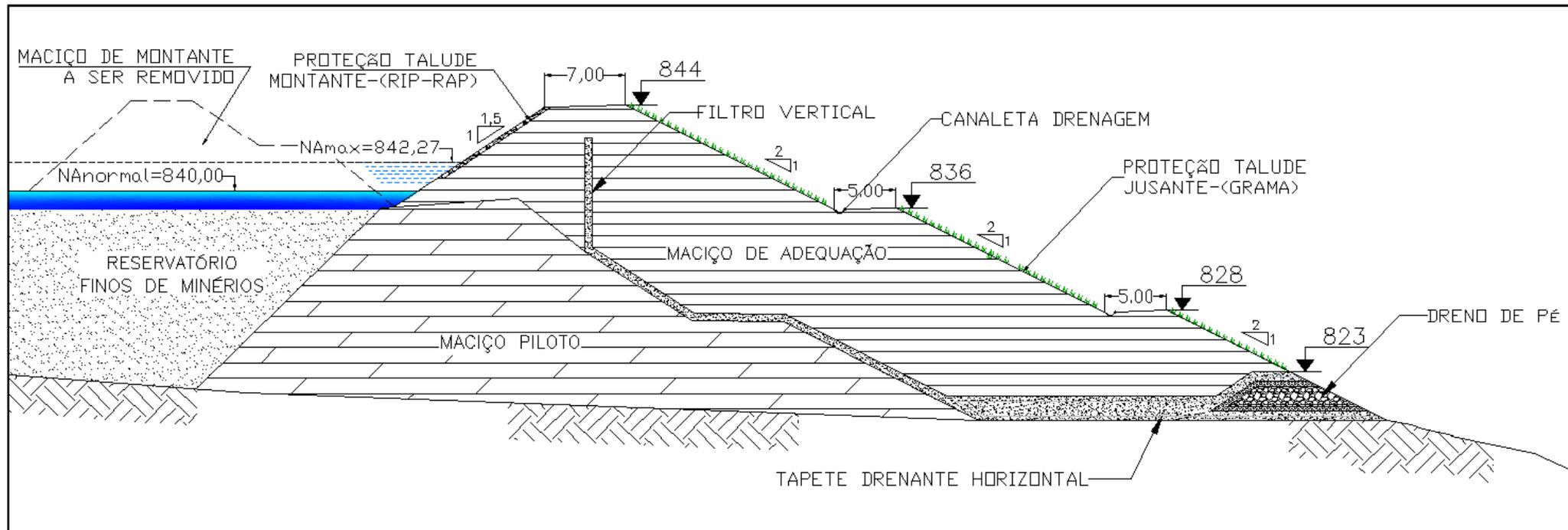
Vista da estrutura no início das obras de adequação.



## Barragem B1: Projeto de adequação

### DESCRIÇÃO DA ESTRUTURA MACIÇO

O coroamento do maciço e as bermas terão uma camada de 30 cm de revestimento com material laterítico argiloso compactado ou solo homogeneizado. Os taludes de jusante serão protegidos contra processos erosivos através da aplicação de cobertura vegetal com grama em placas. O talude de montante será protegido contra processos erosivos através de uma camada de enrocamento de 30 cm a partir da crista até a elevação 839 m, devido a variação do NA do reservatório.



Secção típica do projeto de adequação.

## Barragem B1: Projeto de adequação

### DRENAGEM INTERNA

O sistema de drenagem interna proposto para Barragem B1 é constituído por um filtro vertical conectado a um tapete horizontal do tipo sanduiche, areia/brita 0/areia, o qual irá desaguar no dreno de pé em enrocamento. Além desse sistema é previsto um dreno na ombreira esquerda, próximo do vertedouro o qual irá conectar no tapete horizontal.

#### ➤ **Filtro Vertical**

O filtro vertical tem espessura de 1,00m, será constituído de areia grossa lavada, conforme granulometria especificada em projeto.

#### ➤ **Tapete Horizontal**

O tapete horizontal tem espessura total de 2,00m, com uma seção do tipo sanduiche, com uma camada de 1,20 m de espessura de brita 0, envolta em uma camada de 0,40 m de areia grossa, com inclinação longitudinal mínima de 1% em direção ao dreno de pé.

#### ➤ **Dreno de Pé**

O dreno de pé tem altura total de aproximadamente 4,00 m, compreendida pelo enrocamento envolto em camadas de materiais de transição, conforme especificado a seguir: Camada de 0,40 m de areia grossa; Camada de 0,40 m de brita 0; Camada de 0,40 m de brita 2; Camada de 1,60 m de enrocamento  $\emptyset$  médio = 0,30m; Camada de 0,40 m de brita 2; Camada de 0,40 m de brita 0; Camada de 0,40 m de areia grossa;



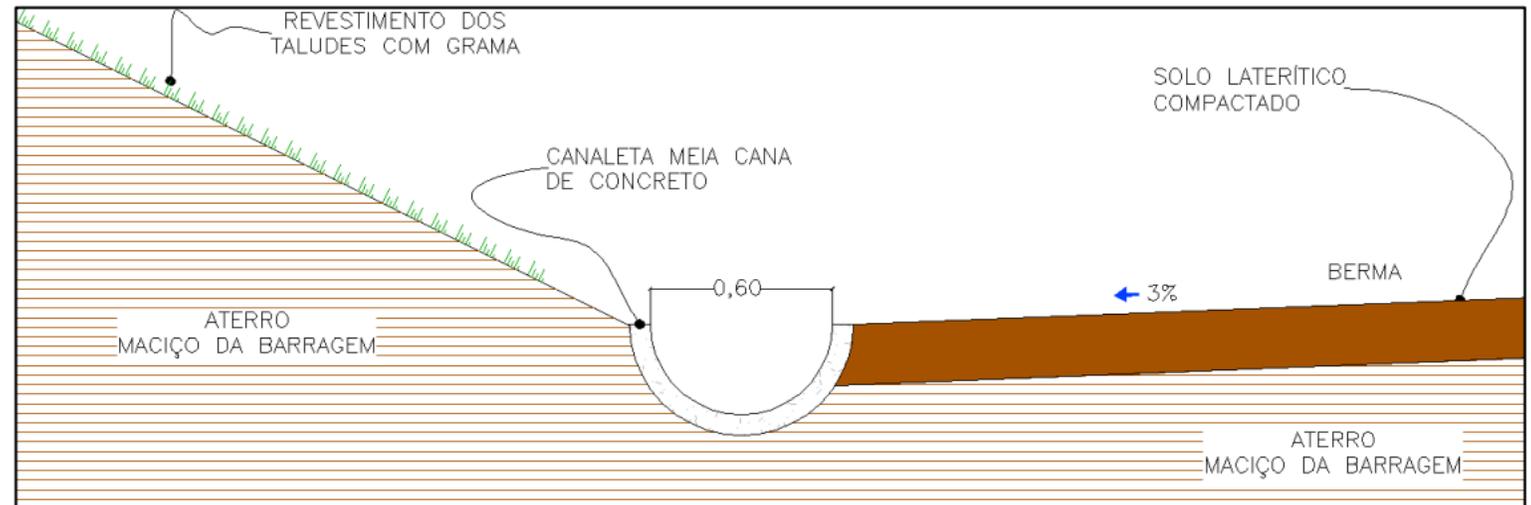
## Barragem B1: Projeto de adequação

### DRENAGEM SUPERFICIAL

No plano geral da drenagem superficial da Barragem B1 é prevista a implantação de canaletas pré-moldadas de concreto no pé dos taludes dos aterros direcionando o fluxo para as ombreiras. No contato berma/ombreiras, o fluxo da drenagem será direcionado para caixas coletoras com bueiros de greide, que por sua vez irão desaguar no canal coletor no entorno do maciço, o qual conduzirá o fluxo para o leito do Córrego Engenho Seco a jusante da bacia de dissipação do vertedouro.

#### ➤ **Canaleta**

A drenagem das bermas será realizada por canaletas de concreto tipo meia cana a ser executadas junto ao pé de cada talude com declividade longitudinal de 0,50%. A pista das bermas será revestida com solos lateríticos com inclinação de 3% em direção a canaleta conforme apresentado na figura ao lado.



Seção Tipo da Canaleta das Bermas

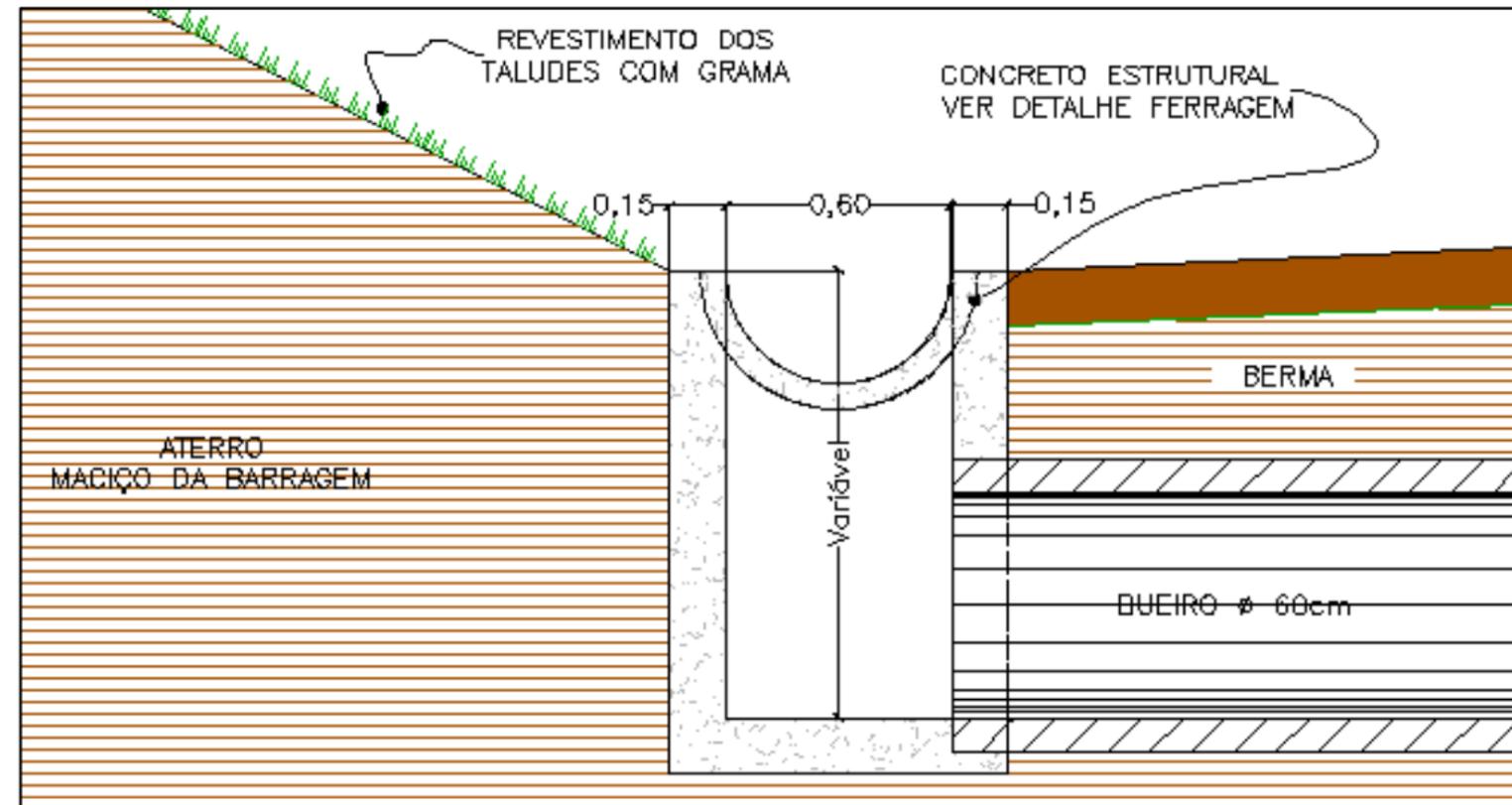


## Barragem B1: Projeto de adequação

### DRENAGEM SUPERFICIAL

#### ➤ *Coletores Transversais*

As canaletas das bermas irão desaguar em caixas coletoras e bueiro de greide para a transposição das bermas e acessos..



Seção Tipo da Caixa Coletora com Bueiro de Greide

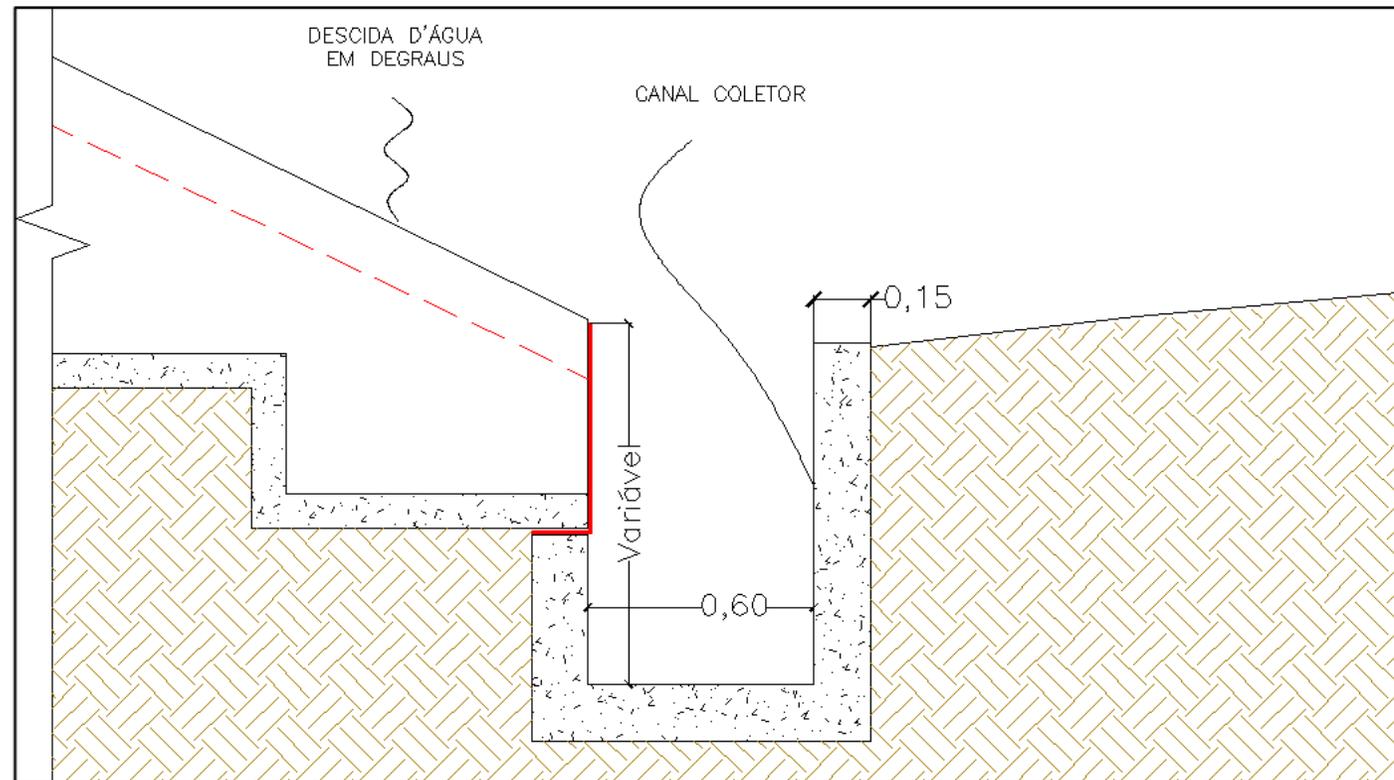


## Barragem B1: Projeto de adequação

### DRENAGEM SUPERFICIAL

#### ➤ **Canal Coletor**

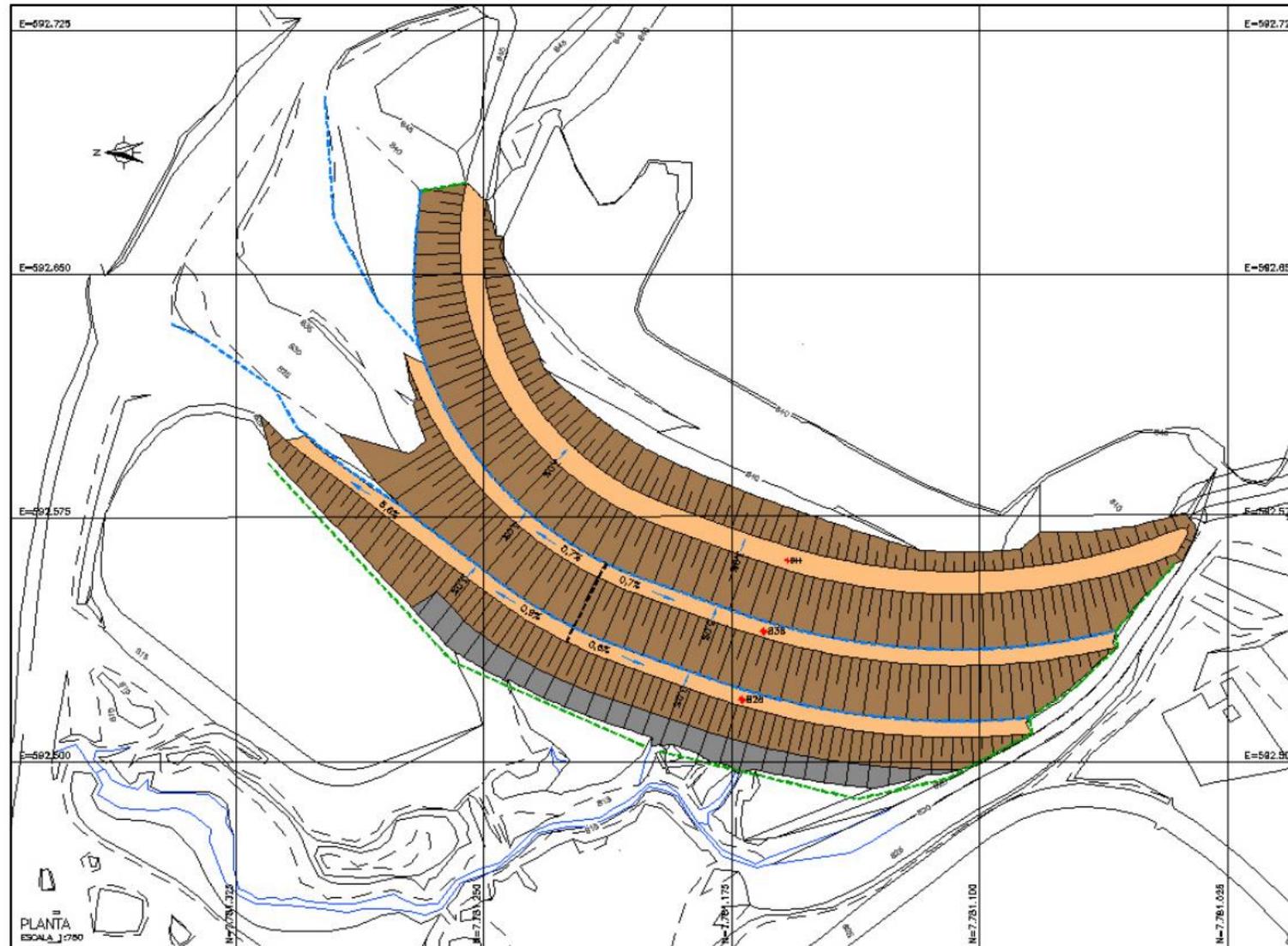
As canaletas das bermas irão desaguar em caixas coletoras e descidas d'água em escada, localizadas no encontro do maciço da barragem com o terreno natural que irão desaguar no canal coletor.



Detalhe Canal Coletor



## Barragem B1: Projeto de adequação



Layout Arranjo Geral do Maciço

## Barragem B1: Projeto de adequação

### **CANAL EXTRAVASOR**

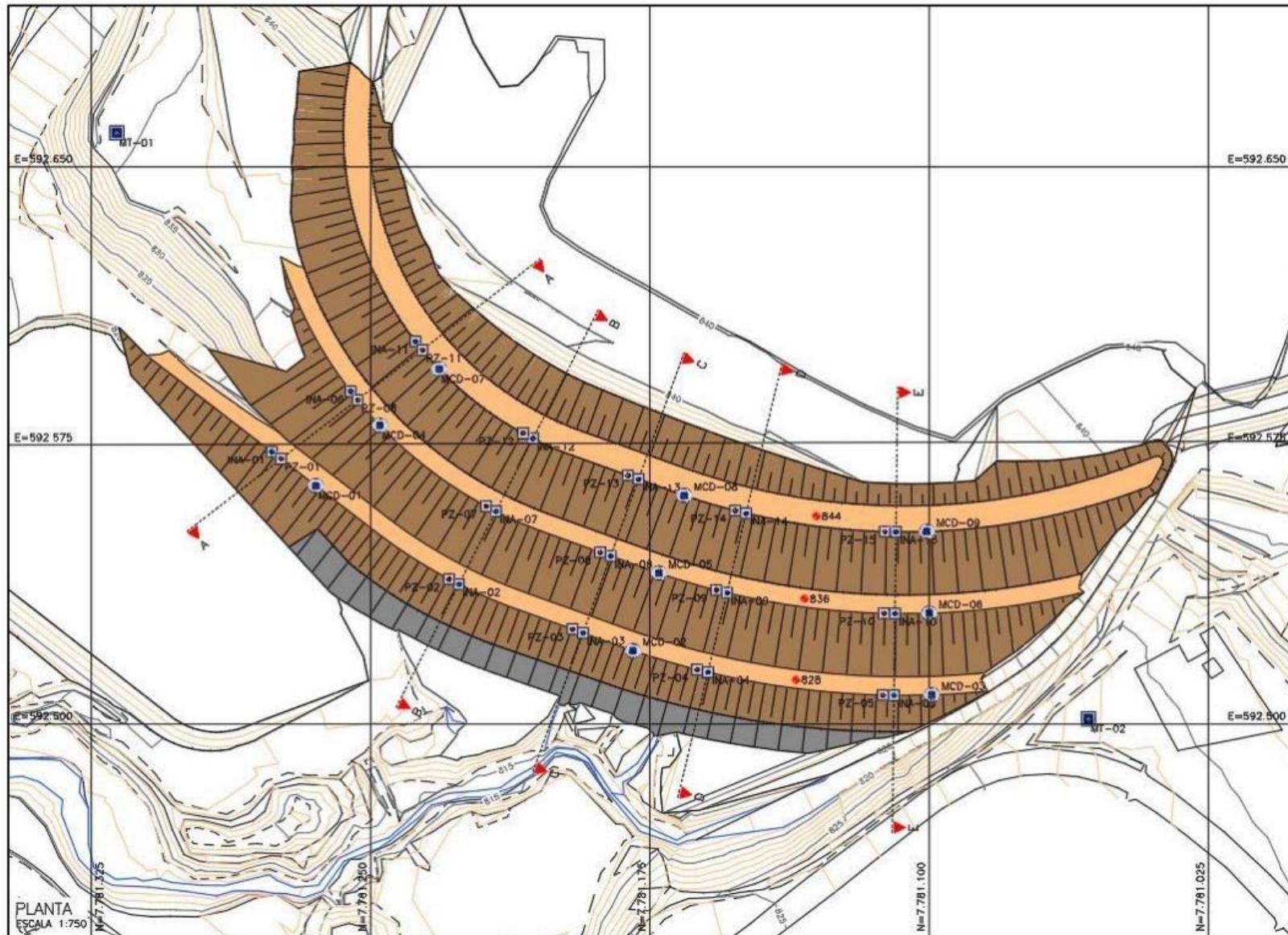
O sistema extravasor da Barragem B1 está localizado na margem esquerda do maciço, sendo todo escavado em terreno natural e revestido com concreto armado. O dispositivo é composto por uma tomada d'água em nível e um canal rápido que desagua em uma bacia de dissipação, a qual faz a transição do regime de escoamento supercrítico para o regime de baixa velocidade. A partir da bacia de dissipação o fluxo é conduzido para um canal de restituição revestido em enrocamento, que por sua vez, conduz as águas para o leito natural do Córrego do Engenho. Todos os dispositivos do sistema foram dimensionados para vazão máxima afluyente considerando um tempo de recorrência de 10.000 anos.

### **INSTRUMENTAÇÃO DE CONTROLE**

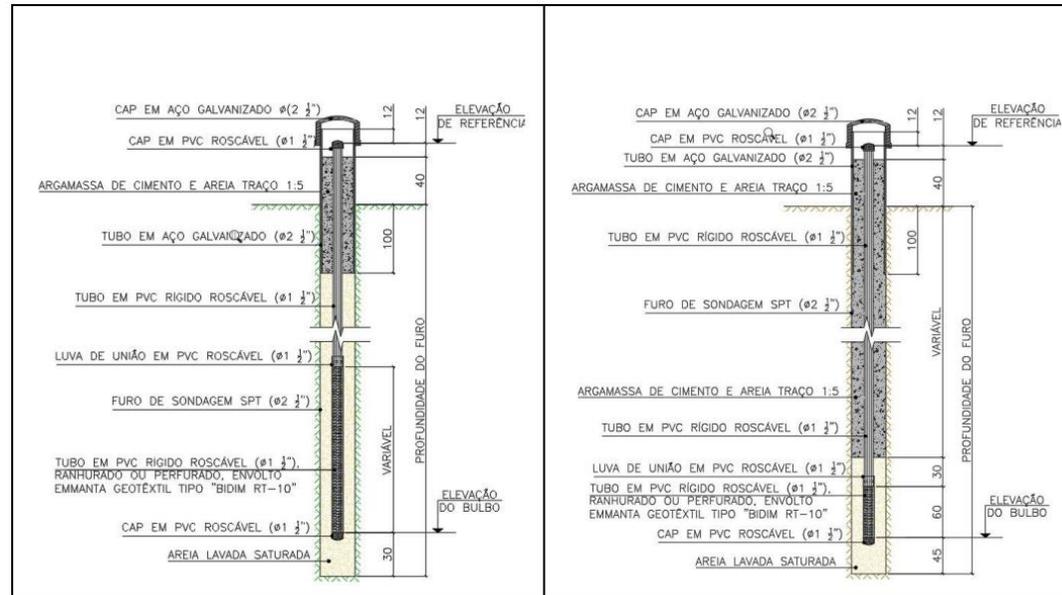
A Barragem B1 será monitorada através de 5 seções onde estarão dispostos Piezômetros (PZ) e Indicadores de Nível d'Água (INA) para aferir as subpressões e a linha freática pela fundação e maciço. Quanto as deformações, essas serão monitoradas através de Marcos de Controle de Deformação (MCD) e Estação Robótica, dispostos seções ao longo do maciço. O efluente da drenagem interna será medido através de vertedouro triangular a ser locado à jusante do filtro de pé. A disposição dos elementos de monitoramento e os detalhes são apresentados nas figuras a seguir.

## Barragem B1: Projeto de adequação

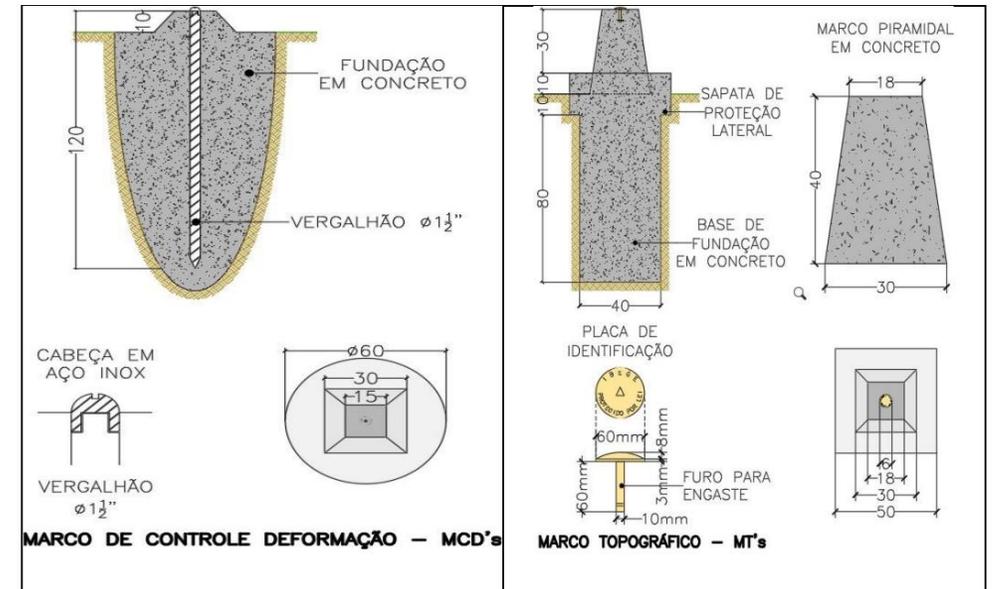
Arranjo da  
instrumentação



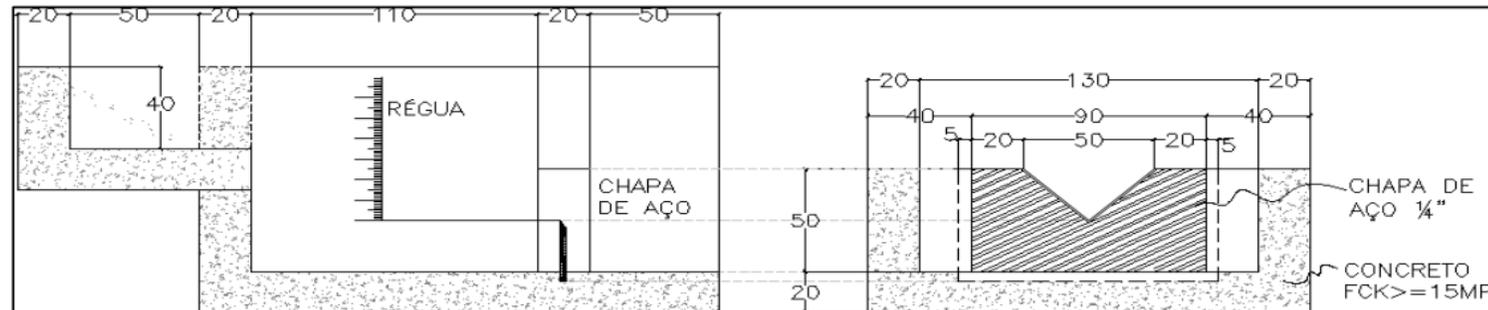
# Barragem B1: Projeto de adequação



Detalhe INA e PZ



Detalhe de Marco de Controle Topográfico e de formação



Detalhe de Vertedouro Medidor de Vazão

# Barragem B1: Projeto de adequação



## CRONOGRAMA EXECUTIVO



### OBRAS DE DESCARACTERIZAÇÃO - BARRAGEM B1 - 2022

Id.	Serviço / Insumo	Fevereiro				Março				Abril				Maio				Junho				Julho				Agosto				Setembro				Outubro				Novembro				Dezembro			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
<b>1 MACIÇO</b>																																													
1.1	Execução do Dreno de pé e colchão drenante	■	■	■	■																																								
1.2	Execução do aterro de elevação 835					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■																												
1.3	Remoção do maciço de montante entre as elevações 835 e 843															■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■																
1.4	Execução do aterro entre as elevações 835 e 843																									■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■								
<b>2 SERVIÇOS COMPLEMENTARES</b>																																													
2.1	Sistema Drenagem Superficial																					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■								
2.2	Instrumentação																					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■								
2.3	Revestimento Vegetal																																					■	■	■	■				

## Barragem B1: Projeto de adequação

A fim de garantir a qualidade técnica e manter as especificações de projeto, a construção da estrutura conta com o *Acompanhamento Técnico de Obras (ATO)*.

As atividades do sequencial executivo, como um todo, são vistoriadas diariamente e inspecionadas semanalmente por equipe técnica responsável.

A seguir são apresentados registros fotográficos em ordem cronológica dos acompanhamentos das obras de descaracterização/adequação.



Vista frontal da estrutura, notar início da execução do tapete drenante, N.A abaixo do nível de projeto e canal de desvio em operação.



Vista aproximada da transição entre a brita 0 e 2, notar ausência de proteção vegetal dos taludes de jusante, em função das obras de descaracterização/adequação. Registro realizado no mês de dezembro de 2021.



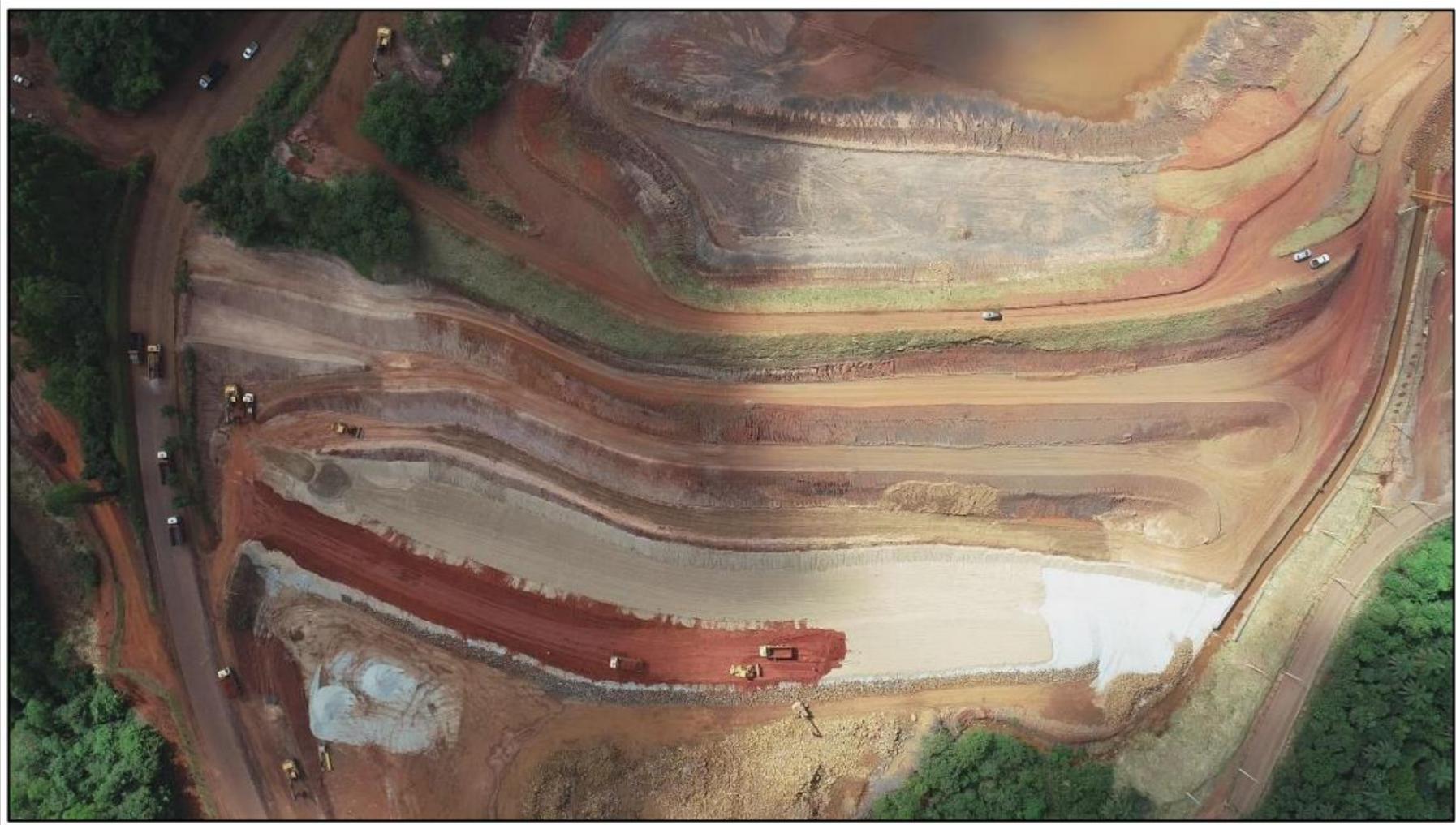
Vista frontal dos taludes de jusante, notar avanço do tapete drenante.  
Registro em fevereiro 2022.



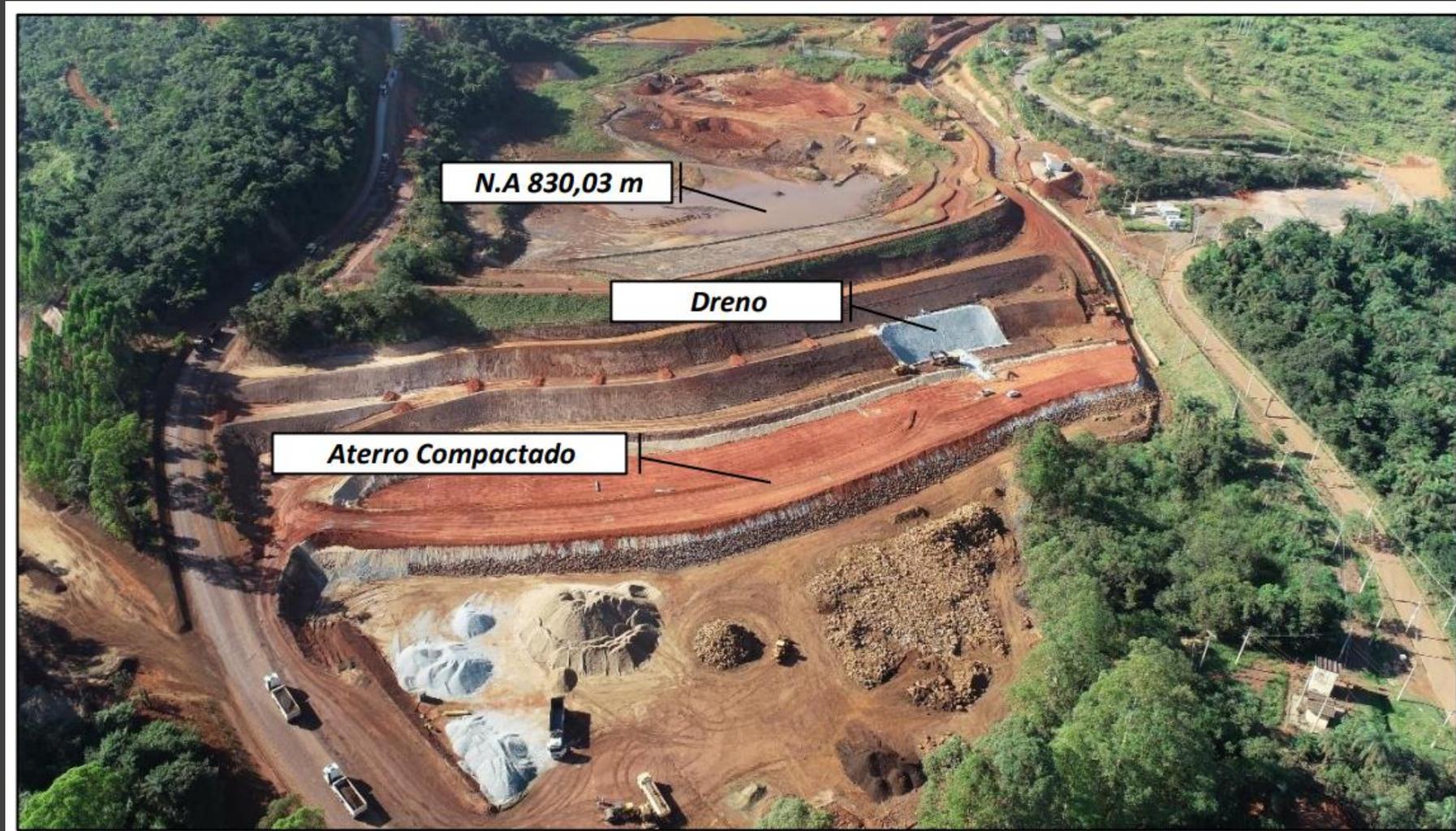
Vista aproximada dos taludes de jusante e tapete drenante, notar transição de areia grossa, brita 0 e 2. Registro em março de 2022.



Vista lateral da estrutura, notar avanço das obras de descaracterização/adequação.  
Registro em março 2022.



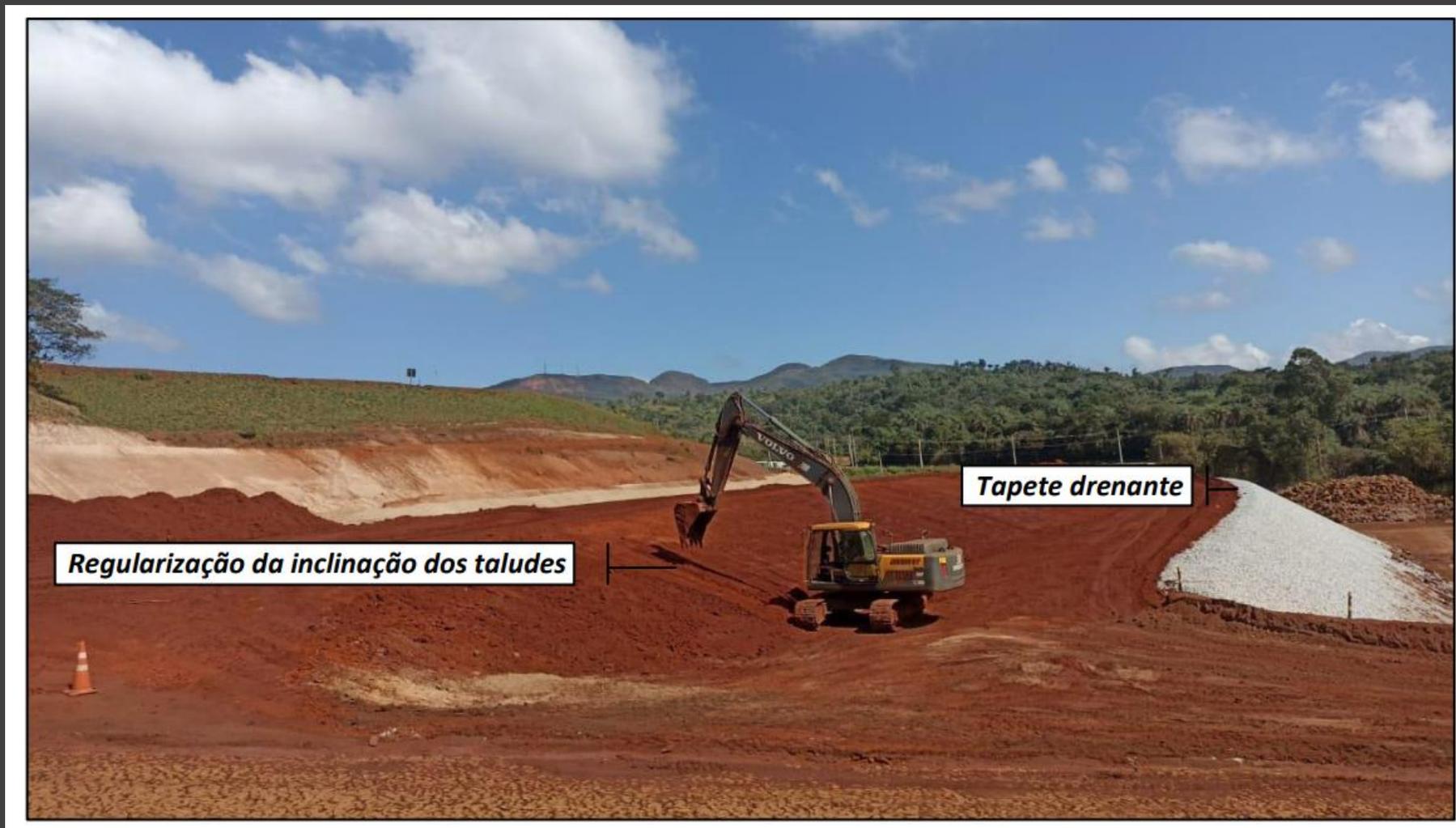
Vista superior da estrutura, notar envelopamento do tapete drenante com material laterítico. Levantamento em março de 2022.



Vista geral da estrutura, notar avanço do processo de descaracterização/adequação com o início do aterro compactado. Levantamento realizado em abril de 2022.



Vista do corpo de aterro, notar limite temporário da areia no tapete sub-horizontal e taludes de jusante. Registro realizado em abril de 2022.



Vista da estrutura a partir da ombreira esquerda. Registro em maio de 2022.



Vista de montante da bacia de acumulação, notar N.A abaixo do previsto em projeto e remoção dos alteamentos de montante. Registro em junho de 2022.



Vista superior da estrutura. Registro em junho de 2022.



Vista em detalhe do aterro compactado, notar segunda berma em execução (elevação 830,00 m). Registro em junho de 2022.



Vista geral da estrutura, notar avanço do processo de descaracterização e adequação.  
Registro em julho de 2022.



Vista parcial da crista atual, notar espera da drenagem interna na El. média 833,00 m.  
Registro em julho de 2022.



Regularização longitudinal e transversal das bermas para implantação de obras civis.  
Registro em julho de 2022.



Campanha de instrumentação DS001571-R0. Registro em julho de 2022.



Limpeza da bacia e execução de aterro compactado. Registro em agosto de 2022.



Execução de drenagem interna. Registro em setembro de 2022.



Execução de aterro compactado. Registro em setembro de 2022.



Vertedouro em concreto. Registro em outubro de 2022.



Monitoramento da instrumentação. Registro em outubro de 2022.



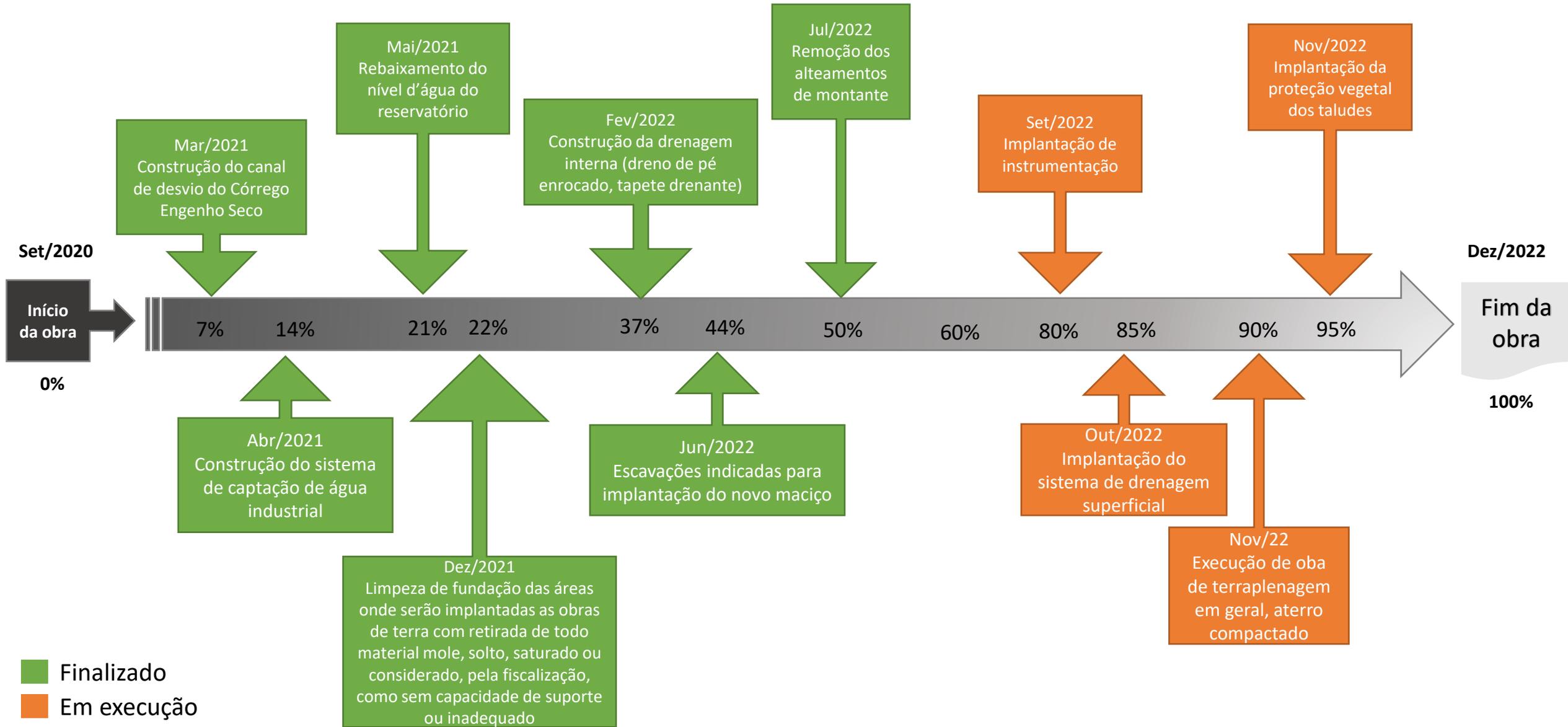
Plantio de grama em placa. Registro em outubro de 2022.



Execução de dreno vertical. Registro em outubro de 2022.



Situação atual da estrutura. Registro em outubro de 2022.



■ Finalizado  
■ Em execução



*Obrigado!*