



PLANO MUNICIPAL DE DRENAGEM URBANA



VOLUME III – PMDU

PLANO MUNICIPAL DE DRENAGEM URBANA

Araguaçu – Tocantins

Praça Raul de Jesus Lima, nº 08, Centro. CEP: 77475-000

Telefone: 063-3384-3056/3384-1287/Fax: 3384-1026

www.araguacu.to.gov.br

**Prefeito: LUZIANO PEREIRA ROCHA
(2013 – 2016)**

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	4
2	REFERENCIAL TEÓRICO	7
2.1	Terminologia Básica	9
3	DIAGNÓSTICO ATUAL DO MUNICÍPIO	14
3.1	Gestão Institucional	14
3.2	Caracterização das bacias hidrográficas	15
3.3	Áreas de Preservação Permanente	16
3.4	Situação Atual do Sistema de Drenagem Urbana	19
3.5	Condições hidrometeorológicas	22
3.6	Simulador SWMM	25
4	METODOLOGIA	28
4.1	Período de Retorno	28
4.2	Tormenta de Projeto	29
4.3	Simulador SWMM	30
4.4	Diâmetro	31
4.5	Coeficiente de forma K da galeria de concreto	32
4.6	Ângulo central da superfície livre (°)	32
4.7	Relação altura-diâmetro (h/D)	32
4.8	Área molhada (A)	33
4.9	Velocidade de escoamento	33
5	PROGNÓSTICO	34
5.1	Demandas por infraestrutura de Drenagem Urbana	34
5.2	Análise preliminar dos incrementos de vazões máximas nas bacias urbanas de Araguaçu	35
5.3	Dados de Saída no SWMM	38
5.4	Análise da evolução de cobertura pela rede de drenagem pluvial	50
6	OBJETIVOS E METAS	54
6.1	Objetivos	54
6.2	Metas	55
7	PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES	63
7.1	Programa de Elaboração dos Projetos de Drenagem Urbana	63
7.2	Programa de Implementação das Obras de Drenagem	63
7.3	Programa de Recuperação dos corpos d'água	64
7.4	Programa de Monitoramento	65
7.5	Programa de Educação Ambiental	66
7.6	Programa de Comunicação Social	74
8	ESTIMATIVA DE CUSTOS DE INVESTIMENTO E SERVIÇOS	79
9	AÇÕES PARA EMERGÊNCIAS E CONTINGÊNCIAS	80
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	82

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Ligação do sistema de drenagem.....	4
Figura 2 – esquema do sistema de drenagem urbana	5
Figura 3 – Modelo de poço de visita (PV)	5
Figura 4- Modelo de sarjeta	10
Figura 5- Sarjetão típico em paralelepípedos	10
Figura 6 – Posições das unidades de drenagem	11
Figura 7 – Sub bacias de drenagem urbana existentes em Araguaçu.....	16
Figura 8 – Fotografia de locais com APP degradada em Araguaçu	17
Figura 9 – Fotografias de áreas com APP preservada em Araguaçu	17
Figura 10 – Córrego com APP degradada em Araguaçu	18
Figura 11 – Córrego com APP preservada.....	18
Figura 12- Erosão ponto crítico de drenagem.....	20
Figura 13 – Ponto crítico de drenagem	20
Figura 14– Problema de drenagem superficial	20
Figura 15– Erosão em via pavimentada	20
Figura 16 – Pontos de alagamento e erosão identificados na cidade de Araguaçu	21
Figura 17 – Alagamento permanente - Afloramento do lençol subterrâneo	22
Figura 18 - Erosão parcialmente contida	22
Figura 19 - Contenção erosão	22
Figura 20 - Erosão em via não pavimentada	22
Figura 21 - Ponto crítico de drenagem.....	22
Figura 22 - Curvas de intensidade-duração-frequência e a equação delas proveniente dos ajustes para determinação da probabilidade de ocorrência das precipitações máximas anuais.....	23
Figura 23 - Forma circular do conduto drenagem	32
Figura 24 – Traçado de parte da rede de Araguaçu, que deságua no exutório E1 (começa em N1 e desagua em E1)	50
Figura 25 – Traçado parcial da rede de drenagem de Araguaçu, que deságua no exutório E2 (começa em N18 e desagua em E2)	51
Figura 26 – Traçado parcial da rede de drenagem Araguaçu, que deságua no exutório E3 (começa em N28 e desagua em E3)	51
Figura 27 – Traçado parcial de duas redes de drenagem Araguaçu, que deságua nos exutórios E4 (começa em N71 e desagua em E4) e E5 (começa em N77 e desagua em E5)	52
Figura 28 - Traçado parcial de três redes de drenagem (N81 a E6, N133 a E7 e N143 a E8 e N107 a E9)	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Coeficiente de escoamento superficial em função do uso e ocupação do solo	9
Tabela 2 – Coeficientes de desagregação.....	24
Tabela 3- Precipitações médias diárias anuais (mm) para Araguaçu do período 1973 a 2012	24
Tabela 4 – Coeficiente de desagregação	29
Tabela 5- Precipitações médias diárias anuais (mm) para Araguaçu do período 1973 a 2012	30
Tabela 6 - Resumo dos dados de entrada	35
Tabela 7– Síntese do escoamento superficial ES	38
Tabela 8– Resumo das profundidades da água nos nós e dos escoamentos superficiais nos nós.....	42
Tabela 9– Vazões, velocidades, relação vazões máximas e vazões plenas e relação altura do tirante d'água e diâmetros.....	46
Tabela 10– Fluxos máximos e total em litros por segundo e o volume total em litros.....	49
Tabela 11 - Proposições e prazos quanto a drenagem urbana.....	55
Tabela 12 – Previsão de despesas esperadas	56
Tabela 13. Cronograma de execução do PEA.....	73
Tabela 14. Cronograma de execução do PCS	77
Tabela 15 – Estimativas de custos com o sistema drenagem.....	79
Tabela 16 - Riscos potenciais – drenagem e manejo de águas pluviais urbanas	80

1 INTRODUÇÃO

De uma maneira geral, e segundo Tucci et al (1998), devem ser seguidos cinco passos para o estudo hidrológico para a drenagem urbana. O primeiro passo é a escolha do período de retorno, em função dos aspectos sociais e econômicos, levando-se em consideração a ocupação futura da bacia no que se refere ao incremento nas taxas de impermeabilização. O segundo passo trata da determinação da tormenta de projeto, por intermédio dos estudos meteorológicos. O passo três é reservado a determinação do escoamento superficial direto, amparado pelas disciplinas hidrologia, pedologia e uso de solos. O passo quatro se resume na determinação das vazões de projeto em função dos estudos hidrológicos. E o passo cinco é pautado no dimensionamento das estruturas hidráulicas por intermédio da disciplina hidráulica.

A hidrologia urbana é vasta e a microdrenagem exerce papel importante na captação e transporte de águas pluviais por meio de galerias, até um desaguadouro natural, como um córrego ou rio. Basicamente, a rede de águas pluviais é composta por sarjetas, galerias (G), boca de lobo (BL) e poços de visita (PV), com suas definições e esquema dessas estruturas Apresentadas na Figura1 . O cálculo hidráulico será utilizado para dimensionar as tubulações das galerias, enquanto os PVs, as BLs e os tubos de ligação entre estes têm medidas padronizadas.

Sarjeta e bocas de lobo – a sarjeta é um canal, com formato triangular com a finalidade de coletar e conduzir a água de escoamento superficial até pontos de coleta (bocas de lobo). O esquema abaixo mostra um corte transversal de uma determinada pavimentação.

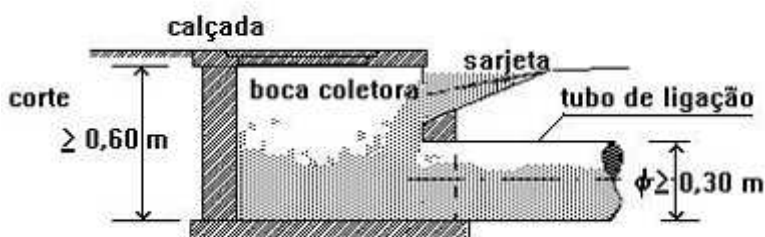


Figura 1 – Ligação do sistema de drenagem

Galerias – condutos que transportam água captada das bocas de lobo até pontos de lançamento (exutórios E). O diâmetro mínimo recomendado pela literatura é de 400 mm. O esquema a seguir ilustra as estruturas galerias, bem como a disposição das bocas de lobo (BL), em função das curvas de nível, ao longo de uma rua.

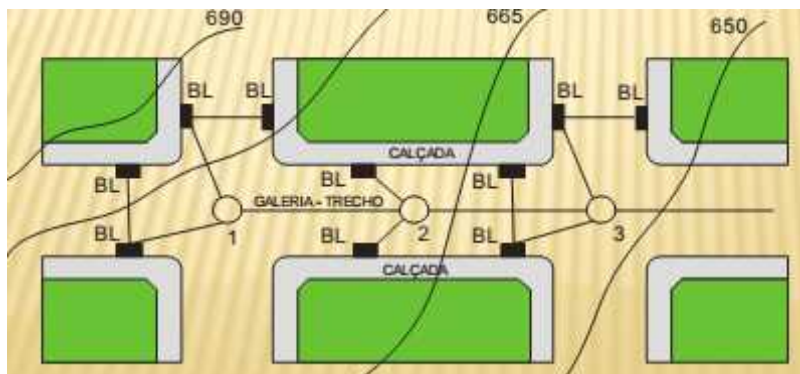


Figura 2. Esquema do sistema de drenagem urbana

Condutores de ligação – têm a finalidade de conduzir a água coletada das BL até os PV.

Poços de visita – câmaras para visitas que permitem a inspeção e limpeza dos condutos subterrâneos. A figura a seguir mostra o perfil de um PV.

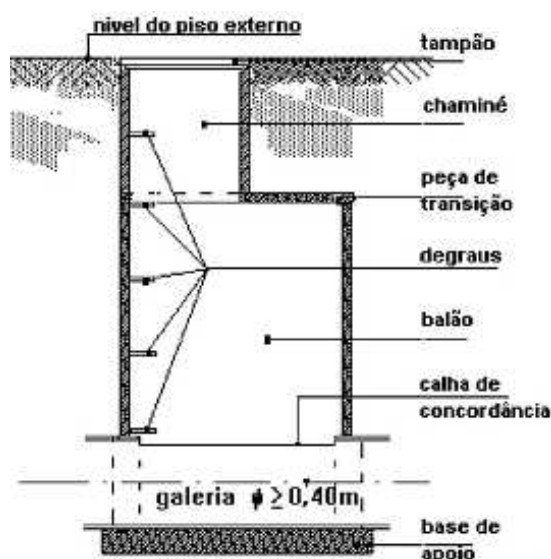


Figura 3 – Modelo de poço de visita (PV)

Os poços visita (PV) são instalados nas mudanças de direção, de declividade ou de diâmetro das galerias e servem para dar acesso à inspeção e limpeza das canalizações. Alguns critérios deverão ser tomados nos dimensionamentos de parâmetros, notadamente no que diz respeito a variação de valores quanto à velocidade máxima e mínima, recobrimento mínimo das galerias, tempo de concentração inicial e o tipo de escoamento uniforme ou gradualmente variado. Por exemplo: Costa et. al (2007) consideram, no escoamento em regime permanente e uniforme, a velocidade mínima de 0,75 m/s, a máxima de 5,00 m/s, o tempo de concentração inicial de 5 minutos e o recobrimento mínimo de 1 metro. No presente plano serão adotados os valores sugeridos por esses autores. E o efeito dos remansos só será levado em

conta nas áreas baixas, próximas ao deságue da tubulação, quando possivelmente esta poderia ser afetada pela variação do nível do curso d'água.

Relativamente à confecção do projeto, existem dois métodos para estimativa da vazão de projeto: o método racional para áreas até 2 km² e o método do hidrograma unitário para áreas acima de 2 km². Será adotado o método do hidrograma unitário do software SWMM. São previstas, ainda, etapas de cálculos para a determinação do diâmetro: (a) cálculo do tempo de concentração associado a um determinado nó, aqui sendo considerado como duração crítica (t), (b) cálculo da chuva crítica (I) para o trecho, (c) cálculo da vazão de projeto (Q) e (d) determinação das cotas de assentamento nas extremidades montante e jusante e a determinação propriamente dita dos diâmetros que irão compor a rede de drenagem.

Este plano tem como objetivo o dimensionamento de galerias de águas pluviais para a cidade de Araguaçu, por intermédio de modelos de transporte hidráulico, sob o ponto de vista de escoamento permanente e uniforme para as galerias e, gradualmente variado, para PV(s) próximos dos nós exutórios, e com auxílio do simulador SWMM (Modelo de Gestão de Drenagem Urbana), que irá simular as condições de projeto para verificação de eventuais pontos de alagamento ou sobrecargas de nós e sobrecargas em condutos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Por definição Saneamento Básico é um serviço público que compreende os sistemas de abastecimento d'água, de esgotos sanitários, de drenagem de águas pluviais e de coleta de lixo. Estes são os serviços essenciais que, se regularmente bem executados, elevarão o nível de saúde da população beneficiada, gerando maior expectativa de vida e conseqüentemente, maior produtividade.

Os sistemas de drenagem são classificados de acordo com suas dimensões, em sistemas de microdrenagem, também denominados de sistemas iniciais de drenagem, e de macrodrenagem.

A microdrenagem inclui a coleta e afastamento das águas superficiais ou subterrâneas por meio de pequenas e médias galerias, fazendo ainda parte do sistema todos os componentes do projeto para que tal ocorra. A macrodrenagem inclui, além da microdrenagem, as galerias de grande porte ($D > 1,5m$) e os corpos receptores tais como canais e rios canalizados.

A prestação de serviço de manejo das águas pluviais urbanas, quando em comparação com os outros serviços que compõem os serviços de saneamento, é menos definida em termos de planejamento. Não há normas brasileiras, somente operação direta de prefeituras ou de companhias habitacionais, além disso, possui indicadores de avaliação da prestação dos serviços pouco definidos.

A finalidade da drenagem urbana é combater as inundações que trazem prejuízos à vida urbana, bem como evitar empoçamento d'água que é fonte de doenças como a dengue. O sistema tradicional é composto por dois outros distintos que são planejados e projetados sob critérios diferenciados: o sistema inicial de drenagem (microdrenagem) e o sistema de macrodrenagem.

O sistema de microdrenagem ou coletor de águas pluviais é aquele composto pelos pavimentos das ruas, guias e sarjetas, bocas de lobo, rede de galerias de águas pluviais e, também, canais de pequenas dimensões. O sistema é dimensionado para o escoamento de vazões de 2 a 10 anos de período de retorno. Quando bem projetado e com manutenção adequada, praticamente elimina as inconveniências ou as interrupções das atividades urbanas que advém das inundações e das interferências de enxurradas. Esse serviço é tipicamente municipal e é o primeiro a receber as águas pluviais e encaminhá-las aos corpos receptores.

Já o sistema de macrodrenagem é constituído, em geral, por canais (abertos ou de contorno fechado) de maiores dimensões, projetados para vazões de 25 a 100 anos de período de retorno. Do seu funcionamento adequado depende a prevenção ou minimização dos danos às propriedades, dos danos

à saúde e perdas de vida das populações atingidas, seja em consequência direta das águas, seja por doenças de veiculação hídrica.

Esses sistemas encaixam-se no contexto do controle do escoamento superficial direto, tendo tradicionalmente como base o enfoque orientado para o aumento da condutividade hidráulica do sistema de drenagem. O emprego inadequado desses sistemas ameaça apenas transferir o problema do escoamento para jusante, resultando em inundações em áreas que anteriormente não sofriam com tal situação.

As tendências modernas dessa infraestrutura e que já vêm sendo amplamente aplicadas ou preconizadas internacionalmente, é dar ênfase ao enfoque orientado para o armazenamento das águas por estruturas de retenção ou retenção. Esse enfoque é mais indicado a áreas urbanas ainda em desenvolvimento, sendo utilizado também em áreas de urbanização mais consolidadas, desde que existam locais (superficiais ou subterrâneos) adequados para a implantação dos citados armazenamentos. Este conceito não dispensa, contudo, a suplementação por sistemas de micro e macrodrenagem.

Segundo Canholi (2005), para a conveniente seleção entre as muitas alternativas possíveis dentro do planejamento de drenagem urbana, é necessário escolher uma política de atuação que determine as decisões presentes e futuras. Visando à consolidação dessas políticas, é preciso dispor de critérios gerais de projetos, operação e manutenção. Também são importantes os dados físicos da bacia, hidráulicos, hidrológicos, de uso e ocupação da área em estudo, os dados de qualidade da água (pontuais e difusos), a regulamentação para a aprovação de projetos no âmbito da bacia (escopo mínimo, eficiências, custos e aspectos ambientais), os planos de financiamento (agências internacionais, recursos locais), e as políticas fiscais (taxas de melhoria, descontos para incentivar práticas de conservação, etc.).

As dimensões e a tipologia tanto da micro como da macrodrenagem dependem diretamente da vazão máxima, aquela que acontece a partir de uma determinada chuva intensa, definida em função de um tempo de recorrência. O dimensionamento e os custos das estruturas hidráulicas por onde passam essas águas dependem do cálculo apurado dessa vazão, que pode ser obtida a partir de dois métodos:

- ✓ Dados de postos fluviométricos: os grandes rios possuem registros que possibilitam o cálculo das vazões de cheia, como também a consulta a outros trabalhos conduzidos na região de estudo podem servir de fonte para os valores dessas vazões máximas ou da cota de inundação observada em eventos excepcionais.

- ✓ Determinação sintética da vazão máxima por meio de métodos como o Racional e o I-PAI-WU. O primeiro é mais utilizado para a microdrenagem enquanto que o segundo para a macro, desde que a bacia hidrográfica tenha até 200 km² de área. A Tabela 1 apresenta os coeficientes de escoamento superficial em função do uso e ocupação do solo.

Tabela 1 - Coeficiente de escoamento superficial em função do uso e ocupação do solo

Tipo de solo	Valor do Coeficiente
Superfícies impermeáveis	0,90
Zona urbana – vias pavimentadas	0,85
Terreno estéril ondulado	0,70
Terreno estéril plano	0,60
Pastagem	0,50
Zona urbana – vias não pavimentadas	0,40
Matas	0,35
Pomares	0,30
Áreas cultivadas	0,25
Várzea	0,20

A determinação sintética de vazão máxima nos cursos d'água depende diretamente do cálculo das características físicas das bacias hidrográficas como: área, perímetro, comprimento e declividade do rio principal, bem como do uso e ocupação do solo urbano. Essas características podem ser calculadas por meio do emprego de Sistema de Informação Geográfica – SIG.

O Método Racional é adequado nos cálculos hidrológicos para o dimensionamento de estruturas hidráulicas que compõem a microdrenagem, enquanto que o I-PAI-WU, para os mesmos cálculos, porém voltados à macrodrenagem e respectivas obras como canalizações, vertedouros, etc. Cabe ainda ressaltar que o serviço de microdrenagem, devido ao seu alcance, é tipicamente municipal, enquanto que a macrodrenagem, relativa às bacias maiores, pode ser de domínio estadual ou federal em virtude do curso d'água principal.

2.1 Terminologia Básica

Um sistema de drenagem de águas pluviais é composto de uma série de unidades e dispositivos hidráulicos para os quais existe uma terminologia própria e cujos elementos mais freqüentes são conceituados a seguir.

Greide - é uma linha do perfil correspondente ao eixo longitudinal da superfície livre da via pública.

Guia - também conhecida como meio-fio, é a faixa longitudinal de separação do passeio com o leito viário, constituindo-se geralmente de peças de granito argamassadas.

Sarjeta - é o canal longitudinal, em geral triangular, situado entre a guia e a pista de rolamento, destinado a coletar e conduzir as águas de escoamento superficial até os pontos de coleta (Figura 4).

Sarjetões - canal de seção triangular situado nos pontos baixos ou nos encontros dos leitos viários das vias públicas, destinados a conectar sarjetas ou encaminhar efluentes destas para os pontos de coleta (Figura 5).

Bocas coletoras (boca de lobo) - também denominadas de bocas de lobo, são estruturas hidráulicas para captação das águas superficiais transportadas pelas sarjetas e sarjetões; em geral situam-se sob o passeio ou sob a sarjeta.

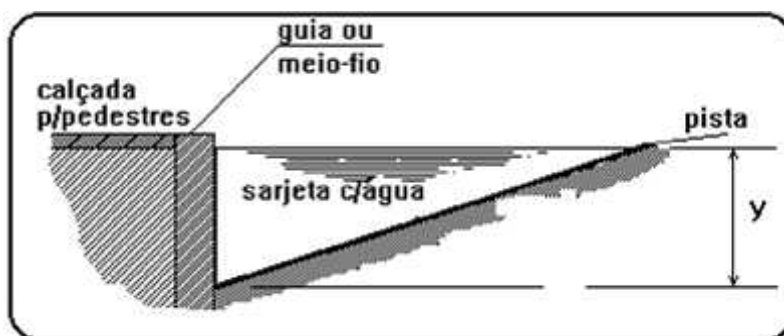


Figura 4- Modelo de sarjeta

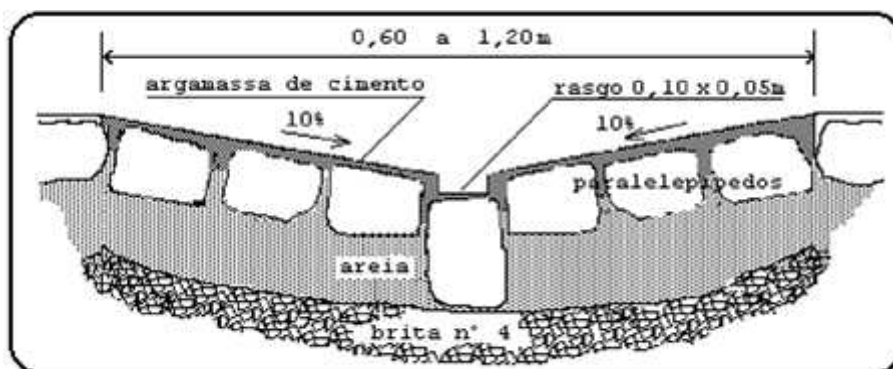


Figura 5- Sarjetão típico em paralelepípedos

Galerias - são condutos destinados ao transporte das águas captadas nas bocas coletoras até os pontos de lançamento; tecnicamente denominada de galerias tendo em vista serem construídas com diâmetro mínimo de 400mm.

Condutos de ligação - também denominados de tubulações de ligação, são destinados ao transporte da água coletada nas bocas coletoras até às galerias pluviais (Figura 3).

Poços de visita - são câmaras visitáveis situadas em pontos previamente determinados, destinadas a permitir a inspeção e limpeza dos condutos subterrâneos (Figura 4).

Trecho de galeria - é a parte da galeria situada entre dois poços de visita consecutivos.

Caixas de ligação - também denominadas de caixas mortas, são caixas de alvenaria subterrâneas não visitáveis, com finalidade de reunir condutos de ligação ou estes à galeria (Figura 5).

Bacias de drenagem - é a área contribuinte para a seção em estudo.

Tempo de concentração - é o menor tempo necessário para que toda a bacia de drenagem possa contribuir para a seção em estudo, durante uma precipitação torrencial.

Tempo de recorrência - intervalo de tempo onde determinada chuva de projeto é igualada ou suplantada estatisticamente; também conhecido como período de recorrência ou de retorno.

Chuva intensa - precipitação com período de retorno de 100 anos.

Chuva frequente - precipitação com período de retorno de até 10 anos.

Chuva torrencial - precipitação uniforme sobre toda a bacia.

Pluviômetro - instrumento que mede a totalidade da precipitação pela leitura do líquido acumulado em um recipiente graduado - proveta.

Pluviógrafo - instrumento que registra em papel milimetrado especialmente preparado, a evolução da quantidade de água que cai ao longo da precipitação, ou seja, mede a intensidade de chuva.

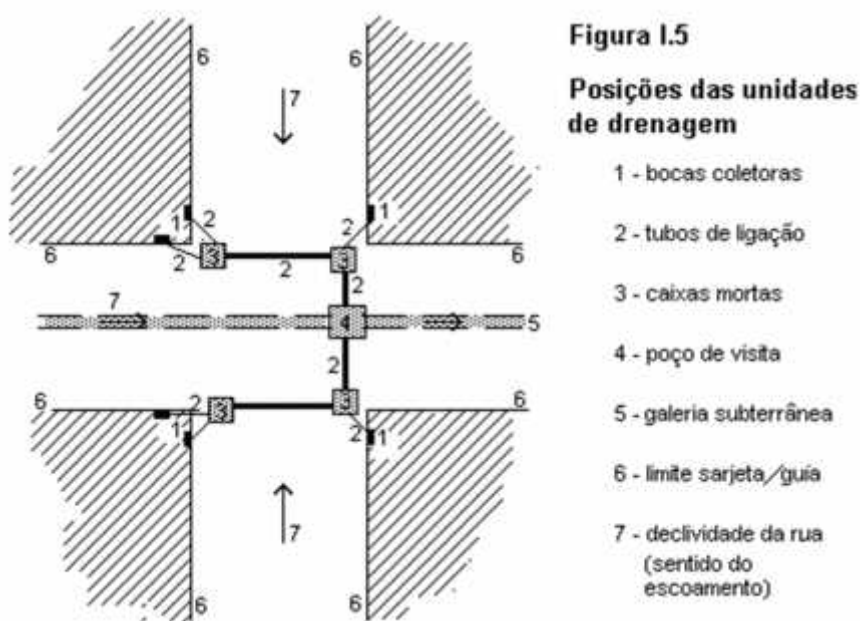


Figura 6 – Posições das unidades de drenagem

2.2 Drenagem no Brasil

No Brasil, institucionalmente, a infraestrutura de microdrenagem é reconhecida como da competência dos governos municipais que devem ter total responsabilidade para definir as ações no setor, ampliando-se esta competência em direção aos governos estaduais, na medida em que crescem de relevância as questões de macrodrenagem, cuja referência fundamental para o planejamento são as bacias hidrográficas. Isto é, deve ser de competência da Administração Municipal - a Prefeitura, os serviços de infra-estrutura urbana básica relativos à microdrenagem e serviços correlatos - incluindo-se terraplenagens, guias, sarjetas, galerias de águas pluviais, pavimentações e obras de contenção de encostas, para minimização de risco à ocupação urbana.

Quanto a sua extensão não se dispõe de dados confiáveis em relação à drenagem urbana. Estima-se que a cobertura deste serviço - em especial a microdrenagem - atinja patamar superior ao da coleta de esgotos sanitários.

Quanto à macrodrenagem, são conhecidas as situações críticas ocasionadas por cheias urbanas, agravadas pelo crescimento desordenado das cidades, em especial, a ocupação de várzeas e fundos de vales. De um modo geral nas cidades brasileiras, a infraestrutura pública em relação a drenagem, como em outros serviços básicos, apresenta-se como insuficiente.

As inundações urbanas estão permanentemente no noticiário devido a falência da engenharia de drenagem dos últimos 40 anos, que priorizam a canalização dos rios naturais, condutos e o fechamento destes sistemas naturais de escoamento da água da chuva. Estas ações são associadas a impermeabilização do solo, lotes de tamanhos extremamente pequenos (200 – 300 m²) e avenidas de fundo de vale. Este conjunto de incompetência na drenagem e no desenvolvimento urbano são as causas das inundações e dos prejuízos materiais e humanos nas cidades brasileiras nos dias chuvosos.

Estes impactos ocorrem pelo aumento da vazão para a mesma precipitação, resultando em enchentes mais frequentes em vários locais das cidades, onde os canais naturais ficaram sem capacidade de escoar a água em função do aumento da vazão. Engenheiros desatualizados resolvem este tipo de problema pelo aumento da capacidade do escoamento, construindo um canal, que na realidade transfere rio abaixo a inundação.

O mais surpreendente é que estes projetos geralmente não são avaliados ambientalmente ou quando ocorre, são aprovados sem que estes aspectos sejam questionados, com evidentes impactos a sociedade e ao ambiente. O que mostra também como os órgãos ambientais são desatualizados.

Para atuar sobre este problema é necessário utilizar dois tipos de estratégias: (a) controlar o impacto existente por meio do planejamento das bacias urbanas das cidades (geralmente bacias da ordem de 5 a 20 km²) dando solução ao conjunto da bacia e não a trechos isolados; (b) por legislação e gestão eficiente que evite a transferência da vazão gerada no empreendimento (privado) para a rede pública. Este conjunto de elementos compõe o chamado Plano Diretor de Drenagem Urbana. Desde dos anos 90 apresentamos os conceitos de Plano que foi inicialmente aplicado na cidade de Porto Alegre no início desta década, depois em algumas cidades brasileiras como Caxias do Sul e Curitiba.

A vantagem de ter um Plano desta ordem é permitir o investimento mais eficiente dos fundos públicos disponíveis ao longo do tempo. Quando implementado o Plano, reduzirá os prejuízos da cidade. O Ministério das Cidades dentro das suas normas de investimento compromete o município com o Plano de Drenagem da cidade ou das bacias principais.

Este Plano não necessita cobrir toda a cidade, mas pode ser realizado por etapa e para cada sub-bacia da cidade, de acordo com os recursos disponíveis. O importante é implementar rapidamente a legislação e a gestão, permitindo conter a ampliação da vazão dos novos loteamentos, evitando com que o passivo dos impactos aumente ao longo do tempo.

Uma das principais dificuldades de preparar o Plano é a falta de um cadastro da rede de drenagem existente na cidade, indispensável para o Plano. Este cadastro pode custar mais caro que o próprio plano, já que o levantamento da cota de fundo, diâmetro ou seção da drenagem e suas condições atuais são a base do Plano. O que ocorre é que a Prefeitura ao longo do tempo não mantém as informações da sua drenagem e torna-se necessário o levantamento. Alguns números muito grosseiros mostram que o levantamento da macrodrenagem pode custar da ordem R\$ 40 mil/km², as obras controle variam de R\$ 0,5 a 6 milhões/km² (o custo aumenta com a dificuldade de espaços de amortecimento), o Plano custa da ordem de 1 a 2 % das obras. Um Plano baseado em canalização também pode evitar todos os problemas para toda a bacia, mas tem um custo da ordem de 15 a 20 milhões/ km².

Em síntese, o Plano Diretor de Drenagem é a ferramenta para dar solução aos problemas cotidianos das inundações das cidades, desde que elaborado dentro de princípios modernos e sustentáveis.

3 DIAGNÓSTICO ATUAL DO MUNICÍPIO

Neste item as demandas do serviço de drenagem urbana são calculadas, tendo como norteador duas finalidades: combater inundações nas ruas e fundos de vale municipais e evitar o empoçamento de água que causa doenças como a dengue.

O conhecimento das estruturas de saneamento existentes no município é imprescindível para avaliar adequadamente a demanda atual e futura, com vistas a proposição das alternativas e metas.

Sendo assim, antes do cálculo das demandas faz-se uma breve apresentação das informações coletadas durante o diagnóstico, resultantes de levantamentos de campo e intensa busca de dados secundários em diversas fontes.

A drenagem urbana é composta por um conjunto de obras que visam coletar, transportar e dar destino final às águas de chuva, que em excesso, sejam indesejáveis. Seu objetivo é essencialmente a prevenção a inundações, principalmente em áreas mais baixas, sujeitas a alagamentos, como também nas áreas marginais a cursos de água naturais. Também tem por objetivo evitar empoçamento de água, pois a água “parada” torna-se foco de várias doenças, como a dengue. A região é endêmica, logo todas as formas possíveis de combater o mosquito que a transmitem são importantes, incluindo o manejo adequado das águas pluviais.

São abordadas a seguir as principais estruturas que compõe o serviço de drenagem e manejo das águas pluviais no município de Araguaçu.

3.1 Gestão Institucional

Diferentemente de outros serviços que compõe o saneamento básico, isto é, água, esgotos e resíduos sólidos, o manejo das águas pluviais, também conhecida por drenagem urbana é corriqueiramente gerida pela administração direta do município, logo a Prefeitura Municipal, não ocorrendo a concessão do mesmo. No aspecto institucional, a gestão e gerenciamento do Setor de Drenagem Urbana não compete a um órgão ou setor técnico que apresente autonomia administrativa e financeira, como ocorre com o abastecimento de água e esgoto sanitário, constituindo-se assim a sua fragilidade político-institucional no contexto da administração municipal.

Dentro do contexto da Lei do Saneamento (Lei 11.445/2007) requer-se o comprometimento do Poder Público Municipal para o setor de drenagem urbana, haja vista que este setor passa a ser um componente do saneamento básico, como abastecimento de água, esgotamento sanitário e resíduos sólidos, exigindo dos gestores públicos e profissionais do setor o

estabelecimento de uma visão integrada dos processos de desenvolvimento que levam a urbanização, uso e ocupação do solo e suas inter-relações com o manejo das águas pluviais nos municípios.

No município de Araguaçu, o gerenciamento da drenagem urbana fica sob a responsabilidade da Secretaria Municipal de Infraestrutura e de Ação Urbana, Obras Públicas e Meio Ambiente da cidade de Araguaçu, a qual conta com infraestrutura e corpo técnico hábil a desempenhar os serviços necessários.

O município não dispõe de cadastro da macrodrenagem nem da microdrenagem. Não foi informada a existência de ações preventivas, assistenciais ou reconstrutivas, destinadas a evitar ou minimizar os desastres naturais.

De forma geral, o Plano Municipal de Saneamento Básico proporcionará ao município de Araguaçu, condições de ampliar e sistematizar o serviço prestado de drenagem urbana, inclusive desenvolver a gestão como um todo.

3.2 Caracterização das bacias hidrográficas

O município enfrenta problemas de drenagem que são agravados principalmente pela topografia da área urbana - pelo fato de estar situada numa área de micro bacia, não muito acidentada.

O levantamento visou os pontos críticos de drenagem, onde foram feitas coletas de coordenadas geográficas e relatório fotográfico, bem como a inserção do planialtimétrico disponibilizado pela prefeitura, o qual servirá de suporte ao planejamento hídrico superficial e subterrâneo do município.

O Município de Araguaçu está inserido no Sistema Hidrográfico do Rio Araguaia, que perfaz 37,7% da área total do estado do Tocantins. Apresenta em seu território, a Sub-bacia do Rio Água Fria, a Sub-bacia do Rio Piau e a Sub-bacia do Córrego Matinha, esta última responsável pela drenagem urbana do município conforme figura a seguir.

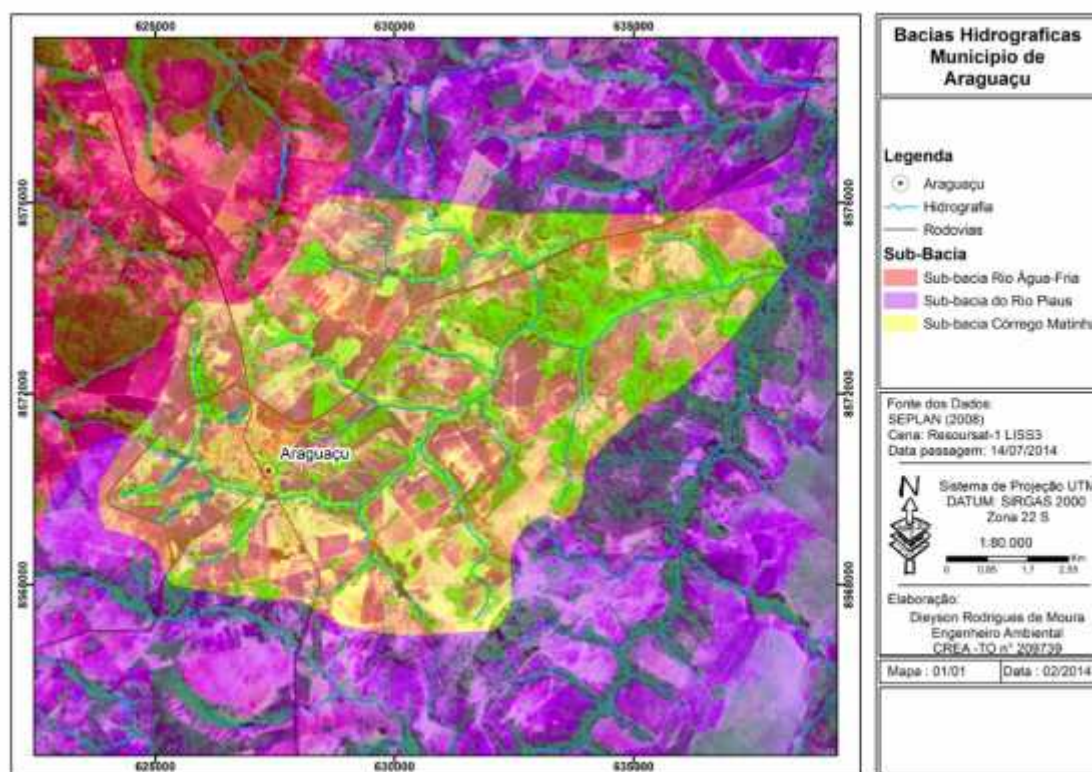


Figura 7 – Sub bacias de drenagem urbana existentes em Araguaçu

3.3 Áreas de Preservação Permanente

Conforme comentado no capítulo sobre caracterização das bacias hidrográficas a área urbana está inserida numa micro bacia, com presença de Áreas de Preservação Permanente (APP). No levantamento realizado no município observou-se a presença de algumas áreas com problemas de degradação principalmente devido a má drenagem das águas pluviais as quais acabam por agravar problemas de baixa densidade de mata ciliar. A seguir fotos das APP encontradas na área urbana.





Figura 8 – Fotografia de locais com APP degradada em Araguaçu



Figura 9 – Fotografias de áreas com APP preservada em Araguaçu

Na área rural foi notado também alguns problemas relacionados a degradação de mata ciliar, principalmente em áreas de pastagem e propriedades rurais próximas a área urbana, o que deve ter uma atenção especial pois influencia diretamente no fluxo de água fluvial dos recursos hídricos que cortam a área urbana acarretando em problemas de drenagem urbana.



Figura 10 – Córrego com APP degradada em Araguaçu



Figura 11 – Córrego com APP preservada.

3.4 Situação Atual do Sistema de Drenagem Urbana

Como a exemplo de outras cidades do Brasil, o crescimento do município de Araguaçu tem problemas recorrentes de infraestrutura local. Cresce a ocorrência e a frequência de inundações em áreas urbanas causadas pela expansão das cidades. Conforme Tucci (1995), esse processo afeta os recursos hídricos da infraestrutura local, trazendo danos à qualidade da água superficial e subterrânea, além de interferência nos balanços hídricos. Esta problemática é resultado da impermeabilização do solo, decorrente da urbanização acelerada, como também de obras de ocupação urbana que saturam o potencial de escoamento dos corpos hídricos urbanos. Neste sentido, as enchentes, e numa escala menor os alagamentos, caracterizam-se como importantes impactos sobre a sociedade.

Segundo Souza (2010), em Araguaçu, a rede de drenagem eminentemente superficial é gradativamente sobrecarregada pela expansão urbana, uma vez que os terrenos impermeabilizados dos imóveis construídos passam a lançar suas águas pluviais nas vias de circulação. O aumento do número de ruas e avenidas asfaltadas também amplia o escoamento superficial, confirmando a sobrecarga da rede de drenagem.

Podemos citar os principais problemas:

- ✓ deficiência ou inexistência de macro e de microdrenagem em avenidas e em algumas quadras;
- ✓ Falta de manutenção sistemática do sistema de micro e macrodrenagem (como limpezas dos canais naturais e bocas-de-lobo);
- ✓ Condições de descargas inadequadas de águas pluviais, causando erosão e assoreamento dos cursos d'água;
- ✓ Lançamento de águas pluviais de imóveis edificadas diretamente sobre vias públicas;
- ✓ Falta de um plano diretor específico para a drenagem pluvial urbana;
- ✓ Falta de pavimentação em algumas quadras causam sérios transtornos aos moradores e usuários do espaço urbano.

Contudo, entende-se que um sistema de drenagem urbana eficiente é aquele que promove o transporte das águas da chuva após a sua ocorrência, não causando transtorno ao funcionamento habitual da área urbana. Ou seja, a ocorrência de inundação ou alagamentos em menor escala na zona urbana presume a inexistência destas estruturas de drenagem ou ainda a inadequação das mesmas. Deve-se considerar ainda a falta de planejamento e gestão do uso do solo.

Nas figuras apresentamos alguns pontos críticos do sistema de drenagem existente.



Figura 12- Erosão ponto crítico de drenagem



Figura 13 – Ponto crítico de drenagem



Figura 14– Problema de drenagem superficial



Figura 15– Erosão em via pavimentada

3.4.1 Rede de Drenagem Atual

3.4.1.1 Macro drenagem

O município não dispõe de cadastro da macro drenagem, o que o torna susceptível a alagamentos ou inundações causadas por insuficiência de informações nos períodos de cheias ou chuvas intensas. Além disso, foi verificada a ocorrência de assoreamento nos corpos hídricos do município.

Os principais corpos hídricos, caracterizados pela maior proximidade com a mancha urbana são os rios água fria e piaus e o córrego matinha que fica no centro urbano e recebe a maior carga hidráulica urbana. Na figura 7 apresentamos as sub bacias existentes ilustra os principais cursos d'água e a ocupação do solo para a área urbana do município.

3.4.1.2 Micro drenagem

No levantamento de campo, foi apurado que o município é provido de rede de drenagem de águas pluviais urbanas, entretanto, eventuais despejos e esgotos sanitários são conduzidos pela mesma rede em alguns trechos. O

sistema é basicamente composto por meio fio e direcionadores para os corpos d'água, que destinam as águas coletadas para os corpos hídricos mais próximos do município (Figuras 14 e 15). Em determinados trechos, a condução das águas pluviais é feita superficialmente, sendo direcionadas até o talvegue da bacia.

Verificou-se a inexistência de sarjetas em grande parte das ruas do município, fato que contribui com o carreamento de areia e outros sedimentos, o que pode ocasionar obstrução da rede. Nessa situação, a água tende a escoar exclusivamente sobre o leito carroçável, contribuindo com a sua deterioração, além de comprometer a qualidade de vida da população local.

3.4.2 Pontos Críticos de Alagamentos

Apresentamos no mapa abaixo os principais pontos críticos de alagamento identificados na cidade de Araguaçu.

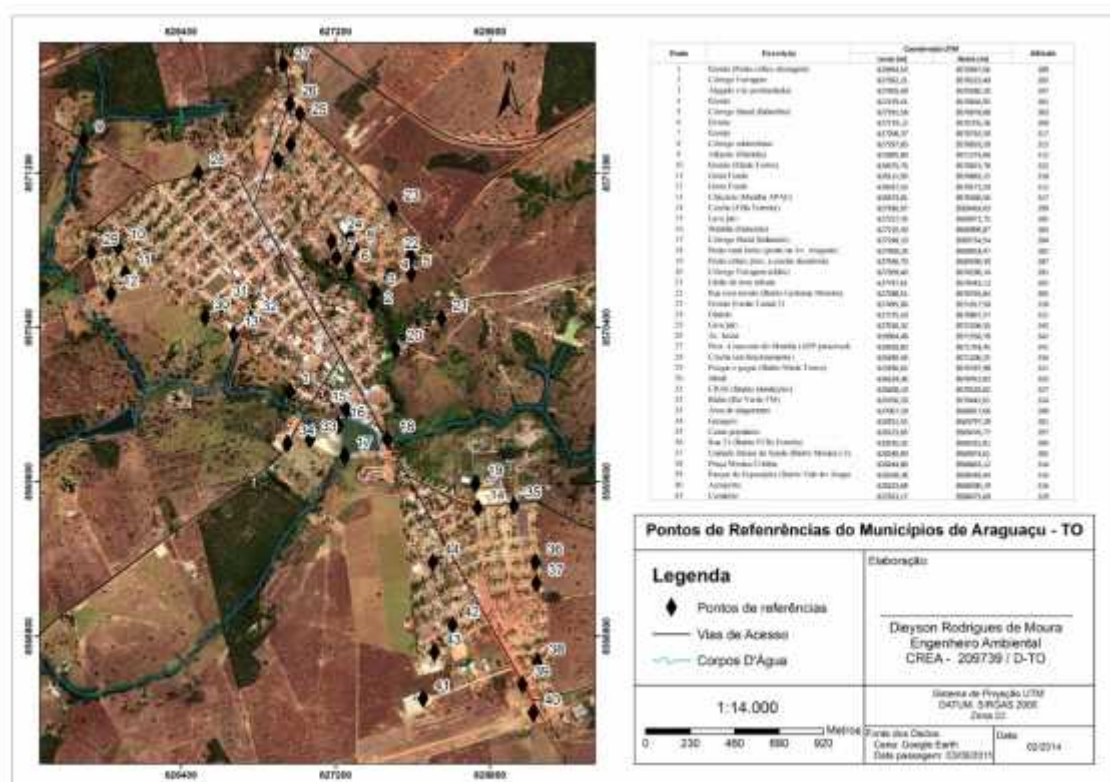


Figura 16 – Pontos de alagamento e erosão identificados na cidade de Araguaçu

Na fotografia a seguir apresentamos alguns pontos de alagamentos verificados na visita *in loco*.



Figura 17 – Alagamento permanente - Afloramento do lençol subterrâneo



Figura 18 - Erosão parcialmente contida



Figura 19 - Contenção erosão



Figura 20 - Erosão em via não pavimentada



Figura 21 - Ponto crítico de drenagem

3.5 Condições hidrometeorológicas

Com base nos dados da tabela precipitações médias diárias anuais (mm) para Araguaçu no período 1973 a 2012, foi feito um ajuste estatístico, pelo método dos mínimos quadrados (com auxílio da ferramenta solver, do excel),

para a equação de chuva intensa para este município. A figura 3 ilustra as curvas de intensidade-duração-frequência e a equação delas proveniente dos ajustes para determinação da probabilidade de ocorrência das precipitações máximas anuais. Foram calculados os valores de precipitação para os tempos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50 e 100 anos, nas durações 5, 10, 15, 20, 25, 30, 60, 120, 240, 360, 480, 600, 720 e 1440 minutos.

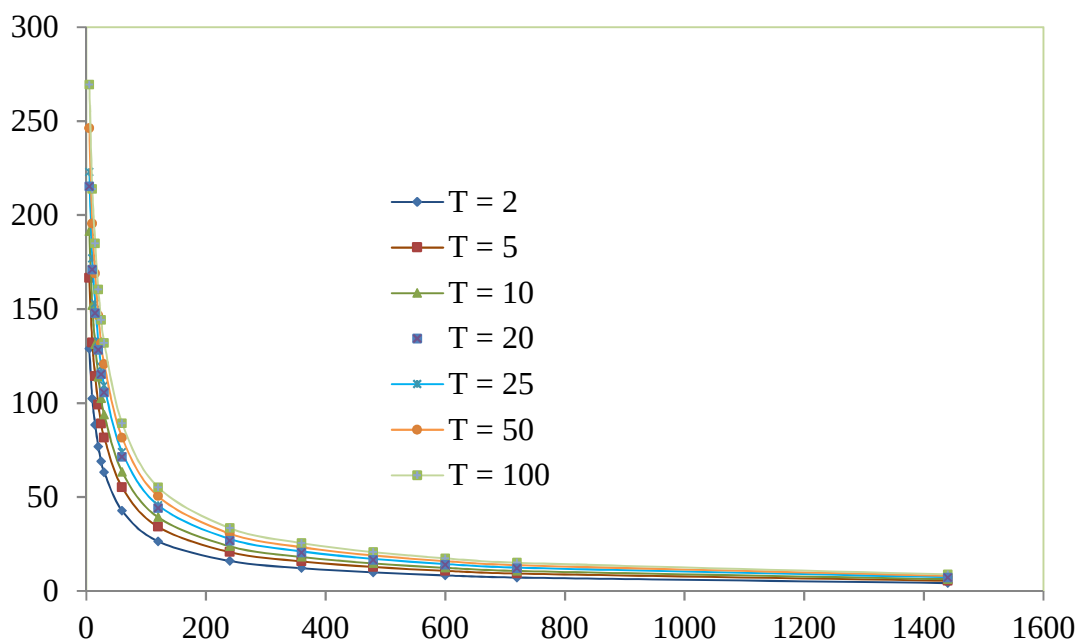


Figura 22 - Curvas de intensidade-duração-frequência e a equação delas proveniente dos ajustes para determinação da probabilidade de ocorrência das precipitações máximas anuais

Para o caso de Araguaçu, o regime de chuvas é bem caracterizado com estações bem marcadas, no caso a estação chuvosa ou úmida e a estação seca ou de estiagem. No primeiro

período, que vai de outubro a abril, as precipitações são intensas (com normais maiores que 80 mm/24 h) e sua recorrência quase que diária. As principais características das precipitações intensas são o total precipitado, sua distribuição temporal e espacial e sua frequência de ocorrência.

Os mais comuns são os que integram a curva intensidade – frequência – duração, denominados de chuva intensa, confeccionados a partir de dados registrados em pluviógrafos ou, quando a série é pequena, pluviômetros e por expressões cujos parâmetros dependerão de uma determinada geografia local.

$$i = \frac{a.T^m}{(t + t_0)^n} \dots\dots\dots 1$$

i = intensidade de precipitação, mm h-1;

T = tempo de retorno, anos;
t = duração das chuvas, minutos;
a, m, to e n = parâmetros de ajustes.

Inicialmente, lança-se mão do conceito de desagregação de chuvas para os dados disponíveis em Araguaçu. Essa desagregação pode ser elaborada pelo método das relações de durações, cujos fatores de desagregação são informados na tabela 2.

Tabela 2 – Coeficientes de desagregação

Relação alturas pluviométricas	Coeficiente de desagregação
24 h/dia	1,14
12 h/24h	0,85
10 h/24h	0,82
8 h/24h	0,78
6 h/24h	0,72
4h/24h	0,63
2h/24	0,52
1 h/24h	0,42
30 min/1h	0,74
25 min/25min	0,91
20 min/30min	0,81
15 min/30min	0,70
10 min/30min	0,54
5 min/30min	0,34

Fonte: DAEE/CETESB (1980).

A probabilidade de não excedência da altura pluviométrica máxima X_{TR} é função da média $\bar{X}$ e do desvio padrão S , em que K_{TR} é o fator de frequência, o qual depende da variável reduzida Y_{TR} , que por sua vez está na dependência do tempo de retorno TR .

$$X_{TR} = \bar{X} + K_{TR} \cdot S$$

$$K_{TR} = -0,45 + 0,78 \cdot Y_{TR} \dots\dots\dots 2$$

$$Y_{TR} = -\ln[\ln(1/(1 - \frac{1}{TR}))]$$

Posteriormente, a equação de chuva ajustará os dados de chuva desagregados, em função de períodos de retorno T e de durações t , a um modelo de regressão não linear pelo método dos mínimos quadrados.

Os dados diários de precipitação em mm para Araguaçu obtidos junto a Agência Nacional das águas estão informados na tabela 3.

Tabela 3- Precipitações médias diárias anuais (mm) para Araguaçu do período 1973 a 2012

1973	78,0	1987	82,3	2000	105,2
1974	105,0	1988	94,0	2001	59,9
1975	98,5	1989	90,5	2002	118,4

1976	49,1	1990	132,0	2003	72,2
1977	147,4	1991	80,0	2004	102,6
1978	56,2	1992	63,0	2005	110,1
1979	86,4	1993	109,1	2006	90,7
1980	221,3	1994	66,2	2007	90,5
1981	105,0	1995	116,0	2008	79,5
1982	113,2	1996	105,9	2009	96,7
1983	65,2	1997	93,0	2010	88,2
1984	71,2	1998	57,0	2011	114,5
1985	81,1	1999	83,4	2012	75,8
1986	104,3	-	-	-	-

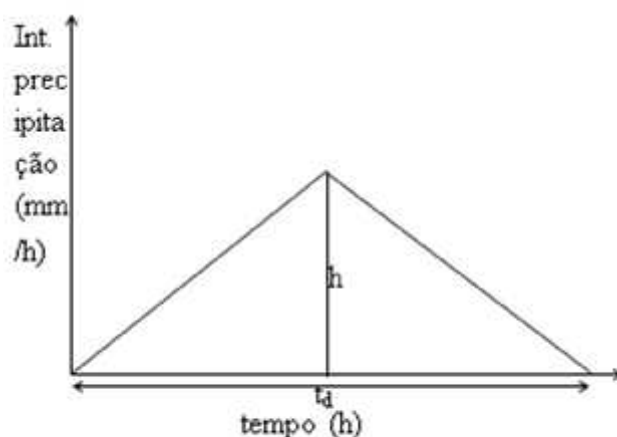
3.6 Simulador SWMM

Os modelos computacionais de simulação hidrológica e hidráulica serão utilizados primeiro para o conhecimento e verificação do desempenho do sistema de drenagem atual, depois para a determinação das descargas máximas de cheias esperadas para a bacia, de acordo com os diversos cenários concebidos, e em seguida para o estudo, o dimensionamento e a verificação dos resultados das diversas alternativas de intervenção propostas para o controle de cheias e inundações na bacia.

Até recentemente os modelos hidrológicos e hidráulicos eram distintos um do outro, sendo os primeiros destinados ao cálculo das descargas máximas e os segundos à verificação do funcionamento hidráulico do sistema de drenagem e ao dimensionamento das intervenções. Atualmente estão disponíveis modelos mais complexos, desenvolvidos por entidades de pesquisa tradicionais, que permitem obter com um mesmo pacote todas as necessidades acima referidas.

O Storm Water Management Model – SWMM (2010) é um modelo de gestão de drenagem urbano muito utilizado em planejamento, análises e projetos de sistemas de drenagens de águas pluviais em áreas urbanas e sistemas coletores de águas residuárias. Trata-se de um modelo dinâmico chuva-vazão que simula a quantidade e a qualidade do escoamento superficial, especialmente em áreas urbanas (Manual EPA SWMM 5, traduzido pela UFPB).

Inicialmente, no que se refere ao processo de precipitação, será adotada a metodologia hietograma triangular (Fig. 1), fixando-se a relação entre tempo de pico t_p (em horas) e a duração da chuva t_d (em horas) igual a 0,5, quando a precipitação média máxima horária (em mm), oriunda da equação de chuva intensa, será discretizada ao longo de 6 horas. E, como se trata de uma microdrenagem, foi considerado valor do período de retorno T igual a 5 anos, conforme citações feitas por inúmeros periódicos científicos.



A área da figura 23 é P (mm) e h (mm) poderá ser determinado pela simples expressão, considerando uma chuva com 6 h de duração:

$$h = \frac{P}{3} \dots\dots\dots 3$$

Posteriormente, será determinada a chuva excedente P_e (escoamento superficial) pelo método do hidrograma unitário. Um conjunto de hidrogramas unitários é empregado pelo SWMM para estimar as infiltrações/afluências no sistema de drenagem devido à precipitação. O simulador SWMM considera, ainda, o processo de infiltração a partir dos modelos equação de Horton, método de Green-Ampt e o método do SCS. Neste plano será adotado este último.

A estimativa de escoamento superficial pelo método SCS é uma aproximação da denominada curva número (CN), estabelecida pelo NRCS (National Resources Conservation Service). O método considera que o potencial de infiltração S_i pode ser obtido da tabela Curva-Número (CN) em função da chuva acumulada e da capacidade de infiltração remanescente.

O adimensional CN está confinado no intervalo $0 < CN \leq 100$. $CN = 100$ quer dizer áreas impermeáveis e $CN < 100$ áreas com permeabilidade gradativa para outras superfícies. O valor de CN é tabelado e depende do tipo de uso do solo e de condições hidrológicas. Será considerado $CN = 90$ e o solo completamente seco com condições de umidade em torno de $0,250 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$. Este solo, para o município de Araguaçu, foi classificado como um solo barrento, com teor de argila entre 20 e 30%, em que as áreas residenciais são predominantemente inferiores 500 m^2 com impermeabilização em torno de 65%.

O conhecimento dessas características é fundamental para os estudos e projetos de drenagem urbana. A Equação 4 equação idf obtida para Araguaçu.

$$I = \frac{893,86 \cdot T^{0,17}}{(t + 9,92)^{0,73}} \dots\dots\dots 4$$

Onde:

- ✓ i = intensidade de precipitação (mm/h)
- ✓ T = Tempo de Retorno adotado
- ✓ t = tempo de duração da chuva de projeto

A modelagem chuva-vazão tem por objetivo representar o comportamento de um sistema hidrológico, que normalmente é uma bacia hidrográfica, por meio de equações matemáticas, de forma a fornecer informações de descarga líquida em um determinado ponto. Esse tipo de procedimento é utilizado em bacias sem informações de vazão medidas em campo. Depois da medição dos dados de chuva, é possível obter estimativas de vazão em qualquer ponto de uma bacia hidrográfica.

De forma resumida, o procedimento da modelagem chuva-vazão possui os seguintes passos:

- ✓ levantamento das informações disponíveis e caracterização do local de estudo (topografia do terreno, infraestrutura existente, cadastro da rede pluvial, ocupação e uso do solo, dados climatológicos, dados dos cursos d'água, etc.);
- ✓ definição do período de retorno e dos riscos associados, levando em conta tanto os aspectos sociais e econômicos como os objetivos do projeto em desenvolvimento;
- ✓ determinação da precipitação de projeto de acordo com as informações climáticas da região, que normalmente emprega as curvas de intensidade-duração-frequência;
- ✓ determinação do escoamento superficial direto perfazendo a simulação da transformação chuva-vazão com a aplicação de um modelo hidrológico;
- ✓ determinação das vazões de projeto.

A modelagem é necessária à determinação dos hietogramas de projeto. Normalmente são gerados hidrogramas para os tempos de retorno usualmente utilizados em projeto, ou seja, 2, 5, 10, 25, 50 e 100 anos. A duração da chuva adotada é igual ao tempo de concentração das bacias estudadas.

4 METODOLOGIA

O município de Araguaçu está localizado na latitude 12°55'35" sul e longitude 49°49'35" oeste, estando a uma altitude de 278 metros. Sua população em 2010 era de 8786 habitantes (incluindo a rural) e a área da cidade é inferior a 2 km².

Os métodos sintéticos mais recomendados de cálculo de vazões máximas e desenvolvidos para bacias com áreas de drenagem de diversas ordens de grandeza, bem como os seus limites mais usuais de aplicação são os seguintes:

- ✓ Método Racional: Para bacias que não são complexas e tenham até 2 km² de área de drenagem e período de retorno menor ou igual a 50 anos. Este método foi introduzido em 1889 e é largamente utilizado nos Estados Unidos e em outros países. Embora frequentemente esteja sujeito a críticas acadêmicas por sua simplicidade, continua sendo bastante aceito, notadamente para as obras de microdrenagem em bacias pouco complexas.
- ✓ Método I-PAI-WU: Este método constitui um aprimoramento do Método Racional. Sua aplicação tem sido aceita para bacias com áreas de drenagem de até 200 km², sem limitações quanto ao período de retorno. O racional, apesar de ser mais utilizado e aceito em bacias pequenas e pouco complexas, permite aperfeiçoamentos efetuados por meio de análise e consideração de diversos fatores intervenientes, como os efetuados pelo I-PAI-WU e os propostos neste estudo. Os fatores adicionais referem-se ao armazenamento na bacia, à distribuição da chuva e à forma da bacia. A aplicação deste método, levando em conta esses parâmetros adicionais, torna-se mais adequada na medida em que estes exercem um papel importante no desenvolvimento de uma cheia para as bacias de maior área de drenagem e mais complexas.

A determinação sintética de vazão máxima nos cursos d'água depende diretamente do cálculo das características físicas das bacias hidrográficas como: área, perímetro, comprimento e declividade do rio principal, bem como do uso e ocupação do solo urbano.

4.1 Período de Retorno

O conceito do período de retorno (T) depende de critérios políticos, sociais e econômicos (Tucci et al, 1998). Período de retorno é o período de tempo médio que um determinado evento hidrológico é igualado ou superado pelo menos uma vez. "É um parâmetro fundamental para a avaliação e projeto de sistemas hídricos, como reservatórios, canais, vertedores, bueiros, galerias de águas pluviais, etc" (Righeto, 1998). Para cidades pequenas (neste caso) a

literatura tem recomendado para obras hidráulicas de drenagem o período T compreendido entre 2 e 25 anos. Será adotado, portanto, T = 5 anos.

4.2 Tormenta de Projeto

No dimensionamento de galerias de águas pluviais, travessias de estradas de rodagens (bueiros), canais abertos ou fechados, são necessários modelos matemáticos usados em hidrologia. Os mais comuns são os que integram a curva intensidade – frequência – duração, denominados de chuva intensa, confeccionados a partir de dados registrados em pluviógrafos ou, quando a série é pequena, pluviômetros e por expressões cujos parâmetros dependerão de uma determinada geografia local.

$$i = \frac{a \cdot T^m}{(t + t_0)^n} \dots\dots\dots 5$$

i = intensidade de precipitação, mm h⁻¹;
T = tempo de retorno, anos;
t = duração das chuvas, minutos;
a, m, t₀ e n = parâmetros de ajustes.

Inicialmente, lança-se mão do conceito de desagregação de chuvas para os dados disponíveis em Araguaçu. Essa desagregação pode ser elaborada pelo método das relações de durações, cujos fatores de desagregação são informados na tabela a seguir.

Tabela 4 – Coeficiente de desagregação

Relação alturas pluviométricas	Coeficiente de desagregação
24 h/dia	1,14
12 h/24h	0,85
10 h/24h	0,82
8 h/24h	0,78
6 h/24h	0,72
4h/24h	0,63
2h/24	0,52
1 h/24h	0,42
30 min/1h	0,74
25 min/25min	0,91
20 min/30min	0,81
15 min/30min	0,70
10 min/30min	0,54
5 min/30min	0,34

Fonte: DAEE/CETESB (1980).

A probabilidade de não excedência da altura pluviométrica máxima X_{TR} é função da média $\bar{X}$ e do desvio padrão S, em que K_{TR} é o fator de frequência, o qual depende da variável reduzida Y_{TR}, que por sua vez está na dependência do tempo de retorno TR.

$$X_{TR} = \bar{X} + K_{TR} \cdot S$$

$$K_{TR} = -0,45 + 0,78 \cdot Y_{TR} \dots\dots\dots 6$$

$$Y_{TR} = -\ln[\ln(1/(1 - \frac{1}{TR}))]$$

Posteriormente, a equação de chuva ajustará os dados de chuva desagregados, em função de períodos de retorno T e de durações t, a um modelo de regressão não linear pelo método dos mínimos quadrados.

Os dados diários de precipitação em mm para Araguaçu obtidos junto a Agência Nacional das águas estão informados na tabela a seguir.

Tabela 5- Precipitações médias diárias anuais (mm) para Araguaçu do período 1973 a 2012

1973	78,0	1987	82,3	2000	105,2
1974	105,0	1988	94,0	2001	59,9
1975	98,5	1989	90,5	2002	118,4
1976	49,1	1990	132,0	2003	72,2
1977	147,4	1991	80,0	2004	102,6
1978	56,2	1992	63,0	2005	110,1
1979	86,4	1993	109,1	2006	90,7
1980	221,3	1994	66,2	2007	90,5
1981	105,0	1995	116,0	2008	79,5
1982	113,2	1996	105,9	2009	96,7
1983	65,2	1997	93,0	2010	88,2
1984	71,2	1998	57,0	2011	114,5
1985	81,1	1999	83,4	2012	75,8
1986	104,3	-	-	-	-

4.3 Simulador SWMM

O Storm Water Management Model – SWMM (2010) é um modelo de gestão de drenagem urbano muito utilizado em planejamento, análises e projetos de sistemas de drenagens de águas pluviais em áreas urbanas e sistemas coletores de águas residuárias. Trata-se de um modelo dinâmico chuva-vazão que simula a quantidade e a qualidade do escoamento superficial, especialmente em áreas urbanas (Manual EPA SWMM 5, traduzido pela UFPB).

Inicialmente, no que se refere ao processo de precipitação, será adotada a metodologia hietograma triangular (Figura 23), fixando-se a relação entre tempo de pico t_a (em horas) e a duração da chuva t_p (em horas) igual a 0,5, quando a precipitação média máxima horária (em mm), oriunda da equação de chuva intensa, será discretizada ao longo de 6 horas. E, como se trata de uma microdrenagem, foi considerado valor do período de retorno T igual a 5 anos, conforme citações feitas por inúmeros periódicos científicos.

A área da Figura 23 é P (mm) e h (mm) poderá ser determinado pela simples expressão, considerando uma chuva com 6 h de duração:

$$h = \frac{P}{3} \dots\dots\dots 7$$

Posteriormente, será determinada a chuva excedente P_e (escoamento superficial) pelo método do hidrograma unitário. Um conjunto de hidrogramas unitários é empregado pelo SWMM para estimar as infiltrações/afluências no sistema de drenagem devido à precipitação. O simulador SWMM considera, ainda, o processo de infiltração a partir dos modelos equação de Horton, método de Green-Ampt e o método do SCS. Neste plano será adotado este último.

A estimativa de escoamento superficial pelo método SCS é uma aproximação da denominada curva número (CN), estabelecida pelo NRCS (National Resources Conservation Service). O método considera que o potencial de infiltração S_i pode ser obtido da tabela Curva-Número (CN) em função da chuva acumulada e da capacidade de infiltração remanescente.

O adimensional CN está confinado no intervalo $0 < CN \leq 100$. $CN = 100$ quer dizer áreas impermeáveis e $CN < 100$ áreas com permeabilidade gradativa para outras superfícies. O valor de CN é tabelado e depende do tipo de uso do solo e de condições hidrológicas. Será considerado $CN = 90$ e o solo completamente seco com condições de umidade em torno de $0,250 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$. Este solo, para o município de Araguaçu, foi classificado como um solo barrento, com teor de argila entre 20 e 30%, em que as áreas residenciais são predominantemente inferiores 500 m^2 com impermeabilização em torno de 65%.

4.4 Diâmetro

Serão utilizados os diâmetros comerciais para as galerias 400, 600, 800, 1000, 1200 e 1500 mm, em consonância com os adotados pela prefeitura de Goiânia. O diâmetro comercial 300 mm será utilizado como ramal entre boca de lobo e poços de visita. Para cálculo do diâmetro contínuo será utilizada a expressão de Righetto (1998).

$$D = \left[\frac{4.a.T^m}{360.\pi} \right]^{1/2} \left[\frac{C.A.u^{n-1}}{[(t + t_o)u + 1,67.L]^n} \right]^{1/2} \dots\dots\dots 8$$

As equações para D têm como componentes: a , m , t_o e n são os parâmetros da chuva intensa; t e T são as variáveis da equação de chuva, respectivamente, a duração crítica (igual ao tempo de concentração t_c) que envolve um tempo fixo para formação de lâmina à entrada do nó e o tempo necessário para o percurso t_p da água no trecho galeria ($t_p = 1,67 L/u$); L é o comprimento da galeria, em m; u é a velocidade da água na galeria (para

efeito de cálculo inicial será igualada a 2 m/s; C é o coeficiente de escoamento superficial e A é a área molhada.

4.5 Coeficiente de forma K da galeria de concreto

Esse coeficiente pode ser calculado em função do ângulo central, como apresenta a figura 2, ou pela fórmula a seguir em função da vazão Q, coeficiente de Manning n, diâmetro D e declividade I (Menezes Filho, 2007).

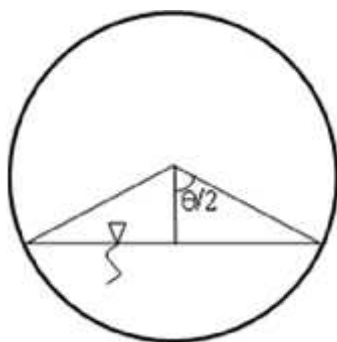


Figura 23 - Forma circular do conduto drenagem

$$K = 0,0496062 \cdot \theta^{-2/3} \cdot (\theta - \sin \theta)^{5/8} \text{ ou } K = n \cdot Q \cdot D^{-8/3} \cdot I^{-1/2} \dots\dots\dots 9$$

K – coeficiente de forma da fórmula de Manning;

θ - ângulo central (rad);

Q – vazão (m³ s⁻¹);

n* – coeficiente de Manning (m-0,333s);

D – diâmetro (m);

I – declividade (m m⁻¹).

4.6 Ângulo central da superfície livre (θ)

De acordo com Menezes Filho (2007), este ângulo pode ser obtido pela expressão:

$$\theta = 5915,8 \cdot K^5 - 5201,2 \cdot K^4 + 1786,6 \cdot K^3 - 298,89 \cdot K^2 + 32,113 \cdot K + 1,1487 \dots\dots\dots 10$$

em que K é o coeficiente de forma da expressão de Manning.

4.7 Relação altura-diâmetro (h/D)

Uma vez conhecido o ângulo central da superfície livre "θ", pode-se obter a relação altura da lâmina d'água-diâmetro "h/D" pela equação a seguir. Esta relação deverá ficar na faixa entre 0,10 e 0,85 como critério de projeto.

$$\frac{h}{D} = \frac{1}{2} \left[1 - \cos \left(\frac{\theta}{2} \right) \right] \dots\dots\dots 11$$

4.8 Área molhada (A)

Porto (1999) sugere a expressão a seguir para determinação da área molhada (m²) em conduto circular livre.

$$A = D^2 \frac{(\theta - \sin \theta)}{8} \dots\dots\dots 12$$

4.9 Velocidade de escoamento

A velocidade média de escoamento V pode ser estimada pela expressão:

$$V = \frac{Q}{A} \dots\dots\dots 13$$

V é a velocidade do escoamento em m/s, Q é a vazão em m³ e A é a área molhada em m².

Esta velocidade deverá ficar compreendida entre 0,75 m/s e 5,0 m/s.

A verificação da relação altura-diâmetro, bem como da velocidade média de escoamento, proporciona solução mais econômica para os trechos das galerias de água pluviais.

5 PROGNÓSTICO

5.1 Demandas por infraestrutura de Drenagem Urbana

As demandas de drenagem urbana são determinadas de forma diferente dos outros serviços de saneamento, pois não dependem diretamente da população, mas sim da forma como esta ocupa o espaço urbano, das condições climáticas e características físicas das bacias hidrográficas, onde se situa a área ocupada do município. Assim, o escoamento superficial das águas pluviais depende de vários fatores naturais e antrópicos que interagem entre si. A demanda ou o estudo de vazões devem procurar considerá-los todos para que seja adequada.

Na área urbana os escoamentos superficiais classificam-se basicamente em dois tipos: águas dispersas, quando o fluxo encontra-se difuso sobre o terreno, e águas confinadas, quando há um leito definido para o escoamento. Também são classificados quanto à presença de água: perene, quando há escoamento em todas as estações climáticas, e temporários, como as linhas de drenagem, que apresentam água somente durante os eventos climáticos. A infraestrutura urbana de drenagem daria conta de todos esses casos.

De uma maneira geral, para o escoamento difuso e temporário, projeta-se a microdrenagem urbana, responsável por coletar, afastar e descarregar as águas pluviais em corpos receptores adequados. Esta estrutura é composta por sarjeta, sarjetão, bocas-de-lobo, poços de visita e galerias, de uma maneira geral, uma atribuição típica do município.

Já os escoamentos perenes em leitos definidos nos fundos de vale possuem as estruturas hidráulicas que compõem a macrodrenagem urbana para dar conta dessas águas. Normalmente, essas estruturas são do tipo canalização, mas outras formas também seriam possivelmente utilizadas como as bacias de retenção. Embora intervenções sejam propostas no âmbito do município com o objetivo de reurbanizar áreas e combater inundações, a ação e a correção geralmente extrapolam seus limites.

Na literatura específica encontram-se modelos matemáticos para o cálculo da vazão máxima (cheia) numa bacia de drenagem. Estes métodos dividem-se em duas categorias: sintéticos e estatísticos. Neste estudo adotou-se exclusivamente os métodos sintéticos, pois a ausência de série histórica estatisticamente representativa de dados hidrológicos é particularmente sentida em pequenas bacias hidrográficas, como é o caso em questão.

Para o Município de Araguaçu será necessário a construção da maioria do sistema de drenagem urbana, que atualmente é feito pelas vias de tráfego.

5.2 Análise preliminar dos incrementos de vazões máximas nas bacias urbanas de Araguaçu

5.2.1 Dados de entrada no SWMM

A partir dos dados de entrada, o simulador estabeleceu-se uma rotina de cálculos para a solução final da drenagem no município de Araguaçu-TO. Esses dados podem ser visualizados na tabela 4. Esta tabela mostra os valores definitivos dos diâmetros disponíveis no mercado de acesso dos trechos (os valores contínuos foram calculados pela fórmula 3 e substituídos pelos diâmetros comerciais), os quais, quando simulados no modelo de gestão de drenagem urbana SWMM, mostraram-se adequados ao concluir a não inundação e não sobrecarga em nós e não sobrecarga em condutos. N é nó, T é trecho, Z é a cota topográfica de PV, L é comprimento do trecho, S é a área de sub-bacias e D é o diâmetro da galeria.

Tabela 6 - Resumo dos dados de entrada

N ou T ou S	Z (m)	L (m)	S (ha)	D (m)
1	99.5	102.0	0.23	0.400
2	98.5	115.6	0.96	0.400
3	98.0	88.0	1.10	0.400
4	96.6	127.0	0.64	0.600
5	97.0	88.6	1.21	0.400
6	96.1	92.2	0.73	0.400
7	94.5	77.1	0.75	0.800
8	93.2	114.3	0.09	0.800
9	90.5	84.3	1.51	0.400
10	93.5	62.8	0.83	0.400
11	92.3	67.9	0.15	0.800
12	89.8	161.8	0.98	0.800
13	90.4	83.7	1.06	0.400
14	89.7	77.7	1.02	0.400
15	88.8	96.1	0.41	0.600
16	88.2	83.2	0.08	0.800
17	87.3	397.2	2.06	1.000
18	100.7	79.3	0.62	0.400
19	99.3	73.2	0.60	0.400
20	97.3	88.3	0.62	0.400
21	94.0	114.8	1.80	0.600
22	100.2	76.1	0.52	0.400
23	97.6	104.8	0.73	0.400
24	91.5	107.4	1.60	0.600
25	95.0	59.5	0.41	0.400
26	92.0	57.9	0.43	0.400
27	89.5	113.6	1.22	0.600
28	93.6	67.3	1.08	0.400

N ou T ou S	Z (m)	L (m)	S (ha)	D (m)
29	92.4	71.6	0.57	0.400
30	90.6	83.3	0.76	0.400
31	88.3	109.6	2.74	0.600
32	89.5	74.3	0.63	0.400
33	88.3	72.1	0.68	0.600
34	87.0	80.9	0.53	0.600
35	84.3	78.4	0.58	0.600
36	80.0	78.1	0.44	0.600
37	76.0	68.8	0.29	0.600
38	71.0	102.9	0.78	0.600
39	65.5	102.7	0.56	0.800
40	63.5	50.5	0.64	0.800
41	62.5	57.2	0.82	0.800
42	60.7	96.8	1.13	0.800
43	56.7	132.5	2.28	1.200
44	55.7	89.3	0.89	1.200
45	52.5	87.7	1.42	1.200
46	87.3	66.5	0.73	0.400
47	85.3	87.9	1.10	0.400
48	83.0	102.9	1.05	0.400
49	79.7	46.2	0.29	0.600
50	79.3	110.6	1.07	0.600
51	75.0	88.4	0.68	0.600
52	74.0	86.0	0.73	0.600
53	72.7	78.4	0.59	0.600
54	71.0	70.1	0.63	0.600
55	68.6	127.6	0.88	0.600
56	61.0	139.0	0.91	0.600
57	85.4	58.4	0.86	0.400
58	83.7	77.7	0.61	0.400
59	82.5	85.2	0.66	0.600
60	79.4	79.4	0.34	0.600
61	75.5	70.6	0.33	0.600
62	70.5	112.2	0.31	0.600
63	65.0	108.8	0.60	0.600
64	82.0	49.1	0.30	0.400
65	81.2	81.6	0.33	0.400
66	80.2	83.8	0.27	0.600
67	78.1	75.6	0.27	0.600
68	75.0	75.0	0.30	0.600
69	70.6	134.4	0.42	0.600
70	63.0	106.1	0.55	0.600
71	84.0	81.5	0.65	0.400
72	79.4	82.7	0.36	0.400
73	76.0	67.0	0.50	0.400

N ou T ou S	Z (m)	L (m)	S (ha)	D (m)
74	72.0	147.3	0.53	0.400
75	63.9	158.6	1.46	0.400
76	57.2	124.4	1.83	0.800
77	55.5	122.0	1.27	0.400
78	52.2	68.4	0.87	0.400
79	50.0	100.4	0.82	0.600
80	47.0	34.0	5.35	0.600
81	71.2	116.7	6.35	0.600
82	70.2	137.0	4.60	0.800
83	69.1	74.1	0.64	0.800
84	73.1	148.5	0.84	0.400
85	71.6	173.7	0.99	0.400
86	68.3	78.6	0.58	1.000
87	72.2	149.4	0.82	0.400
88	70.4	174.4	0.99	0.400
89	67.6	79.5	0.84	1.000
90	70.0	104.2	0.58	0.400
91	68.3	127.4	0.67	0.400
92	65.8	76.5	0.93	1.000
93	67.1	174.3	0.96	0.400
94	64.0	77.8	0.73	1.000
95	66.6	172.8	0.99	0.400
96	62.6	80.0	1.05	1.000
97	63.0	107.2	0.56	0.400
98	61.3	77.1	0.75	1.000
99	61.8	100.8	0.55	0.400
100	60.2	79.8	0.55	1.000
101	60.6	104.3	0.54	0.400
102	58.2	77.5	0.39	1.000
103	59.2	103.6	0.55	0.400
104	56.9	78.8	0.79	1.200
105	56.0	281.3	1.43	1.200
106	51.0	69.4	0.49	0.600
107	69.8	67.2	0.60	0.400
108	68.5	66.8	0.76	0.400
109	67.7	102.3	0.41	0.400
110	68.0	65.7	0.40	0.400
111	66.8	115.3	0.49	0.400
112	67.5	76.2	0.46	0.600
113	65.7	129.8	1.62	0.400
114	66.7	96.6	0.64	0.600
115	64.5	160.0	0.72	0.400
116	63.2	169.7	0.64	0.600
117	62.8	86.9	0.69	0.400
118	62.6	77.5	0.66	0.400

N ou T ou S	Z (m)	L (m)	S (ha)	D (m)
119	61.1	87.3	0.78	0.400
120	59.5	100.9	0.56	0.400
121	58.3	85.1	0.43	0.800
122	56.2	132.6	0.57	0.400
123	57.2	20.3	0.63	0.800
124	56.1	83.4	0.80	0.800
125	54.3	184.4	0.88	0.800
126	52.3	96.3	1.62	0.800
127	51.0	53.8	0.82	0.800
128	55.6	90.1	0.55	0.400
129	55.9	91.3	0.62	0.400
130	53.4	123.4	0.45	0.400
131	52.5	93.3	0.18	1.200
132	48.0	67.5	0.66	1.200
133	64.6	124.7	0.46	0.400
134	65.0	78.6	0.55	0.400
135	63.5	77.9	0.73	0.400
136	61.7	81.5	0.74	0.400
137	60.0	75.7	0.68	0.400
138	58.6	185.6	0.83	0.800
139	55.4	63.7	0.84	0.400
140	54.9	73.1	0.70	0.800
141	54.5	269.2	5.03	0.800
142	51.2	127.8	0.23	0.800
143	63.2	74.3	0.64	0.400
144	61.7	77.6	0.72	0.400
145	60.0	82.0	0.73	0.400
146	58.4	78.8	0.69	0.600
147	56.7	184.7	1.02	0.800
148	53.8	53.1	0.58	0.800
149	53.7	339.0	0.40	0.800
150	59.3	158.2	0.62	0.800
151	56.2	185.3		0.800

5.3 Dados de Saída no SWMM

A diferença entre o hietograma triangular e a infiltração pelo método CN proporcionou os Run (de "Runnof") em mm ou multiplicados por 106 litros nas diferentes sub-bacias dimensionadas. A tabela 5 faz uma síntese dessas variáveis por todos os pontos estudados, em que Si é a infiltração potencial das sub-bacias.

Tabela 7– Síntese do escoamento superficial ES

N ou T ou S	P (mm)	Si (mm)	Run (mm)	Run (10 ⁶ L)	Pico Run (lps)	Coef. Run
1	158.5	12.0	145.1	0.330	33.0	0.92

N ou T ou S	P (mm)	Si (mm)	Run (mm)	Run (10 ⁶ L)	Pico Run (lps)	Coef. Run
2	158.5	12.0	143.8	1.380	137.6	0.91
3	158.5	12.0	143.6	1.580	157.6	0.91
4	158.5	12.0	144.3	0.920	91.8	0.91
5	158.5	12.0	143.4	1.740	173.4	0.91
6	158.5	12.0	144.2	1.050	104.7	0.91
7	158.5	12.0	144.2	1.080	107.5	0.91
8	158.5	12.0	145.5	0.130	12.9	0.92
9	158.5	12.0	143.0	2.160	216.2	0.90
10	158.5	12.0	144.0	1.200	119.0	0.91
11	158.5	12.0	145.3	0.220	21.5	0.92
12	158.5	12.0	143.8	1.410	140.5	0.91
13	158.5	12.0	143.7	1.520	151.9	0.91
14	158.5	12.0	143.7	1.470	146.2	0.91
15	158.5	12.0	144.8	0.590	58.8	0.91
16	158.5	12.0	145.5	0.120	11.5	0.92
17	158.5	22.7	131.7	2.710	278.2	0.83
18	158.5	22.7	133.7	0.830	84.3	0.84
19	158.5	22.7	133.7	0.800	81.6	0.84
20	158.5	22.7	133.7	0.830	84.3	0.84
21	158.5	22.7	132.0	2.380	243.4	0.83
22	158.5	22.7	133.9	0.700	70.7	0.84
23	158.5	22.7	133.5	0.970	99.2	0.84
24	158.5	22.7	132.3	2.120	216.6	0.83
25	158.5	22.7	134.1	0.550	55.8	0.85
26	158.5	22.7	134.0	0.580	58.5	0.85
27	158.5	22.7	132.8	1.620	165.4	0.84
28	158.5	22.7	133.0	1.440	146.5	0.84
29	158.5	22.7	133.8	0.760	77.5	0.84
30	158.5	22.7	133.5	1.010	103.3	0.84
31	158.5	22.7	130.9	3.590	368.7	0.83
32	158.5	22.7	133.7	0.840	85.6	0.84
33	158.5	22.7	133.6	0.910	92.4	0.84
34	158.5	22.7	133.8	0.710	72.1	0.84
35	158.5	22.7	133.8	0.780	78.8	0.84
36	158.5	22.7	134.0	0.590	59.9	0.85
37	158.5	22.7	134.3	0.390	39.5	0.85
38	158.5	22.7	133.5	1.040	106.0	0.84
39	158.5	22.7	133.8	0.750	76.1	0.84
40	158.5	22.7	133.7	0.860	87.0	0.84
41	158.5	22.7	133.4	1.090	111.4	0.84
42	158.5	22.7	132.9	1.500	153.3	0.84
43	158.5	22.7	131.4	3.000	307.6	0.83
44	158.5	22.7	133.3	1.190	120.8	0.84
45	158.5	22.7	132.5	1.880	192.4	0.84
46	158.5	22.7	133.5	0.970	99.2	0.84

N ou T ou S	P (mm)	Si (mm)	Run (mm)	Run (10 ⁶ L)	Pico Run (lps)	Coef. Run
47	158.5	22.7	132.9	1.460	149.2	0.84
48	158.5	22.7	133.0	1.400	142.5	0.84
49	158.5	22.7	134.3	0.390	39.5	0.85
50	158.5	22.7	133.0	1.420	145.2	0.84
51	158.5	22.7	133.6	0.910	92.4	0.84
52	158.5	22.7	133.5	0.970	99.2	0.84
53	158.5	22.7	133.7	0.790	80.2	0.84
54	158.5	22.7	133.7	0.840	85.6	0.84
55	158.5	22.7	133.3	1.170	119.5	0.84
56	158.5	22.7	133.2	1.210	123.6	0.84
57	158.5	22.7	133.3	1.150	116.8	0.84
58	158.5	22.7	133.7	0.820	82.9	0.84
59	158.5	22.7	133.6	0.880	89.7	0.84
60	158.5	22.7	134.2	0.460	46.3	0.85
61	158.5	22.7	134.2	0.440	44.9	0.85
62	158.5	22.7	134.2	0.420	42.2	0.85
63	158.5	22.7	133.7	0.800	81.6	0.84
64	158.5	22.7	134.3	0.400	40.8	0.85
65	158.5	22.7	134.2	0.440	44.9	0.85
66	158.5	22.7	134.3	0.360	36.8	0.85
67	158.5	22.7	134.3	0.360	36.8	0.85
68	158.5	22.7	134.3	0.400	40.8	0.85
69	158.5	22.7	134.0	0.560	57.2	0.85
70	158.5	22.7	133.8	0.740	74.8	0.84
71	158.5	22.7	133.6	0.870	88.3	0.84
72	158.5	22.7	134.1	0.480	49.0	0.85
73	158.5	22.7	133.9	0.670	68.0	0.85
74	158.5	22.7	133.8	0.710	72.1	0.84
75	158.5	22.7	132.4	1.930	197.7	0.84
76	158.5	22.7	132.0	2.410	247.4	0.83
77	158.5	22.7	132.7	1.690	172.2	0.84
78	158.5	22.7	133.3	1.160	118.1	0.84
79	158.5	22.7	133.4	1.090	111.4	0.84
80	158.5	22.7	128.1	6.850	706.8	0.81
81	158.5	22.7	127.2	8.080	831.9	0.80
82	158.5	22.7	128.9	5.930	611.3	0.81
83	158.5	22.7	133.7	0.860	87.0	0.84
84	158.5	22.7	133.3	1.120	114.1	0.84
85	158.5	22.7	133.1	1.320	134.4	0.84
86	158.5	22.7	133.8	0.780	78.8	0.84
87	158.5	22.7	133.4	1.090	111.4	0.84
88	158.5	22.7	133.1	1.320	134.4	0.84
89	158.5	22.7	133.3	1.120	114.1	0.84
90	158.5	22.7	133.8	0.780	78.8	0.84
91	158.5	22.7	133.6	0.900	91.1	0.84

N ou T ou S	P (mm)	Si (mm)	Run (mm)	Run (10 ⁶ L)	Pico Run (lps)	Coef. Run
92	158.5	22.7	133.2	1.240	126.3	0.84
93	158.5	22.7	133.2	1.280	130.3	0.84
94	158.5	22.7	133.5	0.970	99.2	0.84
95	158.5	22.7	133.1	1.320	134.4	0.84
96	158.5	22.7	133.0	1.400	142.5	0.84
97	158.5	22.7	133.8	0.750	76.1	0.84
98	158.5	22.7	133.5	1.000	101.9	0.84
99	158.5	22.7	133.8	0.740	74.8	0.84
100	158.5	22.7	133.8	0.740	74.8	0.84
101	158.5	22.7	133.8	0.720	73.4	0.84
102	158.5	22.7	134.1	0.520	53.1	0.85
103	158.5	22.7	133.8	0.740	74.8	0.84
104	158.5	22.7	133.4	1.050	107.3	0.84
105	158.5	22.7	132.5	1.890	193.7	0.84
106	158.5	22.7	133.9	0.660	66.7	0.85
107	158.5	22.7	133.7	0.800	81.6	0.84
108	158.5	22.7	133.5	1.010	103.3	0.84
109	158.5	22.7	134.1	0.550	55.8	0.85
110	158.5	22.7	134.1	0.540	54.4	0.85
111	158.5	22.7	133.9	0.660	66.7	0.85
112	158.5	22.7	134.0	0.620	62.6	0.85
113	158.5	22.7	132.2	2.140	219.3	0.83
114	158.5	22.7	133.7	0.860	87.0	0.84
115	158.5	22.7	133.5	0.960	97.8	0.84
116	158.5	22.7	133.7	0.860	87.0	0.84
117	158.5	22.7	133.6	0.920	93.8	0.84
118	158.5	22.7	133.6	0.880	89.7	0.84
119	158.5	22.7	133.5	1.040	106.0	0.84
120	158.5	22.7	133.8	0.750	76.1	0.84
121	158.5	22.7	134.0	0.580	58.5	0.85
122	158.5	22.7	133.8	0.760	77.5	0.84
123	158.5	22.7	133.7	0.840	85.6	0.84
124	158.5	22.7	133.4	1.070	108.7	0.84
125	158.5	22.7	133.3	1.170	119.5	0.84
126	158.5	22.7	132.2	2.140	219.3	0.83
127	158.5	22.7	133.4	1.090	111.4	0.84
128	158.5	22.7	133.8	0.740	74.8	0.84
129	158.5	22.7	133.7	0.830	84.3	0.84
130	158.5	22.7	134.0	0.600	61.2	0.85
131	158.5	22.7	134.5	0.240	24.5	0.85
132	158.5	22.7	133.6	0.880	89.7	0.84
133	158.5	22.7	134.0	0.620	62.6	0.85
134	158.5	22.7	133.8	0.740	74.8	0.84
135	158.5	22.7	133.5	0.970	99.2	0.84
136	158.5	22.7	133.5	0.990	100.5	0.84

N ou T ou S	P (mm)	Si (mm)	Run (mm)	Run (10 ⁶ L)	Pico Run (lps)	Coef. Run
137	158.5	22.7	133.6	0.910	92.4	0.84
138	158.5	22.7	133.3	1.110	112.7	0.84
139	158.5	22.7	133.3	1.120	114.1	0.84
140	158.5	22.7	133.6	0.930	95.1	0.84
141	158.5	22.7	128.4	6.460	666.2	0.81
142	158.5	22.7	134.4	0.310	31.3	0.85
143	158.5	22.7	133.7	0.860	87.0	0.84
144	158.5	22.7	133.5	0.960	97.8	0.84
145	158.5	22.7	133.5	0.970	99.2	0.84
146	158.5	22.7	133.6	0.920	93.8	0.84
147	158.5	22.7	133.1	1.360	138.4	0.84
148	158.5	22.7	133.8	0.780	78.8	0.84
149	158.5	22.7	134.1	0.540	54.4	0.85
150	158.5	22.7	133.7	0.830	84.3	0.84
151						

A Tabela 6 faz uma síntese dos escoamentos superficiais sobre as sub-bacias e dos fluxos das entradas nos nós. Entenda “Pmed” como profundidade efetiva média da água (altura do tirante d’água), “Pmax” como a profundidade máxima em potencial da água, “Piez max” como a cota piezométrica ou carga hidráulica (altura de pressão mais cota geométrica) nos nós, “Qmax lat” como a vazão lateral ou parcial nos nós proveniente das sub-bacias anexas, “Qmax total” como a vazão total acumulada, “Vol lat” e “Vol tot” como os volumes laterais e total escoados em 106 litros .

Tabela 8– Resumo das profundidades da água nos nós e dos escoamentos superficiais nos nós

N ou T ou S	Pmed (m)	Pmax (m)	Piez. Max (m)	Qmax lat (lps)	Qtotal (lps)	Vol lat	Vol tot
1	0.06	0.09	99.59	33.0	33.0	0.332	0.332
2	0.12	0.20	98.70	137.6	170.6	1.370	1.701
3	0.11	0.19	98.19	157.6	157.6	1.567	1.566
4	0.16	0.27	96.87	91.8	420.0	0.917	4.184
5	0.13	0.23	97.23	173.4	173.4	1.721	1.720
6	0.15	0.27	96.37	104.7	278.0	1.045	2.765
7	0.20	0.33	94.83	107.5	805.6	1.073	8.021
8	0.20	0.33	93.53	12.9	818.5	0.130	8.151
9	0.14	0.24	93.74	216.2	216.2	2.141	2.140
10	0.14	0.25	92.55	119.0	335.2	1.186	3.325
11	0.27	0.48	90.98	21.5	1175.3	0.217	11.693
12	0.28	0.49	90.29	0.0	1175.3	0.000	11.693
13	0.12	0.22	90.62	140.5	140.5	1.398	1.397
14	0.14	0.24	89.94	151.9	292.4	1.511	2.907
15	0.21	0.37	89.17	146.2	438.6	1.454	4.361
16	0.34	0.61	88.81	58.8	1672.7	0.590	16.643
17	0.35	0.62	87.92	11.5	1684.2	0.116	16.759
18	0.15	0.26	100.96	278.2	278.2	2.686	2.685

N ou T ou S	Pmed (m)	Pmax (m)	Piez. Max (m)	Qmax lat (lps)	Qtotat (lps)	Vol lat	Vol tot
19	0.15	0.27	99.57	84.3	362.5	0.823	3.507
20	0.15	0.28	97.58	81.6	444.0	0.796	4.303
21	0.16	0.28	94.28	84.3	528.3	0.823	5.126
22	0.11	0.20	100.40	243.4	243.4	2.354	2.353
23	0.11	0.20	97.80	70.7	314.1	0.691	3.043
24	0.24	0.43	91.93	99.2	941.6	0.967	9.136
25	0.10	0.16	95.16	216.6	216.6	2.097	2.096
26	0.11	0.20	92.20	55.8	272.4	0.546	2.641
27	0.24	0.43	89.93	58.5	1272.5	0.572	12.349
28	0.11	0.19	93.79	165.4	165.4	1.606	1.605
29	0.14	0.25	92.65	146.5	311.9	1.424	3.029
30	0.16	0.29	90.89	77.5	389.4	0.757	3.785
31	0.18	0.32	88.62	103.3	492.7	1.006	4.791
32	0.14	0.25	89.75	368.7	368.7	3.549	3.547
33	0.16	0.27	88.57	85.6	454.3	0.836	4.383
34	0.21	0.37	87.37	92.4	1039.4	0.902	10.075
35	0.21	0.37	84.67	72.1	1111.5	0.704	10.779
36	0.20	0.36	80.36	78.8	1190.3	0.770	11.549
37	0.20	0.36	76.36	59.9	1250.2	0.586	12.134
38	0.21	0.37	71.37	39.5	1289.6	0.387	12.521
39	0.25	0.44	65.94	106.0	1395.6	1.033	13.553
40	0.26	0.45	63.95	76.1	1471.7	0.744	14.297
41	0.27	0.49	62.99	87.0	2105.0	0.849	20.475
42	0.28	0.51	61.21	111.4	2555.3	1.085	24.875
43	0.48	0.89	57.59	153.3	3953.3	1.489	38.474
44	0.48	0.89	56.59	307.6	4260.9	2.967	41.439
45	0.32	0.56	53.06	120.8	4381.7	1.177	42.615
46	0.10	0.18	87.48	192.4	192.4	1.865	1.864
47	0.13	0.24	85.54	99.2	291.5	0.967	2.831
48	0.16	0.30	83.30	149.2	440.8	1.450	4.280
49	0.22	0.40	80.10	142.5	583.2	1.385	5.664
50	0.22	0.40	79.70	39.5	622.7	0.387	6.051
51	0.24	0.45	75.45	145.2	767.9	1.411	7.462
52	0.24	0.45	74.45	92.4	860.3	0.902	8.363
53	0.24	0.44	73.14	99.2	959.5	0.967	9.330
54	0.23	0.41	71.41	80.2	1039.7	0.783	10.112
55	0.21	0.37	68.97	85.6	1125.3	0.836	10.948
56	0.24	0.44	61.44	119.5	1244.8	1.163	12.111
57	0.08	0.14	85.54	123.6	123.6	1.203	1.202
58	0.14	0.25	83.95	116.8	240.3	1.137	2.339
59	0.14	0.25	82.75	82.9	323.2	0.810	3.148
60	0.12	0.20	79.60	89.7	412.9	0.875	4.023
61	0.12	0.20	75.70	46.3	459.2	0.453	4.476
62	0.13	0.22	70.72	44.9	504.1	0.440	4.916

N ou T ou S	Pmed (m)	Pmax (m)	Piez. Max (m)	Qmax lat (lps)	Qtotat (lps)	Vol lat	Vol tot
63	0.16	0.28	65.28	42.2	546.3	0.414	5.329
64	0.08	0.13	82.13	81.6	81.6	0.796	0.796
65	0.10	0.18	81.38	40.8	122.4	0.400	1.196
66	0.10	0.18	80.38	44.9	167.3	0.440	1.636
67	0.09	0.15	78.25	36.8	204.1	0.360	1.996
68	0.09	0.14	75.14	36.8	240.9	0.360	2.357
69	0.09	0.16	70.76	40.8	281.7	0.400	2.757
70	0.13	0.22	63.22	57.2	338.9	0.559	3.316
71	0.05	0.09	84.09	74.8	74.8	0.731	0.730
72	0.09	0.15	79.55	88.3	163.1	0.862	1.592
73	0.09	0.16	76.16	49.0	212.1	0.480	2.072
74	0.11	0.19	72.19	68.0	280.1	0.665	2.736
75	0.13	0.23	64.13	72.1	352.2	0.704	3.440
76	0.14	0.24	57.44	197.7	549.9	1.916	5.356
77	0.12	0.21	55.71	247.4	247.4	2.392	2.391
78	0.16	0.29	52.49	172.2	419.6	1.671	4.061
79	0.16	0.29	50.29	118.1	537.7	1.150	5.211
80	0.17	0.29	47.29	111.4	649.1	1.085	6.295
81	0.25	0.47	71.67	706.8	706.8	6.774	6.771
82	0.34	0.65	70.85	831.9	1538.7	7.977	14.743
83	0.34	0.65	69.75	611.3	2150.0	5.861	20.601
84	0.09	0.16	73.26	87.0	87.0	0.849	0.849
85	0.12	0.21	71.81	114.1	201.1	1.111	1.959
86	0.38	0.71	69.01	134.4	2485.5	1.307	23.866
87	0.08	0.14	72.34	78.8	78.8	0.770	0.770
88	0.12	0.21	70.61	111.4	190.2	1.085	1.854
89	0.38	0.71	68.31	134.4	2810.0	1.307	27.027
90	0.09	0.16	70.16	114.1	114.1	1.111	1.111
91	0.12	0.20	68.50	78.8	192.9	0.770	1.880
92	0.33	0.59	66.39	91.1	3094.0	0.888	29.795
93	0.09	0.16	67.26	126.3	126.3	1.229	1.228
94	0.37	0.68	64.68	130.3	3350.6	1.268	32.291
95	0.08	0.13	66.73	99.2	99.2	0.967	0.967
96	0.40	0.74	63.34	134.4	3584.1	1.307	34.564
97	0.10	0.18	63.18	142.5	142.5	1.385	1.384
98	0.40	0.74	62.04	76.1	3802.7	0.744	36.692
99	0.09	0.15	61.95	101.9	101.9	0.993	0.993
100	0.39	0.69	60.89	74.8	3979.4	0.731	38.415
101	0.07	0.12	60.72	74.8	74.8	0.731	0.730
102	0.39	0.69	58.89	73.4	4127.6	0.717	39.862
103	0.06	0.10	59.30	53.1	53.1	0.519	0.519
104	0.44	0.80	57.70	74.8	4255.4	0.731	41.112
105	0.44	0.80	56.80	107.3	4362.7	1.046	42.157
106	0.39	0.70	51.70	218.2	4801.2	2.119	46.426

N ou T ou S	Pmed (m)	Pmax (m)	Piez. Max (m)	Qmax lat (lps)	Qtotat (lps)	Vol lat	Vol tot
107	0.06	0.10	69.90	66.7	66.7	0.652	0.651
108	0.12	0.20	68.70	81.6	148.2	0.796	1.447
109	0.15	0.27	67.97	103.3	251.5	1.006	2.453
110	0.07	0.12	68.12	55.8	55.8	0.546	0.546
111	0.15	0.27	67.07	54.4	361.7	0.533	3.531
112	0.07	0.12	67.62	66.7	66.7	0.652	0.651
113	0.17	0.30	66.00	62.6	490.9	0.612	4.794
114	0.11	0.19	66.89	219.3	219.3	2.123	2.122
115	0.22	0.39	64.89	87.0	797.1	0.849	7.765
116	0.14	0.25	63.45	97.8	97.8	0.954	0.954
117	0.23	0.43	63.23	87.0	981.9	0.849	9.567
118	0.08	0.14	62.74	93.8	93.8	0.915	0.914
119	0.11	0.19	61.29	89.7	183.5	0.875	1.789
120	0.12	0.21	59.71	106.0	289.4	1.033	2.822
121	0.07	0.12	58.42	76.1	76.1	0.744	0.743
122	0.28	0.50	56.70	58.5	424.1	0.572	4.137
123	0.09	0.15	57.35	77.5	77.5	0.757	0.757
124	0.28	0.50	56.60	85.6	587.2	0.836	5.729
125	0.22	0.38	54.68	119.5	815.3	1.163	7.951
126	0.23	0.41	52.71	219.3	1034.6	2.123	10.072
127	0.23	0.41	51.41	111.4	1145.9	1.085	11.157
128	0.18	0.31	55.91	108.7	695.8	1.059	6.788
129	0.07	0.11	56.01	74.8	74.8	0.731	0.730
130	0.13	0.22	53.62	84.3	159.0	0.823	1.553
131	0.14	0.26	52.76	61.2	220.3	0.599	2.151
132	0.35	0.62	48.62	0.0	4801.2	0.000	46.426
133	0.10	0.16	64.76	89.7	89.7	0.875	0.875
134	0.07	0.11	65.11	62.6	62.6	0.612	0.612
135	0.12	0.21	63.71	74.8	227.0	0.731	2.217
136	0.15	0.28	61.98	99.2	326.2	0.967	3.184
137	0.16	0.28	60.28	100.5	426.8	0.980	4.163
138	0.15	0.26	58.86	92.4	519.2	0.902	5.064
139	0.11	0.19	55.59	112.7	112.7	1.098	1.098
140	0.25	0.44	55.34	114.1	746.0	1.111	7.273
141	0.25	0.44	54.94	95.1	841.1	0.928	8.200
142	0.22	0.37	51.57	666.2	1507.3	6.386	14.582
143	0.05	0.08	63.28	31.3	31.3	0.307	0.307
144	0.09	0.15	61.85	87.0	118.3	0.849	1.156
145	0.12	0.22	60.22	97.8	216.1	0.954	2.109
146	0.13	0.22	58.62	99.2	315.3	0.967	3.076
147	0.14	0.24	56.94	93.8	409.1	0.915	3.990
148	0.29	0.51	54.31	138.4	547.5	1.346	5.336
149	0.29	0.51	54.21	78.8	1746.9	0.770	17.027
150	0.23	0.43	59.73	54.4	1036.4	0.533	10.099

N ou T ou S	Pmed (m)	Pmax (m)	Piez. Max (m)	Qmax lat (lps)	Qtotal (lps)	Vol lat	Vol tot
151	0.24	0.43	56.63	84.3	1120.6	0.823	10.922

A Tabela 7 informa valores das vazões máximas, das relações entre vazões máximas e plenas, velocidades máximas e das alturas relativas (h/D). Observam-se que, no que diz respeito a estas velocidades e à relação tirante d'água pelo diâmetro, os valores são compatíveis com as limitações impostas pela metodologia retro-mencionada.

Tabela 9– Vazões, velocidades, relação vazões máximas e vazões plenas e relação altura do tirante d'água e diâmetros

N ou T ou S	Qmax (LPS)	Vmax (m/s)	Qmax/Qplena	h/D
1	33.0	1.450	0.120	0.240
2	170.6	2.750	0.490	0.500
3	157.6	2.660	0.460	0.480
4	420.0	3.450	0.410	0.450
5	173.4	2.300	0.640	0.580
6	278.0	3.140	0.780	0.660
7	805.6	4.080	0.360	0.420
8	818.5	4.630	0.310	0.380
9	216.2	2.750	0.670	0.600
10	335.2	3.980	0.730	0.640
11	1175.3	3.720	0.670	0.600
12	1175.3	3.660	0.690	0.610
13	140.5	2.030	0.570	0.540
14	292.4	2.750	0.340	0.400
15	438.6	2.410	0.700	0.610
16	1672.7	4.040	0.940	0.770
17	981.9	4.550	0.860	0.710
18	1684.2	3.280	0.710	0.620
19	278.2	3.160	0.770	0.660
20	362.5	3.960	0.810	0.680
21	444.0	4.670	0.850	0.710
22	528.3	4.050	0.450	0.470
23	243.4	3.950	0.490	0.490
24	314.1	5.150	0.480	0.490
25	941.6	4.330	0.860	0.720
26	216.6	4.430	0.360	0.410
27	272.4	4.440	0.480	0.490
28	1272.5	6.770	0.720	0.630
29	165.4	2.810	0.460	0.470
30	311.9	3.730	0.730	0.630
31	389.4	4.030	0.870	0.720
32	492.7	3.170	0.570	0.540
33	368.7	3.300	0.360	0.420
34	454.3	3.630	0.420	0.450

N ou T ou S	Qmax (LPS)	Vmax (m/s)	Qmax/Qplena	h/D
35	1039.4	5.600	0.710	0.620
36	1111.5	6.900	0.590	0.560
37	1190.3	6.820	0.660	0.590
38	1250.2	7.900	0.580	0.550
39	1289.6	7.060	0.700	0.620
40	1395.6	4.950	0.580	0.550
41	1471.7	5.040	0.610	0.560
42	2105.0	6.540	0.690	0.610
43	2555.3	7.590	0.730	0.630
44	3953.3	4.400	0.900	0.740
45	4260.9	8.230	0.440	0.470
46	4381.7	10.330	0.340	0.400
47	192.4	3.550	0.410	0.450
48	291.5	3.730	0.670	0.600
49	440.8	4.370	0.910	0.750
50	583.2	2.910	0.790	0.670
51	622.7	5.240	0.400	0.440
52	767.9	3.400	0.900	0.750
53	860.3	3.910	0.880	0.730
54	959.5	4.630	0.820	0.690
55	1039.7	5.660	0.700	0.620
56	1125.3	7.140	0.580	0.550
57	1244.8	5.610	0.890	0.730
58	123.6	3.110	0.270	0.350
59	240.3	2.910	0.710	0.630
60	323.2	4.280	0.210	0.310
61	412.9	5.100	0.230	0.330
62	459.2	6.000	0.220	0.320
63	504.1	5.390	0.290	0.370
64	546.3	4.170	0.450	0.470
65	81.6	2.250	0.240	0.330
66	122.4	2.260	0.410	0.450
67	167.3	3.100	0.130	0.250
68	204.1	3.920	0.130	0.240
69	240.9	4.670	0.120	0.240
70	281.7	4.820	0.150	0.260
71	338.9	3.590	0.290	0.370
72	74.8	3.410	0.120	0.230
73	163.1	3.810	0.300	0.370
74	212.1	4.690	0.320	0.390
75	280.1	4.900	0.440	0.460
76	352.2	4.680	0.630	0.580
77	549.9	4.280	0.200	0.300
78	247.4	3.640	0.560	0.530
79	419.6	4.350	0.860	0.720

N ou T ou S	Qmax (LPS)	Vmax (m/s)	Qmax/Qplena	h/D
80	537.7	4.570	0.390	0.430
81	649.1	4.780	0.470	0.480
82	706.8	2.970	0.960	0.780
83	1538.7	3.490	1.000	0.820
84	2150.0	4.410	0.660	0.600
85	87.0	1.920	0.320	0.390
86	201.1	3.020	0.540	0.520
87	2485.5	4.200	0.840	0.710
88	78.8	2.000	0.270	0.350
89	190.2	2.800	0.550	0.530
90	2810.0	6.240	0.600	0.560
91	114.1	2.470	0.330	0.400
92	192.9	3.030	0.510	0.510
93	3094.0	6.470	0.650	0.590
94	126.3	2.620	0.350	0.410
95	3350.6	5.920	0.800	0.680
96	99.2	2.690	0.240	0.330
97	3584.1	5.720	0.900	0.740
98	142.5	2.590	0.420	0.450
99	3802.7	5.650	0.630	0.570
100	101.9	2.370	0.300	0.370
101	3979.4	7.080	0.500	0.500
102	74.8	2.480	0.180	0.290
103	4127.6	6.130	0.630	0.580
104	53.1	2.220	0.130	0.240
105	4255.4	5.300	0.790	0.670
106	4362.7	6.350	0.650	0.590
107	66.7	2.120	0.060	0.170
108	148.2	2.350	0.500	0.500
109	251.5	2.780	0.800	0.680
110	55.8	1.800	0.190	0.300
111	361.7	3.330	0.350	0.410
112	66.7	2.090	0.200	0.300
113	490.9	3.520	0.490	0.490
114	219.3	2.910	0.210	0.310
115	797.1	4.110	0.750	0.650
116	97.8	1.170	0.720	0.630
117	93.8	2.390	0.260	0.350
118	183.5	3.050	0.470	0.480
119	289.4	4.290	0.550	0.530
120	76.1	2.410	0.190	0.300
121	424.1	1.280	0.720	0.630
122	77.5	1.740	0.310	0.390
123	587.2	4.290	0.220	0.320
124	695.8	3.810	0.320	0.390

N ou T ou S	Qmax (LPS)	Vmax (m/s)	Qmax/Qplena	h/D
125	815.3	3.480	0.460	0.470
126	1034.6	4.010	0.520	0.510
127	1145.9	9.900	0.170	0.280
128	74.8	2.650	0.170	0.280
129	159.0	2.230	0.590	0.550
130	220.3	2.600	0.740	0.640
131	4801.2	8.150	0.530	0.520
132	4801.2	10.230	0.390	0.430
133	89.7	1.850	0.350	0.410
134	62.6	2.210	0.170	0.280
135	227.0	3.350	0.550	0.530
136	326.2	3.480	0.830	0.700
137	426.8	3.610	0.390	0.440
138	519.2	3.840	0.210	0.310
139	112.7	1.880	0.470	0.480
140	746.0	2.630	0.590	0.550
141	841.1	3.670	0.440	0.470
142	1507.3	7.870	0.350	0.410
143	31.3	1.840	0.080	0.190
144	118.3	2.770	0.300	0.370
145	216.1	3.110	0.570	0.540
146	315.3	3.520	0.270	0.350
147	409.1	3.300	0.190	0.300
148	547.5	1.620	0.730	0.640
149	1746.9	6.280	0.570	0.540
150	1036.4	4.610	0.430	0.460
151	1120.6	4.090	0.560	0.540

A tabela 8 contabiliza fluxos e volumes suportados pelos diâmetros dimensionados neste sistema de drenagem.

Tabela 10– Fluxos máximos e total em litros por segundo e o volume total em litros

Exutórios	Qmax lat (lps)	Qtotat (lps)	Vol tot (10 ⁶ L)
E1	930.0	1684.2	16.8
E2	685.3	1272.5	12.3
E3	2364.7	4381.7	42.6
E4	297.2	549.9	5.4
E5	349.3	649.1	6.3
E6	2576.3	4801.2	46.4
E7	619.1	1145.9	11.2
E8	809.2	1507.3	14.6
E9	944.8	1746.9	17.0
Sistema	9575.89	17738.74	172.566

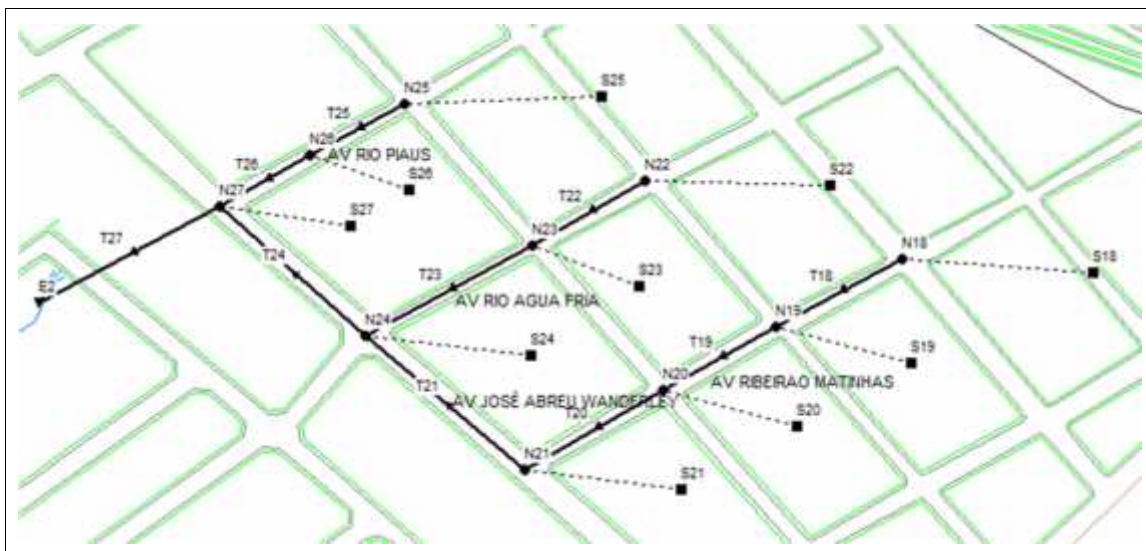


Figura 25 – Traçado parcial da rede de drenagem de Araguaçu, que deságua no exutório E2 (começa em N18 e deságua em E2)

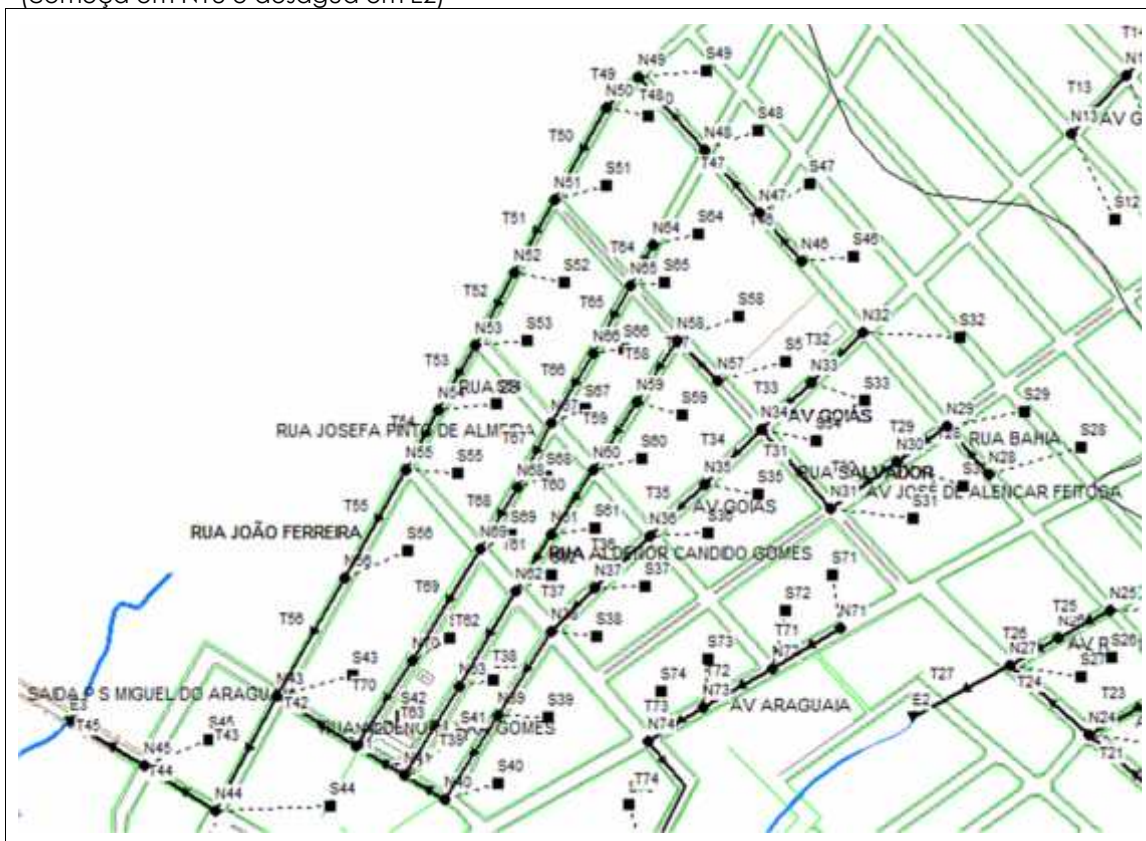


Figura 26 – Traçado parcial da rede de drenagem Araguaçu, que deságua no exutório E3 (começa em N28 e deságua em E3)



Figura 27 – Traçado parcial de duas redes de drenagem Araguaçu, que deságua nos exutórios E4 (começa em N71 e deságua em E4) e E5 (começa em N77 e deságua em E5)

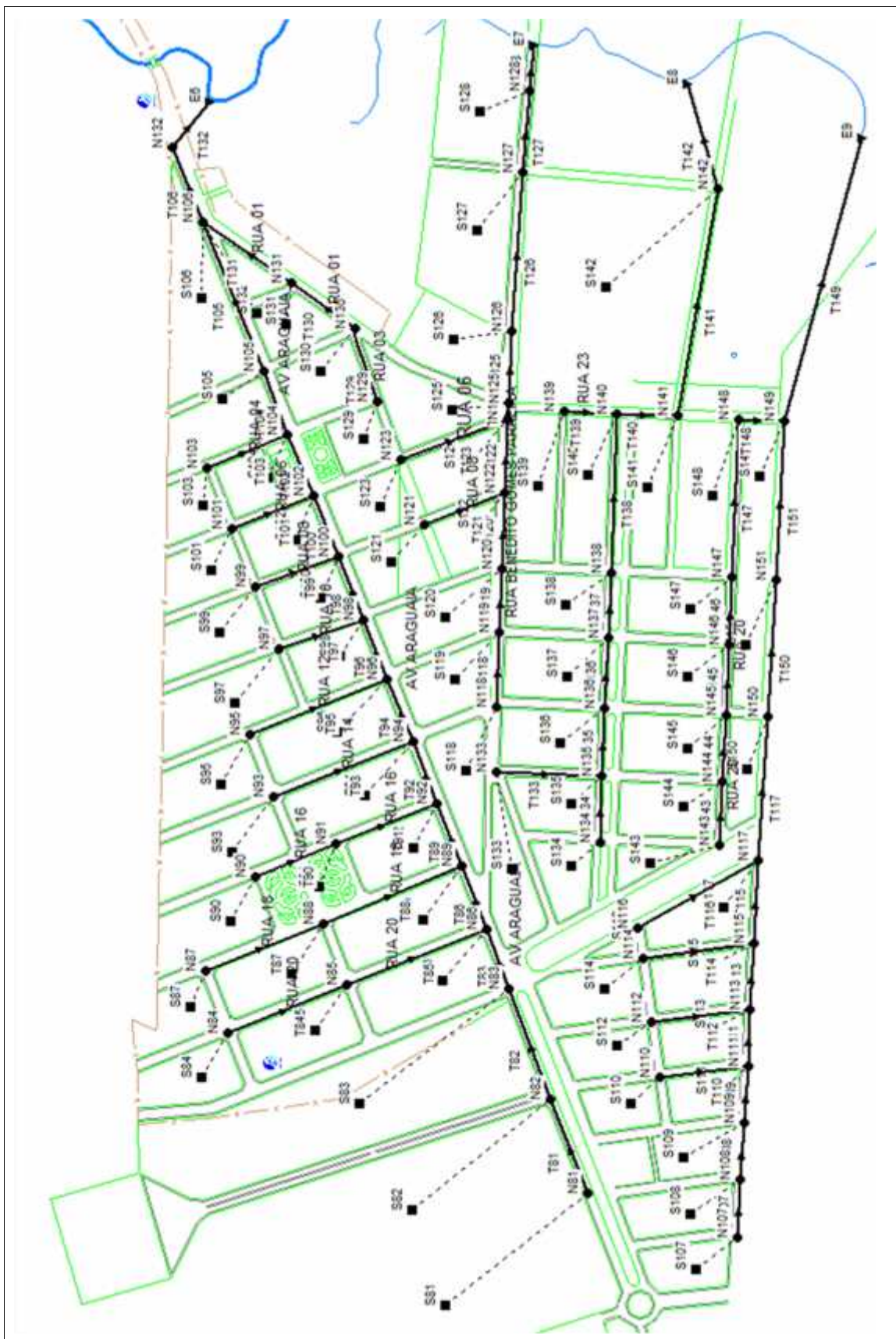


Figura 28 - Traçado parcial de três redes de drenagem (N81 a E6, N133 a E7 e N143 a E8 e N107 a E9)

6 OBJETIVOS E METAS

6.1 Objetivos

Em síntese, o Plano Diretor de Drenagem é a ferramenta para dar solução aos problemas cotidianos das inundações das cidades, desde que elaborado dentro de princípios modernos e sustentáveis.

Os sistemas de drenagem urbana são essencialmente sistemas preventivos de inundações, principalmente nas áreas mais baixas das comunidades sujeitas a alagamentos ou marginais de cursos naturais de água. É evidente que no campo da drenagem, os problemas agravam-se em função da urbanização desordenada.

Quando um sistema de drenagem não é considerado desde o início da formação do planejamento urbano, é bastante provável que esse sistema, ao ser projetado, revele-se, ao mesmo tempo, de alto custo e deficiente. É conveniente, para a comunidade, que a área urbana seja planejada de forma integrada. Se existirem planos regionais, estaduais ou federais, é interessante a perfeita compatibilidade entre o plano de desenvolvimento urbano e esses planos.

Todo plano urbanístico de expansão deve conter em seu bojo um plano de drenagem urbana, visando delimitar as áreas mais baixas potencialmente inundáveis a fim de diagnosticar a viabilidade ou não da ocupação destas áreas de ponto de vista de expansão dos serviços públicos.

Um adequado sistema de drenagem quer de águas superficiais ou subterrâneas, onde esta drenagem for viável, proporcionará uma série de benefícios, tais como:

- ✓ Desenvolvimento do sistema viário;
- ✓ Redução de gastos com manutenção das vias públicas;
- ✓ Valorização das propriedades existentes na área beneficiada;
- ✓ Escoamento rápido das águas superficiais, facilitando o tráfego por ocasião das precipitações;
- ✓ Eliminação da presença de águas estagnadas e lamaçais;
- ✓ Rebaixamento do lençol freático;
- ✓ Recuperação de áreas alagadas ou alagáveis;
- ✓ Segurança e conforto para a população habitante ou transeunte pela área de projeto.

Em termos genéricos, o sistema da microdrenagem faz-se necessário para criar condições razoáveis de circulação de veículos e pedestres numa área urbana, por ocasião de ocorrência de chuvas freqüentes, sendo conveniente verificar-se o comportamento do sistema para chuvas mais intensas,

considerando-se os possíveis danos às propriedades e os riscos de perdas humanas por ocasião de temporais mais fortes.

6.2 Metas

As metas estabelecidas nesse plano dizem respeito a:

- ✓ Universalização do acesso à estrutura de drenagem urbana com cobertura e qualidade satisfatória, abrangendo-se a área urbanizada do município, tendo o seu caráter gradual e progressivo;
- ✓ Sustentabilidade ambiental da prestação dos serviços (implantação e operação do sistema), que implica, dentre outras coisas, a proteção dos recursos hídricos (redução de ocupação da faixa de APP e redução de assoreamento e erosão de margens) e sua conservação (redução de resíduos sólidos transportados e de lançamento clandestino de esgoto sanitário não tratado de forma combinada à da água pluvial);
- ✓ Qualidade, regularidade e eficiência da prestação dos serviços, que inclui, sem se limitar, ao total atendimento do sistema de drenagem às vazões requeridas, qualidade das águas pluviais; a eficácia da manutenção preventiva e corretiva no sistema de drenagem urbana, eficiência no atendimento às ocorrências e reclamações; a eficiência e polidez no atendimento público.

Apresentamos as Principais metas do presente plano para o sistema de drenagem urbana, tratadas em termos de microdrenagem no Tabela 11.

Tabela 11 - Proposições e prazos quanto a drenagem urbana

UNIDADE	IMEDIATO	CURTO	MEDIO	LONGO
Sarjeta e sarjetões	Limpeza e desobstrução	Projeto executivo e implantação	Manutenção	Manutenção
Bocas de Lobo, galerias e poços de visita	Cadastro, limpeza e desobstrução.	Diagnóstico, projeto executivo e implantação.	Manutenção	Manutenção

Há relatos de problemas de áreas críticas quanto à empoçamento ou inundações, foi observada ainda uma falta de infraestrutura de microdrenagem urbana, principalmente das unidades enterradas como boca-de-lobo e galeria.

Com base nas informações disponíveis foram estimados os custos para implantação de microdrenagem na área urbana do município de Araguaçu. Os custos foram determinados por unidade de área considerada, pois a falta de cadastro da rede atual impede que a mesma seja verificada quanto a sua capacidade de modo que se propôs a implantação em toda a mancha urbana.

Assim, se obtêm o custo máximo, o qual seria reduzido na medida em que o cadastro de bocas-de-lobo, poços-de-visita e galerias fosse efetuado, possibilitando a verificação das suas condições operacionais e a necessidade de sua alteração, ampliando sua capacidade, por exemplo, e mesmo a implantação de mais estruturas hidráulicas em razão da deficiência do atendimento.

Na composição de custos de unidades como bocas-de-lobo, poços-de-visita e galerias estão incluídos materiais como tubos de concreto, equipamentos, movimento de terra, métodos construtivos e mão-de-obra, entre outros itens. Procurou-se apropriar todos os itens que compõem a construção das unidades da microdrenagem. As estimativas de custos são mencionadas neste momento no sentido de contribuir para a formulação de alternativas futuras a serem debatidas nas oficinas.

A área urbana do município de Araguaçu de acordo com seu tipo de relevo foi classificada com sendo de serra, de forma que se estima a necessidade uma boca-de-lobo, a cada 35 m de galeria e um poço-de-visita a cada 100 metros de galeria. Os Quadros a seguir apresentam os quantitativos do sistema de drenagem necessários na área urbana e seus custos estimados.

Tabela 12 – Previsão de despesas esperadas

PROPOSIÇÕES PARA O SISTEMA DE DRENAGEM URBANA		Prazo/Custo R\$			
		IMEDIATO	CURTO	MÉDIO	LONGO
Sarjeta e Sarjetão	Projeto e implantação		500.000,00		
	Limpeza e desobstrução				
	Cadastro				
Bocas de Lobo, Galerias e Poços de Visitas e escavação	Diagnóstico, projeto e implantação das bocas de lobo		7.500.000,00		
	Diagnóstico, projeto e implantação das galerias				
	Diagnóstico, projeto e implantação dos poços de visita				
	SUBTOTAL		8.000.000,00		
	TOTAL GERAL		8.000.000,00		

A avaliação das metas no sentido da universalização será realizada por meio da elaboração de relatórios específicos gerados com base no cálculo e na análise dos indicadores apresentados, comparando-os com a cronologia prevista para implementação das ações propostas. Esses relatórios serão elaborados com objetivo de viabilizar a regulação e fiscalização dos serviços de drenagem urbana.

6.2.1 Ampliação da cobertura do sistema de drenagem urbana

A rede de drenagem urbana é o sistema responsável pelo afastamento das águas pluviais no intuito de serem evitados eventos com impactos negativos, como inundações, erosão e sedimentação nos cursos d'água.

ICR = Área coberta por sistema de drenagem existente/ Área total urbanizada.

Onde:

- ✓ A área coberta por sistema de drenagem existente considera que o mesmo esteja operando de forma plena, incluindo a coleta, transporte e lançamento final das águas pluviais. Também considera-se que a estrutura do sistema de drenagem existente possua condições adequadas de funcionamento, desconsiderando problemas de manutenção e dimensionamento;
- ✓ Área urbanizada da bacia hidrográfica analisada. No cômputo das áreas urbanizadas devem ser desconsideradas as áreas verdes, pois elas não necessitam de estruturas de drenagem (considerando como estruturas elementos como bocas de lobo e galerias), além das áreas desocupadas que em tese não necessitam de sistema de drenagem pluvial até que ocorra sua ocupação.

Este indicador deve ser monitorado pela Prefeitura. O acompanhamento dos projetos em execução e a evolução da ocupação de áreas que assim irão contribuir para o aumento de áreas urbanizadas. O monitoramento deste indicador fornecerá aos gestores do sistema de drenagem a situação em termos de cobertura para cada uma das bacias hidrográficas urbanas, auxiliando, desta forma, o planejamento e priorização de novos projetos.

A meta a ser adotada para a manutenção do ICR para cada bacia é destacada a seguir, sendo o prazo contado a partir do ano da data de publicação do PMSB:

- ✓ ICR igual a pelo menos 1,00 para as bacias hidrográficas em até 5 (cinco) anos;
- ✓ ICR igual a pelo menos 1,15 para as bacias hidrográficas em até 10 (dez anos) mantendo este índice até o horizonte do PMSB.

6.2.2 Redução de alagamentos

A impermeabilização do solo e a construção da rede de condutos pluviais aumentam a frequência e magnitude das enchentes.

O desenvolvimento urbano pode também produzir obstruções ao escoamento de aterros, pontes, drenagens inadequadas, obstruções ao escoamento junto a condutos e assoreamento.

Em geral, à medida que a cidade se urbaniza ocorrem os seguintes impactos:

- ✓ Aumento das vazões máximas e da sua frequência devido ao aumento da capacidade de escoamento por meio de condutos e canais e impermeabilização das superfícies;
- ✓ Aumento da produção de sedimentos devido à falta de proteção das superfícies e à produção de resíduos sólidos (lixo).
- ✓ A deterioração da qualidade da água superficial e subterrânea devido à lavagem das ruas, ao transporte de material sólido e às ligações clandestinas de esgoto cloacal e pluvial.
- ✓ Devido à forma não planejada de implantação da infraestrutura urbana, tais como: pontes e taludes de estradas que obstruem o escoamento; (b) redução de seção do escoamento por aterros de pontes e para construções em geral; (c) deposição e obstrução de rios, canais e condutos por lixos e sedimentos; (d) projetos e obras de drenagem inadequadas, com diâmetros que diminuem para jusante, drenagem sem esgotamento, entre outros.
- ✓ Redução da infiltração no solo, onde o volume que deixa de infiltrar fica na superfície, aumentando o escoamento superficial. Os condutos pluviais aumentam a velocidade do escoamento superficial, reduzindo o tempo de deslocamento. As vazões máximas também aumentam, antecipando seus picos no tempo.
- ✓ Com a redução da infiltração, o aquífero tende a diminuir o nível do lençol freático por falta de alimentação (principalmente quando a área urbana é muito extensa), reduzindo o escoamento subterrâneo.
- ✓ Devido à substituição da cobertura natural por áreas impermeáveis ocorre uma redução da evapotranspiração, já que a superfície urbana não retém água como a cobertura vegetal e não permite a evapotranspiração como ocorre pelas folhagens e do solo.

A política de controle de enchentes poderá chegar a soluções estruturais para alguns locais, mas dentro da visão de conjunto de toda a bacia, onde estas estão racionalmente integradas com outras medidas preventivas (não estruturais) e compatibilizadas com o esperado desenvolvimento urbano.

O controle deve ser realizado considerando a bacia como um todo e não em trechos isolados. As medidas de controle da drenagem urbana são:

- ✓ Na fonte: no loteamento ou no lote: aumento da infiltração ou armazenamento: pavimentos permeáveis, trincheiras e planos de infiltração; retenção.
- ✓ Microdrenagem: banhados construídos; retenção e retenção: bacias que envolvem alguns loteamentos até 1 km².
- ✓ Macrodrenagem: planejamento de espaços urbanos para inundação, retenção e retenção para as bacias urbanas.

IPA = número de pontos de alagamentos por bacia de drenagem

Este indicador deve ser monitorado pela Prefeitura, por meio de registro (cadastro sistemático) dos pontos de alagamento (durante episódios de precipitações intensas com chuvas) para as principais bacias urbanas de drenagem conforme estabelecido nos estudos de prognósticos dos hidrogramas futuros. O monitoramento deste indicador evidenciará a eficácia das medidas tomadas para melhorar o sistema de drenagem do município.

Além do número de alagamentos por bacia urbana de drenagem, deverão ser coletadas informações complementares, dentre elas:

- ✓ Tipo (alagamento/ extravasamento de canal)
- ✓ Localização
- ✓ Precipitação de 24h
- ✓ Nível de obstrução viária
- ✓ Altura de lâmina d'água estimada
- ✓ Número de imóveis inundados
- ✓ Presença de rede de drenagem (Bocas de lobo, rede de microdrenagem, macrodrenagem e sistema com técnicas compensatórias).

6.2.3 Preservação de Áreas de Preservação Permanente

Esta meta diz respeito à proteção de Áreas de Preservação Permanente (APPs). Como já citado anteriormente, a ocupação indevida de zonas de risco e áreas ribeirinhas de cursos d'água com a remoção de vegetação de zonas ripárias tem diversas implicações, além de erosão, assoreamento e poluição das águas.

A proteção do ambiente hídrico com todas as suas componentes favorece as condições de drenagem urbana impedindo que surjam controles locais e até de jusante, assim mantendo a capacidade de vazão dessa estrutura.

A cobertura vegetal interfere no processo precipitação-vazão, reduzindo as vazões máximas devido ao amortecimento do escoamento. Além disso, reduz a erosão do solo que pode aumentar, gradualmente, o nível dos rios e agravar as inundações por extravasamento da calha.

Finalmente, no âmbito da drenagem urbana, estas áreas de APP são bastante importantes. Na maioria das vezes, elas são regiões intimamente ligadas aos cursos d'água e conforme a configuração espacial podem se caracterizar como zonas de risco (vulneráveis). Essas áreas necessitam de seu zoneamento como zona ribeirinha que permite o alagamento de sua várzea como um fenômeno hidrológico natural.

6.2.3.1 Número de edificações em área de APP

Este indicador deve ser monitorado pela Prefeitura, por meio de vistorias periódicas nas Áreas de Preservação Permanente (APPs) do município, gerando o cadastro das edificações localizadas em APP, destacando-se aquelas que se encontrem em áreas de risco. O monitoramento deste indicador visa primeiramente evitar a construção de novas edificações em APPs no município e, na sequência, reduzir o número das edificações que já se encontram em APP, reduzindo com isso as edificações localizadas em áreas de risco e/ou inundações.

- ✓ Redução de 30% em até 5 (cinco) anos;
- ✓ Redução de 50% em até 10 (dez) anos;
- ✓ Redução de em 70% em até 30 anos.

6.2.4 Redução de Erosão

O aumento da erosão no meio urbano implica a redução da área de escoamento dos condutos e dos rios e consequente aumento de níveis d'água e alagamentos. O controle da erosão do solo pode ser realizado pelo reflorestamento, pequenos reservatórios, estabilização das margens, além de práticas agrícolas corretas.

Durante o desenvolvimento urbano, o aumento dos sedimentos pela erosão produzidos pela bacia hidrográfica é significativo, devido ao aumento de energia da água com condutos, superfícies impermeáveis, além das construções, limpeza de terrenos para novos loteamentos, construção de ruas, avenidas e rodovias, entre outras causas. Quando o sistema reduz a velocidade, ocorre a sedimentação a jusante do sistema de drenagem.

À medida que a bacia é urbanizada e a densificação consolidada, a produção de sedimentos pode reduzir, mas aparece o aumento da produção de lixo. O lixo obstrui ainda mais a drenagem e cria condições ambientais ainda piores. Esse problema somente é minimizado com adequada frequência da coleta e educação da população. Além disso, o lixo tem papel importante quando se utiliza o controle do aumento da vazão pela urbanização por detenções com armazenamento, pois dispositivos de controle e remoção dos mesmos devem ser previstos.

Assim, a maioria das erosões que se desenvolvem nas áreas urbanas é causada pelo lançamento de águas de chuva e esgoto, diretamente ou pelo arruamento. Dependendo das características do terreno e das condições de infraestrutura local, o escoamento superficial tem capacidade para provocar o desenvolvimento de processos erosivos de grande porte, causando sérios prejuízos ao ambiente urbano.

Quando as águas são conduzidas por sistemas de drenagem apropriados, normalmente o problema tem origem no ponto de lançamento das águas nos cursos d'águas receptores, sendo comum o dimensionamento errôneo e a falta de conservação das obras terminais de dissipação. Esse processo também é intensificado pela ocupação de áreas de riscos, com o desmatamento e inadequado uso do solo. Grande quantidade de lixo fica exposta à erosão e a posteriores problemas de assoreamento.

As erosões associadas às intervenções antrópicas são induzidas e catalisadas pela implantação de obras civis na área rural, principalmente em rodovias e ferrovias. As rodovias sem coberturas de proteção de seu leito e sem sistemas de drenagem adequados constituem, de início, áreas favoráveis para a instalação dos processos erosivos e, com a evolução dos mesmos, tornam-se ameaçadas por eles. O controle da erosão e assoreamento pode se dar por meio de medidas preventivas ou mitigadoras. Elas podem ser aplicadas na fonte de geração da erosão ou nos pontos finais do impacto, como os cursos d'água receptores dos sistemas de drenagem.

IPEA = número de pontos de erosão e assoreamento provenientes da drenagem urbana

Este indicador deve ser monitorado pela Prefeitura, por meio de registro (cadastro sistemático) dos pontos de erosão e assoreamento causados pelas estruturas de drenagem urbana ineficientes, seja pela inexistência do serviço na área, seja pela sua parcialidade ou ainda pela falta de proteção dos pontos de lançamento. O monitoramento deste indicador evidenciará a eficácia das medidas tomadas para melhorar o sistema de drenagem do município, com os diversos dispositivos a serem implementados conforme a problemática, de causa (erosão) e efeito (assoreamento).

A meta a ser adotada para a redução da quantidade de pontos de alagamento é destacada a seguir, sendo o prazo contado a partir do ano da data de publicação do PMSB. A redução total dos pontos de erosão e assoreamento é de difícil resolução, por isso é prevista uma falha de até 10%, que seria a metade da probabilidade de ocorrência (em 2 anos) de eventos chuvosos maiores que o TR de 10 anos ($P = 19\%$).

- ✓ Redução de 30% em até 5 (cinco) anos;
- ✓ Redução de 90% em até 10 (dez) anos.

Portanto, em 10 anos seria atingido um IPEA que corresponde à cobertura quase que integral dentro de uma probabilidade de ocorrência de eventos maiores que o projetado para TR = 10 anos. Os eventos significantes na cidade de Araguaçu seriam aqueles que causem a inundação com interrupção do sistema viário ou uma inundação de ocupações fora da área de extravasamento natural dos cursos d'água (ocupações fora de áreas de APP).

7 PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES

7.1 Programa de Elaboração dos Projetos de Drenagem Urbana

O programa de elaboração de estudos e projetos de sistemas de manejo de águas pluviais está voltado para as intervenções tanto estruturais e não estruturais visando à redução, ao retardamento e amortecimento do escoamento das águas pluviais urbanas do município de Araguaçu. Além disso, estão contidos programas que visam a levantamentos para a proteção quanto a erosão e assoreamento no sistema como rede de escoamento (natural e construída) e estruturas de lançamento e de passagem.

De maneira geral, o objetivo é de considerar a minimização dos danos à conservação do ciclo hidrológico, as obras, a gestão dos sistemas e as premissas adotadas pelos estudos no direcionamento das intervenções estruturais voltadas à redução das inundações e melhoria das condições de segurança sanitária, patrimonial e ambiental de Araguaçu.

Assim, o sistema de drenagem, considerado parte do complexo ambiente urbano da cidade, deve, portanto, estar articulado com os demais sistemas. Neste contexto, considerando-se a elaboração de projetos de sistemas de drenagens urbanas sustentáveis, deverá atender-se a necessidade de criação de instrumentos de planejamento para auxiliar a enfrentar a questão da drenagem urbana na cidade.

Segue as principais ações do programa:

- ✓ Contratação de empresa de consultoria para elaboração do projeto e plano diretor de Drenagem de Araguaçu;
- ✓ Elaboração de cadastro técnico atualizado de todo o sistema de drenagem urbana do município de forma integrada, contemplando-se as redes de transporte, estruturas auxiliares e pontos de lançamento;
- ✓ Estudo e levantamento de zonas críticas de erosão e assoreamento para a drenagem urbana na cidade de Araguaçu
- ✓ Elaboração de estudos e projetos executivos de macrodrenagem urbana para regiões críticas com alagamentos.

7.2 Programa de Implementação das Obras de Drenagem

Neste programa trata-se da implementação de ações já previstas, projetadas e especificadas quanto aos sistemas de manejo de águas pluviais principalmente com relação às intervenções estruturais, como a implantação de redes de escoamento e estruturas de drenagem. Tem por objetivo, em grande parte dos casos, ampliar o sistema de drenagem urbana da cidade, atuando-se no controle de pontos de alagamento e controle de erosão e assoreamento.

Já são contempladas obras de redução, retardamento e amortecimento do escoamento das águas pluviais urbanas, além de ampliação da cobertura de rede de escoamento. De forma geral, este programa atende as demandas pelo sistema de drenagem no município e distritos a partir dos estudos e projetos propostos, considerando a forma de controle dos impactos da urbanização à geração de vazões máximas no meio urbano, reduzindo-se assim as inundações/alagamentos e seus prejuízos a população em geral.

Apresentamos as principais ações:

- ✓ Execução da Microdrenagem na área central e bairros mais ocupados;
- ✓ Execução da Manutenção dos canais de macrodrenagem.

7.3 Programa de Recuperação dos corpos d'água

As ações definidas no programa de revitalização dos corpos d'água que visam equacionar os problemas de drenagem de Araguaçu, constituem-se uma contribuição para a melhoria da qualidade de vida da população, pois os resultados esperados extrapolam os objetivos de controle das cheias e solução dos problemas hidráulicos existentes, além de recuperação estética dos corpos d'água.

Este programa de revitalização das águas forma um conjunto de ações definidas com o intuito de melhorar a qualidade e aumentar a quantidade de água nas bacias hidrográficas de Araguaçu, cujos estudos e intervenções está atrelado ao envolvimento comunitário.

Além disso, os programas que compõem o PMSB formam um conjunto coordenado e complementar quanto a diversos fatores, como por exemplo: melhoria das condições de saúde pública, incremento de redes de infraestrutura viária, melhoria do sistema de esgotamento sanitário, adequação da coleta e destinação dos resíduos sólidos, remoção e reassentamento da população em locais distantes das ocupações irregulares e em áreas consideradas de risco e incremento de espaços voltados para o lazer, hoje considerados fundamentais para a melhoria da qualidade de vida da população.

Apresentamos as principais ações do de recuperação dos corpos d'água:

- ✓ Elaborar cadastro cartográfico com identificação das áreas de risco de escorregamento;
- ✓ Projeto e implementação para a erradicação ou minimização das ocupações nas áreas de risco de escorregamento;
- ✓ Estudos de Medidas de Proteção, conservação e recuperação das Áreas de Preservação Permanente (APPs), áreas verdes e de Mananciais;

- ✓ Implementação de Medidas de Proteção, conservação e recuperação das Áreas de Preservação Permanente (APPs), áreas verdes e de Mananciais;
- ✓ Projetos e implementação de dissipadores de energia nos pontos de lançamento da macrodrenagem nos cursos d'água para prevenção de erosão e assoreamento;
- ✓ Desenvolvimento de um programa de Conservação do Solo com controle da erosão e sedimentação nos cursos d'água urbanos,

7.4 Programa de Monitoramento

Apresentadas as proposições e a sustentabilidade econômico-financeira, voltadas para alcançar a universalização da prestação dos serviços nos quatro componentes, água, esgotos, resíduos sólidos e drenagem urbana, faz-se necessário apresentar a forma pelo qual será possível acompanhar a evolução desses serviços. Uma maneira simples e de fácil compreensão de acompanhamento é constituída pelos indicadores que serão apresentados neste capítulo.

Indicadores são, portanto, uma forma simples e eficaz para que a população e mesmo a administração pública municipal possa acompanhar a evolução da prestação dos serviços rumo à universalização. Também o trabalho da agência fiscalizadora e reguladora torna-se mais objetivo.

Após o levantamento da situação atual da prestação dos serviços e da projeção das demandas, foi possível estabelecer o diagnóstico de cada um dos sistemas. Da confrontação dos objetivos com as conclusões do diagnóstico, surge o plano de metas e a descrição das ações necessárias ao cumprimento dos objetivos.

Finalmente, a quantificação dos investimentos necessários para contemplação das metas de cada sistema constituirá o insumo para a busca dos financiamentos correspondentes.

Os indicadores aqui propostos visam o acompanhamento e medição da aderência aos programas, projetos e ações propostas no PMSB.

O conjunto de indicadores apresentado neste capítulo tem por objetivo servir de instrumento de avaliação sistemática do serviço de microdrenagem urbana prestado no município, atribuição típica desse ente federativo. Assim, demonstra seu desempenho e deficiências, com vistas à universalização do serviço, além de verificar a eficiência e eficácia das ações e metas programadas no âmbito deste Plano.

Entenda-se por serviço de microdrenagem urbana prestado de forma adequada e consistente no município, a situação onde a infraestrutura cadastrada, projetada, operada e mantida por órgão municipal competente

foi implantada de acordo com critérios de engenharia em vigor, sendo conhecida, expandida e monitorada segundo esses mesmos critérios.

Segundo essa proposição, a implantação de novos elementos como bocas-de-lobo e galerias seria efetuada após projeto de engenharia onde sua localização e dimensões foram determinadas por critérios técnicos. É com esse cenário relativo à universalização do serviço que os índices foram propostos e parametrizados.

A literatura específica ainda é pouco extensa quanto à proposição de indicadores de maneira que além de utilizar as poucas referências atualmente existentes, também foram propostos alguns outros indicadores visando acompanhar a implantação do serviço e depois a sua operação e manutenção.

Foi dividido em dois subitens, cada um com seu respectivo indicador simples, de forma que ao final se obtenha um indicador composto.

- ✓ Gestão
- ✓ Alcance do cadastro do Serviço
- ✓ Informatização do cadastro da rede de microdrenagem
- ✓ Indicador de cobertura da microdrenagem
- ✓ Indicador de eficiência do sistema de microdrenagem.

À medida que mais informações forem sendo obtidas e o serviço de microdrenagem urbana for estruturado, outros indicadores serão incorporados de forma a propiciar uma avaliação mais efetiva da prestação do serviço no sentido da universalização.

7.5 Programa de Educação Ambiental

Esta ação está relacionada a realização de campanhas direcionadas ao público em geral, com foco nas questões relacionadas a drenagem urbana, informações gerais sobre o sistema de escoamento e culminar com a questão relativa ao usuário, no que diz respeito aos impactos da urbanização com consequente impermeabilização. Além disso, é proposto um programa junto as escolas, para a formação de crianças e adolescentes relacionados às áreas de risco, ocupação de APP, e de forma geral a influência social nestes casos.

Contempla também a formação de critérios básicos para incentivo ao controle da drenagem na fonte com o uso de técnicas compensatórias, como pavimentos permeáveis, trincheiras de infiltração e reservatórios de retenção no lote, com aproveitamento da água pluvial para fins não potáveis como rega de jardins e limpezas.

Apresentamos as principais ações de educação ambiental:

- ✓ Ação de educação ambiental junto a população incentivando a manutenção de áreas verdes de lotes com o objetivo de manutenção de maiores taxas de permeabilidade;
- ✓ Estabelecer incentivos e critérios de orientação para a construção de estruturas de controle na fonte, como pavimentos permeáveis, trincheiras de infiltração e reservatórios de retenção no lote, com aproveitamento da água pluvial para fins não potáveis como rega de jardins e limpezas;
- ✓ Estabelecer programas de educação ambiental nas escolas com crianças e adolescentes sobre ocupação de APP's, inundações urbanas e a influência da componente social sobre a problemática.
- ✓ Ação de educação ambiental da população, incentivando a manutenção de áreas verdes de lotes com o objetivo de manutenção de maiores taxas de permeabilidade.

O Programa de Educação Ambiental – PEA deverá estar em constante sintonia com os demais programas ambientais e com toda a comunidade.

A ampla utilização da Educação Ambiental está garantida na legislação federal e em decreto do Estado do Tocantins. Destaca-se, na legislação estadual, o Decreto Estadual nº1.011, de 15 de maio de 1990, que institui o programa de Educação Ambiental, como descrito no art.1º “destinado a fomentar no cidadão tocaninense, a consciência ambiental, objetivando a prática do desenvolvimento sócio-econômico do Estado do Tocantins, associado a uma gestão adequada do seu meio ambiente”. No art. 2º determina diretrizes para o ensino formal da rede pública e no art. 3º apresenta estratégias para alcançar os objetivos propostos.

Logo, torna-se fundamental o desenvolvimento de um programa de educação ambiental participativo, calcado em enfoque real e voltado para a conservação e uso sustentável dos recursos naturais da região. Deve incluir informações acerca da proteção das áreas legalmente protegidas, proteção a fauna, prevenção de acidentes e disposição adequada dos resíduos sólidos.

OBJETIVOS/ METAS

O PEA pretende fomentar e difundir novos valores em relação ao meio ambiente por meio do conhecimento e reflexão sobre os problemas ambientais e suas relações com a vida humana presente e futura.

Busca valorizar a conservação e o uso sustentável dos recursos naturais da região e a conscientização ambiental, por meio de ações junto à comunidade.

Trata-se também, de manter fluente comunicação com a população do município de Araguaçu-TO, com o repasse de informações sobre os resultados

dos estudos realizados, as características da região e o acompanhamento dos programas para fazer frente a essas alterações, articulando-se e interagindo-se com o Programa de Comunicação Social – PCS.

ÁREA DE ABRANGÊNCIA / PÚBLICO-ALVO

O PEA deve ser implementado no município de Araguaçu-TO, abrangendo os povoados de Marilândia e Baianópolis, sempre havendo o envolvimento de órgãos públicos municipais, comunidade em geral e principalmente das comunidades escolares (discentes e docentes).

BASE LEGAL / NORMATIVA

O processo de institucionalização da educação ambiental no governo federal brasileiro teve início em 1973, com a criação, no poder executivo, da Secretaria Especial do Meio Ambiente, vinculada ao Ministério do Interior. Um segundo passo na institucionalização da educação ambiental foi dado com a Política Nacional de Meio Ambiente, que estabeleceu em 1981 no âmbito legislativo, a necessidade de inclusão da educação ambiental em todos os níveis de ensino, inclusive a educação da comunidade objetivando capacitá-la para a participação ativa na defesa do meio ambiente, evidenciando a capilaridade que se desejava imprimir a essa prática pedagógica. Reforçando essa tendência, a Constituição Federal em 1988, estabeleceu no inciso VI do Artigo 225, a necessidade de “promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente”.

Em 1991, a Comissão Interministerial para a preparação da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Rio-92), considerou a educação ambiental como um dos instrumentos da política ambiental brasileira.

Ainda em 1991, foram criadas duas instâncias no poder executivo destinadas a lidar exclusivamente com esse aspecto: o Grupo de Trabalho de Educação Ambiental do MEC, que em 1993 se transformou na Coordenação Geral de Educação Ambiental (COEA/MEC); e a Divisão de Educação Ambiental do IBAMA.

No ano seguinte, em 1992, foi criado o Ministério do Meio Ambiente, e em julho desse mesmo ano, o IBAMA instituiu os Núcleos de Educação Ambiental em todas as Superintendências Estaduais, visando operacionalizar as ações educativas no processo de gestão ambiental na esfera estadual.

No contexto da dinâmica internacional, o Tratado de Educação Ambiental para Sociedades Sustentáveis e Responsabilidade Global, estabelecido em 1992 no Fórum Global durante a realização da Rio-92, constituiu-se como outro marco mundial relevante para a educação ambiental, por ter sido elaborado

no âmbito da sociedade civil, e por reconhecer a educação ambiental como um processo dinâmico em permanente construção, orientado por valores baseados na transformação social. Durante a Rio-92, com a participação do MEC, também foi produzida a Carta Brasileira para Educação Ambiental que, entre outras coisas, reconhece ser a Educação Ambiental um dos instrumentos mais importantes para viabilizar a sustentabilidade como estratégia de sobrevivência do planeta e, conseqüentemente, de melhoria da qualidade de vida humana.

Em dezembro de 1994 foi criado o Programa Nacional de Educação Ambiental (PRONEA), em função da Constituição Federal de 1988 e dos compromissos internacionais assumidos com a Conferência do Rio, compartilhado pelo então Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal e pelo Ministério da Educação e do Desporto, com a parceria do Ministério da Cultura e do Ministério da Ciência e Tecnologia. O PRONEA foi executado pela Coordenação de Educação Ambiental do MEC e pelos setores correspondentes do MMA/IBAMA, responsáveis pelas ações voltadas respectivamente ao sistema de ensino e à gestão ambiental, embora também tenha envolvido em sua execução, outras entidades públicas e privadas do país. O PRONEA previu três componentes: (a) capacitação de gestores e educadores, (b) desenvolvimento de ações educativas e (c) desenvolvimento de instrumentos e metodologias.

Em 1997, durante a 1ª Conferência de Educação Ambiental, realizada em Brasília, foi produzido o documento “Carta de Brasília para a Educação Ambiental”, contendo cinco áreas temáticas: (a) educação ambiental e as vertentes do desenvolvimento sustentável; (b) educação ambiental formal: papel, desafios, metodologias e capacitação; (c) educação no processo de gestão ambiental: metodologia e capacitação; (d) educação ambiental e as políticas públicas: PRONEA, políticas de recursos hídricos, urbanas, agricultura, ciência e tecnologia; (e) educação ambiental, ética, formação da cidadania, educação, comunicação e informação da sociedade.

Em 1999 foi aprovada a Lei nº9.795/99, que dispõe sobre a Política Nacional de Educação Ambiental. Em 2000, a educação ambiental integra o Plano Plurianual do Governo (2000-2003), agora institucionalmente vinculado ao Ministério do Meio Ambiente, contemplando sete ações realizadas pelo MMA, IBAMA, Banco do Brasil e Jardim Botânico do Rio de Janeiro.

Em 2003 foi sancionada a Lei nº1.374, de 08 de abril de 2003, que dispõe sobre a Política Estadual de Educação Ambiental do Estado do Tocantins, conforme publicação no Diário Oficial nº 1.425.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O conceito básico do PEA é o da melhoria da qualidade de vida da população da comunidade, a partir da sua conscientização e sensibilização, pela incorporação de práticas de educação ambiental no seu cotidiano. Constituem o público-alvo do programa os seguintes segmentos sociais: funcionários públicos e a população em geral do município de Araguaçu-TO.

É importante destacar que as comunidades de Marilândia e de Baianópolis também estão incluídas no PAE. Com isso, as ações deverão ser desenvolvidas em várias frentes, envolvendo diferentes agentes e equipamentos sociais, tais como palestrantes educadores das redes estadual e municipal, fiscais dos órgãos ambientais, técnicos, ambientalistas e funcionários dos órgãos municipais que atuam nas áreas de educação, saúde e saneamento.

O PEA, por meio de suas práticas pedagógicas, atuará nos processos de comunicação com a população, por meio de dinâmicas que busquem a efetiva participação de todos os setores da comunidade, em todas as faixas etárias, atuando como parceiros na disseminação de informações sobre o empreendimento e contribuindo para a preservação ambiental na região. Para avaliação e definição dos temas a serem abordados e desenvolvidos durante a implantação do projeto, deverá ser realizado um levantamento com o público-alvo sobre as questões prioritárias na região, em escala de importância.

Conteúdos que necessariamente deverão ser explorados, dentre outros que serão incorporados no transcorrer dos trabalhos a serem desenvolvidos: (a) controle do desmatamento, principalmente nas áreas legalmente protegidas; (b) proteção das áreas de preservação permanente; (c) recolhimento, separação e destino final dos resíduos sólidos; (d) conservação dos recursos naturais; (e) legislação ambiental vigente.

A) Formação de Grupo Interdisciplinar

Deverá ser formado grupo interdisciplinar para elaborar projetos específicos para os diferentes segmentos do público-alvo, com definição de conteúdos e estratégias, bem como de parcerias com agências governamentais e entidades não governamentais que deverão atuar na implementação das ações previstas. Este grupo poderá ser formado diretamente por órgãos públicos municipais ou em conjunto com entidades não governamentais com interesse nos temas a serem desenvolvidos. Entre os conteúdos que necessariamente deverão ser definidos pelo grupo interdisciplinar encontram-se:

- ✓ controle do desmatamento e formas de evitar a supressão desnecessária de vegetação;
- ✓ recolhimento, separação e destino final dos resíduos sólidos recicláveis, pelos alunos da rede pública de ensino, serviços de limpeza urbana das

prefeituras e funcionários/população em geral do perímetro e adjacências.

B) Formação de Multiplicadores

Formação de multiplicadores inteirados das questões ambientais gerais, das especificidades que envolvem a preservação dos recursos naturais locais e, que compreendam os interesses dos diferentes grupos sociais em relação aos problemas ambientais. Os multiplicadores serão os responsáveis pela sensibilização e mobilização da população frente à realidade ambiental local e para o desenvolvimento das ações previstas. Deverão ser recrutados, prioritariamente, entre professores das redes públicas de ensino nos municípios, bem como entre lideranças comunitárias. Poderão ainda, a critério órgão executor, ser técnicos especializados contratados para suprir eventual ausência desses profissionais ou de líderes.

C) Realização de Eventos

Após um ano de pleno funcionamento do Programa, deverá ser realizada exposição fotográfica sobre os resultados obtidos com a execução do Plano de Saneamento, fundamentalmente sobre as condições de vida e a melhoria ambiental do município. Tais eventos servirão como estímulo à participação da população, além de funcionarem como importante instrumento de avaliação das medidas adotadas.

D) Conteúdos Mínimos Específicos por Público-Alvo

O material básico para os diferentes segmentos do público-alvo deverá ser concebido pelo grupo interdisciplinar responsável pelos projetos específicos, contemplando suas peculiaridades. Esses diferentes segmentos poderão participar de diversos projetos ou temas associados à conservação do ambiente natural. A educação ambiental, por ter caráter permanente, deve ser periodicamente avaliada pelos multiplicadores e o público-alvo, de modo a que possa adequar-se a novas situações ambientais, pautando-se na realidade em transformação. Dessa forma, são aqui apontados conteúdos mínimos específicos iniciais e que, após 1 (um) ano, deverão ser reavaliados, juntamente com seus resultados.

d.1) Funcionários Públicos

Os funcionários são alvo de vários procedimentos visando sua capacitação. Assim sendo, é recomendável que as diferentes ações pedagógicas a serem desenvolvidas sejam enfileiradas num único conjunto, de modo a poupar esse grupo de pessoas de uma sobrecarga de reuniões e discussões sobre temas que se tangenciam. A forma de produção e a gestão do órgão devem

envolver as questões ambientais. Esses funcionários e suas famílias também deverão receber suporte para decidir sobre seu interesse em participar de atividades, ecologicamente sustentáveis, que possam ser desenvolvidas em paralelo com suas atividades.

Durante a fase de implementação do Programa, deverão ser mantidas discussões, no sentido de que, nas novas e já existentes práticas a serem introduzidas, sejam analisados, selecionados e utilizados os princípios do desenvolvimento sustentável que se apliquem às suas atividades, associando-as a disposição adequada dos resíduos e efluentes geradores no empreendimento e em suas residências e à conservação dos recursos hídricos e demais recursos naturais predominantes na região. A partir dessas discussões, prevê-se a elaboração de ações, contendo:

- ✓ uso racional da água e da energia elétrica;
- ✓ drenagem urbana;
- ✓ conservação das nascentes e corpos d'água;
- ✓ conservação de mananciais superficiais e subterrâneos, de abastecimento público;
- ✓ disposição de águas servidas e lançamento de esgotos domésticos;
- ✓ coleta e disposição de lixo doméstico;
- ✓ e outras que tenham sido selecionadas como relevantes nas reuniões.

d.2) Alunos da Rede Escolar

Uma das questões que mais diretamente afetam a vida da população é a degradação ambiental. É essencial, por isso, que a escola incorpore o tema em seu planejamento, estimulando o debate sobre as questões que envolvem as relações do homem com a natureza, em suas diferentes dimensões, bem como a adoção de práticas concretas de preservação e conservação do ambiente. Já existem, no Estado do Tocantins, programas escolares e outros desenvolvidos por ONG's que trabalham na Educação Ambiental de crianças. Os responsáveis por tais iniciativas deverão ser parceiros preferenciais na implementação deste programa.

Num primeiro momento, deverá ser aproveitado material já produzido pelos Programas de Educação Ambiental em execução no Estado. Posteriormente, os agentes multiplicadores poderão ampliar o material de divulgação e introduzir novas atividades, de acordo com as possibilidades de sua prática interativa com o público-alvo. Por meio da educação formal, deverão ser desenvolvidas ações voltadas para a coleta seletiva de lixo, práticas de higiene pessoal adequadas, plantio de mudas, conservação e tratamento da água potável, etc. e outras voltadas para a conscientização das crianças e adolescentes quanto à necessidade e possibilidades de conservação dos recursos naturais e cuidados de saúde.

d.3) População urbana e dos povoados

Assim como os alunos da rede escolar, toda a população deve ser alvo de ações de sensibilização quanto à necessidade e possibilidades de conservação dos recursos naturais. A Educação Ambiental voltada às crianças e aos adolescentes deverá buscar a incorporação dessas populações, para o qual poderão também ser realizados cursos de curta duração (um dia) sobre a proteção do meio ambiente, ministrados por agentes multiplicadores locais ou ONG's, por exemplo.

ETAPAS / PRAZOS / CRONOGRAMA

O PEA será desenvolvido por meio da realização de campanhas trimestrais nos dois primeiros anos, após a aprovação do presente documento (Plano Municipal de Drenagem Urbana), e semestrais após este período.

Tabela 13. Cronograma de execução do PEA¹

ATIVIDADES	EXECUÇÃO (meses)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Mobilização da equipe técnica	■											
Estabelecimento de parcerias	■											
Realização de campanhas			■			■			■			■

Após 1 (um) ano de sua implantação, o grupo interdisciplinar responsável pelo desenvolvimento do Programa de Educação Ambiental deverá realizar, em conjunto com os agentes multiplicadores e representantes do público-alvo, reuniões de avaliação dos resultados obtidos, para que se possa introduzir eventuais correções de rumo, bem como incorporar novas iniciativas e sugestões dos participantes.

INDICADORES DE DESEMPENHO

Como indicadores de desempenho para o PEA, citam-se: (a) número de ações/atividades socioambientais (palestras, oficinas, cursos, visitas técnicas, dentre outras) desenvolvidas no processo de consolidação das metas a serem atingidas; (b) população atingida, por categoria (sociedade civil organizada, ONG's, instituições públicas e privadas, comunidades escolares, funcionários públicos, etc.); (c) número de multiplicadores (professores, profissionais/funcionários da prefeitura de Araguaçu), mediante a realização de cursos temáticos.

RECURSOS HUMANOS / MATERIAIS

Para a execução do PEA será constituída equipe multidisciplinar formada, no mínimo, pelos seguintes profissionais: (a) Jornalista, com formação em

¹ O cronograma se repete para os dois anos subsequentes, podendo manter a mesmas equipes e parceiras.

Comunicação Social – coordenação das atividades de campo e elaboração de textos de divulgação, material gráfico; (b) Assistente Social e (c) Educador Ambiental (profissional da Biologia, Geografia ou Engenharia Ambiental, com especialização em Educação Ambiental, em qualquer um dos casos).

PARCERIAS

A implementação do PEA deve ocorrer mediante a articulação com os seguintes atores no processo de consolidação das metas a serem atingidas: (a) Prefeitura Municipal de Araguaçu, por meio de suas Secretarias de Educação; (b) Órgãos Ambientais (NATURATINS e IBAMA); (c) Sociedade Civil Organizada; (d) Organizações não-Governamentais – ONG's; (e) instituições de ensino e pesquisa.

INTERFACE COM OUTROS PROGRAMAS / PLANOS

O PEA tem interação direta com todos os programas previstos neste PMGIRS, especialmente com o Programa de Comunicação Social, na medida em que promoverá, de modo articulado, ações socioambientais abordando os mais variados temas inerentes ao empreendimento em estudo.

7.6 Programa de Comunicação Social

O Programa de Comunicação Social – PCS ora proposto integra o conjunto de Programas Ambientais destinados a minimizar ou eliminar os impactos ambientais negativos e potencializar os impactos positivos decorrentes da disposição final dos resíduos sólidos, sendo fundamental para esclarecer à população, quanto: (a) aos impactos que o mesmo acarreta ao meio ambiente e às comunidades; (b) às medidas mitigadoras e compensatórias que serão adotadas.

Assim, o Município deve criar e manter um canal de comunicação com as comunidades afetadas, de modo a possibilitar um bom relacionamento e facilitar o processo de integração entre os gestores municipais e os diversos atores sociais envolvidos.

O desenvolvimento do PCS tem como premissa básica o estabelecimento de um relacionamento construtivo entre os gestores municipais e os diferentes atores sociais. Para tanto, as informações divulgadas devem objetivar o correto entendimento do que é o PMDU como parte integrante do Plano Municipal de Saneamento, suas diversas fases constituintes, a legislação aplicável, os Projetos Ambientais inerentes à sua implantação, os impactos positivos e negativos decorrentes da gestão do Plano.

Deve-se garantir ainda, que o material de divulgação possua as seguintes características preponderantes: (a) transparência: as informações devem ser transmitidas com a maior fidedignidade, para que se estabeleça uma relação

de credibilidade entre os gestores municipais e população; (b) acessibilidade: as mensagens devem ser transmitidas em linguagem clara e objetiva, de maneira a serem compreendidas e assimiladas pelos indivíduos ou grupos de indivíduos a quem se destinam.

OBJETIVOS/ METAS DO PROGRAMA

Gerais

Manter um canal direto de comunicação e informação entre os gestores municipais e a população de Araguaçu, com vistas a esclarecer à comunidade sobre o PMS, suas conseqüências ambientais positivas e negativas (em caso de má gestão), assim como as medidas mitigadoras, compensatórias ou potencializadoras adotadas.

Específicos

Divulgar o Plano junto à população, fazendo conhecer a sua importância nos contextos local, regional e nacional, assim como os benefícios sociais e econômicos decorrentes e contribuir para a minimização dos impactos ambientais negativos gerados pelos resíduos.

ÁREA DE ABRANGÊNCIA / PÚBLICO-ALVO

O PCS deve ser implementado no município de Araguaçu-TO, abrangendo os povoados de Marilândia e Baianópolis, sempre havendo o envolvimento de órgãos públicos municipais, comunidade em geral e principalmente das comunidades escolares (discentes e docentes).

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

As estratégias de ação definidas no PCS deverão ter como base os diferentes canais de comunicação e os espaços institucionais e/ou comunitários existentes. Assim sendo, a seguir encontram-se listadas as quatro linhas de ação a serem seguidas, de acordo com as metas estabelecidas para o desenvolvimento eficiente deste programa.

A) Divulgação das Ações em Rádios e Jornais

A divulgação das ações desenvolvidas nos principais meios de comunicação (rádios e jornais) da área de influência se constituirá no primeiro passo para o estabelecimento da comunicação entre os diferentes atores envolvidos.

Esta estratégia de ação deverá atingir o maior contingente possível do público-alvo. Deverá ser veiculada uma nota à população, informando sobre as ações, sua importância, alertando para as atividades que estarão sendo

desenvolvidas e os cuidados necessários para manter uma melhor qualidade ambiental.

B) Distribuição de Folders

Os folders constituem-se em material informativo a ser distribuído a todos os segmentos constituintes da comunidade. Deverão conter informações sucintas sobre as ações desenvolvidas, o Plano de Saneamento, os impactos ambientais, os programas ambientais, bem como a legislação ambiental aplicável. A distribuição destes informativos impressos deverá ocorrer durante um período de 2 (dois) anos, com periodicidade trimestral, acompanhando-se as ações/atividades dos demais programas, por meio de mala direta e nas reuniões com a comunidade e os funcionários e em eventos que, por ventura, venham a ser realizados no município de Araguaçu – TO.

Deverá ser efetuada a distribuição junto às instituições públicas, à sociedade civil organizada, às universidades, aos cidadãos interessados, bem como a toda comunidade do município e dos povoados.

C) Realização de Reuniões

Esta estratégia tem como objetivo estabelecer um espaço de discussão com a comunidade, onde serão fornecidas informações sobre as ações já executadas, a duração das ações que serão desenvolvidas, os impactos e os projetos ambientais, as normas de segurança, os cuidados ambientais e as formas de comunicação para o encaminhamento de reclamações e sugestões.

A divulgação da realização das reuniões deverá ocorrer previamente, por meio de convites enviados por correspondência ou corpo a corpo.

D) Procedimentos Operacionais

Constituem o público-alvo do presente programa todas as instituições interessadas no desenvolvimento econômico e social do município de Araguaçu - TO. Nesta medida, este é um programa aberto, sujeito a inclusão do maior número possível de instituições e voltado para a mobilização e sensibilização social neste sentido. O material a ser produzido (textos para rádios e jornais; folders; cartilhas, cartazes, outros que julgarem necessários) devem abordar os mais diversos assuntos, no contexto do governo municipal, tanto quanto a sua operacionalização, quanto aos resultados dos programas ambientais a serem executados, dentre outros temas considerados relevantes, sempre pertinentes aos aspectos socioambientais inerentes ao município em questão.

Recomenda-se, para a implementação do PCS, em estreita articulação com o Programa de Educação Ambiental – PEA, a realização de campanhas

trimestrais nos dois primeiros anos e semestrais após este período, devendo ser conduzidas por equipe técnica multidisciplinar, com envolvimento de órgãos públicos estaduais e municipais e especialmente da sociedade civil organizada, das comunidades escolares (discentes e docentes) e dos funcionários/fornecedores/colaboradores da prefeitura municipal.

ETAPAS / PRAZOS / CRONOGRAMA

O PCS será desenvolvido por meio da realização de campanhas trimestrais nos dois primeiros anos, após a aprovação do presente documento (Plano Básico Ambiental – PBA), e semestrais após este período.

Tabela 14. Cronograma de execução do PCS²

ATIVIDADES	EXECUÇÃO (meses)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Mobilização da equipe técnica	■											
Estabelecimento de parcerias	■											
Produção de material gráfico		■			■			■			■	
Realização de campanhas			■			■			■			■

Após 1 (um) ano de sua implantação, o grupo interdisciplinar responsável pelo desenvolvimento do Programa de Comunicação Social deverá realizar, em conjunto com os agentes multiplicadores e representantes do público-alvo, reuniões de avaliação dos resultados obtidos, para que se possa introduzir eventuais correções de rumo, bem como incorporar novas iniciativas e sugestões dos participantes.

INDICADORES DE DESEMPENHO

Como indicadores de desempenho para o PCS, citam-se: (a) número de material (relatórios, laudos, folders, boletins, dentre outros) produzido e disponibilizado aos atores envolvidos no processo de consolidação das metas a serem atingidas; (b) população atingida, por categoria (sociedade civil organizada, ONG's, instituições públicas e privadas, comunidades escolares, funcionários/fornecedores/colaboradores do governo municipal etc.); (c) número de divulgações em rádios/jornais.

² O cronograma se repete para os dois anos subsequentes, podendo manter a mesmas equipes e parcerias.

RECURSOS HUMANOS / MATERIAIS

Para a execução PCS será constituída equipe multidisciplinar formada, no mínimo, pelos seguintes profissionais: (a) Jornalista, com formação em Comunicação Social – coordenação das atividades de campo e elaboração de textos de divulgação, material gráfico; (b) Assistente Social e (c) Educador Ambiental (profissional da Biologia, Geografia ou Engenharia Ambiental, com especialização em Educação Ambiental, em qualquer um dos casos), na medida em que haverá interface direta com o Programa de Educação Ambiental.

PARCERIAS

A implementação do PCS deve ocorrer mediante a articulação com os seguintes atores no processo de consolidação das metas a serem atingidas: (a) Prefeitura Municipal de Araguaçu; (b) Órgãos Ambientais (NATURATINS e IBAMA); (c) Sociedade Civil Organizada; (d) Organizações não-Governamentais – ONG's.

INTERFACE COM OUTROS PROGRAMAS / PLANOS

O PCS tem interação direta com todos os programas previstos neste PMGIRS, especialmente com o Programa de Educação Ambiental, na medida em que promoverá, de modo articulado, a divulgação e socialização das informações geradas.

8 ESTIMATIVA DE CUSTOS DE INVESTIMENTO E SERVIÇOS

Os custos apresentados na tabela 7 são estimativas a partir de quantidades médias de algumas estruturas padronizadas, como por exemplo: os poços de visitas (PV), as bocas de lobo (BL), os condutos elos entre PV-BL e BL-BL e os volumes de escavações.

Tabela 15 – Estimativas de custos com o sistema drenagem

Especificação	Unidade	Quantidade	R\$	Total (R\$ 1,00)
Condutos ϕ 300	m	1200	35,00	R\$ 42.000,00
Condutos ϕ 400	m	6756	50,00	R\$ 337.800,00
Condutos ϕ 600	m	3569	90,00	R\$ 321.210,00
Condutos ϕ 800	m	3246	150,00	R\$ 486.900,00
Condutos ϕ 1000	m	1024	210,00	R\$ 215.040,00
Condutos ϕ 1200	m	830	280,00	R\$ 232.400,00
PV	Ud	151	12000,00	R\$ 1.812.000,00
BL	Ud	450	2500,00	R\$ 1.125.000,00
Escavações	m ³	23200	150,00	R\$ 3.480.000,00
Total geral				R\$ 8.052.350,00

9 AÇÕES PARA EMERGÊNCIAS E CONTINGÊNCIAS

As ações de contingência e emergência possuem finalidade preventiva e corretiva, tendo como objetivo evitar possíveis acidentes, utilizando métodos de segurança a fim de evitar o comprometimento ou a paralisação do sistema de saneamento básico, aumentando o nível de segurança quanto ao atendimento da população.

As ações de caráter preventivo, mais ligadas à contingência, possuem a finalidade de evitar acidentes que possam comprometer a qualidade dos serviços prestados e a segurança do ambiente de trabalho, garantindo também a segurança dos trabalhadores. Essas ações dependem de: manutenção estratégica, prevista por meio de planejamento, ação das áreas de gestão operacional, controle de qualidade, suporte de comunicação, suprimentos e tecnologia de informação, entre outras.

Já em casos de ocorrências atípicas que possam vir a interromper os serviços de saneamento básico, situação mais relacionada às situações de emergência, os responsáveis pela operação devem dispor de todas as estruturas de apoio como mão de obra especializada, material e equipamento para a recuperação dos serviços no menor prazo possível. Portanto, enquanto o plano de contingência aborda ações programadas de interrupção dos serviços, a de emergência lida com situações de parada não programada.

As ações preventivas servem para minimizar os riscos de acidentes, além de orientar os setores responsáveis a controlar e solucionar os impactos causados por alguma situação crítica não esperada.

São elencadas a seguir ocorrências possíveis para o sistema de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas, sendo previsto seus respectivos planos de contingência e emergência.

Tabela 16 - Riscos potenciais – drenagem e manejo de águas pluviais urbanas

OCORRÊNCIA	AÇÕES
Situações de alagamento, problemas relacionados à microdrenagem	• Mobilizar os órgãos competentes para a realização da manutenção da microdrenagem • Acionar a autoridade de trânsito para que sejam traçadas rotas alternativas a fim de evitar o agravamento do problema. • Acionar o técnico responsável designado para verificar a existência de risco à população (danos a edificações, vias, risco de propagação de doenças, etc.). • Propor soluções para resolução do problema, com a participação da população e informando a mesma sobre.
Inundações, enchentes provocadas	• Criar sistema de monitoramento que possa

OCORRÊNCIA	AÇÕES
pelo transbordamento de rios, córregos ou canais de drenagem.	identificar “a priori” a intensidade da enchente e acionar o sistema de alerta respectivo, bem como dar partida às ações preventivas, inclusive remoção da população potencialmente atingível. • Comunicar o setor responsável (prefeitura ou defesa civil) para verificação de danos e riscos a população. • Comunicar o setor de assistência social para que sejam mobilizadas as equipes necessárias e a formação dos abrigos. • Estudo para controle das cheias nas bacias. • Medidas para proteção.
Inexistência ou ineficiência da rede de drenagem urbana.	• Verificar o uso do solo previsto para a região. • Comunicar ao setor de planejamento a necessidade de ampliação ou correção da rede de drenagem. • Comunicar ao setor de fiscalização para detecção do ponto de lançamento e regularização da ocorrência. • Limpeza da boca-de-lobo.
Presença de materiais de grande porte, como carcaças de eletrodomésticos, móveis ou pedras.	• Aumentar o trabalho de conscientização da população sobre a utilização dos canais de drenagem. • Comunicar o setor de manutenção sobre a ocorrência. • Aumentar a eficiência e cobertura da limpeza pública.
Assoreamento de bocas-de-lobo, bueiros e canais.	• Comunicar o setor de manutenção sobre a ocorrência. • Verificar se os intervalos entre as manutenções periódicas se encontram satisfatórios. • Aumentar a eficiência e cobertura da limpeza pública.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CANHOLI, ALUÍSIO - Drenagem Urbana e Controle de Enchentes. Editora Oficina de Textos, 304 p., 2005.
- CETESB/DAEE - Drenagem Urbana : Manual de Projeto. Editora da CETESB. São Paulo, SP, 1978.
- MCCUEN, R.H. - A guide to hydrologic analysis using SCS methods - Englewood Cliffs: Prentice-Hall, c1982.
- POMPÊO, C.A. - Notas de Aula em Drenagem Urbana. UFSC, 59p., mimeo. Florianópolis, SC, 1996
- POMPÊO, C.A. – Drenagem Urbana Sustentável, Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Vol.5(1) , Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2000, pp. 15-24.
- PORTO, R. L. - Técnicas quantitativas para o gerenciamento de recursos hídricos, Porto Alegre : Ed. da UFRGS, ABRH, 1997.
- PORTO, R. M. Hidráulica Básica, USP, EESC, 1999.
- RIGHETTO, A. M. Hidrologia e Recursos Hídrico. São Carlos, EESC/USP 1998.
- STORM WATER MANAGEMENT MODEL – USER'S MANUAL EPA/600/R-05/040 – JULY 2010.
- TUCCI, C.E.M. - Hidrologia : ciência e aplicação- Porto Alegre : Ed. da UFRGS, 1997.
- TUCCI, C.E.M; PORTO, R.L. e BARROS,M.T. - Drenagem Urbana. Editora da Universidade/UFRGS, Porto Alegre, RS, 1995.
- WILKEN, P.S. - Engenharia de Drenagem Superficial. Editora da CETESB. São Paulo, SP, 1978.