



ESTADO DE ALAGOAS
PREFEITURA MUNICIPAL DE LAGOA DA CANOA-AL
SECRETARIA MUNICIPAL DE VIAÇÃO, OBRAS E URBANISMO
CNPJ 12.207.551/0001-00

PROJETO BÁSICO DE ENGENHARIA PARA IMPLANTAÇÃO DE OBRAS DE PAVIMENTAÇÃO E ACESSIBILIDADE NO ENTORNO DA LAGOA

Objeto: Obras de pavimentação e acessibilidade no entorno da
Lagoa, no Município de Lagoa da Canoa/AL

VOLUME 1 – RELATÓRIO DO PROJETO

Março/2024



ESTADO DE ALAGOAS
PREFEITURA MUNICIPAL DE LAGOA DA CANOA-AL
SECRETARIA MUNICIPAL DE VIAÇÃO, OBRAS E URBANISMO
CNPJ 12.207.551/0001-00

Sumário

1.0	APRESENTAÇÃO.....	4
1.1	Introdução	4
1.2	Estudo de viabilidade técnica.....	5
1.3	Escolha do Traçado	6
1.4	Características Locais de Lagoa da Canoa	8
1.5	Geologia	12
2.	MAPA DE SITUAÇÃO	14
3.	ESTUDOS.....	15
3.1	Estudo Topográficos	15
3.2	Estudo Geológicos	20
3.3	Estudo Hidrológico	12
3.2.1.1	Estudo da superfície do terreno	15
3.4	Estudos hidrológicos	16
3.3.3	Balanço hídrico do reservatório.....	34
3.4	Considerações sobre o nível do lago	42
4	PROJETO	47
4.1	Projeto Geométrico	47
4.2	Projeto de Terraplenagem.....	47
4.3	Projeto de Pavimentação	49
4.4	Projeto de Drenagem.....	49
4.4.1	Projeto de drenagem de águas pluviais	50
4.4.2	Normas técnicas	51
4.4.3	Método racional de cálculo da vazão	51
4.4.4	Área Drenada	51
4.4.5	Coefficiente de Deflúvio	52
4.4.6	Intensidade Média de Precipitação Pluvial	54
4.4.7	Tempo de Recorrência	54
4.4.8	Tempo de Concentração (TC).....	55
4.4.9	Dimensionamento hidráulico	56
4.4.11	Bocas-de-Lobo	57
4.4.12	Galerias	57
4.4.13	Tubulação - Determinação do Diâmetro	58
4.4.14	Caixa de Ligação.....	58
4.4.15	Poço de Visita	59
4.4.16	Tabela Resumo dos Dimensionamentos Hidráulicos.....	60
4.5	Projeto de Sinalização	61
5-	SOLUÇÃO ADOTADA PARA O PROJETO	66
5.1	Concepção e implantação do projeto de pavimentação e acessibilidade no entorno da lagoa no Município De Lagoa Da Canoa	66
5.2	Interpretação e adequabilidade da solução apresentada, tendo em vista os ensaios SPT	68
5.3	Projeto de muro de arrimo	69

ESTADO DE ALAGOAS
PREFEITURA MUNICIPAL DE LAGOA DA CANOA-AL
SECRETARIA MUNICIPAL DE VIAÇÃO, OBRAS E URBANISMO
CNPJ 12.207.551/0001-00

5.4 Projeto Ciclovía Elevada.....	74
5.4 Projeto de pavimentação em blocos intertravados- Uso de Lastro Granular	74



ESTADO DE ALAGOAS
PREFEITURA MUNICIPAL DE LAGOA DA CANOA-AL
SECRETARIA MUNICIPAL DE VIAÇÃO, OBRAS E URBANISMO
CNPJ 12.207.551/0001-00

1.0 APRESENTAÇÃO

1.1 Introdução

A prefeitura de Lagoa da Canoa, apresenta o Projeto Básico de Engenharia para Implantação de Obras de Pavimentação e Acessibilidade no Entorno da Lagoa, com 500 metros de extensão: Inicial do Trecho (UTM SIRGAS 2000): 8912167.6111, 748340.1557 e Final do Trecho (UTM SIRGAS 2000): 8912219.2782, 748841.1135

Este trabalho tem o objetivo de fornecer os elementos necessários e suficientes, com um nível de precisão adequado à quantificação dos serviços a executar e, portanto, estimar o custo e definir o prazo de execução da obra através das soluções técnicas indicadas, sendo o mesmo apresentado em dois volumes quais sejam:

VOLUMES DISCRIMINAÇÃO FORMATO		
VOLUMES	DISCRIMINAÇÃO	FORMATO
1	RELATÓRIO DO PROJETO A-4	A-4
2	PROJETO BÁSICO DE IMPLANTAÇÃO	A-1
3	RELATÓRIO ORÇAMENTO	A-4

Este Relatório ainda por sua vez, apresenta os estudos realizados para a Elaboração do projeto de Engenharia onde contém as soluções e características técnicas para a execução da Implantação em tela. O segmento desenvolve-se atualmente em região não plana, com plataforma definida.



ESTADO DE ALAGOAS
PREFEITURA MUNICIPAL DE LAGOA DA CANOA-AL
SECRETARIA MUNICIPAL DE VIAÇÃO, OBRAS E URBANISMO
CNPJ 12.207.551/0001-00

1.2 Estudo de viabilidade técnica

A área de intervenção do Projeto das Obras de Pavimentação e Acessibilidade no Entorno da Lagoa urbanização da Lagoa, tem como metas estruturantes: a pavimentação e acessibilidade da área de intervenção; a recuperação ambiental e a requalificação urbana. Dentre as ações mais importantes destaca-se a urbanização e a recuperação ambiental proposta para resguardar a área que beneficiará a população do entorno. **Salientamos que a área que terá a intervenção não está inserida em área de preservação permanente.**

O município de Lagoa da Canoa apresenta, segundo último censo, aproximadamente 50% da população residente na zona urbana, ao contrário de municípios circunvizinhos uma população majoritariamente urbanizada, desta forma faz-se necessária para a melhoria da qualidade de vida, saúde, integração e sociabilidade da população a ampliação dos espaços públicos de convívio urbano tais como praças e parques públicos.

As praças e parques públicos são locais de convivência entre seres humanos e natureza. E com a crescente urbanização são lugares onde a população procura contemplar o seu momento de lazer.

O Projeto das Obras de Pavimentação e Acessibilidade do Entorno da Lagoa, tem como finalidade requalificação da orla lagunar e criação de espaço público, contemplativo e de convivência dentro do município de lagoa da canoa, bem como o melhoramento estético e funcional da área de intervenção.

O projeto prevê a implantação de calçadas, áreas de lazer, requalificação viária urbana, áreas de convívio, espaço para eventos, entre outros.

Tem como objetivo central, a promoção da preservação do meio-ambiente, bem como proporcionar aos moradores da região uma área com infraestrutura adequada ao lazer ativo e contemplativo, oferecendo áreas destinadas ao entretenimento e convívio social, que atenda tanto aos usuários locais como aos demais habitantes da cidade.

A Intervenção urbanista pensada para a área consiste na implantação de uma malha viária, pavimentada e acessível que possa potencializar o ambiente natural do local, bem como proteger a área de uma ocupação desordenada. O calçamento proposto, acompanha o traçado sinuoso da lagoa, perfazendo um percurso que harmoniza com o ambiente, assim como a ciclofaixa que segue o mesmo trajeto.



ESTADO DE ALAGOAS
PREFEITURA MUNICIPAL DE LAGOA DA CANOA-AL
SECRETARIA MUNICIPAL DE VIAÇÃO, OBRAS E URBANISMO
CNPJ 12.207.551/0001-00

Dito isso, as praças e parque públicos são equipamentos fundamentais para o convívio social, integra todos os elementos da sociedade e passa a ser também o lugar de articulação entre os diversos estratos sociais. Voltada ao lazer contemplativo, convivência da população, lazer esportivo, recreação infantil e lazer cultural, é também um instrumento onde o poder público pode usar para a sensibilização das pessoas, das questões ambientais e ponto de referência.

Dessa forma entendemos que a pavimentação e acessibilidade do entorno da Lagoa em questão, que é marca referencial para o município, melhora exponencialmente a qualidade de vida dos moradores da sua região de abrangência, servindo como local de encontro, lazer, práticas esportivas, contemplação e acolhimento.

Para isso foi definido traçado que potencializa-se os ganhos sociais da pavimentação e acessibilidade da Lagoa em questão.

1.3 Escolha do Traçado

O traçado da pavimentação em questão foi definido de modo a interligar diferentes pontos da região, além de conduzir a integração entre a população e a paisagem local da Lagoa, como também a contemplação da paisagem..

Para elaboração do traçado foi levado em consideração alguns fatores:

- Ligação entre diferentes pontos de acesso;
- Menor quantidade de área a ser desapropriada;
- Criação de espaços de convívio e lazer;
- Espaços para prática esportiva em espaço aberto (corrida, ciclismo, etc).



ESTADO DE ALAGOAS
PREFEITURA MUNICIPAL DE LAGOA DA CANOA-AL
SECRETARIA MUNICIPAL DE VIAÇÃO, OBRAS E URBANISMO
CNPJ 12.207.551/0001-00



Figura 1. Mapa da cidade de Lagoa da Canoa e área de intervenção

Conforme definido o traçado caracteriza-se por ter dois acessos preexistentes distintos em pontos de grande circulação, fácil acesso e urbanizados. Sendo o primeiro acesso por via com pavimentação em asfalto e o segundo acesso por via com pavimentação em paralelepípedo, ambas vias já existentes e consolidadas dão acesso a diversas comunidades urbanas e rurais, inclusive a outros municípios através de estradas vicinais. Deste modo, será criado acesso entre as duas pontas do traçado por via, de mão dupla em pavimentação de intertravado com extensão de aproximadamente 500 metros, além dos acessos para pedestres e ciclovias. Toda a área do entorno da intervenção possui acesso a abastecimento de energia elétrica e água.



ESTADO DE ALAGOAS
PREFEITURA MUNICIPAL DE LAGOA DA CANOA-AL
SECRETARIA MUNICIPAL DE VIAÇÃO, OBRAS E URBANISMO
CNPJ 12.207.551/0001-00

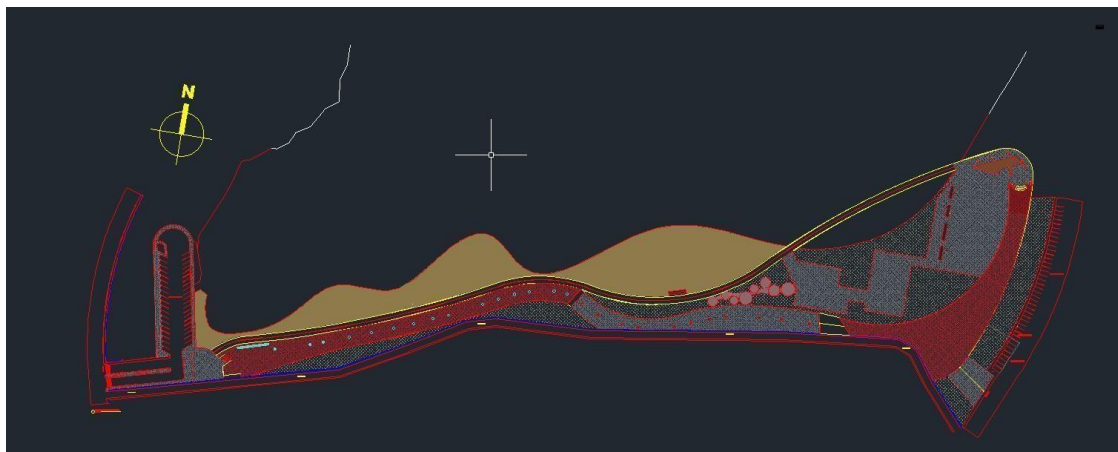


Figura 2. Planta de piso

1.4 Características Locais de Lagoa da Canoa

1.4.1 Localização

O trecho contemplado pelo projeto está situado no município alagoano de Lagoa da Canoa. A seguir são apresentadas as características desse município com o intuito de salientara importância da realização da implantação.



Figura 3. Localização da área de intervenção e acessos existentes em amarelo



ESTADO DE ALAGOAS
PREFEITURA MUNICIPAL DE LAGOA DA CANOA-AL
SECRETARIA MUNICIPAL DE VIAÇÃO, OBRAS E URBANISMO
CNPJ 12.207.551/0001-00

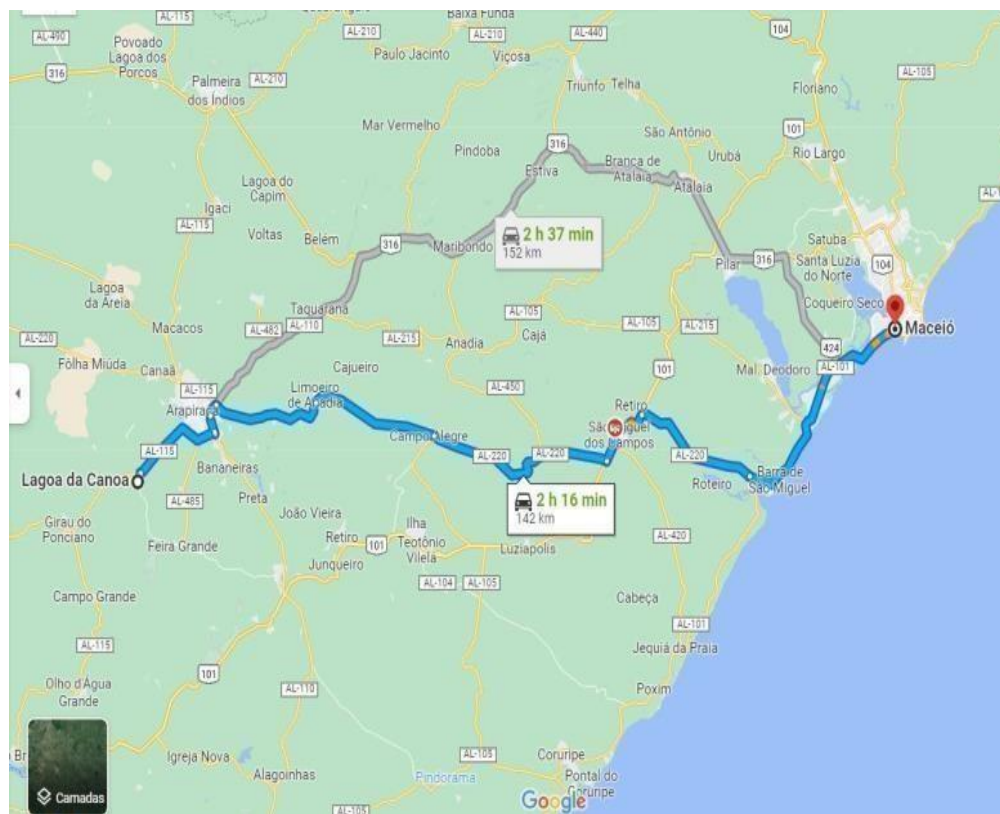


Figura 4. Acesso da área de intervenção à capital Maceió

O município de Lagoa da Canoa está localizado na região centro-sul do Estado de Alagoas, limitando-se a norte com os municípios de Craíbas e Arapiraca, a sul com Feira Grande e Campo Grande, a leste com Feira Grande e Arapiraca e a oeste com Girau do Ponciano. A área municipal ocupa 102,84 km² (0,37% de AL), inserida na meso-região do Agreste Alagoano e na microrregião de Arapiraca, predominantemente na Folha Arapiraca (SC.24-X-D-V) na escala 1:100.000, editada pelo MINTER/SUDENE em 1973. A sede do município tem uma altitude de aproximadamente 283 m e coordenadas geográficas de 9°49'47" de latitude sul e 35°44'16" de longitude oeste.

O acesso a partir de Maceió é feito através das rodovias pavimentadas BR-316, BR-101, AL220, AL-115 e AL-485, com percurso total em torno de 150 km (figura 4).



ESTADO DE ALAGOAS
PREFEITURA MUNICIPAL DE LAGOA DA CANOA-AL
SECRETARIA MUNICIPAL DE VIAÇÃO, OBRAS E URBANISMO
CNPJ 12.207.551/0001-00



Figura 5 – Limites municipais. Fonte: Google.



O município foi criado em 1962, desmembrado de Arapiraca. Segundo o censo 2022 do IBGE, a população total residente é de 18.457 habitantes. São 9.413 os habitantes da zona urbana (51,00%) e 9.044 os da zona rural (49,00%). A densidade demográfica é de 220,72 hab/km2 e o IDH é de 0,552 (2010).

Na área educacional, 23 escolas de ensino fundamental, com aproximadamente 5.183 alunos matriculados e 01 escola de ensino médio, com 610 alunos. No município, existem 11.443 habitantes alfabetizados com idades acima de 10 anos (62,00% da população).

Existem 01 agência dos Correios no município.



ESTADO DE ALAGOAS
PREFEITURA MUNICIPAL DE LAGOA DA CANOA-AL
SECRETARIA MUNICIPAL DE VIAÇÃO, OBRAS E URBANISMO
CNPJ 12.207.551/0001-00

O PIB de Lagoa da Canoa foi de R\$248.245.577,00 e o PIB per capita foi de R\$13.499,95 em 2021. . O salário médio mensal é de R\$ 1.766,30 (170% do salário mínimo nacional - 2020).

As principais atividades econômicas do município são: Comércio, serviços e agropecuária. Atualmente conta com 508 empresas com CNPJ, atuantes (2023).

1.5 Geologia

CPRM é o órgão responsável pelo mapeamento geológico e mineral da nação, em seus trabalhos delimitou uma área na região nordeste que passou a chamar de folha Arapiraca que tem cerca de 18.000 km² e compreende parte dos estados de Alagoas, Sergipe e Pernambuco. A folha Arapiraca está inserida na província Borborema mais especificamente na subprovíncia externa ou meridional. A folha Arapiraca é constituída por litotipos pré-cambrianos , incluindo núcleos arqueanos e paleoproterozóicos.

A partir dos anos 50 iniciou-se uma série de estudos em que se começou a delimitar a província Borborema em seções ou compartimentos geotectônicos. Desta maneira surgiram cerca de seis domínios com áreas tectônicas definidas sendo elas: Domínios Pernambuco-Alagoas, Canindé, Marancó-Poço Redondo, Rio Coruripe, Domo/inlier de Girau do Ponciano e Domínio Macururé.

O município de Lagoa da Canoa encontra-se geologicamente inserido na Província Borborema, abrangendo rochas do embasamento gnáissico-migmatítico, datadas do Arqueano ao Paleoproterozóico e a seqüência metamórfica oriunda de eventos tectônicos ocorridos durante o Meso e NeoProterozóico. A província está aqui representada pelos litotipos do Complexo Nicolau/Campo Grande, grupos Marancó, Macururé e Barreiras e Depósitos Colúvio-Eluviais (Figura 3).

O Complexo Nicolau/Campo Grande (An), ocorre a NE, SE, SW e NW da área e engloba xistos, gnaisses, mármore, BIF, metamáficas e metavulcaníticas.

O Complexo Marancó-Unidade 1(MP3mr1), ocorre no quadrante NW da área, formado por xistos, gnaisses, metagrauwacas, metavulcanoclásticas e metamáficas e



ESTADO DE ALAGOAS
PREFEITURA MUNICIPAL DE LAGOA DA CANOA-AL
SECRETARIA MUNICIPAL DE VIAÇÃO, OBRAS E URBANISMO
CNPJ 12.207.551/0001-00

metaultramáficas.

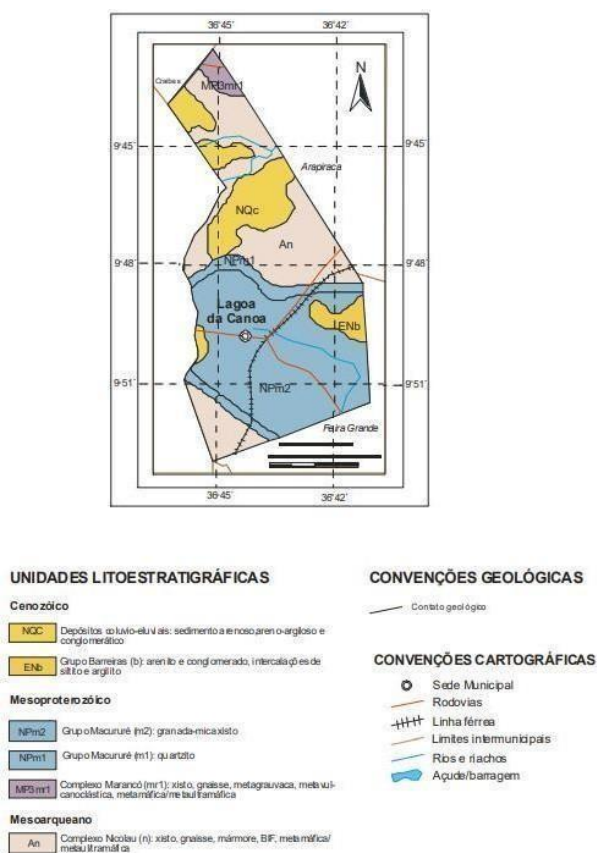
O Grupo Macururé-Formação Santa Cruz (NPm1), aflora nos quadrantes SE e SW da área, sendo representado por quartzitos.

O Grupo Macururé-Formação Santa Cruz (NPm2), ocorre a SE e SW da área e está representado por micaxistos granatíferos.

O Grupo Barreiras (ENb), aflora no quadrante SE da área, sendo constituído de arenitos e conglomerados, com intercalações de siltitos e argilitos.

Os Depósitos Colúvio-Eluviais (NQc), ocorrem nos quadrantes NE e NW da área, sendo constituído por sedimentos arenosos, areno-argilosos e conglomerados.

Figura 7 – Mapa Estudo Geológico. fonte: CPRM





ESTADO DE ALAGOAS
PREFEITURA MUNICIPAL DE LAGOA DA CANOA-AL
SECRETARIA MUNICIPAL DE VIAÇÃO, OBRAS E URBANISMO
CNPJ 12.207.551/0001-00

2. MAPA DE SITUAÇÃO

2.1 Mapa de Situação



Figura 8 – Mapa de situação



3. ESTUDOS

3.1 Estudo Topográficos

3.1.1 Objetivo

Após a escolha do traçado foram realizados estudos topográficos para levantamento planialtimétrico da área que terá a intervenção.

3.1.2 Metodologia

Os serviços topográficos realizados podem ser resumidos conforme detalhamento abaixo:

- Locação do trecho a ser implantada;
- Nivelamento e Contranivelamento do Eixo de Locação;
- Levantamento das Secções Transversais e Detalhamento do traçado;
- Levantamento Cadastral;
- Levantamento dos dispositivos de drenagem existentes;
- Elaboração de planta topográfica.

Para materialização do eixo da rodovia, foi implantada a Rede Geral de Apoio consistindo na implantação de marcos de concreto e rede de apoios consistindo na implantação de pino de aço e rastreados com equipamento rastreados com equipamentos de GPS – RTK ao longo da diretriz. Depois da implantação dos marcos de levantamento, foram utilizados equipamentos de Estação Total para constituição do melhor traçado.

Após a locação do eixo foram levantadas as Seções Transversais nos piquetes do eixo de exploração com 20 metros para cada lado. Em alguns pontos que ofereciam alternativas de traçado essas distâncias variaram para se adequar a essas alternativas.

Foi realizado o levantamento georreferenciado da área que será implantado o projeto, conforme dados a seguir:



ESTADO DE ALAGOAS
PREFEITURA MUNICIPAL DE LAGOA DA CANOA-AL
SECRETARIA MUNICIPAL DE VIAÇÃO, OBRAS E URBANISMO
CNPJ 12.207.551/0001-00

Serviço : **LEVANTAMENTO GEORREFERENCIADO DE IMÓVEL**
Imóvel : **PERIMETRO DE REVITALIZAÇÃO DO BALNEÁRIO DA LAGOA**
Obra : **OBRAS DE PAVIMENTAÇÃO E ACESSIBILIDADE DO ENTORNO DA LAGOA**
Proprietário : **MUNICIPIO DE LAGOA DA CANOA, CNPJ 12.207.551/0001-00**
Município : **LAGOA DA CANOA U.F: AL - BR**
Área : **5,9508ha = 59.508,31m² = 19,672 tarefas**
Perímetro : **1.383,34m**

Descrição do Perímetro:

Inicia-se a descrição deste perímetro no vértice **V1**, georreferenciado no Sistema Geodésico Brasileiro, DATUM - SIRGAS2000, MC-45°W, de coordenadas **N 8.912.294,706m** e **E 748.340,937m**; deste segue confrontando com a propriedade de NORTE - LAGOA, com azimute de 76°20'54" por uma distância de 49,94m até o vértice **V2**, de coordenadas **N 8.912.306,493m** e **E 748.389,469m**; deste segue confrontando com a propriedade de NORTE - LAGOA, com azimute de 76°21'59" por uma distância de 477,45m até o vértice **V3**, de coordenadas **N 8.912.419,035m** e **E 748.853,467m**; deste segue confrontando com a propriedade de LESTE - FAZENDA, com azimute de 175°30'20" por uma distância de 37,56m até o vértice **V4**, de coordenadas **N 8.912.381,587m** e **E 748.856,410m**; deste segue confrontando com a propriedade de LESTE - FAZENDA, com azimute de 80°22'01" por uma distância de 3,57m até o vértice **V5**, de coordenadas **N 8.912.382,184m** e **E 748.859,927m**; deste segue confrontando com a propriedade de LESTE - FAZENDA, com azimute de 90°00'00" por uma distância de 11,64m até o vértice **V6**, de coordenadas **N 8.912.382,184m** e **E 748.871,571m**; deste segue confrontando com a propriedade de LESTE - FAZENDA, com azimute de 180°17'30" por uma distância de 20,23m até o vértice **V7**, de coordenadas **N 8.912.361,958m** e **E 748.871,468m**; deste segue confrontando com a propriedade de LESTE - FAZENDA, com azimute de 184°05'25" por uma distância de 13,87m até o vértice **V8**, de coordenadas **N 8.912.348,124m** e **E 748.870,479m**; deste segue confrontando com a propriedade de LESTE - FAZENDA, com azimute de 188°08'40" por uma distância de 19,07m até o vértice **V9**, de coordenadas **N 8.912.329,249m** e **E 748.867,778m**; deste segue confrontando com a propriedade de LESTE - FAZENDA, com azimute de 192°35'06" por uma distância de 17,33m até o vértice **V10**, de coordenadas **N 8.912.312,331m** e **E 748.864,001m**; deste segue confrontando com a propriedade de LESTE - FAZENDA, com azimute de 192°35'06" por uma distância de 15,54m até o vértice **V11**, de coordenadas **N 8.912.297,160m** e **E 748.860,614m**; deste segue confrontando com a propriedade de LESTE - FAZENDA, com azimute de 211°11'03" por uma distância de 8,61m até o vértice



ESTADO DE ALAGOAS
PREFEITURA MUNICIPAL DE LAGOA DA CANOA-AL
SECRETARIA MUNICIPAL DE VIAÇÃO, OBRAS E URBANISMO
CNPJ 12.207.551/0001-00

V12, de coordenadas **N 8.912.289,797m** e **E 748.856,157m**; deste segue confrontando com a propriedade de LESTE - FAZENDA, com azimute de 198°26'07" por uma distância de 10,79m até o vértice **V13**, de coordenadas **N 8.912.279,565m** e **E 748.852,746m**; deste segue confrontando com a propriedade de LESTE - FAZENDA, com azimute de 203°09'29" por uma distância de 26,70m até o vértice **V14**, de coordenadas **N 8.912.255,012m** e **E 748.842,244m**; deste segue confrontando com a propriedade de LESTE - FAZENDA, com azimute de 202°44'34" por uma distância de 17,12m até o vértice **V15**, de coordenadas **N 8.912.239,223m** e **E 748.835,625m**; deste segue confrontando com a propriedade de SUL - VARIOS PROPRIETARIOS, com azimute de 292°24'15" por uma distância de 11,46m até o vértice **V16**, de coordenadas **N 8.912.243,592m** e **E 748.825,027m**; deste segue confrontando com a propriedade de SUL - VARIOS PROPRIETARIOS, com azimute de 317°52'33" por uma distância de 16,62m até o vértice **V17**, de coordenadas **N 8.912.255,921m** e **E 748.813,877m**; deste segue confrontando com a propriedade de SUL - VARIOS PROPRIETARIOS, com azimute de 299°48'30" por uma distância de 25,14m até o vértice **V18**, de coordenadas **N 8.912.268,419m** e **E 748.792,061m**; deste segue confrontando com a propriedade de SUL - VARIOS PROPRIETARIOS, com azimute de 305°32'49" por uma distância de 15,76m até o vértice **V19**, de coordenadas **N 8.912.277,580m** e **E 748.779,240m**; deste segue confrontando com a propriedade de SUL - VARIOS PROPRIETARIOS, com azimute de 293°04'52" por uma distância de 8,19m até o vértice **V20**, de coordenadas **N 8.912.280,791m** e **E 748.771,705m**; deste segue confrontando com a propriedade de SUL - VARIOS PROPRIETARIOS, com azimute de 269°30'00" por uma distância de 10,89m até o vértice **V21**, de coordenadas **N 8.912.280,696m** e **E 748.760,820m**; deste segue confrontando com a propriedade de SUL - VARIOS PROPRIETARIOS, com azimute de 259°56'52" por uma distância de 10,21m até o vértice **V22**, de coordenadas **N 8.912.278,914m** e **E 748.750,768m**; deste segue confrontando com a propriedade de SUL - VARIOS PROPRIETARIOS, com azimute de 259°56'52" por uma distância de 10,21m até o vértice **V23**, de coordenadas **N 8.912.277,132m** e **E 748.740,715m**; deste segue confrontando com a propriedade de SUL - VARIOS PROPRIETARIOS, com azimute de 263°28'11" por uma distância de 8,72m até o vértice **V24**, de coordenadas **N 8.912.276,140m** e **E 748.732,049m**; deste segue confrontando com a propriedade de SUL - VARIOS PROPRIETARIOS, com azimute de 263°25'00" por uma distância de 10,09m até o vértice **V25**, de coordenadas **N 8.912.274,984m** e **E 748.722,028m**; deste segue confrontando com a propriedade de SUL - VARIOS PROPRIETARIOS, com azimute de 263°04'41" por uma distância de 9,65m até o vértice **V26**, de coordenadas **N 8.912.273,821m** e **E 748.712,448m**; deste segue confrontando com a propriedade de SUL - VARIOS PROPRIETARIOS, com azimute de 262°46'10" por uma distância



ESTADO DE ALAGOAS
PREFEITURA MUNICIPAL DE LAGOA DA CANOA-AL
SECRETARIA MUNICIPAL DE VIAÇÃO, OBRAS E URBANISMO
CNPJ 12.207.551/0001-00

de 5,64m até o vértice **V27**, de coordenadas **N 8.912.273,111m** e **E 748.706,856m**; deste segue confrontando com a propriedade de SUL - VARIOS PROPRIETARIOS, com azimute de 261°41'49" por uma distância de 4,57m até o vértice **V28**, de coordenadas **N 8.912.272,452m** e **E 748.702,339m**; deste segue confrontando com a propriedade de SUL - VARIOS PROPRIETARIOS, com azimute de 261°41'48" por uma distância de 0,00m até o vértice **V29**, de coordenadas **N 8.912.272,452m** e **E 748.702,338m**; deste segue confrontando com a propriedade de SUL - VARIOS PROPRIETARIOS, com azimute de 261°41'49" por uma distância de 8,38m até o vértice **V30**, de coordenadas **N 8.912.271,242m** e **E 748.694,049m**; deste segue confrontando com a propriedade de SUL - VARIOS PROPRIETARIOS, com azimute de 261°57'24" por uma distância de 10,60m até o vértice **V31**, de coordenadas **N 8.912.269,760m** e **E 748.683,558m**; deste segue confrontando com a propriedade de SUL - VARIOS PROPRIETARIOS, com azimute de 262°21'04" por uma distância de 25,73m até o vértice **V32**, de coordenadas **N 8.912.266,335m** e **E 748.658,058m**; deste segue confrontando com a propriedade de SUL - VARIOS PROPRIETARIOS, com azimute de 262°58'52" por uma distância de 52,74m até o vértice **V33**, de coordenadas **N 8.912.259,891m** e **E 748.605,714m**; deste segue confrontando com a propriedade de SUL - VARIOS PROPRIETARIOS, com azimute de 262°47'34" por uma distância de 50,30m até o vértice **V34**, de coordenadas **N 8.912.253,580m** e **E 748.555,810m**; deste segue confrontando com a propriedade de SUL - VARIOS PROPRIETARIOS, com azimute de 262°28'30" por uma distância de 31,05m até o vértice **V35**, de coordenadas **N 8.912.249,513m** e **E 748.525,026m**; deste segue confrontando com a propriedade de SUL - VARIOS PROPRIETARIOS, com azimute de 253°59'25" por uma distância de 3,54m até o vértice **V36**, de coordenadas **N 8.912.248,536m** e **E 748.521,621m**; deste segue confrontando com a propriedade de SUL - VARIOS PROPRIETARIOS, com azimute de 244°10'44" por uma distância de 11,71m até o vértice **V37**, de coordenadas **N 8.912.243,436m** e **E 748.511,081m**; deste segue confrontando com a propriedade de SUL - VARIOS PROPRIETARIOS, com azimute de 240°03'43" por uma distância de 14,90m até o vértice **V38**, de coordenadas **N 8.912.236,002m** e **E 748.498,172m**; deste segue confrontando com a propriedade de SUL - VARIOS PROPRIETARIOS, com azimute de 240°16'22" por uma distância de 30,92m até o vértice **V39**, de coordenadas **N 8.912.220,671m** e **E 748.471,324m**; deste segue confrontando com a propriedade de SUL - VARIOS PROPRIETARIOS, com azimute de 239°29'19" por uma distância de 17,50m até o vértice **V40**, de coordenadas **N 8.912.211,784m** e **E 748.456,244m**; deste segue confrontando com a propriedade de SUL - VARIOS PROPRIETARIOS, com azimute de 239°35'49" por uma distância de 9,85m até o vértice **V41**, de coordenadas **N 8.912.206,800m** e **E 748.447,750m**; deste segue confrontando com a



ESTADO DE ALAGOAS
PREFEITURA MUNICIPAL DE LAGOA DA CANOA-AL
SECRETARIA MUNICIPAL DE VIAÇÃO, OBRAS E URBANISMO
CNPJ 12.207.551/0001-00

propriedade de SUL - VARIOS PROPRIETARIOS, com azimute de 355°28'50" por uma distância de 3,10m até o vértice **V42**, de coordenadas **N 8.912.209,887m** e **E 748.447,506m**; deste segue confrontando com a propriedade de SUL - VARIOS PROPRIETARIOS, com azimute de 258°18'03" por uma distância de 7,92m até o vértice **V43**, de coordenadas **N 8.912.208,281m** e **E 748.439,749m**; deste segue confrontando com a propriedade de SUL - VARIOS PROPRIETARIOS, com azimute de 258°55'34" por uma distância de 25,71m até o vértice **V44**, de coordenadas **N 8.912.203,344m** e **E 748.414,521m**; deste segue confrontando com a propriedade de SUL - VARIOS PROPRIETARIOS, com azimute de 250°40'14" por uma distância de 24,45m até o vértice **V45**, de coordenadas **N 8.912.195,252m** e **E 748.391,452m**; deste segue confrontando com a propriedade de SUL - VARIOS PROPRIETARIOS, com azimute de 254°43'17" por uma distância de 51,64m até o vértice **V46**, de coordenadas **N 8.912.181,645m** e **E 748.341,641m**; deste segue confrontando com a propriedade de SUL - VARIOS PROPRIETARIOS, com azimute de 250°23'44" por uma distância de 0,15m até o vértice **V47**, de coordenadas **N 8.912.181,594m** e **E 748.341,499m**; deste segue confrontando com a propriedade de SUL - VARIOS PROPRIETARIOS, com azimute de 255°33'45" por uma distância de 1,50m até o vértice **V48**, de coordenadas **N 8.912.181,220m** e **E 748.340,047m**; deste segue confrontando com a propriedade de OESTE - RUA 16 DE NOVEMBRO E LINHA FERREA, com azimute de 345°33'43" por uma distância de 15,84m até o vértice **V49**, de coordenadas **N 8.912.196,561m** e **E 748.336,097m**; deste segue confrontando com a propriedade de OESTE - RUA 16 DE NOVEMBRO E LINHA FERREA, com azimute de 349°43'36" por uma distância de 16,08m até o vértice **V50**, de coordenadas **N 8.912.212,381m** e **E 748.333,230m**; deste segue confrontando com a propriedade de OESTE - RUA 16 DE NOVEMBRO E LINHA FERREA, com azimute de 353°48'04" por uma distância de 9,86m até o vértice **V51**, de coordenadas **N 8.912.222,180m** e **E 748.332,165m**; deste segue confrontando com a propriedade de OESTE - RUA 16 DE NOVEMBRO E LINHA FERREA, com azimute de 357°50'13" por uma distância de 15,92m até o vértice **V52**, de coordenadas **N 8.912.238,087m** e **E 748.331,565m**; deste segue confrontando com a propriedade de OESTE - RUA 16 DE NOVEMBRO E LINHA FERREA, com azimute de 2°43'39" por uma distância de 15,16m até o vértice **V53**, de coordenadas **N 8.912.253,231m** e **E 748.332,286m**; deste segue confrontando com a propriedade de OESTE - RUA 16 DE NOVEMBRO E LINHA FERREA, com azimute de 8°07'06" por uma distância de 15,90m até o vértice **V54**, de coordenadas **N 8.912.268,975m** e **E 748.334,532m**; deste segue confrontando com a propriedade de OESTE - RUA 16 DE NOVEMBRO E LINHA FERREA, com azimute de 12°17'09" por uma distância de 13,80m até o vértice **V55**, de coordenadas **N 8.912.282,460m** e **E 748.337,469m**; deste segue confrontando com a propriedade de OESTE -



ESTADO DE ALAGOAS
PREFEITURA MUNICIPAL DE LAGOA DA CANOA-AL
SECRETARIA MUNICIPAL DE VIAÇÃO, OBRAS E URBANISMO
CNPJ 12.207.551/0001-00

RUA 16 DE NOVEMBRO E LINHA FERREA, com azimute de $15^{\circ}25'15''$ por uma distância de 10,88m até o vértice **V56**, de coordenadas **N 8.912.292,948m** e **E 748.340,362m**; deste segue confrontando com a propriedade de OESTE - RUA 16 DE NOVEMBRO E LINHA FERREA, com azimute de $193^{\circ}23'42''$ por uma distância de 4,90m até o vértice **V57**, de coordenadas **N 8.912.288,184m** e **E 748.339,227m**; deste segue confrontando com a propriedade de OESTE - RUA 16 DE NOVEMBRO E LINHA FERREA, com azimute $14^{\circ}41'34''$ por uma distância de 6,74m até o vértice **V1**, ponto inicial da descrição deste perímetro de 1.383,34 m.

Todas as coordenadas aqui descritas estão georreferenciadas ao Sistema Geodésico Brasileiro e encontram-se representadas no Sistema UTM, referenciadas ao **Meridiano Central nº 45 WGr**, tendo como Datum o **SIRGAS2000**. Todos os azimutes e distâncias, área e perímetro foram calculados no plano de projeção UTM.

3.2 Estudo Geológicos

No local de implantação foram executados 3 furos de sondagem de simples reconhecimento, com medida dos índices de penetração dinâmica (SPT), totalizando 12,31 metros de perfuração.

O objetivo deste estudo é apresentar os resultados de sondagens a percussão realizado para a obra em referência, seguindo-se os procedimentos recomendados pela NBR 6484/2020.

- **ENSAIO E EQUIPAMENTOS EMPREGADOS**

O furo é iniciado com emprego de trado até o primeiro metro, seguindo-se a instalação de tubo de revestimento dotado de sapata cortante, o avanço da perfuração se dá através do próprio trado, quando isto é viável, ou pela circulação de água, empregando-se o trépano padronizado para esta finalidade.

A composição de perfuração é constituída por tubos de aço com diâmetro nominal interno de 25mm e massa teórica de 3,23kg/m. O amostrador padrão, com corpo bipartido, tem diâmetro externo de 50,8mm e interno de 34,9mm. O martelo para cravação consiste de uma massa de ferro de 65Kg, de forma cilíndrica, dotado de um coxim de madeira na parte inferior.

Os ensaios de resistência à penetração dinâmica são realizados conforme procedimento recomendado pela norma NBR 6484/2020, mediante a cravação do



ESTADO DE ALAGOAS
PREFEITURA MUNICIPAL DE LAGOA DA CANOA-AL
SECRETARIA MUNICIPAL DE VIAÇÃO, OBRAS E URBANISMO
CNPJ 12.207.551/0001-00

amostrador padrão tipo Raymond. Posicionado o amostrador no fundo do furo e estacionado o martelo no topo das hastes de perfuração, é cravado um total de 0,45m dividido em três seguimentos iguais de 0,15m. Para efetuar a penetração do amostrador, o martelo é erguido até a altura de 0,75m, com quedas livres e sucessivas.

O lençol freático é sempre verificado, com o objetivo de medir-se o nível de ocorrência. Esta medida é feita através de medidor eletrônico de nível d'água e os resultados dessas determinações são apresentados nos perfis de sondagem.

As Amostras são colhidas a cada metro de profundidade, acondicionada em recipientes apropriados e devidamente identificadas para posterior identificação tátil visual. Permanecem à disposição do cliente, até 60 dias a partir da data do presente relatório. Após esse período deverão ser descartadas.

• RESULTADOS

Quando na inexistência desse levantamento e mediante a demarcação de terreno e distribuição dos pontos de sondagem, realiza-se o nivelamento altimétrico, adotando-se uma certa Referência de Nível (meio fio de ruas), que é indicada no croqui da área, bem como as coordenadas de um ponto em UTM obtidas por GPS, para localização do terreno.

Segue registro fotográfico dos ensaios.



Os Boletins de Sondagem resumem todas as informações coletadas, ver Figura 9, Figura 10 e Figura 11.



ESTADO DE ALAGOAS
PREFEITURA MUNICIPAL DE LAGOA DA CANOA-AL
SECRETARIA MUNICIPAL DE VIAÇÃO, OBRAS E URBANISMO
CNPJ 12.207.551/0001-00

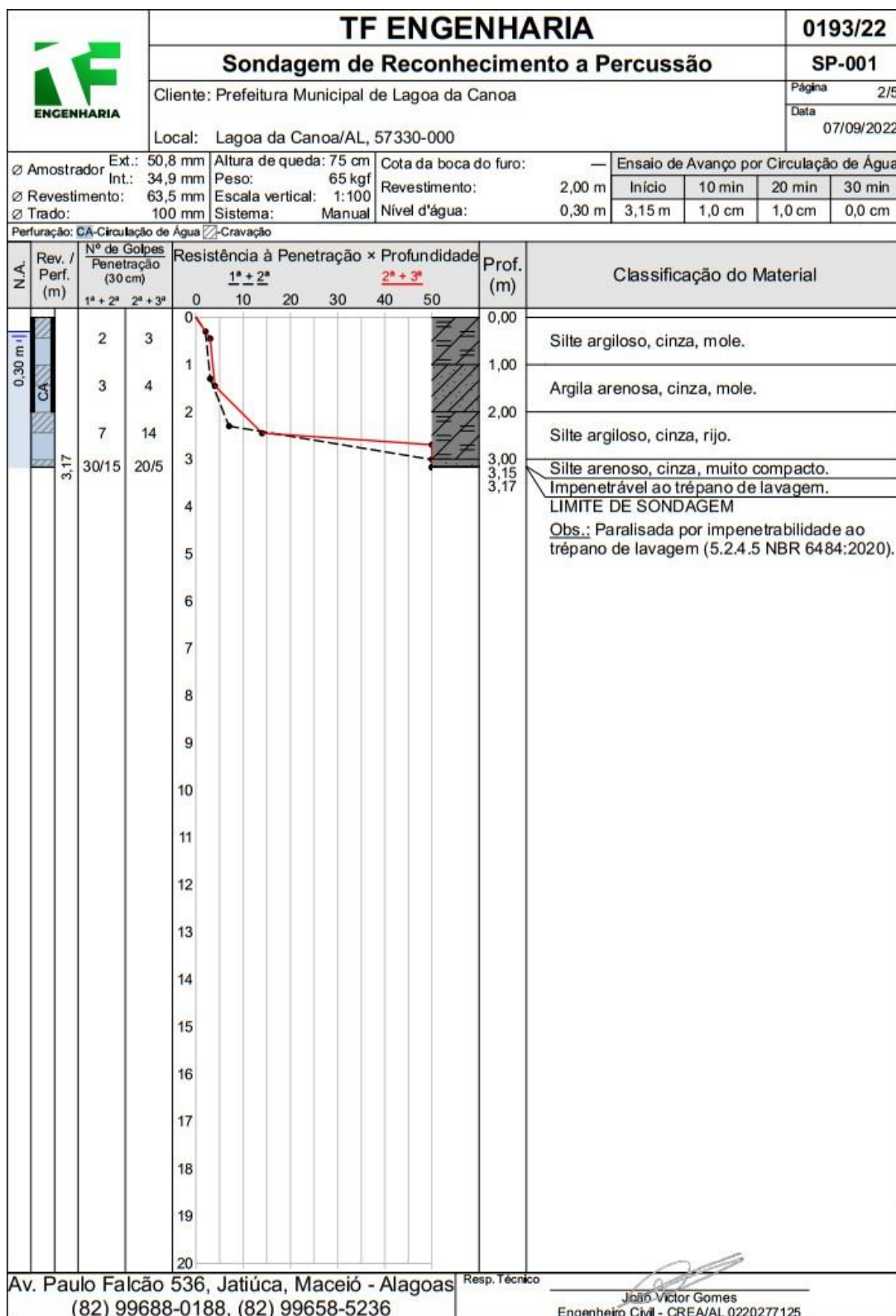


Figura 9. Boletim de Sondagem SP-001



ESTADO DE ALAGOAS
PREFEITURA MUNICIPAL DE LAGOA DA CANOA-AL
SECRETARIA MUNICIPAL DE VIAÇÃO, OBRAS E URBANISMO
CNPJ 12.207.551/0001-00


		TF ENGENHARIA				0193/22				
		Sondagem de Reconhecimento a Percussão				SP-002				
Cliente: Prefeitura Municipal de Lagoa da Canoa						Página 3/5		Data 07/09/2022		
Local: Lagoa da Canoa/AL, 57330-000										
Ø Amostrador		Ext.: 50,8 mm Int.: 34,9 mm		Altura de queda: 75 cm Peso: 65 kgf		Cota da boca do furo: — Revestimento: 2,00 m		Ensaio de Avanço por Circulação de Água		
Ø Revestimento: 63,5 mm		Escala vertical: 1:100		Sistema: Manual		Nível d'água: 0,25 m		Início 10 min 20 min 30 min		
Ø Trado: 100 mm						0,30 m		3,00 m 1,0 cm 1,0 cm 1,0 cm		
Perfuração: <input checked="" type="checkbox"/> CA-Circulação de Água <input type="checkbox"/> Cravação										
N.A.	Rev. / Perf. (m)	Nº de Golpes Penetração (30 cm)	Resistência à Penetração × Profundidade						Prof. (m)	Classificação do Material
			1ª + 2ª		2ª + 3ª					
		1ª + 2ª 2ª + 3ª	0	10	20	30	40	50		
Inicial: 0,25 m Final: 0,30 m	CA	2	2						0,00	Areia siltosa grossa, cinza, fofa.
		7	7						1,00	Areia siltosa média, cinza clara, pouco compacta.
		30/18	30/13						2,00	Silte arenoso, cinza, muito compacto.
		5/0	—						3,00	Impenetrável ao trépano de lavagem.
		3,03							3,03	LIMITE DE SONDAGEM Obs.: Paralisada por impenetrabilidade ao trépano de lavagem (5.2.4.5 NBR 6484:2020).
Av. Paulo Falcão 536, Jatiúca, Maceió - Alagoas (82) 99688-0188, (82) 99658-5236										
Resp. Técnico						João Victor Gomes Engenheiro Civil - CREA/AL 0220277125				

Figura 10. Boletim de Sondagem SP-003



ESTADO DE ALAGOAS
PREFEITURA MUNICIPAL DE LAGOA DA CANOA-AL
SECRETARIA MUNICIPAL DE VIAÇÃO, OBRAS E URBANISMO
CNPJ 12.207.551/0001-00

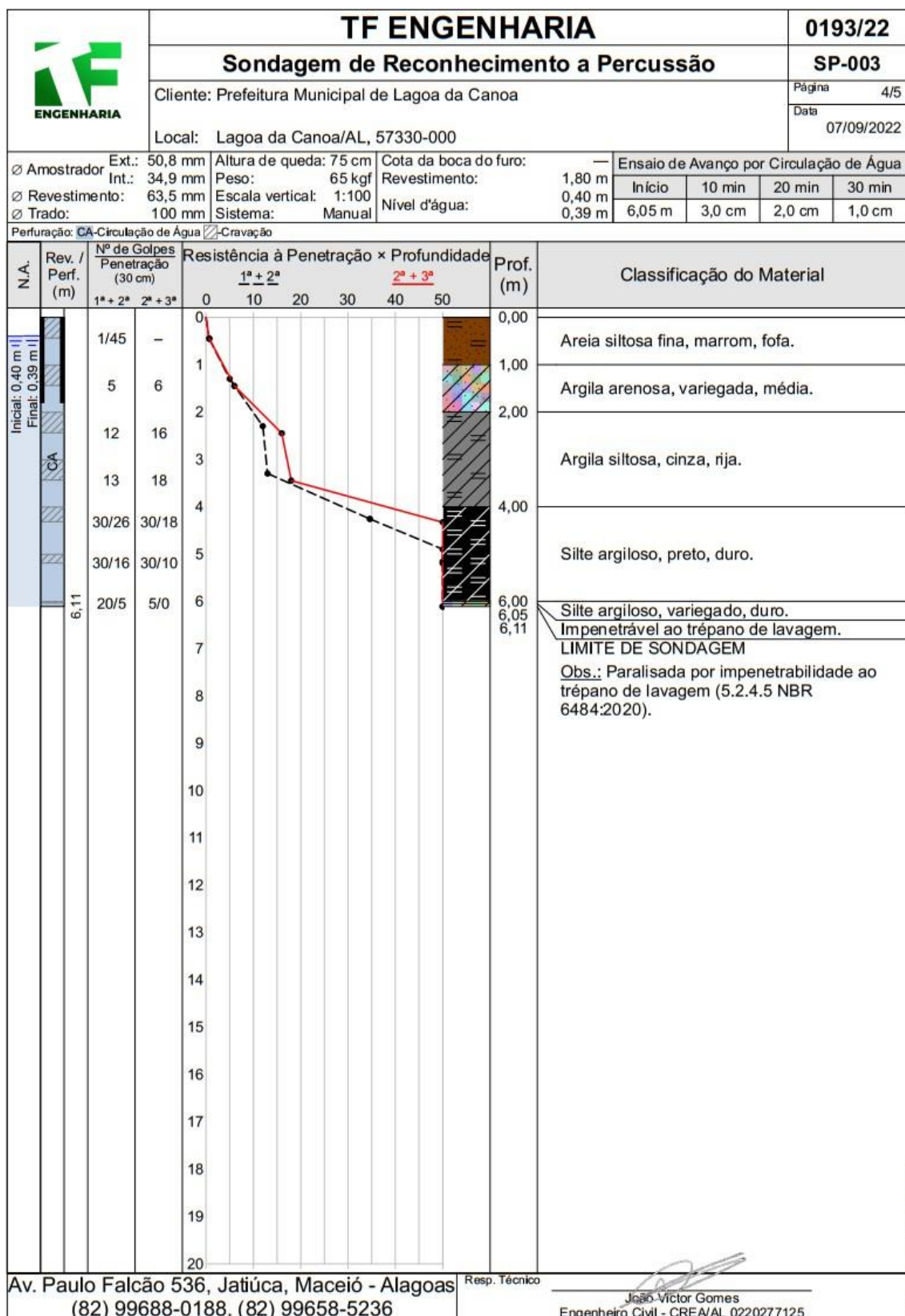


Figura 11. Boletim de Sondagem SP-003



Figura 12 – Regiões Hidrográficas de Alagoas



ESTADO DE ALAGOAS
PREFEITURA MUNICIPAL DE LAGOA DA CANOA-AL
SECRETARIA MUNICIPAL DE VIAÇÃO, OBRAS E URBANISMO
CNPJ 12.207.551/0001-00

Os municípios integrantes da RH do Piauí são: Arapiraca, Campo Grande, Coruripe, Feira Grande, Feliz Deserto, Girau do Ponciano, Igreja Nova, Junqueiro, Lagoa da Canoa, Limoeiro de Anadia, Olho D'água Grande, Penedo, Piaçabuçu, Porto Real do Colégio, São Brás, São Sebastião, Teotônio Vilela e Traipu, conforme citado no Plano Diretor (HYDROS, 1998).

A região hidrográfica ao qual o rio Piauí está abrangido, tal como citato acima, engloba as bacias hidrográficas dos rios Piauí, Perucaba, Boacica, Itiuba e outras pequenas afluições ao rio São Francisco, totalizando uma área de drenagem de aproximadamente 3.374 km² (HYDROS1, 1998).

O rio **Piauí** com 130 km de extensão, nasce nas proximidades do município de Arapiraca, em Alagoas, a uma altitude de aproximadamente 260m. Este rio tem curso orientado no sentido sudeste, infletindo, neste ponto, para o sentido sudoeste até sua confluência com o rio São Francisco. As declividades mais acentuadas ocorrem no trecho inicial com um desnível de 55m em 9 km de extensão..

O rio **Perucaba** possui, além de uma extensão de 103 km, uma área de drenagem de 606,22 km². Este rio nasce a 14 km de Arapiraca, entre as serras do Alecrim e Mata D'Água, a uma altitude de 300m. O sentido de escoamento desse rio é sudeste. As declividades são mais acentuadas no seu trecho inicial.

O rio **Boacica** nasce na serra dos Marcos, perto da cidade de Lagoa Canoa, a uma altitude de 280 m, possuindo uma área de drenagem de 524,26 km². Este rio basicamente possui direção de escoamento sudeste. No seu trecho inicial há um desnível de 80 m em 4,5km de extensão.

O rio **Itiuba**, com uma área de drenagem de 401,09 km², fica localizado na porção oeste da área em estudo, e uma extensão de 51 km. Com sentido básico de escoamento na direção sudeste, este rio tem a sua nascente localizada na Serra do Imbé, a 6 km do município de Campo Grande e apresenta um desnível de 80m em 1,5 km de extensão, no seu trecho inicial.

O quadro a seguir apresenta as principais características fisiográficas das bacias principais.



ESTADO DE ALAGOAS
PREFEITURA MUNICIPAL DE LAGOA DA CANOA-AL
SECRETARIA MUNICIPAL DE VIAÇÃO, OBRAS E URBANISMO
CNPJ 12.207.551/0001-00

**QUADRO 1- ASPECTOS FISIOGRAFICOS DAS BACIAS
HIDROGRAFICAS**

Sub Bacia	Extensão do rio (km)	Área de drenagem (km ²)	Perímetro da bacia (km)	Desnível (m)	Declividade (m/km)	Índice de Form a	Coefficiente de Compacidad e
Piauí	130	1122,89	247,36	252,00	1,938	0,066	2,067
Perucaba	103	606,22	193,44	296,00	2,874	0,057	2,200
Boacica	62	524,26	127,69	274,80	2,912	0,136	1,561
Itiuba	51	401,088	101,66	275,70	3,313	0,154	1,421

A bacia hidrográfica do Rio Boacica situa-se ao Sul do Estado de Alagoas, sendo aad swum dos afluentes pela margem esquerda do Rio São Francisco. A bacia limita-se ao norte com a bacia do rio Perucaba, ao Sul com o Rio São Francisco, na divisa com o Estado de Sergipe; a oeste com a Bacia do Riacho Grande; e a leste com a própria bacia do rio Perucaba. Está compreendida entre as coordenadas extremas 9°45'53.68"S e 10°14'58.86"S de latitude Sul, e 36°48'18.80"O e 36°45'25.90"O de longitude W.

O curso do rio principal possui regime efêmero, em boa parte do ano. Na região de interesse não existe nenhum posto fluviométrico, tampouco leituras de variação de nível de água. Como a bacia tem uma área considerada média, e estando situado na área de cabeceira, mesmo com os volumes e velocidades decorrentes dos fenômenos críticos, não há registros de mortes humanas. Porém, justamente pelo escoamento destas águas serem conduzidas para uma pequena área de armazenamento, e de forma muito rápida, toda a precipitação concentrada tem seu escoamento quase que instantâneo.

O Lago que forma e dá o nome a Lagoa da Canoa, apesar das características de intermitência das bacias da região, se mantém permanentemente com volume de água. Isso se deve, principalmente, pelo acúmulo de águas de chuva e, em menor proporção, mesmo com o lançamento de efluentes que se junta ao escoamento pluvial da área urbana da cidade. Além disso, a formação geológica de uma parte do município permite haver afluência do manancial em alguns pontos (nascentes).

A figura a seguir ilustra a localização do Lago e mais ao sul de sua margem, o futuro empreendimento proposto.



ESTADO DE ALAGOAS
PREFEITURA MUNICIPAL DE LAGOA DA CANOA-AL
SECRETARIA MUNICIPAL DE VIAÇÃO, OBRAS E URBANISMO
CNPJ 12.207.551/0001-00



Figura 13 – Visão geral de Lagoa da Canoa

3.2.1.1 Estudo da superfície do terreno

Neste capítulo é apresentado o levantamento batimétrico e o entorno do lago. Os resultados estão apresentados em forma de tabelas e gráficos da batimetria, além de um texto definindo a metodologia e a análise dos resultados



Figura 14 - Vista da lago e a cidade de Lagoa da Canoa, a direita



ESTADO DE ALAGOAS
PREFEITURA MUNICIPAL DE LAGOA DA CANOA-AL
SECRETARIA MUNICIPAL DE VIAÇÃO, OBRAS E URBANISMO
CNPJ 12.207.551/0001-00

3.2.1.2 Metodologia

3.2.1.2.1 Topografia das Margens

O nivelamento das margens foi realizado por meio de um levantamento topográfico, disponibilizado pela prefeitura de Lagoa da Canoa, em modo de imagem.



Figura 15 – Levantamento topográfico do entorno da lagoa



3.2.1.2 Batimetria

Posteriormente foi efetuada uma medição batimétrica do lago, de forma complementar à topografia, considerando a mesma base, com a mesma equipe de levantamento de campo.

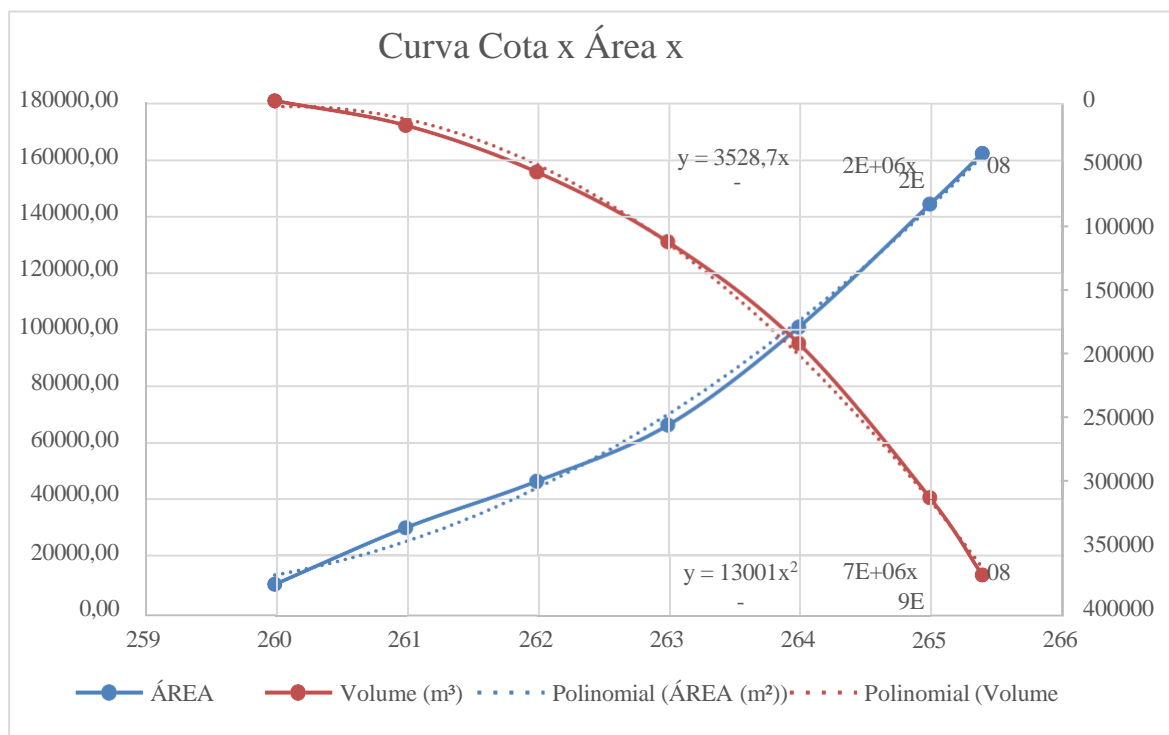
Após fazer o tratamento dos dados de campo foi gerado o modelo digital do terreno e gerado as curvas de nível da superfície submersa para melhor visualização do terreno e gerado um gráfico em Excel.



Figura 16 – Imagem do levantamento batimétrico efetuado

3.2.1.3 Curva cota x área x volume

De posse dos dados obtidos, foi traçada uma curva que representasse a capacidade de acumulação do lago (reservatório), conforme abaixo.



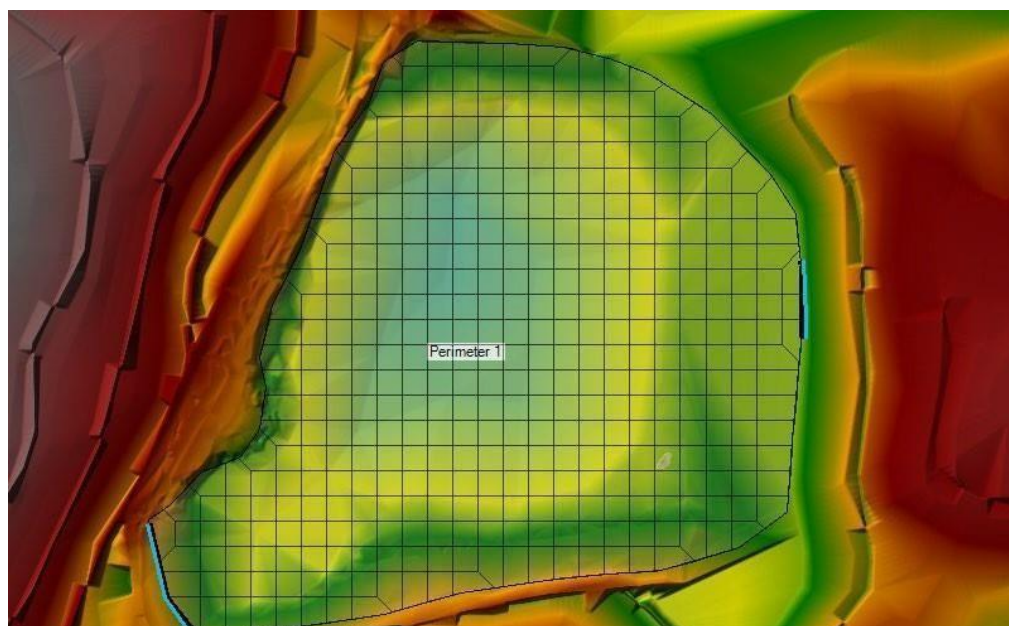
3.2.1.4 Geoprocessamento

Com base nos dados obtidos, buscou-se a elaboração do Modelo Numérico do Terreno, com representação da imagem, conforme abaixo.





ESTADO DE ALAGOAS
PREFEITURA MUNICIPAL DE LAGOA DA CANOA-AL
SECRETARIA MUNICIPAL DE VIAÇÃO, OBRAS E URBANISMO



Figuras 18, 19 e 20 – Modelo número do terreno

Essas figuras demonstra a metodologia aplicada com base nos dados obtidos do Modelo Numérico do Terreno, não tendo resultados numéricos nesta metodologia.

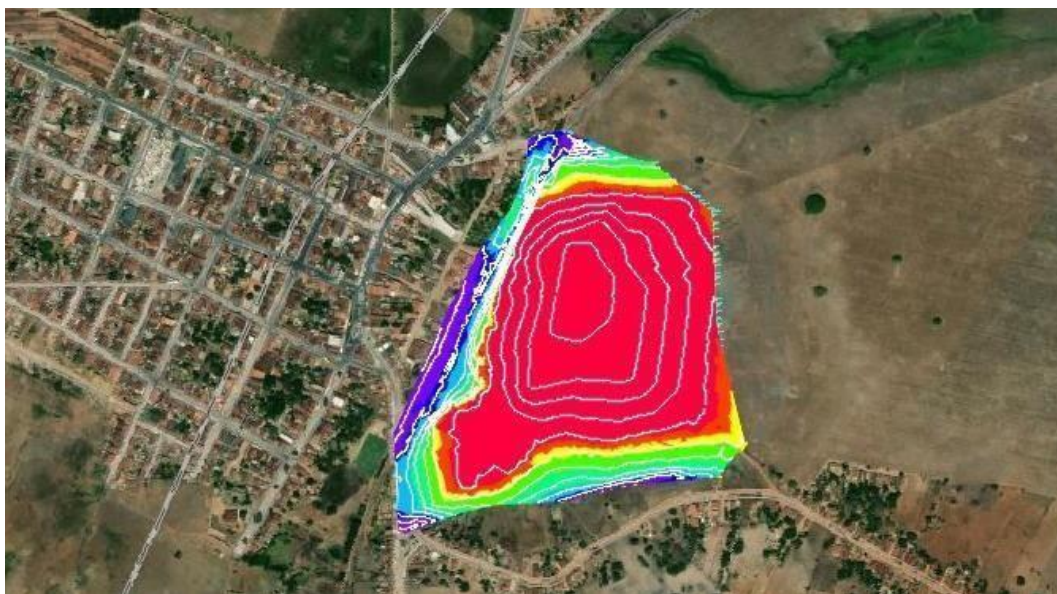


Figura 21 – Modelo número do terreno

3.4 Estudos hidrológicos

3.3.1 Caracterização do regime pluviométrico

Para a determinação da precipitação média numa superfície qualquer, é necessário utilizar as observações dentro dessa bacia e nas suas vizinhanças. Aceita-se como a precipitação média sendo uma lâmina de água de altura uniforme sobre toda a área considerada, associada a um período de tempo dado.

Os dados da região em estudo estão representados pelas precipitações indicadas no Posto 936066 localizado na cidade de Arapiraca, posto com maior quantidade de dados e situado mais próximo ao local de estudo. Na Tabela 1 são apresentadas as precipitações médias mensais da bacia.

Tabela 1 – Precipitações Médias Totais no posto 00936066



ESTADO DE ALAGOAS
PREFEITURA MUNICIPAL DE LAGOA DA CANOA-AL
SECRETARIA MUNICIPAL DE VIAÇÃO, OBRAS E URBANISMO

Meses	Precipitações Totais(mm)
Janeiro	26,7
Fevereiro	31,8
Março	47,6
Abril	80,9
Maio	105,9
Junho	109,3
Julho	101,7
Agosto	47,5
Setembro	45,8
Outubro	18,3
Novembro	12
Dezembro	19,9
Totais	647,40

A determinação dos índices de concentração pluviométrica permite o conhecimento da distribuição temporal da precipitação em um determinado intervalo de tempo. A tabela 1 apresenta o hidrograma para os postos pluviométricos indicados. Nesta figura, o valor do índice de concentração pluviométrica é plotado anualmente. A representação gráfica visa proporcionar um maior entendimento qualitativo da distribuição temporal da precipitação.

Neste estudo, os dados brutos das precipitações diárias obtidos no sistema HidroWeb da ANA foram submetidos a uma análise de consistência para se identificar possíveis desvios nas respectivas séries e do grau de confiabilidade dos dados brutos registrados. No posto pluviométrico foi elaborada uma série de precipitações máximas anuais, tendo sido determinadas a média, desvio-padrão e coeficiente de assimetria dos dados brutos observados.

Desta forma, a Tabela 2 apresenta os dados consolidados das precipitações máximas diárias para o posto considerado.

Tabela 2– Precipitações Máximas Diárias

Ano	Precipitação(mm)
-----	------------------



ESTADO DE ALAGOAS
PREFEITURA MUNICIPAL DE LAGOA DA CANOA-AL
SECRETARIA MUNICIPAL DE VIAÇÃO, OBRAS E URBANISMO

1964	28,4
1965	25,3
1966	50,7
1967	20
1968	30,1
1969	26,1
1970	60,4
1971	16
1972	75
1973	83,8
1974	52,8
1975	72
1976	64
1977	90,2
1978	101
1979	
1980	35,2
1981	82,2
1982	43,8
1983	31
1984	27
1985	
1986	38
1987	40,2
1988	36,8
1989	25
1990	28
1991	48,3
Média	45,44
Desvio	19,47
Dpad	22,68

3.3.1 Distribuições de Probabilidades para os Postos Selecionados

Em Hidrologia as Distribuições de Probabilidades são escolhidas em função do tipo de amostra que se dispõe, isto é, chuvas intensas, vazões máximas, vazões mínimas, etc.



ESTADO DE ALAGOAS
PREFEITURA MUNICIPAL DE LAGOA DA CANOA-AL
SECRETARIA MUNICIPAL DE VIAÇÃO, OBRAS E URBANISMO

Dentre as distribuições de probabilidade mais usadas para eventos extremos no caso das chuvas máximas as seguintes distribuições podem ser utilizadas :

- **Distribuição Log-normal** - É bastante utilizada para o cálculo de vazões máximas e mínimas e chuvas máximas.
- **Distribuição Log-Pearson Tipo III** – É utilizada para o cálculo de vazões e chuvas máximas.
- **Distribuição de Gumbel também conhecida como Extrema Tipo I** – É uma das mais utilizadas para o cálculo de vazões e chuvas máximas.

Neste estudo hidrológico foi adotada a distribuição de Gumbel como a mais indicada para a estimativa das precipitações máximas.

$$P(X \geq x) = 1 - e^{-e^{-y}} = \frac{1}{T}$$

onde:

P - probabilidade de um valor extremo X ser maior ou igual a um dado valor x ;

T - período de retorno;

y - variável reduzida Gumbel;

Aplicando \ln em ambos os

termos:



ESTADO DE ALAGOAS
PREFEITURA MUNICIPAL DE LAGOA DA CANOA-AL
SECRETARIA MUNICIPAL DE VIAÇÃO, OBRAS E URBANISMO

$$-e^{-e^{-y}} = \frac{1}{T} - 1 \Rightarrow e^{-e^{-y}} = 1 - \frac{1}{T} \Rightarrow e^{-e^{-y}} = \frac{T-1}{T} \Rightarrow$$

$$-e^{-y} = \ln\left(\frac{T-1}{T}\right) \Rightarrow e^{-y} = -\ln\left(\frac{T-1}{T}\right) \Rightarrow$$

$$-y = \ln\left[-\ln\left(\frac{T-1}{T}\right)\right] \Rightarrow y = -\ln\left[-\ln\left(\frac{T-1}{T}\right)\right]$$

como y depende de período de retorno T , pode-se escrever:

$$y_T = -\ln\left[-\ln\left(\frac{T-1}{T}\right)\right]$$

A relação entre y_T e X_T é dada por:

$$y_T = \frac{X_T - \bar{X} + 0,45 \cdot S_X}{0,7797 \cdot S_X}$$

onde:

X_T – É a precipitação máxima diária para um determinado período de retorno T ;

— \bar{X} = média da amostra;

S_X = desvio padrão da amostra.

y_T - variável reduzida Gumbel para período de retorno T .

Na sequência são apresentadas as estimativas das precipitações Máximas diárias por Gumbel para os dois postos de interesse.



ESTADO DE ALAGOAS
PREFEITURA MUNICIPAL DE LAGOA DA CANOA-AL
SECRETARIA MUNICIPAL DE VIAÇÃO, OBRAS E URBANISMO

$$y_{T_R} = \frac{X_{T_R} - \bar{X} + 0,45 \cdot S_X}{0,7797 \cdot S_X} \quad y_T = -\ln \left[-\ln \left(\frac{T_R - 1}{T_R} \right) \right]$$

$$P = (Y_T \cdot 0,7797 S_X) + \bar{X} - 0,45 S_X$$

Tabela 3 - Cálculo da Precipitação Máxima pelo método de Gumbel

Tr	Yt	Pmax
2	0,37	41,72
5	1,50	61,76
10	2,25	75,03
20	2,97	87,76
50	3,90	104,24
100	4,05	106,89

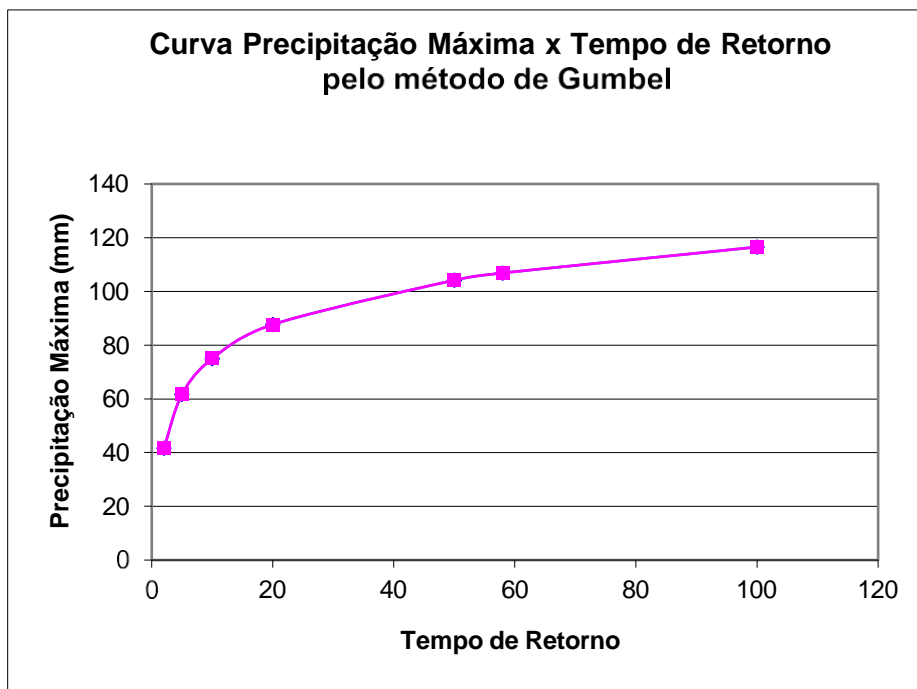


Figura 19 - Curva Precipitação máxima x Tempo de Retorno

3.3.2 Tempo de Concentração



ESTADO DE ALAGOAS
PREFEITURA MUNICIPAL DE LAGOA DA CANOA-AL
SECRETARIA MUNICIPAL DE VIAÇÃO, OBRAS E URBANISMO

O tempo de concentração de uma bacia hidrográfica é definido pelo tempo de percurso em que o deflúvio leva para atingir o curso principal desde os pontos mais longínquos até o local onde se deseja definir a descarga. Esse tempo caracteriza a forma do hidrograma unitário, sendo ainda definido pelo intervalo de tempo entre o início da precipitação e o instante em que todos os pontos da bacia estão contribuindo para a vazão e consequentemente é um fator importante na conformação e na descarga máxima enchente de projeto.

Para chuvas com duração inferior ao tempo de concentração somente os deflúvios de parte da bacia hidrográfica se somam para formar o hidrograma da enchente, enquanto que, para chuvas de duração maior que o tempo de concentração, os deflúvios de todas as partes da bacia estão contribuindo para a enchente, embora com o pico de cheia já atenuado.

Isto se deve ao fato das intensidades de chuvas para igual frequência crescerem com a sua duração, assim as chuvas com durações próximas ao tempo de concentração da bacia fornecem maiores vazões para um determinado tempo de recorrência.

A avaliação do tempo de concentração de uma bacia é bastante complexa, devido aos inúmeros condicionantes envolvidos, existindo uma grande variedade de expressões de cálculo, merecendo, por isso, grande atenção na sua determinação, pois influencia significativamente no resultado da descarga de projeto. De uma forma geral, para uma mesma bacia hidrográfica a descarga máxima calculada é proporcional ao inverso do tempo de concentração para ela considerado.

Existem numerosas fórmulas empíricas para calcular o tempo de concentração em função do comprimento (L) do curso principal, do desnível total (H) até as cabeceiras, e eventualmente da área (A), ou de outros parâmetros escolhidos.

Para o presente estudo adotou-se a fórmula de Kirpich, publicada no "California Culverts Practice", que vem sendo largamente utilizada com sucesso em projetos similares. A fórmula de Kirpich é apresentada na sequência :

$$t_c = 57 \times \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0,385}$$



ESTADO DE ALAGOAS
PREFEITURA MUNICIPAL DE LAGOA DA CANOA-AL
SECRETARIA MUNICIPAL DE VIAÇÃO, OBRAS E URBANISMO

onde:

t_c = tempo de concentração da bacia

(horas); L = comprimento do maior rio

(Km);

H = diferença máxima de nível no rio (m).

Considerando-se os valores verificados para as condições de Projeto apresentados na sequência obteve-se o seguinte Tempo de Concentração:

$L = 0,75$

km; $H = 12$

m;

$t_c = 0,27$ horas.

Estimativa de i-d-f em locais sem dados pluviográficos

A determinação das relações precipitação/descarga, importante para o dimensionamento de obras hidráulicas, requer o conhecimento das alturas de precipitação para períodos às vezes bastante inferiores a 24 horas. A maneira mais precisa de obtenção destas precipitações é com o ajuste para a área de uma equação que relaciona intensidade- duração-frequência baseando-se nos dados de um pluviógrafo.

Infelizmente, a rede de estações pluviográficas em Alagoas é pequena, entretanto existe uma bem próxima a área do presente estudo, possibilitando o uso de metodologias mais apropriadas.

Uma destas metodologias, que faz uso apenas de dados de pluviômetros e que tem sido muito usada é o Método das relações de durações que se baseia em duas características observadas nas curvas i-d-f correspondentes a postos localizados em diversas partes do mundo.

a) existe a tendência das curvas de probabilidade de diferentes durações manterem-se



ESTADO DE ALAGOAS
PREFEITURA MUNICIPAL DE LAGOA DA CANOA-AL
SECRETARIA MUNICIPAL DE VIAÇÃO, OBRAS E URBANISMO

paralelas entre si; e

- b) para diferentes locais, existe uma grande similaridade nas relações entre precipitações médias máximas de diferentes durações.

As relações de durações são obtidas através da equação descrita abaixo:

$$r_{t1/t2} = \frac{\text{precipitação de duração } t_1}{\text{precipitação de duração } t}$$



ESTADO DE ALAGOAS
PREFEITURA MUNICIPAL DE LAGOA DA CANOA-AL
SECRETARIA MUNICIPAL DE VIAÇÃO, OBRAS E URBANISMO
CNPJ 12.207.551/0001-00

Para o presente estudo foi empregado os dados da curva i-d-f gerada pelo trabalho de Souza et al (2019)², que efetuou uma comparação entre as curvas i-d-f obtidas a partir de pluviômetro e dados de satélite, para o caso de Arapiraca – AL, apresentando diferentes gráficos (e equações) para diferentes tempo de retorno.

Foi empregado o ajuste da curva i-d-f realizado por Lima et al (2013), tendo sido encontrado os valores para os parâmetros a, b, c, d e r² representados na Tabela 1 e a curva IDF resultante na equação 2.

Tabela 4: Valores dos parâmetros a, b, c, d e r² da IDF por Lima *et al.* 2013, ajustada para Arapiraca, Alagoas.

PARÂMETRO	a	b	c	d	r ²
VALOR	598,5328	0,2538	14,1022	0,7884	0,9974

Fonte: Lima *et al.* (2013)

A curva IDF resultante para a cidade Arapiraca está disposta na equação abaixo.

$$i = \frac{598,5328 \cdot T^{0,2538}}{(t + 14,1022)^{0,7884}}$$

3.4 Vazão de projeto

A vazão de projeto de um rio é entendida como sendo o valor associado a um risco de ser igualado ou ultrapassado (TUCCI (1993)). O hidrograma de projeto ou hidrograma tipo é uma sequência temporal de vazões relacionadas a um risco de ocorrência. Esta sequência é caracterizada pelo volume, distribuição temporal e valor máximo (pico do hidrograma).

3.4.1 Método Utilizado

Em função da inexistência de postos de medição de descarga na Lagoa, a opção mais apropriada para determinação da cheia de projeto é o emprego de um modelo chuva-vazão (MCV). Para o estudo da cota de inundação optou-se pelo método do



ESTADO DE ALAGOAS
PREFEITURA MUNICIPAL DE LAGOA DA CANOA-AL
SECRETARIA MUNICIPAL DE VIAÇÃO, OBRAS E URBANISMO
CNPJ 12.207.551/0001-00

Hidrograma Unitário do Soil Conservation Service (HU-SCS) que estima a cheia de projeto em função da precipitação máxima provável decorrente de estudo estocástico das precipitações registradas nos postos pluviométricos da bacia.

3.4.2 Precipitação Efetiva

O método HU-SCS considera conceito de precipitação efetiva que é a parcela do total precipitado que gera escoamento superficial. Este método assume que a relação entre o volume de água infiltrado em uma determinada bacia e a capacidade máxima de armazenamento é igual à relação entre a precipitação efetiva e a total. A precipitação efetiva pode então ser calculada pela seguinte Expressão:

$$Pe = \frac{(P - 0,2S)^2}{P + 0,8S}$$

Onde :

P_e = Precipitação efetiva (mm)

P = Precipitação média distribuída na bacia em mm e,

S = É a capacidade máxima do solo de armazenamento em mm.

Sendo que esta equação é válida para a situação $P > 0,2.S$. Para $P < 0,2.S$ tem-se que o escoamento superficial é nulo. A capacidade máxima de armazenamento na camada superior do solo (S), pode ser determinada com base no fator CN (curva número) pela seguinte expressão:

$$S = \left(\frac{25400}{CN} \right) - 254$$

3.4.3 Coeficiente de Deflúvio (CN)

O CN é o número de deflúvio (Curve Number), tabelado pelo SCS em função das características fisiográficas e de ocupação da bacia e retrata as condições do solo e de sua cobertura, em termos de permeabilidade.

Para definição da Curva Número (CN) do SCS no estudo existente, foi analisado o



ESTADO DE ALAGOAS
PREFEITURA MUNICIPAL DE LAGOA DA CANOA-AL
SECRETARIA MUNICIPAL DE VIAÇÃO, OBRAS E URBANISMO
CNPJ 12.207.551/0001-00

complexo solo-vegetação da bacia, empregando-se mapa de solos do Estado de Alagoas e imagens de satélite da EMBRAPA / IBGE, complementada com consulta a imagens fornecidas pelo programa Google-Earth.

De acordo com a literatura o solo da área de estudo possui uma capacidade de infiltração e uma produção de escoamento superficiais razoáveis. Com base na Tabela 5 e nas considerações descritas adotou-se $CN = 90$.

Tabela 5 – Coeficiente do Número Deflúvio

Utilização da terra	Condições de superfície	Tipos de solos de área			
		A	B	C	D
Terrenos cultivados	Com sulcos retilíneos	77	86	91	94
	Em fileiras retas	70	80	87	90
Plantações regulares	Em curvas de nível	67	77	83	87
	Terraceado em nível	64	73	79	82
	Em fileiras retas	64	76	84	88
Plantações de cereais	Em curvas de nível	62	74	82	85
	Terraceado em nível	60	71	79	82
	Em fileiras retas	62	75	83	87
Plantações de legumes ou campos cultivados	Em curvas de nível	60	72	81	84
	Terraceado em nível	57	70	78	89
	Pobres	68	79	86	89
	Normais	49	69	79	94
	Boas	39	61	74	80
Pastagens	Pobres, em curvas de nível	47	67	81	88
	Normais, em curvas de nível	25	59	75	83
	Boas, em curvas de nível	6	35	70	79
Campos permanentes	Normais	30	58	71	78
	Esparsas, de baixa transpiração	45	66	77	83
	Normais	36	60	73	79
	Densas, de alta transpiração	25	55	70	77
Chácaras	Normais	59	74	82	86
	Más	72	82	87	89
	De superfície dura	74	84	90	92
Florestas	Muito esparsas, baixa transpiração	56	75	86	91
	Esparsas	46	68	78	84
	Densas, alta transpiração	26	52	62	69
	Normais	36	60	70	76
Superfícies impermeáveis	Áreas urbanizadas	100	100	100	100

3.4.4 Tempos de Recorrência

O período de retorno ou tempo de recorrência (T_r) é o tempo médio em anos que um evento (no caso uma chuva ou um evento de Vazão máxima com determinada característica) é igualado ou superado pelo menos uma vez.

A fixação do período de retorno depende então do grau de segurança exigido pela obra e dos riscos que se pode correr com a eventual superação das vazões de cheia estimadas.



ESTADO DE ALAGOAS
PREFEITURA MUNICIPAL DE LAGOA DA CANOA-AL
SECRETARIA MUNICIPAL DE VIAÇÃO, OBRAS E URBANISMO
CNPJ 12.207.551/0001-00

Para o caso da construção da urbanização proposto foram estudados períodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50 e 100 anos.

É importante salientar o caráter não-cíclico dos eventos randômicos, ou seja, uma enchente com período de retorno de 100 anos (que ocorre em média a cada 100 anos) pode ocorrer no próximo ano, ou pode não ocorrer nos próximos 200 anos, ou ainda pode ser superada diversas vezes nos próximos 100 anos).

3.4.5 Riscos de Excedência

Existe a seguinte relação entre o T_r e probabilidade de ocorrência (P):

$$T_r = \frac{1}{P}$$

O risco de que as vazões de cheia estimadas venham a ser superadas uma ou mais vezes ao longo da vida útil do empreendimento em questão pode ser deduzido dos conceitos fundamentais da teoria da probabilidade e é igual a:

$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{T_r} \right)^n$$

onde n é igual a vida útil do empreendimento.

Recorrência Estudados são os seguintes:

Tabela 6 – Risco de Excedência da Vazão de Cheia

TR (anos)	Probab. de Ocorrênci a	Risco em 2anos	Risco em 5anos	Risco em 10anos	Risco em20 anos	Risco em50 anos	Risco 100 anos
2	50%	75%	96%	99,99 %	99,99%	99,99%	100%
5	20%	36 %	67,23 %	89,26 %	98,84%	99,99%	100%
10	10%	19 %	40,95 %	65,13 %	87,84%	99,48%	99,99%
20	5%	9,75 %	22,62 %	40,12 %	64,15%	92,30 %	99,40%
50	2%	3,96%	9,60%	10,29%	33,23%	63,58%	86,74%
100	1%	1,99%	4,9%	9,56%	18,21%	39,5%	63,39%

3.4.6 Determinação do Hidrograma de Projeto



ESTADO DE ALAGOAS
PREFEITURA MUNICIPAL DE LAGOA DA CANOA-AL
SECRETARIA MUNICIPAL DE VIAÇÃO, OBRAS E URBANISMO
CNPJ 12.207.551/0001-00

Como supracitado, o Método de Soil Conservation service (SCS) propôs a elaboração de um hidrograma unitário sintético a partir de um adimensional, requerendo tão somente a determinação da vazão de pico e do tempo em que ela ocorre.

O processo consiste então, dos seguintes passos:

1. Cálculo do tempo de pico

É definido como o intervalo entre o centro de massa da precipitação e o tempo da vazão máxima

$$t_p = 0,5 \cdot t_r + 0,6 \cdot t_c \text{ (horas)}$$

Onde,

t_p = tempo de pico(h);

t_r = tempo de duração da

chuva(h); t_c = tempo de

concentração (h).

Se $t_c = 0,27$ min e $t_r = 0,05$ h $\rightarrow t_p = 0,19$ h

$$(t_b)t_b = 0,5 \text{ h}$$

3. Cálculo da vazão de pico (q_p)

$$q_p = \frac{2,08 \cdot \bar{A}}{t} \text{ (m}^3\text{/s)}$$



ESTADO DE ALAGOAS
PREFEITURA MUNICIPAL DE LAGOA DA CANOA-AL
SECRETARIA MUNICIPAL DE VIAÇÃO, OBRAS E URBANISMO
CNPJ 12.207.551/0001-00

Onde,

t_b = tempo de base(h);

P = precipitação efetiva (=1

mm) A = área da bacia

(km^2) $q_p = 0,40 \text{ m}^3/\text{s}$

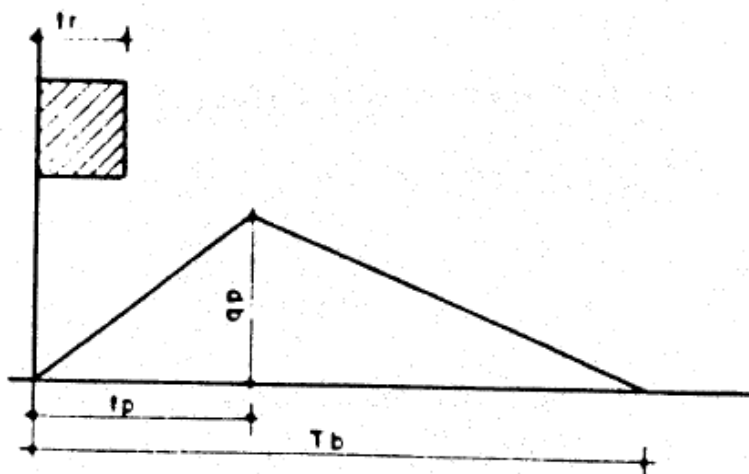


Figura 20– Hidrograma Unitário do SCS

Calculado o hidrograma unitário para uma chuva de 1 mm e duração ($t_c/5$), deve-se convertê-lo para um hidrograma correspondente a chuva de duração t_c (2,5 horas) e alturas referentes a vários períodos de retorno.

4. Cálculo da Precipitação Efetiva (P_{efe}) através da fórmula do SCS:

$$P_e = \frac{(P - 0,2S)^2}{P + 0,8S}$$

$$S_e = \left(\frac{25400}{CN} \right) - 254$$

Usando $CN = 90$



ESTADO DE ALAGOAS
PREFEITURA MUNICIPAL DE LAGOA DA CANOA-AL
SECRETARIA MUNICIPAL DE VIAÇÃO, OBRAS E URBANISMO
CNPJ 12.207.551/0001-00

Tabela 7 – Precipitação Efetiva

Tr	P_{efe} (mm)
2	9,32
5	13,80
10	16,77
25	20,52
50	23,30
100	24,91



ESTADO DE ALAGOAS
PREFEITURA MUNICIPAL DE LAGOA DA CANOA-AL
SECRETARIA MUNICIPAL DE VIAÇÃO, OBRAS E URBANISMO
CNPJ 12.207.551/0001-00

5. Cálculo do hidrograma afluente

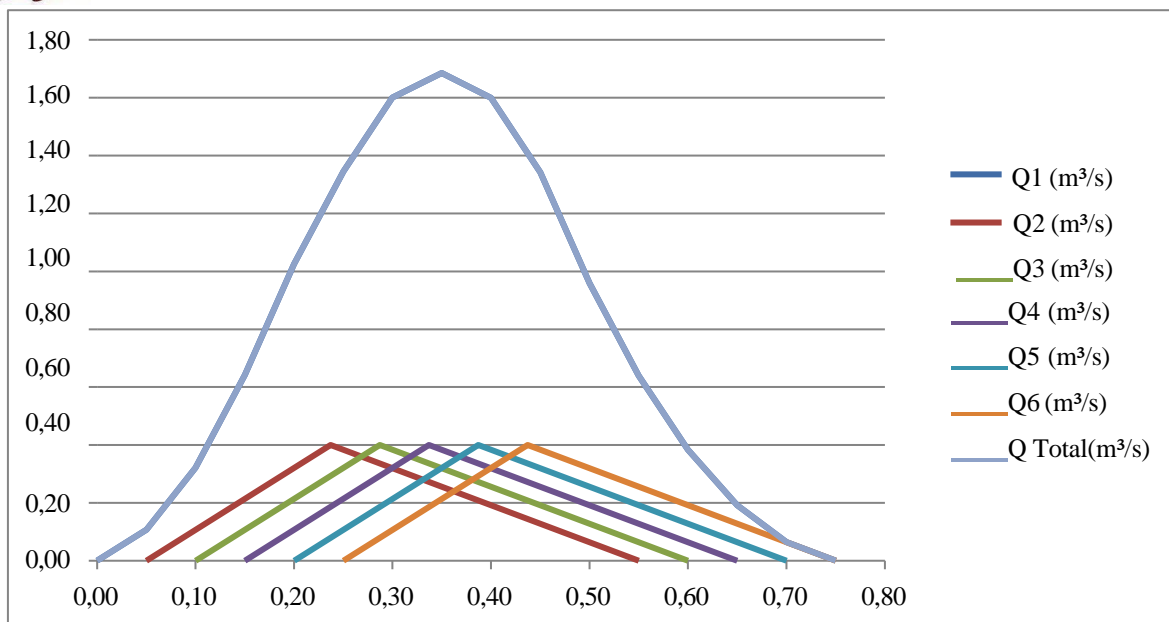


Figura 21 - Hidrograma afluente

6. Cálculo do hidrograma afluente para chuvas de período de retorno de 2, 5, 10, 20, 50 e 100 anos.

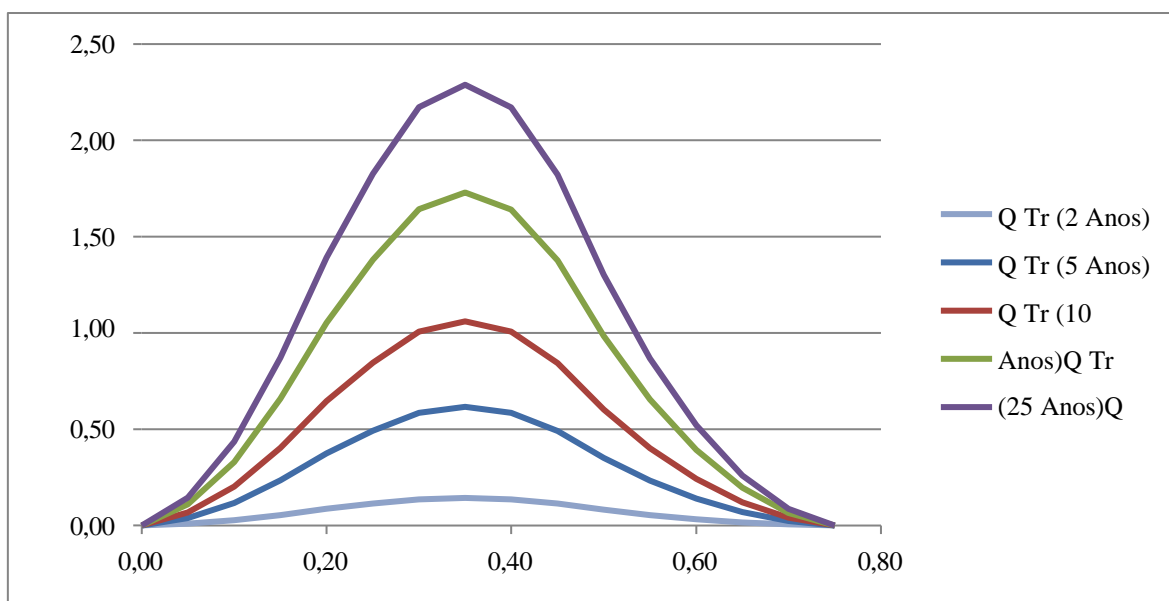


Figura 22 - Hidrograma para chuvas com Períodos de Retorno



ESTADO DE ALAGOAS
PREFEITURA MUNICIPAL DE LAGOA DA CANOA-AL
SECRETARIA MUNICIPAL DE VIAÇÃO, OBRAS E URBANISMO
CNPJ 12.207.551/0001-00

A Tabela 8, apresenta os cálculos representativos do hidrograma afluente da seção estudada para os períodos de retorno de 2, 5, 10, 20, 50 e 100 anos

Tabela 8 – Vazão do Hidrograma de Projeto

T (h)	Tr=2	Tr=5	Tr=10	Tr=20	Tr=50	Tr=100
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,50	0,01	0,19	0,57	1,11	2,00	2,80
1,00	0,02	0,45	1,36	2,63	4,76	6,66
1,50	0,03	0,83	2,51	4,85	8,76	12,26
2,00	0,06	1,34	4,09	7,89	14,27	19,97
2,50	0,08	1,93	5,88	11,36	20,53	28,73
3,00	0,13	3,17	9,64	18,61	33,65	47,09
3,50	0,16	3,77	11,47	22,15	40,04	56,04
4,00	0,16	3,94	11,99	23,15	41,85	58,56
4,50	0,16	3,97	12,07	23,31	42,14	58,96
5,00	0,12	2,92	8,87	17,13	30,96	43,33
5,50	0,10	2,35	7,15	13,81	24,97	34,94
6,00	0,05	1,29	3,92	7,56	13,66	19,12
6,50	0,04	0,86	2,61	5,04	9,11	12,75
7,00	0,02	0,52	1,58	3,05	5,51	7,72
7,50	0,01	0,27	0,84	1,61	2,92	4,08
8,00	0,00	0,10	0,31	0,60	1,08	1,51
8,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabela 9– Vazões Máximas de Projeto

T r	Q_{máx} (m³/s)
2	0,16
5	3,97
10	12,07
20	23,31
50	42,14
100	58,96



3.3.3 Balanço hídrico do reservatório

Em geral, os reservatórios são formados por barragens implantadas nos cursos d'água. Suas características físicas, em especial a capacidade de armazenamento, dependem exclusivamente das características topográficas do vale no qual estará situado. No caso, o lago é considerado como um reservatório a ser, com isso, estudado.

O estudo de um reservatório de regularização de vazões exige conhecer suas dimensões, seus vazões afluentes, a demanda a ser suprida, e as perdas do reservatório.

O método utilizado neste relatório foi o do Balanço Hídrico que trata do balanço entre entrada de água por precipitação e saída por evapotranspiração, recarga subterrânea e escoamento superficial. O método permite a computação de umidade do solo, evapotranspiração, recarga de aquífero e vazão à partir de umas poucas observações de solo e vegetação e de dados meteorológicos.

Tendo em vista que são usados registros meteorológicos comumente disponíveis, períodos longos de dados de umidade do solo, água subterrânea e vazões podem ser geradas e alternativas para uso de terra e de recursos hídricos.

O balanço hídrico é útil para prever impactos do homem sobre o meio hidrológico. Efeitos hidrológicos de mudança de clima e cobertura vegetal podem ser rapidamente estimados.

3.3 Amortecimento de onda de cheia em reservatório

O armazenamento de água num reservatório depende da diferença entre as descargas afluentes e as efluentes. Para um intervalo de tempo Δt , a relação pode ser expressa pela equação: $\Delta V = QQ_a \cdot \Delta t - QQ_e \cdot \Delta t$

onde:

ΔV = Volume armazenado durante o intervalo Δt ;



ESTADO DE ALAGOAS
PREFEITURA MUNICIPAL DE LAGOA DA CANOA-AL
SECRETARIA MUNICIPAL DE VIAÇÃO, OBRAS E URBANISMO
CNPJ 12.207.551/0001-00

$Q_a =$ Descarga média afluente durante o intervalo

$\Delta t; Q_e =$ Descarga média efluente durante o intervalo

$\Delta t;$

As descargas afluentes ao longo do tempo são representadas pelo hidrograma da enchente afluente de projeto; as descargas efluentes são definidas pela curva de descargado vertedouro em função do nível d'água no reservatório, e o volume armazenado no reservatório é definido pela curva de volumes acumulados do mesmo. Neste estudo o hidrograma, elemento invariável do estudo, foi utilizado para a determinação das descargas afluentes ao reservatório.

A capacidade de armazenamento também constitui um elemento invariável para um dado local de barragem. A curva de descarga do vertedouro por outro lado, não é fixa: ela depende não apenas das dimensões e tipo do vertedouro, mas também das condições de operação (e dispositivos de descarga de fundo em alguns casos) para regular a descarga efluente.

Encontra-se um grande número de fórmulas propostas para a determinar a descarga efluente em vertedouro, no caso, sendo considerado o escoamento através de manilhas de concreto.

Ressalta-se que as descargas a serem liberadas pelo reservatório não precisam necessariamente ser conduzidas exclusivamente pelo “vertedouro”, mas também pelos órgãos de descarga de fundo que podem contribuir como dispositivos suplementares de descarga de enchentes. Entretanto o vertedouro atua como descarga do reservatório.

Como partida da simulação foi determinada o volume de acumulação do reservatório que, segundo dados extraídos dos estudos iniciais a topografia da Lagoa possui capacidade para atender um volume hídrico aproximado de 190.000 m³.

Fazendo a transposição da cota da soleira do “vertedouro” para o georeferenciamento executado foi determinada a cota real do vertedouro em 264,00 m. Os cálculos dos volumes dados acima da cota da soleira do vertedouro estão apresentados na tabela a seguir:



ESTADO DE ALAGOAS
PREFEITURA MUNICIPAL DE LAGOA DA CANOA-AL
SECRETARIA MUNICIPAL DE VIAÇÃO, OBRAS E URBANISMO
CNPJ 12.207.551/0001-00

COT A	ÁREA (m²)	Volume (m³)
260	8707,94	1984,33
261	28649,04	21299,08
262	45023,24	57882,57
263	64774,31	112507,77
264	99363,16	192184,31
265	142598,77	312871,28
265,40	160574,28	373433,7

A aplicação do balanço hídrico para a determinação do amortecimento de cheia e da cota de inundação máxima foi realizada com a hipótese de uma precipitação máxima que ocorreria quando o reservatório estaria na cota máxima, ou seja, na cota 264 m.

[illegible]



ESTADO DE ALAGOAS
PREFEITURA MUNICIPAL DE LAGOA DA CANOA-AL
SECRETARIA MUNICIPAL DE VIAÇÃO, OBRAS E URBANISMO
CNPJ 12.207.551/0001-00

Tempo de Recorrência								TR= 10	
								Cota máxima: 264,25 m	
(1) TEMPO T HORAS	(2) INTERVALO ΔT HORAS	(3) DESCARGA AFLUENTE NO INSTANTE T, Q_{dt} m ³ /s	(4) VOLUME AFLUENTE EM ΔT m ³	(5) N.A. ADMITIDO NO RESERVATÓRIO NO INSTANTE T m ³ /s	(6) DESCARGA EFLUENTE NO INSTANTE T, Q_e m ³ /s	(7) VOLUME EFLUENTE EM ΔT m ³	(8) ACRÉSCIMO DE VOLUME NO RESERVATÓRIO ΔV m ³	(9) VOLUME TOTAL ACUMULADO m ³	(10) N.A. NO RESERVATÓRIO NO FIM DE ΔT m
0,00		0,00						192184,31	264,00
	0,50		13075,95	264,00	0,00	0,00	13075,95	205260,26	264,10
0,50									
	1,00	7,26	13075,95	264,10	6,74	12138,41	937,54	206197,80	264,05
1,00									
	1,50	7,26	13075,95	264,05	6,74	12138,41	937,54	207135,35	264,05
1,50									
	2,00	7,26	13075,95	264,05	6,74	12138,41	937,54	208072,89	264,08
2,00									
	2,50	7,26	13075,95	264,08	6,74	12138,41	937,54	209010,43	264,10
2,50									
	3,00	7,26	13075,95	264,10	6,74	12138,41	937,54	209947,97	264,12
3,00									
	3,50	7,26	13075,95	264,12	6,74	12138,41	937,54	210885,51	264,15
3,50									
	4,00	7,26	13075,95	264,15	6,74	12138,41	937,54	211823,06	264,18
4,00									
	4,50	7,26	13075,95	264,18	6,74	12138,41	937,54	212760,60	264,20
4,50									
	5,00	7,26	13075,95	264,20	6,74	12138,41	937,54	213698,14	264,22
5,00									
	5,50	7,26	13075,95	264,22	6,74	12138,41	937,54	214635,68	264,24
5,50									
	6,00	7,26	13075,95	264,24	6,74	12138,41	937,54	215573,23	264,25
6,00									

[illegible]



ESTADO DE ALAGOAS
PREFEITURA MUNICIPAL DE LAGOA DA CANOA-AL
SECRETARIA MUNICIPAL DE VIAÇÃO, OBRAS E URBANISMO
CNPJ 12.207.551/0001-00

Tempo de Recorrência								TR= 25	
								Cota máxima: 264,50 m	
(1) TEMPO T HORAS	(2) INTERVALO ΔT HORAS	(3) DESCARGA AFLUENTE NO INSTANTE T, Q_{dt} m ³ /s	(4) VOLUME AFLUENTE EM ΔT m ³	(5) N.A. ADMITIDO NO RESERVATÓRIO NO INSTANTE T m ³ /s	(6) DESCARGA EFLUENTE NO INSTANTE T, Q_e m ³ /s	(7) VOLUME EFLUENTE EM ΔT m ³	(8) ACRÉSCIMO DE VOLUME NO RESERVATÓRIO ΔV m ³	(9) VOLUME TOTAL ACUMULADO m ³	(10) N.A. NO RESERVATÓRIO NO FIM DE ΔT m
0,00		0,00						192184,31	264,00
	0,50		13075,95	264,00	0,00	0,00	13075,95	205260,26	264,10
0,50									
	1,00	8,89	15996,32	264,10	6,74	12138,41	3857,91	209118,17	264,15
1,00									
	1,50	8,89	15996,32	264,15	6,74	12138,41	3857,91	212976,08	264,20
1,50									
	2,00	8,89	15996,32	264,20	6,74	12138,41	3857,91	216833,99	264,25
2,00									
	2,50	8,89	15996,32	264,25	6,74	12138,41	3857,91	220691,91	264,30
2,50									
	3,00	8,89	15996,32	264,30	6,74	12138,41	3857,91	224549,82	264,32
3,00									
	3,50	8,89	15996,32	264,32	6,74	12138,41	3857,91	228407,73	264,35
3,50									
	4,00	8,89	15996,32	264,35	6,74	12138,41	3857,91	232265,64	264,38
4,00									
	4,50	8,89	15996,32	264,38	6,74	12138,41	3857,91	236123,55	264,40
4,50									
	5,00	8,89	15996,32	264,40	6,74	12138,41	3857,91	239981,46	264,42
5,00									
	5,50	8,89	15996,32	264,42	6,74	12138,41	3857,91	243839,37	264,45
5,50									
	6,00	8,89	15996,32	264,45	6,74	12138,41	3857,91	247697,28	264,50
6,00									

[illegible]



3.4 Considerações sobre o nível do lago

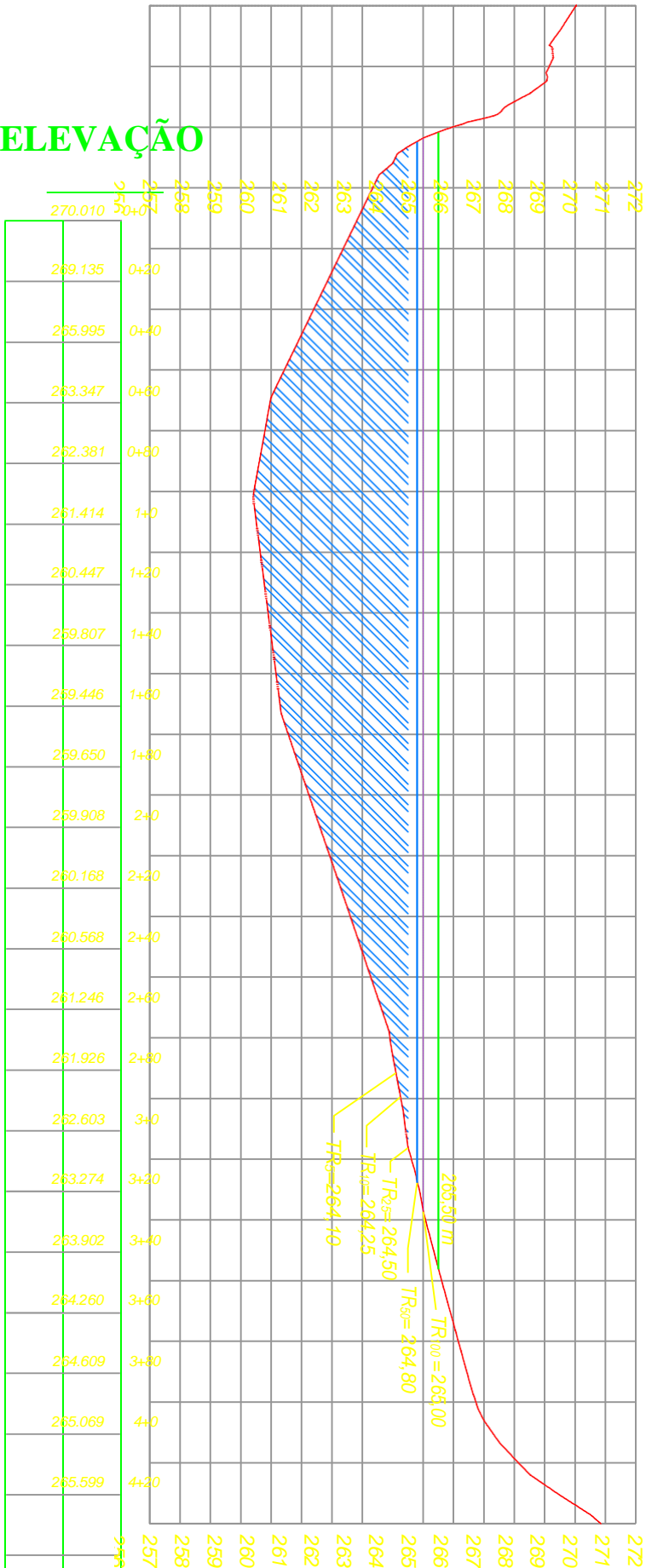
Após a análise dos resultados do Balanço Hídrico no Lago em Lagoa da Canoa, como objetivo de identificar cotas de inundação, verificou-se que, considerando uma chuva centenária ($TR=100$ anos) e a consideração de que o lago está situado na parte superior da bacia, com área impermeabilizada no entorno oeste e, com pasto em seu restante, de impermeabilização na Bacia hidrográfica do Lago de 20 anos, a altura máxima de transbordamento dos bueiros seria na cota 265, 1 m acima da cota atual.

Desta forma, a cota de segurança de edificação é acima de 265 m, para um horizonte de referência de 100 anos, sendo suficiente a utilização da cota **266 m**, o que trará maior segurança. Por evidente, os resultados hidrológicos utilizaram dados de entrada para a simulação que, a qualquer tempo, podem ser atualizados e melhorados, a depender de maiores e futuras informações obtidas.



ELEVAÇÃO

PERFIL : seção 01
ESCALA HORIZONTAL : 1/1000
ESCALA VERTICAL : 1/100



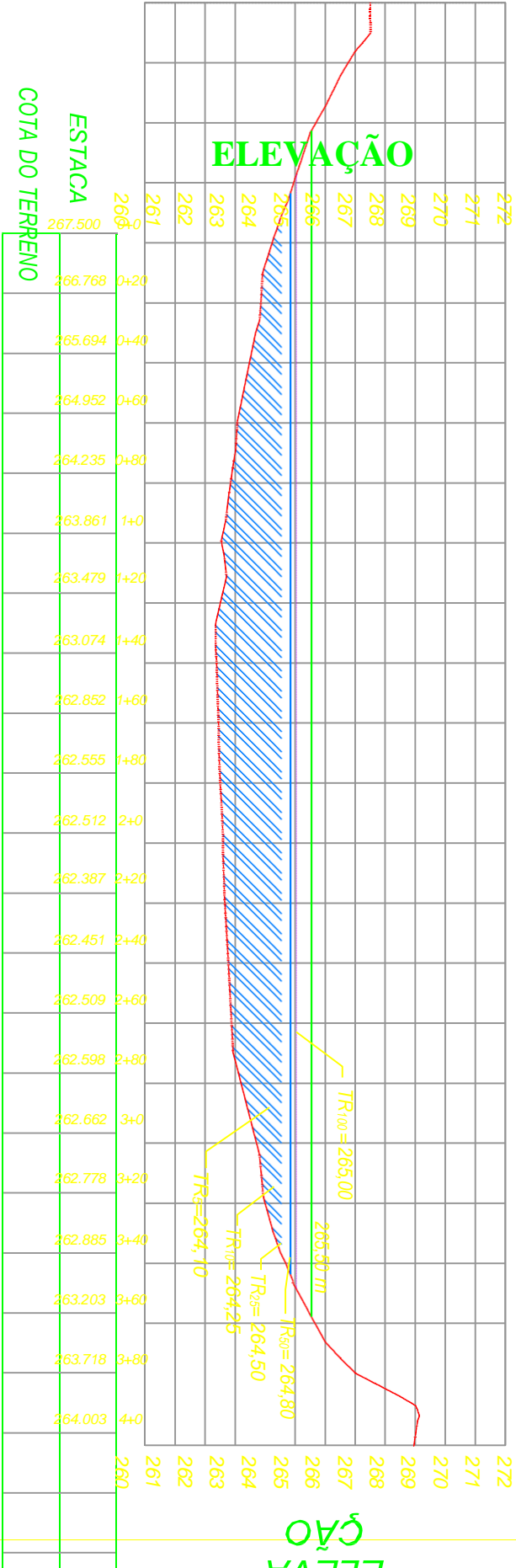
LEGENDA:

	Limite de atuação para 7-2 anos
	Limite de atuação para 7-10 anos
	Limite de atuação para 7-25 anos
	Limite de atuação para 7-50 anos
	Limite de atuação para 7-100 anos
	Área alagada



--	--

PERFIL : seção 02
ESCALA HORIZONTAL : 1/1000
ESCALA VERTICAL : 1/100





ESTADO DE ALAGOAS
PREFEITURA MUNICIPAL DE LAGOA DA CANOA-AL
SECRETARIA MUNICIPAL DE VIAÇÃO, OBRAS E URBANISMO
CNPJ 12.207.551/0001-00



ESTADO DE ALAGOAS
PREFEITURA MUNICIPAL DE LAGOA DA CANOA-AL
SECRETARIA MUNICIPAL DE VIAÇÃO, OBRAS E URBANISMO
CNPJ 12.207.551/0001-00

4 PROJETO

4.1 Projeto Geométrico

4.1.1 Introdução

Os elementos básicos utilizados na elaboração deste projeto foram obtidos a partir do levantamento planialtimétrico cadastral da área.

Para a elaboração do Projeto Geométrico buscou-se evitar desapropriações, preservando grande parte do traçado original e suas características técnicas, fazendo-se necessários ajustes em algumas curvas. O greide de pavimentação foi projetado com base no estudo hidrológico, tendo em vista a necessidade de elevação do nível do empreendimento para ficar mais alto que a cota de inundação apresentada no Estudo Hidrológico, que era de 265,10m, foi adotada a cota de 266,00m como sendo a cota do projeto, mas sempre que possível verificando as cotas do terreno natural. Ajustes nas declividades longitudinais foram necessários, de forma a permitir um eficiente escoamento das águas pluviais.

4.1.2 Projeto Planialtimétrico

O projeto planialtimétrico foi elaborado em conformidade com as características técnicas definidas anteriormente, usando os elementos fornecidos pelos estudos topográficos, através do cadastramento e levantamento planialtimétrico das áreas. Estes dados serviram de base para a elaboração do projeto geométrico em planta e perfil.

4.2 Projeto de Terraplenagem

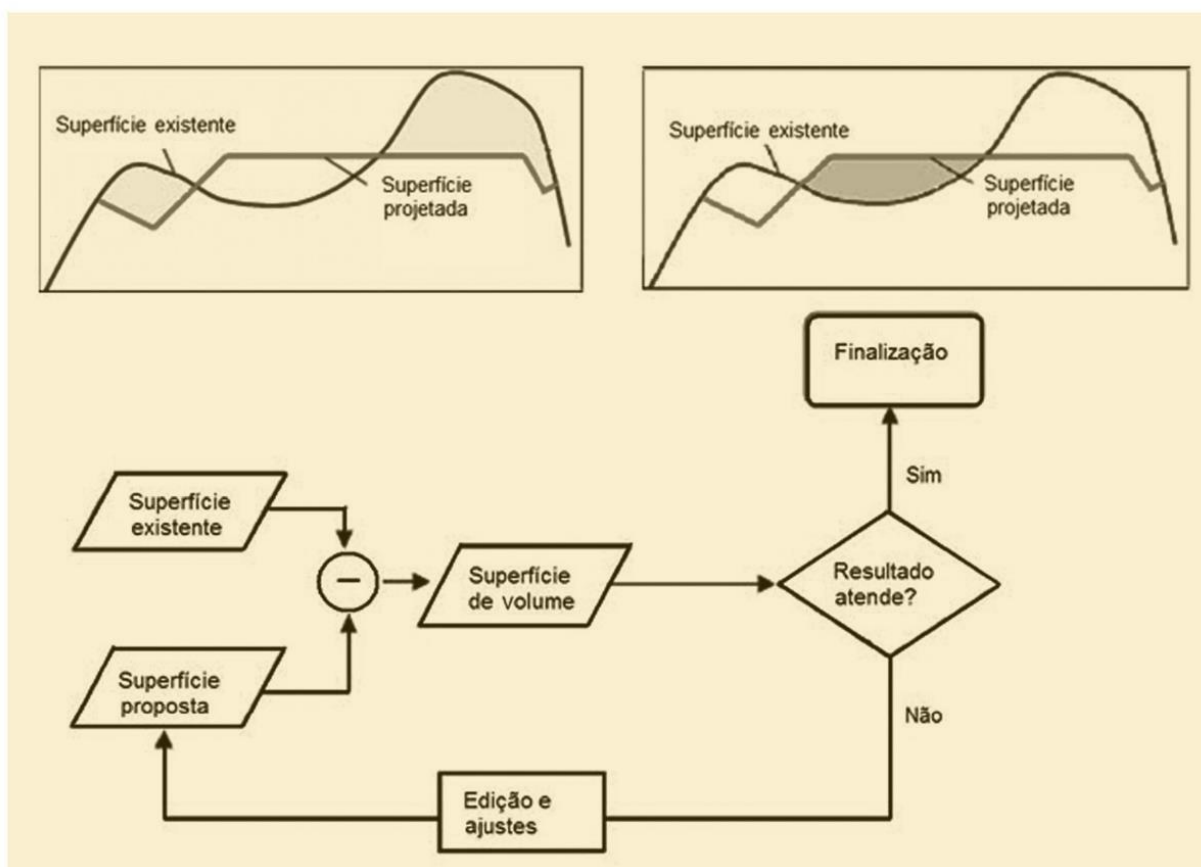
4.2.1 Concepção

O projeto de terraplanagem foi elaborado observando-se as instruções da IS-209 do DNIT, que em síntese consiste na quantificação e determinação das distâncias de transporte, demonstrado através de quadros e gráficos de distribuição e resumo dos materiais a movimentar.



ESTADO DE ALAGOAS
PREFEITURA MUNICIPAL DE LAGOA DA CANOA-AL
SECRETARIA MUNICIPAL DE VIAÇÃO, OBRAS E URBANISMO
CNPJ 12.207.551/0001-00

Comparação de superfícies, o fluxo do processo de balanço de volume envolve a modelagem das superfícies da topografia e das superfícies projetadas. Assim, é possível criar uma superfície, denominada superfície de volume (TIN volume surface ou grid volume surface) e acessar os dados volumétricos dos modelos. A superfície de volume apresenta o resultado da comparação entre duas superfícies selecionadas no desenho.



O cálculo volumétrico dos cortes foi feito utilizando-se programa específico de processamento denominado AutoCAD Civil 3D 2019, que resultou no volume conforme mapa de cubação relativo à terraplenagem a ser realizada na área para implantação da pavimentação e indicam os volumes parciais e acumulados de cortes apresentado.

O projeto foi composto das seguintes análises:

Cálculo dos Volumes de Corte e Aterro; Caixas de
Empréstimos;
Áreas Bota-fora;



ESTADO DE ALAGOAS
PREFEITURA MUNICIPAL DE LAGOA DA CANOA-AL
SECRETARIA MUNICIPAL DE VIAÇÃO, OBRAS E URBANISMO
CNPJ 12.207.551/0001-00

4.2.2 Seção transversal tipo

Na seção transversal tipo para a plataforma, adotando-se um caimento transversal de 2%, nas seções em tangente e 2% nas seções em curva, para as extremidades com taludes de 2(H):3(V) para as seções em corte e 3(H):2(V) para as seções em aterro com alturas de corte e aterros obtidos no perfil longitudinal do projeto geométrico.

4.2.3 Movimentação de Terras

No movimento de terras elaborado, os solos provenientes das operações de corte foram classificados como materiais de 1ª e camada de limpeza, que serão destinados, para confecção de aterro e bota-fora, respectivamente.

4.2.4 Apresentação

O Projeto de Terraplenagem consta de Seções transversais (tipo e do trecho projetado), quadro de distribuição e os volumes de terraplenagem. Os dados acima são apresentados no "Volume 2 - Projeto de Execução".

4.3 Projeto de Pavimentação

O máximo aproveitamento do traçado existente foi a condicionante que norteou os estudos geométricos, o qual foi lançado a partir dos elementos constantes dos estudos topográficos efetuados. Dada às características topográficas da área onde se desenvolve a via, em conformidade com o projeto urbanístico, respeitando suas cotas e desníveis, fazendo as transições de patamar quando necessário bem. A partir das observações efetuadas, no que diz respeito à classificação funcional do segmento assinalado, Com base nessas premissas, definiu-se que neles serão adotadas as características técnicas indicadas para via urbana.

4.4 Projeto de Drenagem

Este estudo tem por objetivo apresentar informações da intervenção para solução de drenagem e destino final de águas pluviais para a obra de urbanização da orla da Lagoa da Canoa, no município



ESTADO DE ALAGOAS
PREFEITURA MUNICIPAL DE LAGOA DA CANOA-AL
SECRETARIA MUNICIPAL DE VIAÇÃO, OBRAS E URBANISMO
CNPJ 12.207.551/0001-00

homônimo.

A concepção do projeto aqui apresentada, traça o sistema de drenagem superficial interno das intervenções, em especial da pavimentação executada e a galeria que irá conduzir essas águas para o corpo hídrico situado nas proximidades.

O presente documento não ilustra detalhes construtivos específicos pois, por se tratar de obra simples, a execução dos padrões técnicos de engenharia previstos em norma será suficiente para atendimento, para tal, se tem os modelos de projeto.

É importante destacar que o presente estudo atende, tão somente, à solicitação da Codevasf para atendimento do Convênio firmado com a prefeitura municipal de Lagoa da Canoa, a apresentar solução técnica com base nos elementos (informações) técnicos disponíveis, tomando por base a planta baixa do projeto arquitetônico para a urbanização, se atendo à solução básica para a pavimentação utilizada, com destaque para a ciclovia e superfícies de pavimentos utilizados.

4.4.1 Projeto de drenagem de águas pluviais

O sistema de drenagem de águas pluviais urbanas se sobressai como um dos mais sensíveis aos problemas causados pela urbanização, tanto em razão das modificações dos processos do ciclo hidrológico por causa do crescimento das cidades como devido à interferência com os demais sistemas de infraestrutura.

Um sistema geral de drenagem urbana é constituído pelos sistemas de micro e macrodrenagem. A microdrenagem urbana é definida pelo sistema de bocas de lobo, de sarjetas e de condutos pluviais ao nível de loteamento ou de rede primária urbana. Por sua vez, a macrodrenagem é formada pelos eixos principais de escoamento de forma a atenuar os problemas de erosões, de assoreamento e de inundações ao longo dos principais talwegues (fundo de vale, galerias de grandes dimensões, estruturas auxiliares, canais e riachos).

O presente memorial descritivo tem como objetivo demonstrar o procedimento metodológico considerado para a elaboração do projeto de drenagem pluvial no qual será atingido através do dimensionamento de um sistema de drenagem urbana composta por poços de visita, galerias de concreto, bocas de lobo, tubulações, dissipadores de energia no final da rede, entre outros elementos que compõem o sistema.



ESTADO DE ALAGOAS
PREFEITURA MUNICIPAL DE LAGOA DA CANOA-AL
SECRETARIA MUNICIPAL DE VIAÇÃO, OBRAS E URBANISMO
CNPJ 12.207.551/0001-00

4.4.2 Normas técnicas

- NBR 12266 – Projeto e execução de valas para assentamento de tubulação de água, esgoto ou drenagem urbana;
- NBR 15645 – Execução de obras de esgoto sanitário e drenagem de águas pluviais utilizando-se tubos e aduelas de concreto.
- INSTRUÇÃO NORMATIVA DNIT 022/2004-ES – Drenagem dissipadores de energia – Especificação de Serviço.

4.4.3 Método racional de cálculo da vazão

Dos métodos disponíveis para o dimensionamento de coletores de águas pluviais, foi escolhido o Método Racional para ser aplicado neste trabalho que avalia a máxima vazão de escoamento superficial e sua expressão é a seguinte:

$$Q = \frac{C \cdot i \cdot A}{3,6}$$

onde: Q = vazão de escoamento superficial em m³/s;

i = intensidade média de precipitação em mm/h;

A = área drenada em km²;

C = coeficiente de deflúvio (RUNOFF), adimensional.

Este método se aplica para pequenas bacias hidrográficas e pressupõe a concepção fundamental de que a máxima vazão, provocada por uma chuva de intensidade uniforme, ocorre quando todas as partes da bacia passam a contribuir na seção ou ponto de coletor.

4.4.4 Área Drenada

As áreas de drenagem, para efeito de aplicação do Método Racional, foram obtidas, a partir da medição direta da planta onde previamente foram efetuadas as subdivisões entre as bacias de contribuição para cada boca de lobo, sendo em alguns casos acumulativa ao longo do trecho.



ESTADO DE ALAGOAS
PREFEITURA MUNICIPAL DE LAGOA DA CANOA-AL
SECRETARIA MUNICIPAL DE VIAÇÃO, OBRAS E URBANISMO
CNPJ 12.207.551/0001-00

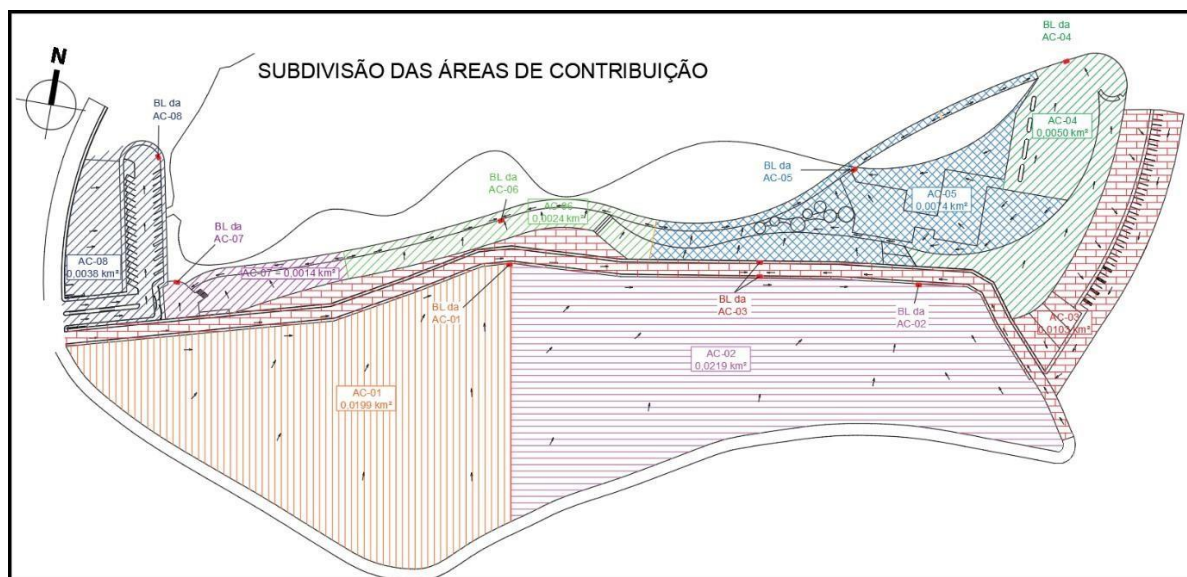


Figura 23 – Croqui da subdivisão das áreas de contribuição.

A Tabela abaixo traz as áreas de drenagem de cada região:

Região	Área em m²	Área em km²
AC-01	19.879,605	0,0199
AC-02	21.886,765	0,0219
AC-03	10.258,540	0,0103
AC-04	4.951,749	0,0050
AC-05	7.377,066	0,0074
AC-06	2.379,867	0,0024
AC-07	1.424,440	0,0014
AC-08	3.785,528	0,0038

4.4.5 Coeficiente de Deflúvio

O coeficiente de deflúvio é definido como a razão entre o volume de água escoado superficialmente e o volume de água precipitado. Este coeficiente pode ser relativo a uma chuva isolada ou relativo a um intervalo de tempo onde várias chuvas ocorreram. Também depende de vários outros fatores como: o tipo de solo; cobertura do terreno; tipo de ocupação, tempo de retorno, intensidade da precipitação.

De acordo com a tabela abaixo e considerando as características do terreno para o projeto elaborado foi considerado um coeficiente de deflúvio igual a $C=0,45$ para a área de Contribuição AC-01 e AC-02 e um coeficiente de deflúvio igual a $C=0,85$ para as demais áreas de contribuição.



ESTADO DE ALAGOAS
PREFEITURA MUNICIPAL DE LAGOA DA CANOA-AL
SECRETARIA MUNICIPAL DE VIAÇÃO, OBRAS E URBANISMO
CNPJ 12.207.551/0001-00

Tipo de superfície	Coefficiente de runoff C	Tipo de superfície	Coefficiente de runoff C
Pavimento asfáltico	0,95	Gramado plano entre 0 a 1% de decl.	0,25
Pavimento concreto	0,95	Gramado médio entre 1% a 3% de decl.	0,35
Pavimento de tijolos	0,85	Gramado alto entre 3% a 10% de decl.	0,40
Pavimento de pedras	0,75	Gramado muito alto >10% de decl.	0,45
Telhado linha de base	0,95	Vegetação plana (0 a 1% de decl.	0,10
Telhado verde < 10cm	0,50	Vegetação média (0 a 1% de decl.	0,20
Telhado verde entre 10cm e 20cm	0,30	Vegetação alta (0 a 1% de decl.	0,25
Telhado verde entre 20cm e 50cm	0,20	Vegetação muito alta (0 a 1% de decl.	0,30
Telhado verde > 50cm	0,10		

Fonte: LEED existing buildings, 2009

4.4.6 Intensidade Média de Precipitação Pluvial

A intensidade a ser considerada para a aplicação do Método Racional é a máxima média observada para a aplicação do tempo que corresponde à situação crítica, ou seja, a duração de chuva a considerar será igual ao tempo de concentração da bacia.

Para o cálculo da intensidade de precipitação de chuva do Município foi utilizada a fórmula:

$$i = \frac{K \cdot TR^a}{(tc + b)^c}$$

Onde:

i = intensidade máxima média de precipitação pluvial em mm/h; T =

período de retorno em anos;

tc = duração da precipitação em min;

K, a, b, c = parâmetros relativos a localidade.

Nesse estudo foi utilizado o software Pluvio2.1 para obtenção dos dados pluviométricos e para a localidade em estudo foram considerados os seguintes parâmetros:

K= 274,9;

a=0,28;b=6;

c=0,56;

TR=5 anos; tc=10 minutos.

Resultando em uma chuva de aproximadamente i=91,32 mm/h

4.4.7 Tempo de Recorrência

Sendo o objetivo da microdrenagem a solução para o escoamento das vazões de chuvas mais frequentes, portanto baixa recorrência e baixa intensidade, é admitida a ocorrência de alagamentos pontuais, quando aumenta a intensidade da chuva.



ESTADO DE ALAGOAS
PREFEITURA MUNICIPAL DE LAGOA DA CANOA-AL
SECRETARIA MUNICIPAL DE VIAÇÃO, OBRAS E URBANISMO
CNPJ 12.207.551/0001-00

Os sistemas de microdrenagens, em geral, são dimensionados para frequências de descargas de 2,5 ou 10 anos, de acordo com as características da ocupação da área que se quer beneficiar. A seguir são apresentados alguns valores normalmente utilizados:

Tabela 10 - Tempo de Retorno em função da ocupação da área

Tipo de Obra	Tipo de ocupação da área	Tempo de retorno (T_r)
Microdrenagem	Residencial	2 a 5 anos
	Comercial	5 anos
	Áreas com edifícios de serviço público	5 anos
	Aeroportos	2 a 5 anos
	Áreas comerciais e artérias de tráfego	2 a 10 anos

Nesse projeto foi adotado um tempo de retorno de 5 anos.

4.4.8 Tempo de Concentração (TC)

Tempo de concentração é o tempo de duração para que toda a bacia considerada contribua para o escoamento superficial. O tempo de concentração é o tempo que leva uma gota de água mais distante até o trecho considerado na bacia.

A avaliação do tempo de concentração é bastante complexa, devido aos inúmeros condicionantes envolvidos, existindo uma grande variedade de expressões e cálculo. Existem numerosas fórmulas empíricas para calcular o tempo de concentração em função do comprimento do curso principal, do desnível total até as cabeceiras, da área da bacia, declividade média do terreno, tipo de cobertura, e ou de outros parâmetros escolhidos.

Para os projetos de drenagem urbana, o tempo de concentração será calculado como sendo composto de duas parcelas, que são:

Tempo de escoamento superficial:

É o tempo gasto pelas águas precipitadas nos pontos mais distantes da bacia, para atingir a primeiraboca de lobo. Este valor não deve ser superior a 10 minutos (tempo inicial). No projeto em questão adotou-se esse valor limite para o dimensionamento dos coletores.

Tempo de percurso:



ESTADO DE ALAGOAS
PREFEITURA MUNICIPAL DE LAGOA DA CANOA-AL
SECRETARIA MUNICIPAL DE VIAÇÃO, OBRAS E URBANISMO
CNPJ 12.207.551/0001-00

É o tempo de escoamento dentro dos condutores, desde a primeira boca de lobo até a seção que se considera. Esse tempo pode ser calculado levando-se em consideração a velocidade média do escoamento no coletor e a extensão do percurso. A expressão é dada a seguir:

$$V = \frac{4 * Q}{\pi * D^2} \quad T_p = \frac{L}{60 * v}$$

onde:

D = diâmetro do condutor em metros

Q = vazão de escoamento superficial em m³/s

L = extensão do percurso do condutor no trecho considerado em metros

O tempo de concentração (tc) da bacia de drenagem foi obtido através da soma do tempo de escoamento superficial (ti), com o tempo de percurso no interior das galerias (tp).

Por ser uma região pequena, foi considerado um tc= 10 minutos

4.4.9 Dimensionamento hidráulico

4.4.10 Ruas e Sarjetas

A capacidade de descarga das sarjetas depende de sua declividade, rugosidade e forma. Pode-se calcular a capacidade de condução das ruas e sarjetas sob duas hipóteses:

Água escoando por toda a calha da rua. Admite-se que a declividade da via pública seja de 2% e que a altura da água na sarjeta seja de 15 cm;

Água escoando somente pelas sarjetas. Neste caso se admite que a declividade da via seja também de 3%, porém com 10 cm de altura da água na sarjeta.

Para os dois casos, usa-se normalmente a fórmula de Chézy com coeficiente de Manning:

$$V = \frac{\sqrt{S}}{n} R_h^{2/3}$$

Onde:

V é a velocidade na sarjeta em m/s;

S é a declividade longitudinal da rua em m/m; Rh é o raio hidráulico;

n é o coeficiente de rugosidade de Manning, adotado como 0,0167 para pavimentos comuns de vias públicas.

4.4.11 Bocas-de-Lobo

As bocas de lobo são os pontos de admissão das águas de chuva à rede pluvial. Localizam-se junto ao meio-fio. As bocas de lobo podem ser classificadas em bocas de meio-fio (lateral), de grelhas ou combinadas, conforme figuras abaixo.

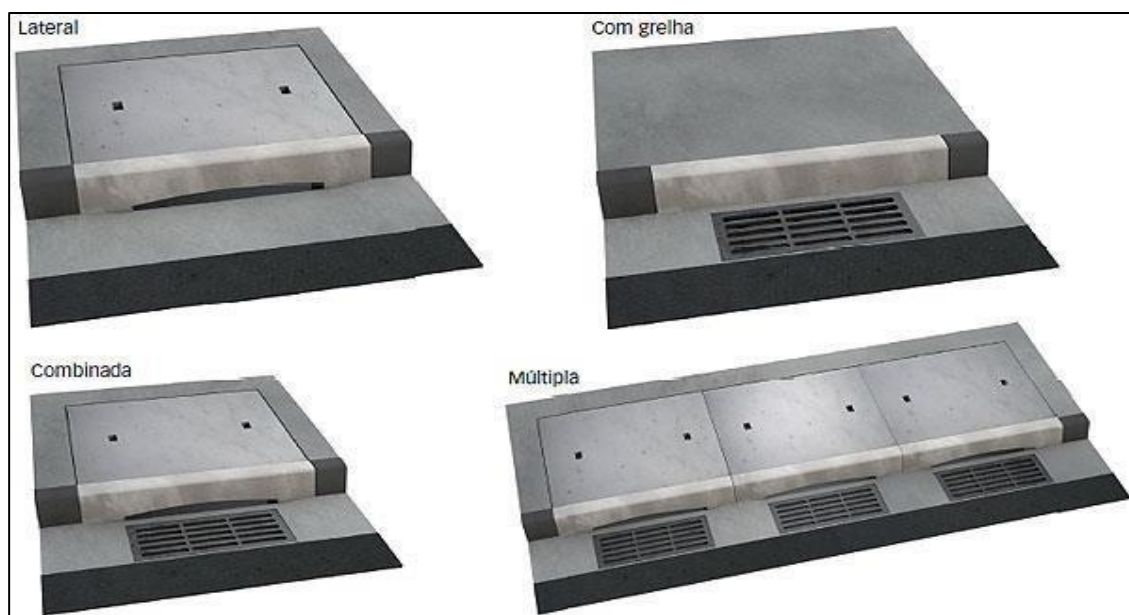


Figura 24 – Tipos de Boca de Lobo

Neste projeto foi considerada a boca de lobo de meio-fio onde a água, ao se acumular sobre a boca-de-lobo com entrada pela guia, gera uma lâmina d'água mais fina que a altura da abertura no meio-fio, fazendo com que a abertura se comporte como um vertedouro de seção retangular, cuja capacidade de engolimento é

$$Q = 1,7Ly^{3/2}$$

Onde:

Q é a vazão em m³/s;

y é a altura da lâmina d'água próxima à abertura da guia e; L é o comprimento da soleira em metros.:

Desta maneira, foi considerada uma capacidade de engolimento de aproximadamente 40 L/s

4.4.12 Galerias



ESTADO DE ALAGOAS
PREFEITURA MUNICIPAL DE LAGOA DA CANOA-AL
SECRETARIA MUNICIPAL DE VIAÇÃO, OBRAS E URBANISMO
CNPJ 12.207.551/0001-00

O dimensionamento das galerias é feito através das equações de Chézy, Manning e outras expressões adotadas para o escoamento da vazão de projeto em regime permanente uniforme. O problema

- A duração máxima da chuva que resulta na vazão máxima é igual ao tempo de concentração;
- A intensidade permanece constante da duração da chuva;
- A impermeabilidade da superfície não se altera na duração da chuva;
- O escoamento nas galerias é o de conduto livre em regime permanente e uniforme; Para a elaboração do sistema de galerias de águas pluviais, foi levado em consideração diversos parâmetros para o dimensionamento do projeto, os quais estão relacionados a seguir:

- a) Material da Tubulação: PEAD corrugado;
- b) Velocidade mínima de escoamento na tubulação de concreto: $v = 0,60 \text{ m/s}$
- c) Velocidade máxima de escoamento na tubulação de concreto: $v = 5,00 \text{ m/s}$
- d) Coeficiente de rugosidade considerado para o concreto: $n = 0,010 \text{ s/m}$
- e) Localização das bocas de lobo: em ambos os lados da rua e nas partes mais baixas das quadras.
- f) Recobrimento mínimo da tubulação: 0,50 metro
- g) Diâmetro mínimo da tubulação: 600 mm

4.4.13 Tubulação - Determinação do Diâmetro

A determinação do diâmetro de cálculo está diretamente relacionada com a vazão de escoamento superficial e a inclinação do terreno. Para o cálculo do diâmetro utilizou-se a expressão:

$$D = \left[Q * 0,013 \div \left[0,312 * (i \div 100) \right]^{0,5} \right]^{(3/8)}$$

4.4.14 Caixa de Ligação

Os tubos de ligação das bocas de lobo à galeria, deverão ser conectados em uma caixa de ligação. Sua função é similar ao poço de visita e diferenciam-se destes por não serem visitáveis. O diâmetro dos tubos de ligação considerado foi de 300 mm para tubulação em PEAD, com uma declividade de 0,5 a 1 %.



ESTADO DE ALAGOAS
PREFEITURA MUNICIPAL DE LAGOA DA CANOA-AL
SECRETARIA MUNICIPAL DE VIAÇÃO, OBRAS E URBANISMO
CNPJ 12.207.551/0001-00

4.4.15 Poço de Visita

Deverão atender as mudanças de direção, de diâmetro e de declividade, a coleta das águas das bocas de lobo, ao entroncamento das diversas tubulações.

Serão colocados em quantidades de acordo com o projeto. Será utilizado paracanalizações de diâmetro igual a 500 mm, conforme demonstrado em projeto.



ESTADO DE ALAGOAS
PREFEITURA MUNICIPAL DE LAGOA DA CANOA-AL
SECRETARIA MUNICIPAL DE VIAÇÃO, OBRAS E URBANISMO
CNPJ 12.207.551/0001-00

4.4.16 Tabela Resumo dos Dimensionamentos Hidráulicos

Na tabela abaixo estão todos os resultados dos cálculos realizados para este projeto.

PLANILHA DE DIMENSIONAMENTO DA DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS NAS GALERIAS - DRENAGEM SUBTERRÂNEA																												
8																												
Coletor	PV INICIO	PV FIM	Trecho	Extensão (m)	Vazão (m³/s)	Diâmetro (m)	Declivida de (m/m)	y/d	Vel.Real (m/s)	Q Seção Plena (m³/s)	V Seção Plena (m³/s)	Cota do Ter. Montante (m)	Cota do Ter. Jusante (m)	Cota Galeria Montante (m)	Cota Galeria Jusante (m)	Prof. Gal. Montante (m)	Prof. Gal. Jusante (m)	n Manning	Largura da vala	Material	Escavação 0 < x < 1,50 (m³)	Escavação x > 1,50 (m³)	Reaterro (m³)	Berço de Areia (0,15 m) (m³)	bota-fora (m³)	Escoramento (m²)	TIPO DE PV - mont	CHAMINÉ
G1			T1	26,70	0,23	0,50	0,005	0,52	2,26	0,437319	2,2272	266,23	266,00	265,27	265,10	0,96	0,90	0,010	1,05	PEAD	29,44	0,00	25,04	4,21	4,40	0,00	SEM PVI	-
G2			T2	58,90	0,25	0,50	0,005	0,55	2,31	0,437319	2,2272	266,06	266,00	265,16	265,10	0,90	0,90	0,010	1,05	PEAD	64,94	0,00	55,46	9,28	9,47	0,00	SEM PVI	-
G3			T3	22,90	0,22	0,50	0,005	0,51	2,25	0,437319	2,2272	266,00	266,00	265,21	265,10	0,79	0,90	1,010	1,05	PEAD	25,25	0,00	21,44	3,61	3,80	0,00	SEM PVI	-
G4			T4	0,50	0,11	0,40	0,005	0,42	2,22	0,301496	2,3992	266,79	266,00	266,79	266,00	0,00	0,00	2,010	0,95	PEAD	0,07	0,00	0,00	0,07	0,07	0,00	SEM PVI	-
G5			T1	2,00	0,16	0,40	0,005	0,52	2,44	0,301496	2,3992	266,00	266,00	265,20	265,13	0,80	0,87	3,010	0,95	PEAD	1,94	0,00	1,53	0,29	0,41	0,00	SEM PVI	-
G6			T2	5,00	0,05	0,30	0,005	0,36	2,26	0,18666	2,6407	266,02	266,00	265,22	265,13	0,80	0,87	4,010	0,85	PEAD	4,34	0,00	3,63	0,64	0,71	0,00	SEM PVI	-
G7			T3	0,50	0,03	0,30	0,005	0,28	1,97	0,18666	2,6407	266,00	266,00	266,00	266,00	0,00	0,00	5,010	0,85	PEAD	0,06	0,00	0,00	0,06	0,06	0,00	SEM PVI	-
G8			T4	5,50	0,08	0,30	0,005	0,47	2,57	0,18666	2,6407	266,15	266,00	265,35	265,13	0,80	0,87	6,010	0,85	PEAD	4,77	0,00	4,00	0,70	0,77	0,00	SEM PVI	-
				122,00																	130,80	0,00	111,09	18,85	19,70	0,00		



4.5 Projeto de Sinalização

4.5.1 Metodologia

O projeto de sinalização foi elaborado segundo as modernas técnicas de Engenharia de Tráfego, objetivando basicamente: regulamentar o uso da pista de rolamento; advertir o usuário sobre a ocorrência e natureza de situações potencialmente perigosas e informar eficientemente. O Projeto de Sinalização foi elaborado seguindo as instruções do Manual Brasileiro de Sinalização de Tráfego - Contran, que faz parte integrante deste Projeto, regendo todas as questões, símbolos, palavras, letras, localização e posição dos sinais, marcas e acessórios. Objetivando basicamente: regulamentar o uso da via; advertir o usuário sobre a ocorrência e natureza de situações potencialmente perigosas e informar eficientemente.

4.5.2 Sinalização Vertical

Os dispositivos de sinalização adotados ao longo do trecho, projetados para atender às necessidades normativas e de circulação, constam de placas de advertência, regulamentação, indicação.

- ✓ Placa de advertência – são utilizados sempre que se julga necessário chamar a atenção dos usuários para situações permanentes ou eventuais de perigo, na via ou em suas adjacências.
- ✓ Placa de regulamentação – têm por objetivo notificar os usuários sobre as restrições, proibições, e obrigações que governam o uso da via e cuja violação constitui infração prevista no Código Brasileiro de Tráfego.
- ✓ orientar os usuários da via no curso de seu deslocamento, fornecendo-lhes as informações necessárias para a definição das direções e sentidos a serem por eles seguidos, e as informações quanto às distâncias a serem percorridas nos diversos segmentos do seu trajeto.



Os sinais possuem formas padronizadas, associadas ao tipo de mensagem que pretendem transmitir (regulamentação, advertência ou indicação) com relação à sinalização vertical projetada.

a) Sinalização Vertical de Regulamentação

A sinalização vertical de regulamentação tem por finalidade transmitir aos usuários as condições, proibições, obrigações ou restrições no uso das vias urbanas e rurais. Assim, o desrespeito aos sinais de regulamentação constitui infrações previstas no capítulo XV do código de trânsito brasileiro - CTB.

Pelo risco à segurança dos usuários das vias e pela imposição de penalidades que são associadas às infrações relativas a essa sinalização, os princípios da sinalização de trânsito devem ser observados e atendidos com rigor.

As proibições, obrigações e restrições devem ser estabelecidas para dias, períodos, horários, locais, tipos de veículos ou trechos em que se justificam, de modo que se legitimem perante os usuários.

É importante que haja especial cuidado com a coerência entre diferentes regulamentações, ou seja, que a obediência a uma regulamentação não incorra em desrespeito a outra.

Características dos sinais de regulamentação:

Forma		Cor	
		Fundo	Branca
		Símbolo	Preta
		Tarja	Vermelha
		Orla	Vermelha
		Preta	
		Cor	
		Fundo	Branca
		Orla interna (opcional)	Vermelha
		Orla externa	Branca
		Tarja	Vermelha
		Legenda	Preta



ESTADO DE ALAGOAS
PREFEITURA MUNICIPAL DE LAGOA DA CANOA-AL
SECRETARIA MUNICIPAL DE VIAÇÃO, OBRAS E URBANISMO
CNPJ 12.207.551/0001-00

Utilizações das cores nos sinais de regulamentação devem ser feitas obedecendo-se aos critérios abaixo e ao padrão Munsell indicado.

Cor	padrão			Utilização nos sinais de regulamentação
	PM	R	N	
vermelha	7,5	4/14		- fundo do sinal R-1; - orla e tarja dos sinais de regulamentação em geral.
preta			0,5	- símbolos e legendas dos sinais de regulamentação.
branca			9,5	- fundo de sinais de regulamentação; - letras do sinal R-1.

PM - Padrão Munsell
R - Red -vermelho
N - Neutral (cores absolutas)

Dimensões:

Devem ser observadas as dimensões mínimas estabelecidas por tipo de via conformetabelas a seguir:

Via	Diâmetro (m)	Tarja (m)	Orla (m)
Urbana (de trânsito rápido)	0,75	0,075	0,075
Urbana (demais vias)	0,50	0,050	0,050
Rural (estrada)	0,75	0,075	0,075
Rural (rodovia)	1,00	0,100	0,100

No projeto, as placas regulamentares de forma circular são de 0,80 e 0,60 m de diâmetro.

Sinalização Vertical de advertência


A sinalização vertical de advertência tem por finalidade alertar aos usuários as condições potencialmente perigosas, obstáculos ou restrições existentes na via adjacentes a ela, indicando a natureza dessas situações à frente, quer sejam permanentes ou eventuais. Deve ser utilizada sempre que o perigo não se evidencie por si só. Essa sinalização exige geralmente uma redução de velocidade com o objetivo



ESTADO DE ALAGOAS
PREFEITURA MUNICIPAL DE LAGOA DA CANOA-AL
SECRETARIA MUNICIPAL DE VIAÇÃO, OBRAS E URBANISMO
CNPJ 12.207.551/0001-00

depropiciar maior segurança no trânsito, devendo-se evitar o seu uso indiscriminado ou excessivo, pois compromete a confiabilidade e a eficácia da sinalização.

Característica dos sinais de advertência:

Forma	Cor	
	Fundo	Amarela
	Símbolo	Preta
	Orla interna	Preta
	Orla externa	Amarela
	Legenda	Preta

Utilizações das cores nos sinais de advertência devem ser feitas obedecendo-se aos critérios abaixo e ao padrão Munsell indicado.

Cor	Padrão Munsell	Utilização nos Sinais de Advertência
Amarela	10YR 7,5/14	fundo e orla externa dos sinais de advertência; foco semafórico do símbolo do sinal A-14.
Preta	N 0,5	símbolos, tarjas, orlas internas e legendas dos sinais de advertência.
Verde	10 G 3/8	foco semafórico do símbolo do sinal A-14.
Vermelha	7,5 R 4/14	foco semafórico do símbolo do sinal A-14.

PM – Padrão Munsell
Y – Yellow-amarelo
N – Neutral (cores absolutas)
R – Red-vermelho
G – Green-verde

Dimensões:

Devem ser sempre observadas as dimensões mínimas estabelecidas por tipo de via conforme a tabela a seguir:



ESTADO DE ALAGOAS
PREFEITURA MUNICIPAL DE LAGOA DA CANOA-AL
SECRETARIA MUNICIPAL DE VIAÇÃO, OBRAS E URBANISMO
CNPJ 12.207.551/0001-00

Dimensões mínimas – Sinais de forma quadrada

Via	Lado mínimo (m)	Orla externa mínima (m)	Orla interna mínima (m)
Urbana	0,450	0,009	0,018
Rural (estrada)	0,500	0,010	0,020
Rural (rodovia)	0,600	0,012	0,024
Áreas protegidas por legislação especial(*)	0,300	0,006	0,012

(*) relativa a patrimônio histórico, artístico, cultural, arquitetônico, arqueológico e natural.

Obs.: Nos casos de sinais de advertência desenhados em placa adicional, o lado mínimo pode ser de 0,30m.

No projeto, todas as placas de advertência de forma quadrada são de 0,80 m de lado.

Sinalização Vertical de Indicação

A Sinalização Vertical de Indicação é a comunicação efetuada por meio de um conjunto de placas, com finalidade de identificar as vias e os locais de interesse, bem como orientar condutores de veículos e pedestres quanto aos percursos, destinos, acessos, distâncias, serviços auxiliares, atrativos turísticos, podendo também ter comofunção a educação do usuário.

Neste projeto utilizou-se a sinalização de Indicação educativa e marcadores quilométricos. As placas de sinais que compõem a sinalização vertical são metálicas, e serão suspensas e afixadas em postes de madeira de lei, e têm a finalidade de fornecer, aos usuários da rodovia, uma alternativa ótica de substancial importância.

4.5.3 Sinalização Horizontal

A Sinalização Horizontal compreende os símbolos, legenda e linhas de borda de pista, proibição de ultrapassagem, demarcadoras de faixas de tráfego, canalização e áreas zebradas, sendo pintadas no pavimento com largura de 15 cm e seguindo as seguintes finalidades:

1. Linhas de borda de pista – delimitam para o usuário a parte da pista destinada ao tráfego.



2. Áreas zebradas – têm como finalidade básica preencher áreas pavimentadas não trafegáveis, decorrente de canalizações de fluxo divergente ou convergente, ou ainda de estreitamentos e alargamentos de pista (áreas neutras) e delimitadas ao menos por uma linha de canalização. São compostas por linhas que formam um ângulo α , igual ou próximo de 45° , com a linha de canalização que lhe é adjacente.
3. Marcas transversais - As marcas transversais ordenam os deslocamentos frontais dos veículos e os harmonizam com os deslocamentos de outros veículos e dos pedestres, assim como informam os condutores sobre a necessidade de reduzir a velocidade e indicam travessia de pedestres e posições de parada.

As linhas demarcadoras serão usadas na cor branca e amarela de tinta termoplástica por aspersão - espessura de 1,5 mm, conforme especificação Norma DNIT 100/2009-ES e 372/2009-EM, designando orientação e advertência.

As setas, símbolos, dizeres e zebrados serão usadas cor branca de tinta termoplástica por extrusão, conforme especificação Norma DNIT 100/2009-ES e 372/2009-EM, designada para orientação.

Como também, foram projetadas tachas e tachões bidirecionais, objetivando uma melhor orientação dos usuários da rodovia.

A memória de cálculo dos serviços de sinalização consta no Volume 2 – Projeto Executivo.

5- SOLUÇÃO ADOTADA PARA O PROJETO

5.1 Concepção e implantação do projeto de pavimentação e acessibilidade no entorno da lagoa no Município De Lagoa Da Canoa

O estudo de alternativas para concepção e implantação do projeto de pavimentação e acessibilidade no entorno da Lagoa no Município de Lagoa da Canoa,, irá demonstrar a sustentabilidade do projeto em termos técnicos, econômicos, ambientais e sociais, os quais foram cuidadosamente escolhidos dentre os elementos naturais e sustentáveis para que fizesse uma harmônica composição entre o ambiente existente e os objetos propostos.

Dentre os pavimentos analisados, a alternativa mais viável técnico e econômica para pavimentação da



ESTADO DE ALAGOAS
PREFEITURA MUNICIPAL DE LAGOA DA CANOA-AL
SECRETARIA MUNICIPAL DE VIAÇÃO, OBRAS E URBANISMO
CNPJ 12.207.551/0001-00

via principal, estacionamentos e áreas internas, foi o piso intertravado nas cores natural, grafite, vermelho e amarelo. No Brasil está cada vez mais comum o uso de piso intertravado na construção civil, devido as diversas vantagens do produto, esse tipo de piso intertravado vem ganhando espaço em obras, construções públicas, ruas, estacionamentos, residências, avenidas, calçadas, áreas externas muito mais. Os pisos intertravados são peças pré-moldadas que quando encaixadas umas nas outras, dão origem a um pavimento - elas são indicadas especialmente para calçamentos e pavimentação. O produto é feito de concreto e pode apresentar diferentes formas, cores e texturas. As principais vantagens deste piso são estruturais, econômicas, ecológicas e também estéticas. Eles apresentam benefícios a curto e a longo prazo.

Com a utilização do piso intertravado é possível personalizar o resultado final da obra, já que apresentam diferentes formatos e cores.

Além do exposto, podemos acrescentar sobre a segurança e compromisso social, este tipo de pavimento são antiderrapantes, com isso, eles proporcionam maior segurança aos pedestres, deficientes físicos - auxiliando também na maior acessibilidade e integração da sociedade.

Entre as principais vantagens, é ser considerado “asfalto ecológico”, pois apresenta menor consumo de energia no seu processo de fabricação comparados aos demais materiais de pavimentação.

Para a ciclovia e calçadas, foram sugeridos o concreto moldado in loco. Para as contenções foram especificados a alvenaria argamassa de pedra rachão por apresentar resistência necessária para os volumes que serão aterrados e facilidade de manutenções futuras. Foi utilizado esse tipo de contenção, pois o nível de transbordamento da lagoa atinge a área da pavimentação, necessitando desta forma de um aterro para elevar o nível do terreno acima da cota de transbordamento, como o terreno fica nas margens da lagoa e se só fosse realizado o aterro do terreno, o mesmo geraria um talude para dentro da lagoa, o que iria gerar danos ambientais e necessitaria de estudos ambientais, hidrológico, sociais, etc. para analisar o impacto que esse aterramento da lagoa geraria em todo o seu entorno. Então foi utilizado o muro de contenção para evitar o aterramento da lagoa e todos os transtornos que ele poderia gerar.

Serão executados também a arborização com vegetação nativa e espaços com gramas, para auxiliar a drenagem de águas pluviais e mitigação dos danos ambientais presentes nesta área.

Ainda em relação à mobilidade urbana, o projeto contemplará os passeios/ calçadas com piso tátil e ciclofaixa com passarela sobre parte da lagoa, os quais trarão diversos benefícios: aumento da qualidade



de vida, contribui para a atração dos centros urbanos, diminuição o número de carros nas ruas e, consequentemente os índices de poluição; gera autonomia e facilidade de deslocamento; tem baixíssimo impacto poluidor na construção das vias. Referente a alternativa mais viável para construção destes componentes, será o uso de piso de concreto usinado moldado *in loco*. O concreto acompanha esse novo componente da mobilidade urbano, por dois motivos: a ciclovias em concreto consegue criar um contraste com o piso intertravado, o que ajuda a delimitar as faixas para carros e para bicicletas e a outra razão é a luminosidade. O concreto reflete melhor a luz solar e também a luz artificial, o que melhora a segurança dos ciclistas. Sem contar que pode ser pintado de outras cores ou receber pigmentação durante o processo de produção. Ainda oferece maior durabilidade, viabilidade econômica e segurança, devido aos menores riscos de aquaplanagem e surgimento de buracos na pista, além de facilitar na sinalização e percepção por parte dos motoristas e pedestres.

5.2 Interpretação e adequabilidade da solução apresentada, tendo em vista os ensaios SPT

Tendo em vista a necessidade de elevação do nível do empreendimento para ficar mais alto que a cota de inundação apresentada no Estudo Hidrológico, que era de 265,10m, foi adotada a cota de 266,00m como sendo a cota do projeto.

Logo, havia a necessidade de aterrar o terreno definido para o empreendimento para que o mesmo atingisse a cota de 266,00m. Foi então utilizado o muro de arrimo como solução para que não houvesse avanço do talude do aterro para dentro da lagoa.

Após a análise do Relatório de Sondagem, onde foram encontrados no 1º metro de perfuração um solo formado por Argila Mole e Areia Siltosa Fofo e no 2º metro de perfuração foram encontrados Argila Arenosa Mole, Areia Siltosa Pouco Compacta e Argila Arenosa Média, onde o NSPT mínimo encontrado foi de 2, e que a resistência subia muito no restante da perfuração a partir do 2º metro. Como o aterro máximo a ser realizado é de 2,00m de altura no Trecho 2 e de apenas 1,00m de altura nos Trecho 01 e Trecho 03, e que mesmo sendo um solo de baixa resistência ao cisalhamento, este solo ainda é capaz de suportar o aterro planejado. Para verificar a real situação de resistência do projeto, foram realizados os cálculos utilizando os fatores mais desfavoráveis para que houvesse o aumento da segurança, tais como: foi considerado que o peso específico do solo era de 20KN/m³, foi considerado o NSPT de 2 e também foi desconsiderada a coesão que geraria um desconto nas tensões horizontais passiva e ativa.

Logo, todo o aterro será executada de forma controlada, onde serão solicitados os ensaios de compactação, para que seja garantida a qualidade necessária para execução das obras.



5.3 Projeto de muro de arrimo

Com base nos estudos de hidrologia, topografia e geologia (verificação da resistência do solo), foram analisados todos os fatores para determinação da geometria do muro a ser utilizado e foram feitos todos os cálculos com base na geometria adotada.

Para o cálculo do muro de arrimo, foram utilizados os seguintes passos:

- 1- Determinar a geometria do muro;
- 2- Calcular os coeficientes de empuxo;
- 3- Determinar as tensões horizontais no solo;
- 4- Calcular os empuxos e seus pontos de aplicação;
- 5- Calcular o peso do muro e seu centroide
- 6- Verificar o deslizamento do muro;
- 7- Verificar o tombamento do muro; e
- 8- Verificar a tensão no solo sob a base do muro.

Determinação da Geometria do Muro.

Como informado anteriormente, existem 3 trechos de características diferentes na topografia onde será implantado o muro de arrimo e o muro foi dividido em 3 trechos, onde o trecho 01 e o trecho 03 têm as mesmas características. Desta forma, assim ficou a geometria dos muros adotados, conforma as Figura 25 e Figura 26:



TRECHO 01 e 03 - COTA DE TOPO = 266,00m

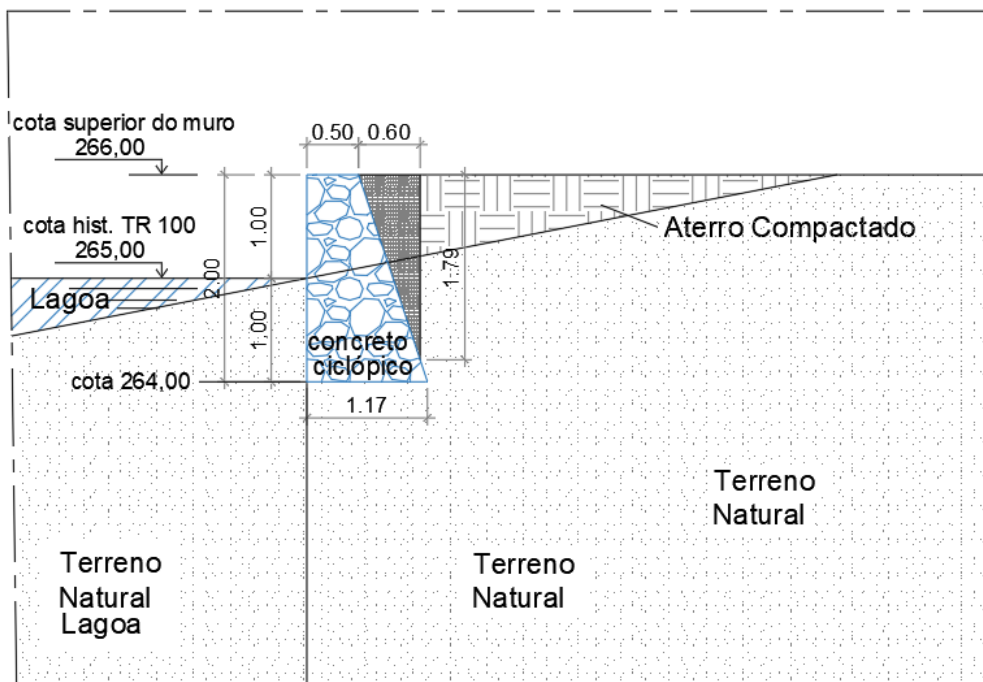


Figura 25 – Geometria adotada para os Trechos 01 e 03

TRECHO 02 - COTA DE TOPO = 266,00m

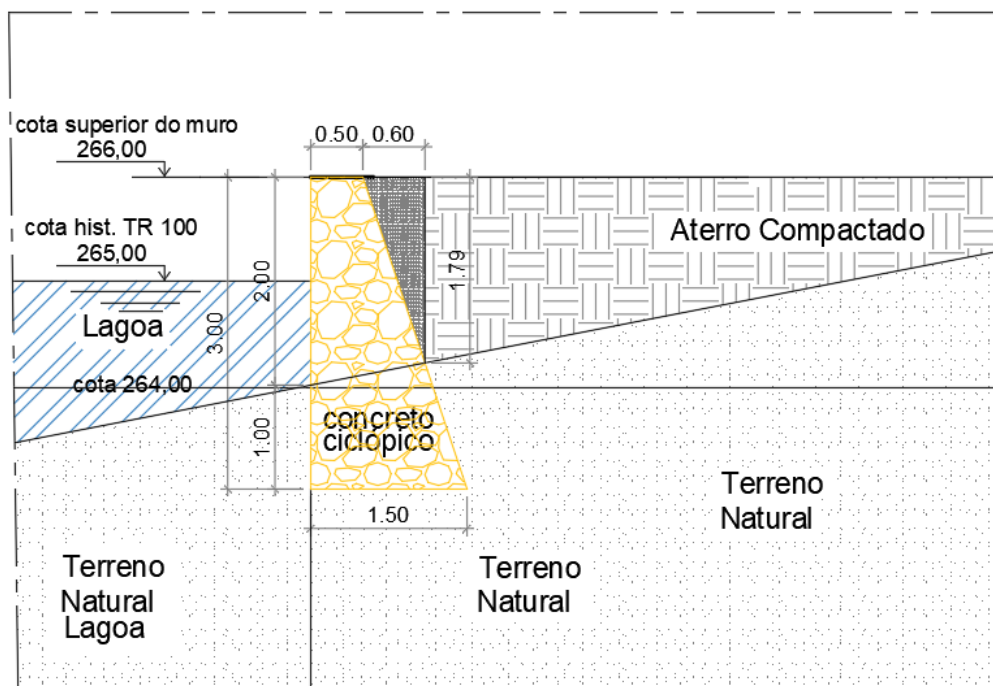


Figura 26 – Geometria adotada para o Trecho 02

O cálculo do ângulo de atrito, segundo Godoy (1983), é dado pela Equação 1.

Equação 1: $\phi = 28^\circ + 0,4 \times N \rightarrow 28^\circ + 0,4 \times 2 \rightarrow 28,8^\circ$

Onde: ϕ = ângulo de atrito

$N = N_{SPT}$



ESTADO DE ALAGOAS
PREFEITURA MUNICIPAL DE LAGOA DA CANOA-AL
SECRETARIA MUNICIPAL DE VIAÇÃO, OBRAS E URBANISMO
CNPJ 12.207.551/0001-00

Para estimativa da coesão foram utilizados os métodos de Berbearian (2015) que sugere a utilização da Equação 2 para a determinação da coesão, em kPa.

Equação 2: $c = \frac{N}{0,35} \rightarrow \frac{2}{0,35} \rightarrow 5,714 \text{ kPa}$

Onde: $c = \text{coesão}$
 $N = N_{SPT}$

O Coeficiente de empuxo ativo e passivo são definidos pela Equação 3 e 4

Equação 3: $k_a = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\phi}{2} \right) \rightarrow 0,2677$

Equação 4: $k_p = \tan^2 \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) = \frac{1}{k_a} \rightarrow 3,7355$

Com os parâmetros acima, todos os cálculos para cada trecho foram definidos pelas Equações abaixo e estão na Planilha 1.

Tensão horizontal ativa

Equação 5: $\sigma_{Ha} = k_a \times \gamma_{solo} \times h$

Tensão horizontal passiva

Equação 6: $\sigma_{Hp} = k_p \times \gamma_{solo} \times h$

Empuxo ativo

Equação 7: $E_a = \left(\frac{h \times \sigma_{Ha}}{2} \right)$

Empuxo Passivo

Equação 8: $E_p = \left(\frac{h \times \sigma_{Hp}}{2} \right)$

Peso do muro é igual a área da seção transversal multiplicado pelo comprimento unitário.

Peso do solo acima do trecho inclinado do muro é igual a área da seção acima do muro multiplicado pelo comprimento unitário.

Com as informações acima, todos os cálculos foram executados e inseridos na tabela abaixo:

Dados Gerais	
Ângulo de atrito	28,8°
Coeficiente de atrito	0,4
Coesão	5,7143
Peso específico do solo	20,00 kN/m³
Peso específico do concreto	25,00 kN/m³
Nspt	2,00
Tensão Admissível	120,00 kN/m²
Coeficiente de atrito	0,40
Coeficiente de empuxo ativo	0,2677
Coeficiente de empuxo passivo	3,7355

Resultados Encontrados para os 3 Trechos			
	TRECHO 01	TRECHO 02	TRECHO 03
Altura do Solo Passivo $\rightarrow h_{sp}$	1,00 m	1,00 m	1,00 m
Altura do Solo Ativo $\rightarrow h_{sa}$	2,00 m	3,00 m	2,00 m
Tensão Horizontal Passiva $\rightarrow \sigma_{Hp}$	74,711 kN/m²	74,711 kN/m²	74,711 kN/m²
Tensão Horizontal Ativa $\rightarrow \sigma_{Ha}$	10,708 kN/m²	16,062 kN/m²	10,708 kN/m²
Empuxo Passivo $\rightarrow E_p$	37,355 kN	37,355 kN	37,355 kN
Ponto de Atuação do Empuxo Passivo	0,33 m	0,33 m	0,33 m
Empuxo Ativo $\rightarrow E_a$	10,708 kN	24,093 kN	10,708 kN



ESTADO DE ALAGOAS
PREFEITURA MUNICIPAL DE LAGOA DA CANOA-AL
SECRETARIA MUNICIPAL DE VIAÇÃO, OBRAS E URBANISMO
CNPJ 12.207.551/0001-00

Ponto de Atuação do Empuxo Ativo	0,67 m	1,00 m	0,67 m
Peso do Muro $\rightarrow P_{Muro}$	41,75 kN	75,00 kN	41,75 kN
Centroide de Atuação do Peso do Muro	0,44 m	0,54 m	0,44 m
Peso do Solo Acima do Muro $\rightarrow P_{Solo}$	10,00 kN	15,00 kN	10,00 kN
Centroide de Atuação do Peso do Solo	0,95 m	1,17 m	0,95 m

Após encontrar todos os resultados das forças atuantes no muro de arrimo, foi então realizada a verificação de segurança, conforme a disposição das forças atuantes apresentadas nas Figura 27 e Figura 28

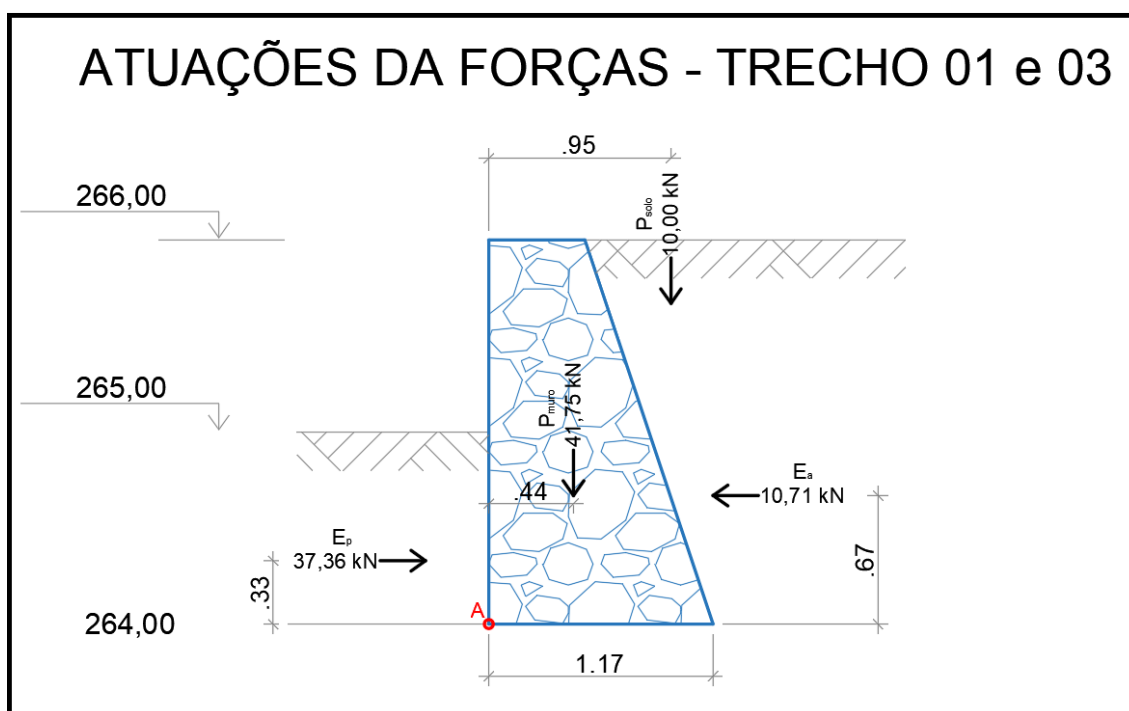


Figura 27– Atuação das Forças no Muro dos Trecho 01 e 03

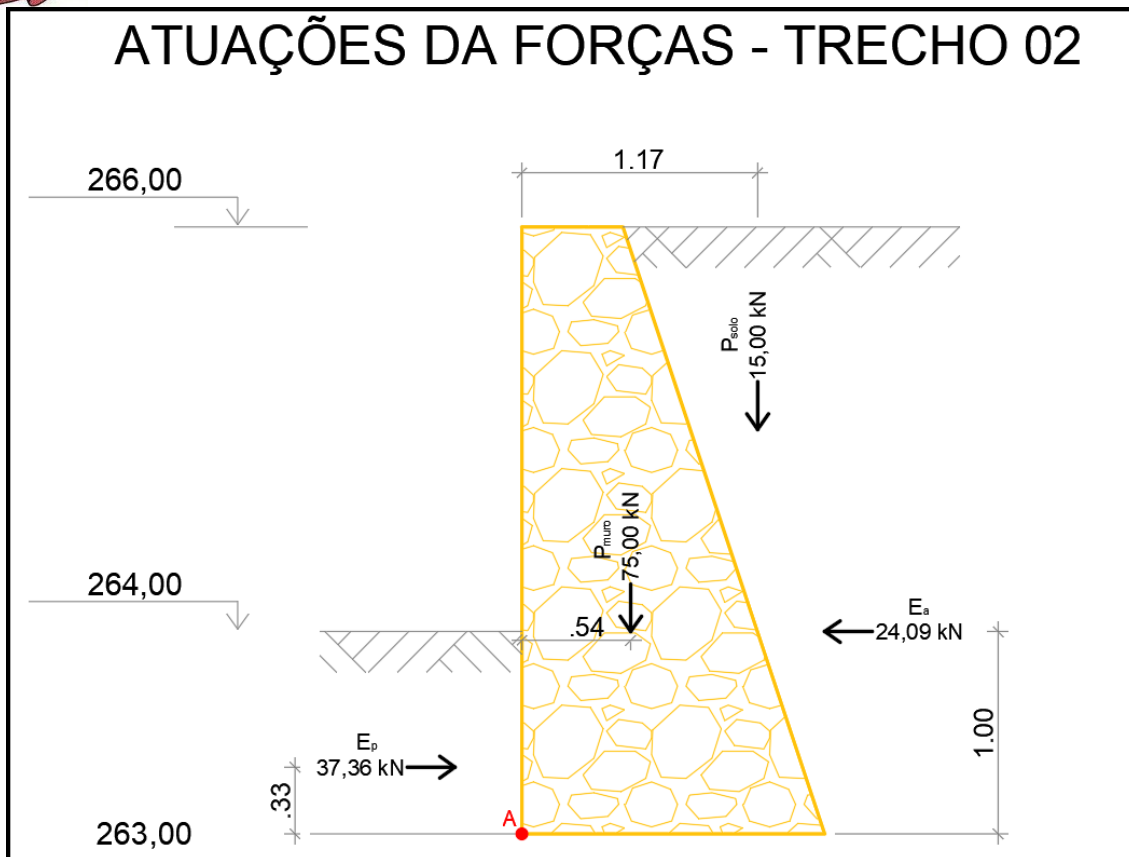


Figura 28– Atuação das Forças no Muro do Trecho 02

Com base nas informações acima chegou-se as verificações de segurança, conforme disposto nas tabelas abaixo.

Verificação quanto ao Deslizamento			
	TRECHO 01	TRECHO 02	TRECHO 03
Força de Atrito $\rightarrow F_{at} = (P_{Muro} + P_{Solo}) \times \mu$	20,70 kN	36,00 kN	20,70 kN
Empuxo Passivo $\rightarrow E_p$	37,355 kN	37,355 kN	37,355 kN
Empuxo Ativo $\rightarrow E_a$	10,708 kN	24,093 kN	10,708 kN
$F_S > 1,5 \rightarrow F_S = \left(\frac{F_{at} + E_p}{E_a} \right)$	5,422	3,045	5,422
Verificação de Segurança $F_S > 1,5$	OK	OK	OK

Verificação quanto ao Tombamento			
	TRECHO 01	TRECHO 02	TRECHO 03
$F_S > 1,5 \rightarrow F_S = \left(\frac{M_{P_{Muro}} + M_{P_{Solo}} + M_{E_p}}{M_{E_a}} \right)$	5,643	2,929	5,643
Verificação de Segurança $F_S > 1,5$	OK	OK	OK

Verificação quanto a Tensão do Solo na Base do Muro



ESTADO DE ALAGOAS
PREFEITURA MUNICIPAL DE LAGOA DA CANOA-AL
SECRETARIA MUNICIPAL DE VIAÇÃO, OBRAS E URBANISMO
CNPJ 12.207.551/0001-00

	TRECHO 01	TRECHO 02	TRECHO 03
Somatório das Forças Verticais na Base do Muro	51,75 kN	90,00 kN	51,75 kN
Somatório dos Momentos na Base do Muro	-3,07 kN.m	21,09 kN.m	-3,07 kN.m
$\sigma_{m\acute{a}x} = \frac{N}{A} + \frac{M \times y}{I}$	30,78 kN/m ²	116,24 kN/m ²	30,78 kN/m ²
$\sigma_{m\acute{i}n} = \frac{N}{A} - \frac{M \times y}{I}$	57,68 kN/m ²	3,76 kN/m ²	57,68 kN/m ²
Verificação de Segurança $\sigma < 120,00 \text{ kN/m}^2$	OK	OK	OK

Logo, todas as verificações de segurança foram atendidas.

5.4 Projeto Ciclovía Elevada

As fundações são constituídas por estacas pré-moldadas em concreto, com diâmetro de 20cm e blocos de concreto armado, com fck de 30Mpa.

A superestrutura é constituída por pilares, vigas intermediárias e vigas e vigas do piso em concreto armado com fck de 30Mpa e laje pré-fabricada com lajotas e treliças.

Toda a estrutura foi projetada de acordo com a resistência do solo.

Para toda a obra está sendo indicado concreto de tensão característica (Fck) mínima de 30 Mpa e armaduras de aço CA-50.

As tensões admissíveis e coeficientes de segurança adotados no cálculo dessa obra foram os fixados pelas Normas Brasileiras.

Em anexo, memórias de cálculo do projeto.

5.4 Projeto de pavimentação em blocos intertravados- Uso de Lastro Granular

A utilização da base granular em brita no presente projeto será necessário para garantir uma maior resistência e suporte das cargas as quais são solicitados, e transmiti-las ao solo em uma magnitude que ele suporte. Além disto, garantirá a melhor permeabilização, onde esta estrutura dos pisos precisa ser feita de modo a facilitar o escoamento de água para rede de drenagem e solo.