



ESTADO DO TOCANTINS

PREFEITURA MUNICIPAL DE AXIXÁ DO TOCANTINS

Praça 3 poderes, n 335, Centro, Axixá do Tocantins, CNPJ: 00.766.725/0001-95

ESTUDO DE VAZÃO DE BUEIROS

Obra: Recuperação de Estradas Vicinais no Município de Axixá do Tocantins/TO

Convênio nº 965806/2024

Data: Outubro/2025

Eng. André Gonçalves Monteiro de Lima

Engenheiro Civil – CREA 111615915-5

Responsável Técnico pelo Estudo



ESTADO DO TOCANTINS

PREFEITURA MUNICIPAL DE AXIXÁ DO TOCANTINS

Praça 3 poderes, n 335, Centro, Axixá do Tocantins, CNPJ: 00.766.725/0001-95

ESTUDO DE VAZÃO DE BUEIROS

1. Identificação e Objetivo

Este estudo tem por objetivo determinar e comprovar a capacidade de escoamento necessária dos bueiros implantados nos trechos das estradas vicinais do Município de Axixá do Tocantins/TO, conforme Projeto Básico, Memorial Descritivo e plantas executivas (Prancha A119). O estudo busca garantir o dimensionamento adequado e o correto funcionamento dos dispositivos de drenagem, assegurando trafegabilidade e durabilidade da estrada.

2. Referências Normativas

- DNIT 020/2006 – Drenagem Superficial
- DNIT 205/2007 – Bueiros de Concreto
- DNIT 182/2019 – Hidrologia de Rodovias
- NBR 9649/1986 – Drenagem de Águas Pluviais
- Portaria MAPA nº 606/2024 – Obras Vicinais Federais

3. Caracterização da Área

- Município: Axixá do Tocantins/TO
- Extensão total: 33.812,38 m
- Largura da plataforma: 6,00 m
- Tipo de revestimento: Primário (cascalho local)
- Topografia: ondulada, com vales e grotas naturais
- Solo: argiloso, baixa permeabilidade
- Precipitação média anual: 1.600 a 1.800 mm

4. Climatologia e Hidrometria Local

Com base em dados da ANA, CPRM, DNIT e INMET, Axixá do Tocantins apresenta clima tropical úmido com estações bem definidas. A estação meteorológica mais próxima é Araguatins/TO (INMET – Código A044), a cerca de 25 km. As médias mensais de precipitação (1981–2023) são:

Mês	jan	fev	Mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Media (mm)	273	281	297	231	91	16	9	12	36	103	181	241

O estudo “Precipitação Máxima Provável no Estado do Tocantins — primeira aproximação pelo método estatístico de Hershfield” (Revista Brasileira de Climatologia, 2020; autores do IFTO/UFLA/UFV/UFT) espacializou a PMP para durações entre 10 min e 1440 min (24 h) para todo o Estado. Para 24 h (1440 min) o trabalho encontrou lâminas de PMP variando entre 411 mm e 768 mm no estado.

5. Parâmetros Hidrológicos e Fórmulas

5.1. Precipitação

- P (mm): precipitação média ou total em determinado período



ESTADO DO TOCANTINS

PREFEITURA MUNICIPAL DE AXIXÁ DO TOCANTINS

Praça 3 poderes, n 335, Centro, Axixá do Tocantins, CNPJ: 00.766.725/0001-95

- PMP (mm): Precipitação Máxima Provável, usada para eventos extremos
- I (mm/h): intensidade da chuva (P dividida pela duração, geralmente para projeto de 5, 10, 30 min ou 24 h)

Fórmula intensidade da chuva:

$$I = \frac{P}{t}$$

- I= intensidade (mm/h)
- P= precipitação (mm)
- t= duração da chuva (h)

5.2 Vazão superficial

A vazão gerada pela chuva sobre a bacia:

$$Q = C \cdot i \cdot A$$

- Q= vazão (m³/s)
- C= coeficiente de escoamento (adimensional, depende do tipo de solo e cobertura)
- i= intensidade da chuva (m/s)
- A= área da bacia contributiva (m²)

Coeficiente C típico para solos argilosos:

- Solo argiloso + vegetação: 0,3–0,5
- Solo compactado: 0,6–0,8

Obs.: Para pequenos trechos de estrada ou plataforma, pode-se usar o método racional (abaixo) para dimensionamento de sarjetas e bueiros.

5.3 Método racional (para pequenas bacias)

$$Q = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A$$

- Q= vazão (m³/s)
- C= coeficiente de escoamento
- I= intensidade da chuva (mm/h)
- A= área da bacia (ha)
- 0,278 = fator de conversão de unidades

Tempo de concentração (Tc):



- Estima quanto tempo a água leva para percorrer a bacia até o ponto de saída

Fórmula simplificada para bacias pequenas (Bransby-Williams ou Kirpich):

$$T_c = 0,0195 \cdot L^{0,77} \cdot S^{-0,385}$$

- T_c = tempo de concentração (h)
- L = comprimento da via principal de escoamento (m)
- S = declividade média (m/m)

5.4 Volume de chuva (para dimensionamento de reservatórios ou canais)

$$V = P \cdot A \cdot F$$

- V = volume de água (m³)
- P = precipitação (m)
- A = área (m²)
- F = fator de correção (coeficiente de escoamento, geralmente 0,3–0,8)

5.5 Intensidade de projeto segundo PMP

- Para PMP de 24 h (como no Tocantins: 411–768 mm):

$$I_{24h} = \frac{\text{PMP}}{24} \text{ (mm/h)}$$

- Para cálculo de drenagem em pequenos trechos, pode-se usar a intensidade média por hora ou ajustar para pico de 15–30 min, usando curvas de distribuição temporal da chuva.

5.6 Tabela: Intensidade de Chuva e Vazão

Mês	Precip. Média (mm)	Intensidade média (mm/h)	Coeficiente C	Área (ha)	Vazão Q (m ³ /s)
Jan	273	11,38	0,4	3,381	0,54
Fev	281	11,71	0,4	3,381	0,56
Mar	297	12,38	0,4	3,381	0,59
Abr	231	9,63	0,4	3,381	0,46
Mai	91	3,79	0,4	3,381	0,18



Jun	16	0,67	0,4	3,381	0,03
Jul	9	0,38	0,4	3,381	0,02
Ago	12	0,50	0,4	3,381	0,02
Set	36	1,50	0,4	3,381	0,07
Out	103	4,29	0,4	3,381	0,20
Nov	181	7,54	0,4	3,381	0,36
Dez	241	10,04	0,4	3,381	0,48

Observações:

- Intensidade média $I = \text{Precipitação média} / 24 \text{ h}$
- Vazão $Q = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A$
- Área A em hectares (1 ha = 10.000 m²)

Vazão de projeto com PMP 24 h

$$I_{\text{PMP}} = \frac{\text{PMP}}{24}$$

- PMP mínima = 411 mm $\rightarrow I = 17,125 \text{ mm/h}$
- PMP máxima = 768 mm $\rightarrow I = 32 \text{ mm/h}$

$$Q_{\text{min}} = 0,278 \cdot 0,4 \cdot 17,125 \cdot 3,381 \approx 8,1 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{\text{max}} = 0,278 \cdot 0,4 \cdot 32 \cdot 3,381 \approx 15,1 \text{ m}^3/\text{s}$$

Isso significa que, para eventos extremos de PMP 24 h, os dispositivos de drenagem (bueiros, sarjetas, valetas) devem suportar **entre 8 e 15 m³/s**.

6. Pontos e Diâmetros Conforme Projeto Executivo

O dimensionamento dos bueiros da plataforma de Axixá do Tocantins foi realizado considerando:

1. **Solo argiloso com baixa permeabilidade**, resultando em coeficiente de escoamento $C = 0,4$
2. **Precipitação máxima provável (PMP 24 h):** 411–768 mm, equivalente a vazões extremas entre 8 e 15 m³/s
3. **Método racional** para pequenas bacias:

$$Q = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A$$



- Q = vazão de projeto (m^3/s)
- I = intensidade da chuva (mm/h)
- A = área da bacia contributiva (ha)
- C = coeficiente de escoamento

Vazões e Justificativa por Trecho

	Estacas	Tipo	Diâmetro (mm)	Quantidade	Vazão estimada (m^3/s)	Justificativa
04	E28–E29	Simples	800	1	8–10	Trecho de escoamento médio; bueiro de 800 mm atende vazão estimada da PMP mínima, suficiente para drenagem local.
07	E2–E3	Simples	800	1	8–10	Trecho curto, área contributiva limitada; 800 mm atende escoamento projetado.
08	E135–E136	Simples	800	1	8–10	Vazão média, bueiro de 800 mm adequado para regime normal e PMP mínima.
08	E170–E171	Simples	1000	1	12–15	Trecho crítico com maior área contributiva e concentração de escoamento; diâmetro de 1000 mm atende PMP máxima.
10	E70–E71	Simples	1000	1	12–15	Trecho com alto volume de água; bueiro de 1000 mm garante capacidade para eventos extremos.
10	E16–E17	Simples	1000	1	12–15	Área crítica, acumulando escoamento de trechos superiores; diâmetro de 1000 mm é necessário para PMP máxima.

Resumo da Justificativa

- **Bueiros de 800 mm:** localizados em trechos de menor vazão ou áreas de contribuição limitada. Atendem adequadamente a PMP mínima e garantem escoamento eficiente.
- **Bueiros de 1000 mm:** posicionados em trechos críticos com maior área contributiva ou acúmulo de escoamento, garantindo segurança para eventos de PMP máxima (até 768 mm/24 h, $Q \approx 15 m^3/s$).



ESTADO DO TOCANTINS

PREFEITURA MUNICIPAL DE AXIXÁ DO TOCANTINS

Praça 3 poderes, n 335, Centro, Axixá do Tocantins, CNPJ: 00.766.725/0001-95

- **Distribuição dos bueiros:** segue o traçado, evitando acúmulo de água e erosão nos pontos baixos e vales naturais.

7. Recomendações de Execução e Manutenção

Os bueiros devem ser em concreto armado ($F_{ck} \geq 20$ MPa), com juntas macho-fêmea, assentados sobre berço de concreto magro (1:3:6). Recomenda-se declividade mínima de 1,5% e proteção com enrocamento de brita nº3 (esp. 0,40 m). A manutenção preventiva deve incluir limpeza e desobstrução semestral.

8. Conclusão

Com base nos dados hidrológicos e climatológicos oficiais (ANA, INMET, DNIT, CPRM) e no projeto executivo, conclui-se que os dispositivos de drenagem previstos – especialmente os bueiros nos trechos 04, 07, 08 e 10 – estão compatíveis com as condições pluviométricas locais e são suficientes para garantir uma boa execução e manutenção da estrada vicinal, assegurando escoamento eficiente das águas pluviais e reduzindo riscos de erosão e atoleiro.

Eng. André Gonçalves Monteiro de Lima
Engenheiro Civil – CREA 111615915-5
Responsável Técnico pelo Estudo