

# ESTUDO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO

---

**2023**

20 de Julho de 2023

---

**IGREJA LAGOINHA NITERÓI**  
Niterói - RJ

---

Criado por:



**AGCONSULT**



## APRESENTAÇÃO

A **IGREJA LAGOINHA NITERÓI**, inscrita no CNPJ sob nº 19.685.947/0001-01, visando estabelecer empreendimento na Estrada Francisco da Cruz Nunes, nº 43, Bairro Cafubá (Piratininga), Niterói-RJ e em atendimento à INEA/SERVHIDNOT-732/2022 vinculada ao Processo nºSEI-070007/000531/2022, vem apresentar o Estudo Hidrológico e Hidráulico necessário à regularização de Projeto de Canalização a ser implantado no referido terreno.



## SUMÁRIO

Lista de Figuras.....	v
Lista de Tabelas.....	vi
1. Introdução.....	7
1.1. Objetivo.....	7
1.2. Justificativa.....	7
2. Identificação.....	8
2.1. Identificação da Empresa.....	8
2.2. Indentificação do Empreendimento.....	8
2.3. Identificação dos Responsáveis pelo Trabalho.....	8
3. Caracterização do Empreendimento.....	10
4. Contextualização.....	10
5. Estudo Hidrológico.....	12
5.1.1. Regionalização da Bacia 01 - Afluente Arrozal.....	14
5.2. Bacia 2 - Rio Arrozal.....	16
5.2.1. Área de Drenagem (AD) da bacia 02.....	16
6. Estudo hidráulico.....	18
6.1. Premissa do dimensionamento dos trechos.....	20
6.2. Trecho 01-A.....	20
6.2.1. Seção de Drenagem do Trecho 01-A.....	21
6.3. Trecho 01-B.....	22
6.3.1. Seção de Drenagem do Trecho 01-B.....	23
6.4. Trecho 2.....	24
6.4.1. Seção de Drenagem do Trecho 2.....	25
6.5. Trecho 3.....	26
6.5.1. Seção de Drenagem do Trecho 3.....	27
6.6. Redutor de Velocidade.....	28
7. Considerações Finais.....	33
8. Referências Bibliográficas.....	34
9. Anexos.....	35
Anexo I - Relatórios do Software Canal.....	36



Anexo II - Relatório de dimensionamento de dissipador de energia tipo SAF pelo software OHDE 1.0 .....	37
Anexo III – Platas de Detalhamentos das Transições da Canalização .....	39



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Delimitação do imóvel onde se pretende realizar o empreendimento (em vermelho). .....	10
Figura 2 - Layout com a projeção do projeto arquitetônico previsto e utilizado como uma das premissas para o novo dimensionamento.....	11
Figura 3 - Bacias de contribuição do projeto, destaque em vermelho para a área do empreendimento.....	12
Figura 4 - Bacia do Rio Arrozal e as sub-bacias 01 e 02.....	13
Figura 5 - A linha em rosa delimita a área de drenagem calculada de 0,88 km <sup>2</sup> . ....	15
Figura 6 - A linha em amarelo delimita a área de drenagem calculada de 1,27 km <sup>2</sup> .....	17
Figura 7 - Dados de entrada e saída para o Caso 1.....	29



**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Dados técnicos da microbacia do Rio Arrozal e seu tributário, alvo do estudo.....	15
Tabela 2 - Dados técnicos da microbacia do Rio Arrozal e seu tributário, alvo do estudo.....	16
Tabela 3 - Resumo das vazões de projeto obtidas.....	18
Tabela 4 - Dados técnicos do trecho 1.....	21
Tabela 5 - Parâmetros e resultados do dimensionamento para seção hidráulica sugerida. ....	22
Tabela 6 - Dados técnicos do trecho 01-B.....	23
Tabela 7 - Parâmetros e resultados do dimensionamento para a seção hidráulica sugerida.....	24
Tabela 8 - Dados técnicos do trecho 2.....	25
Tabela 9 - Parâmetros e resultados do dimensionamento da seção hidráulica sugerida. ....	26
Tabela 10 - Dados técnicos do trecho 3.....	27
Tabela 11 - Parâmetros e resultados do dimensionamento para 1,0m seção hidráulica sugerida. .....	28
Tabela 12 - Parâmetros utilizados para o cálculo do regime de escoamento. ....	29
Tabela 13 - Parâmetros utilizados para o dimensionamento do dissipador de energia. ....	30



## 1. INTRODUÇÃO

A IGREJA LAGOINHA NITERÓI, inscrita no CNPJ sob nº 19.658.947/0001-01, sediada na Avenida Silvio Picanço, nº 679, Bairro São Francisco, Niterói-RJ, encontra-se em fase de planejamento para implantação de uma nova unidade na cidade, localizada na Estrada Francisco da Cruz Nunes, nº 43 no Bairro Cafubá.

No lote em questão ocorre a confluência do Rio Arrozal e um de seus tributários, que atualmente são escoados por meio de canal aberto no trecho que compreende o empreendimento. No entanto, é possível verificar, que os mesmos, encontram-se canalizados à montante e à jusante do terreno.

Para que seja possível implantar o empreendimento, com suas edificações, se faz necessário a adequação dos trechos dos cursos d'água que atravessam o local supracitado.

Nesse contexto, após abertura do processo de autorização para intervenção em recurso hídrico, Processo nº SEI-070007/000531/2022, foi solicitado por este órgão a Notificação SERVHIDNOT - 732/2022, a qual o presente estudo é um item de composição das solicitações presentes na notificação.

### 1.1. OBJETIVO

Nesse sentido o presente relatório tem por objetivo apresentar o Estudo Hidrológico, com a determinação de vazão de cheia máxima para um tempo de retorno de 50 anos para subsidiar a elaboração do Estudo Hidráulico, o estabelecimento de parâmetros mínimos e a previsão de dimensionamento de canal de drenagem capaz de atender às condições de vazão previstas para o local com segurança.

### 1.2. JUSTIFICATIVA

Os dados gerados pelos Estudos Hidrológico e Hidráulico servirão de base para a elaboração do projeto básico de canalização dos trechos, que por sua vez vão orientar a elaboração do projeto executivo a ser realizado por técnico habilitado, sendo o projeto básico compatível com as características do local (dados dimensionados) e o projeto arquitetônico da edificação a ser implantada.



## 2. IDENTIFICAÇÃO

### 2.1. IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA

**Razão Social:** Igreja Lagoinha Niterói

**CNPJ:** 19.658947/0001-01

**Endereço:** Avenida Silvio Picanço, n° 679, Bairro São Francisco, Niterói-RJ

**CEP:** 24.360-030

### 2.2. IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

**Razão Social:** Igreja Lagoinha Niterói

**CNPJ:** 19.658.947/0001-01

**Endereço:** Estrada Francisco da Cruz Nunes, n° 43, Bairro Cafubá (Piratininga),  
Niterói-RJ

**CEP:** 24.350-310

### 2.3. IDENTIFICAÇÃO DOS RESPONSÁVEIS PELO TRABALHO

**Responsável Técnica:** Lorena Gotelip Tostes Costalonga

**Habilitação Técnica:** Engenheira Ambiental e Sanitarista

**Número de registro no conselho de classe:** MG 246.918/D. Visto CREA – RJ  
2019113516

**E-mail:** [lorena.agconsult@gmail.com](mailto:lorena.agconsult@gmail.com)

**Anotação de Responsabilidade Técnica:** n° 2020230059905 e 2020200109150

**Responsável Técnica:** Júlia Koury Ferreira

**Habilitação Técnica:** Engenheira Ambiental

**Número de registro no conselho de classe:** SP 5069924625/D. Visto CREA – RJ  
2017131355

**E-mail:** [julia.agconsult@gmail.com](mailto:julia.agconsult@gmail.com)

**Anotação de Responsabilidade Técnica:** n° 20202000109152

**Colaboradora:** Fernanda R. Pantojo de Souza

**Habilitação Técnica:** Engenheira Ambiental e Sanitarista

**Número de registro no conselho de classe:** CREA-MG 254.063/D. Visto CREA - RJ  
2022100404



**E-mail:** [fernanda.agconsult@gmail.com](mailto:fernanda.agconsult@gmail.com)

**Colaborador:** Alfredo de Freitas Guimarães

**Habilitação Técnica:** Engº Agrônomo e Graduando em Geologia

**Número de registro no conselho de classe:** CREA-RJ 137.949/D

**Email:** [agconsult@live.com](mailto:agconsult@live.com)

**Telefone:** (32) 3214-4501

**Endereço:** Av. Dr. Paulo Japiassú Coelho, nº 714 Loja 107, Cascatinha – Juiz de Fora –  
MG. CEP: 36.036-643



### 3. CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

O empreendimento consiste na implantação de uma unidade da Igreja Lagoinha Niterói em imóvel localizado na Estrada Francisco da Cruz Nunes, n° 43, Bairro Cafubá no município de Niterói.

Figura 1 - Delimitação do imóvel onde se pretende realizar o empreendimento (em vermelho).



Fonte: Google Earth Pro, imagem datada de 30/06/2018.

### 4. CONTEXTUALIZAÇÃO

Após a revisão dos estudos anteriores com o objetivo de responder a Notificação SERVHIDNOT n° 732/2022, bem como as solicitações realizadas pelo INEA conforme Ata de Reunião da Alinhamento assinada em 22/05/2023, e para efeitos dos dimensionamentos presentes nos estudos hidrológico e hidráulico, informa-se que as premissas de dimensionamento foram alteradas afim da atender ao solicitado.

Nos estudos iniciais foi apresentada a sugestão de implantação de um único trecho de canalização. Além disso o mesmo estava previsto para um TR de 20 anos, atendendo a uma única bacia de contribuição, que abrange todo volume que desagua dos dois trechos canalizados a montante do terreno.

No entanto, em estudo da projeção da edificação prevista no terreno para implantação do empreendimento, inclusive de sua fundação, juntamente com os técnicos responsáveis pelo projeto arquitetônico e civil, foi verificado pela equipe técnica que a



galeria anteriormente sugerida, não se adequaria as características necessárias tanto para a obra prevista, quanto para as características de tempo de retorno e estruturas pré-existentes no local (manilamentos a montante).

A estimativa da vazão de projeto do presente estudo também foi revista em função do estudo “Caracterização das vazões e dos aportes de cargas contribuintes ao sistema Perilagunar Piratinuga-Itaipu/Niterói”, datado de 2020, elaborado pela Prefeitura de Niterói,

Com isso, a premissa de projeto foi alterada, considerando o layout representado na imagem a seguir.

Figura 2 - Layout com a projeção do projeto arquitetônico previsto e utilizado como uma das premissas para o novo dimensionamento.



Portanto, todos os dimensionamentos apresentados nos estudos e projetos seguirão os seguintes requisitos:

- Tempo de recorrência de 50 anos, conforme solicitado na Notificação INEA/SERVHIDNOT - 732/2022;
- Atendimento ao projeto arquitetônico, no que cabe à locação das estruturas e fundação a ser instalada pelo empreendimento;
- Divisão em três trechos de dimensionamento, o primeiro derivado da canalização que adentra ao terreno pela Estrada Francisco da Cruz Nunes, sendo este subdividido em trecho A e trecho B, o segundo derivado do



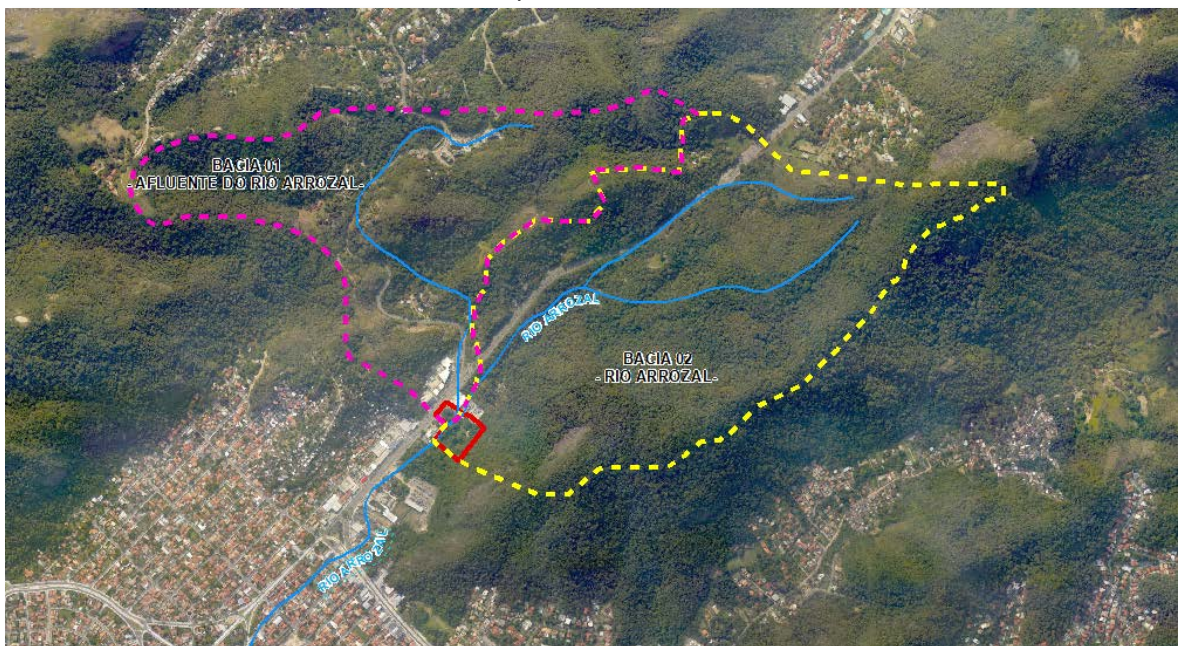
terreno vizinho (concessionária) e o terceiro a canalização após a confluência destes dois cursos hídricos.

## 5. ESTUDO HIDROLÓGICO

O estudo hidrológico visa compreender as características da bacia hidrográfica a fim de estimar a ocorrência de vazões de cursos d'água no ponto definido como exutório e que são utilizadas no dimensionamento de obras hidráulicas. Neste estudo é apresentado a metodologia de cálculo utilizada para a avaliação hidrológica de vazão, para um tempo de retorno de 50 anos, da situação que se configura no interior da área de instalação do futuro empreendimento, que drena parcialmente as águas do Rio Arrozal e um de seus tributários, localizado no bairro Cafubá, município de Niterói/RJ, conforme Figura 3.

Como visto no projeto cadastral, o terreno apresenta dois trechos de contribuição, que se tornarão dois trechos de canalização na área do empreendimento. Sendo assim, para adequado dimensionamento das canalizações, dividiu-se a região em duas bacias, uma bacia contendo a área de contribuição do córrego afluente do rio Arrozal, que desagua no terreno após passar sob a Estrada Francisco da Cruz Nunes, e uma segunda bacia recebendo a drenagem do rio Arrozal e seus afluentes, advinda da canalização que passa pelo terreno vizinho (concessionária), que serão descritas nos itens a seguir e pode ser verificada na Figura 3.

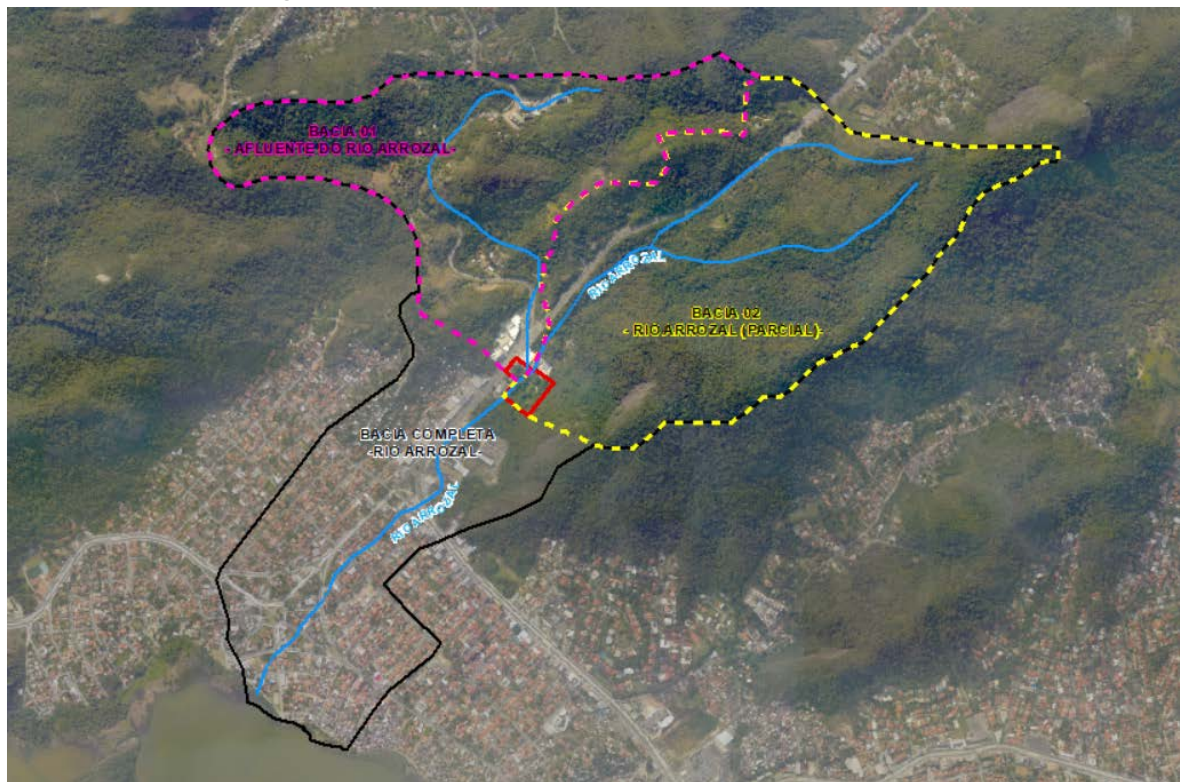
Figura 3 - Bacias de contribuição do projeto, destaque em vermelho para a área do empreendimento.





A Bacia 01, se refere a área de contribuição do afluente do rio Arrozal, que desagua na manilha existente no terreno, direcionada para a estrada Francisco da Cruz Nunes, como é possível verificar no projeto cadastral anexo a este processo. A Bacia 02, se refere a área de contribuição do próprio Rio Arrozal, que desagua no terreno, por meio de manilhamento instalado abaixo da edificação vizinha, a denominada concessionária. Destaca-se ainda que as bacias 01 e 02 são sub-bacias do Rio Arrozal, conforme pode ser verificado na Figura 4.

Figura 4 - Bacia do Rio Arrozal e as sub-bacias 01 e 02.



Vale destacar que o Rio Arrozal e seu afluente, na altura do empreendimento, não dispõem de estações fluviométricas, logo não existem dados para que a vazão de cheia neste ponto seja obtida. Entretanto, conforme verificado na Figura 4 as bacias 01 e 02 são sub-bacias do Rio Arrozal, que por sua vez faz parte de uma região hidrográfica oceânica do sistema Perilagunar Piratininga-Itaipu, do município de Niterói, que passou por um estudo para obtenção e monitoramento de dados hidrológicos e ambientais no ano de 2020, denominado de 1º Relatório de Hidrologia do município de Niterói.

Neste estudo foram identificadas as vazões de cheia dos rios e canais de drenagem do município de Niterói, através da utilização dos modelos de chuva-vazão e método do Hidrograma Unitário Triangular. Logo, a partir destes dados, em conjunto com as demais características das bacias hidrográficas, como área, declividade e coeficiente de deflúvio,



foi estimada a vazão de cheia para cada um dos afluentes que deságuam nas Lagoas Piratininga-Itaipu.

A partir das vazões de cheia ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) obtidas para as sub-bacias da Região Hidrográfica Oceânica para diferentes tempos de retorno (TR), foi verificado que para o TR de 50 anos, a bacia do Rio Arrozal (PT-03) apresenta o valor de vazão de cheia de  $16,75 \text{ m}^3/\text{s}$  (Niterói, 2020).

Logo, a partir da obtenção desta vazão para o Rio Arrozal, através da metodologia de regionalização de vazão, foi possível obter a vazão de cheia das bacia 01 e bacia 02 para o mesmo Tempo de Retorno (50 anos).

Destaca-se que a regionalização de vazões deve ser aplicada quando áreas possuem características e comportamento hidrológico semelhantes e é realizada através da transferência de dados de uma bacia para a outra, realizando o ajuste dos dados através de cálculos específicos (CPRM, 2023; Tucci, 2002).

Para a regionalização é necessário verificar a área das bacias de contribuição da bacia de referências e da área de estudo. A microbacia 01, delimitada a partir de *software* SIG (Sistema de Informações Geográficas), totaliza uma área de  $0,88 \text{ km}^2$ . Já a microbacia 02, também delimitada a partir de *software* SIG (Sistema de Informações Geográficas), possui área total de  $1,27 \text{ km}^2$ . Já a área total da Bacia do Rio Arrozal é de  $2,97 \text{ km}^2$ , de acordo o 1º Relatório de Hidrologia (Niterói, 2020).

Visto a necessidade de obtenção dos dados de vazão do afluente e do Rio Arrozal na altura do empreendimento, foram regionalizadas as vazões de cheia considerando a vazão de  $16,75 \text{ m}^3/\text{s}$  para o Rio Arrozal para o tempo de retorno (TR) de 50 anos, conforme pode ser verificado nos tópicos a seguir.

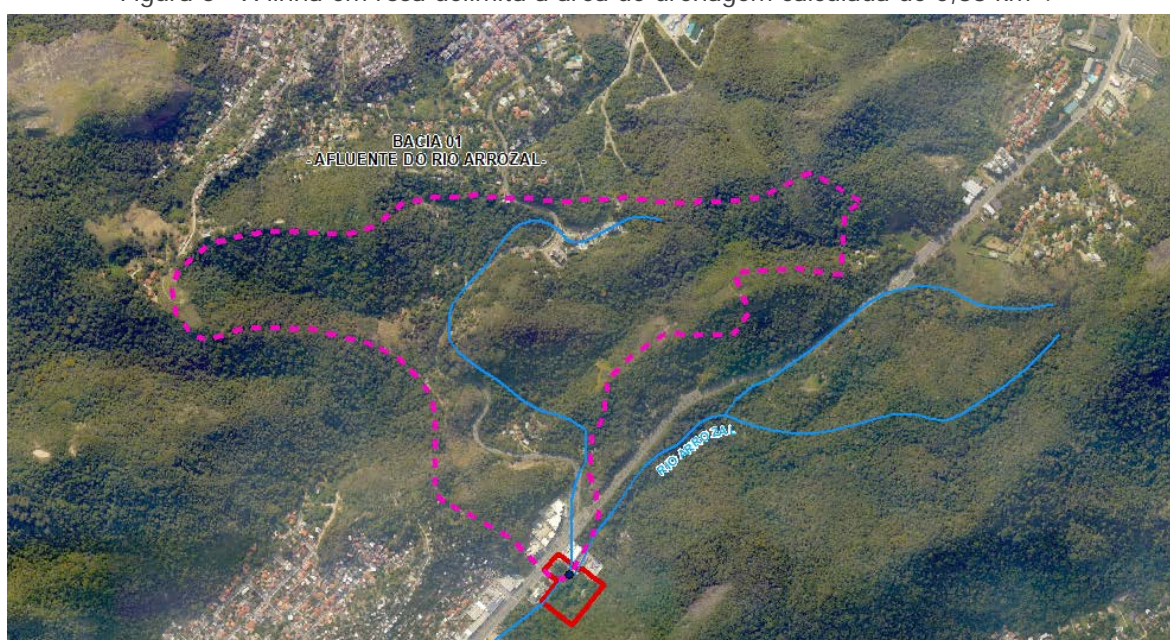
#### **5.1.1. REGIONALIZAÇÃO DA BACIA 01 - AFLUENTE ARROZAL**

Para o estudo hidrológico realizado no Rio Arrozal e seu tributário, foi delimitada a microbacia a partir de *software* SIG (Sistema de Informações Geográficas). A microbacia foi delimitada levando-se em conta toda a área de drenagem, convergindo ao ponto de exultório da bacia, também denominado como ponto de controle. A área encontrada foi de  $88,21$  hectares ou  $0,88 \text{ km}^2$  e o ponto de controle considerado possui coordenadas UTM  $698634.56 \text{ m E}$  /  $7463062.41 \text{ m S}$  (fuso 23K), datum SIRGAS 2000. As principais características desta microbacia estão descritas na Tabela 1.



Tabela 1 - Dados técnicos da microbacia do Rio Arrozal e seu tributário, alvo do estudo.

Ponto de Exultório	Coordenadas UTM SIRGAS2000	
	698634.56 m E	7463062.41 m S
Comprimento do talvegue (m)	1.705,2	
Cota máxima da Bacia (m)	250,00	
Cota mínima (m)	14,00	
Diferença de cota (m)	236,00	
Declividade média da bacia (m/m)	0,103	

Figura 5 - A linha em rosa delimita a área de drenagem calculada de 0,88 km<sup>2</sup>.

Fonte: Google Earth Pro, imagem datada de 09/03/2023.

Conforme detalhado anteriormente, a vazão de cheia da bacia de referência, Rio Arrozal, para o Tempo de Retorno de 50 anos é de 16,75 m<sup>3</sup>/s. Sendo assim, a regionalização foi realizada através do Software Excel, a partir da seguinte equação:

$$Q_{regionalizada\ 01} = Q_{ref} \times \frac{\text{Área da bacia regionalizada}}{\text{Área da bacia de referencia}}$$



$$Q_{regionalizada\ 01} = 16,75 \times \frac{0,88}{2,97}$$

$$Q_{regionalizada\ 01} = 4,976\ m^3/s$$

A vazão regionalizada  $Q_{regionalizada\ 01}$  encontrada para a bacia 01 será utilizada como vazão de projeto para o dimensionamento hidráulico do Trecho 01 ( $Q_{trecho\ 01}$ ) que é de 4,976 m<sup>3</sup>/s, conforme será detalhado no estudo hidráulico.

## 5.2. BACIA 2 - RIO ARROZAL

### 5.2.1. ÁREA DE DRENAGEM (AD) DA BACIA 02

Para o estudo hidrológico realizado no Rio Arrozal e seu tributário, foi delimitada a microbacia a partir de *software* SIG (Sistema de Informações Geográficas).

A microbacia foi delimitada levando-se em conta toda a área de drenagem, convergindo ao ponto de exultório da bacia, também denominado como ponto de controle. A área encontrada foi de 1,27 km<sup>2</sup> e o ponto de controle considerado possui coordenadas UTM 698561.4m E / 7462986.64m S (fuso 23K), datum SIRGAS 2000. As principais características desta microbacia estão descritas na Tabela 2.

Tabela 2 - Dados técnicos da microbacia do Rio Arrozal e seu tributário, alvo do estudo.

Ponto de Exultório	Coordenadas UTM SIRGAS2000	
	698561.41 m E	7462986.64 m S
Comprimento do talvegue (m)	1.803,3	
Cota máxima da Bacia (m)	380,00	
Cota mínima (m)	14,00	
Diferença de cota (m)	366,00	
Declividade média da bacia (m/m)	0,123	



Figura 6 - A linha em amarelo delimita a área de drenagem calculada de 1,27 km².



Fonte: Google Earth Pro, imagem datada de 09/03/2023.

Conforme detalhado anteriormente, a vazão de cheia da bacia de referência, Rio Arrozal, para o Tempo de Retorno de 50 anos é de 16,75 m³/s. Sendo assim, a regionalização foi realizada através do Software Excel, a partir da seguinte equação:

$$Q_{regionalizada\ 02} = Q_{ref} \times \frac{\text{Área da bacia regionalizada}}{\text{Área da bacia de referencia}}$$

$$Q_{regionalizada\ 02} = 16,75 \times \frac{1,27}{2,97}$$

$$Q_{regionalizada\ 02} = 7,154\ m^3/s$$

A vazão regionalizada  $Q_{regionalizada\ 02}$  encontrada para a bacia 02 será utilizada como vazão de projeto para o dimensionamento hidráulico do Trecho 02 ( $Q_{trecho\ 02}$ ), que é de 7,154 m³/s, conforme será detalhado no estudo hidráulico.



A partir da obtenção das vazões do trecho 01 e do trecho 02, obtém-se a vazão de dimensionamento do trecho 03, que é o somatório destas.

$$Q_{trecho\ 03} = Q_{trecho\ 01} + Q_{trecho\ 02}$$

$$Q_{trecho\ 03} = 4,976 + 7,154$$

$$Q_{trecho\ 03} = 12,13\ m^3/s$$

Tabela 3 - Resumo das vazões de projeto obtidas

<b>Vazão trecho 01</b> ( $Q_{trecho01}$ )	4,976 m <sup>3</sup> /s
<b>Vazão trecho 02</b> ( $Q_{trecho02}$ )	7,154 m <sup>3</sup> /s
<b>Vazão trecho 03</b> ( $Q_{trecho03}$ )	12,13 m <sup>3</sup> /s

## 6. ESTUDO HIDRÁULICO

Este estudo tem como objetivo apresentar os parâmetros hidráulicos mínimos necessários para o correto dimensionamento do trecho a ser canalizado na área do novo empreendimento da Igreja Lagoinha de Niterói. Para este, será levado em consideração os requisitos expostos no Item 4 deste estudo.

Dessa forma, a fim de testar as condições mínimas necessárias, foi utilizado o *Software Canal* do Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos (GPRH) da Universidade Federal de Viçosa (UFV) na construção do dimensionamento hidráulico dos trechos canalizados, conforme os dados de entrada que serão apresentados.

Como foi descrito, o terreno recebe contribuição de dois trechos já canalizados à montante e sendo assim a canalização proposta para o empreendimento terá como ponto inicial o ponto de desague destes dois trechos, conforme a imagem a seguir. Como será detalhado nos itens abaixo, para fazer a transição entre os trechos já existentes e os novos trechos, foi necessário dimensionar também os poços de visita que permitem a alteração adequada de diâmetros das canalizações, mudança na direção do traçado, ou ambos.

Nesse sentido, o projeto prevê quatro poços de visita e quatro trechos de canalização da seguinte forma:



- Poço de Visita 01-A (PV01-A), recebe a canalização que atravessa sob a Estrada Francisco da Cruz Nunes e é interligado ao Poço de Visita 01-B (01-B), através do Trecho 1A de canalização, em seção fechada de manilha de concreto de 1,50 m;
- Poço de Visita 01-B (01-B), é interligado ao Poço de Visita 3 - PV03 através do Trecho 1B de canalização, em seção fechada de manilha de concreto de 2,50 m;
- Poço de Visita 2 - PV02, recebe a canalização que chega da concessionária e é interligado ao Poço de Visita 3 - PV03 através do Trecho 2 de canalização, em seção fechada de uma aduela de concreto de 2,00 m (largura) por 1,20 m (altura);
- Poço de Visita 3 - PV03, recebendo a vazão dos Trechos 1 e 2, e a partir do qual sai o Trecho 3 de canalização que segue até o final do terreno, sendo uma galeria de concreto de 5m (largura) x 1,2m (altura).

Os detalhes de todos estes trechos e dos PV's, bem como sua localização em relação à construção a ser implantada e ao terreno encontram-se nas plantas anexas aos estudos apresentados.



### 6.1. PREMISSA DO DIMENSIONAMENTO DOS TRECHOS

Para o dimensionamento da seção de drenagem do trecho 1 foram consideradas as seguintes premissas, apresentadas a seguir, que levam em consideração os cálculos de projeto e a situação atual da área:

- Dimensionadas como condutos livres, com lâmina d'água entre 0,20 e 0,82D (diâmetro);
- Ocupação máxima na seção correspondente à 82% do diâmetro, levando em consideração a borda livre;
- Declividade limitada pelas cotas do terreno;
- Adoção de manilhas e aduelas que possuam dimensão comercial;
- Atendimento a vazão de projeto para tempo de recorrência de 50 anos.

### 6.2. TRECHO 01-A

O trecho 01-A está previsto para se iniciar no Poço de Visita 01- A - PV01-A, onde ocorrerá o desseque da canalização que atravessa sob a Estrada Francisco da Cruz Nunes. A implantação deste PV tem como objetivo alterar o direcionamento da canalização que chega no terreno e ampliar o diâmetro das manilhas com o intuito de atender ao TR de 50 anos, bem como a condição de conduto livre. Este trecho se estende do PV01-A ao PV01-B, através do Trecho 1A de canalização, em seção fechada de manilha de concreto de 1,50 m, conforme planta em anexo.

O primeiro trecho de canalização levará em consideração a vazão dimensionada para Bacia 1, de 4,976 m<sup>3</sup>/s, considerando a segurança de um tempo de retorno de 50 anos, conforme calculado no estudo hidrológico.

Além das premissas supracitas em relação à área, destaca-se a existência de limitantes em relação às cotas da manilha existente e do terreno. Na tabela a seguir, encontram-se os dados técnicos referentes ao trecho 01-A.



Tabela 4 - Dados técnicos do trecho 1.

<b>TRECHO 01-A</b>	Comprimento do trecho (m)	20,00
	Cota do ponto inicial – montante (m)	16,30
	Cota do ponto final – jusante (m)	15,90
	Declividade do trecho 01-A (m/m)	0,02
	Profundidade Normal (m) (tirante de cheia)	0,889

A declividade do trecho 01-A foi calculada conforme a equação a seguir:

$$Declividade_{trecho\ 01-B} = \frac{CTi - CTf}{distância} = \frac{16,30 - 15,90}{20,00} = 0,02 \frac{m}{m}$$

#### 6.2.1. SEÇÃO DE DRENAGEM DO TRECHO 01-A

Para o dimensionamento da seção também foram considerados os seguintes parâmetros:

- Vazão de projeto (Bacia 1): 4,976 m³/s;
- Material de revestimento do canal: Concreto acabado com cascalho rolando no fundo;
- Coeficiente de Rugosidade (Manning), conforme material: 0,017;

Sendo assim, segundo o software CANAL (relatório de dados no Anexo I), para a vazão de projeto calculada uma manilha com diâmetro de 1,50 seria suficiente para atender. Ademais, destaca-se que a velocidade de escoamento encontrada para este trecho é menor que 5 m/s, conforme as recomendações técnicas para canalizações fechadas de concreto.

Seguem os dados de dimensionamento para a seção circular recomendada para o trecho 01-A.



Tabela 5 - Parâmetros e resultados do dimensionamento para seção hidráulica sugerida.

<b>Dados de entrada</b>	<b>Valor</b>
Vazão de projeto ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	4,98
Profundidade normal (m) – tirante de cheia	0,889
Declividade (m/m)	0,02
Coefficiente de Rugosidade	0,017
Diâmetro (m)	1,50
<b>Resultados</b>	<b>Valor</b>
Área da Seção ( $\text{m}^2$ )	1,08
Largura da Superfície	1,48
Perímetro Molhado (m)	2,62
Profundidade crítica (m)	1,16
Número de Froude	1,72
Regime de Escoamento	Supercrítico
Velocidade ( $\text{m/s}$ )	4,61
Energia Específica (m)	1,96

Os detalhamentos do trecho 01-A e dos PV's 01-A e 01-B encontram-se em anexo aos estudos apresentados.

### 6.3. TRECHO 01-B

O trecho 01-B está previsto para se iniciar no Poço de Visita 01-B, e se estende ao Poço de Visita 3 - PV03, em seção fechada de manilha de concreto de 2,50 m;

Este trecho levará em consideração a mesma vazão dimensionada para Bacia 1, de  $4,976 \text{ m}^3/\text{s}$ , considerando a segurança de um tempo de retorno de 50 anos, conforme calculado no estudo hidrológico.

Além das premissas supracitas em relação à área, destaca-se a existência de limitantes em relação às cotas da manilha existente e do terreno. Na tabela a seguir, encontram-se os dados técnicos referentes ao trecho 01-B.



Tabela 6 - Dados técnicos do trecho 01-B.

<b>TRECHO 01</b>	Comprimento do trecho (m)	14,00
	Cota do ponto inicial – montante (m)	14,90
	Cota do ponto final – jusante (m)	14,60
	Declividade do trecho 01-B (m/m)	0,02
	Profundidade Normal (m) (tirante de cheia)	0,889

A declividade do trecho 01-B foi calculada conforme a equação a seguir:

$$Declividade_{trecho\ 01-B} = \frac{CTi - CTf}{distância} = \frac{14,90 - 14,60}{14} = 0,02 \frac{m}{m}$$

### 6.3.1. SEÇÃO DE DRENAGEM DO TRECHO 01-B

Para o dimensionamento da seção também foram considerados os seguintes parâmetros:

- Vazão de projeto (Bacia 1): 4,976 m³/s;
- Material de revestimento do canal: Concreto acabado com cascalho rolando no fundo;
- Coeficiente de Rugosidade (Manning), conforme material: 0,017;

Sendo assim, segundo o software CANAL (relatório de dados no Anexo I), para a vazão de projeto calculada uma manilha com diâmetro de 2,50 seria suficiente para atender o trecho. Destaca-se que a alteração de diâmetro do trecho 01-A para o trecho 01-B foi necessária para que se mantivesse uma velocidade de escoamento menor que 5 m/s no trecho, conforme as recomendações técnicas para canalizações fechadas de concreto.

Seguem os dados de dimensionamento para a seção circular recomendada para o trecho 01-B.



Tabela 7 - Parâmetros e resultados do dimensionamento para a seção hidráulica sugerida.

<b>Dados de entrada</b>	<b>Valor</b>
Vazão de projeto (m <sup>3</sup> /s)	4,98
Profundidade normal (m) – tirante de cheia	0,682
Declividade (m/m)	0,02
Coeficiente de Rugosidade	0,017
Diâmetro (m)	2,50
<b>Resultados</b>	<b>Valor</b>
Área da Seção (m <sup>2</sup> )	1,09
Largura da Superfície	2,23
Perímetro Molhado (m)	2,74
Profundidade crítica (m)	1,00
Número de Froude	2,10
Regime de Escoamento	Supercrítico
Velocidade (m/s)	4,59
Energia Específica (m)	1,75

Os detalhamentos do trecho 01B e dos PV's 01-B e 03 encontram-se em anexo aos estudos apresentados.

#### 6.4. TRECHO 2

O trecho 2 está previsto para se iniciar no Poço de Visita 2 - PV02, onde ocorre o desague da canalização que chega da concessionária e é interligado ao Poço de Visita 3 – PV03 através do Trecho 2 de canalização, em seção fechada de uma aduela de concreto de 2,00 m (largura) por 1,20 m (altura). A implantação deste PV tem como objetivo alterar o direcionamento da canalização que chega no terreno, conforme planta em anexo ao processo.

Esse segundo trecho de canalização levará em consideração a vazão dimensionada para Bacia 02, de 7,15 m<sup>3</sup>/s, considerando a segurança de um tempo de retorno de 50 anos, conforme calculado no estudo hidrológico.

Na tabela a seguir, encontram-se os dados técnicos referentes ao trecho 2.



Tabela 8 - Dados técnicos do trecho 2.

<b>TRECHO 02</b>	Comprimento do trecho (m)	4,00
	Cota do ponto inicial - montante	14,65
	Cota do ponto final - jusante	14,60
	Declividade do trecho 1 (m/m)	0,013
	Profundidade Normal (m) (tirante de cheia)	0,89

A declividade do trecho 2 foi calculada conforme a equação a seguir:

$$Declividade_{trecho\ 2} = \frac{CTi - CTf}{distância} = \frac{14,65 - 14,60}{4,00} = 0,013 \frac{m}{m}$$

#### 6.4.1. SEÇÃO DE DRENAGEM DO TRECHO 2

Para o dimensionamento da seção também foram considerados os seguintes parâmetros:

- Vazão de projeto (Bacia 2): 7,15 m³/s;
- Material de revestimento do canal: Concreto acabado com cascalho rolando no fundo;
- Coeficiente de Rugosidade (Manning), conforme material: 0,017;

Sendo assim, segundo o software CANAL (relatório de dados no Anexo I), para a vazão de projeto calculada uma aduela de concreto de 2,00 m (largura) por 1,20 m (altura) é suficiente para atender a vazão de 7,15 m³/s, para um tempo de retorno (TR) de 50 anos.

Ademais, destaca-se que a velocidade de escoamento encontrada para este trecho é menor que 5 m/s, conforme as recomendações técnicas para canalizações fechadas de concreto. Seguem os dados de dimensionamento para uma seção retangular recomendada para o trecho 2.



Tabela 9 - Parâmetros e resultados do dimensionamento da seção hidráulica sugerida.

Dados de entrada	Valor
Vazão de projeto ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	7,15
Profundidade normal (m) – tirante de cheia	0,89
Declividade (m/m)	0,013
Coeficiente de Rugosidade	0,017
Largura da base (m)	2,00
Altura (m)	1,20
Comprimento do canal (m)	4
Resultados	Valor
Área da Seção ( $\text{m}^2$ )	1,77
Largura da Superfície	2,00
Perímetro Molhado (m)	3,766
Profundidade crítica (m)	1,09
Número de Froude	1,37
Regime de Escoamento	Supercrítico
Velocidade ( $\text{m/s}$ )	4,05
Energia Específica (m)	1,718

Os detalhamentos do trecho 2 e dos PV's 02 e 03 encontram-se em anexo aos estudos apresentados.

### 6.5. TRECHO 3

O trecho 3 está previsto para se iniciar no PV03, onde ocorrerá o desseque dos trechos 1 e 2, e será responsável por drenar o Rio Arrozal até o final do terreno, onde este retorna para o leito natural, conforme planta anexa ao processo.

O terceiro trecho de canalização levará em consideração a vazão dimensionada para as Bacia 01 e 02 juntas, somando  $12,13 \text{ m}^3/\text{s}$ , considerando a segurança de um tempo de retorno de 50 anos, conforme calculado no estudo hidrológico.

Na tabela a seguir, encontram-se os dados técnicos referentes ao trecho 3.



Tabela 10 - Dados técnicos do trecho 3.

Trecho 3	Comprimento do trecho (m)	124,25
	Cota do ponto inicial - montante	14,60
	Cota do ponto final - jusante	14,10
	Declividade do trecho 1 (m/m)	0,004
	Profundidade Normal (m) (tirante de cheia)	0,872

A declividade do trecho 1 foi calculada conforme a equação a seguir:

$$Declividade_{trecho\ 1} = \frac{CTi - CTf}{distância} = \frac{14,60 - 14,10}{124,25} = 0,004 \frac{m}{m}$$

#### 6.5.1. SEÇÃO DE DRENAGEM DO TRECHO 3

Para o dimensionamento da seção também foram considerados os seguintes dados:

- Vazão de projeto (Bacia 1 e Bacia 2): 12,13 m³/s;
- Borda livre (Folga): 0,33 m – considerando ocupação para conduto livre;
- Altura do canal: 1,20 m;
- Material de revestimento do canal: Concreto acabado com cascalho rolando no fundo;
- Coeficiente de Rugosidade (Manning), conforme material: 0,017;

Sendo assim, segundo o software CANAL (relatório de dados no Anexo I), para a vazão de projeto calculada recomenda-se uma galeria com uma seção de 5,00m (largura) x 1,20m (altura).

Seguem os dados de dimensionamento para a seção da galeria recomendada para o trecho 3.



Tabela 11 - Parâmetros e resultados do dimensionamento para 1,0m seção hidráulica sugerida.

Dados de entrada	Valor
Vazão de projeto (m <sup>3</sup> /s)	12,13
Profundidade normal (m) – tirante de cheia	0,872
Declividade (m/m)	0,004
Coeficiente de Rugosidade	0,017
Folga (m)	0,33
Largura da Base (m)	5,00
Altura (m)	1,20
Comprimento do Canal (m)	128,00
Resultados	Valor
Área da Seção (m <sup>2</sup> )	4,36
Largura da Superfície	5,00
Perímetro Molhado (m)	6,74
Profundidade crítica (m)	0,843
Número de Froude	0,951
Regime de Escoamento	Subcrítico
Velocidade (m/s)	2,782
Energia Específica (m)	1,267

Os detalhamentos do trecho 3 e do PV03 encontram-se em anexo aos estudos apresentados.

## 6.6. REDUTOR DE VELOCIDADE

As estruturas de dissipação são instaladas na saída de passagens hidráulicas e tubulações para controlar a velocidade do escoamento, minimizando a capacidade erosiva da água e os riscos desse escoamento danificar o leito e margens do canal a jusante da estrutura (FURTADO, 2020).

Tendo em vista o atendimento aos requisitos do INEA que limitam a velocidade de saída à 1,8 m/s na transição do fim da canalização para o leito natural, utilizou-se o *software* OHDE 1.0, da Universidade Federal de Lavras – UFLA, para o dimensionamento da estrutura de dissipação de energia após a seção da galeria do trecho 3 (Anexo II).

No primeiro módulo utilizado no *software*, obteve-se os parâmetros necessários ao



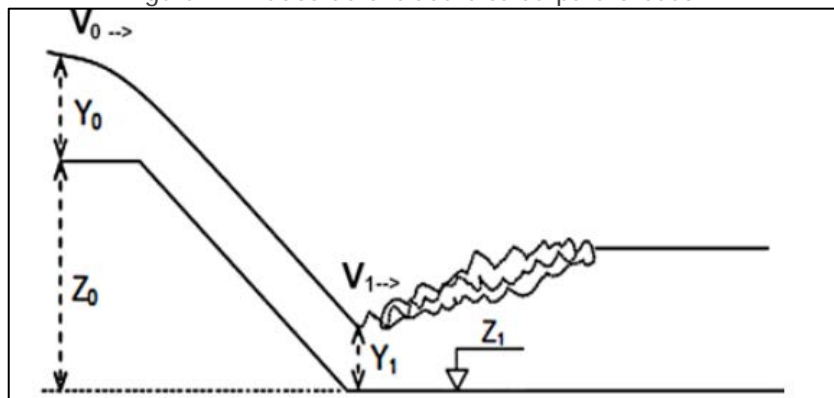
dimensionamento de bacias de dissipação de energia pelo ressalto hidráulico usadas na base de vertedores. Tendo em vista que eram conhecidas as condições de escoamento na saída do vertedor e a cota onde deve ser instalada a bacia de dissipação, utilizou-se o caso 1, conforme o Anexo II. Assim, tem-se que os resultados deste módulo são as características iniciais do escoamento antes do ressalto hidráulico.

Os dados de dimensionamento para a seção da galeria recomendada para o trecho 3, previamente calculados, utilizados para o cálculo no *software* foram:

Tabela 12 - Parâmetros utilizados para o cálculo do regime de escoamento.

Parâmetro	Sigla	Valor
Altura do escoamento na saída do vertedouro (m)	Y <sub>0</sub>	0,872
Velocidade do escoamento na saída do vertedouro (m/s)	V <sub>0</sub>	2,782
Cota do vertedouro (m)	Z <sub>0</sub>	0,10
Vazão do escoamento (m <sup>3</sup> /s)	Q	12,13
Largura do canal retangular (m)	b	5,00
Cota da bacia de dissipação (m)	Z <sub>1</sub>	0

Figura 7 - Dados de entrada e saída para o Caso 1.



Fonte: FURTADO (2020).

Primeiramente foi calculada a velocidade de escoamento a montante do ressalto (V1) através da seguinte equação:

$$V1 \text{ (m/s)} = \sqrt{Y_0 + \frac{V_0^2}{2g} + Z_0 - Z_1} = 3,76$$

Em que,

g – aceleração da gravidade, m/s<sup>2</sup>



Para o cálculo da altura do escoamento a montante do ressalto (Y1), utiliza-se a vazão unitária (q) e V1, conforme a equação:

$$q \text{ (m}^3\text{/s.m)} = \frac{Q}{b} = 2,426$$

$$Y1 \text{ (m/s)} = \frac{q}{V1} = 0,64$$

Por fim, calcula-se o número de Froude a montante do ressalto hidráulico (Fr1):

$$Fr1 = \frac{V1}{\sqrt[2]{g * Y1}} = 1,5$$

Tendo em vista o número de Froude encontrado, que confere a característica de escoamento supercrítico para a situação em questão, optou-se por dimensionar um dissipador de energia do tipo SAF (*Saint Anthony Falls*). A bacia de dissipação do tipo SAF foi desenvolvida pelo laboratório de hidráulica da Universidade de Minnessota, Minneapolis (BLAISDELL, 1959).

A bacia de dissipação do tipo SAF é recomendada para estruturas menores, como pequenos vertedouros, na saída de tubulações e em canais de drenagem. Sua utilização provém um método econômico de dissipação de energia e de prevenção de erosão pelo escoamento no leito do curso d'água (THOMPSON e KILGORE, 2006).

Para dimensionamento da bacia tipo SAF através do *software* OHDE 1.0, os dados de entrada foram:

Tabela 13 - Parâmetros utilizados para o dimensionamento do dissipador de energia.

Parâmetro	Sigla	Valor
Diâmetro da tubulação de saída (m)	D	5,00
Vazão do escoamento (m <sup>3</sup> /s)	Q	12,13
Cota da bacia na saída da tubulação (m)	Zo	0,10
Altura do escoamento a montante do ressalto (m)	Y1	0,64
Velocidade de escoamento a montante do ressalto (m/s)	V1	3,76
Cota da bacia de dissipação (m)	Z1	0
Alargamento da bacia (m/m)	z	0*
Inclinação da transição de entrada na bacia (m/m)	St	1
Inclinação à saída da bacia (m/m)	Ss	1



Inclinação da tubulação de saída a montante da bacia (m/m)	So	0
Número de Froude	Fr	1,50

\*z = 0 para bacias retangulares

Para determinar o coeficiente C, que é função do número de Froude, utiliza-se a equação abaixo:

$$C = 1 * 1 - \frac{Fr_1^2}{120}$$

No caso em questão, para o cálculo do coeficiente C, utilizou-se a primeira equação, obtendo-se um coeficiente de 1,08.

O cálculo da altura conjugada do ressalto hidráulico (Y2) é realizado por meio da equação:

$$Y2 (m) = \frac{C * Y1}{2} * \left[ \sqrt{1 + 8 * Fr^2} - 1 \right] = 1,16$$

Calcula-se, então, o comprimento de transição (Lt), em metros, utilizando a equação:

$$Lt (m) = \frac{Z0 - Z1}{St} = 0,10$$

O comprimento da bacia de dissipação (Lb) é calculado por:

$$Lb (m) = \frac{4,5 * Y2}{C * Fr^{0,76}} = 3,54$$

O comprimento da zona de saída da bacia, em metros, (Ls) é:

$$Ls (m) = \frac{Lt * (St - S0) - Lb * So}{Ss - S0} = 0,10$$

Recomenda-se que os muros da abertura da zona de saída da bacia possuam um ângulo de 45° em relação ao centro de linha.

Dessa forma, o comprimento total da bacia SAF (L<sub>SAF</sub>) é a soma dos comprimentos calculados:

$$L_{SAF}(m) = Lt + Lb + Ls = 3,74$$

Calcula-se a largura da bacia na seção dos blocos de queda (Wb1), a largura da



bacia na seção dos blocos de amortecimento (Wb2) e a largura da bacia na seção da soleira terminal (Wb3). Nos casos em que as paredes laterais da bacia não sofrem alargamento, adota-se  $z = 0$ , conseqüentemente, os valores de Wb1, Wb2 e Wb3 serão iguais e com o valor da saída da largura da tubulação de 5,00 m.

A altura dos blocos de queda tem dimensão igual ao valor de Y1 e o número de blocos de queda (N1), é dado por:

$$N1 (m) = \frac{Wb1}{1,5 * Y1} = 5$$

Nota-se que Thompson e Kilgore (2006) recomendam que um bloco de queda com, pelo menos, metade da largura dimensionada deve ser posicionado em cada parede da bacia para que não haja espaço entre a parede.

A largura e o espaçamento dos blocos de queda são iguais a 3/4 de Y1, sendo de 0,48 m para o dimensionamento em questão.

Para os blocos amortecedores a altura dos blocos é igual ao valor de Y1. Já o número de blocos amortecedores (N2) é dado por:

$$N2 = \frac{Wb2}{1,5 * Y1} = 5$$

A largura e o espaçamento dos blocos amortecedores são iguais a 3/4 de Y1, a distância entre os blocos de queda e os blocos amortecedores adotada é igual a 1/3 da distância Lb e, por fim, a folga que deve ser colocada entre os blocos amortecedores e as paredes laterais é equivalente a 3/8 de Y1.

A altura da soleira terminal é dada por:

$$H_{soleira\ terminal} (m) = \frac{0,07 * Y2}{C} = 0,07$$

A planta que apresenta o detalhamento do dissipador de energia tipo SAF dimensionado encontra-se em anexo aos documentos apresentados no estudo.



## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

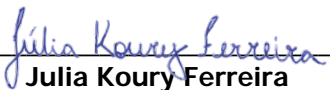
Para realização destes estudos, as incursões em campo não contemplaram o levantamento das condições dos cursos hídricos à montante e a jusante do terreno, de forma que os dimensionamentos realizados consideram apenas as avaliações pertinentes ao empreendimento.

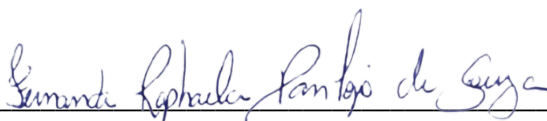
Ressalta-se que para estes Estudos optou-se por utilizar a vazão de pico obtida a partir dos dados regionalizados conforme o 1º Relatório de Hidrologia do município de Niterói, de 12,130m³/s, visto que este confere mais segurança aos dimensionamentos realizados a partir deste dado.

A seção hidráulica sugerida visa que a totalidade da água que potencialmente será drenada na bacia poderá ser recebida no terreno e escoada com segurança, independente do dimensionamento das canalizações realizadas à montante e a jusante do terreno.

Niterói, 20 de julho de 2023.

  
\_\_\_\_\_  
**Lorena Gotelip Tostes Costalonga**  
Engenheira Ambiental e Sanitarista

  
\_\_\_\_\_  
**Julia Koury Ferreira**  
Engenheira Ambiental

  
\_\_\_\_\_  
**Fernanda Raphaela Pantojo De Souza**  
Engenheira Ambiental e Sanitarista



## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- **AGRA, S. G.** Estudo experimental de microrreservatórios para controle do escoamento superficial. PortoAlegre, Dissertação de Mestrado, Instituto de Pesquisas Hidráulicas. IFRGS, 2001.
- **BIDONE, F.R.A., TUCCI, C. E. M.** Microdrenagem. In TUCCI, C.E.M., PORTO R.L., BARROS, M.T. (organizadores). Drenagem Urbana. Porto alegre, ABRH/Editora da UFRGS, 1995, Pg. 78-105.
- **BLAISDELL, F. W.** The SAF stilling basin:a structure to dissipate the destructive energy in high-velocity flow from spillways. Agriculture Handbook No. 156, U.S. Dept. of Agriculture. USDA, 16p. Washington, D. C. 1959.
- **BOTELHO, MANOEL HENRIQUE CAMPOS.** Aguas de Chuva: Engenharia das Águas Pluviais nas Cidades –São Paulo: Ed.EdgarBlucher, 1998;
- **BRAGA, B., TUNDISI, J.G.** Águas Doces no Brasil: Capital Ecológico, Uso e Conservação. São Paulo, Escrituras Editora, 2002, Pg. 473-505.
- **DAEE (2005)** - Guia Prático para projetos de pequenas obras hidráulicas. Departamentode Águas e Energia Elétrica. [www.daee.sp.gov.br](http://www.daee.sp.gov.br).27/09/05.
- **DAEE (1994)** - Manual de Cálculo. Vazões Máximas, Médiase Mínimas - BaciasHidrográficas do Estado de São Paulo – DAEE.
- **FURTADO, G.** Desenvolvimento de uma planilha eletrônica para auxílio no dimensionamento de obras hidráulicas de dissipação de energia. Monografia. 72 p. Universidade Federal de Lavras - UFLA. Lavras, 2020.
- **LEPSCH, IGO F.** Formação e Conservação dos Solos. São Paulo: Oficina de Textos, 2002.
- **MASSAD, FAIÇAL.** Obras de Terra – Curso básico de Geotecnia – São Paulo: Oficina de textos, 2003;
- **PEREIRA, GERALDO MAGELA ET AL.** Aula prática nº 8 – dimensionamento de condutos livres (canais) – Departamento de Engenharia – UFLA, 2009;
- **PRUSKI, FERNANDO FALCO ET AL.** Hidros: Dimensionamento de Sistemas Hidroagrícolas– Viçosa – UFV,2006;
- **PRUSKI, F.F.; BRANDÃO, V.S.; SILVA, D.D.** Escoamento superficial. Viçosa: 2ª Ed. UFV, 2006. 87p.
- **THOMPSON, P. L.; KILGORE, R. T.;** Hydraulic desing of energy dissipators for culverts and channels: Hydraulic Engineering Circular. 3rd ed. Denver: Ed. U. S. Department of Transportation, 2006.



## **9. ANEXOS**

Anexo I - Relatórios do Software Canal

ANEXO II - Relatório de dimensionamento de dissipador de energia tipo SAF pelo software OHDE 1.0




## **ANEXO I - RELATÓRIOS DO SOFTWARE CANAL**



## ANEXO II - RELATÓRIO DE DIMENSIONAMENTO DE DISSIPADOR DE ENERGIA

### TIPO SAF PELO SOFTWARE OHDE 1.0

OBRAS HIDRÁULICAS DE DISSIPAÇÃO DE ENERGIA



APRESENTAÇÃO

COTA DA BACIA

BACIAS DE DISSIPAÇÃO POR RESSALTO

DISSIPAÇÃO POR IMPACTO OU MACRORRUGOSIDADES

DISSIPAÇÃO POR QUEDAS

A dissipação de energia, com redução da velocidade final do escoamento para valores compatíveis com as estruturas à jusante, é fundamental para minimizar o potencial erosivo do escoamento, o que justifica a necessidade de serem projetadas estruturas de dissipação. Essas estruturas são imprescindíveis, por exemplo, à jusante de comportas, vertedores e saídas de tubulações, em desníveis entre trechos de canais, dentre outros. São vários os tipos de dissipadores idealizados, sendo que sua escolha e dimensionamento dependem principalmente das condições locais, tipo de estrutura a ser protegida, custos e potencial erosivo do escoamento.


Essa planilha foi criada para servir como uma ferramenta adicional ao usuário para tomada de decisão, permitindo simular diferentes situações de dissipação de energia.

Aluno: Gabriel Furtado  
Orientador: Jacinto de Assunção Carvalho

Para uma melhor experiência no uso desta planilha, clique no botão abaixo para maiores informações sobre os módulos seguintes:

1/7

OBRAS HIDRÁULICAS DE DISSIPAÇÃO DE ENERGIA



APRESENTAÇÃO

COTA DA BACIA

BACIAS DE DISSIPAÇÃO POR RESSALTO

DISSIPAÇÃO POR IMPACTO OU MACRORRUGOSIDADES

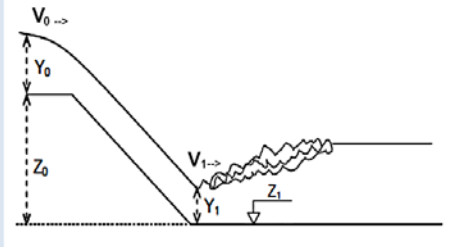
DISSIPAÇÃO POR QUEDAS

CASO 1

CASO 2

Os resultados desse módulo podem ser usados no módulo seguinte, para auxiliar no dimensionamento das bacias de dissipação por ressalto.

O "CASO 1" é utilizado para quando não há restrições de escoamento a jusante da estrutura, tendo como objetivo estimar a profundidade inicial do ressalto ( $Y_1$ ) e a velocidade do escoamento ( $V_1$ ).



DIMENSIONAMENTO

OBRAS HIDRÁULICAS DE DISSIPAÇÃO DE ENERGIA



APRESENTAÇÃO

COTA DA BACIA

BACIAS DE DISSIPAÇÃO POR RESSALTO

DISSIPAÇÃO POR IMPACTO OU MACRORRUGOSIDADES

DISSIPAÇÃO POR QUEDAS

CASO 1

DIMENSIONAMENTO

**DADOS DE ENTRADA:**

Y0 (m)	0,872	Q (m³/s)	12,13
V0 (m/s)	2,782	b (m)	5
Z0 (m)	0,1	Z1 (m)	0

DIMENSIONAR

**DADOS DE SAÍDA:**

Y1 (m):	0,64
V1 (m/s):	3,76
Fr1:	1,5


Y0

Altura do escoamento no vertedouro

LIMPAR



## OBRAS HIDRÁULICAS DE DISSIPAÇÃO DE ENERGIA



APRESENTAÇÃO

COTA DA BACIA

DISSIPAÇÃO POR IMPACTO OU MACRORRUGOSIDADES

DISSIPAÇÃO POR QUEDAS

USBR I

USBR II

USBR III

USBR IV

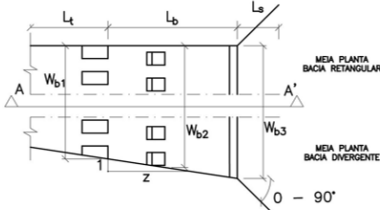
SAF

PWD

WES

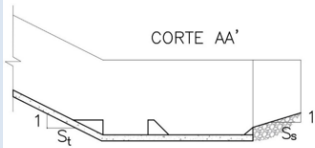
A bacia de dissipação Saint Anthony Falls ( ou bacia do tipo SAF ) é uma estrutura comumente usada a jusante de passagens hidráulicas. Esta bacia inclui acessórios, como blocos de queda, blocos de leito e uma soleira terminal de jusante.

A bacia do tipo SAF atua em uma faixa de números de Froude entre 1,7 e 17.



MÉDIA PLANTA  
BACIA RETANGULAR

MÉDIA PLANTA  
BACIA DIVERGENTE



CORTE AA'

DIMENSIONAMENTO

## OBRAS HIDRÁULICAS DE DISSIPAÇÃO DE ENERGIA



APRESENTAÇÃO

COTA DA BACIA

BACIAS DE DISSIPAÇÃO POR RESSALTO

DISSIPAÇÃO POR IMPACTO OU MACRORRUGOSIDADES

DISSIPAÇÃO POR QUEDAS

SAF

➔

DIMENSIONAMENTO

**DADOS DE ENTRADA:**

D (m):	<input type="text" value="5"/>
Q (m³/s):	<input type="text" value="12,13"/>
Z0 (m):	<input type="text" value="0,1"/>
Y1 (m):	<input type="text" value="0,64"/>
V1 (m):	<input type="text" value="3,76"/>
Z1 (m):	<input type="text" value="0"/>
z (m/m):	<input type="text" value="0"/>

St (m/m):	<input type="text" value="1"/>
Ss (m/m):	<input type="text" value="1"/>
S0 (m/m):	<input type="text" value="0"/>
Ss	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">▼</div>

Inclinação à saída da bacia (Ss:1)

**DIMENSIONAR**

**DADOS DE SAÍDA:**

Wb1 (m):	<input type="text" value="5"/>
Wb2 (m):	<input type="text" value="5"/>
Wb3 (m):	<input type="text" value="5"/>
Lt (m):	<input type="text" value="0,1"/>
Lb (m):	<input type="text" value="3,54"/>
Ls (m):	<input type="text" value="0,1"/>
LSAF (m):	<input type="text" value="3,74"/>

**Blocos de queda:**

Altura (m):	espaçamento (m):	Nº de blocos(m):
<input type="text" value="0,64"/>	<input type="text" value="0,5"/>	<input type="text" value="5"/>

**Blocos amortecedores:**

Altura (m):	Largura e espaçamento (m):	Distância entre blocos de queda e amortecedores (m):
<input type="text" value="0,64"/>	<input type="text" value="0,5"/>	<input type="text" value="1,18"/>
Nº de blocos(m):	<input type="text" value="5"/>	
Folga (m):		<input type="text" value="0,24"/>

**Soleira terminal:**

Altura (m):	<input type="text" value="0,07"/>
-------------	-----------------------------------

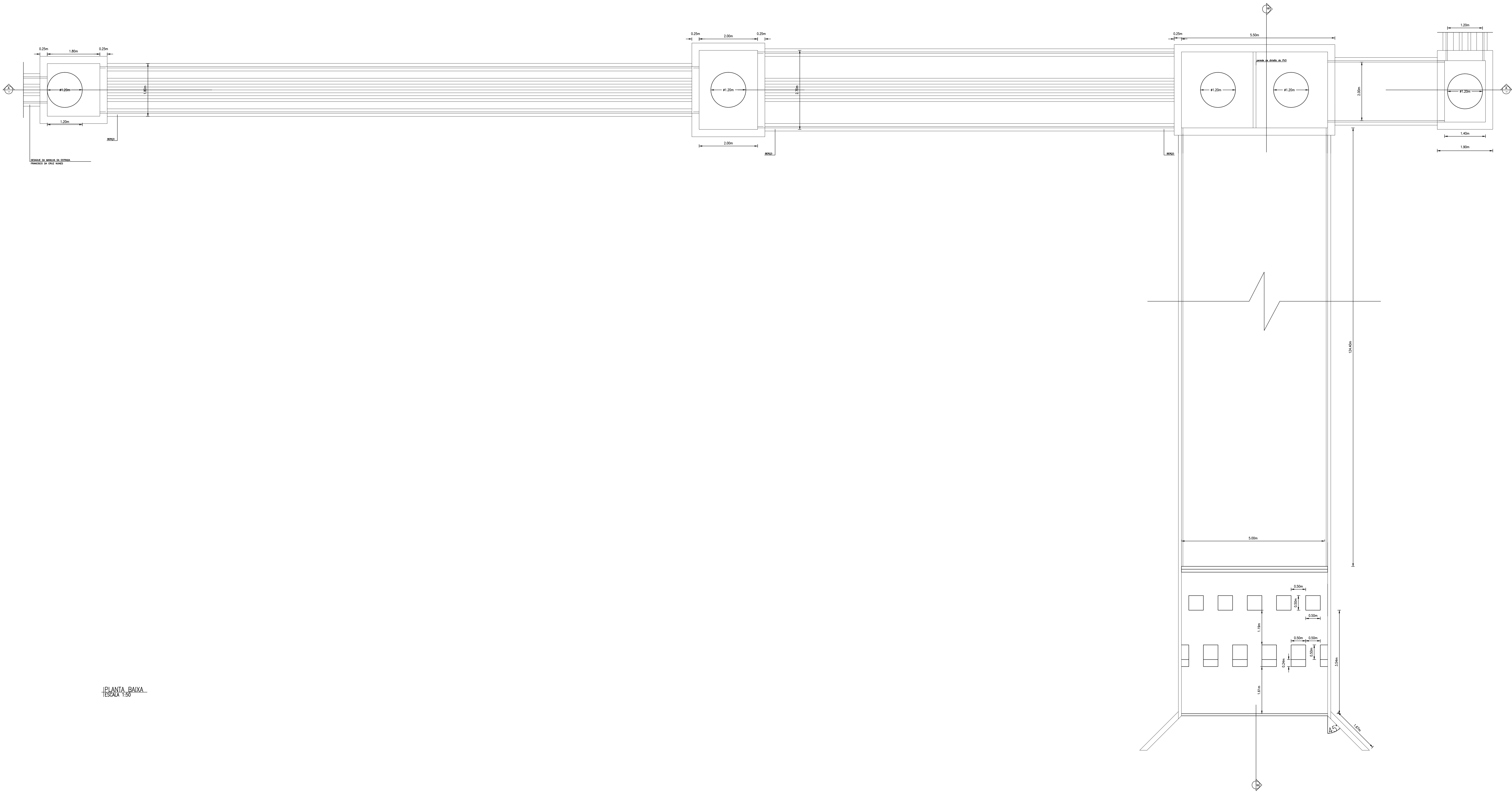
**LIMPAR**



## **ANEXO III – PLATAS DE DETALHAMENTOS DAS TRANSIÇÕES DA CANALIZAÇÃO**



TRECHOS DE CANALIZAÇÃO



PLANTA BAIXA  
ESCALA 1:50

PREMISSA DE DIMENSIONAMENTO:

- DIMENSIONADAS COMO CONDUTOS LIVRES, COM LAMINA D'ÁGUA ENTRE 0,20 E 0,820;
- NAS MUDANÇAS DE DIÂMETRO OS TUBOS DEVEREM SER ALINHADOS PELA GERATRIZ SUPERIOR;
- DECLIVIDADE LIMITADA PELAS COTAS DO TERRENO;
- ADOÇÃO DE MANILHAS COM DIÂMETROS COMERCIAIS;
- MATERIAL DE REVESTIMENTO DO CANAL: CONCRETO ACABADO COM CASCALHO ROLANDO NO FUNDO;
- COEFICIENTE DE RUGOSIDADE (MANNING), CONFORME MATERIAL: 0,017;
- QUADRO DE VAZÃO

POÇO DE VISITA	VAZÃO (m³/s)
1	4,976
2	7,154
3	12,130

LEGENDA

- MANILHA/GALEIRA PRÉ MOLDADA
- ALVENARIA
- TAMPA DE ACESSO AO POÇO DE VISITA (PV)
- TUBULAÇÃO DE ACESSO AO PV EM ALVENARIA

TÍTULO: PLANTA DE DETALHAMENTO DA TRANSIÇÃO DE CANALIZAÇÃO	
EMPRESA: IGREJA LAGOINHA NITERÓI CNPJ N° 19.685.947/0001-01	
ENDEREÇO: ESTRADA FRANCISCO DA CRUZ NUNES, 43, BAIRRO CAFUBA, NITERÓI - RJ. CEP: 243.350-310	DATA: 20/07/2023
RESPONSÁVEL TÉCNICO:  LORENA GONÇALVES COSTA ENQº AMBIENTAL - CREA RJ 248.918/O RUBR. Nº 2020/2009925 e 2020/20109150 Juliana Karyne Ferreira ENQº AMBIENTAL - CREA RJ 209934209-0 VISTO CREA - RJ 201731320 RPT Nº 2020/200109150	 AGCONSULT CONSTRUTORA AMBIENTAL E MINISTÉRIO DE AGRICULTURA E DESPECIFICADO FOLHA: 01/07

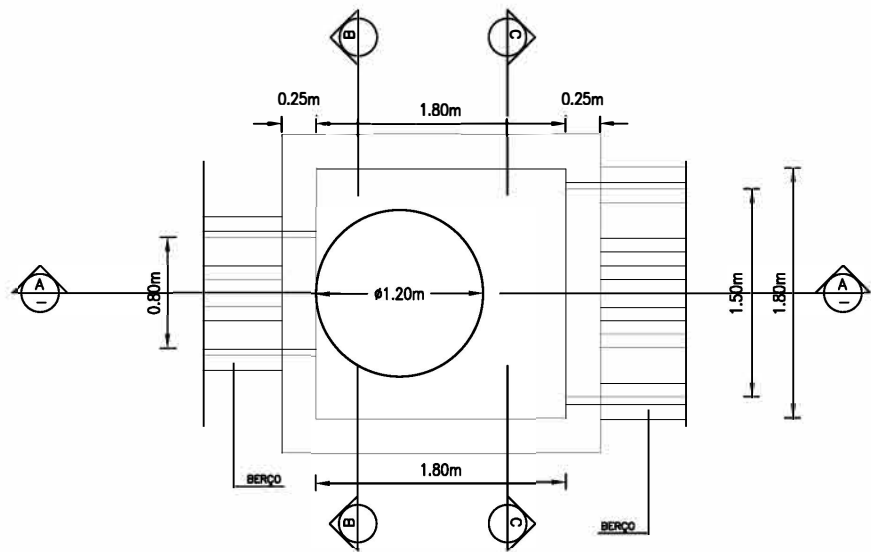




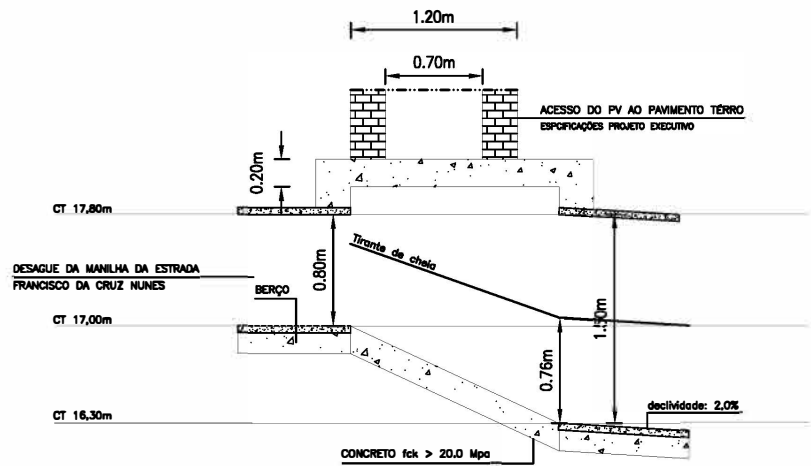
02/07



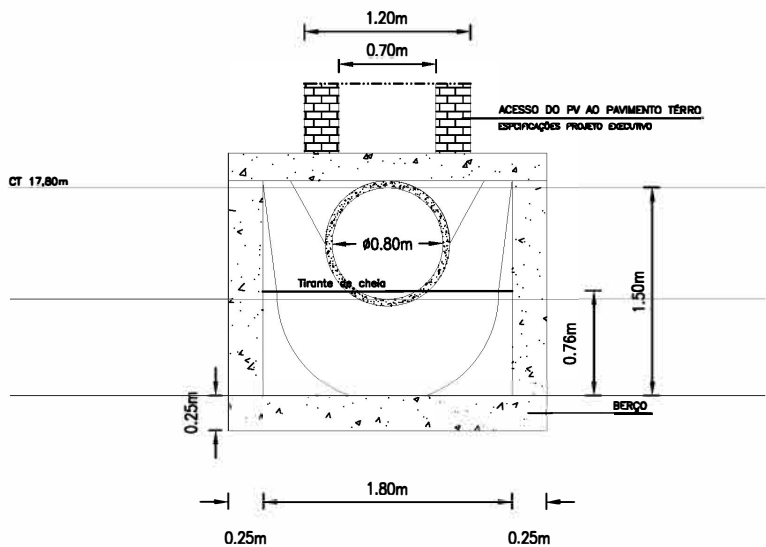
POÇO DE VISITA 01-A



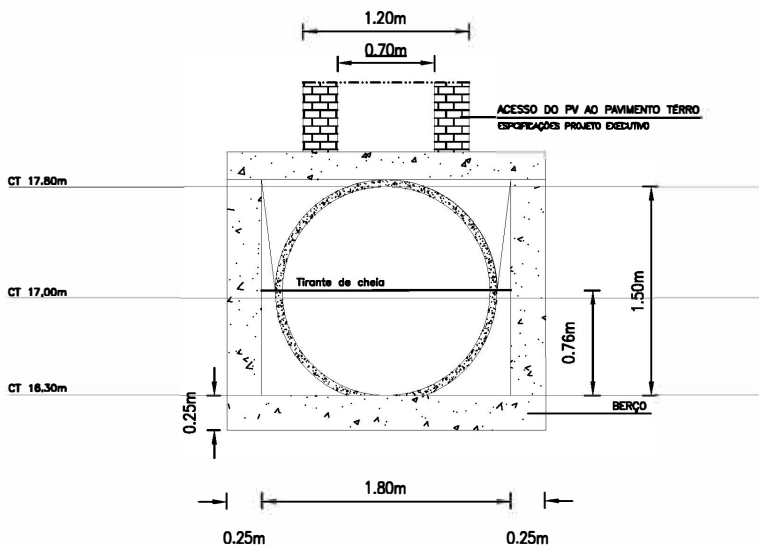
PLANTA BAIXA  
ESCALA 1:50



CORTE A-A  
ESCALA 1:50



CORTE B-B  
ESCALA 1:50



CORTE C-C  
ESCALA 1:50

PREMISSA DE DIMENSIONAMENTO:

- DIMENSIONADAS COMO CONDUTOS LIVRES, COM LAMINA D'FAGUA ENTRE 0,20 E 0,82D;
- NAS MUDANCAS DE DIAMETRO OS TUBOS DEVEM SER ALINHADOS PELA GERATRIZ SUPERIOR;
- DECLIVIDADE LIMITADA PELAS COTAS DO TERRENO;
- ADOÇÃO DE MANILHAS COM DIÂMETROS COMERCIAIS;
- MATERIAL DE REVESTIMENTO DO CANAL: CONCRETO ACABADO COM CASCALHO ROLANDO NO FUNDO;
- COEFICIENTE DE RUGOSIDADE (MANNING), CONFORME MATERIAL: 0,017;
- QUADRO DE VAZÃO

POÇO DE VISITA	VAZÃO (m³/s)
1	4,976
2	7,154
3	12,130

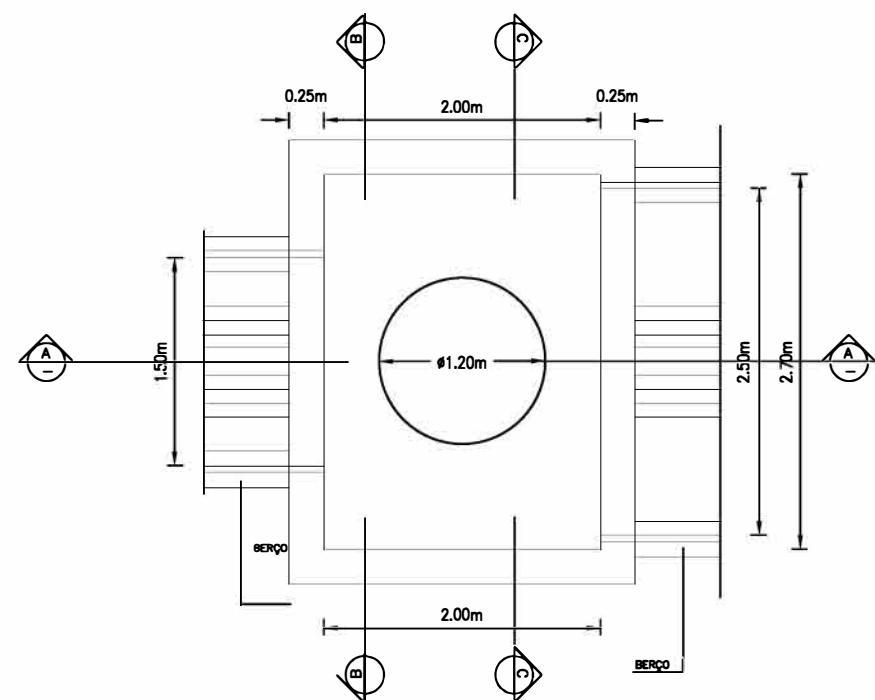
LEGENDA

- MANILHA/GALEIRA PRÉ MOLDADA
- ALVENARIA
- TAMPA DE ACESSO AO POÇO DE VISITA (PV)
- TUBULAÇÃO DE ACESSO AO PV EM ALVENARIA

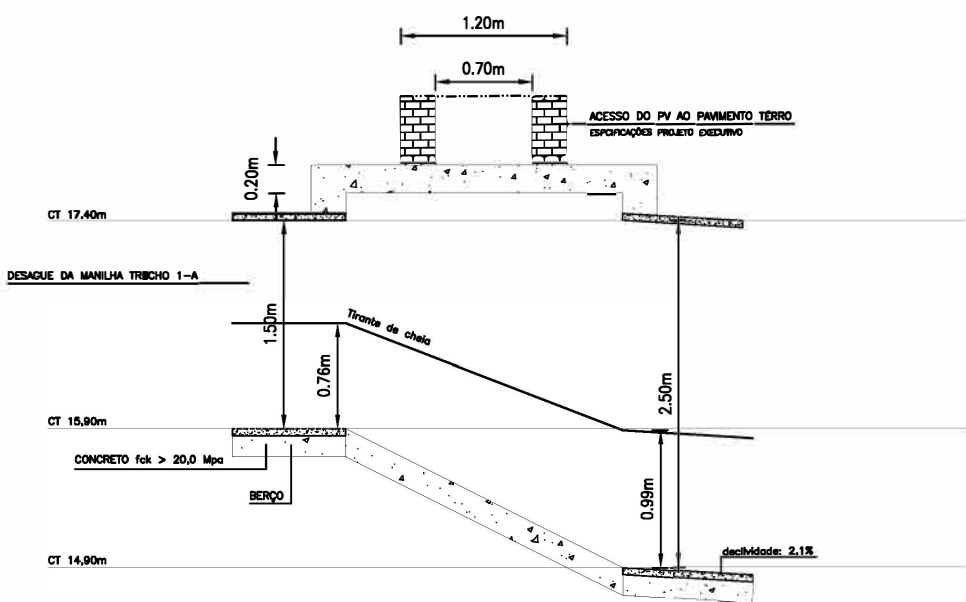
TÍTULO: PLANTA DE DETLAHAMENTO DA TRANSIÇÃO DE CANALIZAÇÃO	
EMPRESA: IGREJA LAGOINHA NITERÓI CNPJ Nº 19.685.947/0001-01	
ENDEREÇO: ESTRADA FRANCISCO DA CRUZ NUNES, 43, BAIRRO CAFUBÁ, NITERÓI - RJ. CEP: 243.350-310	DATA: 20/07/2023
RESPONSÁVEL TÉCNICO:  LORENA GOTEUP TOSTES COSTALONGA ENGª AMBIENTAL - CREA M G 246.918/D VISTO CREA - RJ 2019113516 ART n° 2020230059905 e 2020200109150  Júlia Koury Ferreira ENGª AMBIENTAL - CREA-SP 5085924626-D VISTO CREA - RJ 2017131355 ART n° 2020200109152	 AGCONSULT CONSULTORIA AMBIENTAL E MINERÁRIA TOPOGRAFIA E GEOPROCESSAMENTO contato@agconsultambiental.com/1913214-4501
FOLHA: 03/07	



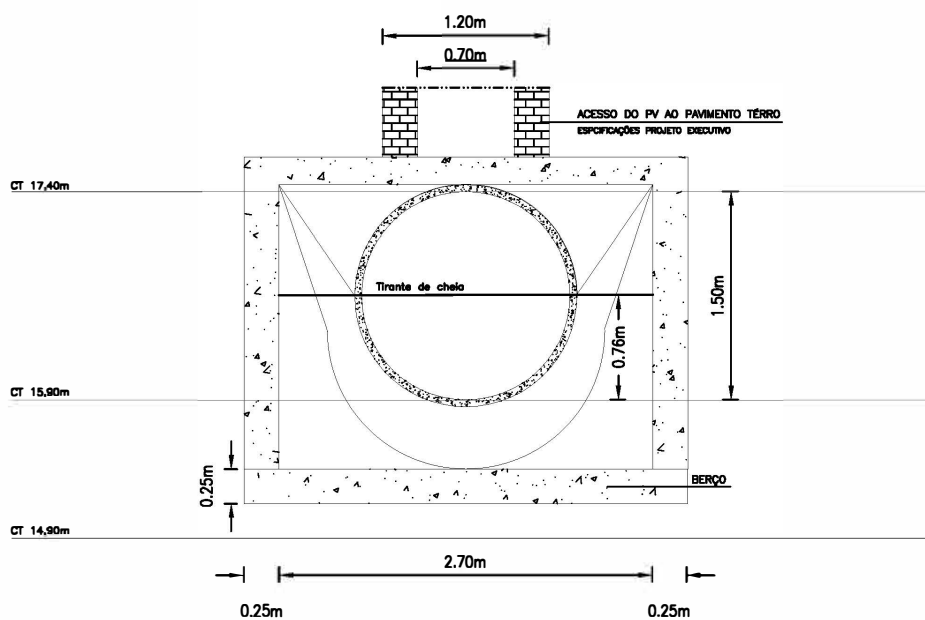
POÇO DE VISITA 01-B



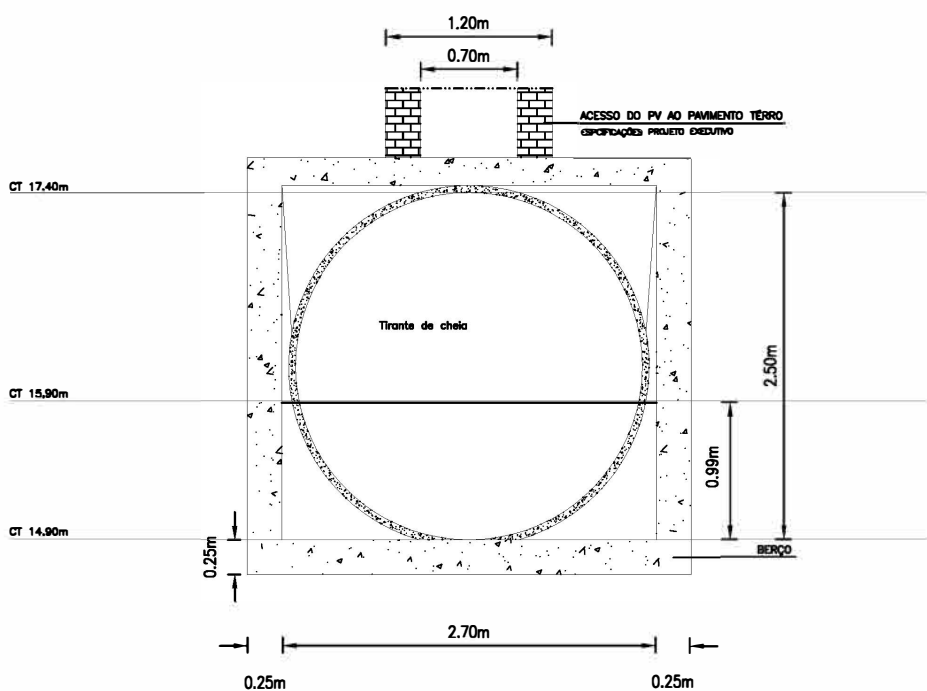
PLANTA BAIXA  
ESCALA 1:50



CORTE A-A  
ESCALA 1:50



CORTE B-B  
ESCALA 1:50



CORTE C-C  
ESCALA 1:50

PREMISSA DE DIMENSIONAMENTO:

- DIMENSIONADAS COMO CONDUTOS LIVRES, COM LAMINA D'FAGUA ENTRE 0,20 E 0,82D;
- NAS MUDANCAS DE DIAMETRO OS TUBOS DEVEM SER ALINHADOS PELA GERATRIZ SUPERIOR;
- DECLIVIDADE LIMITADA PELAS COTAS DO TERRENO;
- ADOÇÃO DE MANILHAS COM DIÂMETROS COMERCIAIS;
- MATERIAL DE REVESTIMENTO DO CANAL: CONCRETO ACABADO COM CASCALHO ROLANDO NO FUNDO;
- COEFICIENTE DE RUGOSIDADE (MANNING), CONFORME MATERIAL: 0,017;
- QUADRO DE VAZÃO

POÇO DE VISITA	VAZÃO (m³/s)
1	4,976
2	7,154
3	12,130

LEGENDA

- MANILHA/GALEIRA PRÉ MOLDADA
- ALVENARIA
- TAMPA DE ACESSO AO POÇO DE VISITA (PV)
- TUBULAÇÃO DE ACESSO AO PV EM ALVENARIA

TÍTULO:  
PLANTA DE DETLAHAMENTO DA TRANSIÇÃO DE CANALIZAÇÃO

EMPRESA:  
IGREJA LAGOINHA NITERÓI  
CNPJ Nº 19.685.947/0001-01

ENDEREÇO:  
ESTRADA FRANCISCO DA CRUZ NUNES, 43,  
BAIRRO CAFUBÁ, NITERÓI – RJ.  
CEP: 243.350-310

RESPONSÁVEL TÉCNICO:  
LORENA GOTELUP TOSTES COSTALONCA  
ENGª AMBIENTAL – CREA M G 246.918/D  
VISTO CREA – RJ 2019113516  
ART n° 2020230059905 e 2020200109150  
JULIA KOURY FERREIRA  
ENGª AMBIENTAL – CREA-SP 5069924626-D  
VISTO CREA – RJ 2017131335  
ART n° 2020200109152

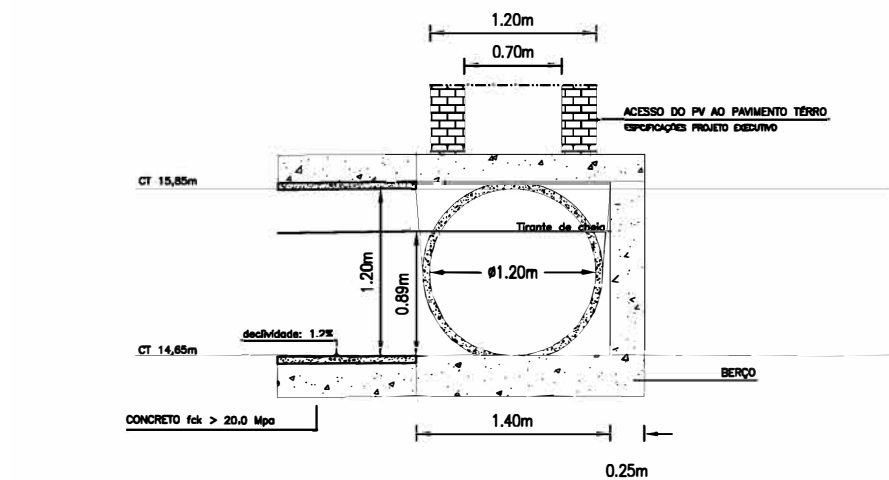
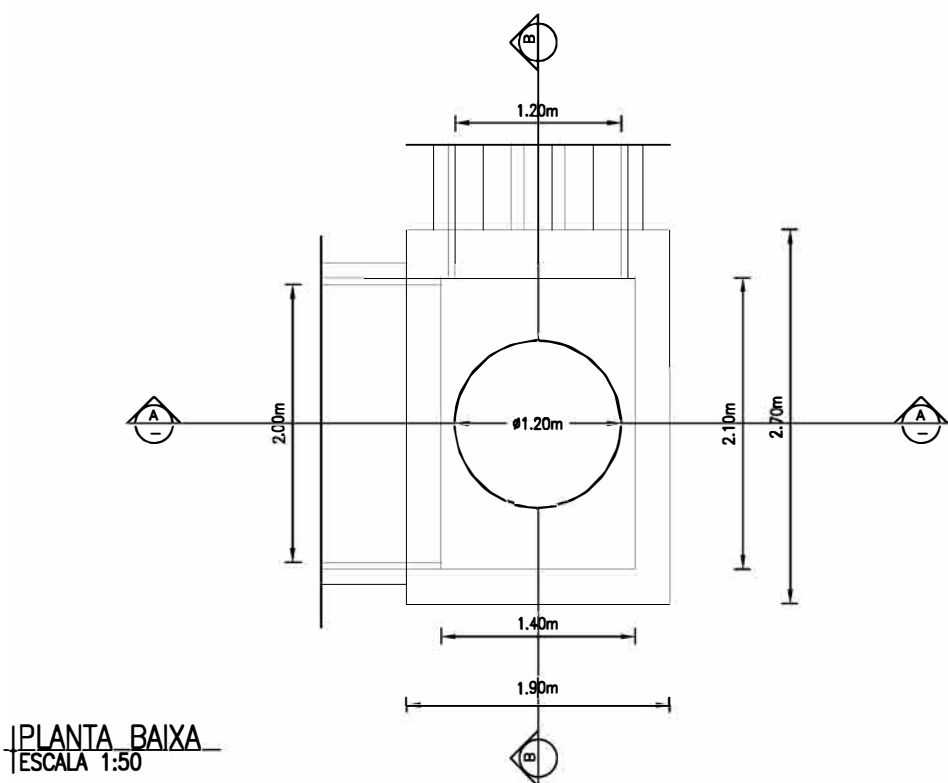
DATA:  
20/07/2023

CONSULTORIA AMBIENTAL E MINERÁRIA  
TOPOGRAFIA E GEOPROCESSAMENTO  
contato@agconsultambiental.com.br/1913214-4501

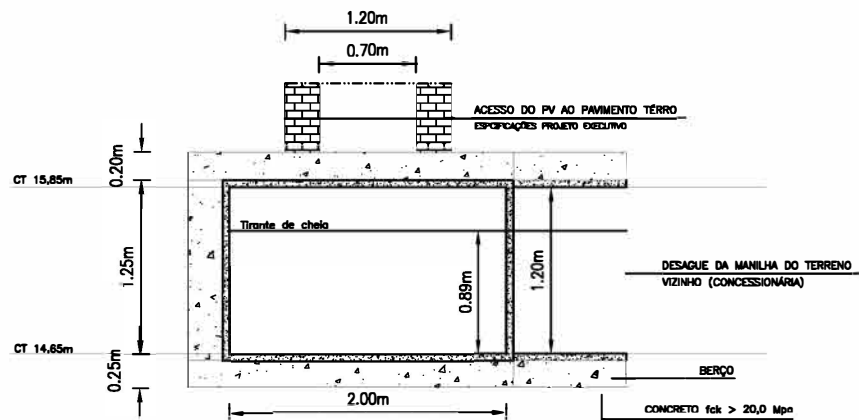
FOLHA:  
04/07



POÇO DE VISITA 02



CORTA A-A  
ESCALA 1:50



CORTA B-B  
ESCALA 1:50

PREMISSA DE DIMENSIONAMENTO:

- DIMENSIONADAS COMO CONDUTOS LIVRES, COM LAMINA D'FAGUA ENTRE 0,20 E 0,82D;
- NAS MUDANCAS DE DIAMETRO OS TUBOS DEVEM SER ALINHADOS PELA GERATRIZ SUPERIOR;
- DECLIVIDADE LIMITADA PELAS COTAS DO TERRENO;
- ADOÇÃO DE MANILHAS COM DIÂMETROS COMERCIAIS;
- MATERIAL DE REVESTIMENTO DO CANAL: CONCRETO ACABADO COM CASCALHO ROLANDO NO FUNDO;
- COEFICIENTE DE RUGOSIDADE (MANNING), CONFORME MATERIAL: 0,017;
- QUADRO DE VAZÃO

POÇO DE VISITA	VAZÃO (m³/s)
1	4,976
2	7,154
3	12,130

LEGENDA

- MANILHA/GALEIRA PRÉ MOLDADA
- ALVENARIA
- TAMPA DE ACESSO AO POÇO DE VISITA (PV)
- TUBULAÇÃO DE ACESSO AO PV EM ALVENARIA

TÍTULO:  
PLANTA DE DETLAHAMENTO DA TRANSIÇÃO DE CANALIZAÇÃO

EMPRESA:  
IGREJA LAGOINHA NITERÓI  
CNPJ Nº 19.685.947/0001-01

ENDEREÇO:  
ESTRADA FRANCISCO DA CRUZ NUNES, 43,  
BAIRRO CAFUBÁ, NITERÓI – RJ.  
CEP: 243.350-310

RESPONSÁVEL TÉCNICO:  
LORENA GOTELUP TOSTES COSTALONCA  
ENGª AMBIENTAL – CREA M G 246.918/D  
VISTO CREA – RJ 2019113516  
ART n° 2020230059905 e 2020200109150  
JULIA KOURY FERREIRA  
ENGª AMBIENTAL – CREA-SP 5069924626-D  
VISTO CREA – RJ 2017131355  
ART n° 2020200109152

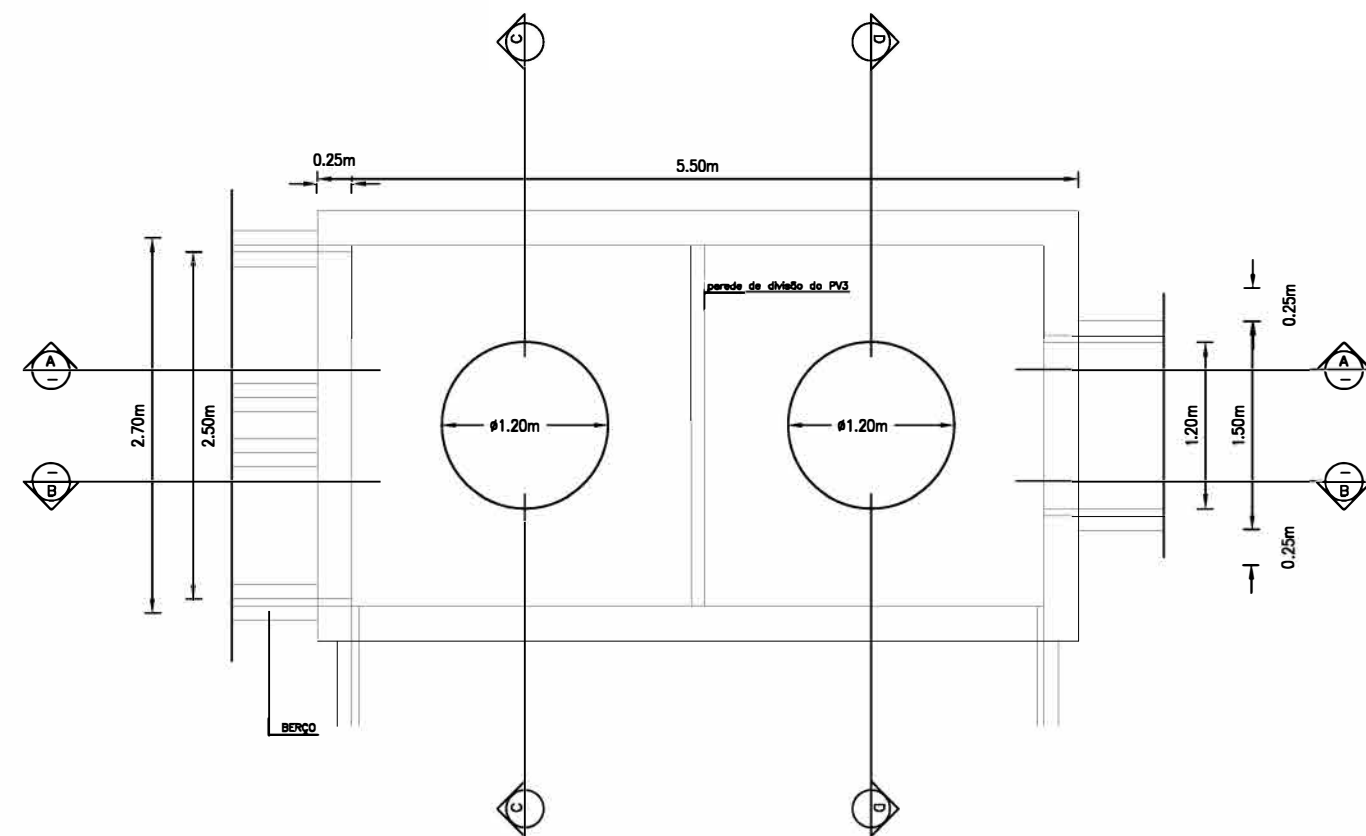
DATA:  
20/07/2023

  
AGCONSULT  
CONSULTORIA AMBIENTAL E MINERÁRIA  
TOPOGRAFIA E GEOPROCESSAMENTO  
contato@agconsultambiental.com.br/131214-4501

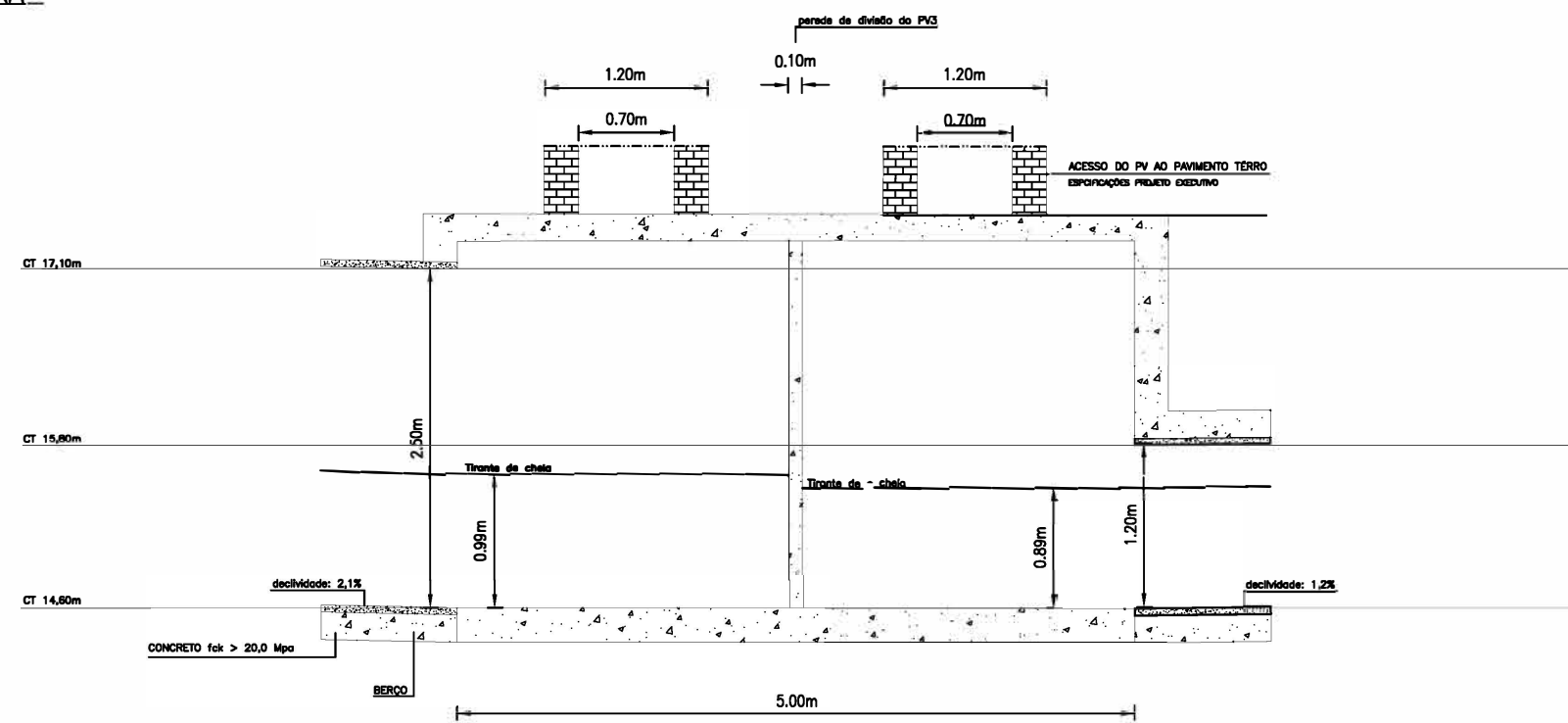
FOLHA:  
05/07



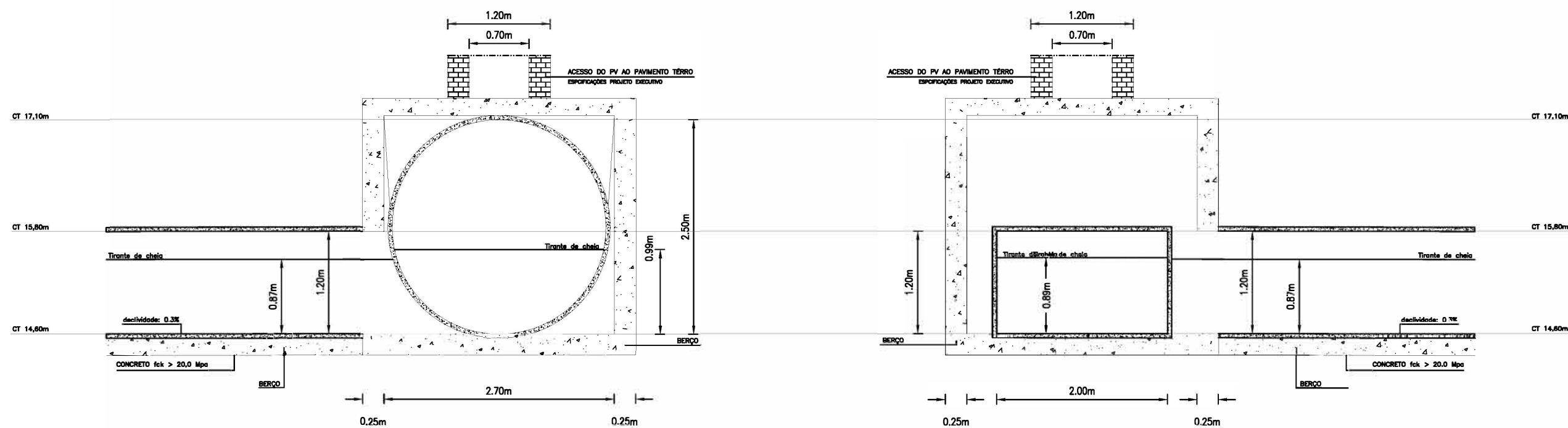
POÇO DE VISITA 03



PLANTA BAIXA  
ESCALA 1:50



CORTE A-A  
ESCALA 1:50



CORTE B-B  
ESCALA 1:50

CORTE C-C  
ESCALA 1:50

PREMISSA DE DIMENSIONAMENTO:

- DIMENSIONADAS COMO CONDUTOS LIVRES, COM LAMINA D'FAGUA ENTRE 0,20 E 0,82D;
- NAS MUDANCAS DE DIAMETRO OS TUBOS DEVEM SER ALINHADOS PELA GERATRIZ SUPERIOR;
- DECLIVIDADE LIMITADA PELAS COTAS DO TERRENO;
- ADOÇÃO DE MANILHAS COM DIÂMETROS COMERCIAIS;
- MATERIAL DE REVESTIMENTO DO CANAL: CONCRETO ACABADO COM CASCALHO ROLANDO NO FUNDO;
- COEFICIENTE DE RUGOSIDADE (MANNING), CONFORME MATERIAL: 0,017;
- QUADRO DE VAZÃO

POÇO DE VISITA	VAZÃO (m³/s)
1	4,976
2	7,154
3	12,130

LEGENDA

- MANILHA/GALEIRA PRÉ MOLDADA
- ALVENARIA
- TAMPA DE ACESSO AO POÇO DE VISITA (PV)
- TUBULAÇÃO DE ACESSO AO PV EM ALVENARIA

TÍTULO:  
PLANTA DE DETLAHAMENTO DA TRANSIÇÃO DE CANALIZAÇÃO

EMPRESA:  
IGREJA LAGOINHA NITERÓI  
CNPJ Nº 19.685.947/0001-01

ENDEREÇO:  
ESTRADA FRANCISCO DA CRUZ NUNES, 43,  
BAIRRO CAFUBÁ, NITERÓI – RJ.  
CEP: 243.350-310

RESPONSÁVEL TÉCNICO:  
LORENA GOTEJUP TOSTES COSTALONCA  
ENGª AMBIENTAL – CREA M G 246.918/D  
VISTO CREA – RJ 2019113516  
ART n° 2020230059905 e 2020200109150  
Júlia Koury Ferreira  
ENGª AMBIENTAL – CREA-SP 5069924626-D  
VISTO CREA – RJ 2017131355  
ART n° 20202000109152

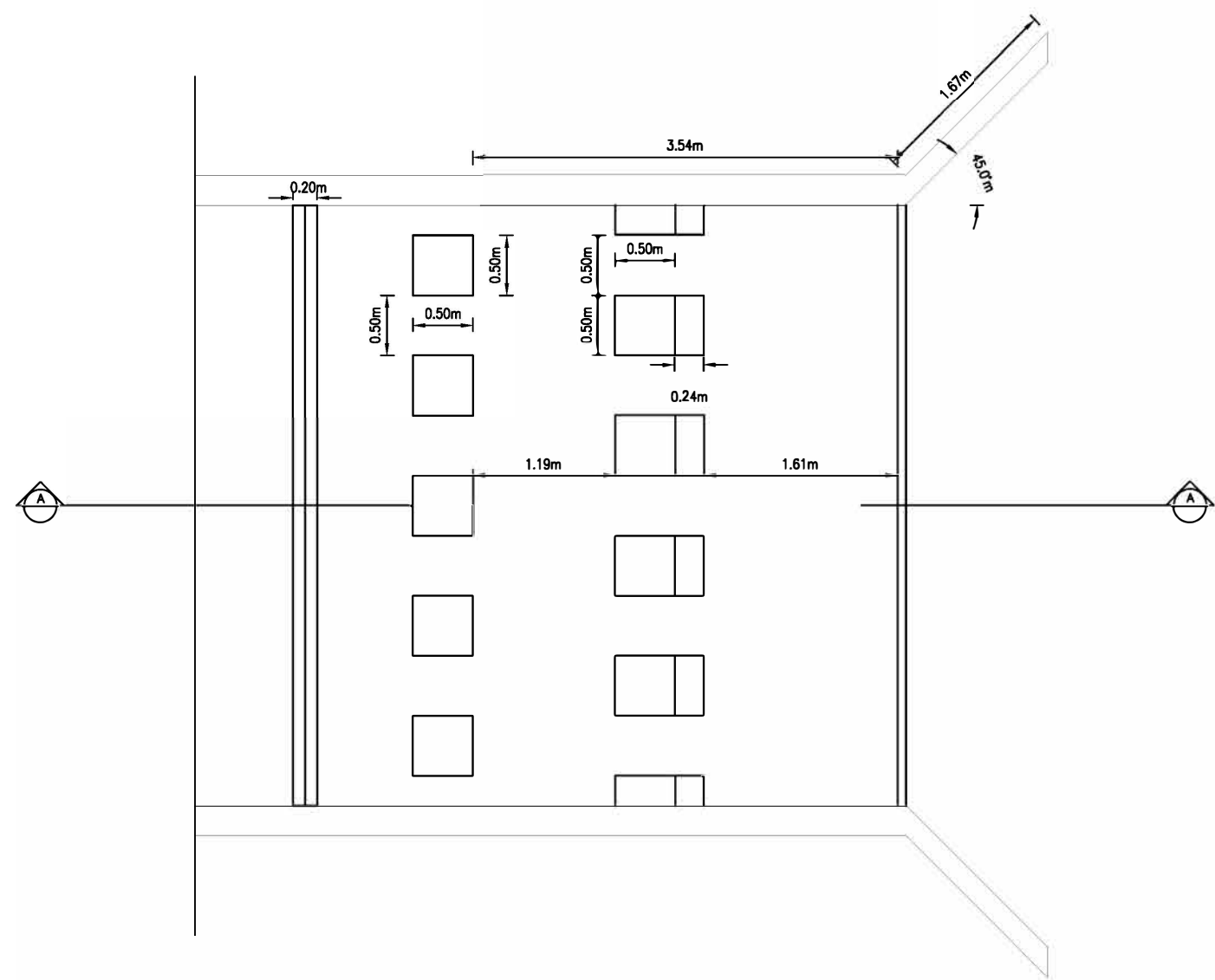
DATA:  
20/07/2023

AGCONSULT  
CONSULTORIA AMBIENTAL E MINERÁRIA  
TOPOGRAFIA E GEOPROCESSAMENTO  
contato@agconsult.com.br / (21) 3214-4501

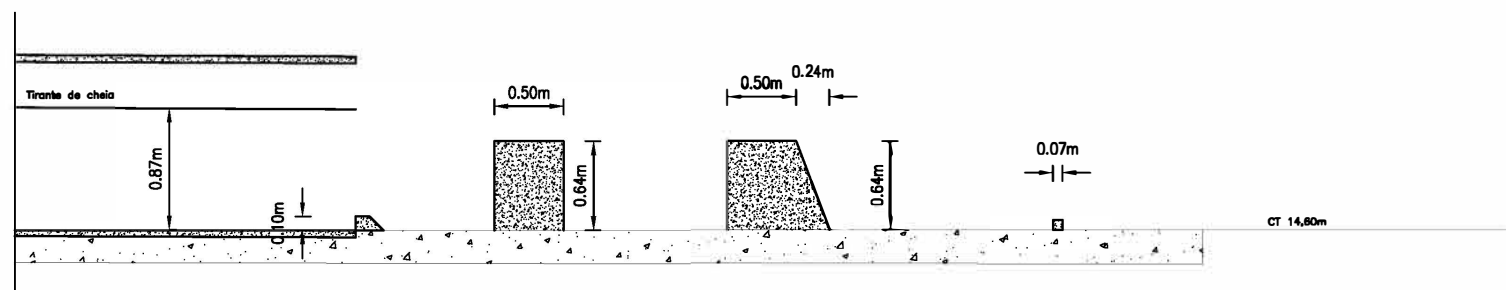
FOLHA:  
06/07



DISSIPADOR DE ENERGIA



PLANTA BAIXA  
ESCALA 1:50



CORTE A-A  
ESCALA 1:50

- PREMISSA DE DIMENSIONAMENTO:
- DIMENSIONADAS COMO CONDUTOS LIVRES, COM LAMINA D'FAGUA ENTRE 0,20 E 0,82D;
  - NAS MUDANCAS DE DIAMETRO OS TUBOS DEVEM SER ALINHADOS PELA GERATRIZ SUPERIOR;
  - DECLIVIDADE LIMITADA PELAS COTAS DO TERRENO;
  - ADOÇÃO DE MANILHAS COM DIÂMETROS COMERCIAIS;
  - MATERIAL DE REVESTIMENTO DO CANAL: CONCRETO ACABADO COM CASCALHO ROLANDO NO FUNDO;
  - COEFICIENTE DE RUGOSIDADE (MANNING), CONFORME MATERIAL: 0,017;
  - QUADRO DE VAZÃO

POÇO DE VISITA	VAZÃO (m³/s)
1	4,976
2	7,154
3	12,130

- LEGENDA
- MANILHA/GALEIRA PRÉ MOLDADA
  - ALVENARIA
  - TAMPA DE ACESSO AO POÇO DE VISITA (PV)
  - TUBULAÇÃO DE ACESSO AO PV EM ALVENARIA

TÍTULO:

PLANTA DE DETLAHAMENTO DA TRANSIÇÃO DE CANALIZAÇÃO

EMPRESA:

IGREJA LAGOINHA NITERÓI

CNPJ Nº 19.685.947/0001-01

ENDEREÇO:

ESTRADA FRANCISCO DA CRUZ NUNES, 43,  
BAIRRO CAFUBÁ, NITERÓI – RJ.  
CEP: 243.350-310

DATA:

20/07/2023

RESPONSÁVEL TÉCNICO:

LORENA GOTELIP TOSTES COSTALONCA  
ENGª AMBIENTAL – CREA M G 246.918/D  
VISTO CREA – RJ 2019113516  
ART n.º 2020230059905 e 2020200109150

Júlia Koury Ferreira  
ENGª AMBIENTAL – CREA-SP 5069924626-D  
VISTO CREA – RJ 2017131355  
ART n.º 20202000109152

FOLHA:

07/07

AGCONSULT

CONSULTORIA AMBIENTAL E MINERÁRIA

TOPOGRAFIA E GEOPROCESSAMENTO

contato@agconsultambiental.com.br/1913214-4501