

**Objeto/ obra = DRENAGEM URBANA
NO MUNICÍPIO DE ARAME – 1ª ETAPA**

Local/ Implantação = Sede do Município
de Arame - MA.

Proponente/ Proprietário = Pref. Munic. de
Arame - MA.

Data/ Referência: SINAPI 03/2026,
SICRO 01/26, ORSE 02/26, SEINFRA 028,
Referencial – Não Desonerado.



Nº PROPOSTA: 055937/2025

MEMORIAL DESCRITIVO

Objeto do Convênio: Drenagem Urbana no Município de Arame – 1ª Etapa.

**Objeto/ obra = DRENAGEM URBANA
NO MUNICÍPIO DE ARAME – 1ª ETAPA**

Local/ Implantação = Sede do Município
de Arame - MA.

Proponente/ Proprietário = Pref. Munic. de
Arame - MA.

Data/ Referência: SINAPI 03/2026,
SICRO 01/26, ORSE 02/26, SEINFRA 028,
Referencial – Não Desonerado.



Nº PROPOSTA: 055937/2025

INTRODUÇÃO

Este relatório contém uma integração sintetizada dos elementos do Relatório de Reconhecimento, de Diagnóstico, de Estudo de Alternativas e de Levantamento de Campo, dando ênfase aos resultados obtidos: memoriais de cálculos, especificações técnicas, desenhos e plantas de layouts produzidos, Projetos Hidráulicos, Estruturais, de Drenagem, Terraplenagem, e todos os elementos básicos de Drenagem. Todos elaborados pela CODEVASF

Este documento encontra-se organizado em nove capítulos, com seus conteúdos descritos abaixo.

- 1 – Introdução;
 - 2 – Características da Área de Projeto;
 - 3 – Estudo Populacional;
 - 4 – Diagnóstico do Sistema Implantado;
 - 5 – Estudo do Corpo Receptor;
 - 6 – Critérios e Parâmetros de Projeto;
 - 7 – Vazões do Sistema;
 - 8 – Sistema Proposto;
 - 9 – Memorial de Cálculo;
- Referências Bibliográficas

O presente relatório compreende a execução dos serviços de campo e de escritório necessários para detalhar a alternativa escolhida, o que permitirá a preparação de documentação para a licitação das obras de engenharia e aquisição de materiais e equipamentos especificados e, posteriormente, a implantação das obras do sistema de drenagem urbana em conformidade com o estabelecido na concepção definitiva das obras, conforme definido no Termo de Referência.

Objeto/ obra = DRENAGEM URBANA
NO MUNICÍPIO DE ARAME – 1ª ETAPA

Local/ Implantação = Sede do Município
de Arame - MA.

Proponente/ Proprietário = Pref. Munic. de
Arame - MA.

Data/ Referência: SINAPI 03/2026,
SICRO 01/26, ORSE 02/26, SEINFRA 028,
Referencial – Não Desonerado.



Nº PROPOSTA: 055937/2025

2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE PROJETO

2.1. Dados Gerais da Localidade

O município de Arame/MA localiza-se na mesorregião Centro Maranhense, na microrregião Alto Mearim e Grajaú, compreendendo uma área de 3.009 km², uma população de aproximadamente 31.702 habitantes e uma densidade demográfica de 10,53 habitantes/km² (IBGE, 2010). O município de Arame fica à 472 km da capital do estado do Maranhão, São Luís. Suas coordenadas geográficas de referência são: -04°43'48" - Latitude Sul, e -45°54' - Longitude Oeste em relação a Meridiano de Greenwich, dados do IBGE (2010). Os acessos à sede de São Luís à Arame se dão pelas rodovias BR-222 / MA-008 / BR-135.

Da perspectiva hidrológica, no Maranhão há, pelo menos, dez bacias hidrográficas perenes. O território do município é drenado pelo Rio Zutiuá, tributário do Rio Pindaré, e pelo Rio Grajaú, ambos inseridos na bacia hidrográfica do Rio Mearim (área sob jurisdição da 8ª Superintendência Regional da CODEVASF). Os principais afluentes do rio Mearim são os rios Pindaré e Grajaú. O primeiro deságua a cerca de 20 quilômetros da foz do Rio Mearim, enquanto o segundo flui por meio do Canal do Rigó encontrando o rio Mearim na área do Golfão Maranhense – CODEVASF / SEMA, 2018. A Bacia Hidrográfica do Rio Mearim apresenta uma área total da bacia de 99.118,01 km², abrangendo 83 municípios maranhenses com população estimada em 1.681.307 habitantes (CODEVASF/IBGE,2018).

Com relação às características climáticas, o estado do Maranhão se encontra na zona de transição dos climas semiárido, do interior do Nordeste, para o úmido equatorial, da Amazônia. Por localizar-se no interior no estado, Arame tem clima tropical úmido com baixa amplitude térmica, com temperatura média anual de 21°C. Há dois períodos bem definidos: um chuvoso, de janeiro a junho, com médias mensais de 171 mm, e outro seco, correspondente aos meses de julho a dezembro. Dentro do período de estiagem a precipitação pluviométrica varia de 10,6 a 164 mm e no período chuvoso, de 32,4 a 273,7 mm, com precipitação anual em torno de 1.393 mm, segundo Jornal do Tempo (2011). Esses dados são referentes aos anos de 1961 à 1990.

**Objeto/ obra = DRENAGEM URBANA
NO MUNICÍPIO DE ARAME – 1ª ETAPA**

Local/ Implantação = Sede do Município
de Arame - MA.

Proponente/ Proprietário = Pref. Munic. de
Arame - MA.

Data/ Referência: SINAPI 03/2026,
SICRO 01/26, ORSE 02/26, SEINFRA 028,
Referencial – Não Desonerado.

Nº PROPOSTA: 055937/2025



Nesse contexto, a vegetação predominante é o cerrado e os seus principais acidentes geográficos são o Rio Zutiúá, à margem Oeste da cidade de Arame, e o Riacho Cajazeiras, o qual tem seu curso natural passando pela cidade.

A pecuária, a extração vegetal, as lavouras permanente e temporária, as transferências governamentais, o setor empresarial com 117 unidades instaladas e o trabalho informal são as maiores fontes de recursos para o município.

Já no que tange à saúde, Arame oferece atendimento em 14 campos de atendimento público espalhados pela cidade, atendendo a demanda do município.

Com relação à situação educacional da sua população, em 2017 os alunos dos anos iniciais da rede pública da cidade tiveram nota média de 3,6 no IDEB. Para os alunos dos anos finais, essa nota foi de 2,7. Na comparação com cidades do mesmo estado, a nota dos alunos dos anos iniciais colocava esta cidade na posição 213º de 217. Considerando a nota dos alunos dos anos finais, a posição passava a 212º de 217. A taxa de escolarização (para pessoas de 6 a 14 anos) foi de 89,98% em 2010. Isso posicionava o município na posição 212º de 217 dentre as cidades do estado e na posição 5472º de 5570 dentre as cidades do Brasil.

A população contabilizada no último censo (2010) foi de 31.702 pessoas, residentes em 8.393 recenseados.

A taxa de mortalidade infantil média na cidade era em 2017 de 14,75 para 1.000 nascidos vivos. As internações devido a diarreias foram de 10,5 para cada 1.000 habitantes. Comparado com todos os municípios do estado, fica nas posições 112 de 217 e 82 de 217, respectivamente.

Em 2018, o salário médio mensal no município era de 1,7 salários mínimos. A proporção de pessoas ocupadas em relação à população total era de 2,6%. Na comparação com os outros municípios do estado, ocupava as posições 146 de 217 e 207 de 217, respectivamente. Já na comparação com cidades do país todo, ficava na posição 3.873 de 5.570 e 5.552 de 5.570, respectivamente. Considerando domicílios

Objeto/ obra = DRENAGEM URBANA
NO MUNICÍPIO DE ARAME – 1ª ETAPA

Local/ Implantação = Sede do Município
de Arame - MA.

Proponente/ Proprietário = Pref. Munic. de
Arame - MA.

Data/ Referência: SINAPI 03/2026,
SICRO 01/26, ORSE 02/26, SEINFRA 028,
Referencial – Não Desonerado.

Nº PROPOSTA: 055937/2025



com rendimentos mensais de até meio salário mínimo por pessoa, tinha 57,3% da população nessas condições, o que o colocava na posição 52 de 217 dentre as cidades do estado e na posição 189 de 5570 dentre as cidades do Brasil.

Foi realizado estudo topográfico em toda a área de influência direta do projeto. Estas áreas foram definidas com base na cartografia atual existente, nas vias urbanas da cidade de Arame, em imagem de satélite atual (agosto/2018), bem como em áreas de implantação da macro e microdrenagem.

3. ESTUDO POPULACIONAL

A população total do Município de Arame, estimada pelo IBGE é de aproximadamente 32.700 habitantes, sendo que a população urbana, a qual é diretamente atingida pelo projeto em estudo, está, praticamente, com todo seu contingente populacional abrigado na Sede de Arame. De acordo com a estimativa de 2019 do IBGE, essa população urbana é de aproximadamente 12.947 habitantes distribuídos numa área urbanizada da ordem de 200 hectares, resultando em uma densidade demográfica de cerca de 11hab/km². Já na Sede Municipal esse valor sobe para 77hab/km².

A Tabela 3.1 apresenta a projeção populacional para o ano de 2040, ano de final de projeto, tendo 2020 como ano base para a projeção.

Tabela 3.1. Projeção Populacional do Município de Arame

Ano	Projeção de população total do município (Hab.)	Projeção de população da sede do município (Hab.)
2010	31702	12551
2020	32814	12991
2040	46866	18555

**Objeto/ obra = DRENAGEM URBANA
NO MUNICÍPIO DE ARAME – 1ª ETAPA**

Local/ Implantação = Sede do Município
de Arame - MA.

Proponente/ Proprietário = Pref. Munic. de
Arame - MA.

Data/ Referência: SINAPI 03/2026,
SICRO 01/26, ORSE 02/26, SEINFRA 028,
Referencial – Não Desonerado.



Nº PROPOSTA: 055937/2025

4. DIAGNÓSTICO DO SISTEMA IMPLANTADO

Avaliação da situação do Riacho Cajazeiras e Parecer sobre o estado físico e as condições de funcionamento de estruturas e unidades de drenagem existentes

As margens e o leito do Riacho Cajazeiras que estão inseridos na área urbana de Arame se encontram descaracterizados. Esse estado precário do rio ocorre em decorrência da intensa antropização sofrido pelo rio, tendo em vista a sua localização em área urbana densamente ocupada e onde não se observaram as normas ambientais mínimas, como a manutenção de faixas de preservação permanente ao longo das margens dos corpos hídricos ou cuidados mínimos para a disposição final dos esgotos domésticos em fossas e sumidouros (uma vez que inexistente rede coletora de esgotos local) em lugar de praticar o lançamento de efluentes de forma direta no corpo hídrico.

Além disso, esse despejo de efluentes nas sarjetas e drenos improvisados que afluem para os cursos d'água tem como principal consequência o desenvolvimento de macrófitas que cobrem totalmente o leito do rio e obstruem o escoamento. A Figura 4.1.1 ilustra o vale de inundação do Rio Zutuiá com a presença de macrófitas.

**Objeto/ obra = DRENAGEM URBANA
NO MUNICÍPIO DE ARAME – 1ª ETAPA**

Local/ Implantação = Sede do Município
de Arame - MA.

Proponente/ Proprietário = Pref. Munic. de
Arame - MA.

Data/ Referência: SINAPI 03/2026,
SICRO 01/26, ORSE 02/26, SEINFRA 028,
Referencial – Não Desonerado.



Nº PROPOSTA: 055937/2025



Figura 4.1.1. Vale de inundação do rio Zutuiá à montante da ponte MA-006 com destaque para a presença de macrófitas

4.2. Definição das Estruturas Existentes Aproveitáveis

Atualmente o município de Arame não possui um sistema de drenagem operante para toda sua área, e sim algumas estruturas pontuais na sede do município, como manilhas de concreto, bueiros e calhas pluviais.

Junto a isso, é visto que o Riacho Cajazeiras apresenta 7 (sete) pontilhões, sendo 4 (quatro) de madeira, com uma estrutura mais precária, e 3 (três) como os dois alocados no centro da cidade (na interseção da rodovia estadual MA-008 e a Rua Santa Rita) com uma estrutura de concreto e ferro, mais robusta.

As estruturas de drenagem existentes supracitadas não serão reaproveitadas, tendo duas exceções: um bueiro de quatro manilhas, localizado a montante do Riacho Cajazeiras, perto da rua Barão de Grajaú, e o bueiro, localizado na via MA-006, que será utilizado para levar as água pluviais provenientes da Galeria 12 para desaguar no Rio

<p>Objeto/ obra = DRENAGEM URBANA NO MUNICÍPIO DE ARAME – 1ª ETAPA</p> <p>Local/ Implantação = Sede do Município de Arame - MA.</p> <p>Proponente/ Proprietário = Pref. Munic. de Arame - MA.</p> <p>Data/ Referência: SINAPI 03/2026, SICRO 01/26, ORSE 02/26, SEINFRA 028, Referencial – Não Desonerado.</p>		<p>Nº PROPOSTA: 055937/2025</p>
---	---	---------------------------------

Zutiúá (no local próximo a ponte). Essas estruturas serão mantidas devido seus bons funcionamentos atualmente.

4.3. Avaliação da Disponibilidade Hídrica e Qualidade da Água

A situação atual da calha de drenagem do Rio Zutiúá e, principalmente, do Riacho Cajazeiras, mostra um curso d'água antropizado, poluído por esgotos de residências vizinhas e sem os mínimos cuidados ambientais quanto à manutenção de faixas laterais de preservação permanente.

Em decorrência de uma ampla discussão ocorrida na etapa de Estudo de Viabilidade do projeto em questão, foi definida a implantação de uma faixa de área de preservação permanente (APP) de 5 (cinco) metros ao longo do curso do Riacho Cajazeiras. O estado desejável do futuro é que o Riacho Cajazeiras possua uma calha artificial retificada com seção ampla a fim de evitar alagamentos.

Vale salientar que, mesmo com a delimitação da Faixa de APP, não há uma expectativa futura de que essa parte do Riacho Cajazeiras, inserida na área urbana do município de Arame, ofereça disponibilidade hídrica susceptível de ser explorada por algum tipo de uso ou usuário.

Nessa conjuntura, os serviços ambientais do Riacho Cajazeiras limitam-se a fornecer capacidade de drenagem de áreas urbanas consolidadas, mesmo com as intervenções de drenagem e sistema de coleta de esgoto previstas neste projeto.

5. ESTUDO DO CORPO RECEPTOR

O trecho final do Riacho Cajazeiras delimita-se ao município de Arame e aflui ao Rio Zutiúá à jusante da ponte na rodovia estadual MA-008. Diante disso, o Rio Zutiúá funciona como corpo receptor da água drenada pelo sistema de drenagem a ser implantado na sede do município de Arame.

Objeto/ obra = DRENAGEM URBANA
NO MUNICÍPIO DE ARAME – 1ª ETAPA

Local/ Implantação = Sede do Município
de Arame - MA.

Proponente/ Proprietário = Pref. Munic. de
Arame - MA.

Data/ Referência: SINAPI 03/2026,
SICRO 01/26, ORSE 02/26, SEINFRA 028,
Referencial – Não Desonerado.



Nº PROPOSTA: 055937/2025

Como o ponto de absorção da água drenada pelo canal de drenagem de Arame está depois da seção da ponte do Rio Zutiuá, não há o risco de comprometimento da estrutura da ponte em eventos de cheia na cidade.

6. CRITÉRIOS E PARÂMETROS DE PROJETO

Para o dimensionamento hidráulico do sistema de drenagem foi desenvolvido um estudo hidrológico da bacia hidrográfica do Riacho Cajazeiras em toda sua extensão.

Já para a verificação da ponte sobre o Rio Zutiuá, recorreu-se a estudos fluviométricos regionalizados e cálculos do comportamento hipotético da bacia deste rio. Tanto a bacia do Riacho Cajazeiras quanto a bacia de interesse do Rio Zutiuá (até a ponte da MA-008) possuem a sede do município de Arame como ponto de referência e exutório.

Visando a obtenção de informações fisiográficas das duas bacias em estudo, foi realizado o processamento do Modelo de Elevação do Terreno, utilizando ferramentas computacionais em ambientes SIG. Essas características obtidas das bacias estão explicitadas na Tabela 6.1.

Tabela 6.1. Principais parâmetros físicos obtidos através do geoprocessamento para as bacias hidrográficas em estudo.

Bacia Hidrográfica	Parâmetro				
	Área da Bacia (Ha)	Área da Bacia (km ²)	Perímetro da Bacia (m)	Declividade (%)	Comprimento do curso principal (m)
Rio Zutiuá em Arame	215.054,2	2.150,5	329.877,5	0,215%	102.439,2
Riacho Cajazeiras	12.935,9	129,4	63.834,5	1,006%	19.189,5

Em relação às estações fluviométricas utilizadas para estudo hidrológico do Rio Zutiuá, foram analisadas 4 (quatro) estações próximas ou pertencentes ao município de Arame. Posto isso, optou-se pela utilização dos dados provenientes da Estação de Esperantina, tendo em vista a sua localização no próprio rio Zutiuá, objeto deste estudo.

Objeto/ obra = DRENAGEM URBANA
NO MUNICÍPIO DE ARAME – 1ª ETAPA

Local/ Implantação = Sede do Município
de Arame - MA.

Proponente/ Proprietário = Pref. Munic. de
Arame - MA.

Data/ Referência: SINAPI 03/2026,
SICRO 01/26, ORSE 02/26, SEINFRA 028,
Referencial – Não Desonerado.



Nº PROPOSTA: 055937/2025

Já com relação aos postos pluviométricos disponíveis para análise, verifica-se a existência do Posto Pluviométrico de Arame, localizado na Sede do município de Arame. A Tabela 6.2 apresenta as principais características das estações escolhidas.

Tabela 6.2. Estação Fluviométrica e Posto Pluviométrico Selecionados.

Código	Tipo	Nome	Localização	Município	Operador	Cota (m)	Latitude	Longitude	Período de Dados
33170000	Fluviométrica	Esperantina	Rio Zutiuá	Sta Luzia	CPRM	49	-4,03	-45,78	1972-2018
445008	Pluviométrica	Arame	Sede de Arame	Arame	CPRM	117	-4,86	-46,01	1983-2020

Nesse contexto, é importante salientar que o número de Manning é um parâmetro essencial para o desenvolvimento o dimensionamento hidráulico do canal, este melhor descrito na seção 9.2 do presente relatório. Assim, o número de Manning foi definido utilizando como embasamento a classificação proposta por Chow (1973), a qual indica um $n = 0,020$ como adequado para canais abertos revertidos de concreto áspero e irregular. Já para canais escavados com revestimentos flexíveis, é apresentado um número de Manning de $0,025$ (CHOW, 1973). Por fim, para canais naturais, como o do Rio Zutiuá, é recomendado, também segundo a classificação proposta por Chow (1973), a utilização de $n = 0,035$.

7. VAZÕES DO SISTEMA

7.1. Rio Zutiuá

Os dados pluviométricos são escassos na bacia hidrográfica do Zutiuá. O posto pluviométrico de Arame é o único posto estritamente localizado dentro da bacia hidrográfica. Com isso, foi realizada a estimativa da cheia para o tempo de recorrência de 50 anos por meio da vazão específica referente à estação fluviométrica de Esperantina.

Nesse contexto, os valores de precipitação média do posto pluviométrico de Tucumã (1.500 mm/ano) e São João do Grajaú (1.700 mm/ano) evidenciam um forte gradiente pluviométrico na bacia incremental entre Arame e Esperantina (sentido Sul – Norte - aproximadamente), cuja pluviometria varia desde os 1.100 mm/ano precipitados anualmente

<p>Objeto/ obra = DRENAGEM URBANA NO MUNICÍPIO DE ARAME – 1ª ETAPA</p> <p>Local/ Implantação = Sede do Município de Arame - MA.</p> <p>Proponente/ Proprietário = Pref. Munic. de Arame - MA.</p> <p>Data/ Referência: SINAPI 03/2026, SICRO 01/26, ORSE 02/26, SEINFRA 028, Referencial – Não Desonerado.</p>		<p>Nº PROPOSTA: 055937/2025</p>
---	---	---------------------------------

em Arame, para valores que oscilam entre 1.500 mm/ano e 1.700 mm/ano na bacia incremental do posto Esperantina.

De um modo geral pode-se inferir que ocorrerá em Arame uma redução na vazão específica em relação aos resultados obtidos da simples regionalização de vazões em Esperantina, mas essa redução é de difícil estimativa.

Assim, a vazão específica referente a 50 anos de Recorrência para Esperantina, estimada em 0,0653 m³/s/km², sinaliza uma vazão inferior à vazão regionalizada por simples proporcionalidade de áreas, essa de aproximadamente 140 m³/s.

Cálculos indiretos do funcionamento hidráulico da calha sinalizam para vazões históricos (máxima registrada em 1995) de vazões inferiores a 100-120 m³/s.

Nessa circunstância, o ponto de maior relevância de estudo hidrológico do Rio Zutuiá é a ponte na rodovia MA-006. Entretanto, dada a dificuldade em se avaliar efetivamente a capacidade de escoamento do rio Zutuiá nesse ponto, recorreu-se à avaliação de dados históricos e à simulação, em modelo hidrodinâmico tridimensional, das condições excepcionais de escoamento. Esse cenário permite o conhecimento sistemático do comportamento hidráulico do trecho em que está localizada a ponte no rio Zutuiá.

Além disso, em entrevistas com o povoado que reside na região há décadas, foi obtida a informação de que a cheia mais rigorosa já registrada desde a construção da ponte a ser verificada ocorreu em abril de 1995.

Dessa forma, os resultados da simulação tridimensional mostram que a contração de 20 metros (ponte atual) é capaz de suportar uma cheia de 120 m³/s, provocando uma sobrelevação em relação ao regime normal de mais de 1,5 m na ponte, mas que não atingiria o tabuleiro superior da ponte, visto que registrou profundidades máximas de 2,3 m, quando a profundidade máxima admissível seria de 2,5 m.

Objeto/ obra = DRENAGEM URBANA
NO MUNICÍPIO DE ARAME – 1ª ETAPA

Local/ Implantação = Sede do Município
de Arame - MA.

Proponente/ Proprietário = Pref. Munic. de
Arame - MA.

Data/ Referência: SINAPI 03/2026,
SICRO 01/26, ORSE 02/26, SEINFRA 028,
Referencial – Não Desonerado.



Nº PROPOSTA: 055937/2025

7.2. Riacho Cajazeiras

Com relação ao Riacho Cajazeiras, foi realizada a estimativa de cheias para três diferentes períodos de retorno (25, 50 e 100 anos) por meio do método de Chuva-Deflúvio, o qual está explicado de forma detalhada na seção 9.2 do presente relatório. Junto a isso, realizou-se o cálculo das cheias também por meio da vazão específica da Estação fluviométrica de Esperantina, similar ao cálculo para o Rio Zutiuá, para fins de comparação.

A Tabela 7.2.1 apresenta os resultados obtidos. É notório que o método Chuva-Deflúvio apresenta resultados superiores àqueles obtidos da vazão específica, cenário que fica ainda mais evidente para maiores períodos de retorno.

Tabela 7.2.1. Escoamento da Bacia do Riacho Cajazeiras Calculado pela Vazão Específica e pelo Método de Chuva-Deflúvio

Período de Retorno (anos)	Vazão Escoada (m³/s)	
	Método Vazão Específica	Método Chuva-Deflúvio
25	7,53	9,4
50	8,46	14,3
100	9,34	20

Justifica-se esse resultado por diferentes razões. Em primeiro lugar, admite-se que o método de Chuva-Deflúvio, além de utilizar dados de chuva com uma determinada probabilidade de ocorrência, considera algumas hipóteses adicionais que podem aumentar sensivelmente a recorrência do resultado obtido.

Por outro lado, o pico de cheia para uma área afluyente de mais de 5.000 km² apresenta uma vazão específica que é sujeita a atenuações diferenciadas das que podem ocorrer numa bacia bem mais restrita (como a Bacia do Riacho Cajazeiras, com 120 km²). Nesse contexto, o princípio da parcimônia leva a privilegiar o método Chuva-Deflúvio e a deixar a metodologia de regionalização de vazões máximas para os casos em que a aplicação do método de Chuva-Deflúvio seja muito complexa, como é o caso da Bacia do Rio Zutiuá.

Objeto/ obra = DRENAGEM URBANA
NO MUNICÍPIO DE ARAME – 1ª ETAPA

Local/ Implantação = Sede do Município
de Arame - MA.

Proponente/ Proprietário = Pref. Munic. de
Arame - MA.

Data/ Referência: SINAPI 03/2026,
SICRO 01/26, ORSE 02/26, SEINFRA 028,
Referencial – Não Desonerado.



Nº PROPOSTA: 055937/2025

8. SISTEMA PROPOSTO

8.1. Aspectos Gerais

Por meio do estudo topográfico feito para o desenvolvimento desta etapa de projeto, foram observados 55 lotes com a necessidade de desapropriação, sendo 9 (nove) de forma total e 46 de forma parcial. A tabela 8.1.1 apresenta os lotes com os tipos de desapropriação, bem como o a área total e a ser desapropriada.

Tabela 8.1.1. Quantitativo de desapropriações

Lote	Cód. Lote	Tipo	Área total do Lote m ²	Área a ser desapropriada m ²	Área construída	% de área construída
8	D-MA008-8-T	Total	30,59	30,59	21,41	70%
11	E-RSR-1-T	Total	91,57	91,57	64,10	70%
12	D-RSR-2-T	Total	24,18	24,18	16,93	70%
13	D-RSR-3-T	Total	63,31	63,31	44,32	70%
15	E-AUG-1-T	Total	108,42	108,42	75,89	70%
16	E-AUG-2-T	Total	128,24	128,24	89,77	70%
28	D-RN-1-T	Total	116,62	116,62	81,63	70%
30	E-RN-3-T	Total	123,39	123,39	86,37	70%
32	D-RSF-1-T	Total	171,2	171,2	119,84	70%
7	D-MA008-7-P	Parcial	53,72	38,42	26,89	70%
6	D-MA008-6-P	Parcial	51,78	33,79	23,65	70%
5	D-MA008-5-P	Parcial	71,07	34,87	17,44	50%
4	D-MA008-4-P	Parcial	84,64	39,83	19,92	50%
44	E-RSS-08-P	Parcial	212,05	91,87	45,94	50%
42	E-RSS-06-P	Parcial	110,97	40,8	20,40	50%
9	D-MA008-9-P	Parcial	113,15	41,1	20,55	50%
2	D-MA008-2-P	Parcial	222,31	79,13	39,57	50%
40	E-RSS-04-P	Parcial	109,54	37,28	18,64	50%
36	D-RSF-5-P	Parcial	99,58	32,31	16,16	50%
41	E-RSS-05-P	Parcial	127,37	41	20,50	50%
10	E-RPA-1-P	Parcial	127,88	40	20,00	50%
31	D-RN-4-P	Parcial	93,83	28,92	14,46	50%
17	E-AUG-3-P	Parcial	136,01	41,38	12,41	30%
45	E-RSS-09-P	Parcial	271,83	76,28	22,88	30%
37	E-RSS-01-P	Parcial	113,34	31,4	9,42	30%
39	E-RSS-03-P	Parcial	103,2	28,05	8,42	30%
27	E-RV-7-P	Parcial	213,21	56,7	17,01	30%
25	E-RV-5-P	Parcial	166,03	43,58	13,07	30%
26	E-RV-6-P	Parcial	157,58	41,32	12,40	30%
18	E-AUG-4-P	Parcial	132,58	33,4	10,02	30%
19	E-AUG-5-P	Parcial	185,51	45,3	13,59	30%

Objeto/ obra = DRENAGEM URBANA
NO MUNICÍPIO DE ARAME – 1ª ETAPA

Local/ Implantação = Sede do Município
de Arame - MA.

Proponente/ Proprietário = Pref. Munic. de
Arame - MA.

Data/ Referência: SINAPI 03/2026,
SICRO 01/26, ORSE 02/26, SEINFRA 028,
Referencial – Não Desonerado.



Nº PROPOSTA: 055937/2025

Tabela 8.1.1. Quantitativo de desapropriações (cont.)

Lote	Cód. Lote	Tipo	Área total do Lote m ²	Área a ser desapropriada m ²	Área construída	% de área construída
35	D-RSF-4-P	Parcial	219,66	53,34	16,00	30%
29	E-RN-2-P	Parcial	171,15	39,79	11,94	30%
38	E-RSS-02-P	Parcial	94,17	20,35	6,11	30%
20	E-AUG-6-P	Parcial	511,97	108,94	32,68	30%
33	D-RSF-2-P	Parcial	136,89	26,35	7,91	30%
55	E-RSS-20-P	Parcial	139,16	26,15	7,85	30%
34	D-RSF-3-P	Parcial	205,83	36,94	11,08	30%
43	E-RSS-07-P	Parcial	118,08	18,24	5,47	30%
24	E-RV-4-P	Parcial	197,16	26	7,80	30%
14	D-RSR-4-P	Parcial	97,76	11,76	3,53	30%
52	E-RSS-17-P	Parcial	232,05	22,84	6,85	30%
23	E-RV-3-P	Parcial	170,81	16,74	5,02	30%
46	E-RSS-11-P	Parcial	235,12	23,04	6,91	30%
50	E-RSS-15-P	Parcial	192,16	18,38	5,51	30%
21	E-RV-1-P	Parcial	428,46	40	12,00	30%
22	E-RV-2-P	Parcial	438,81	39,45	11,84	30%
48	E-RSS-13-P	Parcial	232,86	18,16	5,45	30%
49	E-RSS-14-P	Parcial	169,44	12,6	3,78	30%
47	E-RSS-12-P	Parcial	254,23	17	5,10	30%
51	E-RSS-16-P	Parcial	215,41	13,1	3,93	30%
53	E-RSS-18-P	Parcial	176,4	9,3	2,79	30%
3	E-MA008-3-P	Parcial	450,81	22,74	6,82	30%

A obra macro de retificação do Riacho Cajazeiras mediante um canal de drenagem apresenta dois tipos de seções, uma retangular projetada para a parte mais densamente urbanizada da cidade, com uma extensão de 1.180 metros, formada por aduelas de concreto pré-moldado de 1 metro de comprimento com 20 centímetros de espessura, com dimensões internas de 3 metros de largura por 3 metros de altura; e uma trapezoidal de 1.249 metros de extensão, implantada na parte menos urbanizada da cidade, composta de um revestimento flexível de 30 centímetros de Colchão Reno, com um dimensionamento interno de 1,5 metro de largura de fundo e uma altura variando entre 1,67 m e 4,10 m.

Em relação à travessia do canal por parte da população, serão implantados 14 pontilhões sobre o canal projetado para evitar problemas de deslocamento e vizinhança. Além

Objeto/ obra = DRENAGEM URBANA
NO MUNICÍPIO DE ARAME – 1ª ETAPA

Local/ Implantação = Sede do Município
de Arame - MA.

Proponente/ Proprietário = Pref. Munic. de
Arame - MA.

Data/ Referência: SINAPI 03/2026,
SICRO 01/26, ORSE 02/26, SEINFRA 028,
Referencial – Não Desonerado.



Nº PROPOSTA: 055937/2025

disso, serão implantados mais dois pontilhões na estrada que intercepta a calha do Riacho Cajazeiras na Estrada de acesso à Cajazeiras.

Vale ressaltar que para a implantação do canal é necessário o esgotamento de sua vazão na área de construção, para isso foi calculado o Q_{90} (vazão com 90% de garantia) do rio Zutiuá com os dados do posto de Esperantina, jusante à Arame. Dividiu-se o Q_{90} pela área da bacia do Zutiuá, sendo obtido a vazão específica, e assim, foi multiplicada pela área da bacia do cajazeiras para obter a vazão com 90% de garantia para o Riacho do Cajazeiras. A partir disso, foi dimensionado o número de bombas, a vazão destas e o diâmetro dos tubos para efetuar o esgotamento na área de construção de 50 metros de comprimento de canal, aproximadamente. Além disso, foi calculado o volume de aterro necessário para as duas enseadeiras que serão colocadas no ponto jusante e montante da área de construção do canal.

8.2. Macrodrenagem – Memorial Descritivo

8.2.1. Configuração geométrica e capacidade hidráulica do canal

Como afirmado no Relatório da Etapa de Concepção do Projeto, foram adotados dois tipos de seções a fim de reduzir efeitos socioeconômicos negativos da implantação da obra de drenagem urbana. A análise do efeito social se dá com o uso de seção retangular para redução no número de desapropriações na área mais adensada da cidade, enquanto do efeito econômico está relacionado ao uso de revestimento flexível Colchão Reno em áreas menos populosas visando reduzir o custo da obra.

A declividade média do canal projetado é de 0,400%, com a máxima de 0,675% e mínima de 0,200%. Com isso, o canal projetado apresenta valores de declividade reduzidos, implicando na necessidade do canal possuir dimensões mais elevadas, a fim de que seja promovida uma capacidade de escoamento superior à estimada para o Riacho Cajazeiras em um Tempo de Retorno de 50 anos (14,3 m³/s).

Todas as variações de declividade e dimensões das seções foram verificadas em relação à capacidade de escoamento gerado, de forma a ultrapassar a vazão de 14,3

<p>Objeto/ obra = DRENAGEM URBANA NO MUNICÍPIO DE ARAME – 1ª ETAPA</p> <p>Local/ Implantação = Sede do Município de Arame - MA.</p> <p>Proponente/ Proprietário = Pref. Munic. de Arame - MA.</p> <p>Data/ Referência: SINAPI 03/2026, SICRO 01/26, ORSE 02/26, SEINFRA 028, Referencial – Não Desonerado.</p>		<p>Nº PROPOSTA: 055937/2025</p>
---	---	---------------------------------

m³/s. Essas verificações para todos os casos de seção do canal podem ser visualizadas, de forma mais detalhada, na seção 9.2.5 deste documento.

8.2.1. Aduelas

A instalação das aduelas de concreto pré-moldado deve seguir um rígido padrão de alinhamento vertical e horizontal, de modo a deixar as juntas das mesmas sucessivamente posicionadas como projetado, deixando a menor fenda possível entre peças sucessivas.

São previstos a execução macro de 1.167 aduelas em concreto pré-moldado para a parte do canal que foi projetado em seção retangular para a região mais urbanizada da cidade. Além dessas aduelas, serão instaladas aduelas nos locais de travessia do canal, formando, assim, os pontilhões, de suma importância para o tráfego na cidade. Vale ressaltar que serão instaladas aduelas na Estrada para Cajazeiras em dois pontos, funcionando como pontes para travessia de veículos, bem como, para o escoamento do Riacho Cajazeiras nessa área rural localizada a montante.

Vale salientar que para melhorar a capacidade de escoamento, o canal foi projetado com cotas de fundo inferiores às da calha atual do Riacho Cajazeiras. Essa medida foi adotada para permitir um escoamento de águas pluviais eficiente nas galerias e drenos em direção ao canal.

Por causa desse rebaixamento considerável no canal retificado, fez-se necessário a implantação de gabiões caixa sobre as margens do canal, complementando as seções de aduelas (na parte do canal com seção retangular) a fim de atenuar a entrada de sedimentos. Os gabiões caixa utilizados apresentam dimensões de 2 m de comprimento x 1 m de largura x 0,5 m de altura e serão colocados em quantidades variáveis nas margens do canal, tendo um mínimo de 1 (um) gabião caixa, e um máximo de quatro gabiões por margem, ou seja, variando a altura de contenção de sedimentos entre 0,5 metro até 2 (dois) metros. Essa quantidade varia em decorrência das situações de maior disparidade entre a cota da borda da aduela e a cota do terreno natural na estaca analisada.

<p>Objeto/ obra = DRENAGEM URBANA NO MUNICÍPIO DE ARAME – 1ª ETAPA</p> <p>Local/ Implantação = Sede do Município de Arame - MA.</p> <p>Proponente/ Proprietário = Pref. Munic. de Arame - MA.</p> <p>Data/ Referência: SINAPI 03/2026, SICRO 01/26, ORSE 02/26, SEINFRA 028, Referencial – Não Desonerado.</p>		<p>Nº PROPOSTA: 055937/2025</p>
---	---	---------------------------------

Além disso, o leito será regularizado e deve seguir um padrão linear, o que é obtido com o lançamento de uma camada de brita de regularização com a finalidade de eliminar irregularidades ocorridas durante a escavação do leito e melhorar a drenagem das fundações. Essa camada de regularização visa, também, promover um maior suporte e estabilidade às aduelas instaladas, pois o solo onde será implantado o canal é pouco resistente, como foi visto na visita em campo realizada, bem como no estudo geotécnico efetuado. Entre as aduelas dispostas de forma paralela foram projetadas juntas de concreto de 3cm de espessura. Já, para as aduelas dispostas em curvas, foram contados o número de curvas e o distanciamento médio entre aduelas e assim, foi possível calcular o volume de concreto das juntas para a parte de canal retangular.

Para, também, evitar a entrada de sedimentos no canal, será implantada uma manta geotêxtil em toda a área externa da aduela, bem como na base inferior dos gabiões caixa colocados nas bordas do canal de seção retangular.

Para evitar eventuais efeitos da subpressão e melhorar a drenagem da aduela em relação ao solo, foram projetados quatro furos de 1,5 polegadas (aproximadamente 3,81 cm) em cada parede lateral para permitir o içamentos e assentamento da estrutura no local e a drenagem de zonas adjacentes.

Ademais, foram projetados furos de mesma dimensão em número de seis no fundo da aduela. Esse furos no fundo da aduelas foram projetados com a estrita finalidade de drenar a estrutura, principalmente no começo da época seca do ano, na qual o canal não apresenta água em seu interior, porém, o solo está saturado em decorrência das precipitações ocorridas na estação chuvosa prévia.

Para evitar o trincamento em decorrências de dilatações ocorridas, foi projetado a implantação de juntas de dilatação com espaçamento de 20 metros na parte do canal em aduelas.

Tabela 8.2.1.4. Dimensionamento junta de dilatação

Objeto/ obra = DRENAGEM URBANA
NO MUNICÍPIO DE ARAME – 1ª ETAPA

Local/ Implantação = Sede do Município
de Arame - MA.

Proponente/ Proprietário = Pref. Munic. de
Arame - MA.

Data/ Referência: SINAPI 03/2026,
SICRO 01/26, ORSE 02/26, SEINFRA 028,
Referencial – Não Desonerado.



Nº PROPOSTA: 055937/2025

8.2.2. Implantação do Colchão Reno

Os Colchões Reno são estruturas retangulares caracterizadas por sua grande área e pequena espessura. São subdivididos em células por diafragmas de parede dupla, espaçados em intervalos regulares. Sua base, paredes laterais e de fechamento são formados a partir de um único pano contínuo de malha, obtendo-se um recipiente multicelular aberto. A Figura 8.2.2.1 ilustra essas estruturas de malhas hexagonais.

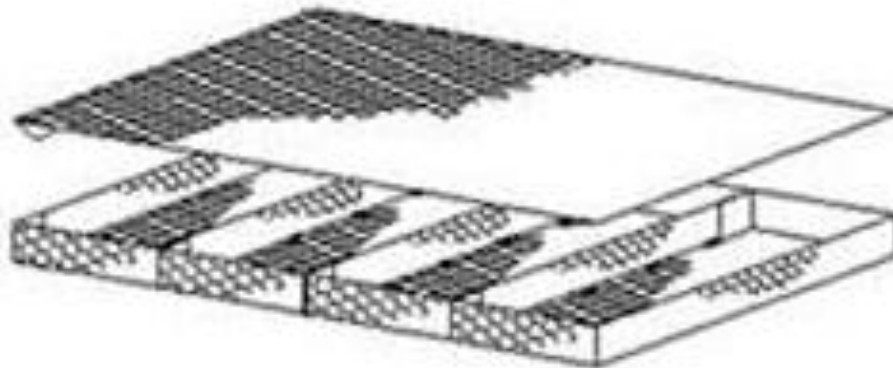


Figura 8.2.2.1. Modelos de Malhas Hexagonais do Colchão Reno

Quando os Colchões Reno são instalados e preenchidos com pedras, se tornam elementos drenantes, armados que, devido a sua flexibilidade e pequena espessura, são especialmente indicados na construção de revestimentos para canais, barragens de solo e escadas dissipadoras. Por isso, foram adotados para o revestimento do canal em seção trapezoidal. A espessura adotada para esse projeto foi de 30 cm.

A inclinação das margens da seção trapezoidal do canal para disposição do Colchão Reno é de 2 (H):1 (V). Assim, para a altura de 2 metros dimensionada para promover o escoamento necessário, há uma largura (H) de 4 metros e distância inclinada nas margens de 4,47 metros. É importante afirmar que essas dimensões variam de acordo com a cota do terreno natural em cada margem, o que foi analisado para cada estaca do canal trapezoidal. Ressalta-se que foram verificadas todas as seções, a fim de ser garantido o escoamento da vazão de projeto para o tempo de retorno de 50 anos

Objeto/ obra = DRENAGEM URBANA
NO MUNICÍPIO DE ARAME – 1ª ETAPA

Local/ Implantação = Sede do Município
de Arame - MA.

Proponente/ Proprietário = Pref. Munic. de
Arame - MA.

Data/ Referência: SINAPI 03/2026,
SICRO 01/26, ORSE 02/26, SEINFRA 028,
Referencial – Não Desonerado.



Nº PROPOSTA: 055937/2025

(14,3 m³/s). O detalhamento desse cálculo por estaca está apresentado no Memorial de Cálculo, item 8 do presente documento. A Tabela 8.2.2.1 destaca as seções com maiores e menores dimensões e a capacidade de escoamento (m³/s) calculada destas.

Tabela 8.2.2.1. Máximo e Mínimo da Altura do Canal Trapezoidal

	Estaca	Declividade (m/m)	Margem Esquerda	Margem Direita	Altura da Lâmina D'água (m)	Área Molhada (m ²)	Perímetro Molhado (m)	Capacidade de Escoamento (m ³ /s)
Máximo	1+280	0,0036	9,32	9,18	4,11	38,11	19,42	143,39
Mínimo	1+1507	0,0067	4,47	3,74	1,67	7,32	8,54	15,84

Além disso, será implantada manta geotêxtil entre o revestimento do canal em Colchão Reno e o solo de modo a evitar a entrada de materiais finos.

8.2.3. Transição entre as diferentes seções do canal

O canal, como explicitado acima, apresenta dois tipos de seções, uma de formato retangular e outra trapezoidal. Essa transição ocorre em dois casos, o primeiro na mudança de tipo de seção na estaca 62 (1+240) do canal e o segundo nos pontilhões localizados na parte do canal com seção retangular (pontes 9 a 15). Para o adequado funcionamento da estrutura projetada, é importante dimensionar como será implantada a transição entre essas duas seções diferentes.

Foi escolhida uma transição com execução que fosse realizada da forma mais simples possível. Para isso, foi projetada uma transição gradual de 6 metros, na qual ocorre o alargamento da base do fundo do canal em Colchão Reno, indo de 1,5 metros até os 4 metros, largura que corresponde com a base de aduela de concreto pré-moldado.

Entre a seção em Colchão Reno e a seção executada em aduelas de concreto foi projetado um muro de contenção em gabiões caixa, como pode ser visualizado na Figura 8.2.3.1 abaixo. A altura do muro de contenção varia de acordo com a altura da ponte, sendo o maior na ponte 15, com 9 (nove) gabiões caixas (4,5 m de altura).

Objeto/ obra = DRENAGEM URBANA
NO MUNICÍPIO DE ARAME – 1ª ETAPA

Local/ Implantação = Sede do Município
de Arame - MA.

Proponente/ Proprietário = Pref. Munic. de
Arame - MA.

Data/ Referência: SINAPI 03/2026,
SICRO 01/26, ORSE 02/26, SEINFRA 028,
Referencial – Não Desonerado.



Nº PROPOSTA: 055937/2025

Importante ressaltar que foi projetado a implementação de mantas geotêxtis entre a base de fundo do muro e o terreno, e na parede interna do muro, evitando, assim, entrada de finos no canal.

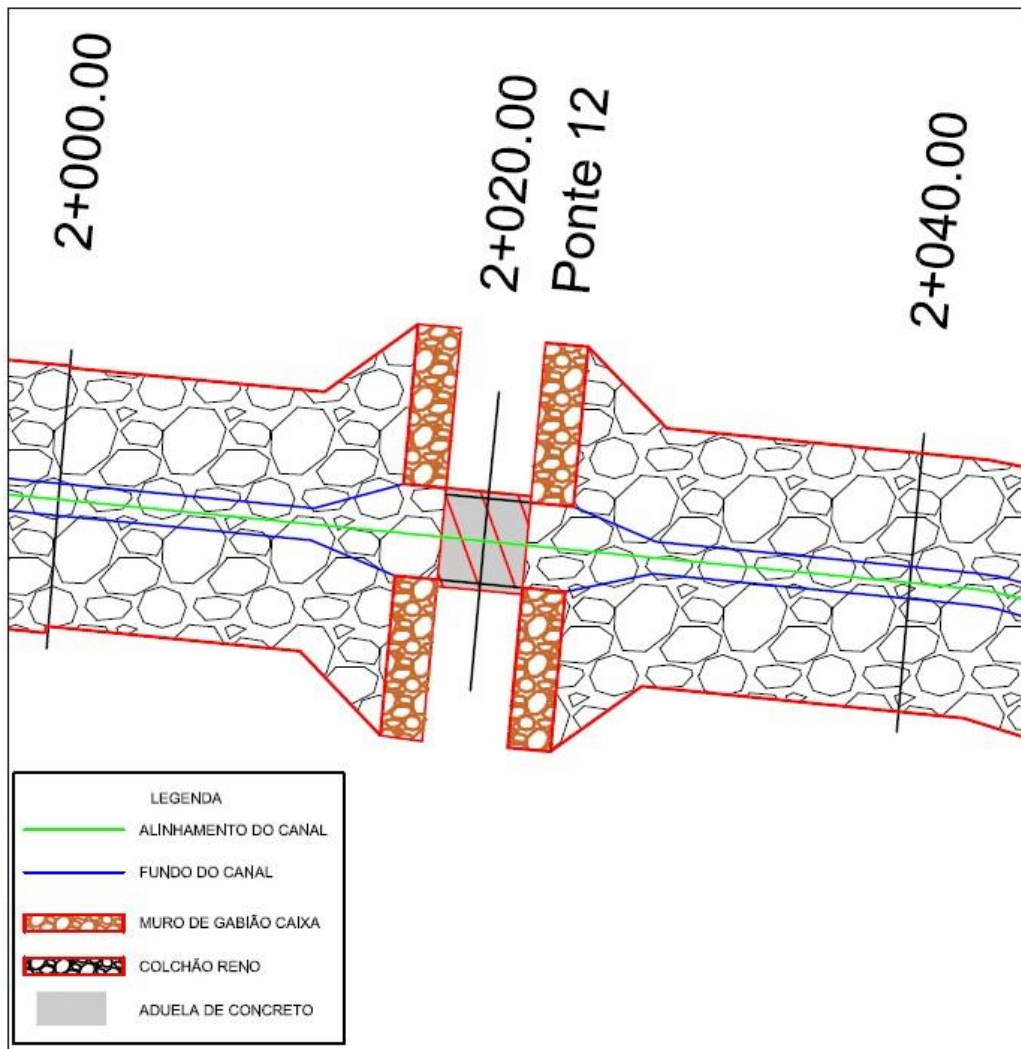


Figura 8.2.3.1. Transição entre seções do canal na ponte 12

Cabe destacar que na 1ª etapa de implantação não será executado o colchão reno, será executada apenas a retificação do canal conforme projeto e posterior revestimento em camada vegetal.

<p>Objeto/ obra = DRENAGEM URBANA NO MUNICÍPIO DE ARAME – 1ª ETAPA</p> <p>Local/ Implantação = Sede do Município de Arame - MA.</p> <p>Proponente/ Proprietário = Pref. Munic. de Arame - MA.</p> <p>Data/ Referência: SINAPI 03/2026, SICRO 01/26, ORSE 02/26, SEINFRA 028, Referencial – Não Desonerado.</p>		<p>Nº PROPOSTA: 055937/2025</p>
---	---	---------------------------------

8.3. Microdrenagem – Memorial Descritivo

O sistema de microdrenagem proposto tem o objetivo de mitigar os constantes alagamentos verificados na cidade, e consiste na implantação de galerias de águas pluviais circulares nas principais ruas no entorno do canal, concebidas de forma que a água seja coletada nas vias por sarjetas e bocas-de-lobo e direcionadas para o canal projetado, para o Rio Zutiuá ou para o Riacho Cajazeiras previamente retificado em com sua capacidade de escoamento ampliada.

O bom funcionamento do sistema de microdrenagem depende essencialmente do projeto e da execução cuidadosa de obras simples e extensamente distribuídas (pavimentos das ruas, guias e sarjetas, bocas de lobo e galerias), além de exigir manutenção permanente, com limpeza e desobstrução antes das épocas chuvosas.

Para projetar as galerias de drenagem do sistema, foi realizada uma análise das bacias de drenagem de cada galeria de projeto. A Figura 8.3.1 ilustra a delimitação das bacias projetadas para a área urbana de Arame

8.3.1. *Galerias de Águas Pluviais*

O sistema de microdrenagem proposto conta com mais de 4.500 metros de galerias subterrâneas construídas em sua maioria por condutos de PEAD específicos para drenagem (dupla camada), com um recobrimento mínimo de 0,8 m em relação ao leito carroçável da via e declividade média de 0,7%. Nos casos em que não há possibilidade de implantação dos tubos com o recobrimento mínimo exigido, o projeto contemplará o envelopamento de concreto do trecho.

Os Tubos de Polietileno de Alta Densidade (PEAD) são muito utilizados em projetos de saneamento, dada as suas principais características:

- Garantia de resistência a impactos e químicas.
- Elevada vida útil;
- Alto desempenho por menos atrito com o fluido;

<p>Objeto/ obra = DRENAGEM URBANA NO MUNICÍPIO DE ARAME – 1ª ETAPA</p> <p>Local/ Implantação = Sede do Município de Arame - MA.</p> <p>Proponente/ Proprietário = Pref. Munic. de Arame - MA.</p> <p>Data/ Referência: SINAPI 03/2026, SICRO 01/26, ORSE 02/26, SEINFRA 028, Referencial – Não Desonerado.</p>		<p>Nº PROPOSTA: 055937/2025</p>
---	---	---------------------------------

- Leves e flexíveis, podendo ser fornecidos em rolos conforme o diâmetro.

Além das galerias das ruas, foram especificados “drenos” condutores não associados a vias de tráfego que são os responsáveis pela condução das águas pluviais diretamente ao canal. Dada as condições topográficas do local, alguns trechos resultam em tubos expostos ou mais próximos à superfície do terreno, os quais foram projetados em concreto, material que apresenta maior resistência mecânica e superficial externa, em relação ao polietileno das galerias.

8.3.2. Dispositivos de Engolimento ou Bocas de Lobo

As bocas-de-lobo projetadas tem a função de captar as águas pluviais escoadas nas vias e direcioná-las para as galerias subterrâneas. Elas são geralmente localizadas imediatamente a montante das curvas das guias no cruzamento, em pontos baixos ou em pontos intermediários segundo as necessidades de captação de água.

No estudo das estruturas hidráulicas singulares, WILKEN (1978), utilizando seu trabalho realizado em 1968, desenvolveu importante análise sobre bocas de lobo de diversos tipos, e constatou que a capacidade de esgotamento de uma boca de lobo depende da altura de água no trecho da sarjeta imediatamente a montante da boca de lobo

Posto isso, no projeto foram escolhidas as bocas-de-lobo do tipo combinada simples e combinada dupla, as quais possuem a estrutura de abertura na guia combinada com as grelhas, conforme mostrado na Figura 8.3.2.1.

Objeto/ obra = DRENAGEM URBANA
NO MUNICÍPIO DE ARAME – 1ª ETAPA

Local/ Implantação = Sede do Município
de Arame - MA.

Proponente/ Proprietário = Pref. Munic. de
Arame - MA.

Data/ Referência: SINAPI 03/2026,
SICRO 01/26, ORSE 02/26, SEINFRA 028,
Referencial – Não Desonerado.



Nº PROPOSTA: 055937/2025

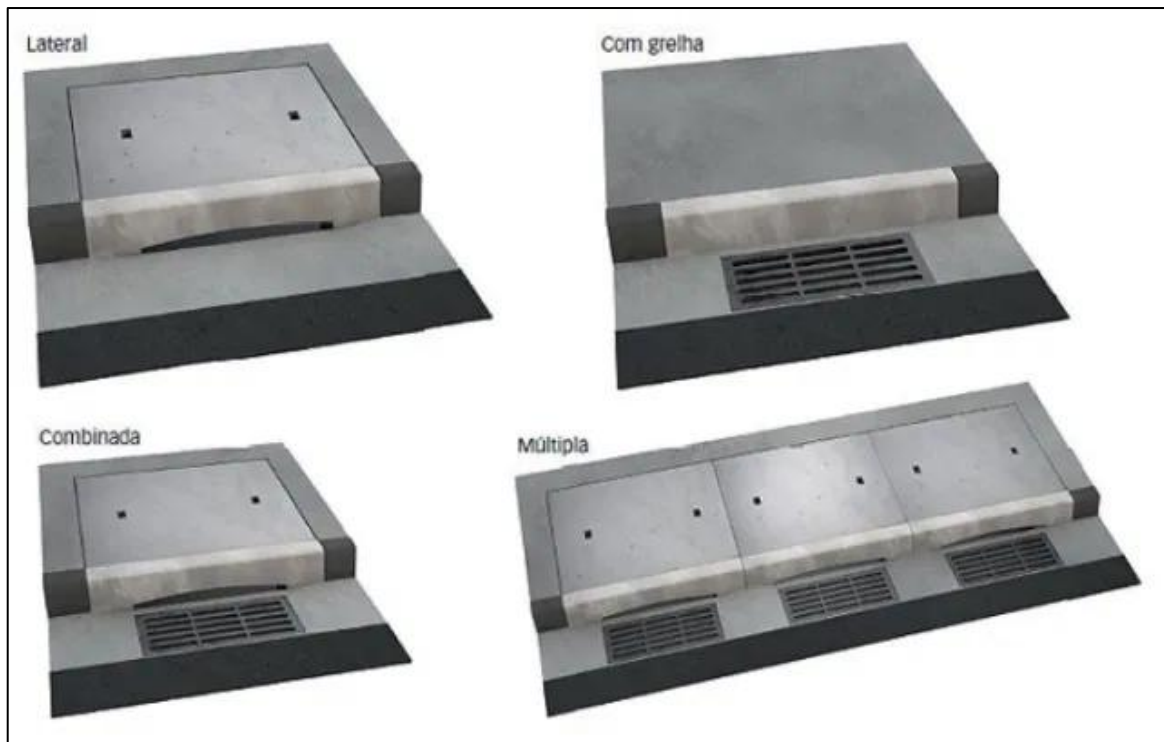


Figura 8.3.2.1. Tipos de Bocas-de-lobo

Nesse contexto, os cálculos da demanda de vazão apontaram para uma quantidade mínima de 117 bocas-de-lobo. No entanto, por questões de geometria vertical (depressões intermediárias) geometria horizontal (necessidade suprir ambas margens da via com bocas de lobo e para combater possíveis falhas de funcionamento e entupimento das estruturas, foram dispostas 220 estruturas ao longo das vias, localizadas prioritariamente nos pontos baixos do greide das ruas e nos cruzamentos. A Tabela 8.3.2.1 apresenta o número necessário, e o projetado de bocas-de-lobo simples e duplas para cada galeria analisada.

8.3.3. Poços de Visita

Os poços de visita foram dimensionados conforme descrito no item 9.2.6 do presente documento. Com isso, na Tabela 8.3.3.1 é mostrada a relação completa dos PVs, com cotas e localização, totalizando 108 estruturas.

Objeto/ obra = DRENAGEM URBANA
NO MUNICÍPIO DE ARAME – 1ª ETAPA

Local/ Implantação = Sede do Município
de Arame - MA.

Proponente/ Proprietário = Pref. Munic. de
Arame - MA.

Data/ Referência: SINAPI 03/2026,
SICRO 01/26, ORSE 02/26, SEINFRA 028,
Referencial – Não Desonerado.



Nº PROPOSTA: 055937/2025

O poço de visita para a drenagem urbana foi projetado com uma câmara de trabalho ou balão de forma quadrada composta por paredes de alvenaria e uma laje de fundo, laje de topo, peça de transição e tampa de concreto armado.

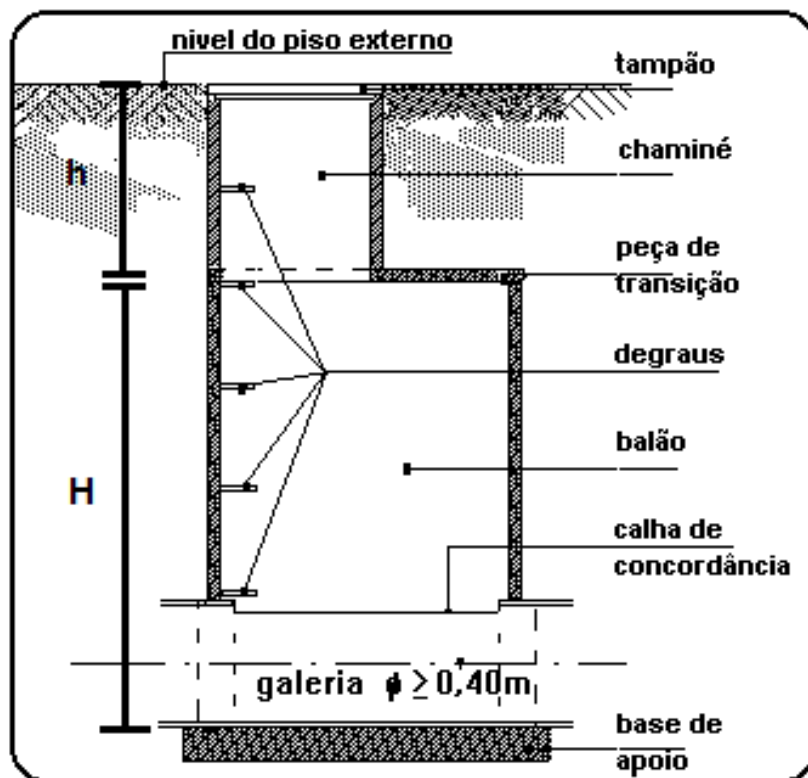


Figura 8.3.3.1. Representação dos Poços de Visita

Objeto/ obra = DRENAGEM URBANA
NO MUNICÍPIO DE ARAME – 1ª ETAPA

Local/ Implantação = Sede do Município
de Arame - MA.

Proponente/ Proprietário = Pref. Munic. de
Arame - MA.

Data/ Referência: SINAPI 03/2026,
SICRO 01/26, ORSE 02/26, SEINFRA 028,
Referencial – Não Desonerado.

Nº PROPOSTA: 055937/2025



8.6. Terraplenagem e Pavimentação

8.6.1. Projeto Geométrico

O projeto geométrico das vias avaliadas foi desenvolvido conforme descrito no item 9.3.1 deste documento, e as Tabelas apresentam os resultados obtidos das coordenadas dos pontos de inflexão dos alinhamentos horizontais, junto à distância e direção por trecho.

8.6.2. Projeto de Terraplenagem

Um ponto relevante para a realização da terraplenagem das ruas é a retirada os pavimentos existentes. Com isso, por meio de estudo topográficos em campo, foi feito a avaliação e detalhamento de cada tipo de pavimento vigente por via. A partir disso, foi contabilizado o volume de retirada para cada via, considerando as seguintes espessuras para cada pavimento analisado: Pavimentação asfáltica, piso intertravado e em paralelepípedo, 20 cm de espessura; e Pavimentação em Pedra Tosca, 30 cm de espessura.

As ruas foram todas elevadas em relação às cotas do terreno natural vigente. Essa decisão foi tomada a fim de permitir um escoamento efetivo da água para o canal do Riacho Cajazeiras e para os Rio Zutuiá (galerias 10 e 12).

Importante ressaltar que na Estrada de acesso a Cajazeiras foi projetado somente a terraplenagem, sem implantação de pavimento, com a finalidade de elevar a cota da estrada para a cota mínima de 116 m, e, assim, evitar o galgamento da via em decorrência de cheias excepcionais. A partir disso transformar essa área contígua à zona urbana de Arame em uma zona de retenção e amortecimento de cheias.

8.6.3. Projeto de Pavimentação

O projeto de pavimentação desenvolvido inclui a implementação de três camadas para a formação e uma pavimento. A primeira camada é a de regularização do leito, a qual é importante nesse projeto para regularizar o terreno natural, para as camadas

Objeto/ obra = DRENAGEM URBANA
NO MUNICÍPIO DE ARAME – 1ª ETAPA

Local/ Implantação = Sede do Município
de Arame - MA.

Proponente/ Proprietário = Pref. Munic. de
Arame - MA.

Data/ Referência: SINAPI 03/2026,
SICRO 01/26, ORSE 02/26, SEINFRA 028,
Referencial – Não Desonerado.



Nº PROPOSTA: 055937/2025

superiores, e elevar o greide da via para a cota adotada em projeto. Por cima da regularização é aplicada a imprimação, pintura de ligação e revestimento asfáltico com espessura de 5cm em CBUQ.

A Tabela 8.6.3.2 apresenta os comprimentos de sarjeta e meio-fio. As considerações feitas para os dimensionamentos desses está relatada de forma detalhada no memorial de cálculo do Projeto de Pavimentação (Item 9.3.3).

Tabela 8.6.3.2. Comprimentos de Sarjeta e Meio-Fio

Rua	Comp. Sarjeta/Meio-Fio (m)
Av. Ulisses Guimarães	1.025,20
Comp. Rotatória MA-008	213,93
MA-008	385,97
7 de Setembro	1.829,15
Barão de Grajaú	4.624,40
Santa Rita	345,40
São Francisco	1.113,20
Travessa Ponte	488,40
R. do Comércio	389,40
ROT I	81,40
ROT II	118,80
Travessa Nova Viela	132,00
R. 13 de Maio	389,40
Total	11.136,64

9. MEMORIAL DE CÁLCULO

9.1 Estudo Populacional

Para obter o valor de moradores urbanos da cidade de Arame, foi estipulado o ano 2020 como base e, seguindo a taxa de crescimento anual estipulada pelo Termo de Referência (2%), calculou-se número populacional urbano para 2010, o qual está indicado na Tabela 9.1.1.

Objeto/ obra = DRENAGEM URBANA
NO MUNICÍPIO DE ARAME – 1ª ETAPA

Local/ Implantação = Sede do Município
de Arame - MA.

Proponente/ Proprietário = Pref. Munic. de
Arame - MA.

Data/ Referência: SINAPI 03/2026,
SICRO 01/26, ORSE 02/26, SEINFRA 028,
Referencial – Não Desonerado.



Nº PROPOSTA: 055937/2025

Tabela 9.1.1. Projeção populacional do município de Arame

Ano	Projeção de população total do município (Hab.)	Projeção de população da sede do município (Hab.)
2010	31702	12551
2019	32701	12947
2020	32814	12991
2021	33454	13245
2022	34094	13498
2023	34734	13752
2024	35375	14005
2025	36015	14258
2026	36655	14512
2027	37295	14765
2028	37935	15019
2029	38576	15272
2030	39216	15526
2031	39981	15829
2032	40746	16131
2033	41511	16434
2034	42276	16737
2035	43041	17040
2036	43806	17343
2037	44571	17646
2038	45336	17949
2039	46101	18252
2040	46866	18555

Importante ressaltar que o valor da população urbana para a cidade de Arame em 2020 não foi obtida por meio de um Censo do IBGE e sim por uma estimativa. A fim de realizar obter número populacional de 2020, foi calculada a taxa de crescimento anual entre 2010 e 2019 usada pelo IBGE para estimar a população de 2019 (1%) e, assim, projetou-se, com essa taxa, a população para 2020.

9.2. Estudos Hidrológicos e Hidráulicos

9.2.1. Tempo de Concentração das Bacias em Estudo

Para a determinação das vazões de pico utilizadas no dimensionamento do sistema de drenagem das bacias do Rio Zutiúá e do Riacho Cajazeiras, é necessário o cálculo do tempo de concentração (T_c) da bacia. Para tempos de concentração maiores,

Objeto/ obra = DRENAGEM URBANA
NO MUNICÍPIO DE ARAME – 1ª ETAPA

Local/ Implantação = Sede do Município
de Arame - MA.

Proponente/ Proprietário = Pref. Munic. de
Arame - MA.

Data/ Referência: SINAPI 03/2026,
SICRO 01/26, ORSE 02/26, SEINFRA 028,
Referencial – Não Desonerado.



Nº PROPOSTA: 055937/2025

têm-se maiores atenuações da vazão de pico, enquanto menores valores indicam maiores picos de escoamento.

O T_c foi calculado conforme a metodologia de Kirpich modificada, tendo em vista que as bacias em estudo não podem ser classificadas como pequenas. A equação abaixo apresenta a formulação aplicada (Publicação DNIT IPR 715, 2005).

$$t_c = 1,42 \cdot \left(\frac{L^3}{H}\right)^{0,385}$$

Onde:

t_c = Tempo de Concentração, em horas;

L = Comprimento do curso d'água, em km;

H = Desnível máximo, em m.

Os valores dos tempos de concentração para as bacias do Rio Zutiúá e do Riacho Cajazeiras foram de 37,2 horas e 5,8 horas, respectivamente. A Tabela 9.2.1.1 apresenta os parâmetros de cálculo, bem como os tempos e concentração para as bacias estudadas.

Tabela 9.2.1.1. Parâmetros e Tcs das Bacias em Estudo

Bacia	Comprimento (Km)	Área (Km ²)	Desnível Máximo (m)	Tempo de Concentração (h)
Zutiúá em Arame	102,44	2150,5	223	37,18
Riacho Cajazeiras	19,19	129,4	179	5,85

9.2.2. Estudo Fluviométrico

A Tabela 9.2.2.1 apresenta a série de vazões máximas diárias utilizadas e seus indicadores estatísticos. O ano de 1972 foi excluído da análise, pois possui registro de dados apenas a partir do mês de maio, já após o período chuvoso do ano. A estação de Esperantina se localiza sobre o Rio Zutiúá e drena o escoamento de uma área de 5.930km², de acordo com os dados obtidos do HIDROWEB.

Objeto/ obra = DRENAGEM URBANA
NO MUNICÍPIO DE ARAME – 1ª ETAPA

Local/ Implantação = Sede do Município
de Arame - MA.

Proponente/ Proprietário = Pref. Munic. de
Arame - MA.

Data/ Referência: SINAPI 03/2026,
SICRO 01/26, ORSE 02/26, SEINFRA 028,
Referencial – Não Desonerado.



Nº PROPOSTA: 055937/2025

Tabela 9.2.2.1. Dados de vazão máxima diária anual para a Estação Fluviométrica de Esperantina

Ano	Vazão máxima diária (m³/s)	Ano	Vazão máxima diária (m³/s)	Indicadores Estatísticos	
				Média	Desvio
01/03/2018	142,78	01/04/1995	316,02	Média	171,68
01/02/2017	178,22	01/04/1994	213,70	Desvio	84,56
01/03/2016	45,26	01/03/1993	73,40	CV	0,49
01/04/2015	91,67	01/03/1992	179,42	Mínimo	34,58
01/03/2014	137,70	01/03/1991	109,28	Máximo	409,39
01/02/2013	102,47	01/03/1990	53,47		
01/01/2012	101,90	01/04/1989	140,11		
01/04/2011	291,86	01/03/1988	120,39		
01/04/2010	207,96	01/03/1987	140,11		
01/05/2009	318,79	01/03/1986	116,63		
01/04/2008	409,39	01/05/1985	207,35		
01/02/2007	257,98	01/04/1984	95,62		
01/04/2006	351,74	01/03/1983	74,10		
01/04/2005	227,99	01/02/1982	98,42		
01/04/2004	178,12	01/02/1981	34,58		
01/03/2003	247,16	01/03/1980	137,62		
01/04/2002	231,42	01/01/1979	110,75		
01/04/2001	248,94	01/04/1978	99,83		
01/04/2000	221,21	01/05/1977	156,71		
01/03/1999	128,56	01/04/1976	144,24		
01/03/1998	121,61	01/04/1975	168,63		
01/03/1997	160,47	01/04/1974	302,89		
01/03/1996	205,52	01/04/1973	195,34		

Com base na série de vazões máximas anuais é possível observar que o ano com máxima vazão foi o ano de 2008, com uma máxima igual a 409,39m³/s. A Figura 9.2.2.1 ilustra o hidrograma registrado para esse ano. Nele é possível observar a característica intermitente esperada para a região.

Já com base na série de vazões diárias foi desenvolvida a curva de permanência para a estação fluviométrica de Esperantina, como pode ser visto na Figura 9.2.2.2 que evidencia o caráter intermitente do Rio Zutiúá, inclusive para áreas de drenagem de grande porte.

Objeto/ obra = DRENAGEM URBANA
NO MUNICÍPIO DE ARAME – 1ª ETAPA

Local/ Implantação = Sede do Município
de Arame - MA.

Proponente/ Proprietário = Pref. Munic. de
Arame - MA.

Data/ Referência: SINAPI 03/2026,
SICRO 01/26, ORSE 02/26, SEINFRA 028,
Referencial – Não Desonerado.



Nº PROPOSTA: 055937/2025

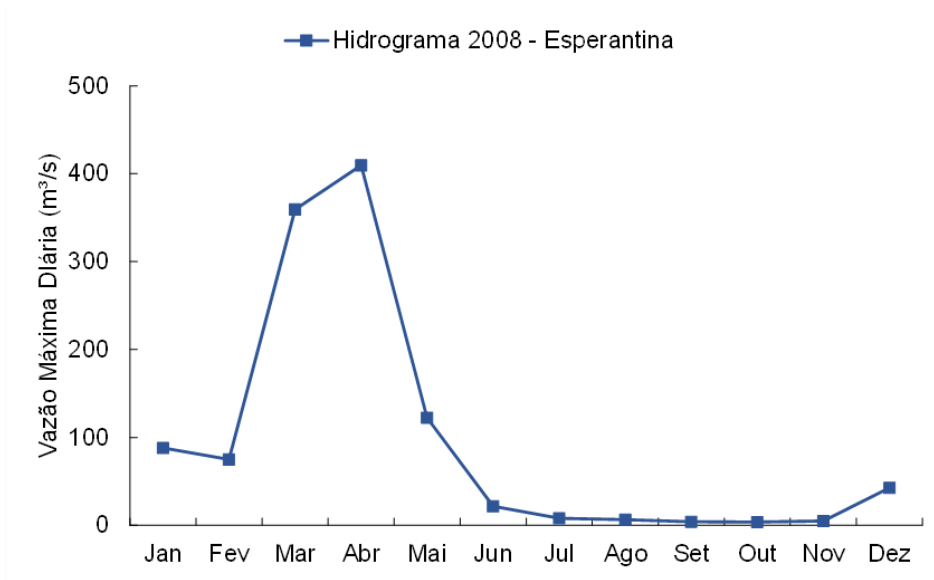


Figura 9.2.2.1. Hidrograma do Ano 2008 da Estação Fluviométrica de Esperantina

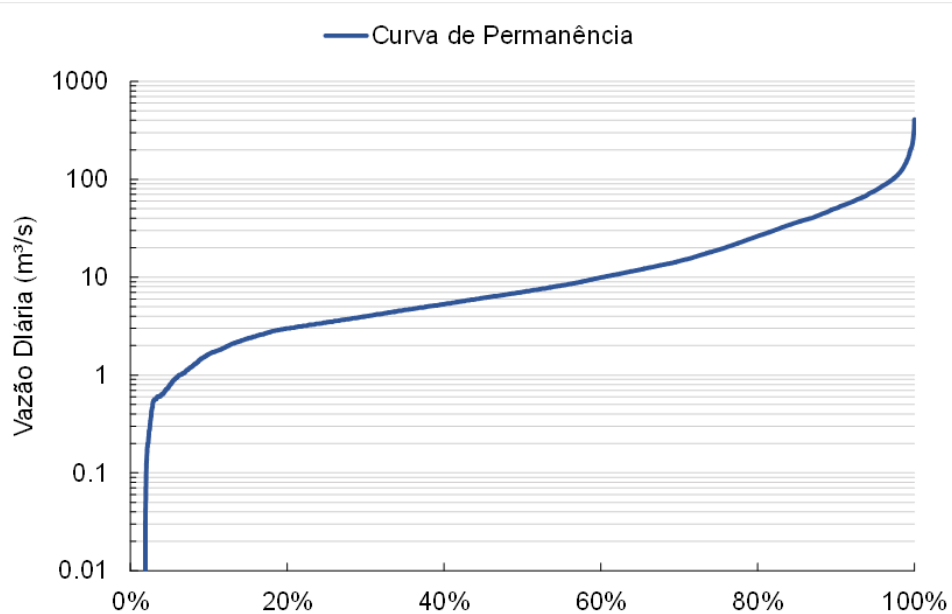


Figura 9.2.2.2. Curva de Permanência da Estação Fluviométrica de Esperantina

<p>Objeto/ obra = DRENAGEM URBANA NO MUNICÍPIO DE ARAME – 1ª ETAPA</p> <p>Local/ Implantação = Sede do Município de Arame - MA.</p> <p>Proponente/ Proprietário = Pref. Munic. de Arame - MA.</p> <p>Data/ Referência: SINAPI 03/2026, SICRO 01/26, ORSE 02/26, SEINFRA 028, Referencial – Não Desonerado.</p>		<p>Nº PROPOSTA: 055937/2025</p>
---	---	---------------------------------

➤ **Ajuste Estatístico**

Devido à satisfatória extensão da série fluviométrica (mais de 40 anos de dados ininterruptos) a determinação das vazões máximas diárias para vários períodos de retorno pode se basear na análise estatística dos dados disponíveis.

Esse processo é feito a partir da série de valores máximos diários anuais, os quais são submetidos a um processo de ajuste de distribuições teóricas de probabilidades que permite extrapolar as recorrências registradas na série observada.

Neste estudo foram testadas as principais distribuições recomendadas na literatura para o tratamento de máximos de séries fluviométricas: Gumbel (identificada no software Minitab como *Largest Extreme Value*), Gamma e Lognormal.

Para os ajustes foi utilizado o software Minitab e a escolha da distribuição utilizada baseou-se na avaliação do variável P-Value, indicadora da qualidade do ajuste, fornecida pelo software, o qual indica que a hipótese nula não pode ser descartada caso o P-Value seja maior que 0,05, para um nível de confiança de 95%¹. A hipótese nula do problema é que a distribuição estatística representa o conjunto de dados em estudo.

A Figura 9.2.2.3 apresenta o resultado da análise estatística. Ao ser avaliado o resultado, observa-se que todas as distribuições possuem um P-Value maior que 0,05, o que indica que a hipótese nula não pode ser descartada. Posto isso, escolheu-se a distribuição de probabilidade Gamma para a representação dos dados da Estação Fluviométrica de Esperantina.

Com isso, calculam-se as vazões máximas para os períodos de retorno (TR) iguais a 25, 50 e 100 anos, equivalentes a probabilidades de excedência de 0,04, 0,02 e 0,01, respectivamente, como apresentado na Figura 9.2.2.4.

¹ <https://support.minitab.com/en-us/minitab/18/help-and-how-to/statistics/basic-statistics/supporting-topics/basics/example-of-getting-and-interpreting-a-p-value/>>

Objeto/ obra = DRENAGEM URBANA
NO MUNICÍPIO DE ARAME – 1ª ETAPA

Local/ Implantação = Sede do Município
de Arame - MA.

Proponente/ Proprietário = Pref. Munic. de
Arame - MA.

Data/ Referência: SINAPI 03/2026,
SICRO 01/26, ORSE 02/26, SEINFRA 028,
Referencial – Não Desonerado.



Nº PROPOSTA: 055937/2025

Observa-se que as vazões máximas para TR de 25, 50 e 100 anos são, respectivamente, 345,2 m³/s, 387,5 m³/s e 428,2 m³/s. Assim, dado que a área da bacia da estação de Esperantina é 5.930 km², tem-se as vazões específicas máximas para TR de 25, 50 e 100 anos iguais a 0,0582m³/s/km², 0,0653 m³/s/km² e 0,0722 m³/s/km², respectivamente.

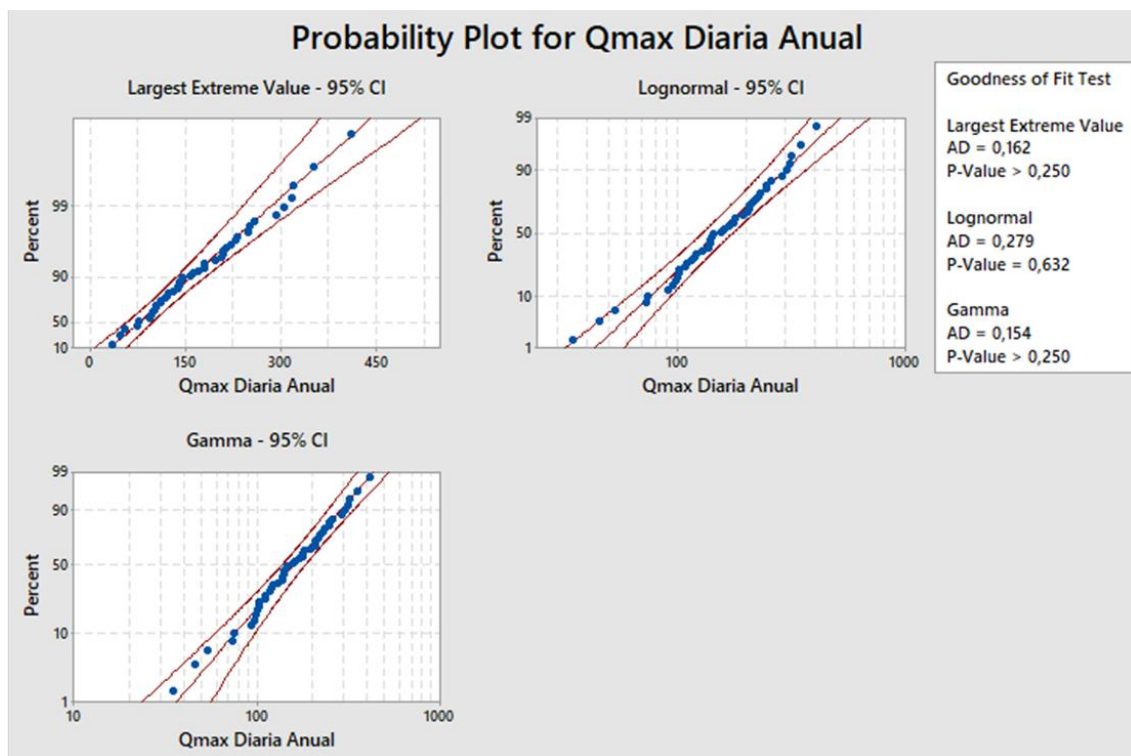


Figura 9.2.2.3. Ajuste estatístico realizado para a série de vazões máximas diárias anuais para a Estação Fluviométrica de Esperantina

Objeto/ obra = DRENAGEM URBANA
NO MUNICÍPIO DE ARAME – 1ª ETAPA

Local/ Implantação = Sede do Município
de Arame - MA.

Proponente/ Proprietário = Pref. Munic. de
Arame - MA.

Data/ Referência: SINAPI 03/2026,
SICRO 01/26, ORSE 02/26, SEINFRA 028,
Referencial – Não Desonerado.



Nº PROPOSTA: 055937/2025

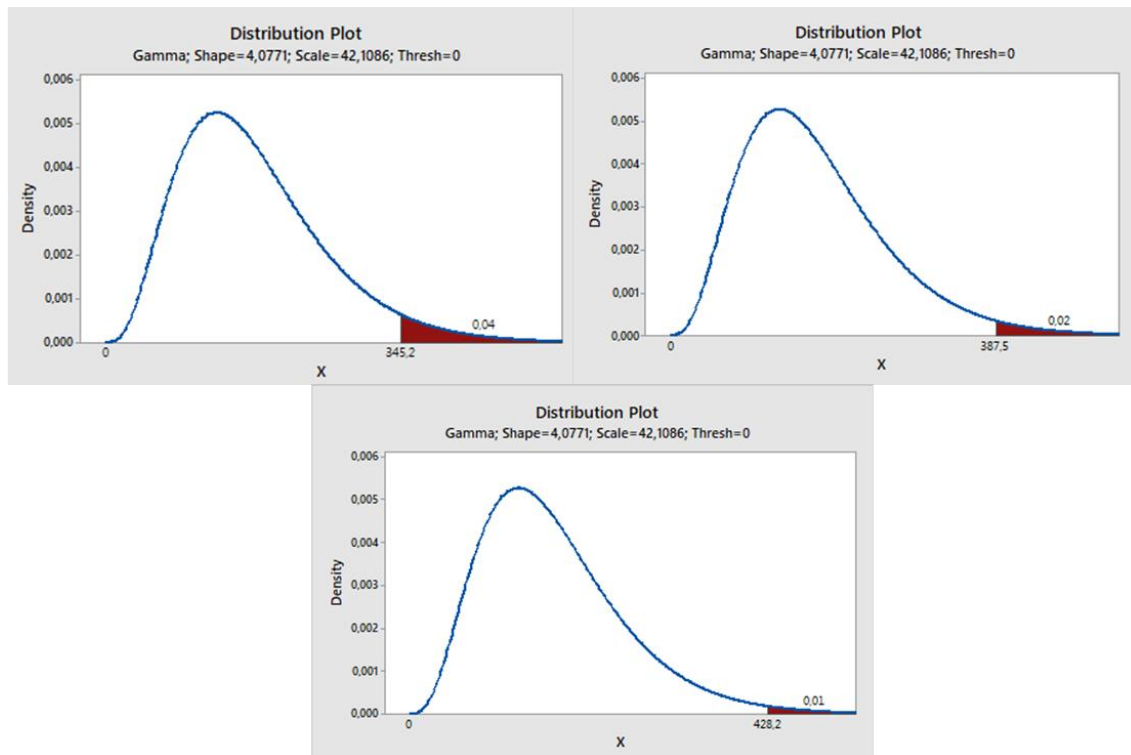


Figura 9.2.2.4. Resultados das vazões máximas obtidas para probabilidades de excedência iguais a 0,04, 0,02 e 0,01

9.2.3. Estudo Pluviométrico

A precipitação diária, calculada por meio de estudos estatísticos para o período de retorno desejado foi desagregada em intervalos de tempo sub-diários por meio do método de Torga Torrico (1975). Isto permitiu compor um hietograma hipotético e obter com base nestes dados de chuvas um hidrograma de cheias. Este procedimento é feito utilizando o software HEC-HMS desenvolvido pelo Corpo de Engenheiros do Exército dos Estados Unidos².

Com relação ao hietograma de projeto adotado, ressalta-se que, no presente estudo, foram utilizadas hipóteses conservadoras que, além da adoção do período de retorno indicado para projetos de macrodrenagem que é de 50 anos, valor recomendado

² (<https://www.hec.usace.army.mil/software/hec-hms/>)

<p>Objeto/ obra = DRENAGEM URBANA NO MUNICÍPIO DE ARAME – 1ª ETAPA</p> <p>Local/ Implantação = Sede do Município de Arame - MA.</p> <p>Proponente/ Proprietário = Pref. Munic. de Arame - MA.</p> <p>Data/ Referência: SINAPI 03/2026, SICRO 01/26, ORSE 02/26, SEINFRA 028, Referencial – Não Desonerado.</p>		<p>Nº PROPOSTA: 055937/2025</p>
---	---	---------------------------------

para equipamentos de macrodrenagem urbana³, utilizou-se o Método dos Blocos Alternados, ou Método de Chicago para a formulação do hietograma, condição que representa uma situação crítica.

Esse método adota uma configuração de chuva de baixa probabilidade de ocorrência ao considerar o pico da chuva quando o solo está saturado (no meio do período chuvoso estudado), situação que acarreta no escoamento máximo daquela precipitação.

Para a simulação do modelo no HEC-HMS utilizou-se as características físicas da bacia em estudo e foram inseridos os hietogramas desenvolvidos para os períodos de retorno avaliados. O HEC-HMS utiliza os seguintes métodos para a estimativa do escoamento superficial:

- Método da Curva Número (USACE, 2010), o qual separa a parcela da chuva que infiltra e evapora da parcela que escoam superficialmente, determinando a precipitação efetiva;

- Método SCS Unit Hydrograph ou “Hietograma Triangular” (USACE, 2010), recomendado pelo Soil Conservation Service, o qual determina o escoamento superficial na bacia hidrográfica, aplicável para bacias com áreas de até 2.500 km².

Com o objetivo de comparada com o resultado obtido pelo método Chuva-Deflúvio os resultados são comparados com a vazão máxima diária anual obtida com base em dados da estação fluviométrica de Esperantina (Código: 33170000), calculada a partir de estudos estatísticos para o período de retorno desejado.

Transforma-se em vazão específica máxima, a qual é então é multiplicada pela área da bacia do Riacho Cajazeiras, Nesse caso, sabendo-se que a área da bacia hidrográfica da estação fluviométrica é muito maior que a do Riacho Cajazeiras, espera-se uma vazão afluente menor que aquela obtida com a transformação chuva-deflúvio.

³ TUCCI, Carlos EM. Drenagem urbana. **Ciência e cultura**, v. 55, n. 4, p. 36-37, 2003.

Objeto/ obra = DRENAGEM URBANA
NO MUNICÍPIO DE ARAME – 1ª ETAPA

Local/ Implantação = Sede do Município
de Arame - MA.

Proponente/ Proprietário = Pref. Munic. de
Arame - MA.

Data/ Referência: SINAPI 03/2026,
SICRO 01/26, ORSE 02/26, SEINFRA 028,
Referencial – Não Desonerado.



Nº PROPOSTA: 055937/2025

Justifica-se esse resultado por diferentes razões. Em primeiro lugar, admite-se que o método de Chuva-Deflúvio, além de utilizar dados de chuva com uma determinada probabilidade de ocorrência, considera algumas hipóteses adicionais que podem aumentar sensivelmente a recorrência do resultado obtido.

Por outro lado, o pico de cheia para uma área afluenta de mais de 5.000km² apresenta uma vazão específica que é sujeita a atenuações diferenciadas das que podem ocorrer numa bacia bem mais restrita (como a Bacia do Riacho Cajazeiras, com 120 km²). Nesse contexto, o princípio da parcimônia leva a privilegiar o método Chuva-Deflúvio e a deixar a metodologia de regionalização de vazões máximas para os casos em que a aplicação do método de Chuva-Deflúvio seja muito complexa, como é o caso da Bacia do Rio Zutuiá.

A Tabela 9.2.3.1 apresenta a série precipitações máxima diária utilizada. Os anos entre 2012 e 2015 não foram considerados na análise, visto que possuem precipitações máximas bem abaixo da média, sendo considerados pontos fora da curva, ou *outliers*, na série analisada.

Tabela 9.2.3.1. Precipitações Máximas Diárias Anuais do Posto Pluviométrico de Arame

Ano	Precipitação máxima diária (mm)	Ano	Precipitação máxima diária (mm)	Indicadores Estatísticos	
1983	60,20	2000	78,10	Média	83,55
1984	65,00	2001	81,40	Desvio	21,68
1985	91,40	2002	155,60	CV	0,26
1986	86,40	2003	52,60	Mínimo	52,60
1987	109,20	2004	58,50	Máximo	155,60
1988	103,40	2005	68,50		
1989	80,70	2006	58,90		
1990	54,10	2007	69,50		
1991	73,80	2008	130,00		
1992	90,60	2009	69,90		
1993	81,80	2010	98,40		
1994	74,80	2011	98,00		
1995	86,80	2016	55,60		
1996	66,20	2017	96,60		
1997	80,60	2018	95,90		
1998	90,30	2019	92,30		
1999	87,20	2020	98,50		

<p>Objeto/ obra = DRENAGEM URBANA NO MUNICÍPIO DE ARAME – 1ª ETAPA</p> <p>Local/ Implantação = Sede do Município de Arame - MA.</p> <p>Proponente/ Proprietário = Pref. Munic. de Arame - MA.</p> <p>Data/ Referência: SINAPI 03/2026, SICRO 01/26, ORSE 02/26, SEINFRA 028, Referencial – Não Desonerado.</p>		<p>Nº PROPOSTA: 055937/2025</p>
---	---	---------------------------------

➤ **Ajuste Estatístico Posto Pluviométrico de Arame**

Assim como na estação fluviométrica de Esperantina, o posto pluviométrico de Arame também possui uma boa extensão da sua série histórica, e então a determinação das precipitações máximas diárias para vários períodos de retorno pode-se basear na análise estatística dos dados disponíveis.

Neste estudo foram testadas as principais distribuições recomendadas na literatura para o tratamento de máximos de séries pluviométricas: Gumbel, Gamma e Lognormal. Foi utilizado o software Minitab, e a escolha da distribuição utilizada baseou-se na avaliação do P-Value fornecido pelo software, semelhante ao realizado para a série fluviométrica.

A Figura 9.2.3.1 apresenta o resultado da análise. Ao ser avaliado o resultado, observa-se que todas as distribuições possuem um P-Value maior que 0,05, o que indica que a hipótese nula não pode ser descartada. Posto isso, escolheu-se a distribuição de probabilidade Gamma para a representação dos dados da Estação Pluviométrica de Arame.

Objeto/ obra = DRENAGEM URBANA
NO MUNICÍPIO DE ARAME – 1ª ETAPA

Local/ Implantação = Sede do Município
de Arame - MA.

Proponente/ Proprietário = Pref. Munic. de
Arame - MA.

Data/ Referência: SINAPI 03/2026,
SICRO 01/26, ORSE 02/26, SEINFRA 028,
Referencial – Não Desonerado.



Nº PROPOSTA: 055937/2025

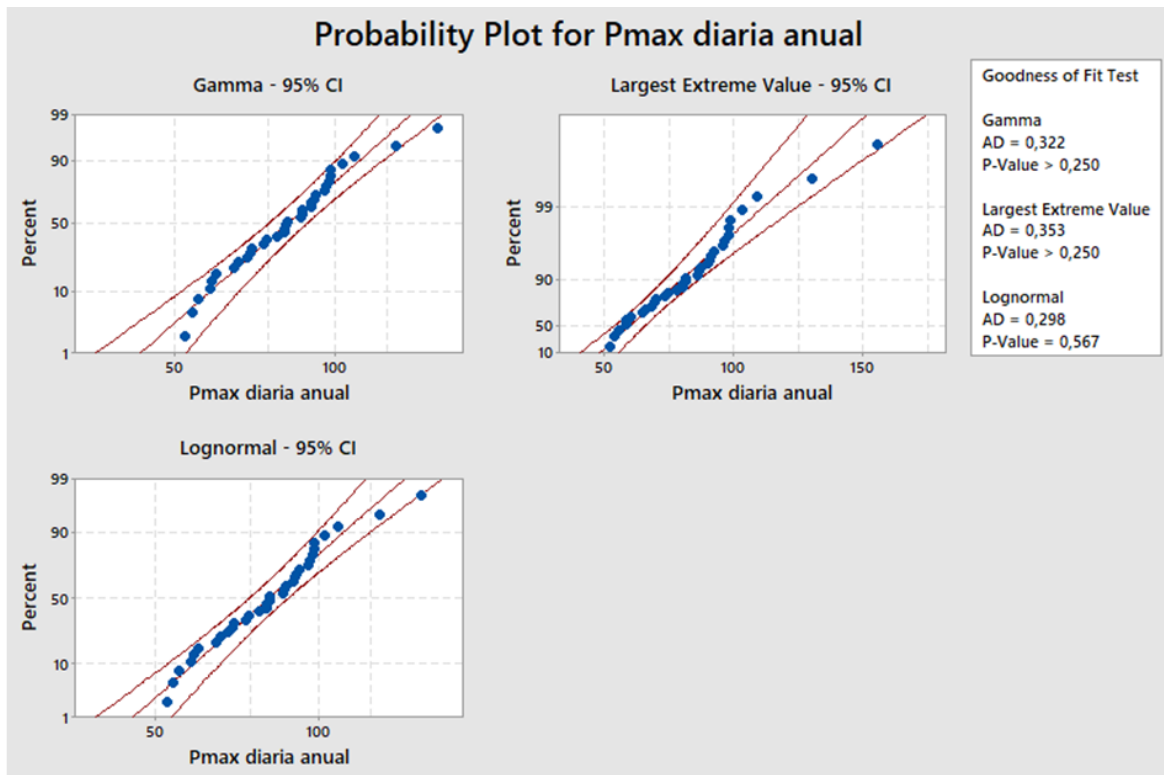


Figura 9.2.3.1. Ajuste estatístico realizado para a série de vazões máximas diárias anuais para a Estação Pluviométrica de Arame

➤ **Desagregação da Chuva pelo Método de Taborga Torrico e Transformação Chuva-Deflúvio**

Com isso, calculam-se as precipitações máximas para os períodos de retorno (TR) iguais a 25, 50 e 100 anos, equivalentes probabilidades de excedência de 0,04, 0,02 e 0,01, respectivamente, como apresentado na Figura 9.2.3.2. Observa-se que as precipitações máximas para TR de 25, 50 e 100 anos são, respectivamente, 122,5 mm, 130,7 mm e 138,3mm.

Objeto/ obra = DRENAGEM URBANA
NO MUNICÍPIO DE ARAME – 1ª ETAPA

Local/ Implantação = Sede do Município
de Arame - MA.

Proponente/ Proprietário = Pref. Munic. de
Arame - MA.

Data/ Referência: SINAPI 03/2026,
SICRO 01/26, ORSE 02/26, SEINFRA 028,
Referencial – Não Desonerado.



Nº PROPOSTA: 055937/2025

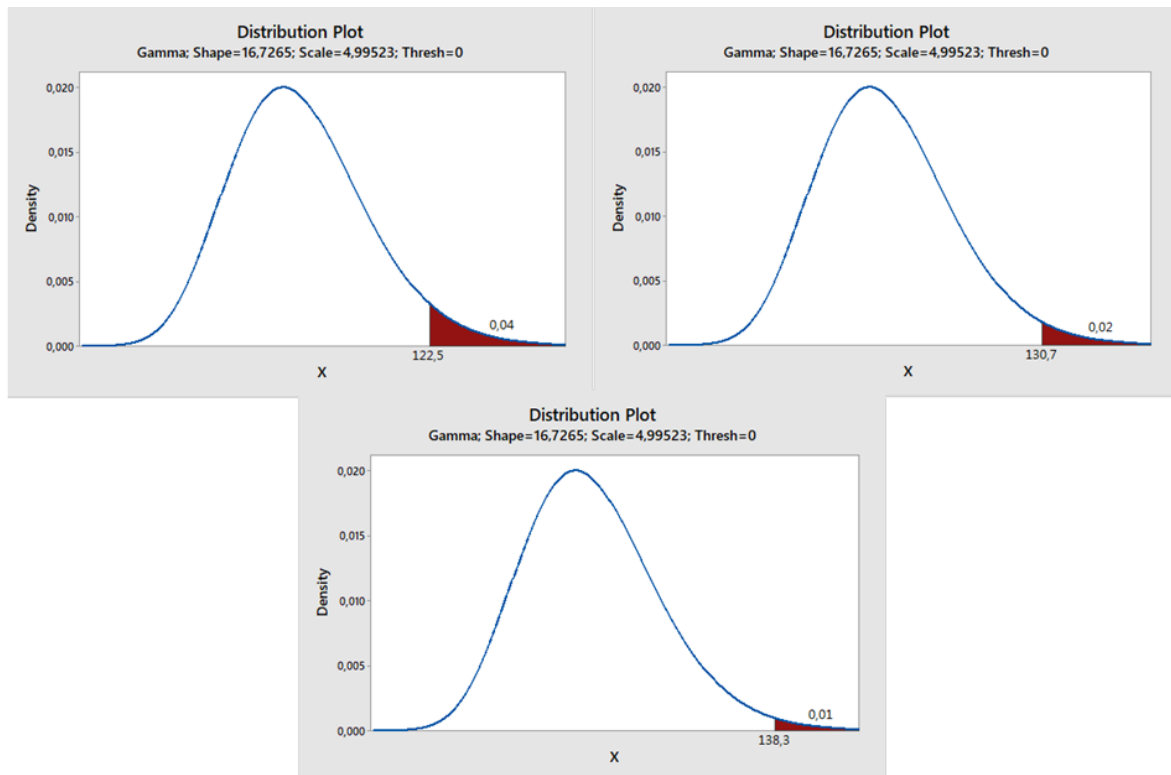


Figura 9.2.3.2. Resultados das precipitações máximas obtidas para probabilidades de excedência iguais a 0,04, 0,02 e 0,01

Como para o presente estudo é utilizado apenas um posto pluviométrico, faz-se necessário a conversão da chuva no ponto, em chuva na área, conforme mostrado na equação abaixo.

$$\frac{P_a}{P_o} = \left(1 - W \log \frac{A}{A_o} \right)$$

Onde:

P_a = precipitação média sobre a bacia;

P_o = precipitação no pluviômetro;

W = constante que depende do local (0,22 para a região NE do Brasil);

A = área da bacia hidrográfica;

Objeto/ obra = DRENAGEM URBANA
NO MUNICÍPIO DE ARAME – 1ª ETAPA

Local/ Implantação = Sede do Município
de Arame - MA.

Proponente/ Proprietário = Pref. Munic. de
Arame - MA.

Data/ Referência: SINAPI 03/2026,
SICRO 01/26, ORSE 02/26, SEINFRA 028,
Referencial – Não Desonerado.



Nº PROPOSTA: 055937/2025

A_o = área base na qual $P_a = P_o$, igual à 25km².

A Tabela 9.2.3.2 apresenta os resultados obtidos para a conversão da chuva no ponto em chuva na área.

Tabela 9.2.3.2. Resultado da conversão da chuva no ponto em chuva na área

	Período de Retorno		
	25	50	100
P_o (mm)	122,50	130,60	138,30
W	0,22	0,22	0,22
A (km²)	129,4	129,4	129,4
A_o (km²)	25	25	25
P_a (mm)	103,26	110,09	116,58

A aplicação de métodos de transformação de chuva em deflúvio para estudos de cheia exige como dado de entrada o comportamento da chuva ao longo da duração da mesma, incluindo sua desagregação em intervalos de tempo inferiores ao diário.

Como os registros de postos pluviométricos apresentam exclusivamente valores de precipitações de duração diária, utilizou-se o Método das Isozonas desenvolvido por Taborga Torrico (1974) para discretização em intervalos de tempo menores que 1 dia. Esse método estabelece Isozonas no Brasil (ver Figura 9.2.3.3) para as quais são definidos coeficientes a serem aplicados para desagregação de chuva diária em intervalos sub-diários. A bacia hidrográfica que gera os escoamentos que atingem a calha do Riacho Cajazeiras encontra-se na isozona F definida por Taborga Torrico.

Objeto/ obra = DRENAGEM URBANA
NO MUNICÍPIO DE ARAME – 1ª ETAPA

Local/ Implantação = Sede do Município
de Arame - MA.

Proponente/ Proprietário = Pref. Munic. de
Arame - MA.

Data/ Referência: SINAPI 03/2026,
SICRO 01/26, ORSE 02/26, SEINFRA 028,
Referencial – Não Desonerado.

Nº PROPOSTA: 055937/2025

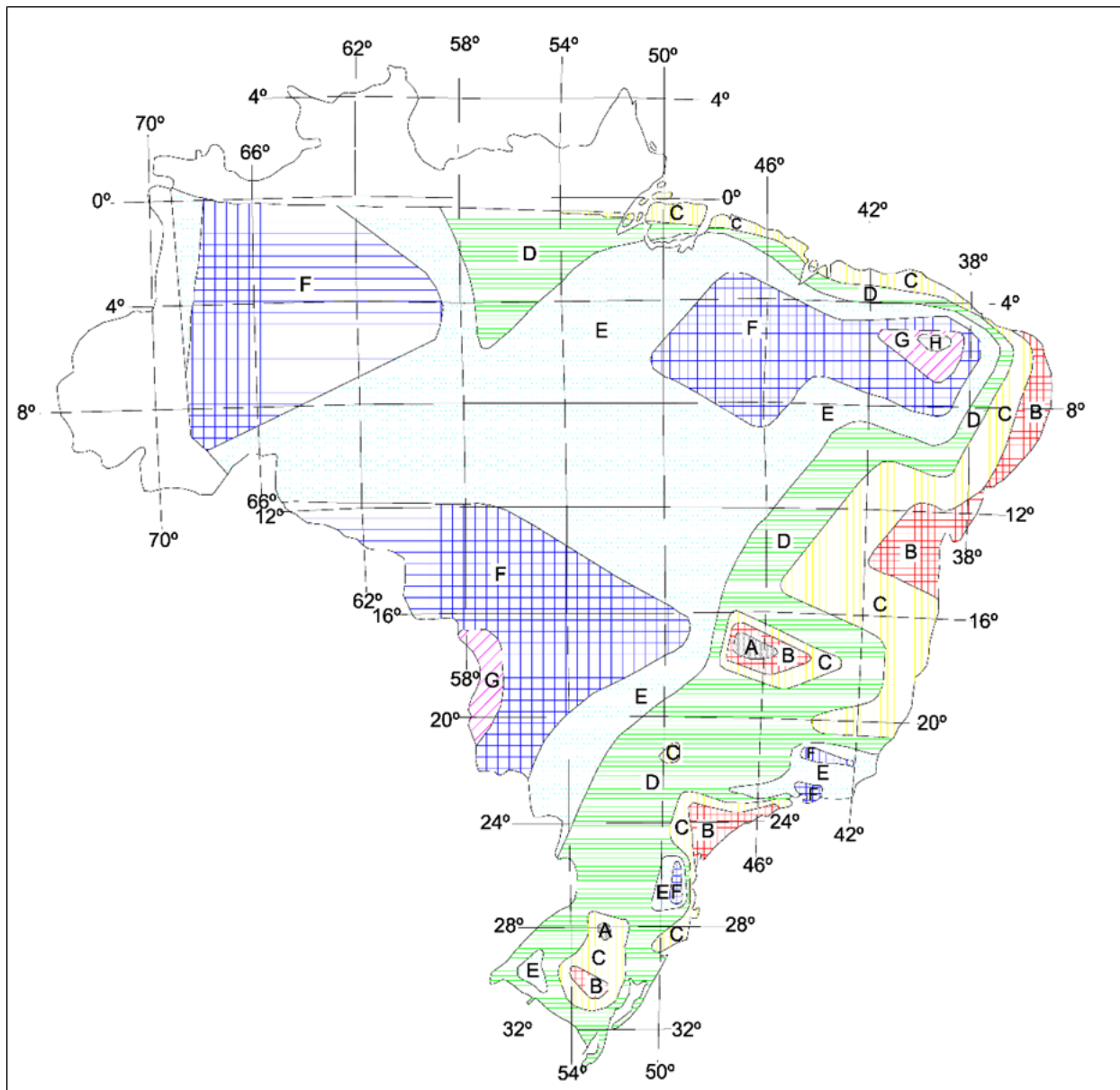


Figura 9.2.3.3. Mapa de Isozonas para aplicação do método de Taborga Torrico na desagregação da precipitação diária

A Tabela 9.2.3.3 apresenta os coeficientes definidos por Taborga Torrico para desagregação da chuva de acordo com a zona onde está localizado o posto pluviométrico.

Objeto/ obra = DRENAGEM URBANA
NO MUNICÍPIO DE ARAME – 1ª ETAPA

Local/ Implantação = Sede do Município
de Arame - MA.

Proponente/ Proprietário = Pref. Munic. de
Arame - MA.

Data/ Referência: SINAPI 03/2026,
SICRO 01/26, ORSE 02/26, SEINFRA 028,
Referencial – Não Desonerado.



Nº PROPOSTA: 055937/2025

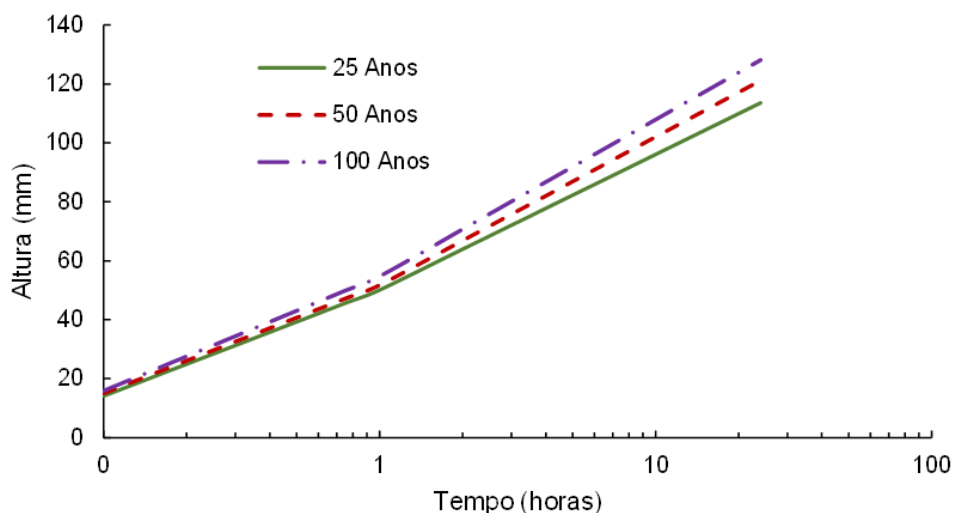
Dessa forma, utilizando os coeficientes recomendados e através de interpolação, foram obtidos os valores de precipitação, para a região de estudo, para os intervalos de 6, 15, 30 e 45 minutos, 1, 2, 3, 6, 12 e 24 horas para os períodos de 25, 50 e 100 anos, conforme pode ser visto na Tabela 9.2.3.4. A Figura 9.2.3.4 apresenta as curvas de intensidade-duração-frequência (IDF) também obtidas a partir do método desenvolvido.

Tabela 9.2.3.3. Relações entre a chuva diária e as chuvas de duração de 24 horas, 1 hora e 6 minutos para diferentes zonas

Zona	Relação 1h/24h (%)										Relação 6min/24h	
	Tr 05 anos	Tr 10 anos	Tr 15 anos	Tr 20 anos	Tr 25 anos	Tr 30 anos	Tr 50 anos	Tr 100 anos	Tr 1.000 anos	Tr 10.000 anos	Tr 5 - Tr 50 anos	Tr 100 anos
A	36,2%	35,8%	35,6%	35,5%	35,4%	35,3%	35,0%	34,7%	33,6%	32,5%	7,0%	6,3%
B	38,1%	37,8%	37,5%	37,4%	37,3%	37,2%	36,9%	36,6%	35,4%	34,3%	8,4%	7,5%
C	40,1%	39,7%	39,5%	39,3%	39,2%	39,1%	38,8%	38,4%	37,2%	36,0%	9,8%	8,8%
D	42,0%	41,6%	41,4%	41,2%	41,1%	41,0%	40,7%	40,3%	39,9%	37,8%	11,2%	10,0%
E	44,0%	43,6%	43,3%	43,2%	43,0%	42,9%	42,6%	42,2%	40,9%	39,6%	12,6%	11,2%
F	46,0%	45,5%	45,3%	45,1%	44,9%	44,8%	44,5%	44,1%	42,7%	41,3%	13,9%	12,4%
G	47,9%	47,4%	47,2%	47,0%	46,8%	46,7%	45,4%	45,9%	44,5%	43,1%	15,4%	13,7%
H	49,9%	49,4%	49,1%	48,9%	48,8%	48,6%	48,3%	47,8%	46,3%	44,8%	16,7%	14,9%

Tabela 9.2.3.4. Precipitações máximas para diferentes durações e períodos de retorno com base no método de Torgora Torrico

TR (anos)	Isozona	Precipitação 1 dia (mm)	Precipitação 1 dia convertida para área (mm)	Altura de tormenta (mm)										
				00:06	00:15	00:30	00:45	01:00	02:00	03:00	06:00	12:00	24:00	
25	F	122,50	103,27	0,10	0,25	0,50	0,75	1,00	2,00	3,00	6,00	12,00	24	
50	F	130,60	110,13	14,09	28,42	39,26	45,60	50,10	63,94	72,05	85,90	99,75	113,59	
100	F	138,30	116,55	15,02	29,63	40,68	47,14	51,73	66,87	75,72	90,86	106,00	121,14	
				15,90	31,35	43,05	49,89	54,74	70,76	80,14	96,16	112,18	128,20	



<p>Objeto/ obra = DRENAGEM URBANA NO MUNICÍPIO DE ARAME – 1ª ETAPA</p> <p>Local/ Implantação = Sede do Município de Arame - MA.</p> <p>Proponente/ Proprietário = Pref. Munic. de Arame - MA.</p> <p>Data/ Referência: SINAPI 03/2026, SICRO 01/26, ORSE 02/26, SEINFRA 028, Referencial – Não Desonerado.</p>		<p>Nº PROPOSTA: 055937/2025</p>
---	---	---------------------------------

Figura 9.2.3.4. Gráfico IDF obtido pelo método de Taborga Torrico

A partir das intensidades de chuvas para diferentes durações, elaboraram-se os hietogramas dos eventos chuvosos associados a 25, 50 e 100 anos de recorrência utilizando o método de blocos alternados (também conhecido por Método de Chicago), visto que com ele tem-se a condição crítica, em que a chuva máxima acontece com o solo já saturado, gerando o maior escoamento.

As Figuras 9.2.3.5 a 9.2.3.7 apresentam os hietogramas obtidos a partir do método de blocos alternados para períodos de retorno de 25, 50 e 100 anos, respectivamente.

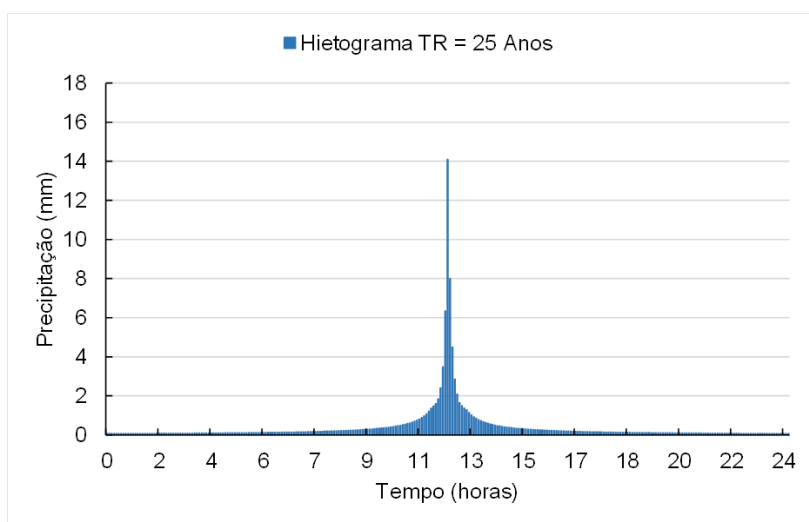


Figura 9.2.3.5. Hietograma para TR = 25 anos

Objeto/ obra = DRENAGEM URBANA
NO MUNICÍPIO DE ARAME – 1ª ETAPA

Local/ Implantação = Sede do Município
de Arame - MA.

Proponente/ Proprietário = Pref. Munic. de
Arame - MA.

Data/ Referência: SINAPI 03/2026,
SICRO 01/26, ORSE 02/26, SEINFRA 028,
Referencial – Não Desonerado.

Nº PROPOSTA: 055937/2025

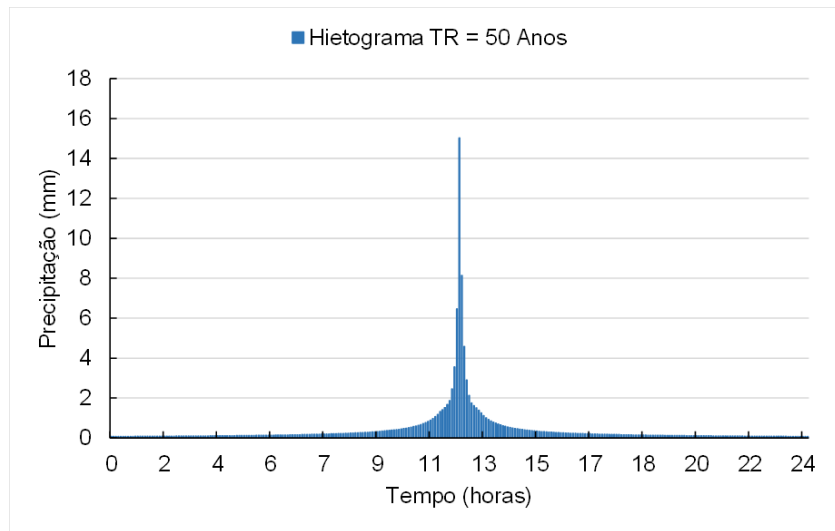


Figura 9.2.3.6. Hietograma para TR = 50 anos

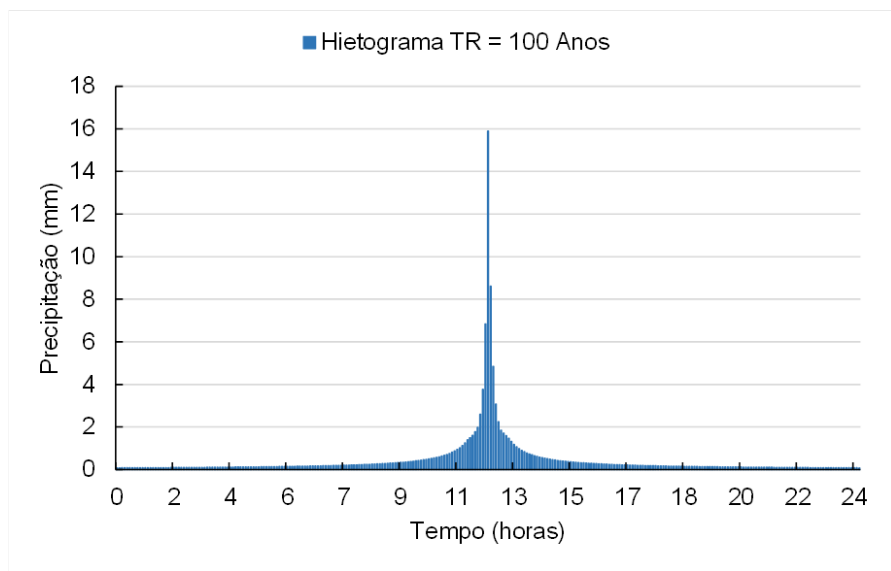


Figura 9.2.3.7. Hietograma para TR = 100 anos

9.2.4. Hidrograma de Projeto

Prossegue-se para o cálculo do hidrograma de projeto. Inicialmente apresenta-se o Método da Curva Número proposto pelo *U. S. Soil Conservation Service* (SCS) para o cálculo da precipitação efetiva, que é a parcela do total da chuva que gera escoamento superficial.

Objeto/ obra = DRENAGEM URBANA
NO MUNICÍPIO DE ARAME – 1ª ETAPA

Local/ Implantação = Sede do Município
de Arame - MA.

Proponente/ Proprietário = Pref. Munic. de
Arame - MA.

Data/ Referência: SINAPI 03/2026,
SICRO 01/26, ORSE 02/26, SEINFRA 028,
Referencial – Não Desonerado.



Nº PROPOSTA: 055937/2025

Esse método considera que o escoamento unitário é função da precipitação antecedente, da permeabilidade do solo, da cobertura vegetal, do uso da terra e da prática de manejo do solo, características agrupadas no coeficiente CN. Abaixo é apresentado o equacionamento para a aplicação do método citado.

$$P_e = \frac{(P - I_a)^2}{P - I_a + S}$$

Em que:

Pe = precipitação efetiva (mm);

P = precipitação total (mm);

Ia = perdas iniciais;

S = retenção máxima potencial.

Os autores da metodologia verificaram a partir de experimentos em pequenas bacias que:

$$I_a = 0,2 \times S$$

Para determinar a retenção máxima potencial S, os autores relacionaram esse parâmetro da bacia com o fator CN pela expressão abaixo.

$$S = \frac{25400 - 254CN}{CN}$$

Os valores do fator CN variam de 100 para superfícies totalmente impermeáveis até 30 para solos permeáveis com altas taxas de infiltração. Para uma bacia hidrográfica o CN pode ser estimado a partir de informações do uso e ocupação do solo, tipo de solo e umidade antecedente da bacia, dadas as tabelas publicadas pelo SCS em 2004.

Para a definição do CN para a bacia hidrográfica do riacho Cajazeiras foi utilizado o capítulo 9 da parte 630 do livro de Engenharia Hidrológica Nacional do Departamento

Objeto/ obra = DRENAGEM URBANA
NO MUNICÍPIO DE ARAME – 1ª ETAPA

Local/ Implantação = Sede do Município
de Arame - MA.

Proponente/ Proprietário = Pref. Munic. de
Arame - MA.

Data/ Referência: SINAPI 03/2026,
SICRO 01/26, ORSE 02/26, SEINFRA 028,
Referencial – Não Desonerado.



Nº PROPOSTA: 055937/2025

de Agricultura dos Estados Unidos, denominado Complexos Hidrológicos de Cobertura de Solo (original: *Hydrologic Soil-Cover Complexes*). A Tabela 9.2.3.5 apresenta os diferentes coeficientes CN's para regiões áridas e semiáridas.

**Tabela 9.2.4.1. Coeficientes CN para regiões áridas e semiáridas
(fonte: *Hydrologic Soil-Cover Complexes* USDA, 2004)**

Table 9-2 Runoff curve numbers for arid and semiarid rangelands ^{1/}

Cover description covertype	hydrologic condition ^{2/}	Hydrologic soil group ^{3/}			
		A ^{3/}	B	C	D
Herbaceous—mixture of grass, weeds and low-growing brush, with brush the minor element	Poor	80	87	93	
	Fair	71	81	89	
	Good	62	74	85	
Oak-aspen—mountain brush mixture of oak brush, aspen, mountain mahogany, bitter brush, maple, and other brush	Poor	66	74	79	
	Fair	48	57	63	
	Good	30	41	48	
Pinyon-juniper—pinyon, juniper, or both; grass understory	Poor	75	85	89	
	Fair	58	73	80	
	Good	41	61	71	
Sage-grass—sage with an understory of grass	Poor	67	80	85	
	Fair	51	63	70	
	Good	35	47	55	
Desert shrub—major plants include saltbush, greasewood, creosotebush, blackbrush, bursage, paloverde, mesquite, and cactus	Poor	63	77	85	88
	Fair	55	72	81	86
	Good	49	68	79	84

^{1/} Average runoff condition, and $I_a = 0.2s$. For range in humid regions, use table 9-1.

^{2/} Poor: <30% ground cover (litter, grass, and brush overstory).
Fair: 30 to 70% ground cover.
Good: >70% ground cover.

^{3/} Curve numbers for group A have been developed only for desert shrub.

Fonte: *Hydrologic Soil-Cover Complexes* USDA, 2004

Posto isso, avalia-se a cobertura vegetal da região. É notório que na área da bacia do Riacho Cajazeiras há uma vegetação densa característica, com a presença não dominante de algumas áreas de cultivo de soja e árvores de médio a grande porte. Dado isso, verifica-se grande semelhança da cobertura vegetal com o segundo item da Tabela 9.2.3.5.

Objeto/ obra = DRENAGEM URBANA
NO MUNICÍPIO DE ARAME – 1ª ETAPA

Local/ Implantação = Sede do Município
de Arame - MA.

Proponente/ Proprietário = Pref. Munic. de
Arame - MA.

Data/ Referência: SINAPI 03/2026,
SICRO 01/26, ORSE 02/26, SEINFRA 028,
Referencial – Não Desonerado.

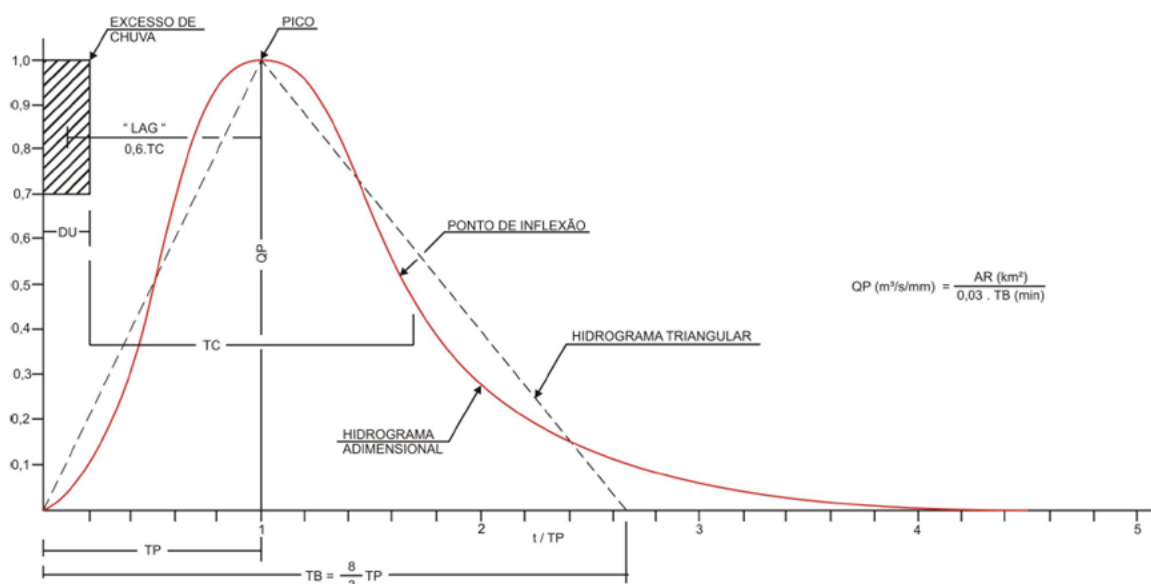


Nº PROPOSTA: 055937/2025

A partir de imagens de satélite obtidas do Google Earth para o ano de 2020, verifica-se que o solo possui uma condição hidrológica na categoria mediana, ou “Fair”, em que se percebe uma cobertura vegetal entre 30 e 70% de sua área.

Já com relação ao tipo de solo, foi utilizada a classificação presente em Sartori *et al.* (2005), alinhada àquela proposta pelo SCS. O solo da bacia em estudo é formado por arenito, o que configura altas taxas de infiltração e o classifica como Grupo A. Como não há esta classificação para a cobertura vegetal em estudo, foi adotado como CN representativo para a região o valor médio entre os coeficientes para coberturas medianas e boas, respectivamente 48 e 30. Com isso, define-se o CN desta bacia como igual à 39.

Posto isso, é calculado o hidrograma de projeto, para os períodos de retorno avaliados. No presente estudo foi calculado o hidrograma unitário a partir do método proposto pelo SCS e cujo método de cálculo para o Sistema Internacional de unidades é descrito na Publicação DNIT IPR 715, 2005. A Figura 9.2.4.1 apresenta a configuração do hidrograma unitário conforme presente na Publicação DNIT IPR 715, 2005, com a definição gráfica dos parâmetros de cálculo a serem desenvolvidos.



<p>Objeto/ obra = DRENAGEM URBANA NO MUNICÍPIO DE ARAME – 1ª ETAPA</p> <p>Local/ Implantação = Sede do Município de Arame - MA.</p> <p>Proponente/ Proprietário = Pref. Munic. de Arame - MA.</p> <p>Data/ Referência: SINAPI 03/2026, SICRO 01/26, ORSE 02/26, SEINFRA 028, Referencial – Não Desonerado.</p>		<p>Nº PROPOSTA: 055937/2025</p>
---	---	---------------------------------

Figura 9.2.4.1. Gráfico Ilustrativo dos Parâmetros do Hidrograma Unitário Triangular (Fonte: Publicação DNIT IPR 715, 2005)

Nesse contexto, como a aplicação do método para a obtenção do hidrograma será desenvolvida no software HEC-HMS HMS – Hydrologic Engineering Center / Hydrologic Modeling System, é necessário fornecer como dado de entrada o valor do tempo de retardo, o qual é função do tempo de concentração da bacia. A equação abaixo apresenta a formulação para o cálculo daquele parâmetro.

$$T_{lag} = 0,6 \times T_c$$

Em que:

T_{lag} = tempo de retardo (min);

T_c = tempo de concentração (min).

Os dados necessários para a determinação do escoamento superficial estão apresentados na Tabela 9.2.4.2.

Tabela 9.2.4.2. Características Físicas da Bacia do Riacho Cajazeiras

Bacia	Comprimento do rio (km)	Diferença de cotas (m)	T_c (horas)	T_c (min)	T_{lag} (min)	CN
Riacho Cajazeiras	19,2	193	5,9	351,0	210,6	39

As Figuras 9.2.4.2 à 9.2.4.4 apresentam os hidrogramas totais resultantes da simulação utilizando o HEC-HMS para períodos de retorno iguais à 25, 50 e 100 anos, respectivamente.

**Objeto/ obra = DRENAGEM URBANA
NO MUNICÍPIO DE ARAME – 1ª ETAPA**

Local/ Implantação = Sede do Município
de Arame - MA.

Proponente/ Proprietário = Pref. Munic. de
Arame - MA.

Data/ Referência: SINAPI 03/2026,
SICRO 01/26, ORSE 02/26, SEINFRA 028,
Referencial – Não Desonerado.

Nº PROPOSTA: 055937/2025

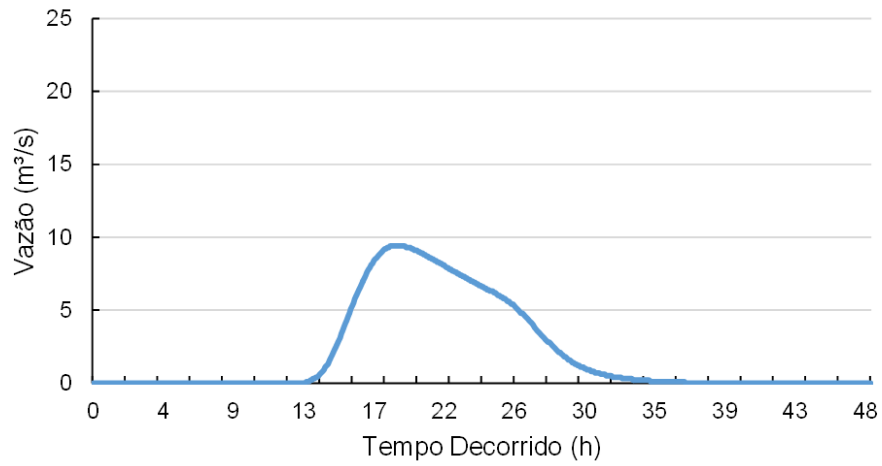


Figura 9.2.4.2. Hidrograma Resultante para TR = 25 anos

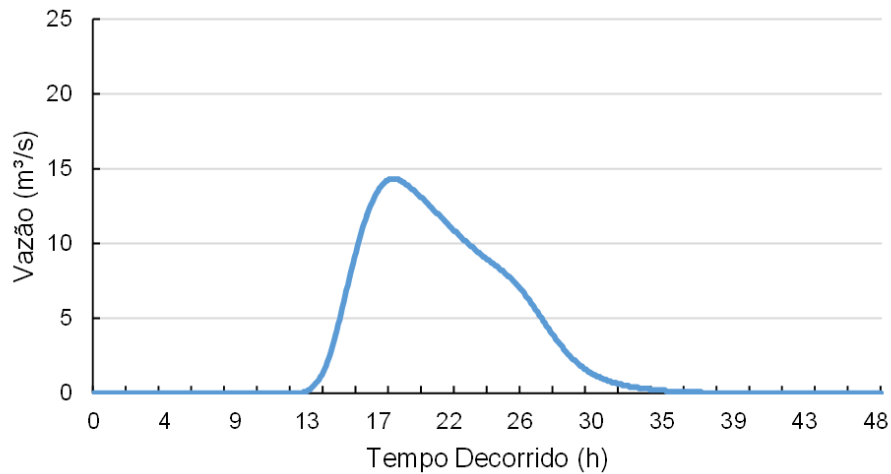


Figura 9.2.4.3. Hidrograma Resultante para TR = 50 anos

Objeto/ obra = DRENAGEM URBANA
NO MUNICÍPIO DE ARAME – 1ª ETAPA

Local/ Implantação = Sede do Município
de Arame - MA.

Proponente/ Proprietário = Pref. Munic. de
Arame - MA.

Data/ Referência: SINAPI 03/2026,
SICRO 01/26, ORSE 02/26, SEINFRA 028,
Referencial – Não Desonerado.



Nº PROPOSTA: 055937/2025

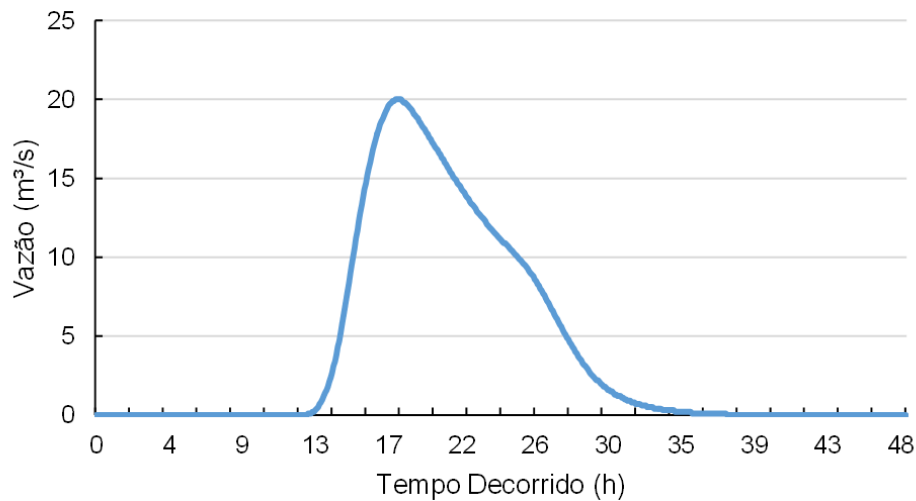


Figura 9.2.4.4. Hidrograma Resultante para TR = 100 anos

9.2.5. Macrodrenagem

➤ Dimensionamento das Seções do Canal

Por meio da análise das vazões de pico apresentadas nos hidrogramas mostrados é possível afirmar que a seção do canal deve ser dimensionada possibilitando um escoamento igual ou superior a 14,3 m³/s.

Posto isso, o canal apresenta duas geometrias diferentes de seções transversais, uma retangular de concreto na zona urbana da cidade, a qual visa atenuar o número de desapropriações, e uma trapezoidal revestida de Colchão Reno na zona mais rural da cidade, a fim de minimizar o custo da obra. Nesse contexto, em decorrência da realização de um estudo topográfico mais robusto, foi possível definir diferentes declividades para o perfil longitudinal do canal.

Diante desses pontos relevantes apresentados, foi definida uma altura de lâmina de água máxima da seção retangular do canal de 1,7 metros, como pode ser visto na Tabela 9.2.5.1 abaixo.

Objeto/ obra = DRENAGEM URBANA
NO MUNICÍPIO DE ARAME – 1ª ETAPA

Local/ Implantação = Sede do Município
de Arame - MA.

Proponente/ Proprietário = Pref. Munic. de
Arame - MA.

Data/ Referência: SINAPI 03/2026,
SICRO 01/26, ORSE 02/26, SEINFRA 028,
Referencial – Não Desonerado.



Nº PROPOSTA: 055937/2025

Tabela 9.2.5.1. Capacidade de Escoamento para cada Declividade do Canal para Seção Retangular

Declividade (m/m)	Largura do Fundo (m)	Altura da Lâmina (m)	Tipo de Seção	Número de Manning	Capacidade de Escoamento
0,0020	4,0	1,7	Retangular	0,020	14,37
0,0033	4,0	1,7	Retangular	0,020	18,46
0,0036	4,0	1,7	Retangular	0,020	19,28

Vale salientar que, para manter um folga vertical prevendo a entrada das estruturas de microdrenagem, a seção retangular do canal foi projetada com um fundo de 3 metros (H) e uma altura de 3 metros (V). Assim, foi adotada uma declividade mínima de 0,0020 m/m para o canal com seção retangular, entretanto essa varia de acordo com as condições topográficas do terreno.

Já no que tange às seções trapezoidais do canal, também foi definida uma altura de mínima, essa igual à 1,6 metros. A Tabela 9.2.5.2 apresenta a capacidade de escoamento para diferentes declividades do canal com seção trapezoidal.

Tabela 9.2.5.2. Capacidade de Escoamento para cada Declividade do Canal para Seção Trapezoidal

Declividade (m/m)	Largura do Fundo (m)	Altura da Lâmina (m)	Tipo de Seção	Número de Manning	Capacidade de Escoamento
0,0036	1,5	1,6	Trapezoidal	0,025	16,43
0,0052	1,5	1,6	Trapezoidal	0,025	19,75
0,0067	1,5	1,6	Trapezoidal	0,025	22,42

Seguindo uma lógica similar foi mantida uma folga na altura, gerando uma altura vertical de seção de 2 metros por 1,5 metros de fundo do canal. Ao serem analisadas as capacidades de escoamento para as diferentes declividades, foi adotada uma declividade de projeto mínima para a seção trapezoidal de 0,0036 m/m, entretanto essa varia por trecho, de acordo com as condições topográficas do terreno.

A Tabela 9.2.5.3 apresenta as declividades por trecho do canal.

<p>Objeto/ obra = DRENAGEM URBANA NO MUNICÍPIO DE ARAME – 1ª ETAPA</p> <p>Local/ Implantação = Sede do Município de Arame - MA.</p> <p>Proponente/ Proprietário = Pref. Munic. de Arame - MA.</p> <p>Data/ Referência: SINAPI 03/2026, SICRO 01/26, ORSE 02/26, SEINFRA 028, Referencial – Não Desonerado.</p>		<p>Nº PROPOSTA: 055937/2025</p>
---	---	---------------------------------

Tabela 9.2.5.3. Declividades de projeto por trecho do canal

Trecho	Est. Inicial	Est. Final	Declividade (m/m)
1	0+080	0+360	0,0020
2	0+360	1+240	0,0033
3	1+240	1+520	0,0036
4	1+520	2+260	0,0052
5	2+260	2+510	0,0067

➤ **Dimensionamento das Aduelas**

O Projeto Estrutural do presente projeto apresenta, de forma detalhada, a disposição das armaduras dimensionadas, bem como os cálculos realizados para tal dimensionamento. Apresenta, também, o desenho das fôrmas necessárias com a disposição dos furos citados.

➤ **Dimensionamento das Seções com Colchão Reno**

O comprimento das margens das seções trapezoidais do canal revestidas com Colchão Reno variam de acordo com a cota do terreno natural em cada margem e para cada estaca analisada.

Dessa forma, para cada estaca do canal trapezoidal foi obtida uma nova altura de lâmina de água, alterando, assim, a capacidade de escoamento para a seção. Com isso, calculou-se a capacidade de escoamento para todas as novas dimensões das seções trapezoidais de canal, a fim de avaliar se são iguais ou superiores ao limite estabelecido de 14,3 m³/s para um período de retorno de 50 anos. Essa análise está apresentada na Tabela 9.2.5.4.

Como pode ser visto, a capacidade de escoamento de cada seção é maior do que o mínimo calculado em projeto.

Objeto/ obra = DRENAGEM URBANA
NO MUNICÍPIO DE ARAME – 1ª ETAPA

Local/ Implantação = Sede do Município
de Arame - MA.

Proponente/ Proprietário = Pref. Munic. de
Arame - MA.

Data/ Referência: SINAPI 03/2026,
SICRO 01/26, ORSE 02/26, SEINFRA 028,
Referencial – Não Desonerado.



Nº PROPOSTA: 055937/2025

Tabela 9.2.5.4. Escoamento das Seções Trapezoidais do canal

Estaca	Decliv. (m/m)	Largura de fundo interior (m)	Alt. da Peça (m)	Margem Esquerda	Margem Direita	Nova Altura da Lâmina (m) [folga 0,1 metro]	Área Molhada (m²)	Perímetro Molhado (m)	Num. de Manning	Capac. de Esc. (m³/s)
1+260	0,0036	1,5	2	8,68	6,66	2,88	20,90	14,38	0,025	64,35
1+280	0,0036	1,5	2	9,32	9,18	4,01	38,11	19,42	0,025	143,39
1+300	0,0036	1,5	2	8,19	7,74	3,36	27,65	16,54	0,025	93,48
1+320	0,0036	1,5	2	8,31	6,49	2,80	19,91	14,03	0,025	60,32
1+340	0,0036	1,5	2	7,53	7,97	3,27	26,26	16,12	0,025	87,28
1+360	0,0036	1,5	2	8,63	7,78	3,38	27,90	16,61	0,025	94,60
1+380	0,0036	1,5	2	9,42	7,90	3,43	28,72	16,85	0,025	98,35
1+400	0,0036	1,5	2	9,38	7,73	3,36	27,60	16,52	0,025	93,27
1+420	0,0036	1,5	2	7,12	5,95	2,56	16,96	12,96	0,025	48,73
1+440	0,0036	1,5	2	7,31	7,09	3,07	23,49	15,24	0,025	75,22
1+460	0,0036	1,5	2	9,96	7,31	3,17	24,83	15,67	0,025	80,99
1+480	0,0036	1,5	2	9,38	8,09	3,52	30,04	17,24	0,025	104,43
1+500	0,0036	1,5	2	8,62	4,75	2,03	11,25	10,56	0,025	28,15
1+520	0,0036	1,5	2	8,93	5,58	2,40	15,08	12,22	0,025	41,63
1+540	0,0052	1,5	2	7,75	7,82	3,37	27,70	16,55	0,025	93,69
1+560	0,0052	1,5	2	6,45	8,66	2,79	19,70	13,96	0,025	59,49
1+580	0,0052	1,5	2	5,98	7,12	2,57	17,10	13,01	0,025	49,26
1+600	0,0052	1,5	2	6,02	6,46	2,59	17,32	13,09	0,025	50,11
1+620	0,0052	1,5	2	7,28	6,16	2,65	18,07	13,37	0,025	53,01
1+640	0,0052	1,5	2	7,57	4,65	1,98	10,82	10,36	0,025	26,73
1+660	0,0052	1,5	2	7,02	7,23	3,04	23,04	15,10	0,025	73,32
1+680	0,0052	1,5	2	4,70	7,51	2,00	11,01	10,45	0,025	27,36
1+700	0,0052	1,5	2	4,29	6,27	1,82	9,36	9,64	0,025	22,02
1+720	0,0052	1,5	2	5,88	4,37	1,86	9,68	9,80	0,025	23,02
1+740	0,0052	1,5	2	6,16	4,01	1,69	8,28	9,07	0,025	18,68
1+760	0,0052	1,5	2	7,87	6,06	2,61	17,54	13,17	0,025	50,96
1+780	0,0052	1,5	2	7,49	6,36	2,74	19,16	13,77	0,025	57,31
1+800	0,0052	1,5	2	7,23	5,64	2,42	15,39	12,34	0,025	42,79
1+820	0,0052	1,5	2	7,50	7,31	3,17	24,84	15,67	0,025	81,02
1+840	0,0052	1,5	2	7,42	7,15	3,10	23,83	15,35	0,025	76,68
1+860	0,0052	1,5	2	6,90	6,97	2,98	22,30	14,85	0,025	70,17
1+880	0,0052	1,5	2	7,18	6,09	2,63	17,72	13,24	0,025	51,66
1+900	0,0052	1,5	2	6,24	5,35	2,29	13,94	11,75	0,025	37,49
1+920	0,0052	1,5	2	4,91	5,00	2,10	11,93	10,88	0,025	30,47
1+940	0,0052	1,5	2	6,51	5,08	2,17	12,70	11,22	0,025	33,10
1+960	0,0052	1,5	2	6,34	5,89	2,54	16,66	12,84	0,025	47,57
1+980	0,0052	1,5	2	5,42	5,41	2,32	14,23	11,87	0,025	38,56
1+1000	0,0052	1,5	2	5,31	5,07	2,17	12,66	11,20	0,025	32,97
1+1020	0,0052	1,5	2	5,16	5,45	2,21	13,06	11,38	0,025	34,38
1+1040	0,0052	1,5	2	5,21	5,16	2,21	13,07	11,38	0,025	34,42

Objeto/ obra = DRENAGEM URBANA
NO MUNICÍPIO DE ARAME – 1ª ETAPA

Local/ Implantação = Sede do Município
de Arame - MA.

Proponente/ Proprietário = Pref. Munic. de
Arame - MA.

Data/ Referência: SINAPI 03/2026,
SICRO 01/26, ORSE 02/26, SEINFRA 028,
Referencial – Não Desonerado.



Nº PROPOSTA: 055937/2025

Tabela 9.2.5.4. Escoamento das Seções Trapezoidais do canal (Cont.)

Estaca	Decliv. (m/m)	Largura de fundo interior (m)	Alt. da Peça (m)	Margem Esquerda	Margem Direita	Nova Altura da Lâmina (m) [folga 0,1 metro]	Área Molhada (m²)	Perímetro Molhado (m)	Num. de Manning	Capac. de Esc. (m³/s)
1+1060	0,0052	1,5	2	4,66	5,13	1,98	10,86	10,38	0,025	26,86
1+1080	0,0052	1,5	2	4,95	4,33	1,84	9,50	9,72	0,025	22,48
1+1100	0,0052	1,5	2	4,78	4,50	1,91	10,17	10,05	0,025	24,60
1+1120	0,0052	1,5	2	5,76	5,09	2,18	12,75	11,24	0,025	33,29
1+1140	0,0052	1,5	2	5,31	4,84	2,06	11,62	10,73	0,025	29,41
1+1160	0,0052	1,5	2	4,80	4,98	2,05	11,44	10,65	0,025	28,80
1+1180	0,0052	1,5	2	4,59	4,46	1,89	10,00	9,97	0,025	24,08
1+1200	0,0052	1,5	2	5,28	5,15	2,20	13,03	11,36	0,025	34,25
1+1220	0,0052	1,5	2	5,33	5,21	2,23	13,28	11,47	0,025	35,14
1+1240	0,0052	1,5	2	5,10	5,02	2,15	12,43	11,10	0,025	32,17
1+1260	0,0052	1,5	2	5,62	4,92	2,10	11,98	10,90	0,025	30,62
1+1280	0,0067	1,5	2	5,34	4,73	2,01	11,14	10,51	0,025	27,79
1+1300	0,0067	1,5	2	5,13	6,06	2,20	12,93	11,32	0,025	33,92
1+1320	0,0067	1,5	2	4,56	6,95	1,94	10,43	10,17	0,025	25,44
1+1340	0,0067	1,5	2	4,39	6,56	1,86	9,74	9,83	0,025	23,22
1+1360	0,0067	1,5	2	4,23	4,76	1,79	9,10	9,51	0,025	21,22
1+1380	0,0067	1,5	2	5,75	4,47	1,90	10,07	10,00	0,025	24,29
1+1400	0,0067	1,5	2	5,44	5,65	2,33	14,38	11,93	0,025	39,08
1+1420	0,0067	1,5	2	4,24	3,99	1,69	8,21	9,04	0,025	18,48
1+1440	0,0067	1,5	2	5,77	4,47	1,90	10,07	10,00	0,025	24,29
1+1460	0,0067	1,5	2	6,24	4,47	1,90	10,07	10,00	0,025	24,29
1+1480	0,0067	1,5	2	5,70	4,25	1,80	9,19	9,56	0,025	21,49
1+1503,87	0,0067	1,5	2	4,47	6,66	1,90	10,07	10,00	0,025	24,29

➤ **Dimensionamento da transição entre diferentes seções do canal**

O capítulo 2 do Volume 4 – Projeto Estrutural deste projeto apresenta o dimensionamento estrutural realizado para avaliar a estabilidade do muro de contenção para a transição das seções do canal e no Tomo 2 –Desenhos são apresentadas as seções das pontes, incluindo os muros e a quantidade de gabiões caixa, bem como quais são as largura dos gabiões caixa para cada camada do muro de contenção.

<p>Objeto/ obra = DRENAGEM URBANA NO MUNICÍPIO DE ARAME – 1ª ETAPA</p> <p>Local/ Implantação = Sede do Município de Arame - MA.</p> <p>Proponente/ Proprietário = Pref. Munic. de Arame - MA.</p> <p>Data/ Referência: SINAPI 03/2026, SICRO 01/26, ORSE 02/26, SEINFRA 028, Referencial – Não Desonerado.</p>		<p>Nº PROPOSTA: 055937/2025</p>
---	---	---------------------------------

9.2.6. Microdrenagem

➤ Dimensionamento Hidráulico Mínimo das Galerias

O dimensionamento da rede de águas pluviais é baseado nas seguintes etapas:

1. Subdivisão da área e do traçado;
2. Determinação das vazões que afluem à rede de condutos;
3. Dimensionamento hidráulico da rede de condutos.

Bacias de Contribuição

Para o traçado das microbacias foi tomado como base o levantamento topográfico das ruas e terrenos ao longo da área de projeto, sendo possível a avaliação dos talwegues naturais de escoamento e a delimitação das bacias.

Vazões de Pico

As vazões afluentes das bacias foram calculadas a partir dos resultados de intensidade de chuvas obtidas no estudo pluviométrico e aplicadas ao Método Racional, que consiste em uma expressão simplificada para o cálculo das vazões de projeto, relacionando o valor da descarga com a área de contribuição, a intensidade da chuva, para o período de retorno escolhido, e o coeficiente de escoamento superficial. No estabelecimento do valor da descarga admite-se que a precipitação sobre a área é constante e uniformemente distribuída sobre a superfície da bacia.

Conforme recomendado pelo Manual de Hidrologia do DNIT – IPR 715, essa fórmula pode ser utilizada sem prejuízo para bacias hidrográficas de até 4 km², e é dada por:

Objeto/ obra = DRENAGEM URBANA
NO MUNICÍPIO DE ARAME – 1ª ETAPA

Local/ Implantação = Sede do Município
de Arame - MA.

Proponente/ Proprietário = Pref. Munic. de
Arame - MA.

Data/ Referência: SINAPI 03/2026,
SICRO 01/26, ORSE 02/26, SEINFRA 028,
Referencial – Não Desonerado.

Nº PROPOSTA: 055937/2025



$$Q = \frac{C \times i \times A}{360}$$

Onde:

Q = Vazão (m³/s);

C = Coeficiente de deflúvio (run-off);

i = Intensidade da precipitação (mm/h);

A = Área de contribuição da bacia (ha);

Ressalta-se que mesmo com a literatura recomendando adotar chuva de, até, 10 anos de recorrência para sistemas de micro drenagem, como o aqui dimensionado, optou-se também adotar um método mais conservador e verificar o dimensionamento para o período 25 anos (prática já adotada por alguns Planos Diretores de Drenagem Urbana, como o da cidade de Vitória/ES) por se tratar de um sistema de pequena escala que pode facilmente sofrer influência de qualquer fator externo atípico, não previsto durante o cálculo das vazões de contribuição, que pode causar grandes impactos na região dada a fragilidade que se encontram os imóveis ali localizados.

Em relação ao coeficiente de escoamento superficial, a literatura é vasta com relação às tabelas que mencionam valores para áreas urbanas, dependendo do tipo de ocupação da área. Dentre estas fontes literárias, uma publicação intitulada “Drenagem Urbana” da ABRH/Editora da Universidade UFRGS. Porto Alegre, RS (Tucci et. al., 1995), apresenta um quadro (vide Tabela 9.2.6.2), o qual tem ampla aceitação no meio técnico de engenharia hidráulica, habituado ao dimensionamento de sistemas de drenagem urbana.

No caso das bacias de drenagem aqui delimitadas, observa-se que sua ocupação é semelhante a: *subúrbios com alguma edificação e edificações com muitas superfícies livres*: Partes residenciais com ruas macadamizadas ou pavimentadas, mas muitas áreas verdes.

Desta forma, a adoção de um coeficiente de escoamento de 0,30 é bem representativo para as bacias de drenagem aqui delimitadas.

<p>Objeto/ obra = DRENAGEM URBANA NO MUNICÍPIO DE ARAME – 1ª ETAPA</p> <p>Local/ Implantação = Sede do Município de Arame - MA.</p> <p>Proponente/ Proprietário = Pref. Munic. de Arame - MA.</p> <p>Data/ Referência: SINAPI 03/2026, SICRO 01/26, ORSE 02/26, SEINFRA 028, Referencial – Não Desonerado.</p>		<p>Nº PROPOSTA: 055937/2025</p>
---	---	---------------------------------

Tabela 9.2.6.2. Valores de coeficiente de escoamento para bacia de drenagem urbana

Ocupação do solo	C
<i>de edificação muito densa</i> : Partes centrais, densamente construídas de uma cidade com rua e calçadas pavimentadas.	0,70 a 0,95
<i>de edificação não muito densa</i> : Partes adjacentes ao centro, de menor densidade de habitação, mas com ruas e calçadas pavimentadas.	0,60 a 0,70
<i>de edificação com poucas superfícies livres</i> : Partes residenciais com construções cerradas, ruas pavimentadas.	0,50 a 0,60
<i>de edificações com muitas superfícies livres</i> : Partes residenciais com ruas macadamizadas ou pavimentadas, mas com muitas áreas verdes.	0,25 a 0,50
<i>de subúrbios com alguma edificação</i> : Partes de arrabaldes e subúrbios com pequena densidade de construções.	0,10 a 0,25
<i>de matas, parques e campos de esporte</i> : Partes rurais, áreas verdes, superfícies arborizadas, parques ajardinados e campos de esporte sem pavimentação.	0,05 a 0,20

Fonte: TUCCI et al. 1995

Ressalta-se que foi considerado no cálculo a intensidade de chuvas para o tempo de concentração de 10 minutos, conforme o método de Taborga Torrico, para todas as bacias, dados os baixos tempos de concentração resultantes calculados por Kirpich.

Dimensionamento Hidráulico

O dimensionamento das galerias de drenagem consistiu em calcular seções geométricas que permitam o escoamento das vazões de pico com recorrência de 25 anos. A disposição das galerias coletoras pode ser vista no Tomo 2 – Desenhos.

Destaca-se que sempre houve a observação do perfil topográfico das vias por onde as galerias irão ser construídas, bem como os greides projetados a fim de propor uma declividade para as estruturas condizente com as condições do terreno, bem como obedecendo aos limites hidráulicos, como velocidades mínima e máxima permitida em galerias de concreto e regime de escoamento subcrítico ($Fr < 1$).

Para o dimensionamento hidráulico das galerias de águas pluviais utilizou-se as vazões contribuintes calculadas em cada coletor, conforme metodologia exposta anteriormente, e a Equação de Manning, apresentada a seguir:

Objeto/ obra = DRENAGEM URBANA
NO MUNICÍPIO DE ARAME – 1ª ETAPA

Local/ Implantação = Sede do Município
de Arame - MA.

Proponente/ Proprietário = Pref. Munic. de
Arame - MA.

Data/ Referência: SINAPI 03/2026,
SICRO 01/26, ORSE 02/26, SEINFRA 028,
Referencial – Não Desonerado.



Nº PROPOSTA: 055937/2025

$$Q = \frac{1}{n} \times A \times Rh^{\frac{2}{3}} \times I^{\frac{1}{2}}$$

Em que:

Q = vazão de pico da área contribuinte drenada por cada coletor (m³/s);

n = coeficiente de Manning, adotado igual a 0,010 para PEAD e 0,015 para Concreto;

A = área molhada da seção de escoamento (m²);

Rh = raio hidráulico (m);

I = declividade do fundo do dreno (m/m).

A Tabela 9.2.6.4 apresenta os parâmetros do dimensionamento hidráulico das galerias e drenos projetados.

<p>Objeto/ obra = DRENAGEM URBANA NO MUNICÍPIO DE ARAME – 1ª ETAPA</p> <p>Local/ Implantação = Sede do Município de Arame - MA.</p> <p>Proponente/ Proprietário = Pref. Munic. de Arame - MA.</p> <p>Data/ Referência: SINAPI 03/2026, SICRO 01/26, ORSE 02/26, SEINFRA 028, Referencial – Não Desonerado.</p>		<p>Nº PROPOSTA: 055937/2025</p>
---	--	---------------------------------

Tabela 9.2.6.4. Dimensionamento Hidráulico das Galerias e Drenos

Galeria	Rua Principal	Exutório	Bacia	Vazão de projeto (m³/s)	L (m)	Cota PV de Saída do Dreno (m)	Cota Borda do Canal (m)	Declividade (%)	D (mm)	Seção Molhada (d/D)	Rug. (n)	Pm (m)	Am (m²)	Rh (m)	Vmáx (m/s)	Q total disponível (m³/s)
Gal. 01	Barão de Grajaú	Dreno 1	B01	0,704	189,13	113,45	112,52	0,49173	750	0,9	0,010	1,87	0,42	0,22	2,58	1,08
Dren. 01	Barão de Grajaú	Riacho Cajazeiras	B01	0,704	89,85	112,52	111,9	0,69004	800	0,9	0,015	2,00	0,48	0,24	2,13	1,01
Gal. 02	Barão de Grajaú	Dreno 2	B02	0,970	217,03	112,35	111,85	0,23038	900	0,9	0,010	2,25	0,60	0,27	2,00	1,20
Dren. 02	Barão de Grajaú	Riacho Cajazeiras	B02	0,970	89,00	111,85	110,66	1,33708	900	0,9	0,015	2,25	0,60	0,27	3,21	1,93
Gal. 03	Barão de Grajaú	Dreno 3	B03	0,713	137,23	111,98	111,65	0,24047	750	0,9	0,010	1,87	0,42	0,22	1,81	0,76
Dren. 03	Barão de Grajaú	Riacho Cajazeiras	B03	0,713	82,77	111,65	109,81	2,22303	800	0,9	0,015	2,00	0,48	0,24	3,82	1,82
Gal. 04	Barão de Grajaú	Dreno 4	B04	0,559	86,86	111,85	111,18	0,77136	600	0,9	0,010	1,50	0,27	0,18	2,79	0,75
Dren. 04	Barão de Grajaú	Riacho Cajazeiras	B04	0,559	83,54	111,19	109,3	2,26239	600	0,9	0,015	1,50	0,27	0,18	3,18	0,85
Gal. 05	Barão de Grajaú	Dreno 5	B05	1,311	70,41	110,93	110,37	0,79534	750	0,9	0,010	1,87	0,42	0,22	3,28	1,38
Dren. 05	Barão de Grajaú	Riacho Cajazeiras	B05	1,311	77,58	110,37	109,01	1,75303	800	0,9	0,015	2,00	0,48	0,24	3,39	1,62
Gal. 06	Barão de Grajaú	Dreno 6	B06	0,812	126,95	110,23	109,30	0,73257	750	0,9	0,010	1,87	0,42	0,22	3,15	1,32
Dren. 06	Barão de Grajaú	Riacho Cajazeiras	B06	0,812	65,55	109,3	108,59	1,08314	800	0,9	0,015	2,00	0,48	0,24	2,67	1,27
Gal. 07	Barão de Grajaú	Dreno 7	B07	0,801	94,85	109,26	108,89	0,39009	750	0,9	0,010	1,87	0,42	0,22	2,30	0,96
Dren. 07	Barão de Grajaú	Riacho Cajazeiras	B07	0,801	48,19	108,89	108,22	1,39033	800	0,9	0,015	2,00	0,48	0,24	3,02	1,44
Gal. 08.1	Barão de Grajaú	Dreno 08	B08.1	0,500	171,67	108,94	108,21	0,42523	600	0,9	0,010	1,50	0,27	0,18	2,07	0,55
Gal. 08.2	Barão de Grajaú	Dreno 08	B08.2	0,479	164,54	108,21	109,54	0,80831	600	0,9	0,010	1,50	0,27	0,18	2,85	0,76
Dren. 08	Barão de Grajaú	Riacho Cajazeiras	B08	0,979	69,75	108,21	107,6	0,87455	800	0,9	0,015	2,00	0,48	0,24	2,40	1,14

Objeto/ obra = DRENAGEM URBANA
NO MUNICÍPIO DE ARAME – 1ª ETAPA

Local/ Implantação = Sede do Município
de Arame - MA.

Proponente/ Proprietário = Pref. Munic. de
Arame - MA.

Data/ Referência: SINAPI 03/2026,
SICRO 01/26, ORSE 02/26, SEINFRA 028,
Referencial – Não Desonerado.



Nº PROPOSTA: 055937/2025

Tabela 9.2.6.4. Dimensionamento Hidráulico das Galerias e Drenos (Cont.)

Galeria	Rua Principal	Exutório	Bacia	Vazão de projeto (m³/s)	L (m)	Cota PV de Saída do Dreno (m)	Cota Borda do Canal (m)	Declividade (%)	D (mm)	Seção Molhada (d/D)	Rug. (n)	Pm (m)	Am (m²)	Rh (m)	Vmáx (m/s)	Q total disponível (m³/s)
Gal. 09	Barão de Grajaú	R. 7 de Setembro	B09	0,449	117,00	109,40	107,69	1,46154	600	0,9	0,010	1,50	0,27	0,18	3,84	1,03
Dren. 09	Barão de Grajaú	R. 7 de Setembro	B09	0,449	66,27	107,69	107,3	0,58850	800	0,9	0,015	2,00	0,48	0,24	1,97	0,94
Gal. 10.1	Barão de Grajaú	Barão de Grajaú	B10.1	0,449	211,62	107,61	105,93	0,79388	600	0,9	0,010	1,50	0,27	0,18	2,83	0,76
Gal. 10.2	R. Travessa Ponte	Barão de Grajaú	B10.2	0,095	158,54	106,38	105,93	0,28384	600	0,9	0,010	1,50	0,27	0,18	1,69	0,45
Gal. 10.3	Barão de Grajaú	Av Ulisses Guimarães	B10.3	0,645	70,84	105,93	105,27	0,93168	600	0,9	0,010	1,50	0,27	0,18	3,06	0,82
Gal. 10.4	R. 13 de Maio	Av Ulisses Guimarães	B10.4	0,044	66,53	106,01	105,53	0,72148	600	0,9	0,010	1,50	0,27	0,18	2,70	0,72
Gal. 10.5	Av Ulisses Guimarães	Av Ulisses Guimarães	B10.5	0,107	99,00	105,53	105,27	0,26263	600	0,9	0,010	1,50	0,27	0,18	1,63	0,44
Gal. 10.6	Av Ulisses Guimarães	R. do Comércio	B10.6	0,800	47,17	105,27	104,85	0,89040	600	0,9	0,010	1,50	0,27	0,18	3,00	0,80
Gal. 10.7	R. do Comércio	Dreno 10	B10.7	0,933	172,89	104,85	103,51	0,77506	750	0,9	0,010	1,87	0,42	0,22	3,24	1,36
Dren. 10	R. do Comércio	Rio Zutuiá	B10	0,934	55,71	103,51	103	0,91546	800	0,9	0,015	2,00	0,48	0,24	2,45	1,17
Gal. 11.1	Av Ulisses Guimarães	R. S Rita	B11.1	0,176	231,92	105,58	104,82	0,32770	600	0,9	0,010	1,50	0,27	0,18	1,82	0,49
Gal. 11.2	R. S Rita	Dreno 11	B11.2	0,183	16,70	104,82	104,73	0,53892	600	0,9	0,010	1,50	0,27	0,18	2,33	0,62
Dren. 11	R. S Rita	Riacho Cajazeiras	B11	0,183	7,77	104,73	104,69	0,51480	600	0,9	0,010	1,50	0,27	0,18	2,28	0,61
Gal. 12.1	Complemento MA-008	Av Ulisses Guimarães	B12.1	0,022	52,04	104,52	104,29	0,44197	600	0,9	0,010	1,50	0,27	0,18	2,11	0,57
Gal. 12.2	Av Ulisses Guimarães	Av Ulisses Guimarães	B12.2	0,035	30,94	104,55	104,29	0,84034	600	0,9	0,010	1,50	0,27	0,18	2,91	0,78

Objeto/ obra = DRENAGEM URBANA
NO MUNICÍPIO DE ARAME – 1ª ETAPA

Local/ Implantação = Sede do Município
de Arame - MA.

Proponente/ Proprietário = Pref. Munic. de
Arame - MA.

Data/ Referência: SINAPI 03/2026,
SICRO 01/26, ORSE 02/26, SEINFRA 028,
Referencial – Não Desonerado.



Nº PROPOSTA: 055937/2025

Tabela 9.2.6.4. Dimensionamento Hidráulico das Galerias e Drenos (Cont.)

Galeria	Rua Principal	Exutório	Bacia	Vazão de projeto (m³/s)	L (m)	Cota PV de Saída do Dreno (m)	Cota Borda do Canal (m)	Declividade (%)	D (mm)	Seção Molhada (d/D)	Rug. (n)	Pm (m)	Am (m²)	Rh (m)	Vmáx (m/s)	Q total disponível (m³/s)
Gal. 12.3	Av Ulisses Guimarães	Rio Zutiuá	B12.3	0,087	440,11	104,29	103,40	0,20222	600	0,9	0,010	1,50	0,27	0,18	1,43	0,38
Gal. 13.1	R. 7 de Setembro/ Beira	Dreno 13	B13.1	0,165	108,38	109,83	107,97	1,71618	600	0,9	0,010	1,50	0,27	0,18	4,16	1,11
Gal. 13.2	R. 7 de Setembro/ Beira	Dreno 13	B13.2	0,050	41,61	108,12	107,97	0,36049	600	0,9	0,010	1,50	0,27	0,18	1,91	0,51
Dren. 13	R. 7 de Setembro/ Beira	Riacho Cajazeiras	B13	0,215	25,50	107,97	107,4	2,23529	600	0,9	0,015	1,50	0,27	0,18	3,16	0,85
Gal. 14	R. 7 de Setembro	Dreno 14	B14	0,092	71,63	108,06	107,85	0,29317	600	0,9	0,010	1,50	0,27	0,18	1,72	0,46
Dren. 14	R. 7 de Setembro	Riacho Cajazeiras	B14	0,092	45,28	107,85	106,98	1,92138	600	0,9	0,015	1,50	0,27	0,18	2,93	0,79
Gal. 15	R. 7 de Setembro	R. 7 de Setembro	B15	0,157	160,88	107,82	107,30	0,32322	600	0,9	0,010	1,50	0,27	0,18	1,80	0,48
Dren. 15	R. 7 de Setembro	Riacho Cajazeiras	B15	0,157	53,55	107,3	106,4	1,68067	800	0,9	0,015	2,00	0,48	0,24	3,32	1,58
Gal. 16	R. 7 de Setembro	R. 7 de Setembro	B16	0,087	73,37	107,28	107,09	0,25896	600	0,9	0,010	1,50	0,27	0,18	1,62	0,43
Dren. 16	R. 7 de Setembro	Riacho Cajazeiras	B16	0,087	37,52	107,09	106,17	2,45203	600	0,9	0,015	1,50	0,27	0,18	3,31	0,89
Gal. 17	R. 7 de Setembro	R. 7 de Setembro	B17	0,129	134,77	107,01	105,87	0,84589	600	0,9	0,010	1,50	0,27	0,18	2,92	0,78
Dren. 17	R. 7 de Setembro	Riacho Cajazeiras	B17	0,129	23,49	105,72	105,62	0,42571	600	0,9	0,015	1,50	0,27	0,18	1,38	0,37
Gal. 18.1	R. 7 de Setembro	R. Travessa Ponte	B18.1	0,011	26,41	106,26	106,22	0,15146	600	0,9	0,010	1,50	0,27	0,18	1,24	0,33
Gal. 18.2	R. Travessa Ponte	R. Travessa Ponte	B18.2	0,006	24,08	106,26	106,22	0,16611	600	0,9	0,010	1,50	0,27	0,18	1,29	0,35

Objeto/ obra = DRENAGEM URBANA
NO MUNICÍPIO DE ARAME – 1ª ETAPA

Local/ Implantação = Sede do Município
de Arame - MA.

Proponente/ Proprietário = Pref. Munic. de
Arame - MA.

Data/ Referência: SINAPI 03/2026,
SICRO 01/26, ORSE 02/26, SEINFRA 028,
Referencial – Não Desonerado.



Nº PROPOSTA: 055937/2025

Tabela 9.2.6.4. Dimensionamento Hidráulico das Galerias e Drenos (Cont.)

Galeria	Rua Principal	Exutório	Bacia	Vazão de projeto (m³/s)	L (m)	Cota PV de Saída do Dreno (m)	Cota Borda do Canal (m)	Declividade (%)	D (mm)	Seção Molhada (d/D)	Rug. (n)	Pm (m)	Am (m²)	Rh (m)	Vmáx (m/s)	Q total disponível (m³/s)
Gal. 18.3	R. 7 de Setembro	Dreno 18	B18.3	0,109	140,34	105,77	105,49	0,19952	600	0,9	0,010	1,50	0,27	0,18	1,42	0,38
Dren. 18	R. 7 de Setembro	Riacho Cajazeiras	B18	0,109	41,55	105,2	105,07	0,31000	600	0,9	0,015	1,50	0,27	0,18	1,18	0,32
Gal. 19.1	R. São Francisco	R. Travessa Ponte	B19.1	0,359	62,71	107,83	107,58	Pegar do perfil	600	0,9	0,010	1,50	0,27	0,18	2,00	0,54
Gal. 19.2	R. Travessa Ponte	Dreno 19	B19.2	0,374	41,33	107,58	106,31	Pegar do perfil	600	0,9	0,010	1,50	0,27	0,18	5,56	1,49
Dren. 19	R. Travessa Ponte	Riacho Cajazeiras	B19	0,374	7,06	106,31	105,46	12,03966	600	0,9	0,02	1,50	0,27	0,18	7,34	1,97
Gal. 20.1	R. S Francisco	Dreno 20	B20.1	0,178	39,79	107,38	106,84	1,35712	600	0,9	0,010	1,50	0,27	0,18	3,70	0,99
Gal. 20.2	R. S Francisco	Dreno 20	B20.2	0,149	41,23	107,15	106,81	0,82464	600	0,9	0,010	1,50	0,27	0,18	2,88	0,77
Dren. 20	R. S Francisco	Riacho Cajazeiras	B20	0,327	47,09	106,81	105,27	3,27033	600	0,9	0,015	1,50	0,27	0,18	3,83	1,03
Gal. 21	R. S Francisco	Dreno 21	B21	0,772	34,75	107,27	106,81	1,32374	600	0,9	0,010	1,50	0,27	0,18	3,65	0,98
Dren. 21	R. S Francisco	Riacho Cajazeiras	B21	0,772	57,31	106,8	105,01	3,12336	600	0,9	0,015	1,50	0,27	0,18	3,74	1,00
Gal. 22.1	R. S Francisco	R. S Rita	B22.1	0,342	96,78	106,75	106,14	0,63030	600	0,9	0,010	1,50	0,27	0,18	2,52	0,68
Gal. 22.2	R. S Rita	Dreno 22	B22.2	0,398	120,16	106,07	104,72	1,12350	600	0,9	0,010	1,50	0,27	0,18	3,36	0,90
Dren. 22	R. S Rita	Riacho Cajazeiras	B22	0,398	9,26	104,72	104,69	0,32397	800	0,9	0,015	2,00	0,48	0,24	1,46	0,70
Gal. 23.1	R. S Francisco	Dreno 23	B23.1	0,476	186,00	106,22	104,56	0,89247	600	0,9	0,015	1,50	0,27	0,18	2,00	0,54
Gal. 23.2	MA 008	Dreno 23	B23.2	0,043	79,79	104,88	104,51	0,46372	600	0,9	0,010	1,50	0,27	0,18	2,16	0,58
Dren. 23	MA 008	Riacho Cajazeiras	B23	0,519	46,58	104,51	103,7	1,73894	600	0,9	0,015	1,50	0,27	0,18	2,79	0,75
Gal. 24	MA 009	Dreno 24	B24	0,790	67,28	104,49	103,91	0,86207	600	0,9	0,010	1,50	0,27	0,18	2,95	0,79
Dren. 24	MA 008	Rio Zutiúá	B24	0,790	71,69	103,62	103,3	0,44634	800	0,9	0,015	2,00	0,48	0,24	1,71	0,82

Objeto/ obra = DRENAGEM URBANA
NO MUNICÍPIO DE ARAME – 1ª ETAPA

Local/ Implantação = Sede do Município
de Arame - MA.

Proponente/ Proprietário = Pref. Munic. de
Arame - MA.

Data/ Referência: SINAPI 03/2026,
SICRO 01/26, ORSE 02/26, SEINFRA 028,
Referencial – Não Desonerado.



Nº PROPOSTA: 055937/2025

➤ **Dispositivos de Engolimento ou Bocas de Lobo**

Foi calculado o número de bocas-de-lobo mínimas necessárias para direcionar as águas pluviais para as galerias projetadas.

Para a determinação da capacidade hidráulica das bocas de lobo utilizadas no presente projeto adotou-se a metodologia proposta pelo DAEE/CETESB, contida na publicação intitulada “Drenagem Urbana”, transcrita em suas partes principais a seguir.

O cálculo da capacidade das estruturas hidráulicas depende da categoria de engolimento de água: tipo chapéu; tipo grelha simples (também conhecidas como caixas-ralo); e combinada chapéu-grelha. O dimensionamento destes três tipos de estrutura deve ser realizado segundo a metodologia apresentada a seguir.

i. Bocas-de-lobo simples (tipo chapéu):

Para alturas d'água até a altura da abertura ($y/h \leq 1$) da boca-de-lobo, esta estrutura funciona como um vertedor, sendo a vazão dada pela fórmula:

$$\frac{Q}{L} = 1,703y^{3/2}$$

Onde:

h = altura da abertura no meio-fio, em m;

L = comprimento da abertura da boca-de-lobo, em m;

y = altura da água na entrada da boca-de-lobo, em m;

Q = vazão máxima esgotada pela boca-de-lobo, em m³/s.

ii. Bocas-de-lobo com grelha simples (caixas-ralo)

O dimensionamento das bocas-de-lobo com grelha simples, ou caixas-ralo, como também são conhecidas, apresenta funcionamento análogo ao de um vertedor de soleira livre, para profundidades de lâmina d'água de até 12 cm. Já para alturas d'água superiores

Objeto/ obra = DRENAGEM URBANA
NO MUNICÍPIO DE ARAME – 1ª ETAPA

Local/ Implantação = Sede do Município
de Arame - MA.

Proponente/ Proprietário = Pref. Munic. de
Arame - MA.

Data/ Referência: SINAPI 03/2026,
SICRO 01/26, ORSE 02/26, SEINFRA 028,
Referencial – Não Desonerado.



Nº PROPOSTA: 055937/2025

aos 42 cm, a grelha passa a funcionar como um orifício, sendo que a faixa de alturas entre 12 cm e 42 cm a grelha apresenta um funcionamento indefinido.

Assim:

- Para $y \leq 12$ cm:

$$\frac{Q}{P} = 1,655y^{3/2}$$

- Para $y \geq 42$ cm:

$$\frac{Q}{A} = 2,91y^{1/2}$$

Onde:

Q/P = vazão por metro linear de perímetro da boca-de-lobo com grelha;

y = altura d'água sobre a grelha da boca-de-lobo;

Q/A = vazão por metro quadrado de área de abertura da grelha, excluída a área ocupada pelas barras que compõem a grelha.

Na faixa de transição entre 12 e 42 cm, a escolha de y depende, exclusivamente, do projetista e de sua experiência.

iii. Bocas-de-lobo combinadas – chapéu e grelha

Para este tipo de bocas-de-lobo, a vazão máxima de esgotamento de cada estrutura pode ser considerada como o somatório das vazões esgotadas pela abertura tipo chapéu mais a grelha, calculadas isoladamente.

Vale salientar que os resultados obtidos do dimensionamento das bocas-de-lobo devem ser multiplicados por coeficientes de redução, pois, na prática, a capacidade de esgotamento destas estruturas é menor que a capacidade calculada, em razão de diversos fatores, entre os quais se enumeram:

1. Obstrução causada por detritos carregados pelas águas;

<p>Objeto/ obra = DRENAGEM URBANA NO MUNICÍPIO DE ARAME – 1ª ETAPA</p> <p>Local/ Implantação = Sede do Município de Arame - MA.</p> <p>Proponente/ Proprietário = Pref. Munic. de Arame - MA.</p> <p>Data/ Referência: SINAPI 03/2026, SICRO 01/26, ORSE 02/26, SEINFRA 028, Referencial – Não Desonerado.</p>		<p>Nº PROPOSTA: 055937/2025</p>
---	---	---------------------------------

2. Irregularidades nos pavimentos das ruas, junto às sarjetas e bocas-de-lobo;

3. Hipóteses de cálculo que nem sempre correspondem à realidade.

Assim, para compensar efeitos globais desses fatores, devem-se aplicar coeficientes de redução sobre os valores teóricos calculados. Os resultados são mostrados na Tabela 9.2.6.5.

<p>Objeto/ obra = DRENAGEM URBANA NO MUNICÍPIO DE ARAME – 1ª ETAPA</p> <p>Local/ Implantação = Sede do Município de Arame - MA.</p> <p>Proponente/ Proprietário = Pref. Munic. de Arame - MA.</p> <p>Data/ Referência: SINAPI 03/2026, SICRO 01/26, ORSE 02/26, SEINFRA 028, Referencial – Não Desonerado.</p>		<p>Nº PROPOSTA: 055937/2025</p>
---	--	---------------------------------

Tabela 9.2.6.5. Dimensionamento das Bocas-de-Lobo

Galeria	Vazão de Projeto (m³/s)	Comp. (m)	Altura D'Água (m)	Largura da Grelha (m)	Vazão por Boca de Lobo Chapéu (m³/s)	Vazão por Boca de Lobo Grelha (m³/s)	Coef. de Redução	Vazão por boca-de-lobo - chapéu + grelha (m³/s)	Número de Bocas de Lobo necessárias	Nº de Bocas de Lobo simples colocadas	Nº de Bocas de Lobo duplas colocadas	Número total de Bocas de Lobo
Gal. 01	0,70	0,90	0,12	0,50	0,06	0,13	0,70	0,136	6	8	0	8
Gal. 02	0,97	0,90	0,12	0,50	0,06	0,13	0,70	0,136	8	2	4	10
Gal. 03	0,71	0,90	0,12	0,50	0,06	0,13	0,70	0,136	6	4	2	8
Gal. 04	0,56	0,90	0,12	0,50	0,06	0,13	0,70	0,136	5	0	4	8
Gal. 05	1,31	0,90	0,12	0,50	0,06	0,13	0,70	0,136	10	0	6	12
Gal. 06	0,81	0,90	0,12	0,50	0,06	0,13	0,70	0,136	6	4	2	8
Gal. 07	0,80	0,90	0,12	0,50	0,06	0,13	0,70	0,136	6	4	2	8
Gal. 08.1	0,68	0,90	0,12	0,50	0,06	0,13	0,70	0,136	5	6	0	6
Gal. 08.2	0,30	0,90	0,12	0,50	0,06	0,13	0,70	0,136	3	6	0	6
Gal. 09	0,45	0,90	0,12	0,50	0,06	0,13	0,70	0,136	4	6	0	6
Gal. 10.1	0,45	0,90	0,12	0,50	0,06	0,13	0,70	0,136	4	8	0	8
Gal. 10.2	0,10	0,90	0,12	0,50	0,06	0,13	0,70	0,136	1	4	0	4
Gal. 10.3	0,10	0,90	0,12	0,50	0,06	0,13	0,70	0,136	1	6	0	6
Gal. 10.4	0,04	0,90	0,12	0,50	0,06	0,13	0,70	0,136	1	4	0	4
Gal. 10.5	0,06	0,90	0,12	0,50	0,06	0,13	0,70	0,136	1	4	0	4
Gal. 10.6	0,05	0,90	0,12	0,50	0,06	0,13	0,70	0,136	1	4	0	4
Gal. 10.7	0,13	0,90	0,12	0,50	0,06	0,13	0,70	0,136	1	4	0	4
Gal. 11.1	0,18	0,90	0,12	0,50	0,06	0,13	0,70	0,136	2	4	0	4
Gal. 11.2	0,01	0,90	0,12	0,50	0,06	0,13	0,70	0,136	1	2	0	2
Gal. 12.1	0,02	0,90	0,12	0,50	0,06	0,13	0,70	0,136	1	4	0	4
Gal. 12.2	0,03	0,90	0,12	0,50	0,06	0,13	0,70	0,136	1	2	0	2
Gal. 12.3	0,03	0,90	0,12	0,50	0,06	0,13	0,70	0,136	1	2	0	2

Objeto/ obra = DRENAGEM URBANA
NO MUNICÍPIO DE ARAME – 1ª ETAPA

Local/ Implantação = Sede do Município
de Arame - MA.

Proponente/ Proprietário = Pref. Munic. de
Arame - MA.

Data/ Referência: SINAPI 03/2026,
SICRO 01/26, ORSE 02/26, SEINFRA 028,
Referencial – Não Desonerado.



Nº PROPOSTA: 055937/2025

Tabela 9.2.6.5. Dimensionamento das Bocas-de-Lobo (Cont.)

Galeria	Vazão de Projeto (m³/s)	Comp. (m)	Altura D'Água (m)	Largura da Grelha (m)	Vazão por Boca de Lobo Chapeu (m³/s)	Vazão por Boca de Lobo Grelha (m³/s)	Coef. de Redução	Vazão por boca-de-lobo - chapéu + grelha (m³/s)	Número de Bocas de Lobo necessárias	Nº de Bocas de Lobo simples colocadas	Nº de Bocas de Lobo duplas colocadas	Número total de Bocas de Lobo
Gal. 13.1	0,17	0,90	0,12	0,50	0,06	0,13	0,70	0,136	2	4	0	4
Gal. 13.2	0,05	0,90	0,12	0,50	0,06	0,13	0,70	0,136	1	4	0	4
Gal. 14	0,09	0,90	0,12	0,50	0,06	0,13	0,70	0,136	1	4	0	4
Gal. 15	0,16	0,90	0,12	0,50	0,06	0,13	0,70	0,136	2	4	0	4
Gal. 16	0,09	0,90	0,12	0,50	0,06	0,13	0,70	0,136	1	6	0	6
Gal. 17	0,13	0,90	0,12	0,50	0,06	0,13	0,70	0,136	1	4	0	4
Gal. 18.1	0,01	0,90	0,12	0,50	0,06	0,13	0,70	0,136	1	4	0	4
Gal. 18.2	0,01	0,90	0,12	0,50	0,06	0,13	0,70	0,136	1	4	0	4
Gal. 18.3	0,11	0,90	0,12	0,50	0,06	0,13	0,70	0,136	1	4	0	4
Gal. 19.1	0,36	0,90	0,12	0,50	0,06	0,13	0,70	0,136	3	2	2	6
Gal. 19.2	0,02	0,90	0,12	0,50	0,06	0,13	0,70	0,136	1	4	0	4
Gal. 20.1	0,18	0,90	0,12	0,50	0,06	0,13	0,70	0,136	2	4	0	4
Gal. 20.2	0,15	0,90	0,12	0,50	0,06	0,13	0,70	0,136	2	4	0	4
Gal. 21	0,77	0,90	0,12	0,50	0,06	0,13	0,70	0,136	6	0	4	8
Gal. 22.1	0,34	0,90	0,12	0,50	0,06	0,13	0,70	0,136	3	4	0	4
Gal. 22.2	0,40	0,90	0,12	0,50	0,06	0,13	0,70	0,136	3	6	0	6
Gal. 23.1	0,48	0,90	0,12	0,50	0,06	0,13	0,70	0,136	4	6	0	6
Gal. 23.2	0,04	0,90	0,12	0,50	0,06	0,13	0,70	0,136	1	4	0	4
Gal. 24	0,79	0,90	0,12	0,50	0,06	0,13	0,70	0,136	6	0	4	8

**Objeto/ obra = DRENAGEM URBANA
NO MUNICÍPIO DE ARAME – 1ª ETAPA**

Local/ Implantação = Sede do Município
de Arame - MA.

Proponente/ Proprietário = Pref. Munic. de
Arame - MA.

Data/ Referência: SINAPI 03/2026,
SICRO 01/26, ORSE 02/26, SEINFRA 028,
Referencial – Não Desonerado.



Nº PROPOSTA: 055937/2025

Objeto/ obra = DRENAGEM URBANA
NO MUNICÍPIO DE ARAME – 1ª ETAPA

Local/ Implantação = Sede do Município
de Arame - MA.

Proponente/ Proprietário = Pref. Munic. de
Arame - MA.

Data/ Referência: SINAPI 03/2026,
SICRO 01/26, ORSE 02/26, SEINFRA 028,
Referencial – Não Desonerado.

Nº PROPOSTA: 055937/2025



➤ **Poços de Visita**

Os poços de visita (PV) constituem-se de câmaras visitáveis, com abertura na parte superior no nível do terreno com espaço que permita fácil acesso do operador, cujo objetivo é permitir a reunião de trechos de galerias, além da manutenção das galerias conectadas a ele. Os principais itens, que constam nas plantas de detalhes, são:

- Laje de fundo;
- Câmara de trabalho ou balão;
- Peça de transição ou Chaminé;
- Tampa de concreto armado
- Tampão de ferro.

A locação dessas instalações considerou as seguintes recomendações:

- Serão implantadas nos pontos de mudanças de direção, cruzamento de ruas (reunião de vários coletores), mudanças de declividade, junções de galerias e mudança de diâmetro;
- O espaçamento máximo recomendado para os poços de visita é de 100 metros.
- Os poços serão aproveitados como caixas de recepção das águas das bocas-de-lobo, e de direcionamento para os drenos finais.

As galerias foram dimensionadas com diâmetros de 600, 750, 800 e de 900 mm. Por causa desses diferentes tamanhos, foram projetados dois tipos de poços de visita: um menor com dimensões externa de 2,2 m x 2,2 m e outro maior com 2,4 m x 2,4 m, os quais são apresentados de forma detalhada no Tomo 2 - Desenhos. O menor será construído para diâmetros de 600, 750 e 800 mm, já o segundo modelo de poço de visita será implantado no caso da saída ou entrada de tubos com diâmetros de 900 mm.

Outra ponto considerado para o dimensionamento dos poços de visita são as profundidades necessárias para a geratriz inferior das galerias e drenos estarem na

**Objeto/ obra = DRENAGEM URBANA
NO MUNICÍPIO DE ARAME – 1ª ETAPA**

Local/ Implantação = Sede do Município
de Arame - MA.

Proponente/ Proprietário = Pref. Munic. de
Arame - MA.

Data/ Referência: SINAPI 03/2026,
SICRO 01/26, ORSE 02/26, SEINFRA 028,
Referencial – Não Desonerado.



Nº PROPOSTA: 055937/2025

cota projetada, promovendo a declividade adequada para o escoamento dimensionado, bem como, evitando o conflito com a geratriz superior dos tubos da rede coletora projetada

Objeto/ obra = DRENAGEM URBANA
NO MUNICÍPIO DE ARAME – 1ª ETAPA

Local/ Implantação = Sede do Município
de Arame - MA.

Proponente/ Proprietário = Pref. Munic. de
Arame - MA.

Data/ Referência: SINAPI 03/2026,
SICRO 01/26, ORSE 02/26, SEINFRA 028,
Referencial – Não Desonerado.



Nº PROPOSTA: 055937/2025

. As profundidades foram definidas por meio da diferença entre a cota da geratriz inferior e a do greide projetado da rua, acrescida a espessura da laje de fundo.

9.3. Terraplenagem e Pavimentação

9.3.1. Projeto Geométrico

O projeto geométrico em planta constou do processamento eletrônico dos dados da topografia e lançamento do projeto em ambiente computacional. Esta rotina resultou nos seguintes elementos:

- Desenho da faixa de levantamento com curvas de nível espaçadas de 0,5 metro;
- Estaqueamento do eixo a cada 20,00 m, com indicação dos pontos notáveis das curvas de concordância.

As características altimétricas constam no desenho do perfil do terreno, onde são representados os seguintes elementos:

- Linha de greide de terraplenagem projetada;
- Anotação de rampas e contrarrampas;
- Elementos de concordância vertical.

Em todas as intervenções propostas foram definidos os greides e alinhamentos das galerias, de forma a preservar os traçados das vias adjacentes existentes, evitando elevações ou depressões acentuadas em relação ao nível das ruas e terrenos das casas.

A pavimentação definiu os alinhamentos nas seguintes vias existentes e respectivos complementos.

- R. Barão de Grajaú – 1.783 m;
- Avenida Ulisses Guimarães – 466 m;
- R. 7 de Setembro – 832 m;

**Objeto/ obra = DRENAGEM URBANA
NO MUNICÍPIO DE ARAME – 1ª ETAPA**

Local/ Implantação = Sede do Município
de Arame - MA.

Proponente/ Proprietário = Pref. Munic. de
Arame - MA.

Data/ Referência: SINAPI 03/2026,
SICRO 01/26, ORSE 02/26, SEINFRA 028,
Referencial – Não Desonerado.

Nº PROPOSTA: 055937/2025



- R. 13 de Maio – 112 m;
- R. São Francisco – 411 m;
- R. Santa Rita – 158 m;
- R. do Comércio – 177 m;
- MA-008 – 175 m;
- R. Nova (Travessa Ponte entre Barão de Grajaú e São Francisco) – 222 m;
- Complemento da MA-008 (Adjacente à rotatória) – 97 m;
- ROT. I – 37 m;
- ROT. II – 54 m;
- R. Travessa Nova Viela – 60m.

Assim, o total de comprimento das vias a serem pavimentados é de, aproximadamente, 4,7 km.

Além dessas ruas a serem pavimentadas, foi definido um alinhamento na Estrada de acesso à Cajazeiras 1.175 metros de comprimento até o início da R. Barão de Grajaú, contemplando a regularização do leito e elevação do greide a uma cota mínima de 116 metros, a fim de se amenizarem as inundações dessa via.

Com base nos elementos oriundos dos estudos topográficos e das visitas ao campo, procedeu-se aos ensaios das alternativas para o lançamento do greide da rodovia, levantando o máximo possível em relação às calçadas e levando-se em consideração as características técnicas locais.

Em perfil foram indicadas as linhas do terreno e do projeto, representando este último a superfície do greide do pavimento acabado. São indicadas também as declividades das rampas, o comprimento das projeções horizontais das curvas de concordância vertical, estacas e cotas do PIV de cada curva vertical, etc.

<p>Objeto/ obra = DRENAGEM URBANA NO MUNICÍPIO DE ARAME – 1ª ETAPA</p> <p>Local/ Implantação = Sede do Município de Arame - MA.</p> <p>Proponente/ Proprietário = Pref. Munic. de Arame - MA.</p> <p>Data/ Referência: SINAPI 03/2026, SICRO 01/26, ORSE 02/26, SEINFRA 028, Referencial – Não Desonerado.</p>		<p>Nº PROPOSTA: 055937/2025</p>
---	---	---------------------------------

9.3.2. Projeto de Terraplenagem

O projeto de terraplenagem foi elaborado de acordo com os parâmetros definidos no projeto geométrico. A terraplenagem é composta basicamente pelas seguintes fases:

- Confecção das Notas de serviço;
- Cálculo de volumes.

O movimento de terra será feito com a utilização de material escavado dos empréstimos para a execução das seções de aterro. Os taludes de corte e aterros a adotar são os seguintes:

- Corte 3(V): 2(H)
- Aterro 2(V): 3(H)

Com as informações relativas aos parâmetros geométricos do perfil e da seção transversal, foi possível determinar os volumes de terraplenagem a movimentar. O processamento dos volumes foi efetuado considerando-se o método da semi-soma.

Constituem-se elementos do projeto de terraplenagem:

- Seção transversal tipo de terraplenagem;
- Volume de Corte e Aterro;

9.3.3. Projeto de Pavimentação

A elaboração do projeto de pavimentação consiste em estabelecer o dimensionamento do pavimento que será utilizado na pista de rolamento através das considerações obtidas no projeto geométrico e no de terraplenagem, aplicados juntamente com os resultados obtidos nos estudos geotécnicos.

Basicamente a concepção do Projeto de Pavimentação possui os seguintes elementos básicos:

Objeto/ obra = DRENAGEM URBANA
NO MUNICÍPIO DE ARAME – 1ª ETAPA

Local/ Implantação = Sede do Município
de Arame - MA.

Proponente/ Proprietário = Pref. Munic. de
Arame - MA.

Data/ Referência: SINAPI 03/2026,
SICRO 01/26, ORSE 02/26, SEINFRA 028,
Referencial – Não Desonerado.

Nº PROPOSTA: 055937/2025



Tráfego: Um complexo sistema de solicitações que engloba as cargas por roda, combinações de rodas e eixos, o número e frequência de passagens das cargas, representadas por um número “N”, que é o número equivalente de operações do eixo padrão;

Fundação: Considerada como um conjunto de características físicas e mecânicas do subleito, representados pelo Índice Suporte Califórnia (CBR);

Constituição do Pavimento: Os materiais constituintes das camadas do pavimento, entendidas como um potencial de características físicas e mecânicas, de que se poderá dispor para o estabelecimento de número, espessura e qualidade das camadas do pavimento.

Na área do projeto, as vias se encontram com greide, na maior parte dos casos, muito abaixo do nível das calçadas e da entrada das residências. Dessa forma, nesses locais do projeto será feita a regularização do subleito até a máxima cota qual seja possível, com solo base compatível e revestimento superficial com pavimento intertravado.

A capacidade de suporte do subleito e dos materiais constituintes dos pavimentos é feita pelo CBR, adotando-se o método de ensaio preconizado pelo DNIT, em corpos de prova indeformados ou moldados em laboratório, para as conclusões de massa específica aparente e umidade adotadas para o serviço.

O método do DNER determina algumas restrições para as utilizações dos materiais componentes do pavimento, a saber:

- I. Os materiais do subleito devem apresentar uma expansão medida no ensaio do CBR, menor ou igual a 2% e $CBR \geq 2\%$;
- II. Os materiais para reforço do subleito devem apresentar um CBR maior que o do subleito e expansão menor que 1% (medida com sobrecarga de 10 lb);

Para o cálculo do comprimento total de sarjeta e meio-fio por cada via, foi multiplicado o comprimento do alinhamento da rua por 2, pois foi projetado sarjeta e meio-fio nos dois lados da rua, e por 1,1, significando um acréscimo de 10% do comprimento do alinhamento por causa de possíveis curvas.

<p>Objeto/ obra = DRENAGEM URBANA NO MUNICÍPIO DE ARAME – 1ª ETAPA</p> <p>Local/ Implantação = Sede do Município de Arame - MA.</p> <p>Proponente/ Proprietário = Pref. Munic. de Arame - MA.</p> <p>Data/ Referência: SINAPI 03/2026, SICRO 01/26, ORSE 02/26, SEINFRA 028, Referencial – Não Desonerado.</p>		<p>Nº PROPOSTA: 055937/2025</p>
---	---	--

9.4. Pontilhões

Os detalhes de dimensionamento das armaduras das lajes e vigas dos pontilhões estão apresentados no capítulo 01 (um) do Volume 4 – Projeto Estrutural.

**Objeto/ obra = DRENAGEM URBANA
NO MUNICÍPIO DE ARAME – 1ª ETAPA**

Local/ Implantação = Sede do Município
de Arame - MA.

Proponente/ Proprietário = Pref. Munic. de
Arame - MA.

Data/ Referência: SINAPI 03/2026,
SICRO 01/26, ORSE 02/26, SEINFRA 028,
Referencial – Não Desonerado.



Nº PROPOSTA: 055937/2025

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHOW, V.T. (1973). Open-channel Hydraulics. McGraw-Hill Book Company, Singapore. ISBN: 0-07-085906-X, 1973.