



BARRAGEM SÃO DALMÁCIO

ESTUDO DE VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO

Data de Emissão: 20/04/2022

Contratante: Prefeitura Municipal de São Roque do Canaã

Contrato: Nº036/2022

Ordem de Serviço: Nº010/2022

Profissional Responsável: Eng. Vinícius Rebuli

VITÓRIA / ES

FICHA RESUMO

CONTRATO	Nº 036/2022	Nº DA ART	0820220068242
----------	-------------	-----------	---------------

REFERÊNCIA	NATUREZA
Especificações Gerais de Projetos de Barragens da SEAG	Barragem de Concreto Armado

DADOS DA SOLICITAÇÃO

Solicitante: Prefeitura Municipal de São Roque do Canaã
Objeto: Projeto de engenharia para a barragem São Dalmácio
Objetivo: Apresentar o estudo de viabilidade de implantação da barragem.

DADOS DO OBJETO

Endereço: Estrada São Dalmácio, Distrito Sede, Zona Rural
Cidade: São Roque do Canaã **Estado:** ES
Tipologia: Barragem de concreto proposta em São Roque do Canaã

FOTOGRAFIA DE IDENTIFICAÇÃO DO LOCAL



RESPONSÁVEL TÉCNICO PELO RELATÓRIO

Eng. Vinicius dos Santos Rebuli - CREA-ES 033166/D

LOCAL E DATA

Vitória

20/04/2022

SUMÁRIO

FICHA RESUMO	2
SUMÁRIO	3
1. APRESENTAÇÃO	4
1.2 OBJETIVO.....	4
1.3 ORIENTAÇÃO DOS TRABALHOS	4
2. LOCALIZAÇÃO	5
2.1 CAMINHO SAINDO DE VITÓRIA/ES	5
2.2 MAPA DE SITUAÇÃO DO BARRAMENTO	5
3. ESTUDOS PRELIMINARES	6
3.1 ADEQUABILIDADE DA LOCALIZAÇÃO DO BARRAMENTO.....	6
3.3 REALIZAÇÃO DE LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO	7
3.4 IMAGEM AÉREA (ORTOFOTO PARCIAL) DO LOCAL ESTUDADO	7
3.5 DADOS CADASTRAIS	7
3.6 COTA DE INUNDAÇÃO, INTERFERÊNCIAS E DEMAIS ASPECTOS.....	8
4. ESTUDOS GEOLÓGICOS/GEOTÉCNICOS	10
4.1 INVESTIGAÇÃO GEOTÉCNICA PRÉVIA (PREFEITURA).....	10
4.2 INVESTIGAÇÃO GEOLÓGICA	10
4.3 PERFIL GEOLÓGICO/GEOTÉCNICO	10
5. ESTUDOS DE VIABILIDADE	11
5.1 RESUMO DAS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.....	11
5.2 CONCEPÇÃO DA BARRAGEM E ESTRUTURAS EXTRAVASORAS	12
5.3 ESTIMATIVA PRELIMINAR DE VOLUME ARMAZENADO.....	12
5.3 PRÓXIMOS ESTUDOS	13
6. RELATÓRIO FOTOGRÁFICO	14
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	17
8. ANEXOS	18

1. APRESENTAÇÃO

A MILETUS ENGENHARIA LTDA, de acordo com o Contrato Nº 036/2022, firmado com a Prefeitura Municipal de São Roque do Canaã, referente à prestação de serviços para Elaboração de Projeto de Engenharia especializado em Barragens, apresenta o Relatório de Estudos de Viabilidade de Implantação da Barragem São Dalmácio.

1.2 OBJETIVO

Este relatório tem como objetivo principal, apresentar uma avaliação preliminar e sucinta do potencial da área apresentada pelo município, constituída pelos estudos preliminares que dão suporte à verificação da viabilidade de construção de barramento, conforme padrão estabelecido pelos Termos de Referência de Projetos de Barragem da Secretaria de Estado da Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca – SEAG.

1.3 ORIENTAÇÃO DOS TRABALHOS

Consoante os procedimentos técnicos recomendados para projetos do gênero, serão utilizadas as prescrições das normas técnicas vigentes pertinentes ao objeto em questão, a saber, elaboração de projeto de barragens. Entre as normas utilizadas, destaca-se:

- Manual do Empreendedor de Barragens, Vol. V – Diretrizes para Elaboração de Projetos de Barragens – Agência Nacional de Águas (ANA);
- ABNT NBR 6118:2014 – Projeto das estruturas de concreto – Procedimento;
- ABNT NBR 13028:2018 – Mineração – Elaboração e apresentação de projeto de barragens para disposição de rejeitos, contenção de sedimentos e reservação de água – Requisitos;
- ABNT NBR 6120:2019 – Ações para o cálculo de estruturas de edificações;

Além disso, a elaboração foi guiada por diversas inspeções ao local da implantação da barragem, para avaliação in loco das condições físicas, para realização de estudos e ensaios, como topografia, sondagem, batimetria etc.

2. LOCALIZAÇÃO

2.1 CAMINHO SAINDO DE VITÓRIA/ES

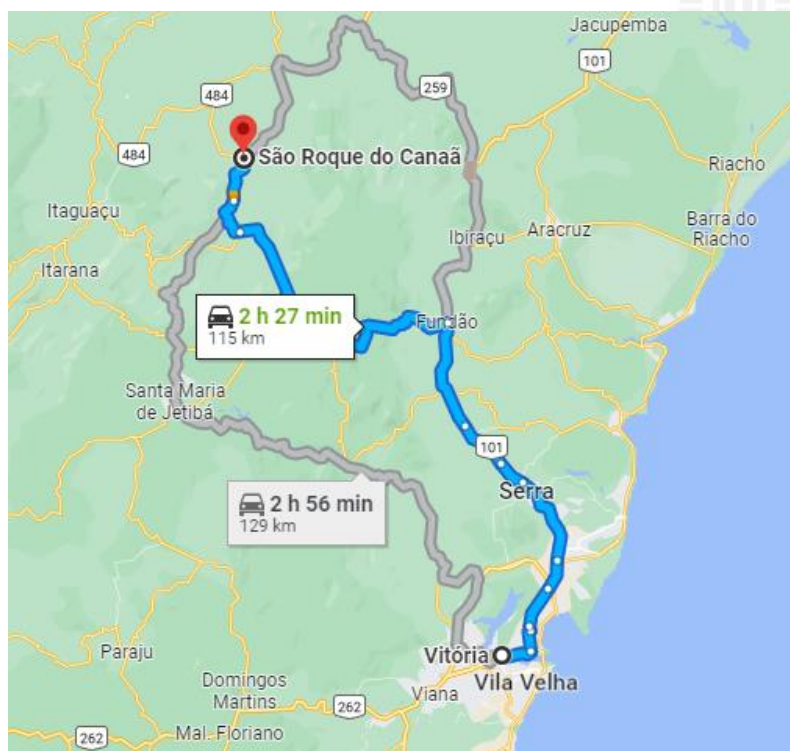


Figura 1: Acesso por Vitória/ES

2.2 MAPA DE SITUAÇÃO DO BARRAMENTO



Figura 2: Mapa de situação de local apresentado pela Prefeitura de São Roque do Canaã: Zona Rural, Rio Santa Maria do Doce. (Marcador amarelo indica o local estudado)

3. ESTUDOS PRELIMINARES

3.1 ADEQUABILIDADE DA LOCALIZAÇÃO DO BARRAMENTO

O local proposto foi indicado pela contratante, a prefeitura de São Roque do Canaã, indicando o desejo de construir ali uma nova barragem, tecnicamente adequada de acordo com as normas vigentes, para substituir uma barragem existente no local, que não está registrada em agências nacionais.

A equipe da Miletus Engenharia realizou várias inspeções no local nos meses de março e abril de 2022. Além de inspeção visual, foram feitos questionários quanto ao histórico do local, bem como possíveis desafios que poderiam surgir da construção da barragem.

Da inspeção visual, constatou-se que o local é caracterizado por curso d'água de boa vazão, com terreno composto de rocha sã exposta na área central, e rocha cobertura por uma camada de solo argilo-arenoso nas ombreiras.

A topografia apresenta tipologia de vale raso, o que denota a possibilidade de um barramento com aumento expressivo de volume reservado com pequenos aumentos de cota. O corpo d'água a ser barrado, o Rio Santa Maria Doce, apresenta traçado consideravelmente sinuoso, com o formato de “ferradura” na região imediatamente à montante do barramento existente.

Quanto à disponibilidade de material, as concreteira mais próximas encontram-se no município de Colatina, com uma distância de transporte de aproximadamente 30 km em asfalto e 3 km em estrada vicinal.

O local conta com bota-fora próximo, indicado pela prefeitura, em terreno ao lado da fábrica de cerâmicas Safira.

Quanto ao histórico, foram consultados moradores da região e a equipe de engenharia da prefeitura de São Roque do Canaã, que informaram que o rio a ser barrado, o Santa Maria Doce, apresenta grande intermitência de vazão.

Dois casos extremos foram citados como exemplo: Em 2013, houve uma cheia onde o nível do rio atingiu várias construções da região e chegou até mesmo ao centro da cidade. Nas edificações ao redor do local proposto para o barramento, ainda é possível ver as marcas de umidade deixadas por essa cheia.

O segundo exemplo foi de secas em 2014 e 2018, onde o rio cessou completamente, não havendo fluxo qualquer a ser observado. Na seca de 2014, a cidade de São Roque do Canaã ficou 8 meses sem abastecimento de água por encanamento, e a população sobreviveu com água trazida por uma frota de caminhões pipa, que precisou ser mobilizada exclusivamente para isso.

Essa seca foi o principal motivador para a construção da nova barragem, já que a prefeitura quer proteger a população de São Roque do Canaã de problemas futuros com falta de água.

3.3 REALIZAÇÃO DE LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO

Após as inspeções iniciais no local e o levantamento do histórico da região através de informações cedidas pela Prefeitura de São Roque do Canaã e moradores da região ao redor do local proposto para o barramento, realizou-se um Levantamento Topográfico e Batimétrico de toda área de interesse no local, para continuação dos estudos de viabilidade e implantação.

O levantamento topográfico foi realizado com uso de estação total, drones e demais equipamentos pertinentes, para levantamento de uma multiplicidade de pontos que permitisse a obtenção de informações corretas para a barragem.

O levantamento completo, com as curvas de nível e ortofoto, encontra-se nos documentos do projeto, sob o título de BSD-LOC-01 Topografia.

3.4 IMAGEM AÉREA (ORTOFOTO PARCIAL) DO LOCAL ESTUDADO



Figura 3: Ortofoto realizada com drone da área onde será implantado o novo barramento e córrego na área imediatamente à montante do barramento existente.

3.5 DADOS CADASTRAIS

- Nome proposto para a barragem: Barragem São Dalmácio
- Local: Rio Santa Maria do Doce, zona rural, em São Roque do Canaã/ES
- Bacia Hidrográfica: Sub-bacia do Rio Santa Maria do Doce
- Curso d'água barrado: Rio Santa Maria do Doce
- Coordenadas: UTM (24K) 7.815.048 m S / 327.876 m E
- Finalidade: Abastecimento municipal

3.6 COTA DE INUNDAÇÃO, INTERFERÊNCIAS E DEMAIS ASPECTOS

Através de inspeção no local, levantamento topográfico, análise de imagens aéreas, entrevistas com os moradores locais e troca de informações com a equipe da prefeitura de São Roque do Canaã, foram constatadas as possíveis interferências com a barragem e o reservatório, a depender da cota a ser escolhida para a inundação.

O barramento existente está com seu topo próximo a cota 104. Para armazenamento ótimo com menor gasto, seria necessário usar cotas mais elevadas, como 108 e 109. Contudo, a partir da cota 106 há um aumento considerável da área de inundação e das interferências, atingindo diversas construções à montante do rio, que precisariam ser desapropriadas.

Foi realizada então uma reunião com a equipe de engenharia da prefeitura de São Roque do Canaã, contratante do projeto, onde ponderou-se as possíveis soluções para interferências e determinação da cota de inundação de trabalho, para desenvolvimentos dos estudos hidrológicos e continuação do projeto como um todo.

Optou-se por minimizar as desapropriações, já que não é desejável criar atrito com moradores da região, considerando que a motivação da construção da barragem é o benefício social da população de São Roque do Canaã,

Desse modo, determinou-se a cota 105 como cota de inundação de trabalho, com a realização de uma escavação na região interna da “ferradura” do córrego, para aumento do volume.

A cota 105 não apresenta interferências significativas, mas também não proporciona um volume ideal para o reservatório. A escavação representará um custo significativo do total da obra, que poderia inviabilizar a barragem em outras situações.

Contudo, no caso de São Roque do Canaã, a necessidade de se prevenir uma crise hídrica, como as que aconteceram na última década, se torna um fator preponderante na tomada de decisão.

Assim, o uso da cota 105 com escavação na área designada foi a opção adotada pela prefeitura, já que apresenta tanto um bom volume reservado (garantindo o abastecimento da população) como o menor transtorno social aos moradores da região.

Com isso, as interferências são:

Vegetação: Seriam alagadas pequenas áreas de plantação de proprietários rurais da região, e pequenas áreas de vegetação nativa dentro de propriedade particular, nas proximidades do local escolhido para o barramento.

Limpeza da Área de Inundação: Seria necessária uma limpeza moderada da área de inundação, com retirada considerável de árvores, bem como a retirada de material de primeira categoria da área a ser escavada.

Estradas: Existe uma estrada local com pequena ponte que corta o Rio Santa Maria do Doce, à montante do local proposto para o barramento, que está dentro da área prevista para escavação.



Figura 4: Estrada mencionada (seta vermelha) e barragem proposta (marcador amarelo).

Desapropriações e anuências: É necessário desapropriações e/ou anuências para as obras e a inundação das propriedades atingidas pelo reservatório. A obtenção desses documentos para o uso do solo na região é de responsabilidade da prefeitura, que já realizou um estudo delimitando as áreas a serem desapropriadas. O estudo de desapropriações realizado pela prefeitura encontra-se em anexo neste relatório.

4. ESTUDOS GEOLÓGICOS/GEOTÉCNICOS

Para escolha do tipo de fundação e estrutura mais adequados para a necessidade da barragem de São Dalmácio, foram realizados estudos de investigação do terreno com sondagens exploratórias.

Como o centro da área proposta apresenta rocha exposta, cuja qualidade é possível observar diretamente, as investigações foram concentradas nas ombreiras.

4.1 INVESTIGAÇÃO GEOTÉCNICA PRÉVIA (PREFEITURA)

Inicialmente foram realizadas, por solicitação prévia da prefeitura, dois furos de sondagens padrões tipo SPT, para determinação da profundidade da rocha nas ombreiras. Na ombreira direita foi encontrado o impenetrável na profundidade de 7,35 m e na ombreira esquerda na profundidade de 2,80 m.

O documento com os laudos das sondagens simples SPT e demais investigações da fundação está apresentado com o restante do projeto.

4.2 INVESTIGAÇÃO GEOLÓGICA

Devido à dúvida na qualidade da rocha que serviria como fundação das ombreiras, já que as sondagens SPT não são capazes de diferenciar diferentes tipos de rocha (sã, alterada, matacão, etc.), a Miletus Engenharia realizou sondagens mistas, do tipo SPT e Rotativas, para que fossem perfuradas as rochas e determinada de fato a qualidade da fundação no local.

Foram realizados, de acordo com as possibilidades e limitações do contrato, 3 furos de sondagem mista, dois na ombreira direita, onde havia maior profundidade, e 1 na ombreira esquerda.

O documento com os laudos das sondagens mistas e demais investigações da fundação está apresentado com o restante do projeto.

4.3 PERFIL GEOLÓGICO/GEOTÉCNICO

Com os dados dos 5 furos de sondagem realizados, foi determinado um perfil geológico-geotécnico, utilizado para a escolha da geometria do barramento e os cálculos estruturais e de escavação para preparação da fundação.

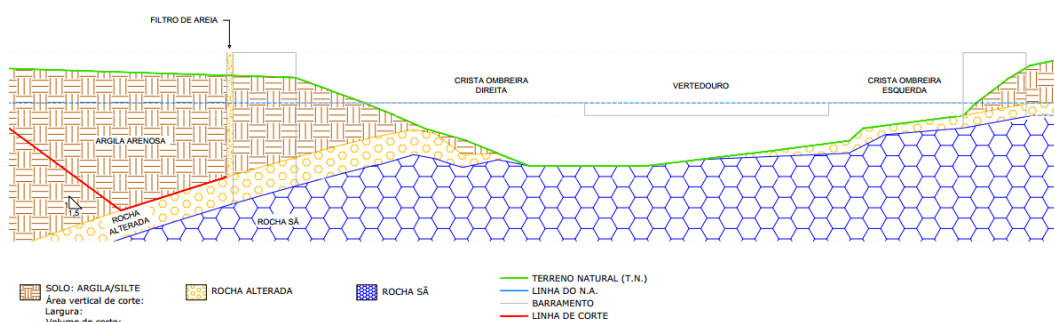


Figura 5: Perfil geológico-geotécnico do barramento proposto.

5. ESTUDOS DE VIABILIDADE

5.1 RESUMO DAS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

- Característica da Fundação Principal: Rocha sã;
- Característica da Ombreira Direita: Fundação em rocha sã profunda com fechamento de material argiloso;
- Característica da Ombreira Esquerda: Fundação em rocha sã
- Tipologia da Topografia: Vale (barramento de ~60 m de extensão);
- Curso do córrego: Sinuoso e largura média;
- Extensão do córrego: Aproximadamente 1,3 km até a o final da área de inundação (cota 105);
- Acesso ao canteiro: Fácil acesso, com estrada vicinal;
- Disponibilidade de material: Material de primeira e terceira categoria disponíveis no local;
- Concreteira mais próxima: 29 km (Colatina);
- Materiais a retirar: Limpeza do reservatório, incluindo árvores e arbustos, escavação de material argilo-arenoso da área de inundação, retirada de rocha alterada na fundação do barramento.
- Característica da bacia de contribuição (estimadas):
 - Área: 476,20 km²
 - Comprimento Rio Principal: 50,08 km
 - Diferença de nível: 820 m

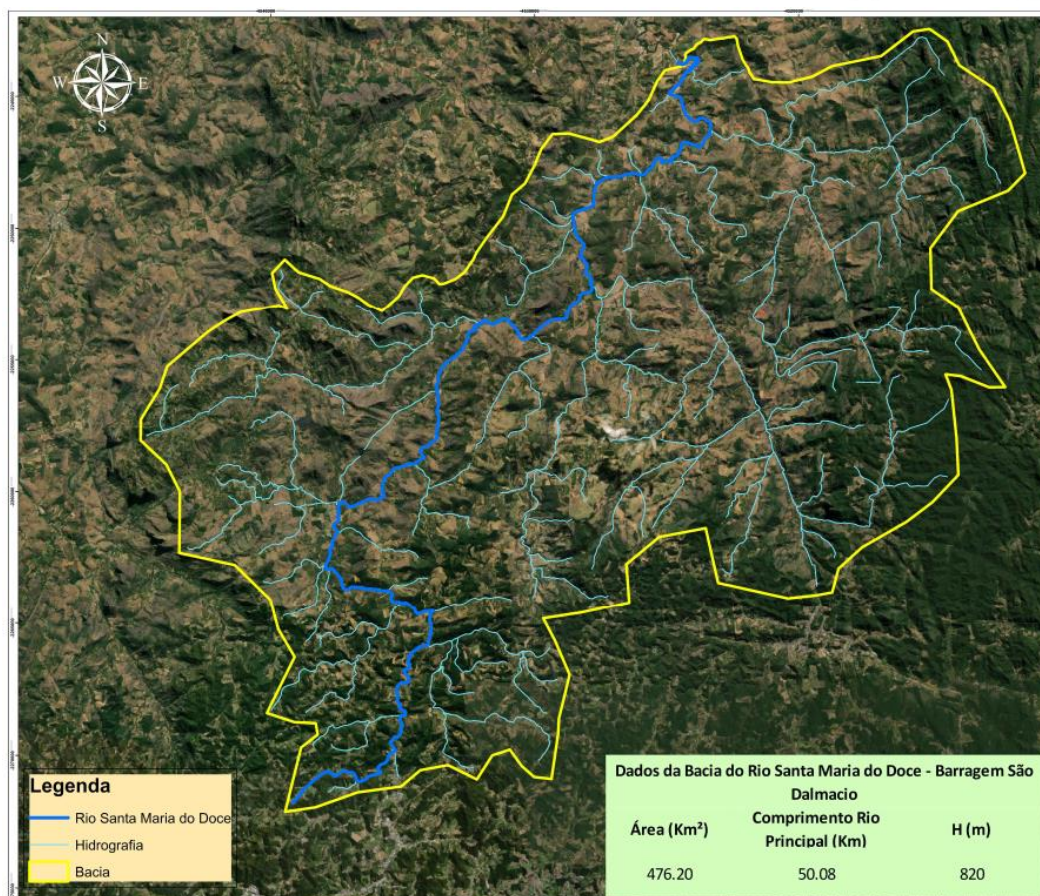


Figura 5: Bacia de contribuição do barramento

5.2 CONCEPÇÃO DA BARRAGEM E ESTRUTURAS EXTRAVASORAS

Após a análise das principais características técnicas encontradas na inspeção, imagens aéreas, levantamentos topográficos, sondagens no solo e, considerando que:

- O local possui superfície com predominância de rocha após remoção de camada de solo argiloso, inclusive nas ombreiras;
- Existe no local, com baixa profundidade, uma superfície de rocha sã, capaz de receber as cargas do barramento com tranquilidade;
- A remoção da fina camada de rocha alterada não representa um custo grande perante o total de uma barragem do porte considerado;
- O barramento não precisa ser extenso (~60m) e reservaria volume considerável, dentro das restrições de cota mencionadas;
- A distância de transporte para a aquisição de concreto é aceitável, apesar de estar em outra cidade.

Então a concepção de barragem de melhor viabilidade técnica é a construção de um novo barramento de concreto armado com contrafortes, com fundação sobre rocha sã, inclusive ombreiras, e com fechamento com solo compactado na ombreira direita, onde a rocha se encontra em profundidade ligeiramente maior.

5.3 ESTIMATIVA PRELIMINAR DE VOLUME ARMAZENADO

Com os dados disponibilizados pelo Levantamento Topográfico e Batimétrico e com a cota de trabalho para inundação determinada em reunião com a prefeitura, é possível estimar o volume a ser armazenado, como forma de calibrar os modelos hidrológicos e demais estudos a serem realizados.

Considerando a escavação na área interna até o limite das desapropriações, conforme estudo realizado pela prefeitura, a área de inundação será como mostrada abaixo:



Figura 6: Área de inundação da barragem proposta (cota 105)

A área total inundada do reservatório é de 100.405,87 m² considerando a cota de trabalho (105). Considerando que a cota de escavação seja a 102, e como a maior parte do reservatório (em área) será formado pela escavação, estima-se uma altura média de 3 m.

Desse modo, o volume a ser reservado é de aproximadamente 301.217, 61 m³. Esse valor é uma apenas estimativa para guiar os próximos estudos, especialmente o hidrológico, mas que deverá ser confirmado em fases mais avançadas do projeto.

Ressalta-se que a forte variação na vazão do rio, apontada pelos moradores e pela equipe da prefeitura, pode influenciar grandemente na cota real de inundação, mesmo que a nova barragem não seja implantada.

Essa variação também será estudada profundamente nos modelos hidrológicos.

5.3 PRÓXIMOS ESTUDOS

A partir das definições feitas neste estudo de viabilidade de implantação, será realizado o estudo hidrológico da barragem, para determinação das vazões médias, máximas e mínimas do rio na seção considerada para o barramento, bem como a confirmação do volume reservado e das cotas reais de inundação durante toda a vida útil da barragem.

Com o avanço do estudo hidrológico, será definida a geometria final do barramento, dentro da concepção de concreto com contrafortes, e realizado o dimensionamento estrutural da barragem e da fundação.

Também será elaborada o Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) e demais estudos técnicos e ambientais necessários.

6. RELATÓRIO FOTOGRÁFICO



Foto 1: Vista geral do barramento existente.



Foto 2: Vista a montante do barramento existente.

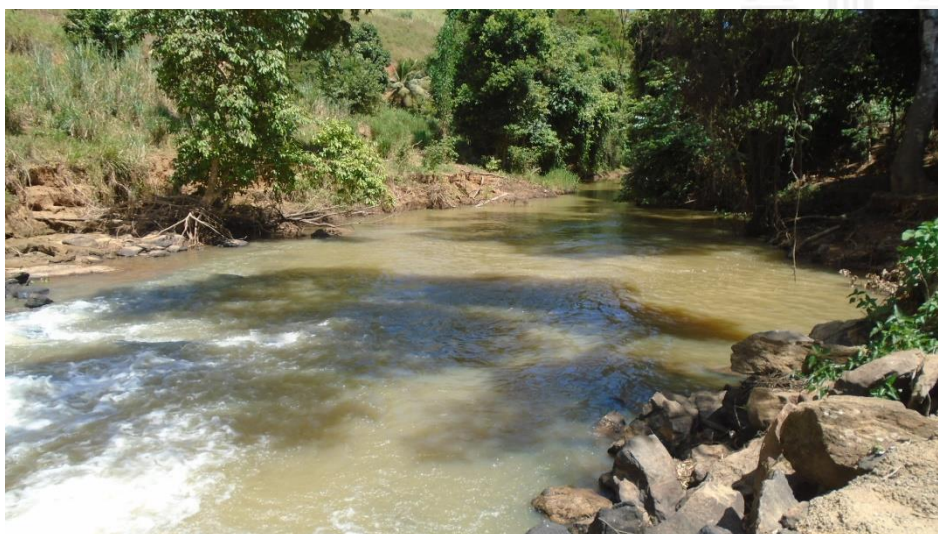


Foto 3: Vista a jusante do barramento existente.



Foto 4: Vista frontal do barramento existente.



Foto 5: Rocha sã exposta nas laterais do barramento existente.



Foto 6: Edificação existente no local com marcas da inundação na cheia de 2013 (cota 109)



Foto 6: Ortofoto da região do barramento (seta vermelha), área de inundação e escavação, e construções/plantações possivelmente afetadas por aumento de cota a montante.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O local proposto para a barragem São Dalmácio apresenta geometria favorável à construção de um barramento de concreto, além de excelente fundação em rocha sã exposta.

O volume reservado para a cota adotada não é o ideal, mas será aumentado com a escavação prevista, aproveitando-se da geometria do rio na região.

Dado o histórico de secas que prejudicam gravemente a população de São Roque do Canaã, a barragem São Dalmácio é uma alternativa técnica e economicamente viável para mitigação dos problemas e abastecimento da população em épocas críticas, que trará diversos benefícios sociais ao município como um todo.

Esse relatório é o primeiro estudo do projeto básico executivo, em elaboração pela MILETUS ENGENHARIA LTDA, de acordo com o Contrato Nº 036/2022, firmado com a Prefeitura Municipal de São Roque do Canaã, para construção da barragem de São Dalmácio.

Os demais estudos pertencentes a este projeto serão apresentados posteriormente em outros documentos.

8. ANEXOS

