

OBRA: DIQUE DE CONTENÇÃO DA LAGOA DO ININGA

MUNICÍPIO: LUZILÂNDIA - PI

TRECHO: Est.00 (ENTRONC. PI-112) / Est.100+5,0m (ACESSO A
PONTE SOBRE O RIO PARNAÍBA)

EXTENSÃO: 2,005 Km

PROJETO BÁSICO DE ENGENHARIA

VOLUME 01
RELATÓRIO DO PROJETO

JANEIRO / 2026

SECRETARIA
DO **DESENVOLVIMENTO**
ECONÔMICO - SDE



GOVERNO DO
PIAUI
AQUI TEM TRABALHO.
AQUI TEM FUTURO.

ÍNDICE

- ÍNDICE

1. Apresentação

2. Mapa de Situação

3. Justificativa do Projeto

4. Informativo do Projeto

1.

APRESENTAÇÃO

1. APRESENTAÇÃO

A Secretaria do Desenvolvimento Econômico do Piauí - SDE através de seu representante legal apresenta o Volume 01 – Relatório do Projeto e Memória Justificativa fazendo parte do Projeto de Engenharia, para Execução do Dique de Contenção da Lagoa do Ininga, na cidade de Luzilândia, no trecho: Est.00 (ENTRONC. PI-112) / Est.100+5,0m (ACESSO A PONTE SOBRE O RIO PARNAÍBA), extensão 2,005 Km, no Estado do Piauí.

O presente relatório tem por finalidade apresentar o projeto de execução do Dique de Contenção da Lagoa do Ininga, localizado no município de Luzilândia, estado do Piauí. Este empreendimento faz parte de um conjunto de ações voltadas para a melhoria da infraestrutura urbana e da segurança hídrica na região.

A obra consiste na construção de um dique de contenção ao longo da margem da Lagoa do Ininga, associado a um sistema de drenagem adequado para o controle do escoamento pluvial e da contenção das águas da lagoa. Além disso, será implantada uma avenida com pavimentação asfáltica em Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ), contribuindo para a mobilidade urbana e a acessibilidade na área.

O foco principal da intervenção é a solução dos problemas de drenagem que historicamente afetam a região, garantindo a proteção das áreas adjacentes contra inundações, a estabilização do solo e a preservação ambiental da lagoa. Dessa forma, o projeto visa proporcionar melhorias tanto em termos de infraestrutura quanto na qualidade de vida da população local

Este projeto contém todas as informações que possibilitaram as definições dos serviços, permitindo pleno conhecimento dos elementos necessários a execução da obra e aos licitantes os elementos necessários para a avaliação dos custos e cotação dos preços unitários.

Todos os preços unitários têm como referência as tabelas SINAPI-PI, SICRO-PI, ORSE-SE, SEINFRA-CE e ANP-CE, tendo como base o mês de outubro de 2025, utilizando BDI=29,58%, conforme Ofício-Circular nº 185/2026 (SEI DNIT nº

23528014).

A apresentação do Projeto de Engenharia consta dos seguintes volumes:

Volume 01 – Relatório do Projeto, Memória Justificativa e Planilhas
Orçamentarias

Volume 02 – Projeto Básico de Engenharia

Volume 03 – Notas de Serviço e Cálculo de Volume de Terraplenagem

Volume 04 – Projeto Geotécnico

2.

MAPA DE SITUAÇÃO

Mapa de Situação

Legenda

- Início e Fim do Trecho
- ◆ Trecho: Entr. PI-112 / Acesso Ponte Rio Parraliba



3. JUSTIFICATIVA DO PROJETO

3. JUSTIFICATIVA DO PROJETO

3.1 - HISTÓRICO

A necessidade de execução do Dique de Contenção da Lagoa do Ininga surge da recorrência de inundações e alagamentos que afetam áreas urbanas e vias de circulação próximas à lagoa, especialmente durante períodos de chuvas intensas. O aumento do volume de águas pluviais e a ausência de um sistema de contenção eficiente têm gerado impactos negativos, incluindo danos estruturais, erosão e comprometimento da mobilidade na região.

Como solução, o projeto prevê a construção de um dique de contenção dimensionado para garantir a estabilidade das margens da lagoa e regular o fluxo hídrico, evitando transbordamentos e reduzindo os riscos de erosão. O sistema de drenagem integrado ao dique será projetado para conduzir adequadamente as águas pluviais, minimizando os impactos de acúmulo de água e assegurando a eficiência do escoamento superficial.

Os benefícios esperados com a execução desta obra incluem:

- **Prevenção de inundações:** redução dos riscos de alagamentos em áreas urbanas próximas, protegendo edificações e infraestruturas públicas.
- **Estabilização do solo e preservação ambiental:** controle da erosão das margens da lagoa, evitando assoreamento e garantindo a sustentabilidade do ecossistema local.
- **Melhoria das condições de drenagem urbana:** implantação de um sistema eficiente para a captação e direcionamento das águas pluviais.
- **Aprimoramento da infraestrutura urbana:** além da solução de drenagem, a implantação da avenida pavimentada contribuirá para a mobilidade e o desenvolvimento da região.

Dessa forma, o projeto do Dique de Contenção da Lagoa do Ininga representa uma intervenção estratégica para a segurança hídrica e ambiental da cidade de

Luzilândia, promovendo benefícios diretos para a população e consolidando uma infraestrutura resiliente e sustentável.

O município foi criado pelo Decreto Federal nº 5.901 de 21/10/1943. A população total, segundo o Censo 2022 do IBGE, é de 25.375 habitantes e uma densidade demográfica de 35,96 hab/km², onde 44,00% das pessoas estão na zona rural. Com relação a educação, 74% da população acima de 15 anos de idade são alfabetizadas.

O município está localizado na microrregião do Baixo Parnaíba Piauiense, compreendendo uma área irregular de 732,65 km², tendo como limites ao norte os municípios de Joca Marques e o estado do Maranhão, ao sul Morro do Chapéu do Piauí e São João do Arraial, a leste Joaquim Pires e Morro do Chapéu do Piauí, e a oeste Joca Marques, Madeiro e Matias Olímpio. A sede municipal tem as coordenadas geográficas de 03°27'28" de latitude sul e 42°22'12" de longitude oeste de Greenwich e dista cerca de 234 km de Teresina.

O trecho que sofrerá intervenção tem uma extensão de 2,005 Km e não possui nenhum revestimento asfáltico.

Os serviços propostos neste projeto básico, de execução, têm por objetivo estabelecer as condições funcionais, proporcionando melhora na condição de rolamento e conseqüentemente, na condição estrutural.

3.2 - SITUAÇÃO ATUAL

Após visita de inspeção feita por engenheiro da SDE/PI, constatou que no trecho, a necessidade da Implantação do acesso com pavimento asfáltico, será de grande importância para ligar o Est.00 (ENTRONC. PI-112) / Est.100+5,0m (ACESSO A PONTE SOBRE O RIO PARNAÍBA), que dar acesso a ponte sobre o Rio Parnaíba, da cidade de Luzilândia.

3.3 PROPOSTA

Objetivando melhorar de imediato as condições funcionais do acesso do Trecho Est.00 (ENTRONC. PI-112) / Est.100+5,0m (ACESSO A PONTE SOBRE O RIO PARNAÍBA), proporcionando mais agilidade no percurso e menos tempo de viagem, mais conforto e segurança aos seus usuários, elaborou-se Plano de Trabalho e Orçamento, constituindo-se de PROJETO BÁSICO para o acesso, numa extensão total de 2,005 Km, a saber:

A definição das atividades a serem executadas no pavimento e demais elementos componentes do corpo do dique, foi feita após o trecho ter sido percorrido por profissionais habilitados e com experiência, que avaliaram os segmentos homogêneos e definiram previamente as soluções no campo, que foram compatibilizadas com os levantamentos de campo.

Verificou-se, então, a homogeneidade em todo o trecho percorrido com relação às condições funcionais do pavimento, especificando os serviços, e a sua estrutura a ser implantada.

Foram estudados os seguintes materiais:

- Materiais para execução da sub-base
- Materiais para execução da base
- Materiais para execução do revestimento asfáltico.

Os materiais para execução da sub-base e base, foram selecionados a partir de sondagens, segundo um reticulado de malhas de 90m, com um mínimo de 9 furos de sondagens.

Os materiais de cada furo e camada foram ensaiados para definição da caracterização e suporte, compreendendo ensaios de:

- Granulometria por peneiramento
- Índices físicos LL e LP
- Compactação e CBR (energia do próctor intermediário)
- Além destes ensaios foram realizados, ainda:
 - Ensaios de abrasão Los Angeles nas jazidas relacionadas para sub-base e base.

- Ensaios de Densidade “in situ” para todas as jazidas pesquisadas.

Não há pedreira nas proximidades do Projeto, em condições de exploração econômica.

Os materiais selecionados são solos lateríticos com CBR médio superior a 20% para sub-base e CBR médio superior a 60% para base solo brita (70%-30%)

São apresentados a seguir, croquis e resumo dos ensaios das jazidas de materiais para pavimentação.

Em todo o trecho percorrido com relação às condições funcionais do pavimento, comprovados pelo Relatório Fotográfico, apresentado às páginas seguintes, partindo-se daí para a necessidade do Dique de Contenção com Implantação e Pavimentação Asfáltica em Croncreto Betuminoso Usinado a Quente – CBUQ como a melhor escolha técnico- econômico.

Execução de CBUQ, na pista de rolamento com 14,00m de largura e 2,5m para Ciclovia e passeios com 11,50m de largura total, sendo 6,5m passeio central com faixas p/estacionamento na largura de 5,0m e 2,50m passeio para cada lado nas laterais. será executado: Meio Fio e sarjeta de Concreto , Descidas D’água DAR 60-30, Entrada d’água EDA 02-A, Sinalização Horizontal e Vertical, em; Pint. faixa-tinta base acríl. E = 0,6 mm-NBR 11862/92, Forn. e colocação de tachão e tacha reflet. Bidirecional, Forn. e implantação placa sinaliz. tot.refletiva, local a ser definido pela fiscalização.

O referido Plano, para um prazo de 180 (Cento e Oitenta) dias consecutivos, foi elaborado de acordo com as Normas e Padrões de Desempenho e Instruções de Medição e Pagamento do Sistema de Custos Rodoviários – SICRO do DNIT, região Nordeste.

4. INFORMATIVO DO PROJETO

4. - INFORMATIVO DO PROJETO

4.1. - Características Geométricas

A diretriz escolhida acompanha o segmento já existente.

• Faixa de domínio.....	20,00m
• Velocidade diretriz	40,0km/h
• Plataforma de pavimentação	28,60m
• CBUQ(Pista de Rolamento).....	14,00m
• CBUQ(Ciclovía).....	2,50m
• Bloquete Intertravado(Passeio).....	11,5m
• Declividade transversal	3,00%

4.2. - SERVIÇOS A EXECUTAR

Neste capítulo são indicados os diferentes tipos de serviços a executar, de cada trecho Rodoviário, as soluções concebidas e os materiais a empregar. O resumo das quantidades e distâncias de transportes são apresentados capítulo seguinte.

Os serviços a executar estão agrupados do seguinte modo:

- Serviços de Terraplenagem.
- Serviços de Obras de Artes Corrente.
- Serviços de Pavimentação.
- Serviços de Drenagem Superficial.
- Serviços de Sinalização e Obras Complementares.

4.3. – TERRAPLANAGEM

4.3.1 Desmatamento, destocamento de árvores $D < 0,20m$ e limpeza Este serviço será realizado nos seguintes locais:

- Faixa de construção: na largura de 20,0m para cada lado, a partir do acostamento para remover vegetação que avança sobre a plataforma.

a) Quantidades

- Faixa de construção.....(2,005 x 20,00 x 2) = 80.200,00 m²

4.3.2 Escavação, carga e transporte de matérias em 1ª, 2ª e 3ª categoria

- Os volumes de matérias escavados para correção de erosões, depressões e pequenas alargamentos de aterros, são indicados nos quadros TP 02.01, em anexo.

4.3.3 Compactação de aterros

- As camadas dos aterros deverão ser compactados com 100% da energia do P.I. as quantidades são apresentadas no quadro TP 02.01.

4.4. – DRENAGEM

4.4.1 Estudos Hidrológicos

Este estudo hidrológico objetiva a prover elementos necessários à caracterização climática e pluviométrica da região do projeto, estabelecendo as correlações precipitação-escoamento e possibilitando a determinação das descargas máximas nas bacias hidrográficas em estudo, visando o adequado dimensionamento do sistema de drenagem proposto da Avenida sobre a lagoa Ininga, dentro do município de Luzilândia/PI.

Os documentos relacionados foram utilizados na elaboração deste relatório ou contêm instruções e procedimentos aplicáveis a ele que devem ser utilizados na sua revisão mais recente.

Coleta de dados

O desenvolvimento de estudos hidrológicos para qualquer finalidade exige a pesquisa e coleta de dados básicos envolvendo principalmente estudos existentes, informações cartográficas, informações pluviométricas e observações de campo.

As informações cartográficas são importantes na caracterização morfométrica das bacias hidrográficas em estudo.

A análise dos dados pluviométricos ou pluviográficos obtidos permitem a definição do modelo de chuvas representativo da região do projeto.

As observações de campo possibilitam a estimativa de parâmetros relativos ao solo, tipo de cobertura vegetal, determinação de percentagens de áreas permeáveis e impermeáveis, além de permitir a verificação "in loco" das condições de funcionamento de eventuais estruturas hidráulicas existentes na área.

Os elementos básicos obtidos, utilizados no desenvolvimento dos estudos são listados a seguir:

Caracterização climática, solos e vegetação da área de interesse, de acordo com a obra "Geografia do Brasil - Região Nordeste", da fundação IBGE;

Dados históricos de chuva da estação pluviométrica de Luzilândia, código

00342007, fornecidos pelo portal Hidroweb no site da ANA.

Hidrografia

O município de Timon está inserido na bacia Atlântico, Trecho Norte/Nordeste, sub-bacia Rio Parnaíba que contém como principal rio nas proximidades do projeto o rio Parnaíba.

Caracterização geomorfológica, climática e pluviométrica

O Estado do Maranhão apresenta uma grande diversidade de solos, mas, na área em estudo, podemos destacar os seguintes tipos: neossolo litólico e latossolos amarelo, sendo este predominante. A figura 1 auxilia na visualização dos tipos de solos da região em estudo.

Lattossolo: classe de solos espessos, com baixo gradientetextural entre os horizontes A e B, baixa CTC, baixos ou nulos teores de minerais primários de fácil intemperização. Corresponde a ordem dos Oxisols do sistema americano (SoilTaxonomy).

Genericamente, a classe dos Latossolos envolve solos minerais, não hidromórficos, com horizonte subsuperficial B latossólico caracterizado pelo grau elevado de intemperismo, resultado de energéticas transformações no material constitutivo.

Assim, predomina na sua fração argila mineral no último estágio de intemperismo (caulinita e óxidos de ferro e alumínio), sendo que a fração areia é dominada por minerais altamente resistentes ao intemperismo, principalmente quartzo (Coelho, et al., 2002). Os Latossolos, em geral, são macios, de consistência úmida friável ou muito friável por todo o perfil, com estrutura maciça ou em blocos subangulares de fraco grau de desenvolvimento, às vezes moderado, e pequeno incremento de argila em profundidade. Comumente, são profundos, atingindo vários metros de espessura e apresentando homogeneidade vertical com relação a vários atributos morfológicos.

São solos com sequência de horizontes A, Bw, C, sendo a subdivisão dos horizontes

Subsuperficiais Bw feita através de sutis diferenças morfológicas.

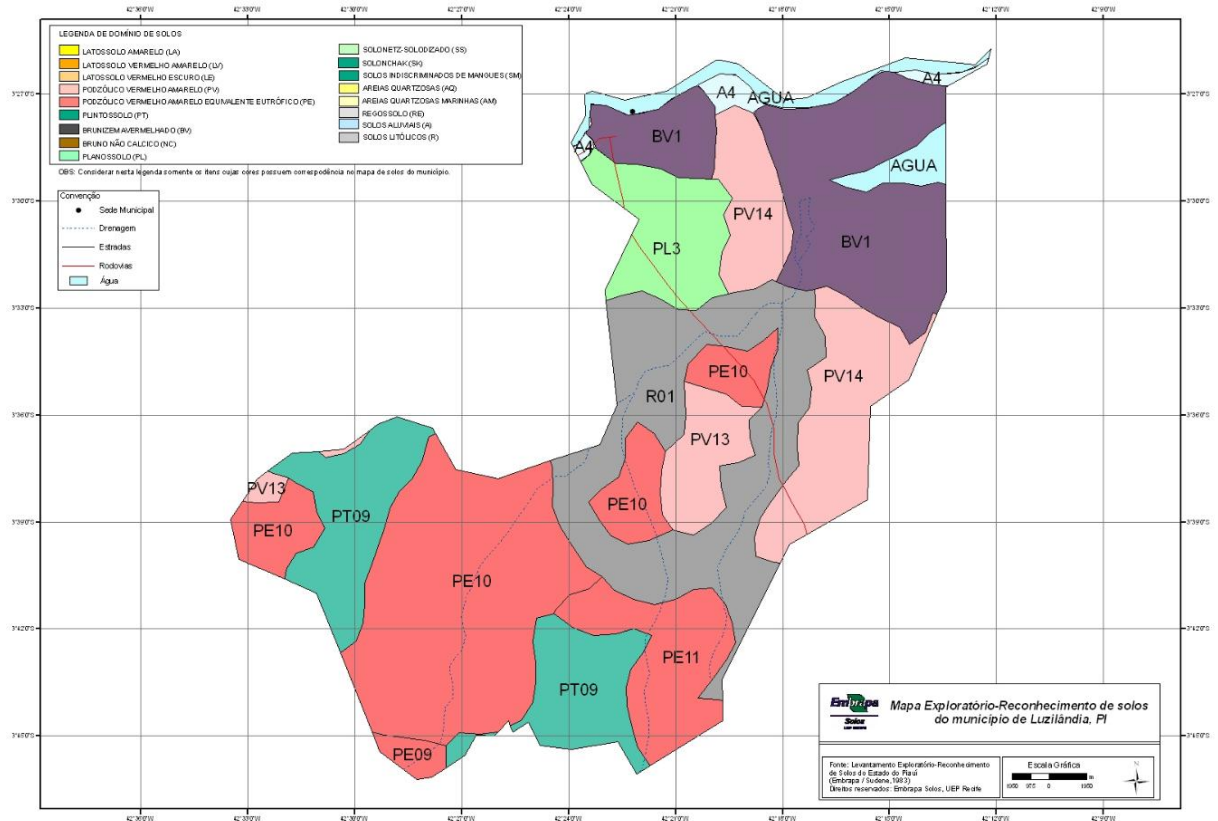


FIGURA 1 – MAPA DE SOLOS DA REGIÃO DO PROJETO

A vegetação da região do projeto, localizada na mesorregião norte do Piauí e microrregião de Luzilândia e à margem direita do Rio Parnaíba, é predominantemente composta por cerrado. Na região em estudo, podemos destacar de forma mais particular e vegetação derivada da região da Savana (Cerrado), sendo que boa parte desta já foi antropizada pela ação do homem, predominando hoje a vegetação secundária e atividades agrárias. Para uma melhor visualização veja a figura 2.

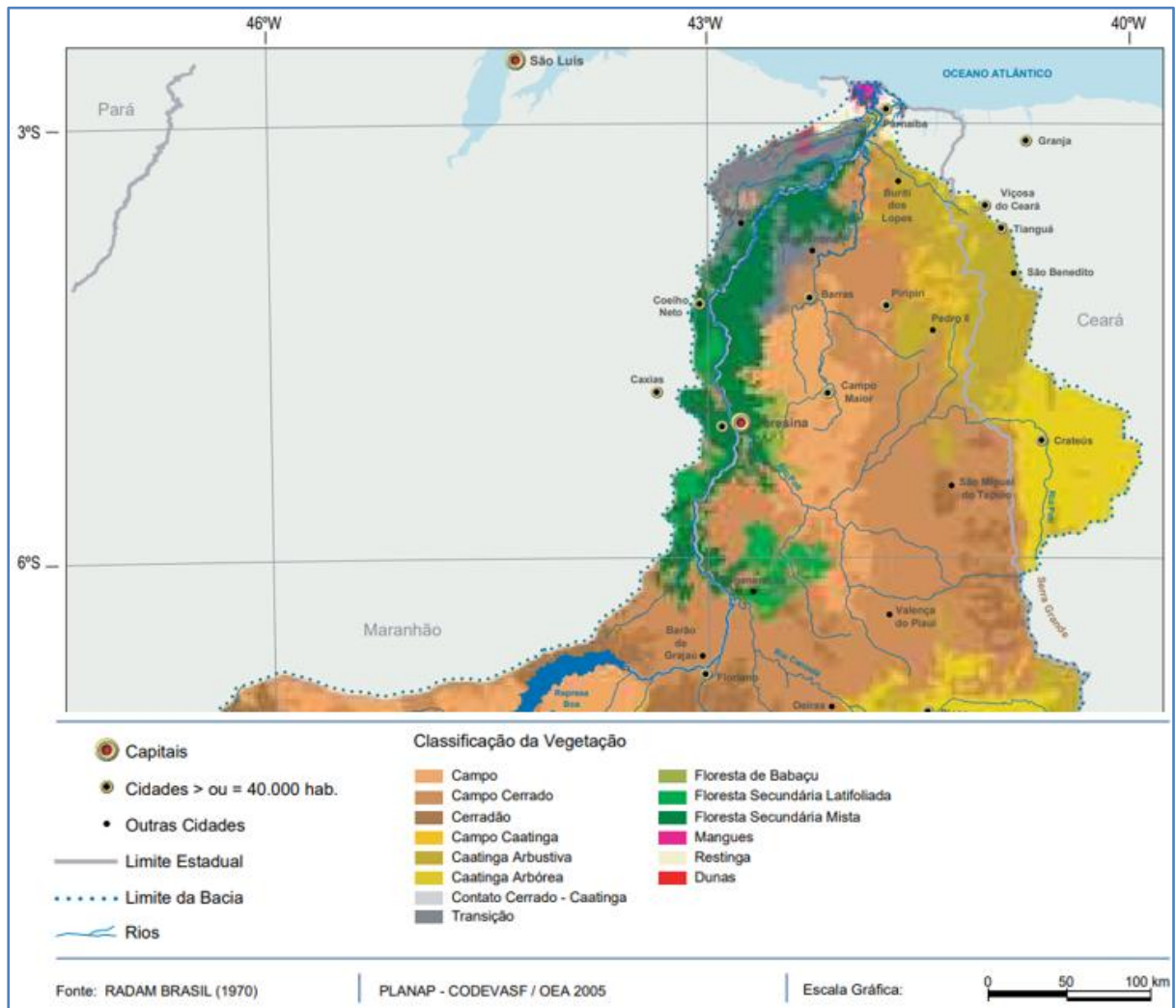


FIGURA 2 – MAPA DE VEGETAÇÃO DA REGIÃO DO PROJETO

Tendo-se em vista que o estudo das precipitações e a correta determinação dos modelos pluviográficos e das correlações precipitação-escoamento aplicáveis a uma determinada região são o principal objetivo dos estudos Hidrológicos, torna-se necessário um entendimento mínimo da climatologia regional e sua manifestação na área do projeto, através da pesquisa em textos e publicações existentes sobre o assunto.

Segundo Edmon Nimer, a região Norte brasileira, onde se localiza a área em estudo, se caracteriza por uma notável diversificação climática, função da atuação simultânea de diversos fatores, alguns de ordem estática, outros de natureza dinâmica.

Os fatores estáticos compreendem a posição e o relevo. A região de

estudo está situada entre os paralelos 8° a 9° sul, resultando a localização de quase todas as suas terras na zona equatorial. Nessa posição, a região fica submetida a forte radiação solar, uma vez que a intensidade desse fenômeno depende essencialmente da altura do sol sobre o horizonte. A radiação solar, por sua vez, cria melhores condições à evaporação, que será tanto mais ativa quanto maior o calor disponível.

O projeto enquadra-se, segundo Edmon Nimer (Climatologia do Brasil, IBGE-1989), em área de clima tropical, com 5 meses secos ao ano, caracterizado pelas altas temperaturas, cujas médias situam-se entre 23 e 32 em todos os meses do ano. Segundo a classificação de Köppen, conforme figura 3, pode ser enquadrado no tipo Aw de Inverno seco.

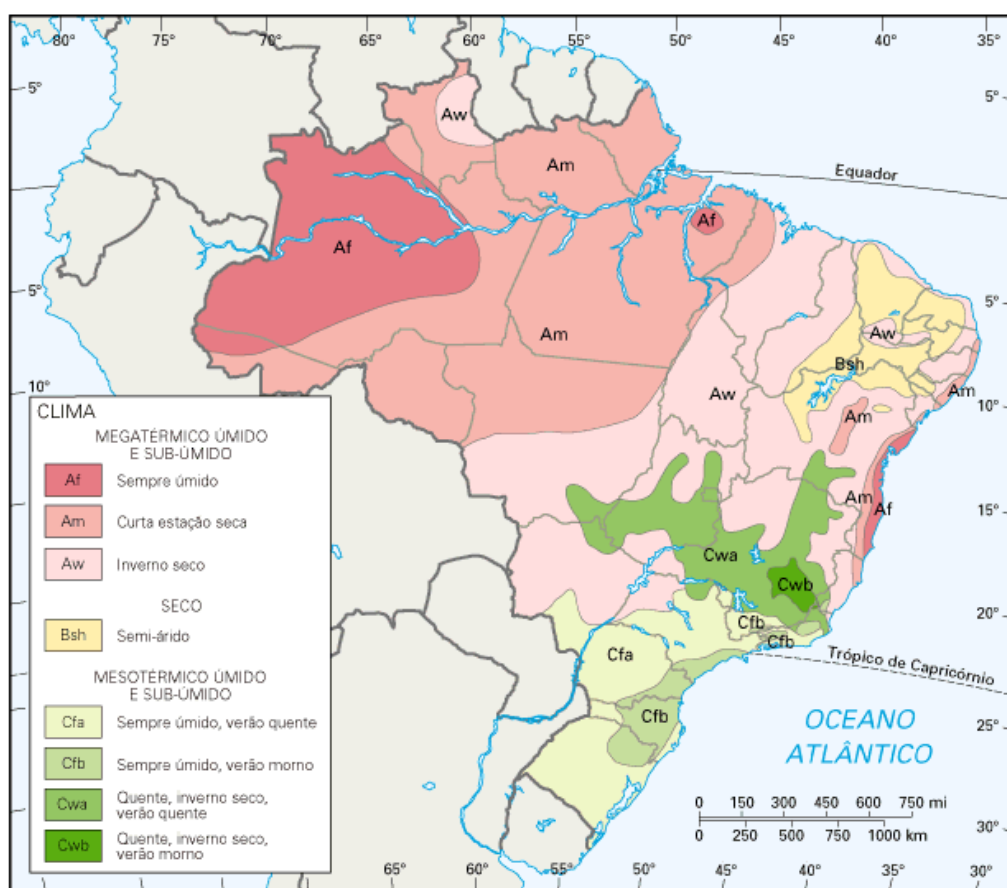


FIGURA 3 – MAPA DE CLASSIFICAÇÃO DE CLIMA

Sistema de alerta de cheia do rio Parnaíba

O Sistema de Alerta Hidrológico de Cheias é uma das principais medidas

não estruturais de um sistema de drenagem urbana (CANHOLI, 2015), permitindo alertar os órgãos competentes pela salvaguarda da população, como a Defesa Civil e o Corpo de Bombeiros, bem como a comunidade em geral, sobre a iminência de uma inundação ribeirinha.

Importante o alerta deste estudo para previsão do fechamento de comportas do sistema de bombeamento do projeto do Dique deste projeto.

Tal alerta é emitido a partir de previsões do comportamento futuro do rio. Quanto maior o tempo de antecedência da previsão, maior o tempo para a execução de medidas de minimização de prejuízos e proteção às vidas humanas, como, por exemplo, a evacuação da população residente na área a ser afetada.

Para a operação do sistema tem-se a definição de cotas de referência mantidas pelo rio em cada seção de interesse o que permite avaliar o risco da ocorrência de eventos de inundação no curto prazo e condicionam as ações decorrentes como a emissão de boletins e avisos às Defesas Civas e à sociedade em geral.

Tais cotas são classificadas por cor e tem as definições e ações decorrentes listadas na Tabela a seguir, bem como figura com as cotas máximas e de inundação.

Cor	Nome	Descrição	Ação Decorrente
Verde	Cota Normal	Não há risco da ocorrência de inundação.	Apenas monitoramento.
Amarelo	Cota de Atenção	Possibilidade moderada de ocorrência de inundação.	Aumento da frequência de monitoramento. Inicia a observação das previsões climáticas de curto prazo.
Laranja	Cota de Alerta	Possibilidade elevada de ocorrência de inundação.	Operação em regime de plantão. Emissão de boletins com as previsões de comportamento futuro. Contato com as Defesas Civas.
Vermelho	Cota de Inundação	Cota em que o primeiro dano é observado no município.	Segue a operação em regime de plantão e a emissão de boletins de previsão, permitindo avaliar se o quadro deve melhorar ou piorar no curto prazo.

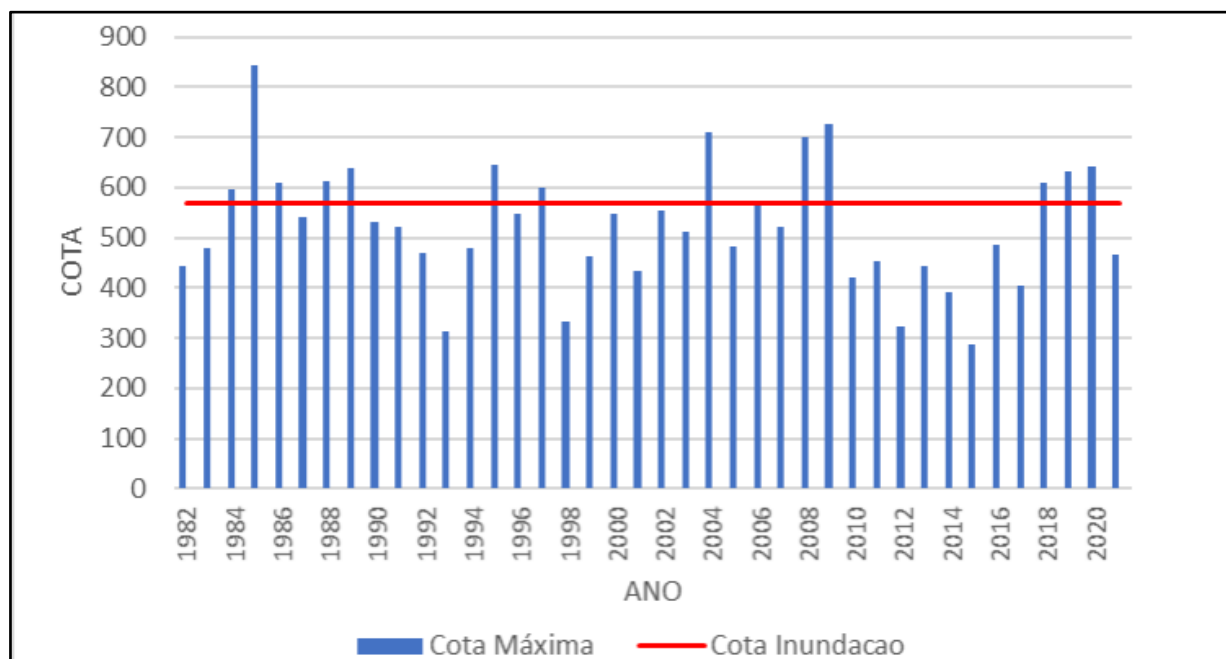


Figura 7. Cotas máximas anuais e cota de inundação para o posto de Luzilândia (34879500).

Pluviometria

A pluviosidade da região em estudo apresenta características bastante diversificadas. O regime de chuvas é determinado pela sua posição geográfica em relação à influência marítima e às correntes de circulação perturbada, e pelos contrastes morfológicos de seu relevo.

Com relação às chuvas, a região de estudo apresenta o domínio climático muito pluvioso, embora não se verifique uma homogeneidade espacial como acontece com a temperatura. Para a avaliação da pluviosidade da região, foram compilados os dados da estação pluviométrica Luzilândia no município de Teresina - PI. Tal Escolha se deu pelo maior tempo em operação e menor ocorrência de erros nas leituras.

Código	Estação	Município	Resp.	Lat	Long	Período
ESTAÇÃO PLUVIOMÉTRICA						
00542007	Luzilândia	Luzilândia	ANA	5.083174°	-42.816822°	48 anos

Da análise desses dados, verifica-se que o período “seco” abrange os meses Junho/Julho/Agosto/Setembro/Outubro, sendo Agosto o mês mais seco, com média mensal de 12,62 mm. O período mais chuvoso se estende de Novembro a

maio, sendo o trimestre mais chuvoso, de fevereiro a abril. O total pluviométrico anual médio da região é de 1410 mm.

Nas figuras 5 e 9, a seguir, são apresentados os histogramas das precipitações mínimas, médias e máximas mensais e do número médio de dias de chuva, para a região do projeto, conforme as tabelas 1 e 2 a seguir.

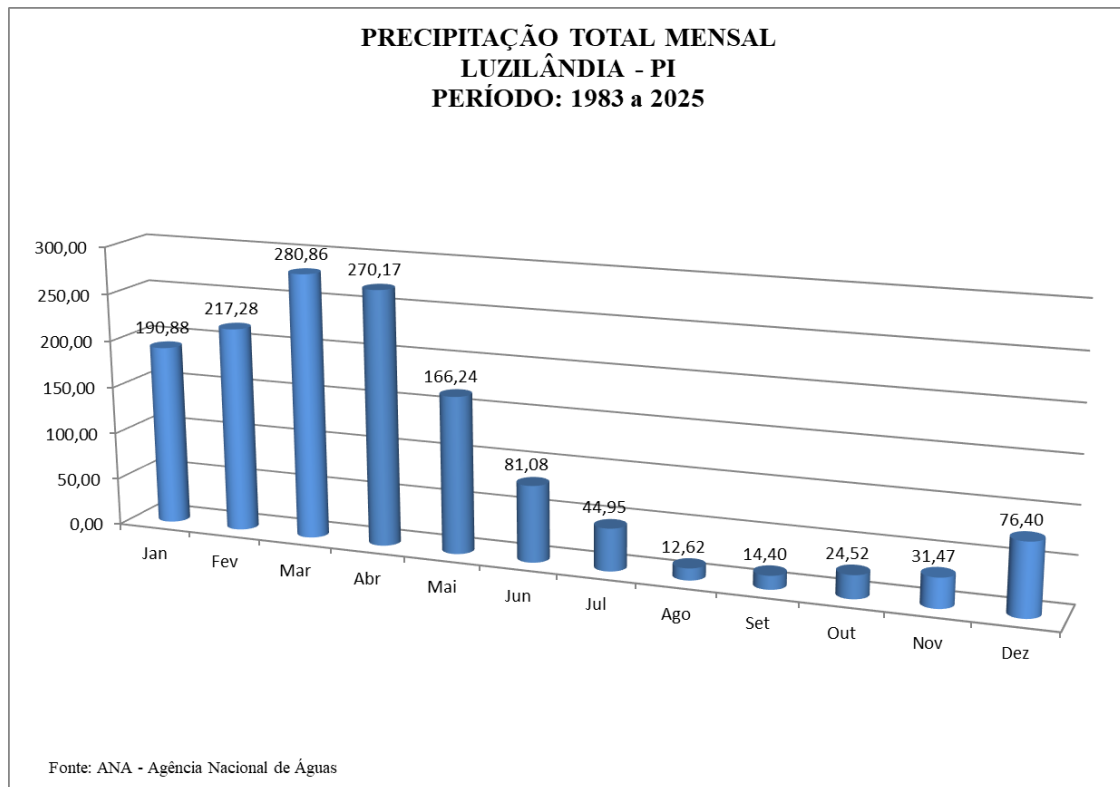


FIGURA 4 – PRECIPITAÇÃO MÉDIA DA MÁXIMA MENSAL

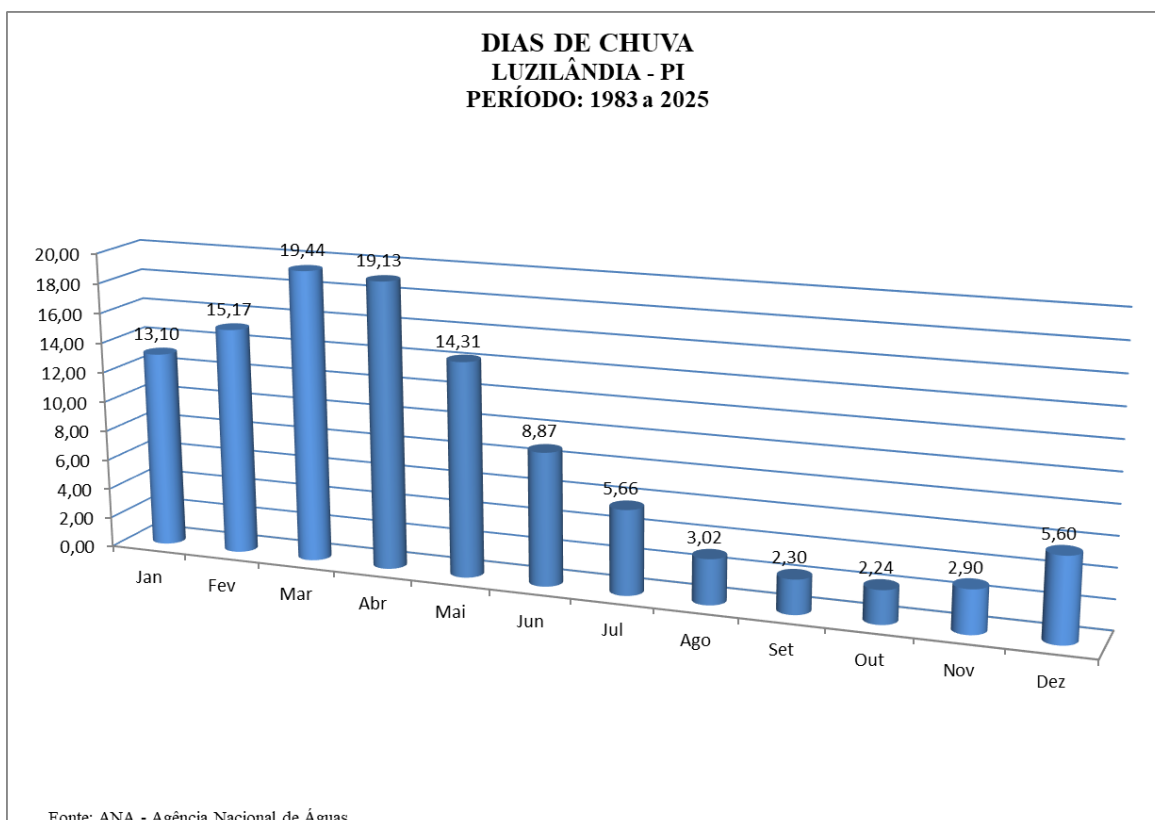


FIGURA 5 – PRECIPITAÇÃO MÁXIMA MENSAL

Para a determinação do regime de chuva da área estudou-se estatisticamente a partir do método de Gumbel a série de dados mais recentes de máximas chuvas anuais do posto pluviométrico de Luzilândia, apresentado a seguir na tabela 3.

TABELA 3 – ANÁLISE DE FREQUÊNCIA (GUMBEL)

Estação: LUZILÂNDIA		Código: 00342007				
Município: LUZILÂNDIA		UF: PI				
M	ANO	P(mm)	$F=(M/(N+1))*100$	$P=100-F$	$T=100/F$	Y
1	2025	71,60	2,27	97,73	44,00	3,77
2	2024	106,80	4,55	95,45	22,00	3,07
3	2023	96,60	6,82	93,18	14,67	2,65
4	2022	84,60	9,09	90,91	11,00	2,35
5	2021	76,00	11,36	88,64	8,80	2,12
6	2020	72,70	13,64	86,36	7,33	1,92
7	2019	57,80	15,91	84,09	6,29	1,75
8	2018	74,60	18,18	81,82	5,50	1,61
9	2017	61,80	20,45	79,55	4,89	1,47
10	2016	160,30	22,73	77,27	4,40	1,36
11	2015	93,10	25,00	75,00	4,00	1,25

Estação: LUZILÂNDIA				Código: 00342007		
Município: LUZILÂNDIA				UF: PI		
M	ANO	P(mm)	$F=(M/(N+1))*100$	$P=100-F$	$T=100/F$	Y
12	2014	53,80	27,27	72,73	3,67	1,14
13	2013	71,10	29,55	70,45	3,38	1,05
14	2012	74,10	31,82	68,18	3,14	0,96
15	2011	107,40	34,09	65,91	2,93	0,87
16	2010	90,50	36,36	63,64	2,75	0,79
17	2009	79,90	38,64	61,36	2,59	0,72
18	2008	148,10	40,91	59,09	2,44	0,64
19	2007	70,10	43,18	56,82	2,32	0,57
20	2006	87,40	45,45	54,55	2,20	0,50
21	2005	136,60	47,73	52,27	2,10	0,43
22	2004	77,60	50,00	50,00	2,00	0,37
23	2003	130,00	52,27	47,73	1,91	0,30
24	2002	77,00	54,55	45,45	1,83	0,24
25	2001	80,90	56,82	43,18	1,76	0,17
26	2000	102,10	59,09	40,91	1,69	0,11
27	1999	71,00	61,36	38,64	1,63	0,05
28	1998	93,10	63,64	36,36	1,57	-0,01
29	1997	187,20	65,91	34,09	1,52	-0,07
30	1996	125,20	68,18	31,82	1,47	-0,14
31	1995	71,00	70,45	29,55	1,42	-0,20
32	1994	40,50	72,73	27,27	1,38	-0,26
33	1993	78,50	75,00	25,00	1,33	-0,33
34	1992	59,00	77,27	22,73	1,29	-0,39
35	1991	103,40	79,55	20,45	1,26	-0,46
36	1990	53,00	81,82	18,18	1,22	-0,53
37	1989	118,00	84,09	15,91	1,19	-0,61
38	1988	68,00	86,36	13,64	1,16	-0,69
39	1987	88,30	88,64	11,36	1,13	-0,78
40	1986	97,80	90,91	9,09	1,10	-0,87
41	1985	80,60	93,18	6,82	1,07	-0,99
42	1984	84,70	95,45	4,55	1,05	-1,13
43	1983	37,40	97,73	2,27	1,02	-1,33
Média		88,35				0,55
Desvio		30,57				1,16

$$x_f = x - S_x(y/S_n)$$

Xf
74,00

TABELA 5 – CÁLCULO DE Y EM FUNÇÃO DO T

Período de Retorno T (anos)						
$y = -\ln(-\ln(1-(1/T)))$						
T	5	10	15	25	50	100
Y	1,50	2,25	2,67	3,20	3,90	4,60
P	113,48	133,23	144,37	158,18	176,70	195,07

Os resultados obtidos para chuva de 1 dia são apresentados na Tabela 6: Tabela 12. Chuva de 1 dia.

TABELA 6 – Chuva de 1 dia

Chuva de 1 dia						
TR	5	10	15	25	50	100
P	113,48	133,23	144,37	158,18	176,70	195,07

As precipitações de 24 h têm relação constante e independente do período de retorno, de 1,14, com as precipitações diárias. Dessa forma, foram obtidas as chuvas de 24 horas, conforme Tabela 7

TABELA 7 – Chuva de 1 dia

Chuva de 24 horas						
TR	5	10	15	25	50	100
P	117,98	135,53	145,43	157,70	174,14	228,20

TABELA 8 – RELAÇÕES PRECIPITAÇÃO-DURAÇÃO-FREQUÊNCIA (mm)

Desagregação da chuva de 1 dia em chuva de 24 horas e de menores durações (P em mm)							
P	K	5	10	15	25	50	100
1dia		113,48	133,23	144,37	158,18	176,70	195,07
24horas	1,14	129,37	151,88	164,59	180,33	201,44	222,38
12h/24h	0,85	109,96	129,10	139,90	153,28	171,22	189,03
10h/24h	0,82	106,08	124,54	134,96	147,87	165,18	182,36
08h/24h	0,78	100,91	118,47	128,38	140,66	157,12	173,46
06h/24h	0,72	93,14	109,36	118,50	129,84	145,03	160,12
01h/24h	0,42	54,33	63,79	69,13	75,74	84,60	93,40
30min/1h	0,74	40,21	47,20	51,15	56,05	62,61	69,12
25min/30min	0,91	36,59	42,96	46,55	51,00	56,97	62,90
20min/30min	0,81	32,57	38,24	41,43	45,40	50,71	55,98
15min/30min	0,70	28,14	33,04	35,81	39,23	43,82	48,38
10min/30min	0,54	21,71	25,49	27,62	30,27	33,81	37,32
05min/30min	0,34	13,67	16,05	17,39	19,06	21,29	23,50

TABELA 9 – RELAÇÕES PRECIPITAÇÃO-DURAÇÃO-FREQUÊNCIA (mm)

Intensidade de Precipitação em (mm/h)							
Tempo (hora)		5	10	15	25	50	100
	24h	5,39	6,33	6,86	7,51	8,39	9,27
	12h	9,16	10,76	11,66	12,77	14,27	15,75
	10h	10,61	12,45	13,50	14,79	16,52	18,24
	08h	12,61	14,81	16,05	17,58	19,64	21,68
	06h	15,52	18,23	19,75	21,64	24,17	26,69
	01h	54,33	63,79	69,13	75,74	84,60	93,40
	30 min	80,41	94,41	102,31	112,09	125,21	138,23
	25 min	87,81	103,09	111,72	122,41	136,73	150,95
	20 min	97,70	114,71	124,30	136,19	152,13	167,95
	15 min	112,58	132,17	143,23	156,93	175,30	193,53
	10 min	130,27	152,94	165,73	181,59	202,84	223,94
	05 min	164,05	192,60	208,71	228,67	255,43	282,00

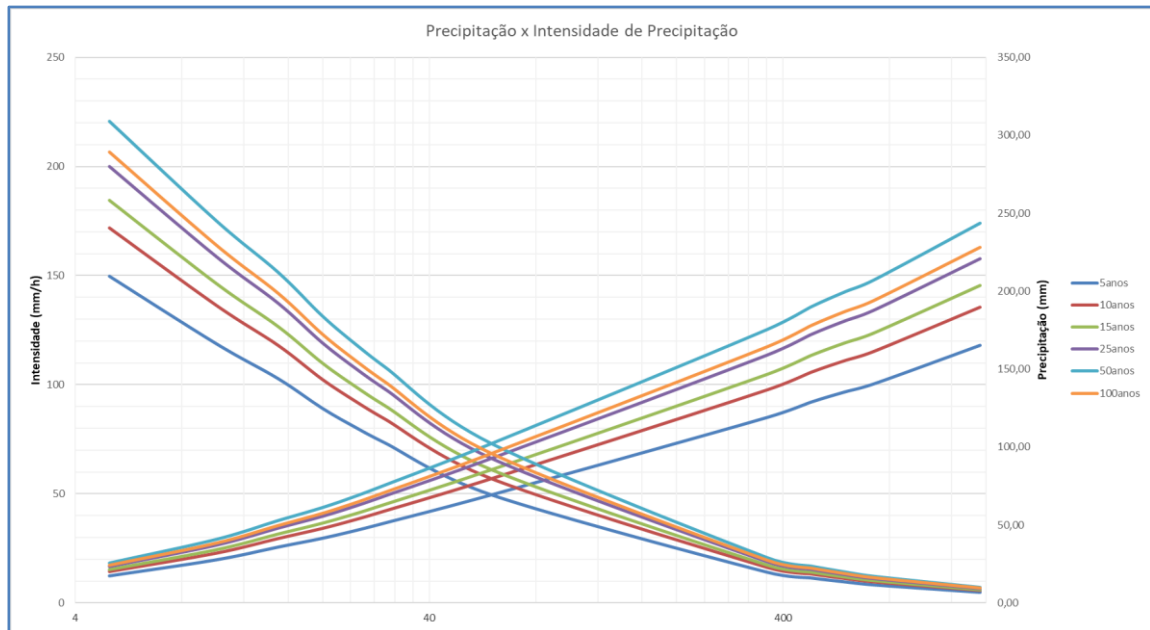


FIGURA 9 – CURVAS IDF X PDF

Metodologia de Cálculo das Descargas de Projeto

A metodologia de cálculos hidrológicos para determinação das vazões de projeto será definida em função das áreas de contribuição das bacias hidrográficas, conforme apresentado a seguir:

Método Racional – Área < 1 km²;

Método Racional Modificado – 1 km² < Área < 4 km²;

Método Hidrograma Sintético Triangular – 4 km² < Área < 10 km²;

Método Hidrograma Unitário Triangular – Áreas > 10 km².

A seguir, é apresentada apenas a fórmula do método Racional, já que todas as bacias do trecho contemplado neste projeto, tem áreas menores que 1 km².

I. Método Racional

Equação 1

$$Q = 0,278 * C * I * A$$

Onde:

Q = vazão (m³/s);

0,278 = fator de conversão de unidades (adimensional);

C = coeficiente de escoamento superficial, classificado em função do tipo de solo, da cobertura vegetal e da declividade média da bacia (adimensional);

i = intensidade de precipitação (mm/h);

A = área da bacia contribuinte (km²).

Coeficiente de Escoamento

O coeficiente de escoamento superficial utilizado foi fixado a partir da avaliação dos parâmetros relativos às características de solo do local, semi-permeável, tipo de cobertura vegetal, escassa e as vezes deixando o solo exposto, como visto na figura 8, estimativa de percentagens de áreas permeáveis e impermeáveis, com a declividade das bacias variando de fortemente ondulada a levemente ondulada e com base nos valores propostos pelo “Bureau of Public Roads - USA”, constantes da tabela 13, determinou-se o coeficiente de Run-off igual 0,40.

TABELA 10 – VALORES DOS COEFICIENTES DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL

DESCRIÇÃO DAS ÁREAS DAS BACIAS TRIBUTÁRIAS	COEFICIENTE DE DEFLÚVIO "c"
Comércio:	
Áreas Centrais	0,70 a 0,95
Áreas da periferia do centro	0,50 a 0,70
Residencial:	
Áreas de uma única família	0,30 a 0,50
Multi-unidades, isoladas	0,40 a 0,60
Multi-unidades, ligadas	0,60 a 0,75
Residencial (suburbana)	0,25 a 0,40
Área de apartamentos	0,50 a 0,70
Industrial:	
Áreas leves	0,50 a 0,80
Áreas densas	0,60 a 0,90
Parques, cemitérios	0,10 a 0,25
Playgrounds	0,20 a 0,35
Pátio e espaço de serviços de estrada de ferro	0,20 a 0,40
Terrenos baldios	0,10 a 0,30

FONTE: DNIT IPR 715 – MANUAL DE HIDROLOGIA BÁSICA p.128;

Períodos de retorno

O tempo de recorrência estabelecido por análise de frequência indica simplesmente o intervalo médio entre eventos iguais ou maiores que uma dada

grandeza, ou a probabilidade de que tal evento ocorrerá em um ano qualquer. Na previsão de chuvas intensas, o tempo de recorrência corresponde ao número médio de anos em que uma dada precipitação seja igualada ou excedida.

Os tempos de recorrência adotados neste projeto para o dimensionamento das estruturas de drenagem estão em conformidade com as Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários (IS-203: Estudos Hidrológicos) do DNIT como pode ser observado na Tabela 12.

TABELA 12 – PERÍODOS DE RETORNO DO PROJETO FONTE: IS-203, DNIT(2006)

Dispositivos	TR (Anos)
Drenagem Superficial	5 a 10
Bueiros Tubulares	15

Esses valores são normalmente utilizados em projetos viários, e recomendados pelos órgãos oficiais e diversas publicações especializadas no assunto. Os critérios utilizados no dimensionamento e verificação hidráulica das obras-de-arte correntes são comentados no item subsequente.

Tempo de Concentração (tc)

Para este projeto foi adotado os tempos de concentração mínimo indicados abaixo:

- Drenagem superficial de plataforma: 5 minutos;
- Bueiros de Talvegue: 15 minutos;

Esta escolha se dá principalmente porque fórmulas empíricas (Kirpich, Giandotti, etc.) podem dar tempos muito baixos em áreas pequenas e muito impermeáveis. Se o tempo for muito curto, a intensidade da chuva calculada pela curva IDF será altíssima, gerando vazões exageradas.

Este limite mínimo de 15 min é uma condição de projeto para se manter coerência.

É uma prática da engenharia se adotar estes valores, como o Manual de Procedimentos para elaboração de Estudos e Projetos de Engenharia Rodoviária Volume VII – Projeto de Drenagem, página 21.

O tempo de concentração pode ser definido em função do comprimento e do desnível do talvegue principal da bacia utilizando a Fórmula de Kirpich,

considerando o seguinte:

Equação 1 - Tempo de concentração para bacias com $A \leq 80$ ha

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

Onde:

t_c é o tempo de concentração, em minutos;

L é comprimento do talvegue, em quilômetros;

H é o desnível do talvegue, em metros.

4.4.2 Dimensionamento das obras de drenagem

No dimensionamento das obras-de-arte correntes foi efetuado para atendimento às vazões de projeto associadas ao período de retorno de 15 anos, considerando que os bueiros poderão trabalhar cheios.

Nesse caso, será utilizada a metodologia exposta na publicação “Hydraulic Charts for the Selection of Highway Culverts”, Circular nº 5, do “Bureau of Public Roads” – USA.

A seguir planilha com os resultados dos cálculos de vazão do trecho estudado:

SISTEMA DE BUEIROS / BOMBEAMENTO DA LAGOA DO ININGA										
BACIA A	AREA		TALVEGUE E	H	i	C	tc (calculado)	tc (adotado)	Intens. de Precipitação	Q (Vazão)
	(km²)	(ha)	(m)	(m)	(m/m)		(min)	(min)	(15 anos)	(m³/s)
1	0,220	22,00	450,00	19	0,042	0,2 0	7,295	15	110,11	1,347
2	0,109	10,93	398,00	11	0,028	0,2 0	7,813	15	110,11	0,669
3	0,070	6,99	463,00	22	0,048	0,2 0	7,125	15	110,11	0,428

Mapa de bacias

O mapa das bacias, mostrado na figura a seguir, tem como objetivo ilustrar as áreas de contribuições para cálculo das vazões máximas dos bueiros, bem

como o sistema de bombeamento.



Figura 10 – Mapa da bacia

4.4.3 Drenagem superficial

A drenagem superficial consiste basicamente em coletar o escoamento das águas superficiais que atingem ou que possam atingir a ferrovia.

Para efeito das dimensões, características geométricas, materiais a serem utilizados e demais detalhes construtivos como a execução pelo método de extrusão e utilização de pré-fabricado, deverão ser adotados os alburnos de projeto tipo de drenagem e obras de arte correntes do Padrão DNIT.

- Meios –fios – estão sendo indicados, particularmente, nos lados internos das curvas horizontais e em aterros com $h > 1,0m$.
- Sarjetas de cortes – foram indicadas para os locais de greide em corte.

O dimensionamento dos dispositivos de drenagem superficial possibilitará o estabelecimento dos comprimentos críticos para cada tipo de obra, em função da declividade dos segmentos a que correspondem, da rugosidade, seção de vazão e velocidade. Definir-se-ão assim, comprimentos máximos aos segmentos nos quais a obra é capaz de conduzir sem transbordamento a uma dada descarga afluyente.

O sistema de drenagem superficial compõe-se essencialmente dos seguintes elementos para as plataformas:

Sarjetas/Canais e Canaletas de aterro de diversos tipos.

A velocidade mínima admissível é de 0,60 m/s. A velocidade máxima admissível para dispositivos em concreto, 5,00 m/s.

As quantidades dos dispositivos de drenagem são apresentados no quadro DR 02.01.01 anexo. No quadro anexo consta os trechos e extensões de meio fio e sarjeta a serem executados.

4.4.4 Sistema de Bombeamento

INTRODUÇÃO

A cidade de Luzilândia (PI) sofre inundações recorrentes quando o rio Parnaíba atinge níveis elevados, o que provoca o transbordamento das lagoas a jusante e a invasão de áreas residenciais. O Dique de Contenção da Lagoa do Ininga foi concebido para proteger essas áreas urbanas: em condições normais, os bueiros atravessam as vazões por gravidade para as lagoas; em cheias, válvulas tipo flap fecham automaticamente na face jusante, impedindo o refluxo para as casas. As contribuições de montante passam a ser armazenadas temporariamente nas áreas entre as residências e o dique e bombeadas para as lagoas acima da cota de máxima cheia adotada para TR = 15 anos.

As inundações poderão conter sólidos e grandes quantidades de materiais fibrosos, como galhos, folhas, ervas daninhas, lixo, sujeira e sedimentos, como areia, lodo, lama e terra. As bombas e o desenho da estação de bombeamento cumprirão rigorosos requisitos, entre eles, controlar que o lixo não fique preso nas bombas ou que haja sedimentos nas caixas de tubulação das mesmas.

A seguir descrição das do sistema de bombeamento, bem como foto de um exemplo de válvula Flap:

Situação 1 – Condição Normal

- i. O Rio Parnaíba está com nível baixo.
- ii. O fluxo da vazão ocorre da área urbana em direção ao rio.
- iii. Existe um dique com avenida sobre a área de várzea, separando a área urbana das

várzeas/lagoas.

- iv. Casas estão localizadas na área urbana, protegidas pelo dique.

Situação 2 – Condição de Cheia

- v. O Rio Parnaíba está com nível elevado, causando inundação nas várzeas e lagoas.
- vi. O sentido do fluxo se inverte: a água tende a ir do rio para a área urbana.
- vii. Há uma comporta com válvula tipo flap, fechada nas extremidades de jusante dos bueiros para impedir a entrada da água advinda das inundações das lagoas / rio Parnaíba.
- viii. A água proveniente da área urbana é acumulada e bombeada por bombas instaladas nas caixas, evitando alagamento.

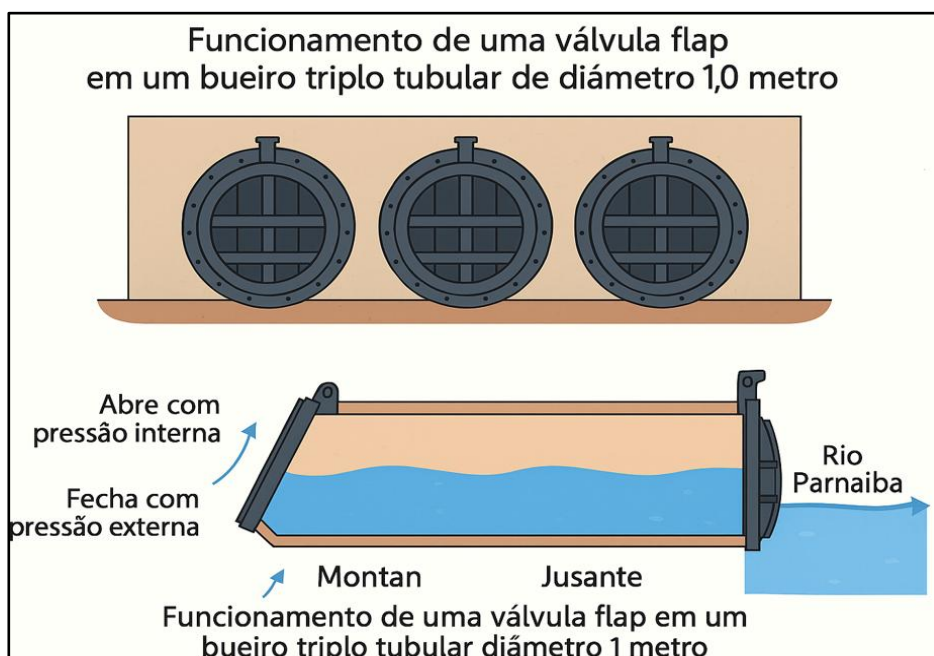


Figura 11 – Válvula FLAP

DADOS DO PROCESSO

Os sistemas de bombeamento foram definidos com operação de bombas do tipo anfíbias em operação submersas e em paralelo. Cada conjunto de bombas será instalado na Caixa B01 e na Caixa B02. O arranjo considerado é apresentado pela Figura 1.

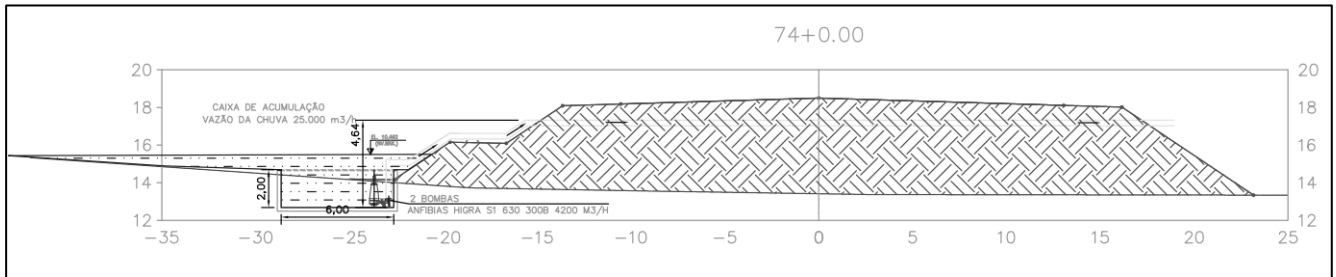


Figura 1 – Arranjo do sistema de bombeamento.

Foi definido que devem ser usadas bombas anfíbias do do tipo semiaxial, que tem como característica a capacidade de transportar altas vazões em pequenas alturas manométricas.

CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO

Cálculo das Velocidades

O cálculo da velocidade média do fluxo em cada tubulação foi realizado por meio da Equação 2 da continuidade, expressa como:

$$V = \frac{Q}{\left(\frac{\pi * D^2}{4}\right)} \quad \text{Equação 2}$$

Onde:

- V = Velocidade média do escoamento na tubulação (m/s);
- Q = Vazão de bombeamento (m³/s);
- D = Diâmetro interno da tubulação (m).

Perda de carga contínua

A perda de carga na adutora de recalque foi obtida com base na fórmula universal de perda de carga, associada à equação de Colebrook-White, expressa pelas Equação 3 a Equação 5, na sequência:

$$j = \frac{fV^2}{2.g.D} \quad \text{Equação 3}$$

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2\log\left(\frac{k}{3,7D} + \frac{2,51}{Re * \sqrt{f}}\right) \quad \text{Equação 4}$$

$$Re = V * D * \nu$$

Equação 5

Parâmetros utilizados:

- Perda de carga linear total (j)
- Fator de atrito (f)
- Velocidade de fluxo (V);
- Diâmetro interno da adutora (D);
- Comprimento da adutora (L);
- Número de Reynolds (Re);
- Aceleração da gravidade (g): 9,81 m/s²;
- Rugosidade absoluta (k): 0,20 mm (valor considerado para tubulação de ferro);
- Viscosidade (ν): 10⁻⁶ m²/s (água a 20°C)

Perda de Carga localizada

O cálculo da perda de carga na estação elevatória foi feito em função das conexões e válvulas comumente usadas na saída da bomba. A perda de carga localizada (hf_{total}) referente a dissipação de energia que ocorre nos dispositivos existentes na estação elevatória.

A perda é calculada pela fórmula:

$$hf = \frac{K \cdot V^2}{2 \cdot g}$$

Onde:

- K – Coeficiente de perda localizada em função do equipamento ;
- V – Velocidade de fluxo da tubulação (m/s);
- g – Aceleração da gravidade = 9,8 m/s².

Cálculo da Altura Manométrica Máxima

Para determinar a máxima altura manométrica da(s) bomba(s) (H_{max}), foi considerada a soma entre a altura geométrica máxima ($H_{geo\ max}$) e as perdas de carga localizada na elevatória ($H_{loc\ eb}$), na adutora ($H_{loc\ ad}$) e a distribuída até o reservatório (H_d). A Equação 6 calcula a altura manométrica máxima.

$$H_{max} = H_d + H_{loc-eb} + H_{loc-ad} + H_{geo-m\u00e1x}$$

Equação 6

Onde:

- H_{max} = Altura manométrica máxima;
- H_d = perda de carga distribuída na adutora;
- H_{loc-eb} = perda de carga localizada na elevatória;
- H_{loc-ad} = perda de carga localizada na adutora;
- $H_{geo\ max}$ = altura geométrica máxima de recalque.

Cálculo da Potência dos Motores

A potência dos motores foi calculada utilizando-se a Equação 7, descrita na sequência.

$$P_t = \frac{H_{man} * Q}{75 * \eta}$$

Equação 7

Onde:

- P_t = Potência em cada conjunto moto-bomba (cv);
- Q_t = Vazão de bombeamento
- n = eficiência global = eficiência do motor x eficiência da bomba;
- H_{max} = Altura manométrica máxima

Para o cálculo da potência comercial aplica-se o fator recomendado por Azevedo Netto (Livro - Manual de Hidráulica pág. 271) em função da potência e considera-se a potência comercial imediatamente superior.

4.5. - PAVIMENTAÇÃO

4.5.1 Sub-Base

A sub-base deverá ser executada em solo estabilizado granulometricamente sem mistura, com espessura de 20cm. Trata-se de solo laterítico, CBR médio de 20%, pouca plasticidade.

4.5.2 Base

A base deverá ser executada em solo estabilizado granulometricamente com mistura solo brita (70% - 30%) na pista c/ mat. de jazida e brita comercial, com espessura de 20cm.

4.5.3 Imprimação

A imprimação deverá ser executada em toda a largura da base, ligante EAI à taxa média, estimada, de 1,3kg/m².

4.5.4 Revestimento em CBUQ.

O revestimento em Concreto Betuminoso Usinado a Quente na pista de rolamento e nos passeios deve ser executado na largura de 16,50m, com taxas de 5,545% de CAP-50/70 para a massa asfáltica.

4.5.5 Quantitativos

A memória de cálculo e os quantitativos dos serviços a serem executados consta na planilha anexa ao projeto.

4.6. - SINALIZAÇÃO E OBRAS COMPLEMENTARES

4.6.1 Sinalização:

São previstos os seguintes serviços na sinalização:

- Pintura de faixas contínuas nos bordos
- Pintura de faixas nos eixos (contínuas ou interrompidas)
- Placas de sinalização vertical.



SECRETARIA
DO DESENVOLVIMENTO
ECONÔMICO - SDE



RELATÓRIO FOTOGRÁFICO

**DIQUE DE CONTENÇÃO DA LAGOA DO ININGA, NO MUNICÍPIO
DE LUZILÂNDIA-PI.**

LUZILÂNDIA-PI.



SECRETARIA
DO DESENVOLVIMENTO
ECONÔMICO - SDE



Qua, 08 abr. 2026 13:01 | Avenida Porto Alegre, Luzilândia PI



Qua, 08 abr. 2026 13:01

Avenida Porto Alegre, Luzilândia PI,
64160-000

23M 794207 9616012



SECRETARIA
DO DESENVOLVIMENTO
ECONÔMICO - SDE



Qua, 08 abr. 2026 13:10 | 16 Rua Vereador Cândido Lopes, Luzilândia PI





Qua, 08 abr. 2026 13:10 | 16 Rua Vereador Cândido Lopes, Luzilândia PI





SECRETARIA
DO DESENVOLVIMENTO
ECONÔMICO - SDE



Qua, 08 abr. 2026 13:11 | 4 Rua Vereador Cândido Lopes, Luzilândia PI





SECRETARIA
DO DESENVOLVIMENTO
ECONÔMICO - SDE



Qua, 08 abr. 2026 13:14 | Luzilândia PI





SECRETARIA
DO DESENVOLVIMENTO
ECONÔMICO - SDE



Qua, 08 abr. 2026 13:14 | Luzilândia PI

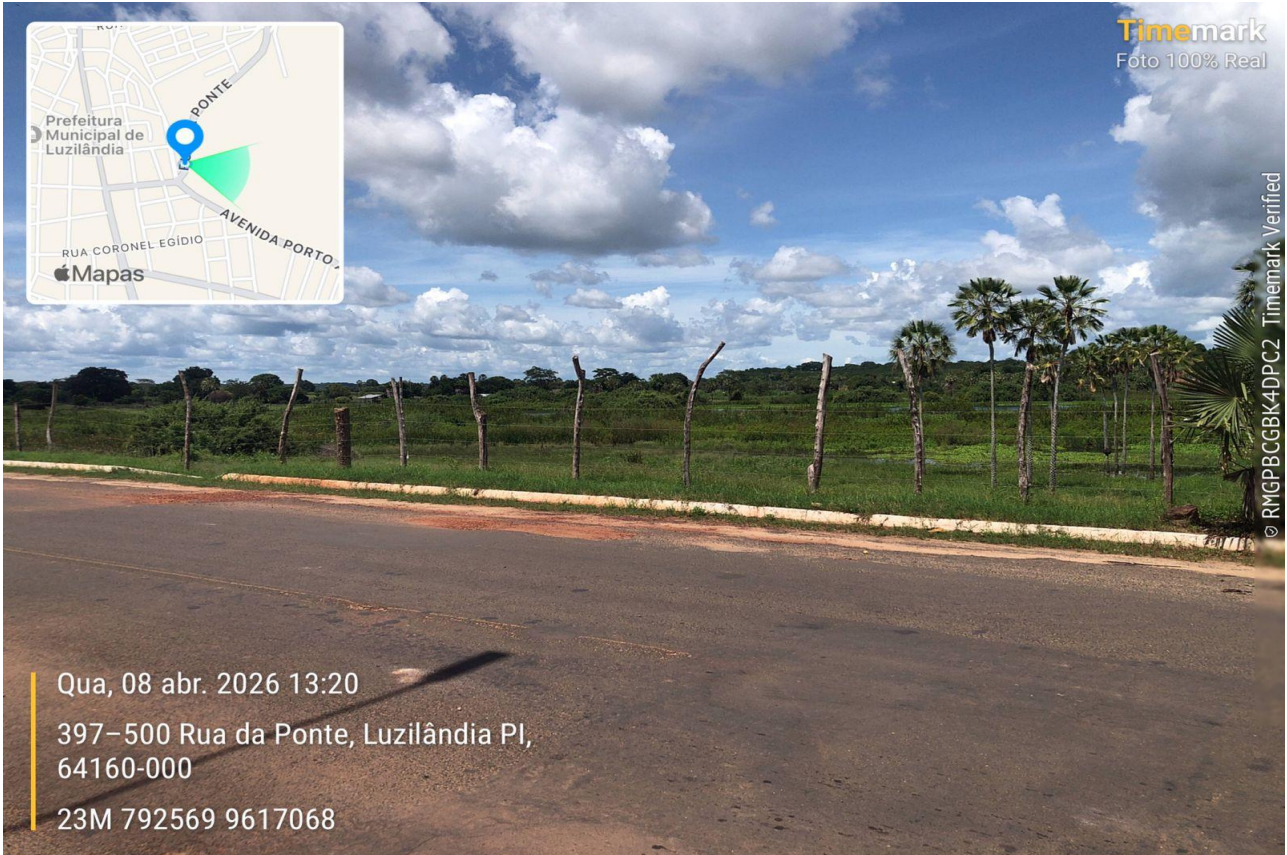




SECRETARIA
DO DESENVOLVIMENTO
ECONÔMICO - SDE



Qua, 08 abr. 2026 13:20 | 397-500 Rua da Ponte, Luzilândia PI



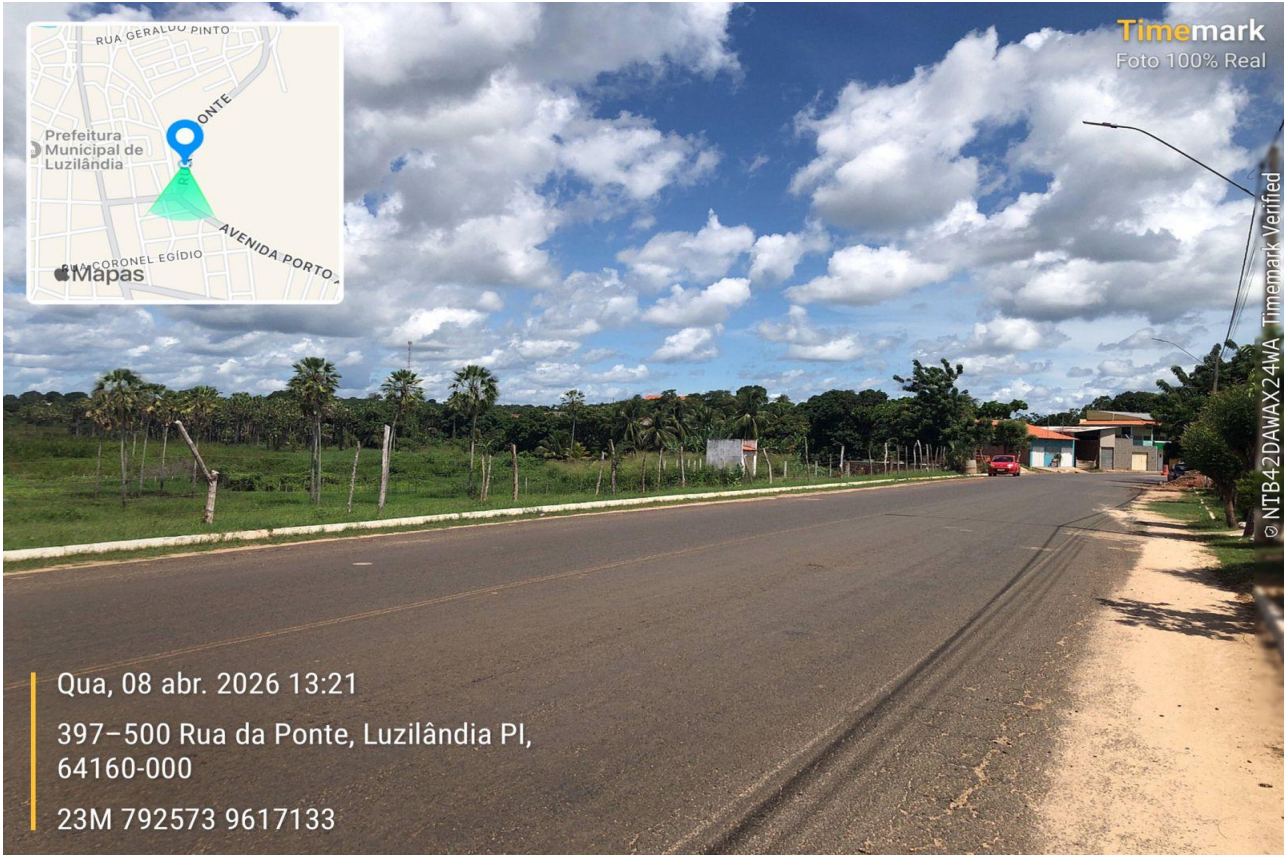
Qua, 08 abr. 2026 13:20
397-500 Rua da Ponte, Luzilândia PI,
64160-000
23M 792569 9617068



SECRETARIA
DO DESENVOLVIMENTO
ECONÔMICO - SDE



Qua, 08 abr. 2026 13:21 | 397-500 Rua da Ponte, Luzilândia PI



Qua, 08 abr. 2026 13:21
397-500 Rua da Ponte, Luzilândia PI,
64160-000
23M 792573 9617133



Documento assinado digitalmente

ISAAC OSORIO DUTRA DO VALLE

Data: 09/04/2026 13:57:51-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>