



INTRODUÇÃO

A elaboração de projetos de drenagem urbana exige uma normalização e uma programação, pondo a prova os critérios e as situações reais que constituem a drenagem urbana. As Diretrizes básicas são dadas através do Plano Diretor de Drenagem Urbana - PDDU, que possibilitará o planejamento de obras, tipo de ocupação e utilização de áreas, etc. Sendo cada uma das propostas, elaborada pelo PDDU, implantadas de acordo com suas prioridades e disponibilidades financeiras.

A partir da identificação das causas e dos efeitos dos problemas relacionados com a drenagem urbana, devem-se propor as medidas de “controle” do escoamento da água superficial. Na bibliografia técnica sobre o tema “Drenagem Urbana”, podemos encontrar uma diferenciação entre cheia e inundação, sendo a primeira associada como uma manifestação natural e a segunda entendida como o conflito entre as águas e a ocupação que o homem faz do solo. Pois, a impermeabilização do solo resulta na redução da capacidade natural de armazenamento das águas pluviais gerando a necessidade de mecanismos que conduzam e afastem tais deflúvios, além da adoção de práticas preventivas como a infiltração e armazenamento da água no solo, dispositivos hidráulicos, pavimentos permeáveis e mecanismos de retenção de água nos lotes urbanos. Além disso, o Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDU) deve ser periodicamente revisado, atualizado e recomendar processos de capacitação de profissionais envolvidos com a urbanização, da população, dos poderes públicos, etc.

Os Planos de Drenagem Urbana devem ser elaborados considerando a bacia hidrográfica no qual ela está inserida. Um plano de drenagem urbana deverá considerar, entre outras atividades, o levantamento das características do meio físico da bacia de drenagem, principalmente aquelas que influenciam nos deflúvios superficiais. Assim o referido plano deve padronizar os procedimentos de análise hidrológica e hidráulica, permitindo que as intervenções futuras realizadas pelos órgãos das administrações estadual e municipal ou por concessionárias, ocorram de forma harmônica, com vistas em alcançar maior eficácia e economia. Deve ainda prever a formulação de planos alternativos de controle e/ou correção de sistemas de drenagem, explicitando os respectivos objetivos: a análise da viabilidade técnica e



**Plano de Macrodrenagem Urbana do Município
de Marabá Paulista/SP.**
Relatório Final – Março de 2015.



econômica das alternativas, considerando também os aspectos sociopolíticos (aceitação pela comunidade) e ambientais; e uma metodologia consistente para a seleção da melhor alternativa.

Os sistemas de drenagem urbana constituem-se em interferências, na bacia hidrográfica, que exigem avaliação de caráter preventivo, seja pela sua situação atual, seja pela projeção futura dessa ocupação urbana. Desta forma, para evitar situação potencial de enchentes no futuro, deve ser adotadas as medidas preventivas necessárias da gestão da drenagem urbana, recomendadas no presente estudo; tais como, reconhecimento e dimensionamento das condições das cheias e das áreas vulneráveis, por meio de uma ação permanente de controle do uso e ocupação do solo, com a minimização da ocupação das áreas de fundos de vale. Com isso, é de extrema importância para a cidade o estudo de macrodrenagem para que a municipalidade possa solucionar de forma adequada eventuais problemas causados pelo acúmulo “descontrolado” das águas pluviais, e que o planejamento adequado venha direcionar a implantação de galerias e obras correlatas, evitando-se assim ações isoladas e paliativas, e que, o plano de macrodrenagem urbana seja incorporado no futuro no “Plano Diretor” do Município.

Neste contexto, a elaboração do Plano de Macrodrenagem Urbana do município de Marabá Paulista está considerando e adotando como critérios:

1. As bacias hidrográficas que compõem a área em estudo, ou seja, até o ponto de confluência do respectivo corpo d'água principal com o afluente de ordem superior mais próximo à jusante, mesmo que fora dos limites da área urbana;
2. Para efeitos dos dimensionamentos as chuvas com Período de Retorno correspondente a 100 anos, para a macrodrenagem, e de 25 anos para os correspondentes à microdrenagem;
3. O sistema de galeria urbana, já existente no município bem como as obras que venham a ser prevista pelo plano é e será gerido pela Secretaria de Obras;



**Plano de Macrodrenagem Urbana do Município
de Marabá Paulista/SP.**
Relatório Final – Março de 2015.



4. Analise das condições do planejamento de uso e ocupação do solo, com destaque para as medidas que visem estimular a sua não impermeabilização, e a redução das vazões de cheias na zona definida como de expansão urbana;
5. Para as obras consideradas devem ser apresentadas as licenças ambientais fornecidas pelos órgãos de meio ambiente competente;
6. As condições de operação, pelo Executivo Municipal, das redes existentes, bem como do gerenciamento daquelas previstas para o futuro;
7. O compromisso da Prefeitura Municipal de Marabá Paulista de fornecer as informações relativas à evolução dos sistemas municipais sempre que solicitadas pelo Sistema Nacional de Informações em Saneamento (SNIS);
8. Na aquisição de algum equipamento, qualquer que seja o seu tipo, será apresentada a respectiva licença de operação pelo órgão competente, com o respectivo plano operacional;
9. Continuidade em caráter permanente, das medidas relativas ao controle do uso do solo que garantam a sustentabilidade futura e benefícios econômicos, sociais e ambientais das ações, medidas e obras propostas;



**Plano de Macro drenagem Urbana do Município
de Marabá Paulista/SP.**
Relatório Final – Março de 2015.



Diante disso e em consonância com o termo de referência para a elaboração do Plano de Macro drenagem do Município de Marabá Paulista, foram obedecidas as seguintes atividades e etapas:

- A.** Caracterização e definição da área de estudo, compreendendo o conjunto de bacias hidrográficas e avaliação hidrológica e hidráulica, considerando a projeção futura da ocupação do solo para cada uma delas, com o horizonte mínimo de 20 anos;
- B.** Elaboração da caracterização hidrológica e hidráulica da área de estudo (bacia e/ou área de contribuição), através das seguintes etapas de trabalho:
 - Cotas características (máxima e mínima) de cada bacia (área) a ser avaliada.
 - Comprimento de cada trecho entre pontos.
 - Diferença de nível entre pontos sucessivos.
 - Declividade de cada trecho e bacia de montante.
 - Área de drenagem a montante de cada ponto em estudo.
 - Tempos de concentração de cada bacia de montante.
 - Estudo IDF e definição da “chuva de projeto” a ser assumida na condição de avaliação.
 - Definição das situações de adensamento Urbano (atual e futura), e estabelecimento dos respectivos coeficientes de escoamento superficial direto (CESD).
 - Cálculos dos volumes de cheias para cada área de drenagem avaliada.
 - Cálculos das vazões máximas de cheia para cada área de drenagem avaliada.
 - Comparação dos cálculos das vazões máximas de cheia e capacidade de escoamento para cada trecho considerado da área e/ou região.
 - Definição de alternativas de dimensionamento hidráulico para cada trecho em estudo.



**Plano de Macro drenagem Urbana do Município
de Marabá Paulista/SP.**
Relatório Final – Março de 2015.



- Elaboração dos estudos hidrológicos e os dimensionamentos hidráulicos necessários.
- Elaboração do Relatório Final do Plano de Macro drenagem do Município de Marabá Paulista.

Na realização do presente estudo foi atendido o termo de referência apresentado pela Prefeitura Municipal de Marabá Paulista. Além disso, foram adotados os métodos de cálculo de cheia e demais critérios recomendados pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica - DAEE, para estudos hidrológicos de cheias em bacias hidrográficas, inclusive quanto a informações disponíveis de chuvas intensas do Estado de São Paulo. As etapas que compõem o PMDU da área de estudo estão representadas na figura 1.

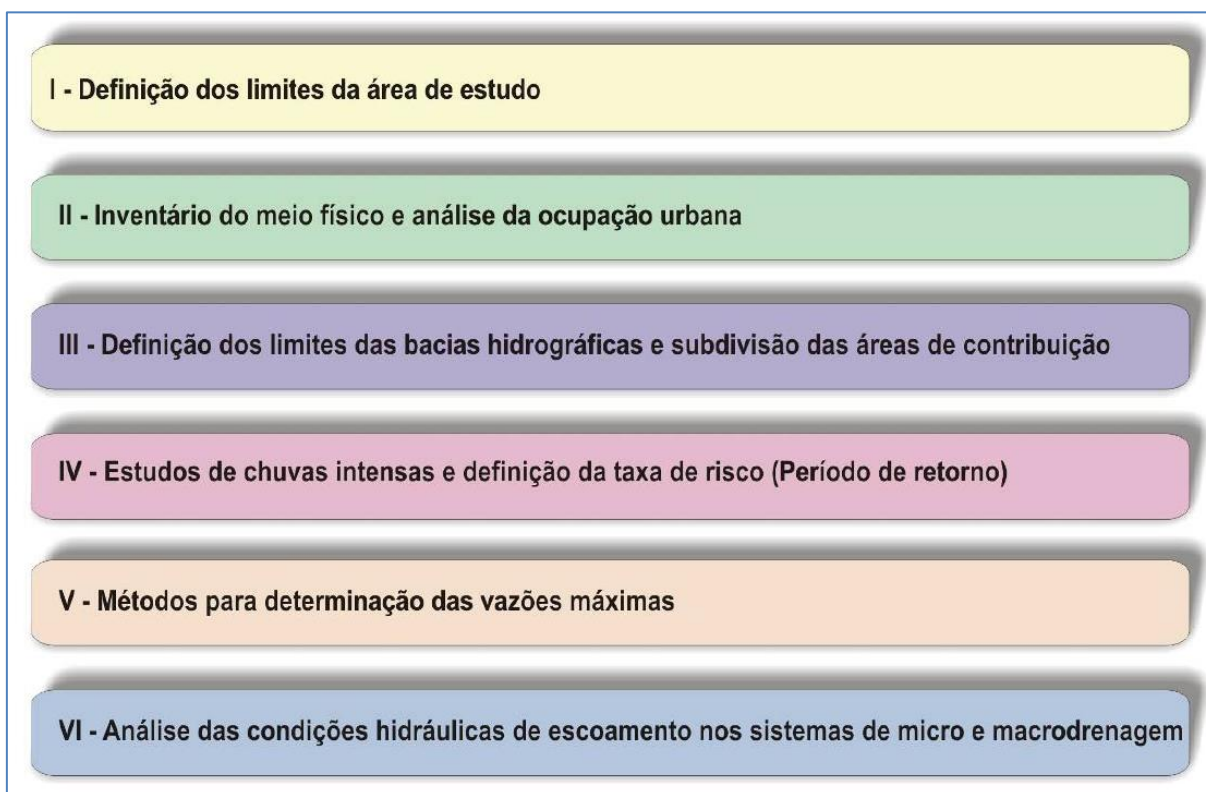


Figura 1 – Etapas do plano de drenagem urbana.

Neste contexto, foi elaborado o Plano de Macro drenagem Urbana do Município de Marabá Paulista, Empreendimento: 2012-PP-304 Contrato FEHIDRO: 133/2013.



1. CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO E DA ÁREA DE ESTUDO

1.1. Histórico

O município de Marabá Paulista teve origem numa povoação denominada Areia Dourada, constituída na década de 1930, em terras das fazendas Santo Antônio e Ribeirão das Antas, no município de Presidente Venceslau. Em 1938, vários colonos, especialmente nordestinos, chegaram ao local iniciando a cultura do algodão [...]. Em 30 de novembro de 1944, passou a distrito do município de Presidente Venceslau com o nome de Areia Dourada, e, em 30 de dezembro de 1953, tornou-se município autônomo com a denominação atual (SEADE, 2014).

Formação Administrativa

Distrito criado com a denominação de Areia Dourada, por Decreto-lei Estadual nº 14334, de 30 de novembro de 1944, no município de Presidente Venceslau. Elevado à categoria de município com a denominação de Marabá Paulista, por Lei Estadual nº 2456, de 30 de dezembro de 1953, desmembrado de Presidente Venceslau. Constituído do Distrito Sede. Sua instalação verificou-se no dia 01 de janeiro de 1955. No quadro territorial fixado para vigorar em 1954-1958, o município é composto do Distrito Sede. Em divisão territorial datada de 01-VII-1960, o município é constituído do Distrito Sede. Assim permanecendo em divisão territorial datada de 15-VII-1999. (IBGE, 2014).

1.2. Localização

O município de Marabá Paulista, com área de 918,77 km² (SEADE, 2014), está localizado no oeste do Estado de São Paulo (figuras 02 e 03), na região administrativa e de governo de Presidente Prudente.



**Plano de Macrodrenagem Urbana do Município
de Marabá Paulista/SP.**
Relatório Final – Março de 2015.

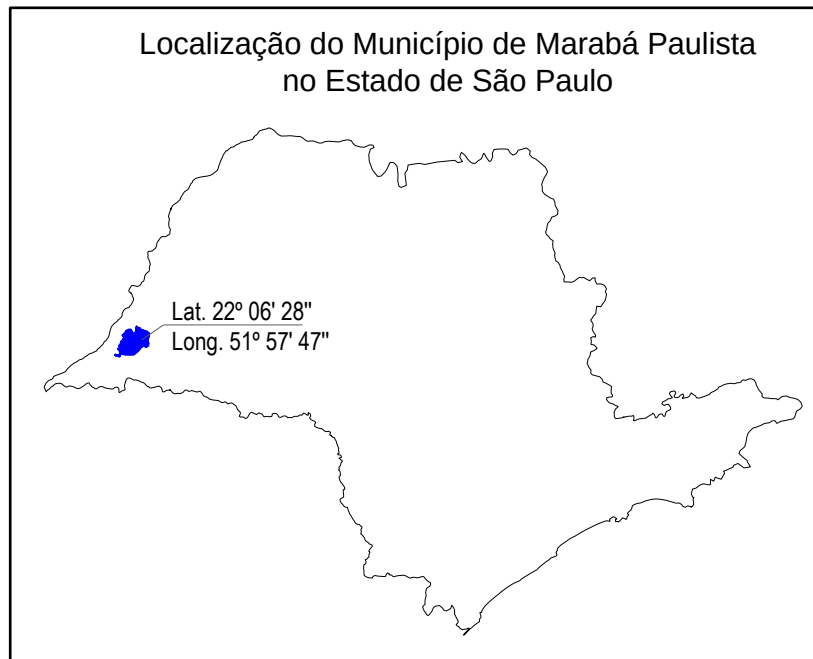


Figura 02 - Localização do município no Estado de São Paulo.

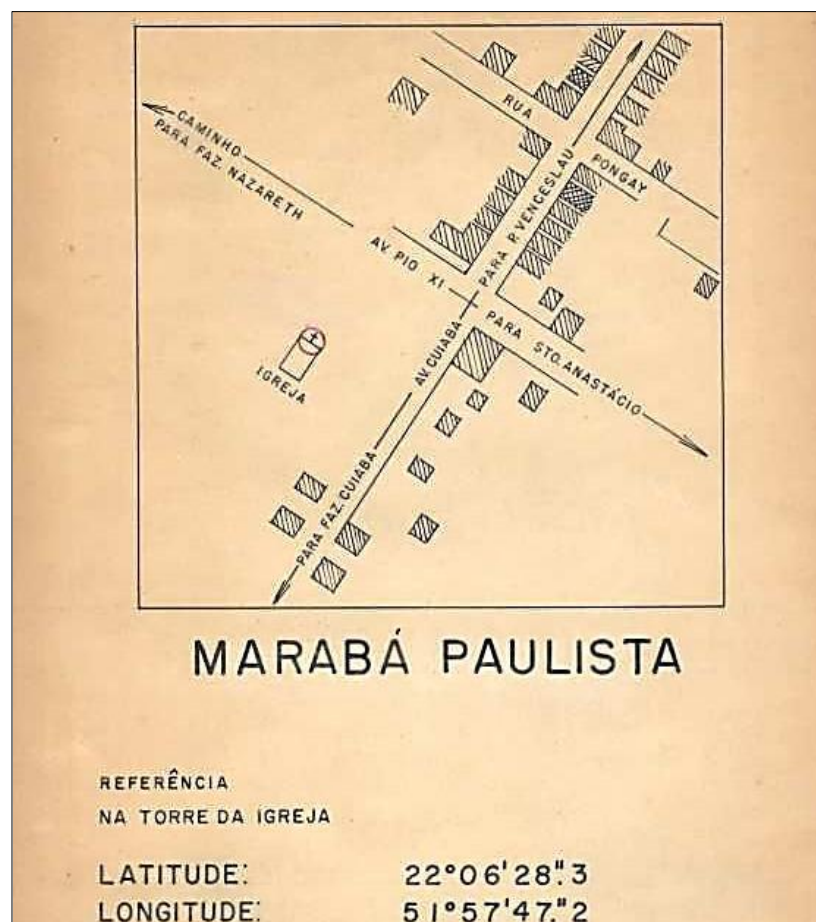


Figura 03 - Croqui de localização de marco de coordenadas geográficas (Abril/1953).
Fonte: IGC/SP, 2014.



O município de Marabá Paulista (Figura 04) tem como limites os municípios Caiuá (norte), Presidente Venceslau (norte), Piquerobi (nordeste), Santo Anastácio (leste), Mirante do Paranapanema (sul), Teodoro Sampaio (sudoeste) e Presidente Epitácio (oeste). Divisas Municipais (IGC/SP, 2014):

1 - Com o Município de Caiuá

Começa no ribeirão dos Guachos ou Santa Cruz, na foz do córrego São João ou Prata; segue pelo contraforte fronteiro até cruzar com o divisor entre este córrego, à direita, e o Rio Santo Anastácio, à esquerda; segue por este divisor até a cabeceira do córrego Jaguatirica, pelo qual desce até sua foz no rio Santo Anastácio, pelo qual sobe até a foz do córrego Santa Maria.

2 - Com o Município de Presidente Venceslau

Começa no rio Santo Anastácio, na foz do córrego Santa Maria, sobe pelo rio Santo Anastácio até a foz do ribeirão Saltinho.

3 - Com o Município de Piquerobi

Começa no rio Santo Anastácio, na foz do ribeirão Saltinho; sobe por aquele até a foz do ribeirão Santo Antônio.

4 - Com o Município de Santo Anastácio

Começa no rio Santo Anastácio, na foz do ribeirão Santo Antônio, pelo qual sobe até a foz da água Rasa; sobe por esta até sua cabeceira no espigão mestre Santo Anastácio - Paranapanema.

5 - Com o Município de Mirante do Paranapanema

Começa no espigão mestre Santo Anastácio - Paranapanema, na cabeceira da água Rasa; segue pelo espigão mestre até cruzar com o espigão mestre Paraná - Paranapanema; continua pelo espigão mestre Paraná - Paranapanema até a cabeceira do ribeirão da Lagoa ou Água Sumida ou Cachoeira.

6 - Com o Município de Teodoro Sampaio

Começa no espigão mestre Paraná - Paranapanema, na cabeceira do ribeirão da Lagoa ou Água Sumida ou Cachoeira, pelo qual desce até a foz do córrego Macaco ou São Carlos.



7 - Com o Município de Presidente Epitácio.

Começa na foz do córrego Macaco ou São Carlos no ribeirão da Lagoa ou Água Sumida ou Cachoeira; prossegue pelo contraforte fronteiro até cruzar com o divisor lagoa ou Água Sumida ou Cachoeira - Anhumas; segue por este divisor em demanda da foz do córrego Iporá, no ribeirão Anhumas; sobe pelo córrego Iporá até sua cabeceira; prossegue pelo divisor Anhumas – Guachos ou Santa Cruz, até cruzar com o contraforte da margem direita do córrego Lagoa ou Santa Cruz, até cruzar com o contraforte da margem direita do córrego Lagoa; segue por este contraforte até a foz deste córrego, no ribeirão Guachos ou Santa Cruz, pelo qual desce até a foz do córrego São João ou Prata, onde tiveram início estas divisas.

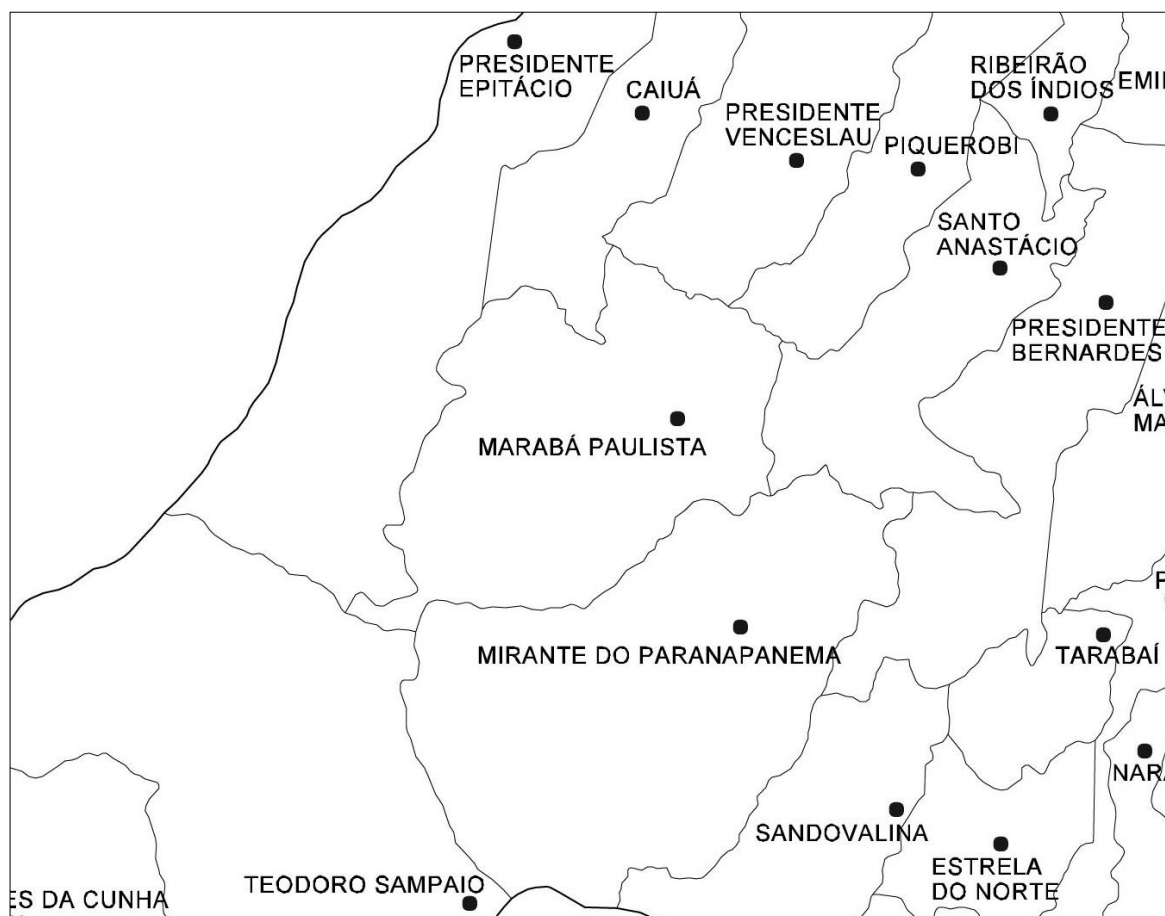


Figura 04 – Municípios que fazem limite com Marabá Paulista (IGC/SP, 2007).



**Plano de Macrodrenagem Urbana do Município
de Marabá Paulista/SP.**
Relatório Final – Março de 2015.



O município de Marabá Paulista está localizado na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 22 (Figura 05), sendo o Comitê das Bacias Hidrográficas do Pontal do Paranapanema (CBH-PP) o responsável por sua gestão.

A distância do município até a capital do Estado, a cidade de São Paulo, é de aproximadamente 640 km. Com relação à cidade de Presidente Prudente, principal cidade da região, a distância é de aproximadamente 85 km, a principal via de acesso ao município é a Rodovia Raposo Tavares e a Rodovia Euclides de Oliveira Figueiredo.

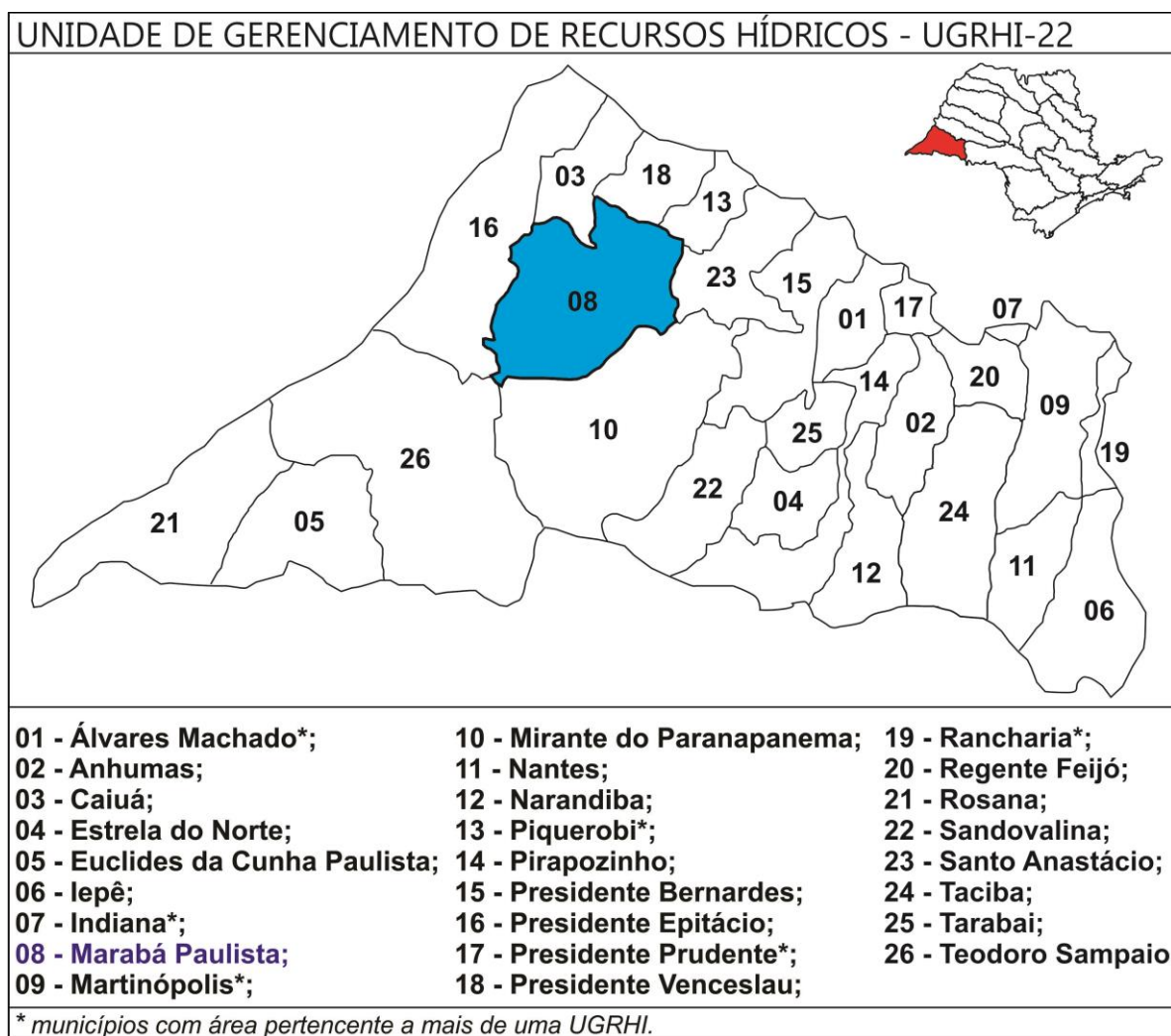


Figura 05—Localização do município de Marabá Paulista na UGRHI-22.



1.3. Meio Físico

1.3.1. Clima

O município de Marabá Paulista caracteriza-se pelo verão em torno de 31°C, embora possam atingir 40°C. O inverno em Marabá é ameno, com médias mensais próximas de 18°C, as mínimas diárias próximas de 0°C ocorrem sob a ação de fortes massas de ar de origem polar, quando o fenômeno de geada se faz presente. O total anual de chuvas é alto e chegou a atingir 1300mm, porém é mal distribuído. Entre outubro a março a precipitação é de 70%, de junho a agosto, apenas 2% (PREFEITURA MUNICIAPL DE MARABÁ PAULISTA, 2014).

1.3.2. Hidrografia

O município de Marabá Paulista está inserido predominantemente em seis bacias hidrográficas (Figura 06).

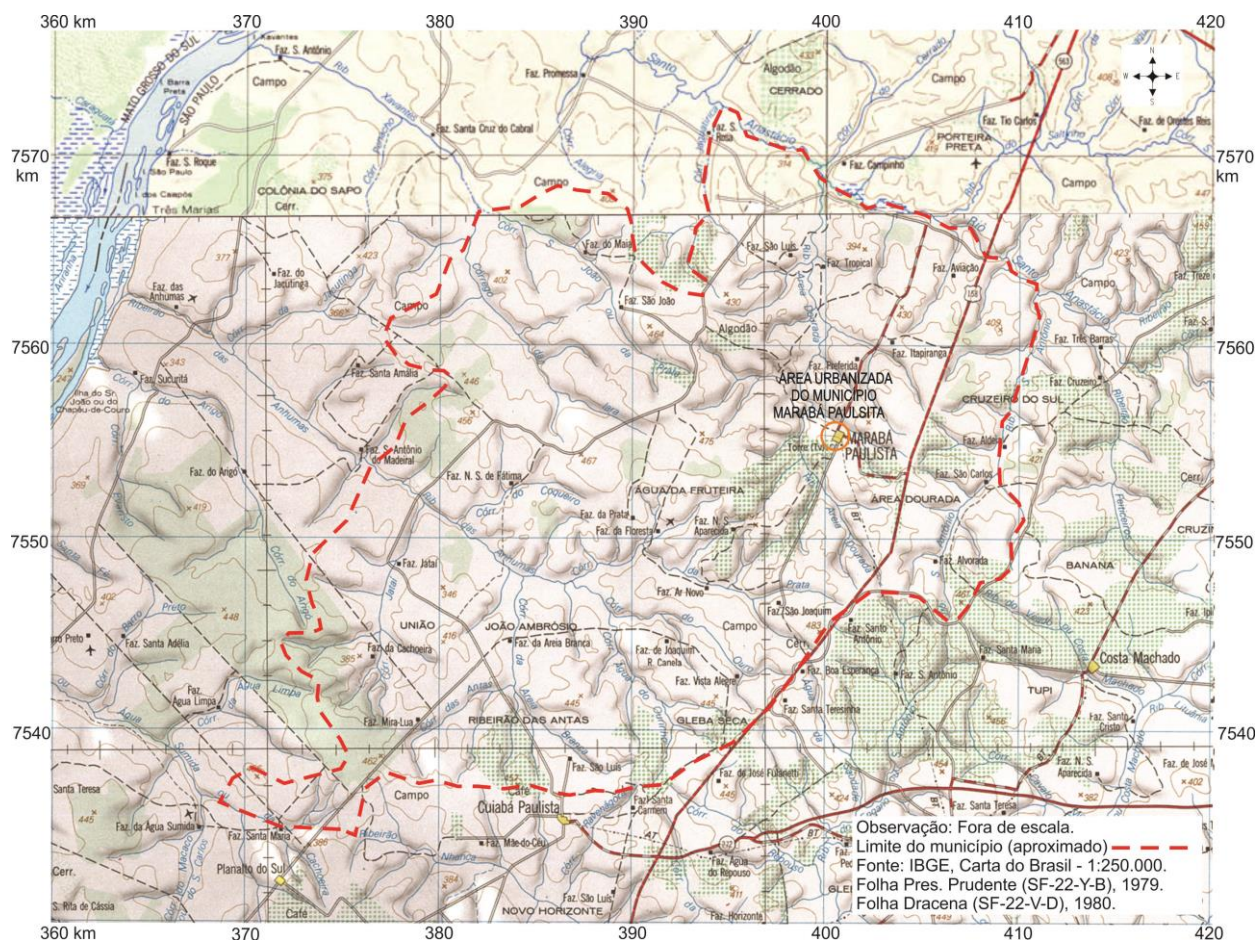


Figura 06 - Município de Marabá Paulista/SP.



**Plano de Macrodrenagem Urbana do Município
de Marabá Paulista/SP.**
Relatório Final – Março de 2015.



As principais bacias hidrográficas do município de Marabá Paulista são: Córrego da Lagoa ou Água Sumida ou da Cachoeira; Ribeirão das Anhumas; Ribeirão Xavantes; Córrego Jaguatirica (sub-bacia do rio Santo Anastácio); Ribeirão Areia Dourada (sub-bacia do rio Santo Anastácio) e Ribeirão Santo Antonio (sub-bacia do rio Santo Anastácio). Além de bacias menores sem denominação, afluentes (principalmente) do rio Santo Anastácio.

A área urbanizada do município de Marabá Paulista está localizada, predominantemente, na bacia hidrográfica do córrego Sagui, sub-bacia do ribeirão Areia Dourada (Figura 07).

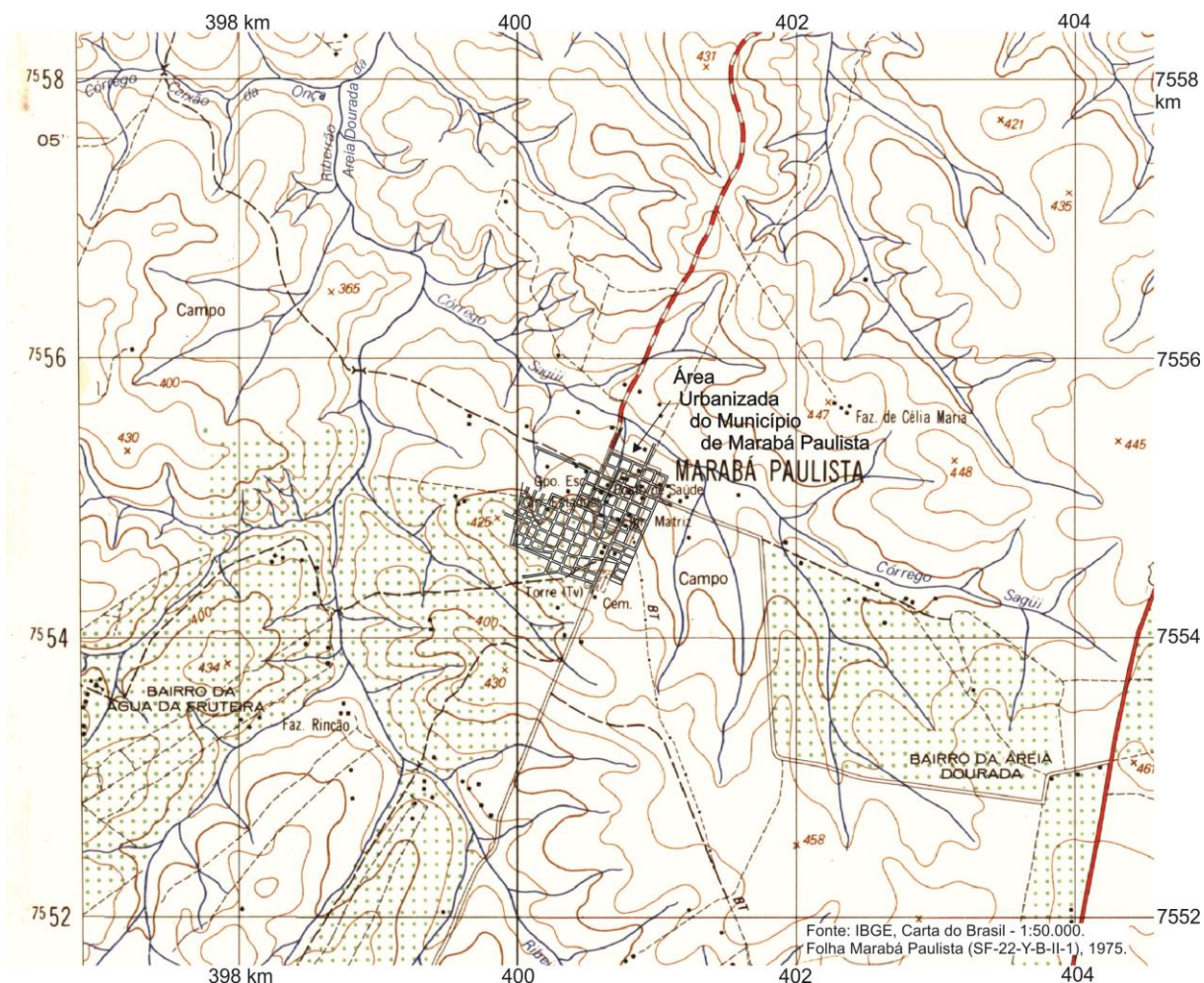


Figura 07 – Área urbanizada do município de Marabá Paulista e sistema hidrográfico.



1.3.3. Geologia

O município de Marabá Paulista é formado, predominantemente, por arenitos das Formações Adamantina (Unidade Ka1 e Ka4), Santo Anastácio (Ksa) e Caiuá (Kc). E depósitos cenozóicos nas planícies e/ou terraços fluvial (Quadro 01).

Quadro 01 - Formações geológicas encontrada na área de estudo.

<u>Unidades de Mapeamento</u>	
DEPÓSITOS CENOZÓICOS - Qa	
	Sedimentos Aluvionares - Aluviões em geral, incluindo areias Qa - inconsolidadas de granulação variável, argilas e cascalheiras fluviais subordinadamente, em depósitos de calha e/ou terraços.
FORMAÇÃO ADAMANTINA - Ka	
	Arenitos finos a muito finos, siltitos arenosos, arenitos argilosos, Ka1 - subordinadamente arenitos com granulação média quartzosos, localmente arcoseanos.
	Arenitos finos a muito finos, quartzosos, com frequentes intercalações de argilitos e siltitos, formando bancos espessos. Ka4 - Localmente, arenitos com pelotas de argila. Presença moderada de cimentação carbonática.
FORMAÇÃO SANTO ANASTÁCIO - Ksa	
	Arenitos muito finos a médios, mal selecionados, Ksa - subordinadamente arcoseanos, geralmente maciços, localmente com cimento e nódulos carbonáticos.
FORMAÇÃO CAIUÁ - Kc	
	Arenitos finos a médios, bem arredondados, coloração arroxeada. Kc - Localmente, cimento e nódulos carbonáticos.

Fonte: IPT (1987 apud CPTI, 1999).

Na área urbanizada do município de Marabá Paulista, ocorrem os arenitos da Formação Adamantina Unidade Ka1.



1.3.4. Geomorfologia

As características geomorfológicas predominantes no município de Marabá Paulista são aquelas pertencentes ao grupo de relevos de degradação em planaltos dissecados, mais especificamente as colinas amplas e médias e relevos de agradação, em planícies aluviais (IPT, 1987 a). No quadro 02 estão descritas as características geomorfológicas do município.

Quadro 02 - Características geomorfológicas da área de estudo.

Relevos de Agradação, em Planícies Aluviais

Planícies aluviais - terrenos baixos e mais ou menos planos, junto às margens dos rios, sujeitos periodicamente a inundações.

Relevos de Degradação em Planaltos Dissecados, Relevo Colinoso

Colinas Amplas - Predominam interflúvios com área superior a 4km², topos extensos e aplainados, vertentes com perfis retilíneos a convexos. Drenagem de baixa densidade, padrão subdendrítico, vales abertos, planícies aluviais interiores, presença eventual de lagoas perenes ou intermitentes.

Colinas médias – predominam interflúvios com áreas de 1 a 4 km², topos aplainados, vertentes com perfis convexos a retilíneos. Drenagem de média a baixa densidade, padrão subretangular, vales abertos a fechados, planícies aluviais restritas, presença eventual de lagoas perenes ou intermitentes. Constitui sistema de relevo encontrado sobre arenitos da Formação Adamantina.

Fonte: IPT (1987 apud CPTI, 1999).

Na área urbanizada do município de Marabá Paulista, ocorrem as Colinas Médias.



1.3.5. Pedologia

Conforme CPTI (1999), a maior predominância de solos do município de Marabá Paulista são aqueles denominados Argissolos Vermelho Amarelo e Vermelho (PVA e PV) e Latossolo Vermelho álico (LVa). O quadro 03 apresenta os principais tipos de solos encontrados no município, de acordo com sua classificação:

Quadro 03– Características pedológicas da área de estudo.

Argissolo	
PVAe5 -	Argissolo vermelho-amarelo eutrófico + Argissolo vermelho-escuro eutrófico e distrófico, textura arenosa/média e média.
PVAe8 -	Argissolo vermelho-amarelo, eutrófico, abrupto, textura arenosa/média + Argissolo vermelho-amarelo eutrófico, textura arenosa/média.
PVd1 -	Argissolo vermelho, distrófico, textura arenosa/média.
Latossolo	
LVa8 -	Latossolo vermelho álico, textura média.
LVa18 -	Latossolo vermelho álico + Latossolo vermelho-escuro distrófico, ambos com textura média.
Solos Hidromórficos	
HGPd4 -	Glei pouco húmico distrófico e eutrófico, textura indiscriminada + associação complexa de Glei húmico distrófico e eutrófico, textura indiscriminada + solos orgânicos álicos, textura indiscriminada + Planossolo álico, textura arenosa/média e arenosa/argilosa + solos aluviais eutróficos e distróficos, textura indiscriminada + Plintossolo eutrófico e distrófico, textura média/argilosa.

Fonte: CPTI (1999).

Na área urbanizada do município de Marabá Paulista ocorre o Argissolo Vermelho Amarelo(CPTI, 1999).

1.3.6. Vegetação

A Floresta Estacional Semidecidual (Floresta Tropical Sbcaducifolia) constituía-se na principal cobertura vegetal do município. Foi inicialmente derrubada, para a implantação de pastagens de invernada, que posteriormente foram substituídas em parte por monoculturas (PREFEITURA MUNICIPAL DE MARABÁ PAULISTA, 2014 e IBGE, 2004).



1.4. Informações Socioeconômicas

1.4.1. População e Habitação.

De acordo com o SEADE (2014), o município de Marabá Paulista, em 2014, possui população estimada de 4.853 habitantes, sendo a população urbana de 2.160 e a população rural de 2.693 habitantes. A evolução da população residente e os dados habitacionais, no período de 1991 a 2010, estão descritos na Tabela 01.

Tabela 01: Dados demográficos e habitacionais do município de Marabá Paulista.

Marabá Paulista	1991	2000	2010
População Total	3.507	3.697	4.801
População Urbana	1.899	2.047	2.137
População Rural	1.608	1.650	2.664
Saldo Migratório Anual	-94	-22	81
Densidade Demográfica (Hab./Km²)	3,82	4,03	5,23
Grau de Urbanização (em %)	54,15	55,37	44,51
Habitação - Total de Domicílios Particulares Permanentes	905	1.049	1.231
Habitação - Domicílios Particulares Permanentes Urbanos	504	632	744
Habitação - Domicílios Particulares Permanentes Rurais	401	417	487

Fonte: Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados do Estado de São Paulo (2014).

No município de Marabá Paulista entre 2000 e 2010, a população urbana vem crescendo, proporcionalmente, menos que a população residente na área rural. De acordo com dados de 2010, residem na área urbanizada do município aproximadamente 2.137 habitantes em 744 casas. Na Tabela 02 está descrita a evolução da população urbana do município, no período de 2010 a 2030, de acordo com as projeções realizadas pelo SEADE (2014).

Tabela 02: Evolução da população do município de Marabá Paulista (2010 a 2030).

Projeção Populacional	2010	2014	2015	2020	2025	2030
	4.801	4.853	4.867	4.931	4.988	5.027

Fonte de informações: Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados do Estado de São Paulo (2014).



De acordo com os dados de 2010 a 2030 a projeção do crescimento populacional é de 4,70%(SEADE, 2014).

1.4.2. Trabalho e Renda

No município de Marabá Paulista o setor da economia que mais emprega é o da indústria (figura 08), mais especificamente da agroindústria da cana-de-açúcar. O maior rendimento no município está relacionado às atividades relacionadas ao setor de serviços (Figura 09). De acordo com dados de 2012, o rendimento médio do total de empregos formais é de R\$ 1.216,67 (SEADE, 2014).

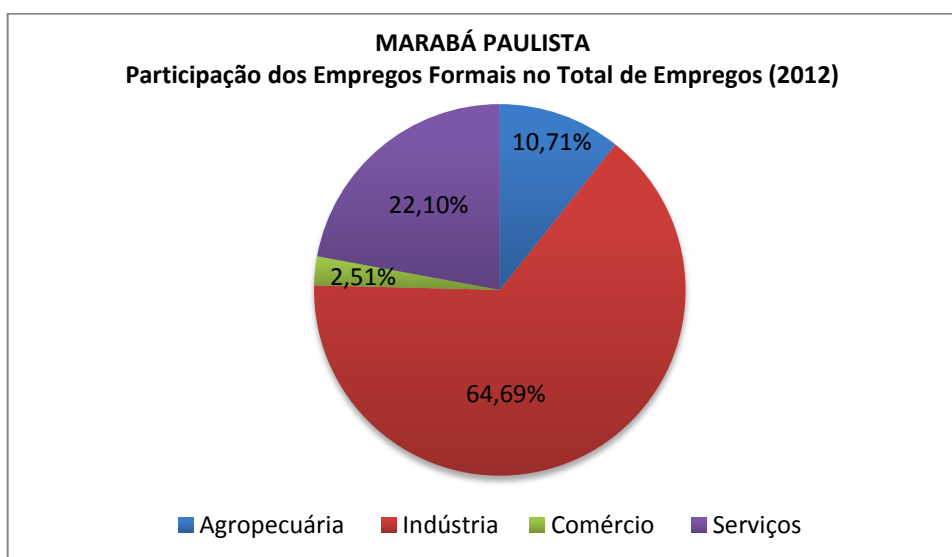


Figura 08 – Participação dos empregos formais no total de empregos (Fonte: SEADE, 2014).

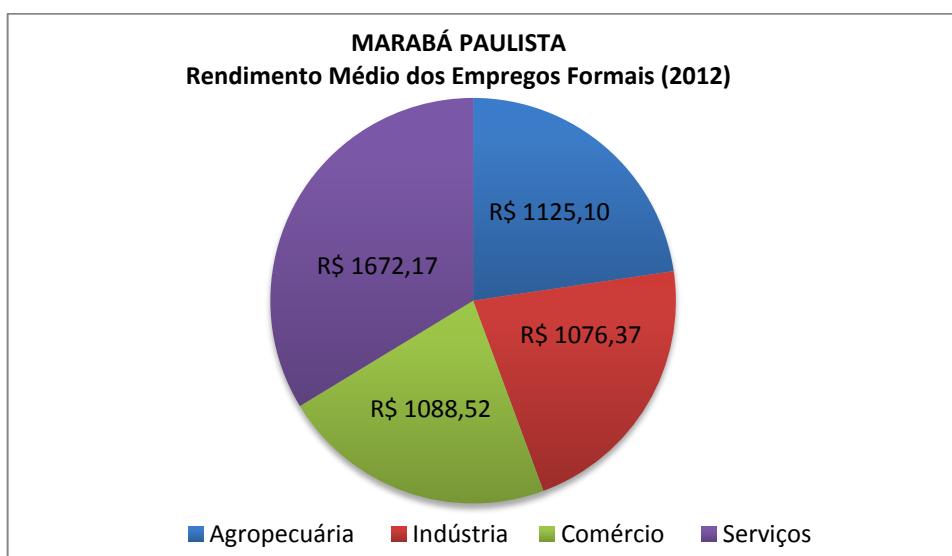


Figura 09 – Rendimento médio dos empregos formais (Fonte: SEADE, 2014).



1.5. Água, Esgoto e Resíduos Sólidos Urbanos

De acordo com dados de 2010, na área urbana do município de Marabá Paulista, sobre as residências: 98,92% do lixo doméstico é coletado, 99,60% é atendida pelo abastecimento de água e 91,67% é atendida pelo sistema de esgotamento sanitário (SEADE, 2014).

O serviço de abastecimento público de água e esgoto na área urbana do município é realizado pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – SABESP, através de quatro poços tubulares profundos com capacidade total de 15,18 litros por segundo, que produz vazão suficiente para atender toda a população urbana municipal. Já o esgoto é processado em lagoas de tratamento com capacidade total de 4 litros por segundo (SABESP, 2014). Os dados operacionais referentes ao abastecimento público de água e tratamento de esgoto de Marabá Paulista estão apresentados no quadro 04.

Quadro 04 - Serviços de água e esgotos no município Marabá Paulista.

ÁGUA	ESGOTO
Ligações de água: 940	Ligações de esgoto: 918
Economias de água: 941	Economias de esgoto: 919
Extensão de redes de água: 15098 quilômetros	Extensão de redes coletoras de esgoto: 15127 quilômetros
Poços: 04	Estações de tratamento de esgotos: 01
Reservatórios: 02	
Capacidade de reservação: 580 milhões de litros	

Fonte: SABESB, 2014.

Após tratamento os efluentes da estação de tratamento de esgoto sanitário são lançados no córrego Sagui.



1.6. Área de Estudo (área urbana do município de marabá paulista).

A drenagem urbana envolve duas dimensões espaciais a macrodrenagem e a microdrenagem. A macrodrenagem deve ser considerada a partir do contexto da bacia hidrográfica no qual está inserida. A microdrenagem é considerada a área de contribuição ou “bacia” de contribuição, em função do “ponto” de estudo. Neste contexto, foi considerada a área já urbanizada (com vias e lotes já implantados) e também a área em processo de urbanização e a área lindeira a atual área urbanizada, seguindo a tendência da urbanização. Desta forma, foi considerada a captação e/ou destinação das águas pluviais destas áreas inseridas no contexto da bacia ou área de contribuição dos empreendimentos já instalados e em processo de instalação. Os empreendimentos implantados fora destas áreas de estudo, não terão influência sobre a mesma. Os mapas 01 e 02 demonstram os limites da área considerada na elaboração do plano de macrodrenagem urbana do município de Marabá Paulista.

Com influência direta no escoamento superficial das águas foram consideradas: informações sobre o meio físico, população e uso e ocupação do solo; dados cartográficos; levantamento topográfico planialtimétrico; e levantamento cadastral do sistema de drenagem e de estruturas hidráulicas existentes.

A dinâmica populacional está diretamente relacionada com o uso e a ocupação do solo urbano (figuras 10, 11, 12 e 13) e consequentemente com o escoamento superficial da água, especialmente pelo aumento da população e da área urbanizada do município. Desta forma, para o município de Marabá Paulista foi considerada a projeção futura de crescimento populacional e, consequentemente de ocupação do solo, de 20 anos.



**Plano de Macrodrenagem Urbana do Município
de Marabá Paulista/SP.**
Relatório Final – Março de 2015.



Figura 10 – Área urbanizada de Marabá Paulista



Figura 11 – Fotografia aérea (panorâmica) da área urbanizada.



Figura 12 – pavimentação típica das ruas e avenidas da área urbana de Marabá Paulista.

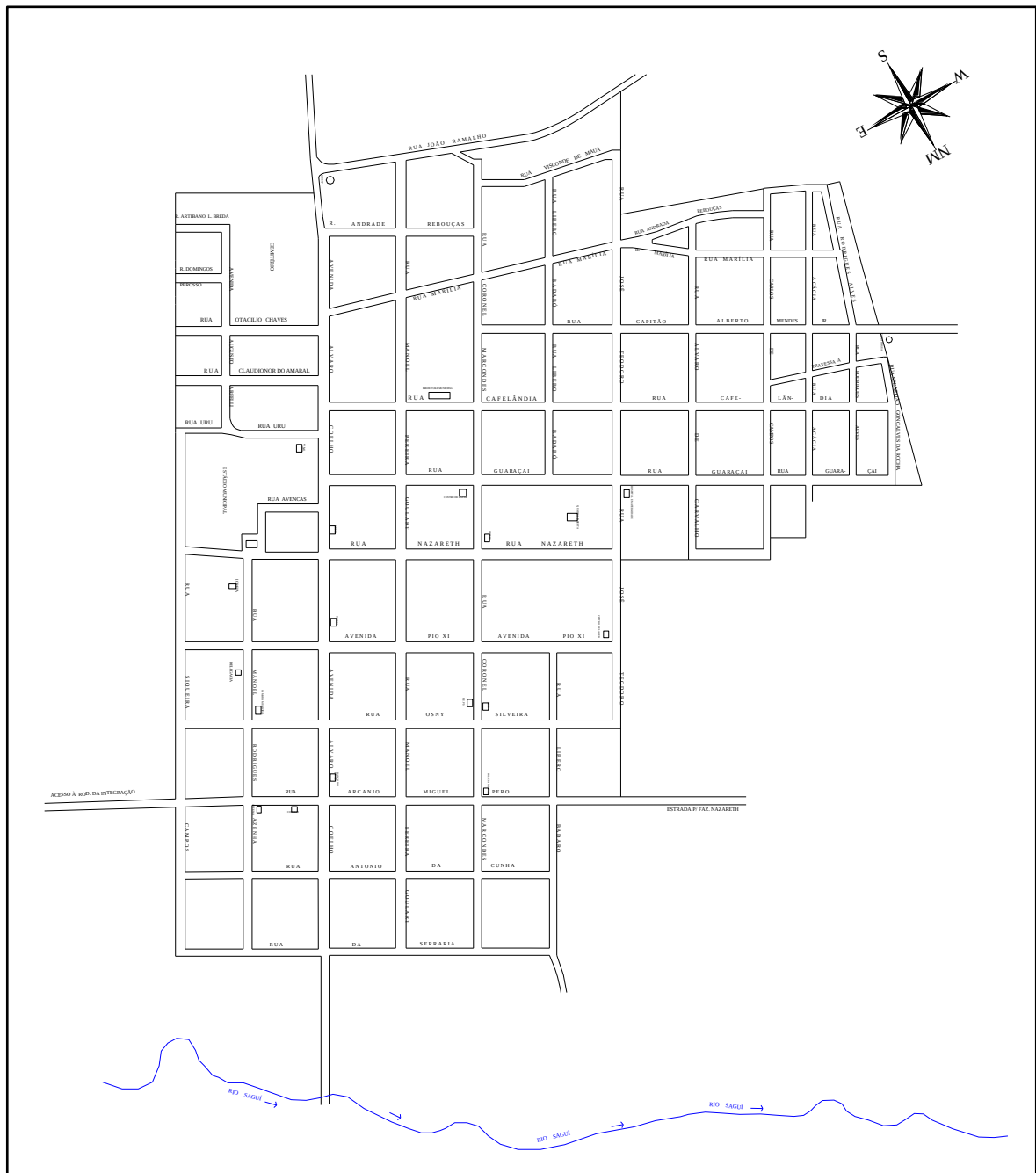


Figura 13 – Área Urbanizada de Marabá Paulista

A impermeabilização do solo associado às características do meio físico torna a área urbana do município de Marabá Paulista altamente suscetível à erosão, necessitando desta forma, práticas adequadas para conduzir as águas pluviais.



Devido a ausência de estruturas adequadas de dissipação das águas, estes problemas são agravados na área periurbana do município. Os problemas associados à falta de práticas adequadas de condução das águas pluviais na área urbanizada do município estão representados nas figuras 14 a 17.



Figura 14– Erosão na Rua da Serraria com a Rua Coronel Marcondes.



Figura 15– Erosão na Rua Siqueira Campo.



Figura 16– Erosão causada pela ausência de estrutura adequada de dissipação das águas pluviais (final das ruas Acácia e Carlos de Campos).



Figura 17– Erosão causada pela ausência de estrutura adequada de dissipação das águas pluviais (final das ruas Acácia e Carlos de Campos).



2. MATERIAL E MÉTODO

Perante os aspectos relatados, apresenta-se a metodologia adotada por este estudo e que tem como elementos básicos a área de estudo, o uso e a ocupação do solo, divisões hidrográficas, avaliação das chuvas intensas, determinação de vazões máximas, análise e recomendações das condições hidráulicas de escoamento nos sistemas de micro e macro drenagem. Como critérios para aplicação das metodologias, adotamos parâmetros recomendados pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo - DAEE.

2.1. Bases cartográficas

Para a elaboração do Plano de Macrodrenagem Urbana do Município de Marabá Paulista, foram utilizadas as Cartas planialtimétricas do IBGE (escala 1:250.000 e 1:50.000), além de mapas da cidade fornecidos pela municipalidade e reconstituídos através de levantamentos topográficos em outubro de 2014.

Para delimitação e caracterização do município foram utilizadas as cartas planialtimétricas do IBGE Dracena escala 1:250.000 (SF-22-V-D) e Marabá Paulista escala 1:50.000 (SF-22-Y-B-II-1).

Para análise da área urbanizada do município foi utilizado o mapa do perímetro urbano, reconstituído e aferido com o levantamento topográfico da área, em escala 1:2.000, para os mapas com recortes das bacias de contribuição, foram utilizadas as mesmas bases cartográficas, plotadas em escalas compatíveis.

Para auxiliar na determinação e quantificação do uso e ocupação do solo, foram utilizadas, imagens aéreas obtidas do software Google Earth® e organizadas em mosaico a fim de obtermos uma maior resolução das imagens.

Os dados planialtimétricos são de fundamental importância para determinar as declividades do terreno bem como o comportamento das águas pluviais sob tais condições, assim sendo, foi realizado em todo o perímetro urbano, o levantamento de cotas (altitude) e distâncias de todas as esquinas, cruzamentos, pontos de convergência e pontos de mudança de comportamento do fluxo das águas pluviais (mapas 02, 03, 04 e 05).



O Levantamento topográfico foi realizado utilizando equipamento Estação Total eletrônica de marca TOPCON, modelo GTS-211D (Figuras18 e 19).



Figuras18 e 19 - Levantamento topográfico (Outubro de 2014).

Os dados obtidos com o levantamento foram tratados em software específico e possibilitaram a elaboração dos seguintes mapas:

1. Mapa com as cotas de todas as esquinas, cruzamentos, pontos de concentração e de mudança de fluxo de águas pluviais;
2. Mapa com as curvas de nível de toda a área urbana (equidistância de 1 metro);
3. Mapa com a direção do fluxo das águas pluviais nas vias;
4. Mapa com as Bacias de Contribuição, Áreas de Contribuição, Canais de Escoamento e Pontos de Avaliação;

2.2. Uso e ocupação do solo e coeficiente de escoamento superficial direto - CESD.

O presente estudo considera dois níveis de abordagem no estudo das cheias nas bacias e áreas de contribuição avaliadas:

- Avaliação das condições hidrológicas da bacia hidrográfica natural considerando na bacia o atual nível de ocupação e as alterações prováveis em seu território até o ano de 2030.



- Avaliação das condições hidrológicas das áreas de contribuição (no contexto da bacia hidrográfica), considerando as áreas urbanizadas e em pleno processo de urbanização, onde as águas das chuvas, na inexistência das galerias de águas pluviais, escoam pelas vias públicas, sempre com a descarga em algum ponto de lançamento (PL), situado em fundos de vale das bacias hidrográficas naturais, no entorno da zona urbana. As áreas avaliadas nessas condições já são urbanizadas ou estão em pleno processo de urbanização.

Para o estabelecimento dos valores do Coeficiente de Escoamento Superficial Direto - CESD, para cada situação, adotaram-se os critérios estabelecidos no Guia Prático de Projetos de Pequenas Obras Hidráulicas (DAEE, 2008). A definição dos valores de CESD esta condicionada ao grau de recobrimento da bacia, determinando assim a parcela das chuvas que não infiltra no solo, contribuindo diretamente para a formação das cheias decorrentes de chuvas intensas (Tabela 03).

Tabela 03 - Valores recomendados para o CESD.

Uso do solo ou grau de urbanização	Valores	
	Mínimos	Máximos
- Área totalmente urbanizada - Urbanização Futura	0,50	1,00
- Área parcialmente urbanizada - Urbanização moderada	0,35	0,50
- Área predominantemente de plantações, pastos, etc.	0,20	0,35

Fonte: Guia Prático para projetos de pequenas obras hidráulicas (DAEE, 2008).

Desta forma, o valor do CESD nos cálculos de vazão máxima, deve considerar as características de uso e ocupação do solo da área analisada. Assim, o método I-PAI-WU deve ser calculado, proporcionalmente, considerando os percentuais de áreas com os diferentes tipos de uso e ocupação do solo, para as respectivas seções de estudos.



Quanto à avaliação das condições de escoamento superficial para os cálculos em bacias menores e também para a microdrenagem, adotou-se um valor de $CESD = 0,80$ utilizando o Método Racional, o coeficiente de escoamento superficial direto (C), segundo Horner (in Botelho, 1984), foi calculado como segue:

$$C = 0,364 (\log tc) + 0,0042p - 0,145$$

Sendo:

tc - tempo de concentração (min), adotado de 10 minutos, após verificação prévia de todas as áreas de contribuição

p - índice de recobrimento impermeabilizado da bacia (%), adotado o valor de 80% para todas as áreas de contribuição, em vista da situação futura projetada para sua ocupação.

Obtendo-se o coeficiente de escoamento superficial direto:

$$C = 0,364 \log tc + 0,0042p - 0,145$$

$$C = (0,364 \times (\log 10)) + (0,0042 \times 80) - (0,145)$$

$$C = (0,364 \times 1) + (0,336) - (0,145)$$

$$C = (0,364) + (0,336) - (0,145) = 0,555$$

2.3. Estudos de chuvas intensas e definição da taxa de risco (Período de retorno)

Para os cálculos de estimativas de vazões máximas e posterior análise das capacidades de escoamento no sistema de drenagem existente e até mesmo para projetos futuros, foi definida a “chuva de projeto” ou “precipitação de projeto”. Através da análise estatística de séries históricas de dados pluviométricos da região de estudo, ou seja, a regionalização hidrológica do DAEE.

Séries históricas longas permitem que se considerem frequência como probabilidade, representando as três características fundamentais das precipitações: intensidade, duração e frequência podendo-se traçar “Curvas I-D-F”,



Curvas de intensidade, duração e frequência das precipitações, também expressas por meio de equações e tabelas, resultam da análise estatística de séries de dados de determinado posto pluviométrico e são válidas para a região do seu entorno.

As chuvas intensas com a probabilidade de ocorrerem na região, associadas às condições hidrográficas de cada bacia e ao tipo de ocupação e uso da terra, são determinantes para o entendimento dos processos de cheia na bacia.

Assim, o estudo de macrodrenagem deve ser precedido da pesquisa e da escolha das condições de chuvas intensas que melhor representem o que ocorre no local estudado, ou seja, o posto pluviométrico que contenha informações sobre as chuvas intensas da região que melhor represente as condições do local, quanto à intensidade, duração e frequência (IDF) das chuvas que ali tem a probabilidade de ocorrer.

Porém, para as mesmas condições de chuva (provável) em uma bacia hidrográfica, a vazão de cheia será maior, caso ocorra o aumento da expansão da área urbanizada e o consequente aumento da impermeabilização do solo, exigindo que tais situações sejam avaliadas nos estudos hidrológicos e projetos hidráulicos.

Para a escolha e decisão do posto de informações de chuvas intensas, mais adequado ao presente estudo, recorreu-se ao Estudo de Chuvas Intensas do Estado de São Paulo (DAEE, 1999), os postos pluviométricos localizados próximos ao município de Marabá Paulista estão descritos na Tabela 04.

Tabela 04: Postos Pluviométricos próximos à área de estudo.

Município	Localização	Código	Latitude	Longitude	Altitude	Série Histórica
Martinópolis	Usina Laranja Doce	D8-041	22°15'	51°10'	430	74 a 93
Teodoro Sampaio (2)	Pontal	D9-020	22°37'	52°10'	255	76 a 97

Fonte: "Equações de Chuvas Intensas do Estado de São Paulo - DAEE" (MARTINEZ Jr. et al., 1999).

Pela proximidade do município de Marabá Paulista, foi utilizado para a elaboração de equações de chuva (I-D-F), o posto de Teodoro Sampaio (D9-020), conforme demonstra a figura 20.



**Plano de Macrodrenagem Urbana do Município
de Marabá Paulista/SP.**
Relatório Final – Março de 2015.

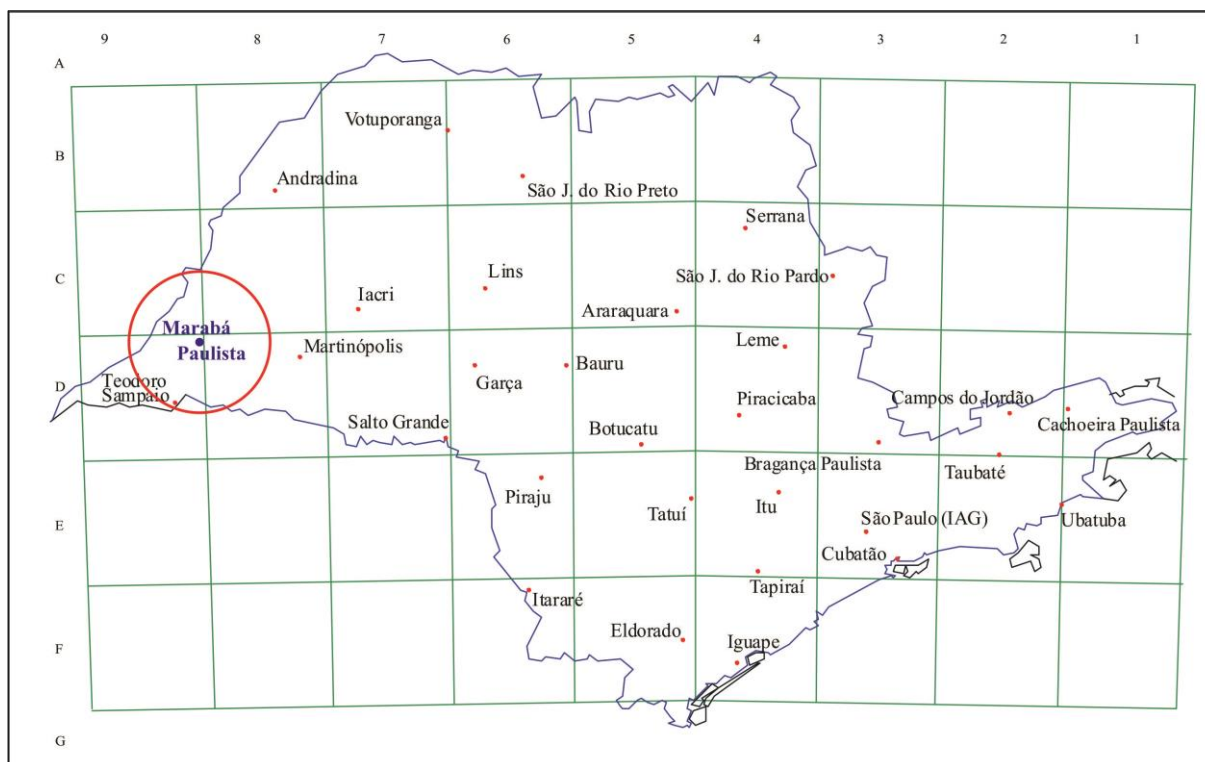


Figura 20: Local selecionado para elaboração das equações (I-D-F).

Adaptado de “Equações de Chuvas Intensas do Estado de São Paulo” (MARTINEZ Jr. et al., 1999).

Para o presente estudo, adotou-se para a definição da chuva de projeto, a equação do Posto Teodoro Sampaio (Código D9-020), sendo este o mais próximo da área de estudo e também o que usa a série histórica mais longa (1976 a 1997) com algumas informações resumidas e apresentadas na tabela 5, a seguir:

Tabela 05: Previsão de máximas intensidades de chuvas, em mm/h, Posto D9-020 (Teodoro Sampaio).

Duração (minutos)	Período de Retorno (T) (anos)								
	2	5	10	15	20	25	50	100	200
10	93,3	118,8	135,8	145,3	152,0	157,1	173,0	188,8	204,5
20	76,1	96,3	109,6	117,1	122,4	126,4	138,9	151,3	163,7
30	64,5	81,2	92,3	98,5	102,9	106,2	116,6	126,9	137,2
60	44,5	55,8	63,3	67,5	70,5	72,8	79,8	86,8	93,7
120	27,9	35,0	39,7	42,3	44,2	45,6	50,0	54,4	58,8
180	20,5	25,8	29,3	31,2	32,6	33,7	36,9	40,2	43,4
360	11,6	14,7	16,8	17,9	18,7	19,3	21,3	23,2	25,1
720	6,4	8,2	9,3	10,0	10,5	10,8	11,9	13,0	14,1
1080	4,4	5,7	6,6	7,0	7,4	7,6	8,4	9,2	10,0
1440	3,4	4,4	5,1	5,5	5,8	6,0	6,6	7,2	7,8

Fonte: “Equações de Chuvas Intensas do Estado de São Paulo” (MARTINEZ Jr. et al., 1999).



Exemplo para a forma de leitura da tabela 05:

A chuva intensa, com a duração de 30 minutos, e com a probabilidade semelhante de ocorrer em Teodoro Sampaio e em Marabá Paulista, uma vez a cada 20 anos, conforme a tabela 05, tem a intensidade de 102,9 mm/h, interpretando-se assim os registros disponíveis para o posto de Código D9-020R do DAEE.

A tabela 05 apresenta informações de máximas intensidades de chuvas em mm/hora, sendo quantidades de chuva acumulada (em mm) relativas a cada duração (em minutos), para os diferentes períodos de retorno (em anos), que informam a probabilidade de cada evento desses ocorrer nesse local.

Além de poder recorrer a máximas intensidades de chuvas, em formato de tabela, MARTINEZ et al. (1999) desenvolveram uma equação que estabelece a relação entre essas variáveis, fornecendo como resultado a intensidade de precipitação (i em mm/min) para determinada duração de chuva (t em minutos) associada a determinado período de retorno (T em anos), conforme segue:

$$i_{t,T} = 47,2091(t+30)^{-0,9150} + 7,0141(t+20)^{-0,8321} \cdot [-0,4786 - 0,9085 \ln \ln(T/T-1)]$$

Que é válida para o intervalo entre $10 \leq t \leq 1440$ minutos.

Sendo:

i = intensidade da chuva, correspondente à duração t e período de retorno T , em mm/min.

t = duração da chuva em minutos

T = período de retorno em anos.

A duração da chuva, que é uma das variáveis dessa equação, está associada ao tempo de concentração das bacias hidrográficas ou das áreas de drenagem em estudo, sendo esse o tempo mínimo necessário para que a chuva possa concentrar-se no ponto mais baixo da bacia. Já o período de retorno está associado ao tipo e ao grau de importância do projeto em consideração. Com esses



**Plano de Macrodrenagem Urbana do Município
de Marabá Paulista/SP.**
Relatório Final – Março de 2015.



critérios são avaliados e decididos os projetos de micro e macro drenagem, podendo-se calcular a vazão máxima da cheia para cada situação.

Para análise da macrodrenagem e microdrenagem adotou-se os critérios descritos no quadro 05.

Quadro 05 - Variáveis consideradas e unidades adotadas.

Variáveis	Unidade adotada	
	Microdrenagem	Macrodrenagem
Área unidade	ha (hectare)	Km ²
Período de retorno (TR) (estabelecido pelo Termo de Referência)	25 anos	100 anos
Tempo de Concentração (tc)	10 minutos	Calculado para cada situação usando a fórmula empírica “ <i>Califórnia Culverts Practice</i> ”
Intensidade de chuva (i)	157,1 mm/hora	Calculada para cada situação usando a equação do posto D9-020

Com base nas informações do Quadro 05, obteve-se a vazão específica através das conversões a seguir:

$$i = 157,1 \text{ (mm/hora)} / (60 \text{ minutos} \times 60 \text{ segundos}) = 0,043638889 \text{ mm/s}$$

$$i = 0,043638889 \text{ mm/s} \times (1000 \text{ mm/m}) = 43,63888889 \text{ m/s}$$

$$i = 43,63888889 \text{ m/s} \times 10000 \text{ m}^2/\text{ha} = 436388,8889 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$i = 436388,8889 \text{ m}^3/\text{s} / 1000 \text{ l/m}^3 = \mathbf{436,39 \text{ l/s.ha}}$$

2.4. Métodos para determinação das vazões máximas

A escolha correta do método de cálculo para a obtenção da vazão de cheia depende da existência de série histórica de dados fluviométricos disponíveis para o curso de água onde se encontra a seção de estudo e também do tamanho da área da bacia de contribuição. Infelizmente a maior parte das bacias urbanas não tem posto de monitoramento fluviométricos, que é o caso das bacias da área de estudo. Os métodos e as condições necessárias para seus usos estão descritos na figura 21.

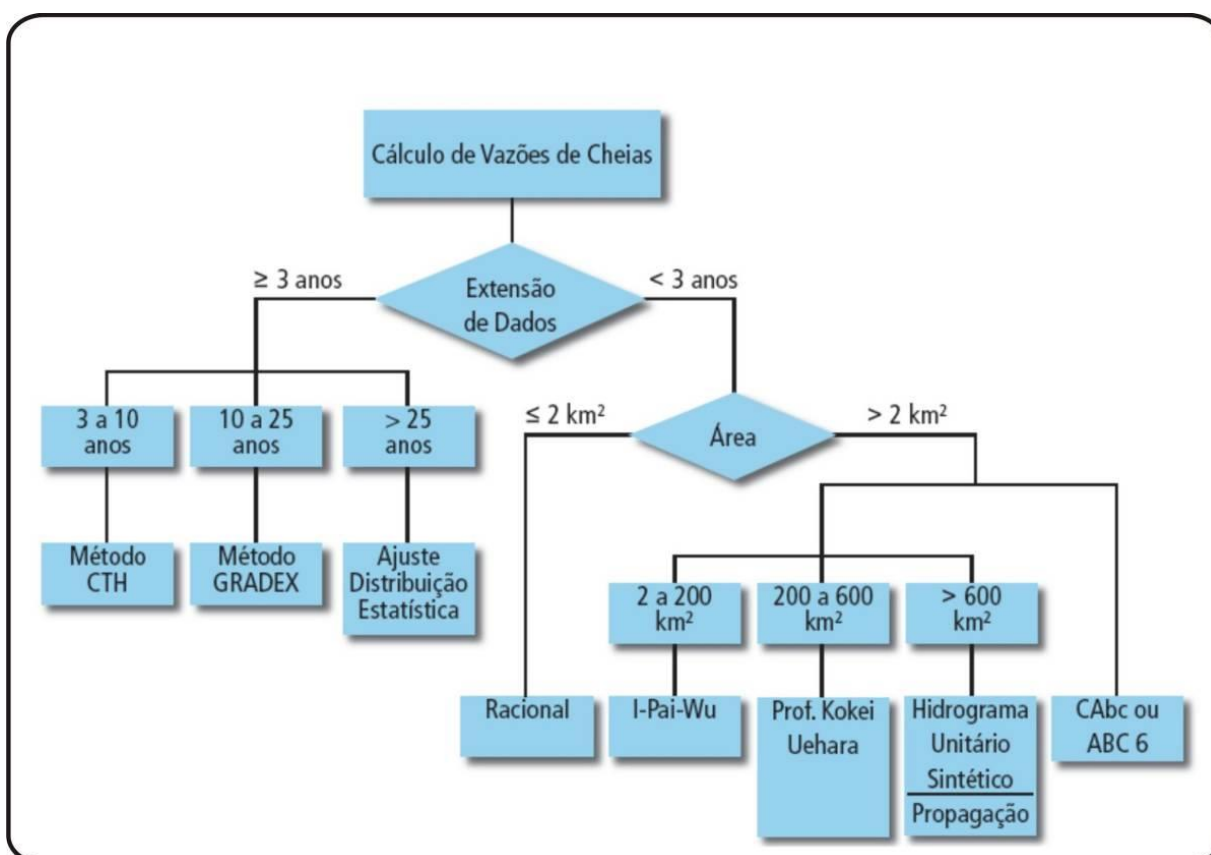


Figura 21: Diagrama das metodologias adotadas para a estimativa de vazões de cheia.
Adaptado de: “Guia prático para projetos de pequenas obras hidráulicas” (DAEE, 2008).

2.4.1. Método Racional

Indicado para bacias de contribuição de baixa complexidade e com área menor ou igual a 2 Km². Corretamente aplicado, este método pode conduzir a resultados satisfatórios em projetos de drenagem urbana, como sistemas de microdrenagem e até pequenas canalizações, também pode ser utilizados em projetos de pequenas estruturas hidráulicas na área rural.



O método pode ser expresso sob a seguinte fórmula:

$$Q = 166,7 . C . i . A . D$$

Onde:

Q = vazão máxima (l/s)

C = coeficiente de escoamento superficial, obtido através de estudo do uso e ocupação do solo (s.d.)

i = intensidade da chuva (mm/min)

A = área da bacia de contribuição (ha)

D = coeficiente de distribuição da chuva (s.d.)

Para:

$$A < 50 \text{ ha} - D = 1$$

$$A > 50 \text{ ha} - D = 1 - 0,009 . (L / 2)$$

onde:

L = comprimento do talvegue (Km)

Neste estudo utilizaremos o método Racional para a determinação das vazões máximas de microdrenagem, devido às áreas analisadas terem tamanhos reduzidos ($\leq 2 \text{ km}^2$). Desta forma, com base nos valores obtidos nos itens: “Estudos de chuvas intensas e definição da taxa de risco” e “Uso e ocupação do solo” e aplicando-os na fórmula do Método Racional adotaram-se as seguintes adequações:

Forma de escrita e uso da fórmula na literatura (DAEE, 2008):

$$Q \text{ (l/s)} = 166,7 \text{ (ajuste de unidades)} \times C \text{ (s.d.)} \times i \text{ (mm/min)} \times A \text{ (ha)}$$

Forma de escrita e uso da fórmula no presente estudo:

$$Q \text{ (l/s)} = 166,7 \text{ (ajuste de unidades)} \times C \text{ (s.d.)} \times 2,75 \text{ (mm/min)} \times A \text{ (ha)}$$

$$Q \text{ (l/s)} = 436,39 \text{ (l/s)} \times C \text{ (s.d.)} \times A \text{ (ha)}$$

$$Q \text{ (l/s)} = 436,39 \text{ (l/s)} \times 0,555 \text{ (s.d.)} \times A \text{ (ha)}$$

$$Q \text{ (l/s)} = 242,20 \text{ (l/s)} \times A \text{ (ha)}$$

Sendo que este valor corresponde ao que chamamos de “Vazão específica” e pode ser aplicado a qualquer área do município, desde que o Período de Retorno (TR) seja de 25 anos e o Tempo de Concentração (Tc) seja ≤ 10 minutos.



2.4.2. Método I-PAI-WU

Indicado para bacias de contribuição com área entre 2 Km² a 200 Km², o método I-PAI-WU é um aprimoramento do método racional, fatores adicionais são considerados neste método como: (a) armazenamentos na bacia, (b) distribuição espacial de chuva, (c) forma geométrica da bacia. Sua aplicação se torna eficiente na medida em que se realiza um criterioso estudo das inúmeras variáveis envolvidas no processo de uma cheia.

O método pode ser expresso sob a seguinte formula:

$$Q = 0,278 . C . i . A^{0,9} . K$$

Onde:

Q = vazão de cheia (m³/s)

C = coeficiente de escoamento superficial, obtido através de estudo do uso e ocupação do solo conforme (s.d.)

i = intensidade da chuva (mm/h)

A = área da bacia de contribuição (Km²)

K = coeficiente de distribuição espacial da chuva (s.d.)

As particularidades intervenientes, que deverão ser avaliadas são:

- Forma, área e declividade da bacia hidrográfica;
- Intensidade e distribuição da chuva crítica;
- Características da superfície da bacia envolvendo: (a) provável utilização futura dos terrenos, (b) grau de impermeabilização do solo, (c) existência de depressões ou bacias de acumulação que diminuam os picos de cheias, (d) grau de saturação do solo devido a chuvas anteriores;
- Tempo de escoamento superficial – ts;
- Tempo de concentração – tc;
- Tempo de pico – tp.



Como o método I-PAI-WU considera a forma da bacia, deve-se observar que em bacias de forma alongada, no sentido do talvegue, o tempo de concentração poderá ser maior que a duração da chuva, isto significa que, a chuva que cai na parte mais remota da bacia não contribuirá com a vazão máxima. Assim o efeito da forma da bacia pode ser considerado através do coeficiente de forma C1.

$$C1 = 4 / (2 + F)$$

Onde:

F = Fator de forma da bacia.

Para o cálculo de C, coeficiente de escoamento superficial adota-se a seguinte expressão:

$$C = ((2 / (1+F)) \cdot (C2 / C1))$$

Onde:

F = fator de forma (s.d.)

C1 = coeficiente de forma (s.d.)

C2 = coeficiente volumétrico de escoamento (s.d.),
conforme quadro 06:

Quadro 06 - Valores Recomendados para “C2”.

Grau de impermeabilidade do solo	Cobertura ou tipo de solo	Uso ou grau de urbanização	Coeficiente volumétrico de escoamento (C2)
Baixo	-com vegetação rala e/ou esparsa; -solo arenoso seco; -terrenos cultivados.	- zonas verdes não urbanizadas.	0,30
Médio	-terrenos com manto fino de material poroso; Solos com pouca vegetação; -gramados amplos; -declividades médias.	-zona residencial, com lotes amplos (maiores que 1000 m²); -zona residencial rarefeita.	0,50
Alto	-terrenos pavimentados; -solos argilosos; -terrenos rochosos estéreis ondulados; -vegetação quase inexistente.	-zona residencial com lotes pequenos (100 a 1000 m²).	0,80

Fonte: “Guia prático para projetos de pequenas obras hidráulicas” (DAEE, 2008).



Quando a bacia apresentar diferentes usos do solo deverá ser calculado um valor médio do coeficiente de escoamento através da equação:

$$C2 = (0,30 \cdot Ab) + (0,50 \cdot Am) + (0,80 \cdot Aa) / A$$

Onde:

Ab = área da bacia com grau de impermeabilidade baixo (Km²);

Am = área da bacia com grau de impermeabilidade médio (Km²);

Aa = área da bacia com grau de impermeabilidade alto (Km²);

A = área total da bacia.

Para o calculo do volume total do hidrograma no método I-PAI-WU, usamos a seguinte expressão:

$$V = (0,278 \cdot C2 \cdot i \cdot tc \cdot A^{0,9} \cdot K) \cdot 1,5$$

Onde:

V = volume total do hidrograma (m³);

i = intensidade da chuva (mm/h);

tc = tempo de concentração (seg);

A = área da bacia de contribuição (Km²)

C2 = coeficiente volumétrico de escoamento (s.d.);

K = coeficiente de distribuição espacial da chuva.

Para a vazão máxima de projeto, acrescenta-se uma vazão base de 10% da vazão de cheia, conforme segue:

$$Qb = 0,10 \cdot Q$$

$$Qp = Qb + Q$$

Onde:

Q = vazão de cheia.

Qp = vazão máxima de projeto;

Qb = vazão de base;



2.5. Procedimentos para análise da drenagem urbana (macro drenagem e micro drenagem).

Após definida a área de estudo foi realizada a análise das bacias (áreas) de contribuição e posteriormente a análise das condições hidráulicas de deflúvio, do sistema de drenagem (micro e macro drenagem).

2.5.1. Micro drenagem

A micro drenagem é um termo normalmente utilizado em áreas urbanas e esta relacionada diretamente ao sistema de drenagem inicial, ou seja, aquele que terá o primeiro contato com as águas pluviais é o responsável pela captação da água da chuva em toda a bacia e pela sua condução até o sistema de macro drenagem.

Quanto aos critérios de segurança no dimensionamento de sistemas de micro drenagem, nos cálculos constantes neste estudo, foi adotado um Período de Retorno de 25 anos, o que reflete em uma maior segurança no dimensionamento e também atende o que pede o Termo de Referência deste Plano.

Os principais elementos do sistema de micro drenagem são:

- Meio-fios - constituídos de blocos de concreto ou de “pedra”, situados entre a via pública e o passeio, com sua face superior nivelada com o passeio, formando uma faixa paralela ao eixo da via pública;
- Sarjetas - são as faixas formadas pelo limite da via pública com os meio-fios, formando uma calha que coleta as águas pluviais oriundas da rua;
- Bocas de lobo - são dispositivos de captação das águas das sarjetas;
- Poços de visita - são dispositivos colocados em pontos convenientes do sistema, para permitir sua manutenção;
- Caixas de Ligação - são dispositivos colocados em pontos convenientes do sistema, para permitir a ligação de outros elementos com as galerias;
- Galerias - são as canalizações públicas destinadas a escoar as águas pluviais oriundas das ligações privadas e das bocas de lobo;
- Condutos forçados e estações de bombeamento - quando não há condições de escoamento por gravidade para a retirada da água de um



canal de drenagem para um outro, recorre-se aos condutos forçados e às estações de bombeamento;

- Sarjetões - são formados pela própria pavimentação nos cruzamentos das vias públicas, formando calhas que servem para orientar o fluxo das águas que escoam pelas sarjetas;

De maneira geral podemos resumir o fluxo da água pluvial da seguinte forma: as águas de chuva (coletadas nas vias públicas por meio de bocas de lobo e descarregadas em condutos subterrâneos) são lançadas em cursos d'água naturais ou em “lagoas secas” para infiltrarem no subsolo.

No sistema de drenagem é recomendável que o percurso da água, entre sua origem e seu destino seja o menor possível, conforme figura 22 onde podemos observar os elementos que compõe a microdrenagem.

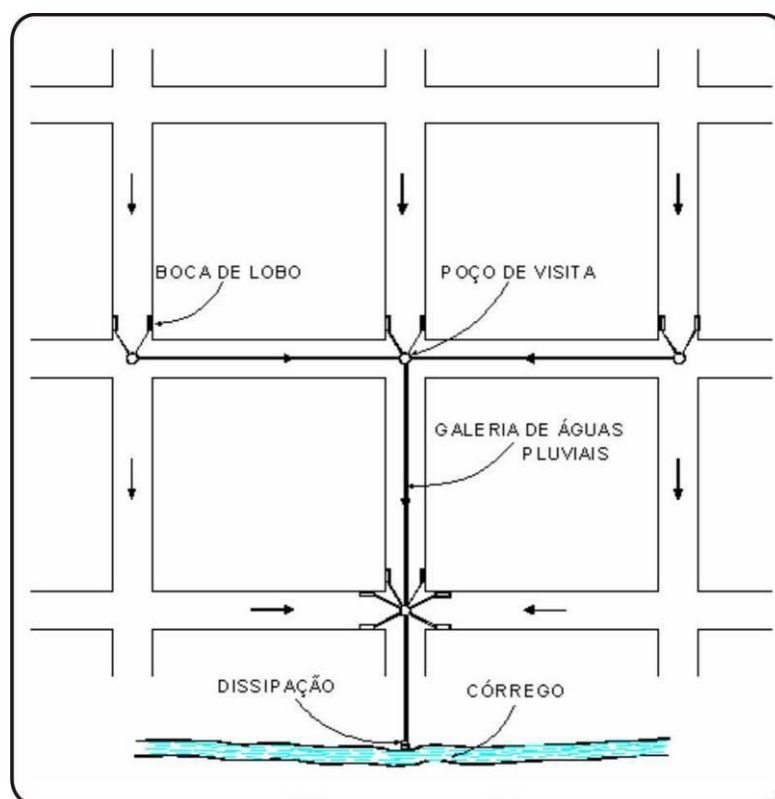


Figura 22: Esquema ilustrativo de microdrenagem.

Para análise da *microdrenagem urbana* foram adotados os seguintes procedimentos (figura 23):

1. Identificação das bacias hidrográficas;
2. Identificação das bacias de contribuição;
3. Identificação dos pontos de avaliação (concentração);
4. Delimitação das áreas de contribuição para cada ponto de avaliação;
5. Identificação dos canais de escoamento;
6. Cálculos das vazões de contribuição nos ponto de avaliação (concentração);
7. Verificação da capacidade de escoamento das guias e sarjetas;
8. Recomendações com indicação do diâmetro da tubulação, uma vez constatada a necessidade.

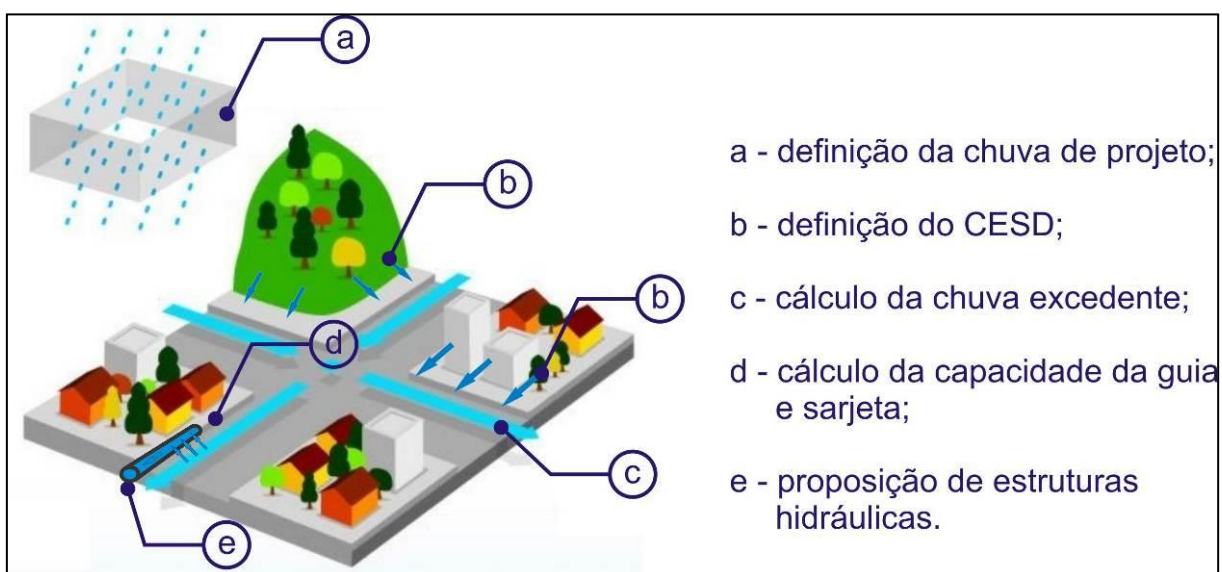


Figura 23: Esquema simplificado da metodologia de avaliação da microdrenagem.

Fonte: Adaptado de Prosab5, Tema 4, Manejo de Águas Pluviais Urbanas (2009).



2.5.2. Macrodrenagem

A macrodrenagem compreende o sistema maior e mais complexo, formado por elementos naturais e/ou elementos artificiais, no contexto da bacia hidrográfica.

Os elementos naturais são constituídos por cursos d'água perenes ou intermitentes, zonas de inundação natural, lagos permanentes, talvegues secos, fundo de vale, entre outros. Já os elementos artificiais são constituídos por canais implantados no sistema natural, reservatórios de amortecimento de cheias, e demais obras auxiliares. Na figura 24 estão descritos os elementos que envolvem a macrodrenagem.



Figura 24: Esquema ilustrativo de macrodrenagem.

Os critérios de segurança para dimensionamento de estruturas hidráulicas na macrodrenagem devem ser rigorosos, oferecendo maior segurança à população, uma vez que o volume de água e os possíveis impactos são maiores no contexto da macrodrenagem do que na microdrenagem. No quadro 07 estão descritos os valores recomendados para o tempo de retorno relativo à macrodrenagem.



**Plano de Macrodrenagem Urbana do Município
de Marabá Paulista/SP.**
Relatório Final – Março de 2015.



Quadro 07 – Valores (mínimos) Recomendados para Tempo de Retorno (TR) Referente à Macrodrenagem.

Obra	Seção Geométrica		TR (anos)	
			Área Urbana	Área Rural
Canalização	A céu aberto	Trapezoidal	50	(a)
		Retangular	100	
	Contorno fechado		100	
Travessias: pontes, bueiros e estruturas afins	Qualquer		100	100 ^(b)
Borda livre (f)				
Canais a céu aberto: f ≥ 10% da lâmina líquida de cheia (H _{TR}), com f ≥ 0,4 m				
Canais em contorno fechado: f ≥ 0,2 H _{TR} .				
Obra	Dimensões - h e l ^(d) (m)		TR (anos)	
Barramento ^(c)	h ≤ 5 e L ≤ 200		100	
	5 < h ≤15 e L ≤ 500		1.000	
	h > 15 e/ou L>500		10.000 ou PMP ^(e)	
Borda livre ² (f) – desnível entre a crista e o nível <i>máximo maximorum</i> : f ≥ 0,5 m				
(a) Análise caso a caso - TR's menores				
(b) Para rodovias de menor importância e obras de menor porte e risco, poderão ser utilizados TR's menores que 100 anos (TR ≥ 25 anos), com análise caso a caso.				
(c) Conforme o tipo de ocupação a jusante de um barramento, pode haver exigências de períodos de retorno maiores que os indicados, para redução do risco de acidentes.				
(d) h = altura do maciço, medida a partir do talvegue; L = comprimento do maciço.				
(e) PMP: Precipitação Máxima Provável.				

Fonte: "Guia prático para projetos de pequenas obras hidráulicas" (DAEE, 2008).

Como resultado da análise dos elementos da macrodrenagem deve ser apresentado:

- Capacidade hidráulica de escoamento nas seções das travessias que existem na área de estudo;
- Cálculos de vazão máxima (vazão de cheia) para cada uma das travessias, respeitando todos os critérios de segurança recomendados pelo DAEE diante da ocorrência de eventos hidrológicos extremos.



Para análise da *macrodrenagem urbana* devem ser adotados os seguintes procedimentos:

1. Identificação das bacias hidrográficas;
2. Identificação das travessias existentes (ponte/tubulação);
3. Identificação das bacias de contribuição para cada travessia;
4. Cálculos das vazões de contribuição para as travessias identificadas;
5. Cálculo da capacidade hidráulica de escoamento para as travessias identificadas;
6. Recomendações com indicação das seções para futura regularização do leito e canalização a céu aberto do córrego em questão, caso necessário.

2.6. Identificação do sistema de drenagem existente e subdivisão das bacias e áreas de contribuição.

Para a elaboração do plano de drenagem urbana foram levantados os componentes do sistema de microdrenagem existentes (galerias, sarjetas, bocas de lobo, guias, sarjetões, etc.). E de macrodrenagem (travessias sobre cursos d'água) na área urbana do município de Marabá Paulista. Os elementos identificados foram documentados, locados em plantas específicas (mapa 08) e organizados em relatório.

As bacias e as áreas de contribuição foram identificadas com base no comportamento das águas de chuva na área urbanizada, seu percurso, os possíveis pontos de acumulação os quais foram identificados como ponto de avaliação, que constituem canal de escoamento em determinadas vias (ruas e/ou avenidas) com tendência de maior acúmulo de águas pluviais. Estes pontos de avaliação (PA) estão relacionados às áreas de contribuição (AC), as quais estão contidas na bacia de contribuição (BC), com seus respectivos pontos de lançamento (PL). As bacias de contribuição, por sua vez, compõem uma bacia hidrográfica. No quadro 08 estão descritos os termos que foram utilizados na elaboração do Plano de Macrodrenagem Urbana do Município de Marabá Paulista.



**Plano de Macrodrenagem Urbana do Município
de Marabá Paulista/SP.**
Relatório Final – Março de 2015.



Quadro 08: Siglas e termos utilizados no plano de drenagem urbana.

Sigla	Significado	Descrição
BH	Bacia Hidrográfica	Região compreendida entre divisores de água, na qual toda a água aí precipitada escoar por um único curso d'água.
BC	Bacia de Contribuição	Áreas que compõem a bacia hidrográfica que acumulam águas das chuvas em pontos de lançamentos específicos
AC	Área de Contribuição	Áreas que compõem as bacias de contribuição às quais irão acumular águas das chuvas nos pontos de avaliação.
PA	Ponto de Avaliação	Ponto de Avaliação geralmente em cruzamento de vias (avenidas e/ou ruas) onde foram verificadas vazões de contribuição.
CN	Canal	Via (rua ou avenida) com tendência de maior acúmulo de escoamento das águas de chuva, formando de certa forma um “canal de escoamento” dentro de uma determinada área de contribuição, (localizado entre os pontos de avaliação).
PL	Ponto de Lançamento	Ponto onde se concentram as águas de chuva de uma bacia ou área de contribuição, que poderá ser através de canalização ou através das vias públicas, ruas. Local de lançamento (dissipação) das águas acumuladas a montante.



2.7. Análise das Condições Hidráulicas de Escoamento - Guias e Sarjetas

Como um dos elementos da drenagem urbana, as guias e as sarjetas (figuras 25 e 26) podem conduzir determinada vazão que se traduz numa inundação parcial da via pública, onde se devem considerar alguns fatores como: (a) segurança; (b) dirigibilidade de veículos (aquaplanagem); (c) conforto de transeuntes (espirros d'água); (d) desgaste e danos à cobertura asfáltica. Deve-se ainda considerar o não enchimento total da via a fim de evitar prejuízos às residências, comércios e outras formas de ocupação dos lotes.

Para o cálculo da velocidade de escoamento foi utilizada a equação de Manning:

$$V_m = 1/n \times (R_h)^{2/3} \times \sqrt{i}$$

E a vazão corresponde, pela equação da continuidade:

$$Q = V_m \times A_m = 1 / n \times (R_h)^{2/3} \times \sqrt{i} \times A_m$$

Onde:

- V_m = velocidade média do escoamento (em m/s);
- Q = Vazão (em m³/s)
- n = coeficiente de rugosidade de Manning (s.d.) (valor utilizado - 0,017)
- i = declividade média (em m/m);
- R_h = Raio hidráulico = A_m / P_m (em m);
- A_m = Área molhada (em m²);
- P_m = Perímetro molhado (em m).

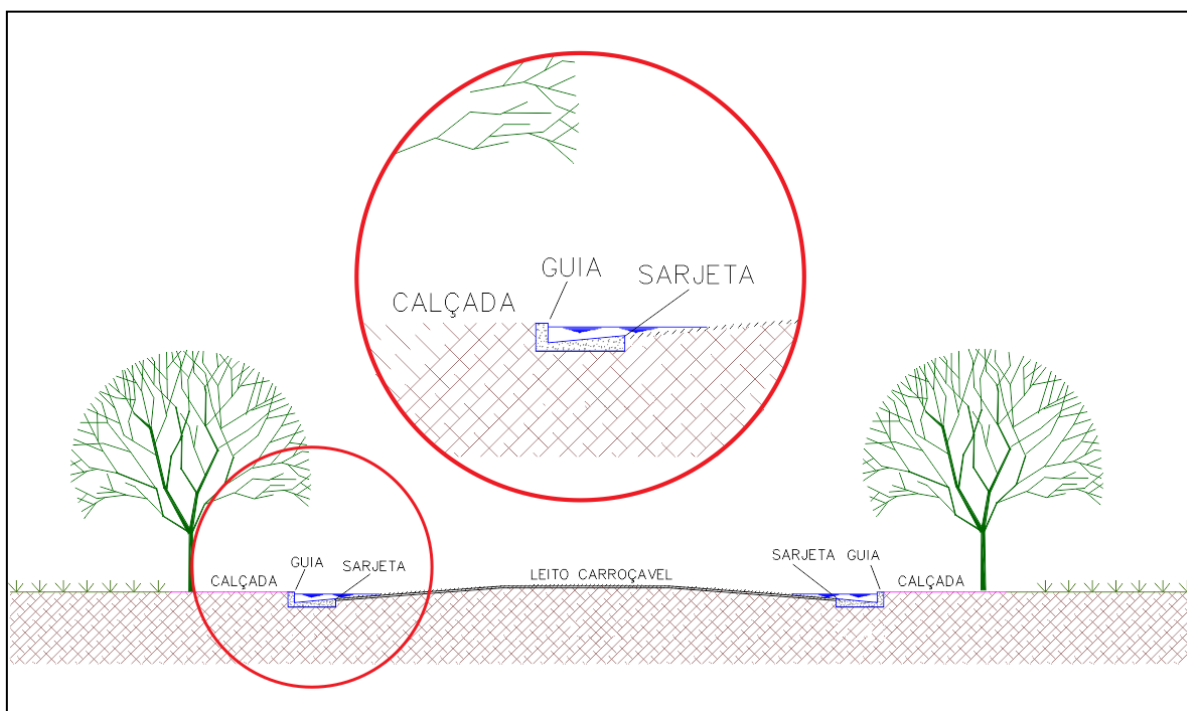


Figura 25 - Guia e Sarjeta com destaque da Seção para cálculo da capacidade de escoamento.

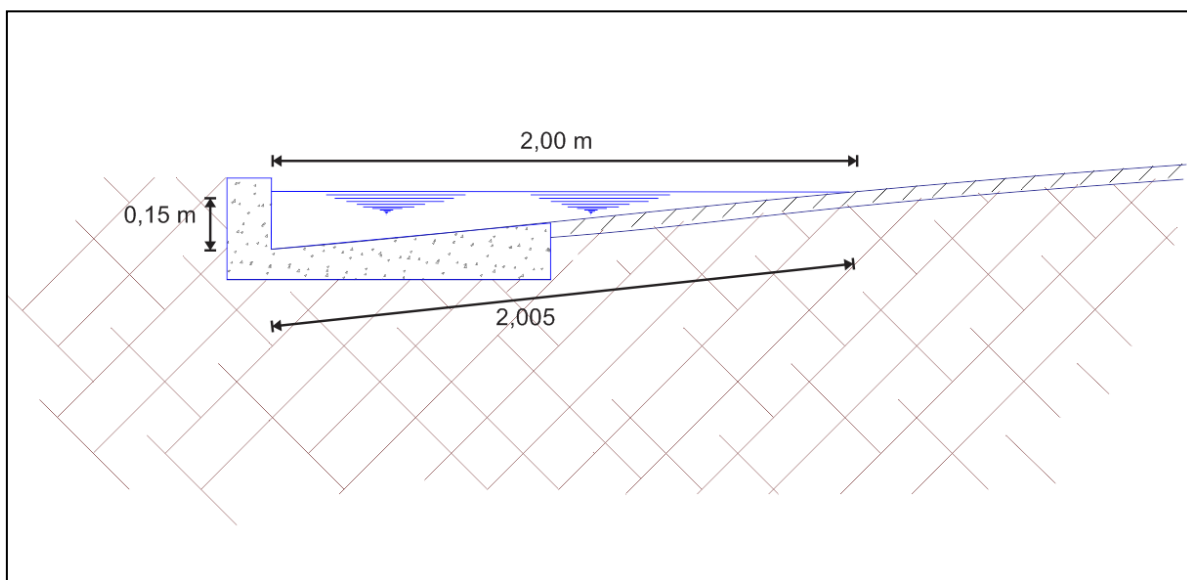


Figura 26 - Seção típica de rua/avenida, utilizada para cálculo da capacidade de escoamento nas guias e sarjetas.



**Plano de Macro drenagem Urbana do Município
de Marabá Paulista/SP.**
Relatório Final – Março de 2015.



Tabela 06 - Capacidade hidráulica de escoamento nas guias e sarjetas.

Declividades						Capacidade da guia/sarjeta (l/s)	
(m/m)			(%)			1 lado	2 lados
0,001	a	0,0019	0,10	a	0,19	47,29	94,57
0,002	a	0,0029	0,20	a	0,29	66,87	133,75
0,003	a	0,0039	0,30	a	0,39	81,90	163,81
0,004	a	0,0049	0,40	a	0,49	94,57	189,15
0,005	a	0,0059	0,50	a	0,59	105,74	211,48
0,006	a	0,0069	0,60	a	0,69	115,83	231,66
0,007	a	0,0079	0,70	a	0,79	125,11	250,22
0,008	a	0,0089	0,80	a	0,89	133,75	267,50
0,009	a	0,0099	0,90	a	0,99	141,86	283,72
0,010	a	0,0109	1,00	a	1,09	149,54	299,07
0,011	a	0,0119	1,10	a	1,19	156,83	313,67
0,012	a	0,0129	1,20	a	1,29	163,81	327,62
0,013	a	0,0139	1,30	a	1,39	170,50	340,99
0,014	a	0,0149	1,40	a	1,49	176,93	353,87
0,015	a	0,0159	1,50	a	1,59	183,14	366,29
0,016	a	0,0169	1,60	a	1,69	189,15	378,30
0,017	a	0,0179	1,70	a	1,79	194,97	389,94
0,018	a	0,0189	1,80	a	1,89	200,62	401,25
0,019	a	0,0199	1,90	a	1,99	206,12	412,24
0,020	a	0,0290	2,00	a	2,90	211,48	422,95
0,030	a	0,0390	3,00	a	3,90	259,00	518,01
0,040	a	0,0490	4,00	a	4,90	299,07	598,14
0,050	a	0,0590	5,00	a	5,90	334,37	668,74
0,060	a	0,0690	6,00	a	6,90	366,29	732,57
0,070	a	0,0790	7,00	a	7,90	395,63	791,27
0,080	a	0,0890	8,00	a	8,90	422,95	845,90
0,090	a	0,0990	9,00	a	9,90	448,61	897,21
0,100	a	0,1090	10,00	a	10,90	472,87	945,75
0,110	a	0,1190	11,00	a	11,90	495,95	991,91
0,120	a	0,1290	12,00	a	12,90	518,01	1036,01
0,130	a	0,1390	13,00	a	13,90	539,16	1078,32
0,140	a	0,1490	14,00	a	14,90	559,51	1119,02
0,150	a	0,1590	15,00	a	15,90	579,15	1158,30
0,160	a	0,1690	16,00	a	16,90	598,14	1196,28
0,170	a	0,1790	17,00	a	17,90	616,55	1233,10
0,180	a	0,1890	18,00	a	18,90	634,43	1268,85
0,190	a	0,1990	19,00	a	19,90	651,81	1303,62
0,200	a	0,2090	20,00	a	20,90	668,74	1337,49



**Plano de Macrodrenagem Urbana do Município
de Marabá Paulista/SP.**
Relatório Final – Março de 2015.



Quando a vazão do ponto de avaliação (PA) superou a capacidade hidráulica de escoamento nas guias e sarjetas, foi recomendada a implantação a partir desse ponto, de sistema de drenagem (galeria) até o ponto de lançamento (PL) mais próximo. Quando no trecho verificado já existia sistema de galeria implantado, foi verificado se o diâmetro da tubulação existente é suficiente para suportar a vazão do referido trecho, para isso foi considerada a declividade média da via, onde essa capacidade não satisfizesse a vazão máxima, foi recomendada solução pertinente.

As recomendações oriundas destas análises subsidiarão a elaboração dos projetos futuros, propiciando maior agilidade e eficiência na solução dos problemas.



3. ANÁLISE DO SISTEMA DE DRENAGEM EXISTENTE E RECOMENDAÇÕES

No município de Marabá Paulista foram identificadas duas bacias hidrográficas (“A” e “B”) afluentes do Ribeirão Areia Dourada, referentes à drenagem das águas pluviais da área urbanizada (Figura 27). Neste contexto, foram analisados os sistemas de drenagem existentes e elaboradas recomendações para as referidas bacias hidrográficas.

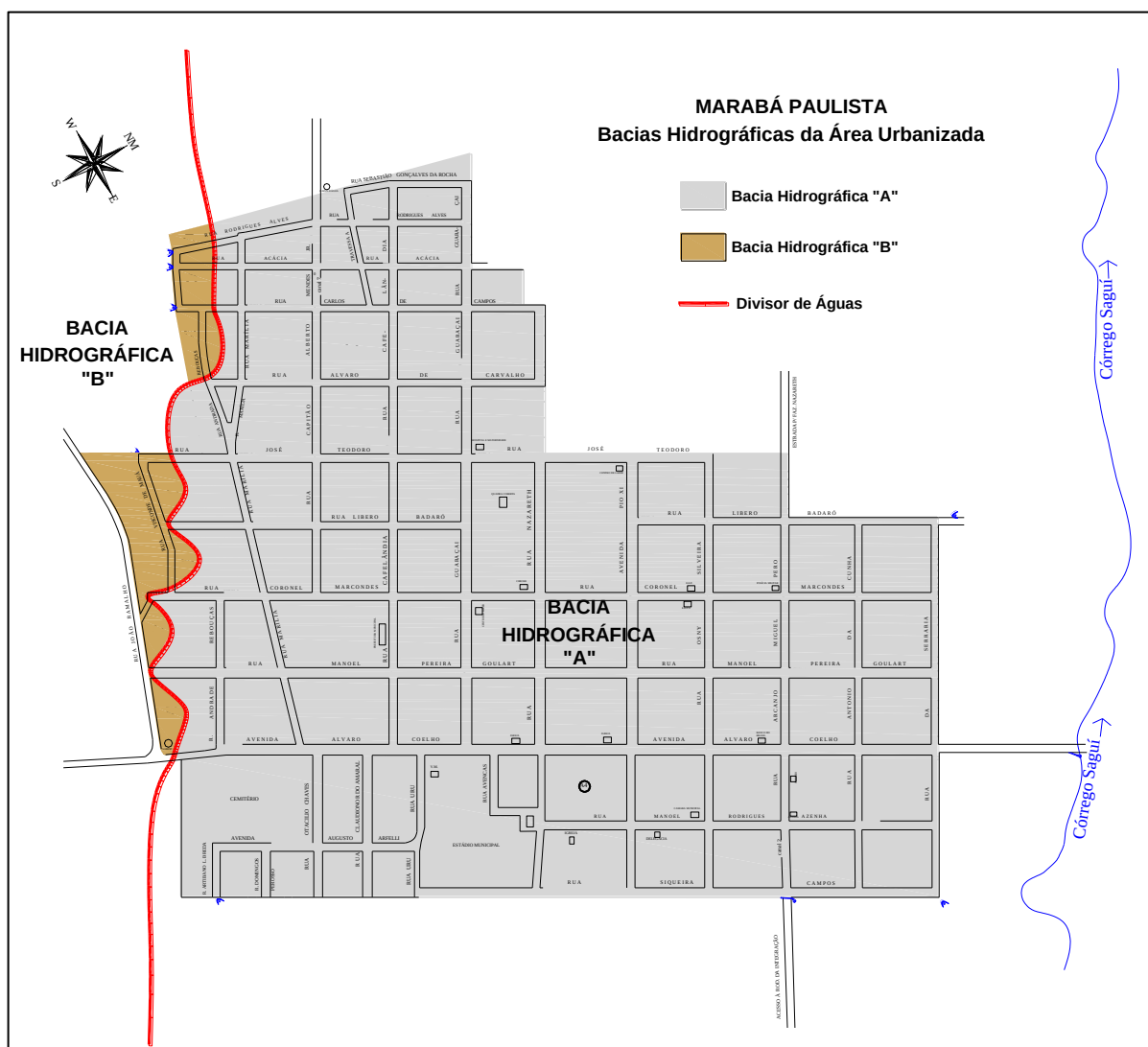


Figura 27 – Bacias hidrográficas da área urbanizada do município de Marabá Paulista
(Bacias hidrográficas “A e B”)

A Bacia hidrográfica “A” é afluente direta do córrego do Sagui (sub-bacia do Ribeirão Areia Dourada, possui área de 73,640 hectares, ocupando a maior parte da área urbanizada do município (Figura 28), as ruas da bacia na sua maioria estão pavimentadas. A bacia hidrográfica “A” foi subdividida em 06 (seis) bacias de contribuição (BC), com 06 (seis) Pontos de Lançamentos (PL).

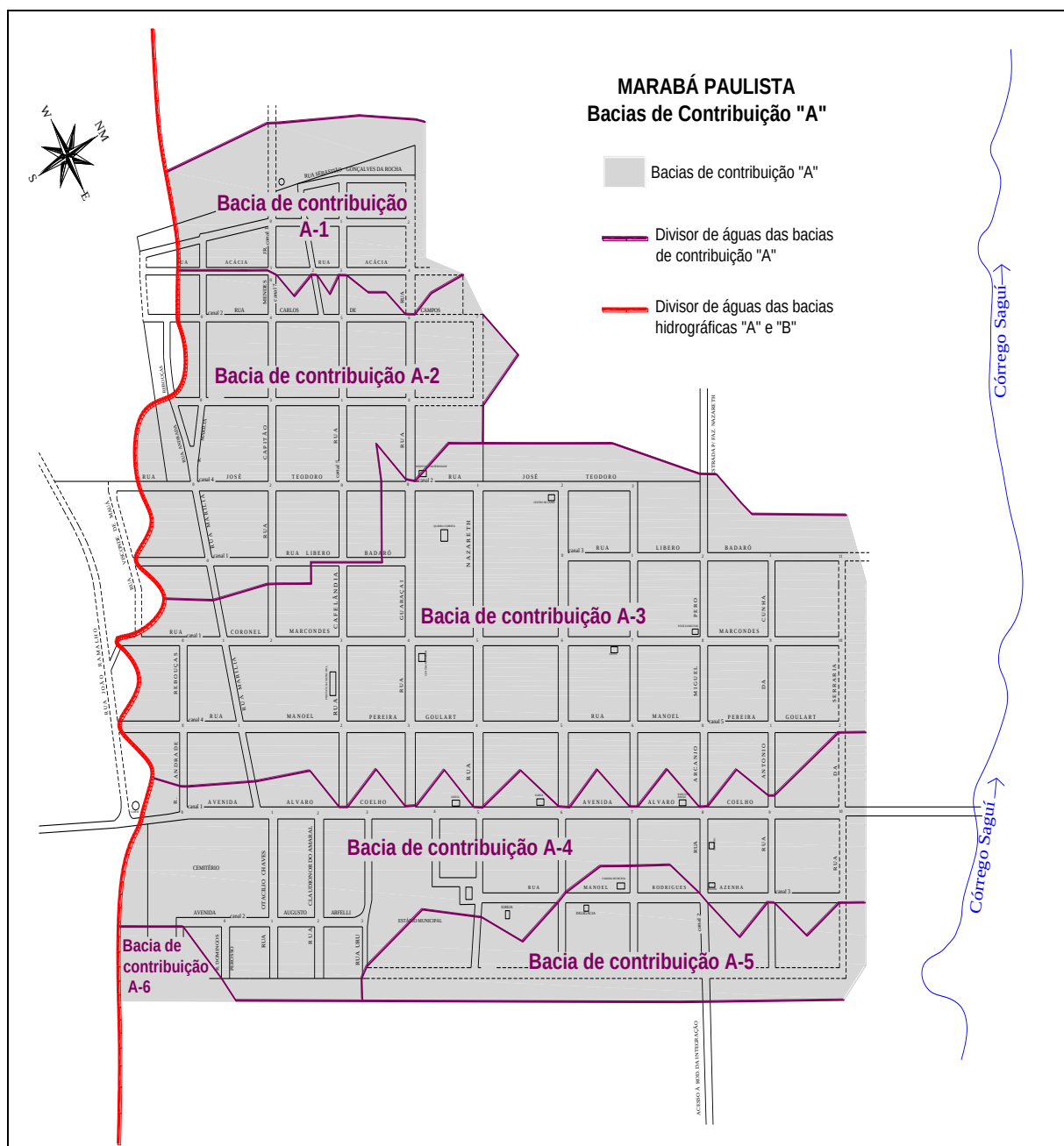


Figura 28 – Bacia hidrográfica “A”
(Área urbanizada do município de Marabá Paulista)

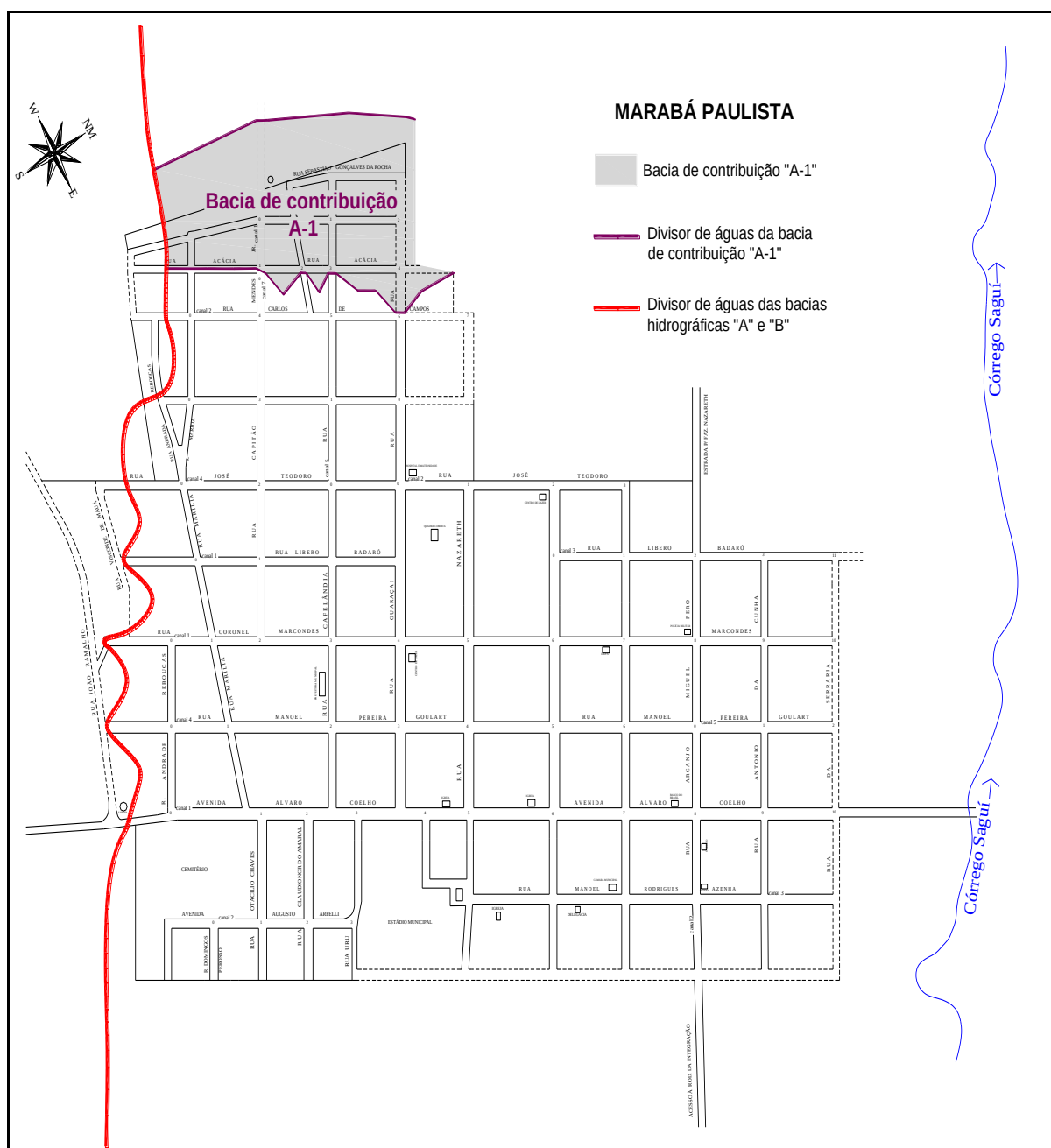
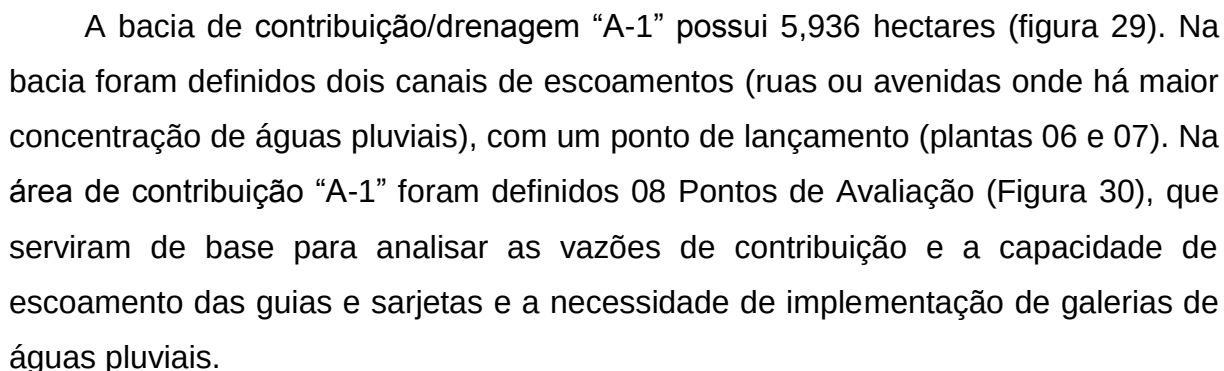


Figura 29 – Drenagem urbana - Bacia de Contribuição "A-1".

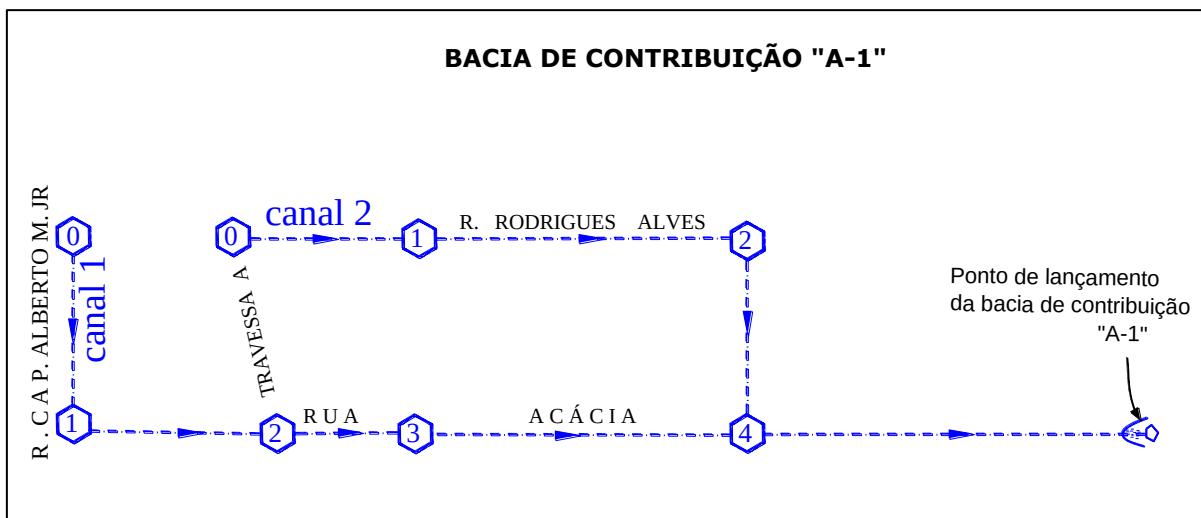


Figura 30 - Diagrama dos canais de escoamento e pontos de avaliação da bacia de contribuição "A-1".

Bacia de Contribuição A-1 (BC-A1)

"Canal – 1"

A localização e o trajeto do canal "1" da bacia de contribuição A-1 "BC-A1" poderá ser verificado na planta 06, tendo seu início no cruzamento da Rua Capitão Alberto Mendes Junior com a Rua Acácia. As informações sobre a capacidade hidráulica e o perfil longitudinal do canal, estão descritos na Tabela 7 e Figura 31.

Tabela 7: Capacidade hidráulica (BC-A1 / Canal 1).

Ponto/trecho de avaliação	Declividade (%)	Cotas (m)	Distâncias (m)	Área (ha)	Vazão Parcial (Q - l/s)	Σ Vazão (Q - l/s)	Capacidade da guia e sarjeta (l/s)
0		385,15		1,810	438,37	438,37	
0-1	3,4		55,54				518,006
1		383,26		0,408	98,82	537,19	
1-2	4,1		58,90				598,142
2		380,84		0,285	69,03	606,22	
2-3	3,5		39,24				518,006
3		379,46		0,256	62,00	668,22	
3-4	7,6		94,37				791,267
4		372,28		0,488	118,19	1437,68	
4-Dissip.	8,8		112,74				-
Dissipação		362,35		-	-	1437,68	

Área:	3,247	Σ Vazão:	1437,68
-------	-------	----------	---------

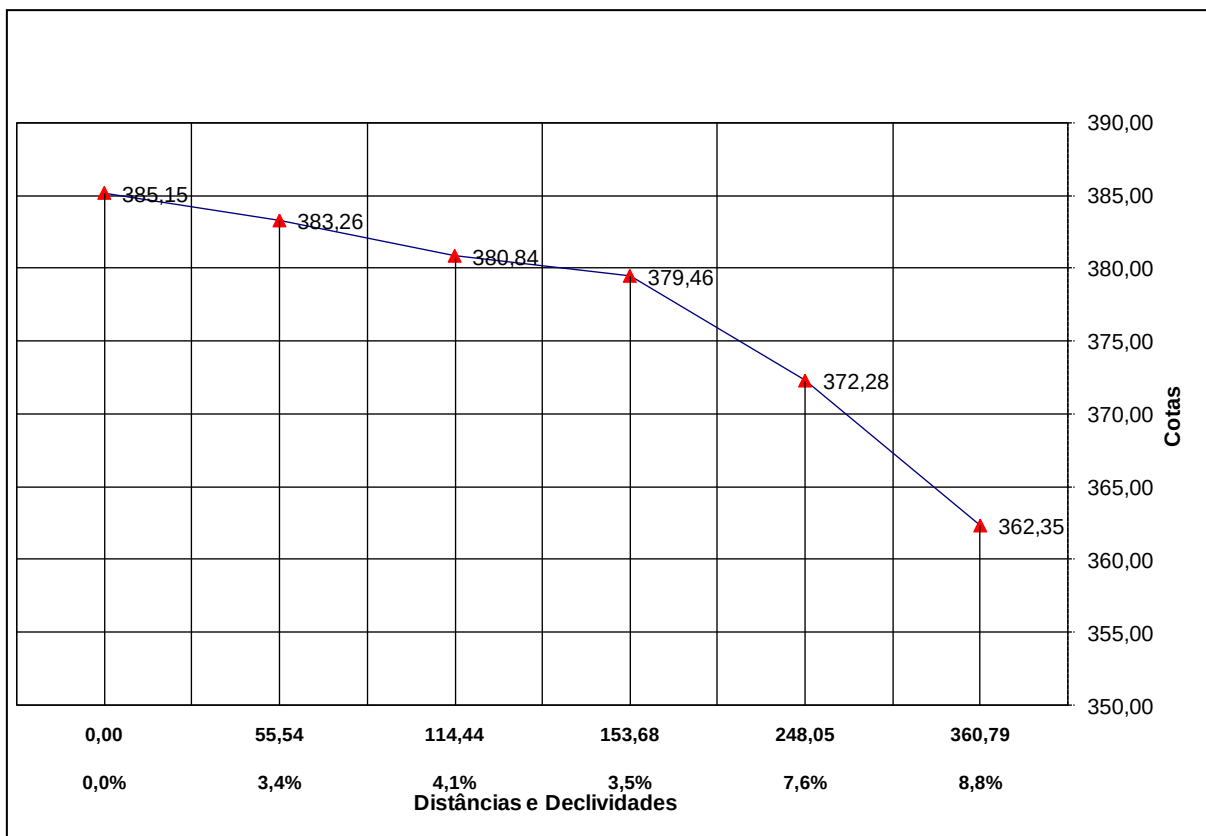


Figura 31 - Perfil longitudinal do canal 1 (sem escala).

BC-A1 - Canal 1 - Recomendações

Conforme tabela 07, o canal 1 da BC-A1 apresenta problemas na capacidade de escoamento nas guias e sarjetas a partir do Ponto de Avaliação 2 (PA-2), sendo recomendado o que segue:

Trecho	Recomendação		
	Tubulação / Estrutura	Declividade (%)	
		Mín.	Max.
PA-2 → PA-3	Implantação de tubulação de Ø 0,60m	0,80	5,30

A localização e as características do sistema de drenagem recomendado estão representadas na planta 09, em anexo.



Bacia de Contribuição A-1 (BC-A1)

“Canal – 2”

A localização e o trajeto do canal “2” da bacia de contribuição A-1 “BC-A1” poderá ser verificado na planta 06, tendo seu início no cruzamento da Travessa A com a Rua Rodrigues Alves. As informações sobre a capacidade hidráulica e o perfil longitudinal do canal, estão descritos na Tabela 8 e Figura 32.

Tabela 8: Capacidade hidráulica (BC-A1/ Canal 2).

Ponto/trecho de avaliação	Declividade (%)	Cotas (m)	Distâncias (m)	Área (ha)	Vazão Parcial (Q - l/s)	Σ Vazão (Q - l/s)	Capacidade da guia e sarjeta (l/s)
0		383,64		0,318	77,02	77,02	
0-1	4,1		52,02				598,142
1		381,51		0,778	188,43	265,45	
1-2	4,9		93,20				598,142
2		376,91		1,407	340,77	606,22	
2 - 4 do C1	8,5		54,78				845,900
4 do canal 1		372,28		0,186	45,05	651,27	
				Área:	2,689	Σ Vazão:	651,27

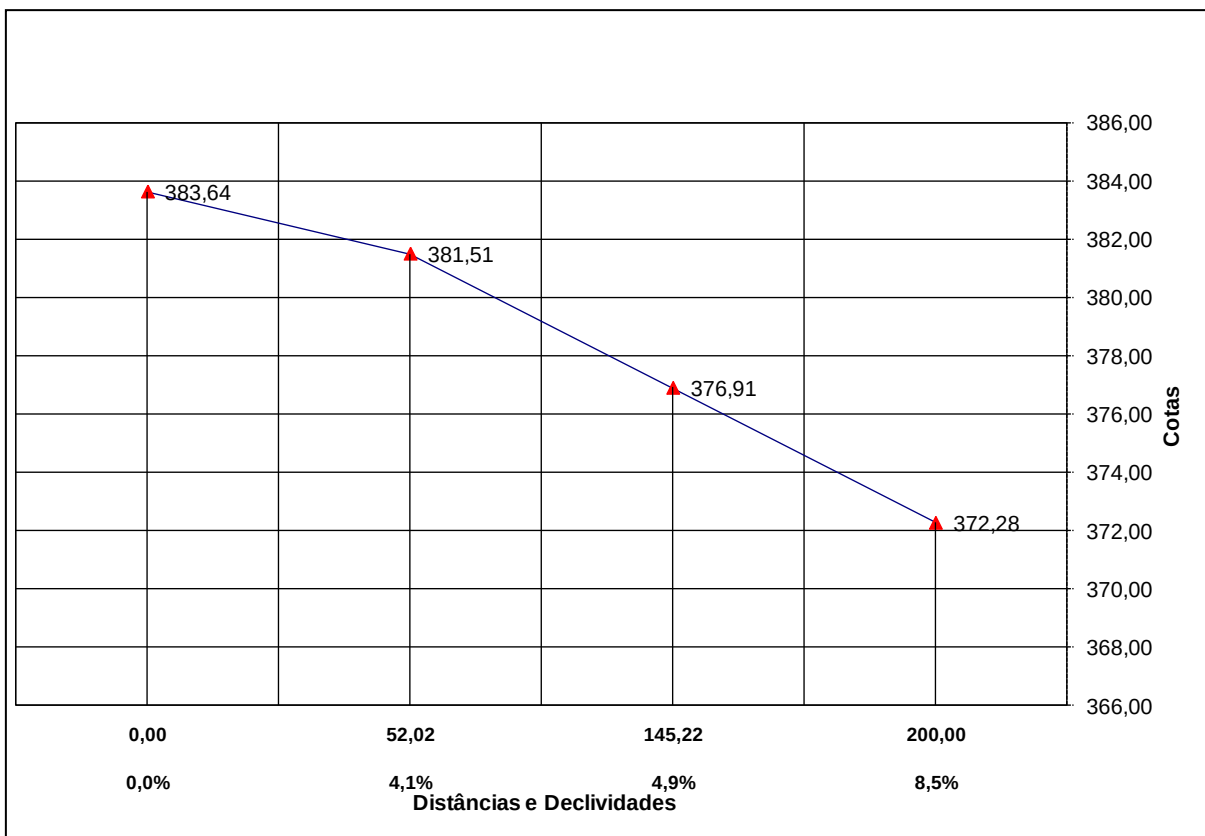


Figura 32 - Perfil longitudinal do canal 2 (sem escala).

BC-A1 - Canal 2 – Recomendações

Conforme tabela 08, o Canal 2 da BC-A1, não necessita de implantação de galerias de águas pluviais.



**Plano de Macro drenagem Urbana do Município
de Marabá Paulista/SP.**
Relatório Final – Março de 2015.



A bacia de contribuição/drenagem “A-2” possui 13,076 hectares (figura 33). Na bacia foram definidos seis canais de escoamentos (ruas ou avenidas onde há maior concentração de águas pluviais), com um ponto de lançamento (plantas 06 e 07). Na área de contribuição “A-2” foram definidos 15 Pontos de Avaliação (Figura 34), que serviram de base para analisar as vazões de contribuição e a capacidade de escoamento das guias e sarjetas e a necessidade de implementação de galerias de águas pluviais.

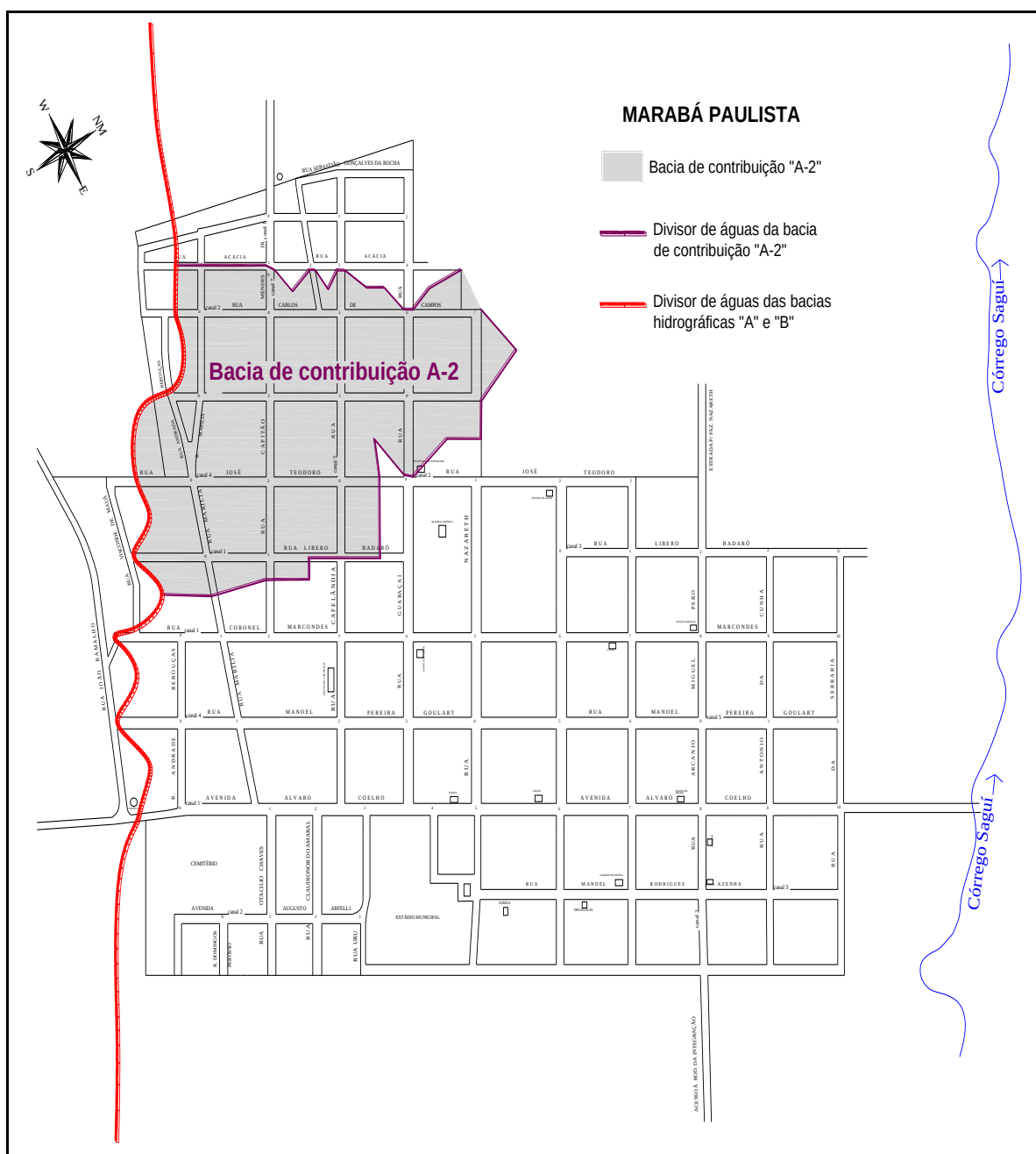


Figura 33 – Drenagem urbana - Bacia de Contribuição A-2



Plano de Macro drenagem Urbana do Município
de Marabá Paulista/SP.
Relatório Final – Março de 2015.

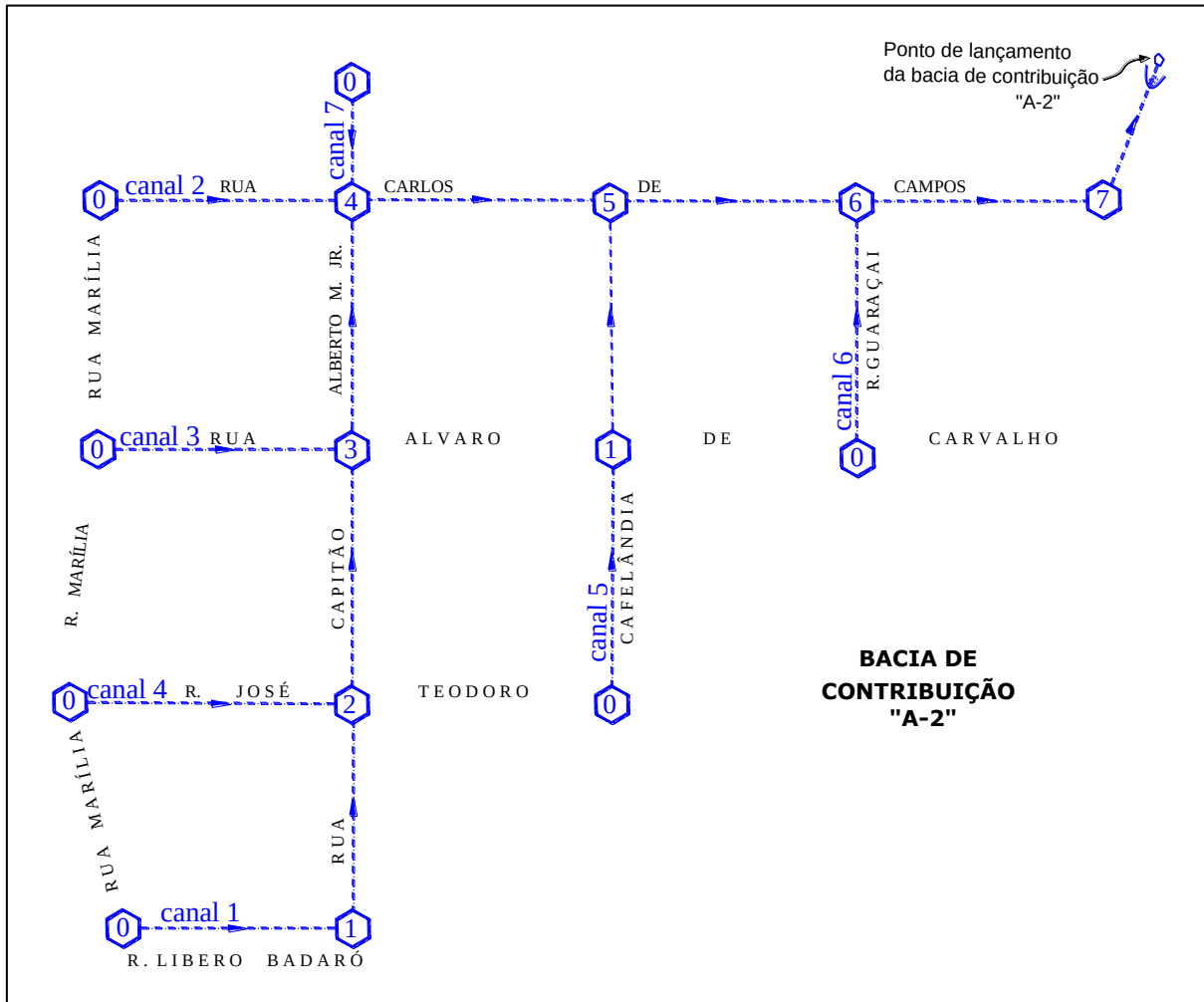


Figura 34 - Diagrama dos canais de escoamento e pontos de avaliação da bacia de contribuição "A-2".



Bacia de Contribuição A-2 (BC-A2)

“Canal – 1”

A localização e o trajeto do canal “1” da bacia de contribuição A-2 “BC-A2” poderá ser verificado na planta 06, tendo seu início no cruzamento da Rua Libero Badaró com a Rua Marília. As informações sobre a capacidade hidráulica e o perfil longitudinal do canal, estão descritos na Tabela 9 e Figura 35.

Tabela 9: Capacidade hidráulica (BC-A2 / Canal 1).

Ponto/trecho de avaliação	Declividade (%)	Cotas (m)	Distâncias (m)	Área (ha)	Vazão Parcial (Q - l/s)	Σ Vazão (Q - l/s)	Capacidade da guia e sarjeta (l/s)
0		392,03		0,749	181,40	181,40	
0-1	5,1		86,65				668,743
1		387,62		0,625	151,37	332,78	
1-2	2,9		84,33				422,95
2		385,17		0,857	207,56	859,80	
2-3	2,2		96,16				422,95
3		383,07		0,488	118,19	1287,27	
3-4	1,1		94,80				313,668
4		382,02		0,467	113,11	1738,24	
4-5	4,4		97,51				598,142
5		377,68		0,612	148,22	2494,38	
5-6	2,8		93,95				422,95
6		375,07		0,377	91,31	2847,01	
6-7	4,8		93,00				598,142
7		370,64		1,321	319,94	3166,95	
7-Dissipação	14,7		56,27				1119,021
Dissipação		362,35		0,000	0,00	3166,95	

Área:	5,496	Σ Vazão:	3166,95
-------	-------	----------	---------



**Plano de Macro drenagem Urbana do Município
de Marabá Paulista/SP.**
Relatório Final – Março de 2015.

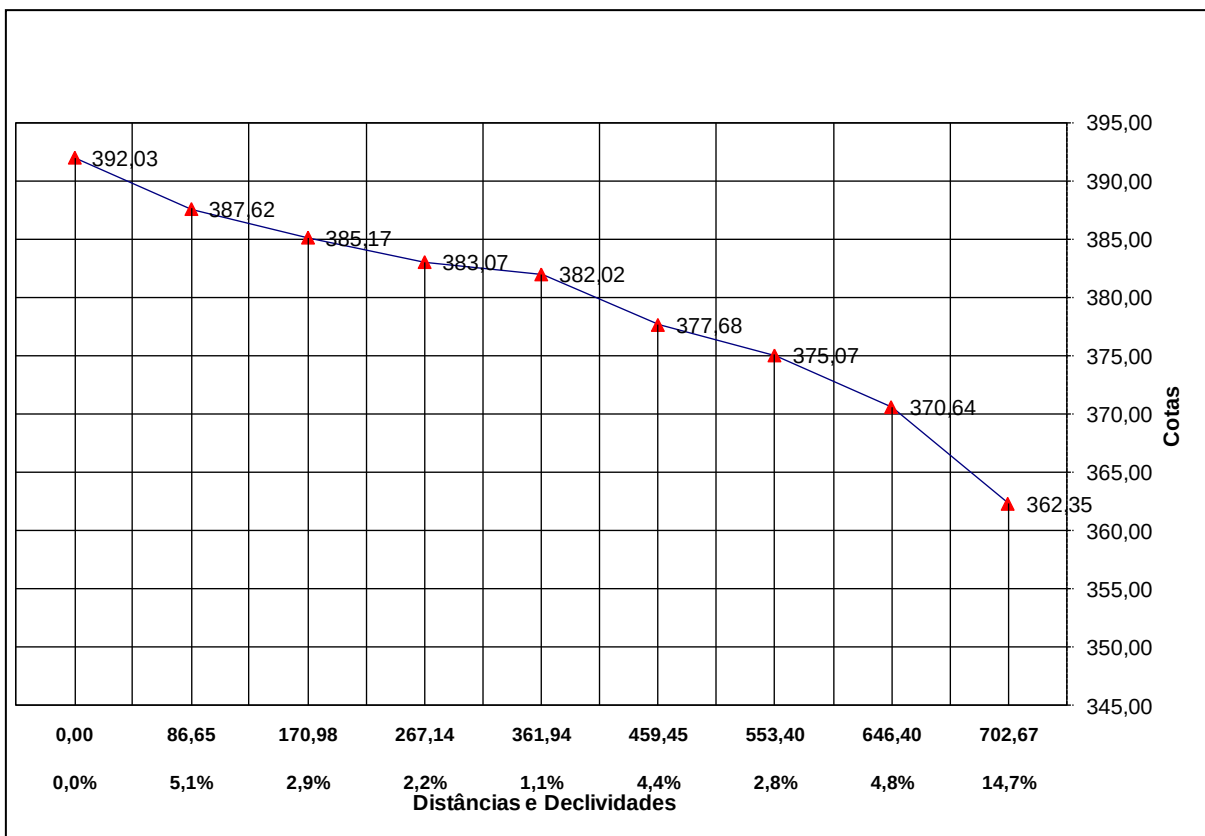


Figura 35 - Perfil longitudinal do canal 1 (sem escala).

BC-A2 - Canal 1 - Recomendações

Conforme tabela 09, podemos verificar que o canal 1 da BC-A2 apresenta problemas na capacidade de escoamento nas guias e sarjetas, a partir do Ponto de Avaliação 3 (PA-3), sendo recomendado o que segue:

Trecho	Recomendação	
	Tubulação / Estrutura	Declividade (%) Mín. Max.
PA-3 → PA-4	Implantação de tubulação de Ø 0,60m (Paralela)	1,20 5,30

A localização e as características do sistema de drenagem recomendado estão representadas na planta 09, em anexo.



Bacia de Contribuição A-2 (BC-A2)

“Canal – 2”

A localização e o trajeto do canal “2” da bacia de contribuição A-2 “BC-A2” poderá ser verificado na planta 06, tendo seu início no cruzamento da Rua Marília com a Rua Carlos de Campos. As informações sobre a capacidade hidráulica e o perfil longitudinal do canal, estão descritos na Tabela 10 e Figura 36.

Tabela 10: Capacidade hidráulica (BC-A2 / Canal 2).

Ponto/trecho de avaliação	Declividade (%)	Cotas (m)	Distâncias (m)	Área (ha)	Vazão Parcial (Q - l/s)	Σ Vazão (Q - l/s)	Capacidade da guia e sarjeta (l/s)
0		387,10		0,473	114,56	114,56	
0 - 4 do C1	5,3		95,14				668,743
4 do Canal 1		382,02		0,396	95,91	210,47	

Área:	0,869	Σ Vazão:	210,47
-------	-------	----------	--------

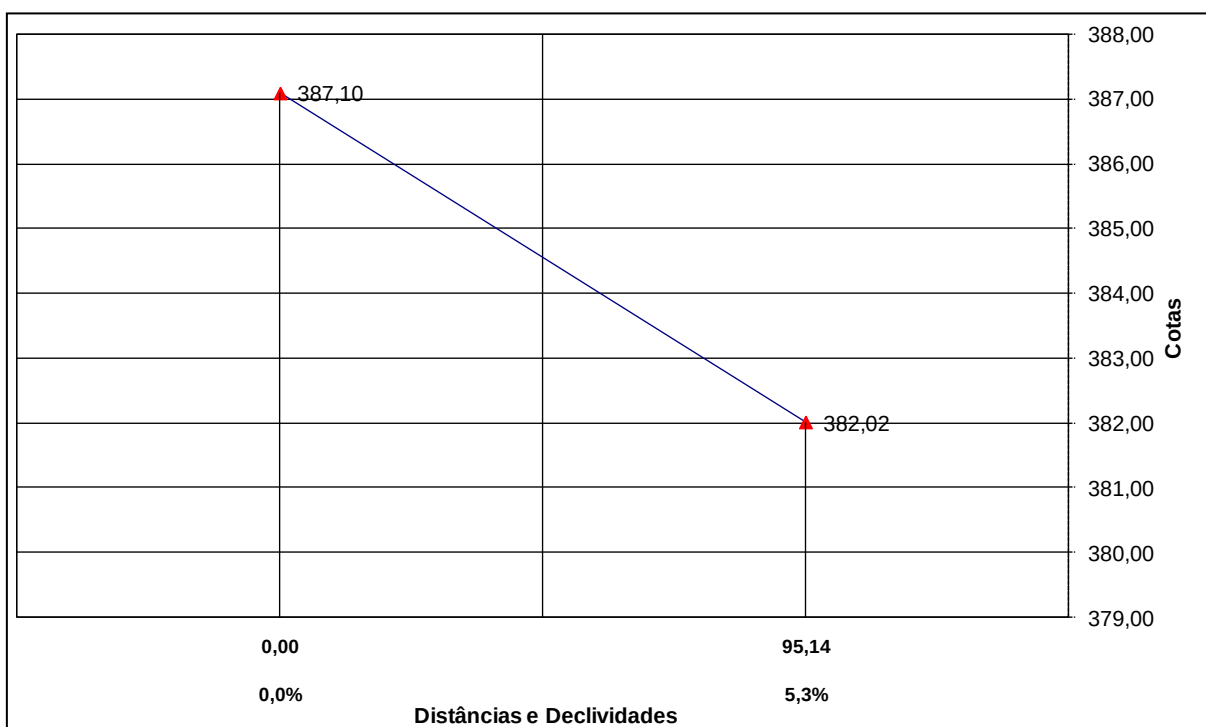


Figura 36 - Perfil longitudinal do canal 2 (sem escala).

BC-A2 - Canal 2 – Recomendações

Conforme tabela 10, o Canal 2 da BC-A2, não necessita de implantação de galerias de águas pluviais.



Bacia de Contribuição A-2 (BC-A2)

“Canal – 3”

A localização e o trajeto do canal “3” da bacia de contribuição A-2 “BC-A2” poderá ser verificado na planta 06, tendo seu início no cruzamento da Rua Marília com a Rua Álvaro de Carvalho. As informações sobre a capacidade hidráulica e o perfil longitudinal do canal, estão descritos na Tabela 11 e Figura 37.

Tabela 11: Capacidade hidráulica (BC-A2 / Canal 3).

Ponto/trecho de avaliação	Declividade (%)	Cotas (m)	Distâncias (m)	Área (ha)	Vazão Parcial (Q - l/s)	Σ Vazão (Q - l/s)	Capacidade da guia e sarjeta (l/s)
0		389,04		0,823	199,33	199,33	
0 – 3 do C1	6,3		95,44				732,571
3 do Canal 1		383,07		0,454	109,96	309,28	

Área:	1,277	Σ Vazão:	309,28
-------	-------	----------	--------

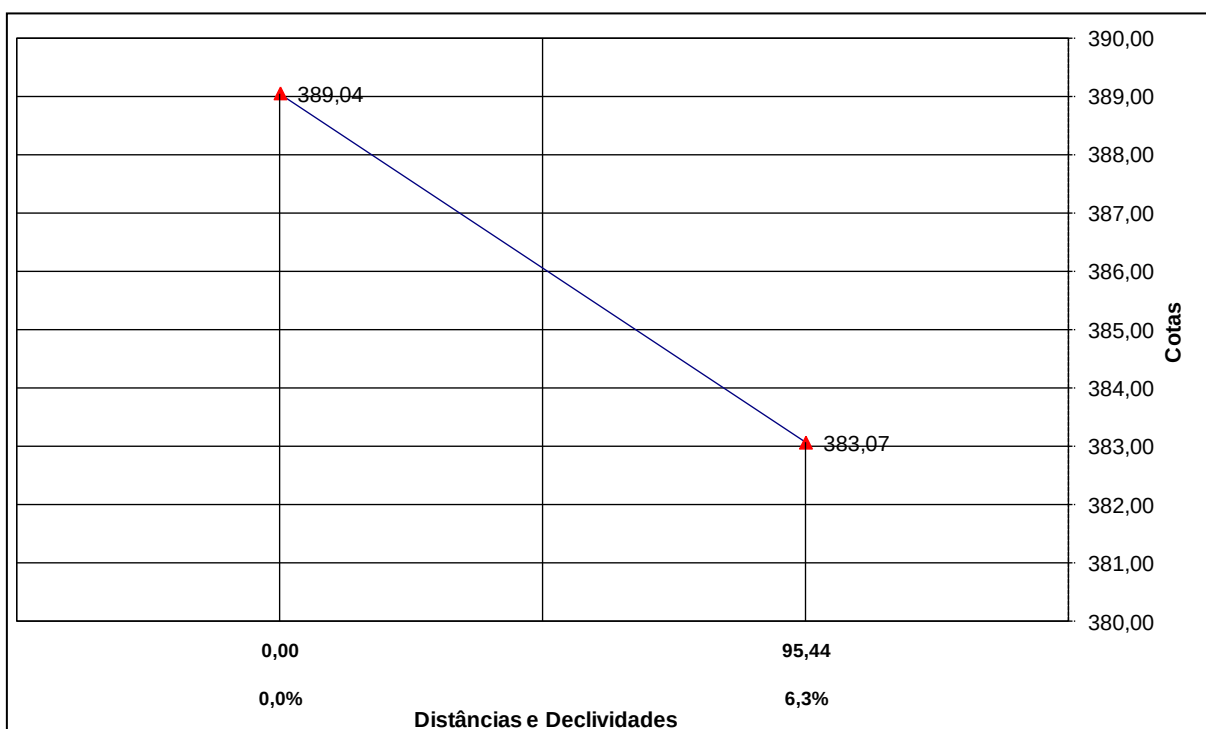


Figura 37 - Perfil longitudinal do canal 3 (sem escala).

BC-A2 - Canal 3 – Recomendações

Conforme tabela 11, o Canal 3 da BC-A2, não necessita de implantação de galerias de águas pluviais.



Bacia de Contribuição A-2 (BC-A2)

“Canal – 4”

A localização e o trajeto do canal “4” da bacia de contribuição A-2 “BC-A2” poderá ser verificado na planta 06, tendo seu início no cruzamento da Rua Marília com a Rua José Teodoro. As informações sobre a capacidade hidráulica e o perfil longitudinal do canal, estão descritos na Tabela 12 e Figura 38.

Tabela 12: Capacidade hidráulica (BC-A2 / Canal 4).

Ponto/trecho de avaliação	Declividade (%)	Cotas (m)	Distâncias (m)	Área (ha)	Vazão Parcial (Q - l/s)	Σ Vazão (Q - l/s)	Capacidade da guia e sarjeta (l/s)
0		390,94		0,838	202,96	202,96	
0 - 2 do C1	5,4		107,02				668,743
2 do Canal 1		385,17		0,481	116,50	319,46	

Área:	1,319	Σ Vazão:	319,46
-------	-------	----------	--------

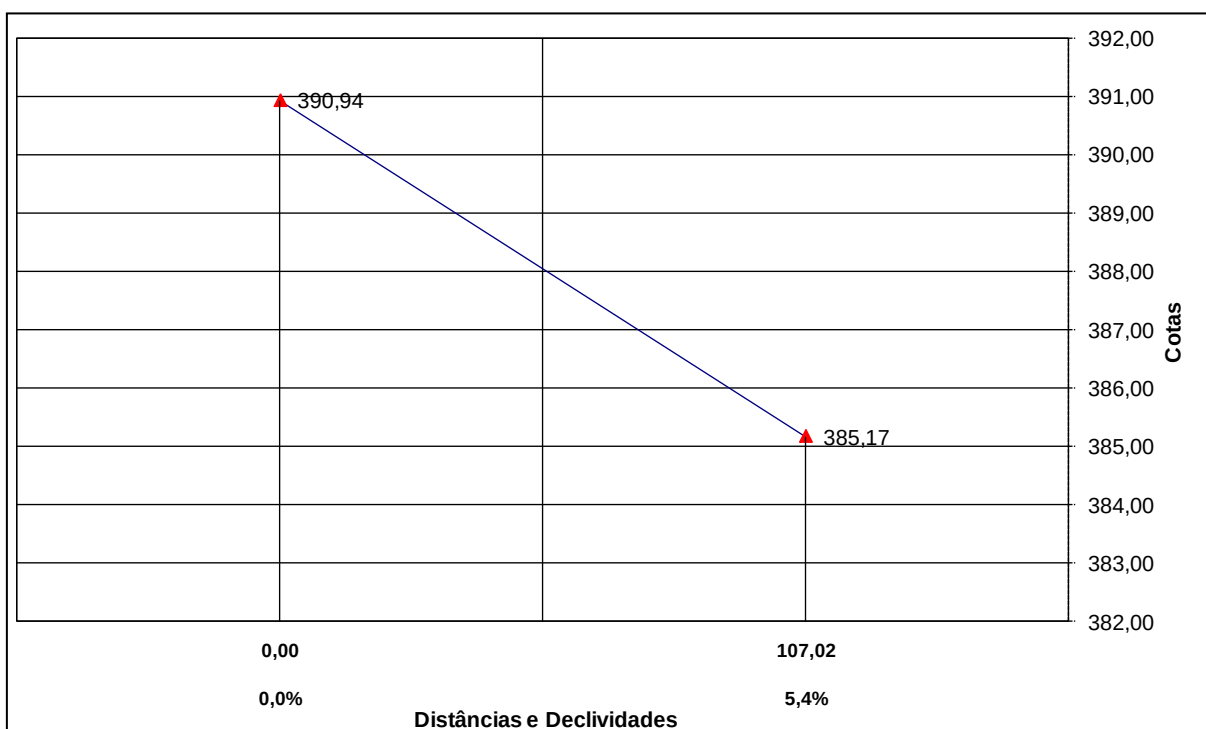


Figura 38 - Perfil longitudinal do canal 4 (sem escala).

BC-A2 - Canal 4 – Recomendações

Conforme tabela 12, o Canal 4 da BC-A2, não necessita de implantação de galerias de águas pluviais.



Bacia de Contribuição A-2 (BC-A2)

“Canal – 5”

A localização e o trajeto do canal “5” da bacia de contribuição A-2 “BC-A2” poderá ser verificado na planta 06, tendo seu início no cruzamento da Rua José Teodoro com a Rua Cafelândia. As informações sobre a capacidade hidráulica e o perfil longitudinal do canal, estão descritos na Tabela 13 e Figura 39.

Tabela 13: Capacidade hidráulica (BC-A2 / Canal 5).

Ponto/trecho de avaliação	Declividade (%)	Cotas (m)	Distâncias (m)	Área (ha)	Vazão Parcial (Q - l/s)	Σ Vazão (Q - l/s)	Capacidade da guia e sarjeta (l/s)
0		385,33		0,856	207,32	207,32	
0 - 1	4,8		95,77				598,142
1		380,72		1,198	290,15	497,47	
1 - 5 do C1	3,2		93,90				518,006
5 do Canal 1		377,68		0,456	110,44	607,91	

Área:	2,510	Σ Vazão:	607,91
-------	-------	----------	--------

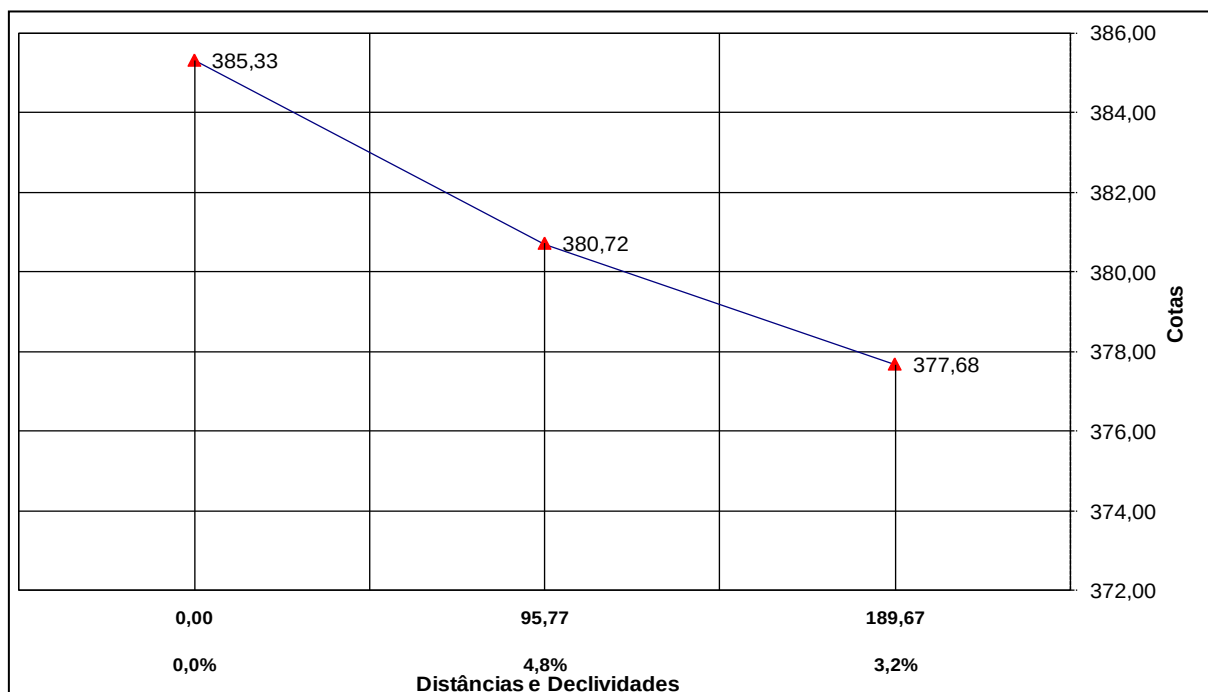


Figura 39 - Perfil longitudinal do canal 5 (sem escala).

BC-A2 - Canal 5 – Recomendações

Conforme tabela 13, o Canal 5 da BC-A2, não necessita de implantação de galerias de águas pluviais.



Bacia de Contribuição A-2 (BC-A2)

“Canal – 6”

A localização e o trajeto do canal “6” da bacia de contribuição A-2 “BC-A2” poderá ser verificado na planta 06, tendo seu início no cruzamento da Rua Álvaro de Carvalho com a Rua Guaraçai. As informações sobre a capacidade hidráulica e o perfil longitudinal do canal, estão descritos na Tabela 14 e Figura 40.

Tabela 14: Capacidade hidráulica (BC-A2 / Canal 6).

Ponto/trecho de avaliação	Declividade (%)	Cotas (m)	Distâncias (m)	Área (ha)	Vazão Parcial (Q - l/s)	Σ Vazão (Q - l/s)	Capacidade da guia e sarjeta (l/s)
0		381,88		0,629	152,34	152,34	
0 – 6 do C1	7,2		94,51				791,267
6 do Canal 1		375,07		0,450	108,99	261,33	

Área:	1,079	Σ Vazão:	261,33
-------	-------	----------	--------

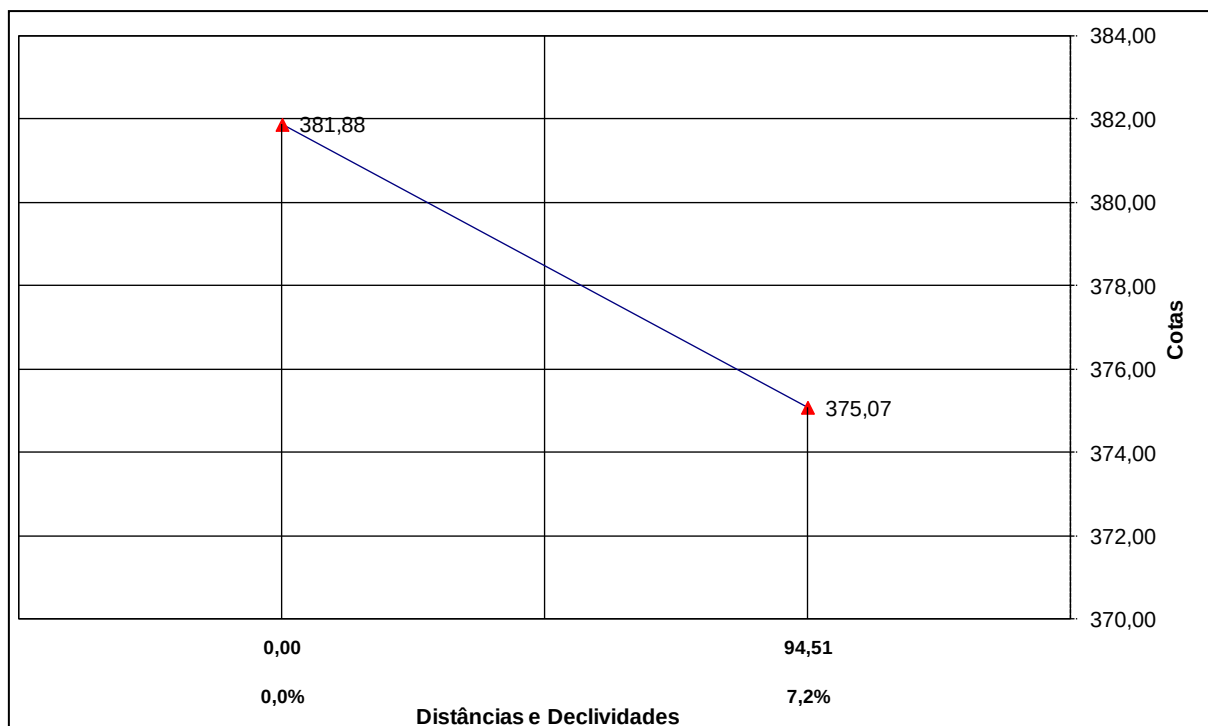


Figura 40 - Perfil longitudinal do canal 6 (sem escala).

BC-A2 - Canal 6 – Recomendações

Conforme tabela 14, o Canal 6 da BC-A2, não necessita de implantação de galerias de águas pluviais.



Bacia de Contribuição A-2 (BC-A2)

“Canal – 7”

A localização e o trajeto do canal “7” da bacia de contribuição A-2 “BC-A2” poderá ser verificado na planta 06, tendo seu início no cruzamento da Rua Acácia com a Rua Capitão Alberto Mendes Junior. As informações sobre a capacidade hidráulica e o perfil longitudinal do canal, estão descritos na Tabela 15 e Figura 41.

Tabela 15: Capacidade hidráulica (BC-A2 / Canal 7).

Ponto/trecho de avaliação	Declividade (%)	Cotas (m)	Distâncias (m)	Área (ha)	Vazão Parcial (Q - l/s)	Σ Vazão (Q - l/s)	Capacidade da guia e sarjeta (l/s)
0		383,26		0,369	89,37	89,37	
0 – 4 do C1	2,6		48,00				422,95
4 do Canal 1		382,02		0,157	38,02	127,40	

Área:	0,526	Σ Vazão:	127,40
-------	-------	----------	--------

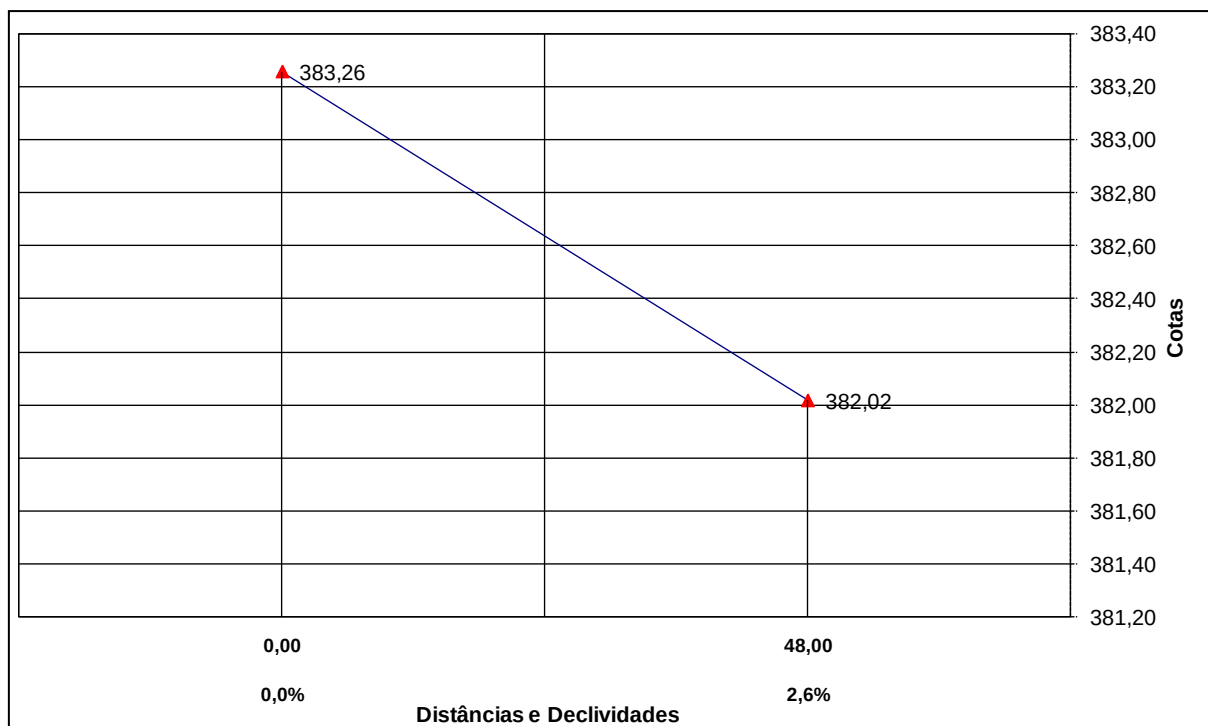


Figura 41 - Perfil longitudinal do canal 7 (sem escala).

BC-A2 - Canal 7 – Recomendações

Conforme tabela 15, o Canal 7 da BC-A2, não necessita de implantação de galerias de águas pluviais.



**Plano de Macro drenagem Urbana do Município
de Marabá Paulista/SP.**
Relatório Final – Março de 2015.



A bacia de contribuição/drenagem “A-3” possui 30,357 hectares (figura 42). Na bacia foram definidos cinco canais de escoamentos (ruas ou avenidas onde há maior concentração de águas pluviais), com um ponto de lançamento (plantas 06 e 07). Na área de contribuição “A-3” foram definidos 30 Pontos de Avaliação (Figura 43), que serviram de base para analisar as vazões de contribuição e a capacidade de escoamento das guias e sarjetas e a necessidade de implementação de galerias de águas pluviais.

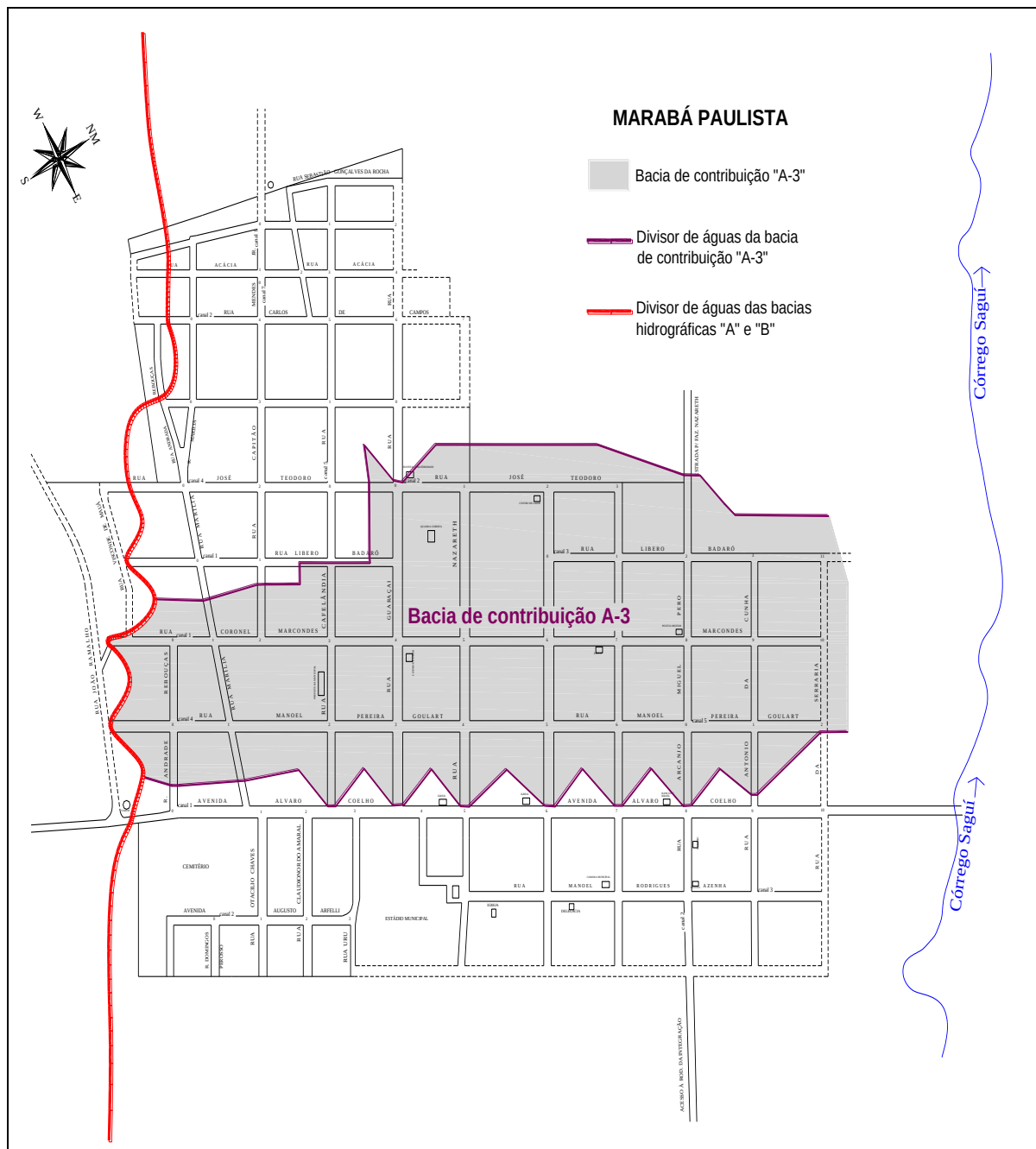


Figura 42 – Drenagem urbana - Bacia de Contribuição A-3

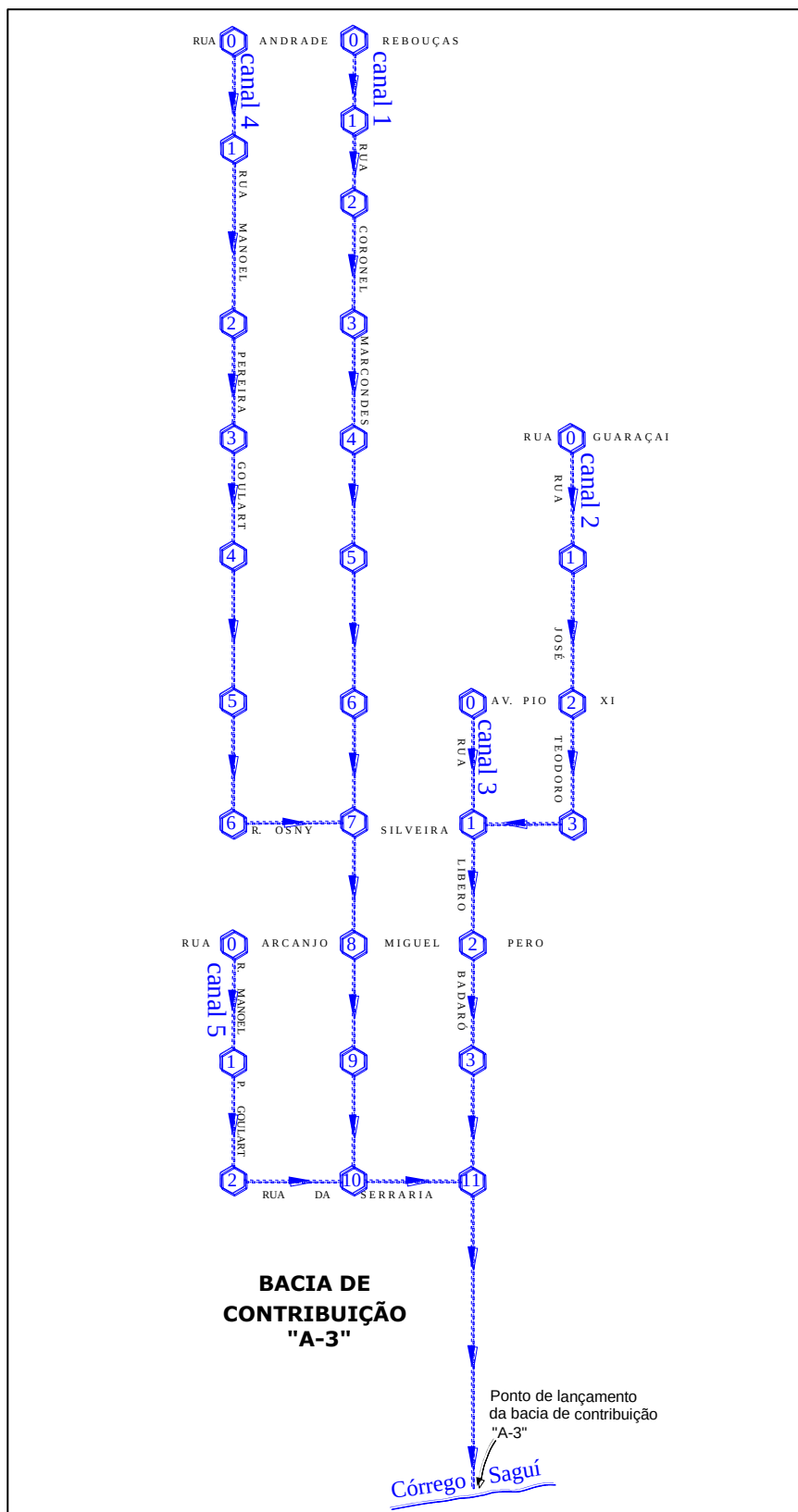


Figura 43 - Diagrama dos canais de escoamento e pontos de avaliação da bacia de contribuição “A-3”.



Bacia de Contribuição A-3 (BC-A3)

“Canal – 1”

A localização e o trajeto do canal “1” da bacia de contribuição A-3 “BC-A3” poderá ser verificado na planta 06, tendo seu início no cruzamento da Rua Andrade Rebouças com a Rua Coronel Marcondes. As informações sobre a capacidade hidráulica e o perfil longitudinal do canal, estão descritos na Tabela 16 e Figura 44.

Tabela 16: Capacidade hidráulica (BC-A3 / Canal 1).

Ponto/trecho de avaliação	Declividade (%)	Cotas (m)	Distâncias (m)	Área (ha)	Vazão Parcial (Q - l/s)	Σ Vazão (Q - l/s)	Capacidade da guia e sarjeta (l/s)
0		395,09		0,722	174,87	174,87	
0 - 1	7,0		55,67				732,571
1		391,19		0,598	144,83	319,70	
1 - 2	6,0		65,71				732,571
2		387,25		0,625	151,37	471,07	
2 - 3	3,7		95,66				518,006
3		383,73		1,118	270,78	741,85	
3 - 4	5,4		92,24				668,743
4		378,75		1,369	331,57	1073,41	
4 - 5	4,0		93,65				518,006
5		375,01		1,797	435,23	1508,64	
5 - 6	9,0		116,56				845,900
6		364,58		1,750	423,84	1932,48	
6 - 7	5,6		96,26				668,743
7		359,14		0,928	224,76	4327,80	
7 - 8	4,7		96,86				598,142
8		354,59		1,406	340,53	4668,33	
8 - 9	5,1		91,84				668,743
9		349,91		1,256	304,20	4972,53	
9 - 10	3,2		96,06				518,006
10		346,86		0,423	102,45	5760,15	
10 - 11	1,4		94,37				340,993
11		345,58		0,448	108,50	7352,34	
11- Dissip.	7,4		244,00				791,267
Dissipação		327,54		0,000	0,00	7352,34	

Área:	12,440	Σ Vazão:	7352,34
-------	--------	----------	---------

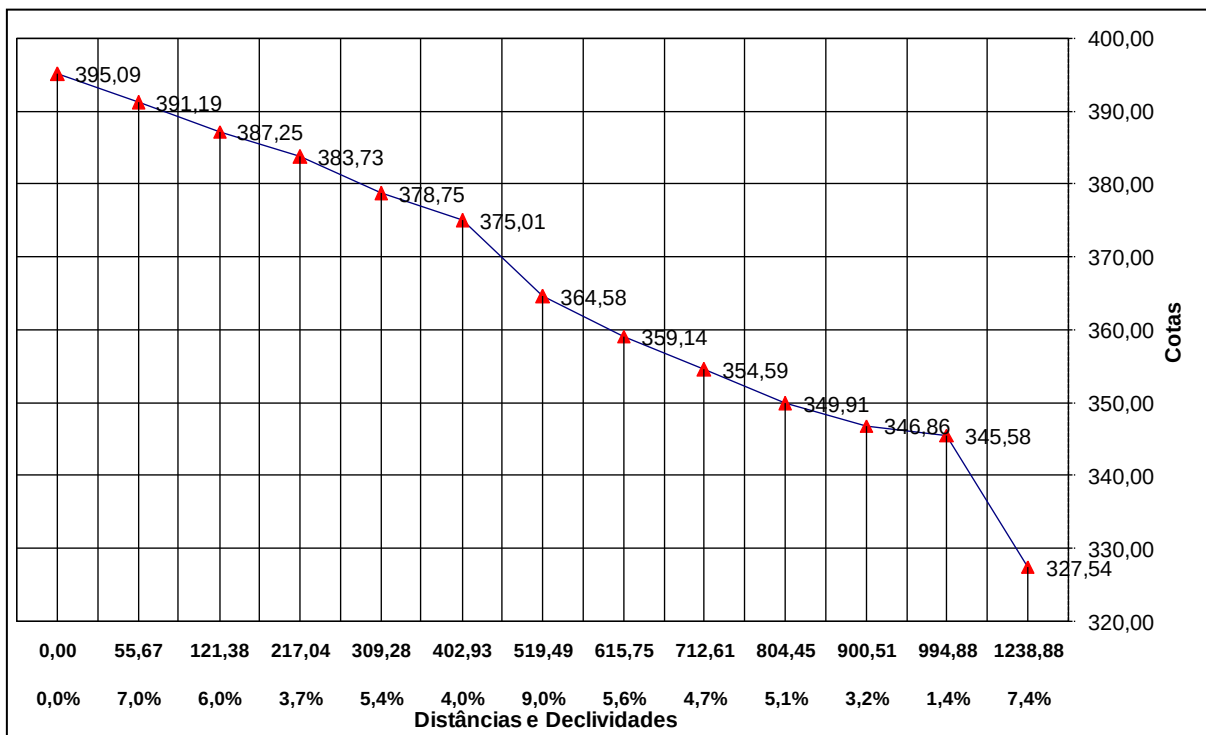


Figura 44 - Perfil longitudinal do canal 1 (sem escala).

BC-A3 - Canal 1 - Recomendações

Conforme tabela 16, o canal 1 da BC-A3 apresenta problemas na capacidade de escoamento nas guias e sarjetas a partir do Ponto de Avaliação 3 (PA-3), sendo recomendado o que segue:



**Plano de Macrodrenagem Urbana do Município
de Marabá Paulista/SP.**
Relatório Final – Março de 2015.



BC-A3 - Canal 1 - Recomendações

Trecho	Recomendação		
	Tubulação / Estrutura	Declividade (%)	
		Mín.	Max.
PA-3 → PA-4	Implantação de tubulação de Ø 0,60m	1,60	5,3
PA-4 → PA-5	Implantação de tubulação de Ø 0,60m	3,10	5,3
PA-5 → PA-6	Implantação de tubulação de Ø 0,80m	1,40	3,6
PA-6 → PA-7	Implantação de tubulação de Ø 0,80m	2,20	3,6
PA-7 → PA-8	Implantação de tubulação de Ø 1,20m	1,20	2,2
PA-8 → PA-9	Implantação de tubulação de Ø 1,20m	1,50	2,2
PA-9 → PA-10	Implantação de tubulação de Ø 1,20m	1,70	2,2
PA-10 → PA-11	Implantação de tubulação de Ø 1,50m	0,70	1,5
PA-11 → Dissip.	Implantação de tubulação de Ø 1,50m	1,50	1,5

A localização e as características do sistema de drenagem recomendado estão representadas na planta 09, em anexo.



Bacia de Contribuição A-3 (BC-A3)

“Canal – 2”

A localização e o trajeto do canal “2” da bacia de contribuição A-3 “BC-A3” poderá ser verificado na planta 06, tendo seu início no cruzamento da Rua Guaraçai com a Rua José Teodoro. As informações sobre a capacidade hidráulica e o perfil longitudinal do canal, estão descritos na Tabela 17 e Figura 45.

Tabela 17: Capacidade hidráulica (BC-A3 / Canal 2).

Ponto/trecho de avaliação	Declividade (%)	Cotas (m)	Distâncias (m)	Área (ha)	Vazão Parcial (Q - l/s)	Σ Vazão (Q - l/s)	Capacidade da guia e sarjeta (l/s)
0		385,32		0,445	107,78	107,78	
0 - 1	4,8		94,43				598,142
1		380,76		0,495	119,89	227,66	
1 - 2	6,1		115,90				732,571
2		373,69		0,819	198,36	426,02	
2 - 3	7,0		97,22				732,571
3		366,89		0,732	177,29	603,31	
3 – 1 do C3	5,5		80,04				668,743
1 do Canal 3		362,48		0,450	108,99	712,30	
				Área:	2,941	Σ Vazão:	712,30

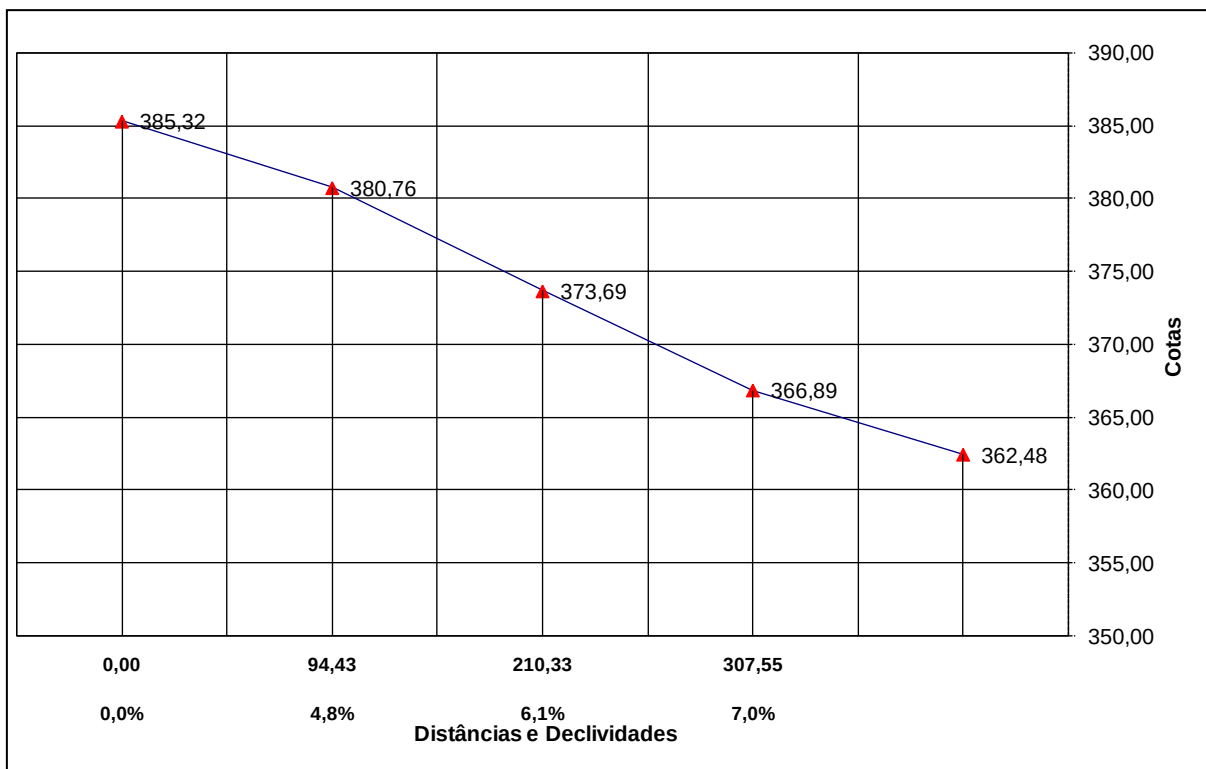


Figura 45 - Perfil longitudinal do canal 2 (sem escala).

BC-A3 - Canal 2 – Recomendações

Conforme tabela 17, o Canal 2 da BC-A3, não necessita de implantação de galerias de águas pluviais.



Bacia de Contribuição A-3 (BC-A3)

“Canal – 3”

A localização e o trajeto do canal “3” da bacia de contribuição A-3 “BC-A3” poderá ser verificado na planta 06, tendo seu início no cruzamento da Av. Pio XI com a Rua Libero Badaró. As informações sobre a capacidade hidráulica e o perfil longitudinal do canal, estão descritos na Tabela 18 e Figura 46.

Tabela 18: Capacidade hidráulica (BC-A3 / Canal 3).

Ponto/trecho de avaliação	Declividade (%)	Cotas (m)	Distâncias (m)	Área (ha)	Vazão Parcial (Q - l/s)	Σ Vazão (Q - l/s)	Capacidade da guia e sarjeta (l/s)
0		369,90		0,457	110,68	110,68	
0 - 1	7,7		96,16				791,267
1		362,48		0,428	103,66	926,64	
1 - 2	4,0		96,35				598,142
2		358,62		0,931	225,48	1152,13	
2 - 3	5,4		92,53				668,743
3		353,65		0,556	134,66	1286,79	
3 – 11 do C1	8,3		97,50				845,9
11 do Canal 1		345,58		0,813	196,91	1483,69	

Área:	3,185	Σ Vazão:	1483,69
-------	-------	----------	---------



**Plano de Macrodrenagem Urbana do Município
de Marabá Paulista/SP.**
Relatório Final – Março de 2015.

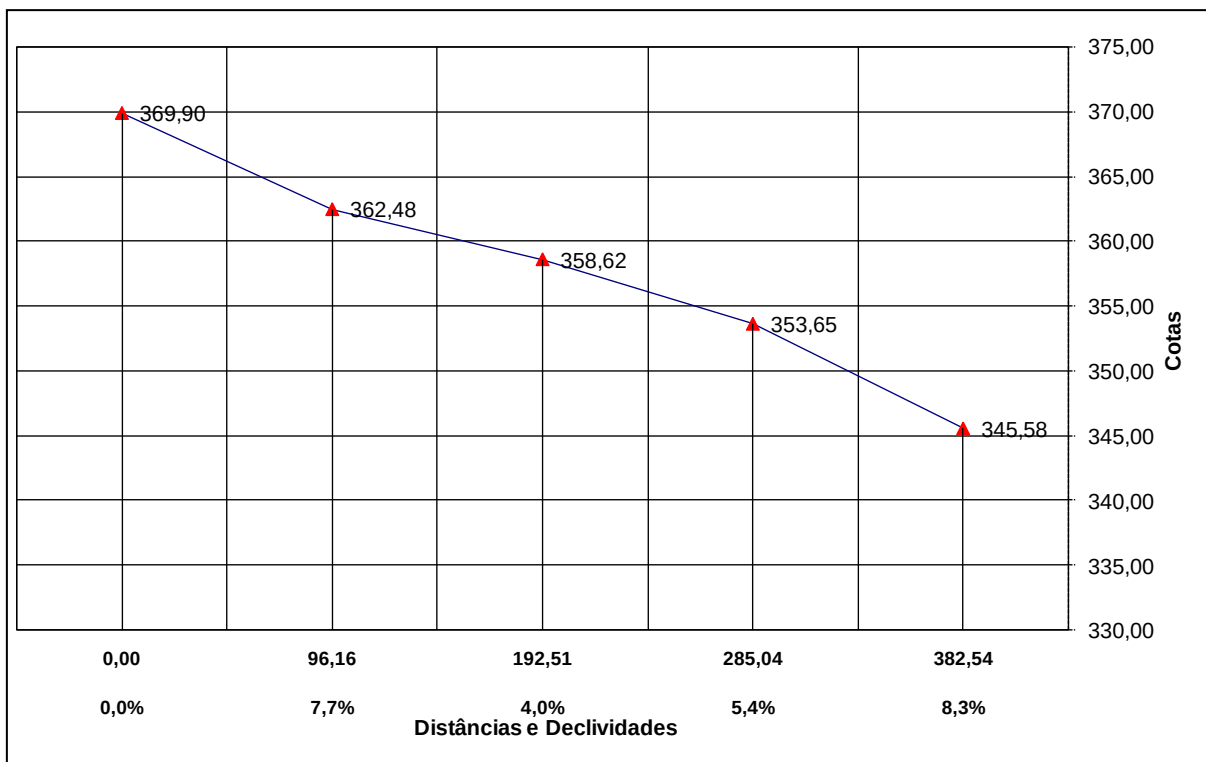


Figura 46 - Perfil longitudinal do canal 3 (sem escala).

BC-A3 - Canal 3 - Recomendações

Conforme tabela 18, o canal 3 da BC-A3 apresenta problemas na capacidade de escoamento nas guias e sarjetas a partir do Ponto de Avaliação 1 (PA-1), sendo recomendado o que segue:

Trecho	Recomendação		
	Tubulação / Estrutura	Declividade (%)	
		Mín.	Max.
PA-1 → PA-2	Implantação de tubulação de Ø 0,60m	2,30	5,3
PA-2 → PA-3	Implantação de tubulação de Ø 0,60m	3,60	5,3
PA-3 → PA-11 do C1	Implantação de tubulação de Ø 0,80m	1,00	3,6

A localização e as características do sistema de drenagem recomendado estão representadas na planta 09, em anexo.



Bacia de Contribuição A-3 (BC-A3)

“Canal – 4”

A localização e o trajeto do canal “4” da bacia de contribuição A-3 “BC-A3” poderá ser verificado na planta 06, tendo seu início no cruzamento da Rua Andrade Rebouças com a Rua Manoel Pereira Goulart. As informações sobre a capacidade hidráulica e o perfil longitudinal do canal, estão descritos na Tabela 19 e Figura 47.

Tabela 19: Capacidade hidráulica (BC-A3 / Canal 4).

Ponto/trecho de avaliação	Declividade (%)	Cotas (m)	Distâncias (m)	Área (ha)	Vazão Parcial (Q - l/s)	Σ Vazão (Q - l/s)	Capacidade da guia e sarjeta (l/s)
0		396,09		0,903	218,70	218,70	
0 - 1	6,5		78,56				732,571
1		391,00		1,079	261,33	480,03	
1 - 2	6,5		140,52				732,571
2		381,88		1,739	421,18	901,21	
2 - 3	4,6		92,24				598,142
3		377,65		1,340	324,54	1225,75	
3 - 4	6,1		93,47				732,571
4		371,91		1,459	353,36	1579,12	
4 - 5	4,8		116,38				598,142
5		366,28		1,088	263,51	1842,63	
5 - 6	4,2		97,15				598,142
6		362,24		0,916	221,85	2064,48	
6 – 7 do C1	3,2		97,62				518,006
7 do Canal 1		359,14		0,438	106,08	2170,56	
				Área:	8,962	Σ Vazão:	2170,56



Plano de Macro drenagem Urbana do Município
de Marabá Paulista/SP.
Relatório Final – Março de 2015.

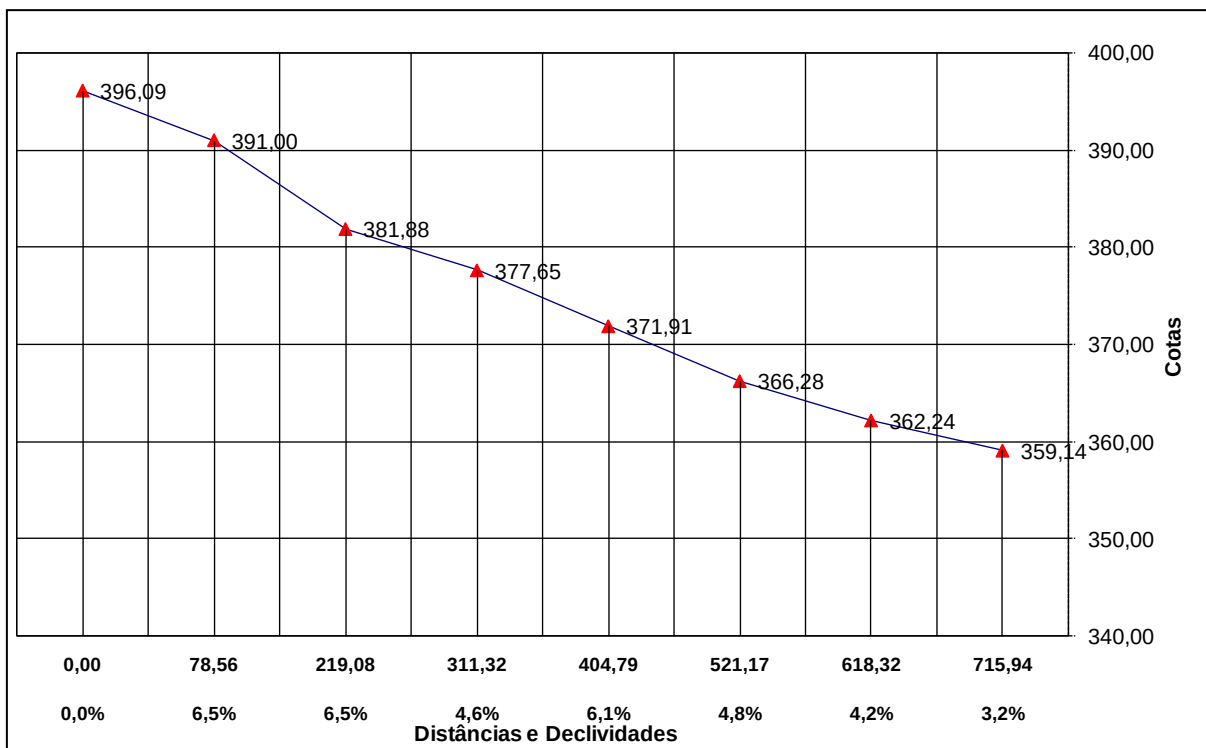


Figura 47 - Perfil longitudinal do canal 4 (sem escala).

BC-A3 - Canal 4 - Recomendações

Conforme tabela 19, o canal 4 da BC-A3 apresenta problemas na capacidade de escoamento nas guias e sarjetas a partir do Ponto de Avaliação 2 (PA-2), sendo recomendado o que segue:

Trecho	Recomendação		
	Tubulação / Estrutura	Declividade (%)	
		Mín.	Max.
PA-2 → PA-3	Implantação de tubulação de Ø 0,60m	2,20	5,30
PA-3 → PA-4	Implantação de tubulação de Ø 0,60m	4,00	5,30
PA-4 → PA-5	Implantação de tubulação de Ø 0,80m	1,50	3,60
PA-5 → PA-6	Implantação de tubulação de Ø 0,80m	2,00	3,60
PA-6 → PA-7 do C1	Implantação de tubulação de Ø 0,80m	2,50	3,60

A localização e as características do sistema de drenagem recomendado estão representadas na planta 09, em anexo.



Bacia de Contribuição A-3 (BC-A3)

“Canal – 5”

A localização e o trajeto do canal “5” da bacia de contribuição A-3 “BC-A3” poderá ser verificado na planta 06, tendo seu início no cruzamento da Rua Arcanjo Miguel Pero com a Rua Manoel P. Goulart. As informações sobre a capacidade hidráulica e o perfil longitudinal do canal, estão descritos na Tabela 20 e Figura 48.

Tabela 20: Capacidade hidráulica (BC-A3 / Canal 5).

Ponto/trecho de avaliação	Declividade (%)	Cotas (m)	Distâncias (m)	Área (ha)	Vazão Parcial (Q - l/s)	Σ Vazão (Q - l/s)	Capacidade da guia e sarjeta (l/s)
0		357,68		0,950	230,09	230,09	
0 - 1	4,2		92,91				598,142
1		353,75		0,848	205,38	435,47	
1 - 2	4,8		94,78				598,142
2		349,23		0,479	116,01	551,48	
2 - 10 do C1	2,5		96,17				422,95
10 do Canal 1		346,86		0,552	133,69	685,17	
				Área:	2,829	Σ Vazão:	685,17

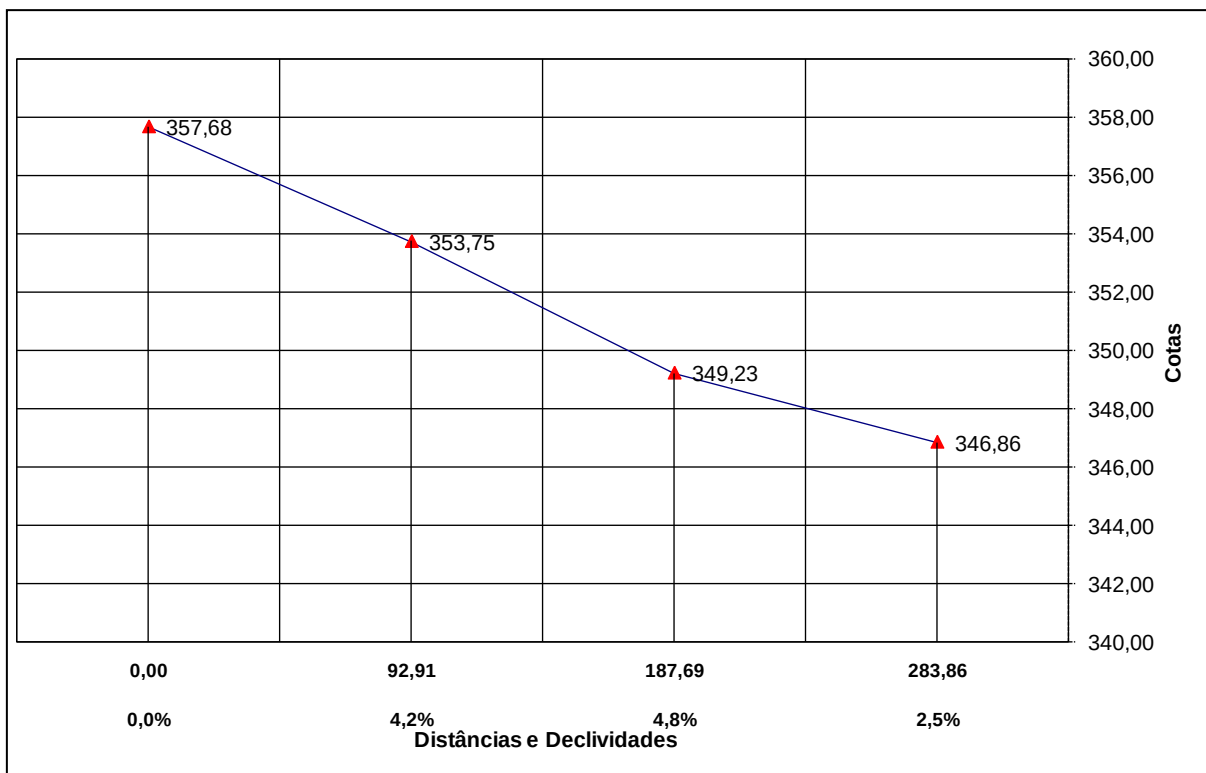


Figura 48 - Perfil longitudinal do canal 5 (sem escala).

BC-A3 - Canal 5 - Recomendações

Conforme tabela 20, o canal 5 da BC-A3 apresenta problemas na capacidade de escoamento nas guias e sarjetas a partir do Ponto de Avaliação 2 (PA-2), sendo recomendado o que segue:

Trecho	Recomendação		
	Tubulação / Estrutura	Declividade (%)	
		Mín.	Max.
PA-2 → PA-10 do C1	Implantação de tubulação de Ø 0,60m	1,30	5,30

A localização e as características do sistema de drenagem recomendado estão representadas na planta 09, em anexo.



**Plano de Macro drenagem Urbana do Município
de Marabá Paulista/SP.**
Relatório Final – Março de 2015.



A bacia de contribuição/drenagem “A-4” possui 16,399 hectares (figura 49). Na bacia foram definidos três canais de escoamentos (ruas ou avenidas onde há maior concentração de águas pluviais), com um ponto de lançamento (plantas 06 e 07). Na área de contribuição “A-4” foram definidos 17 Pontos de Avaliação (Figura 50), que serviram de base para analisar as vazões de contribuição e a capacidade de escoamento das guias e sarjetas e a necessidade de implementação de galerias de águas pluviais.

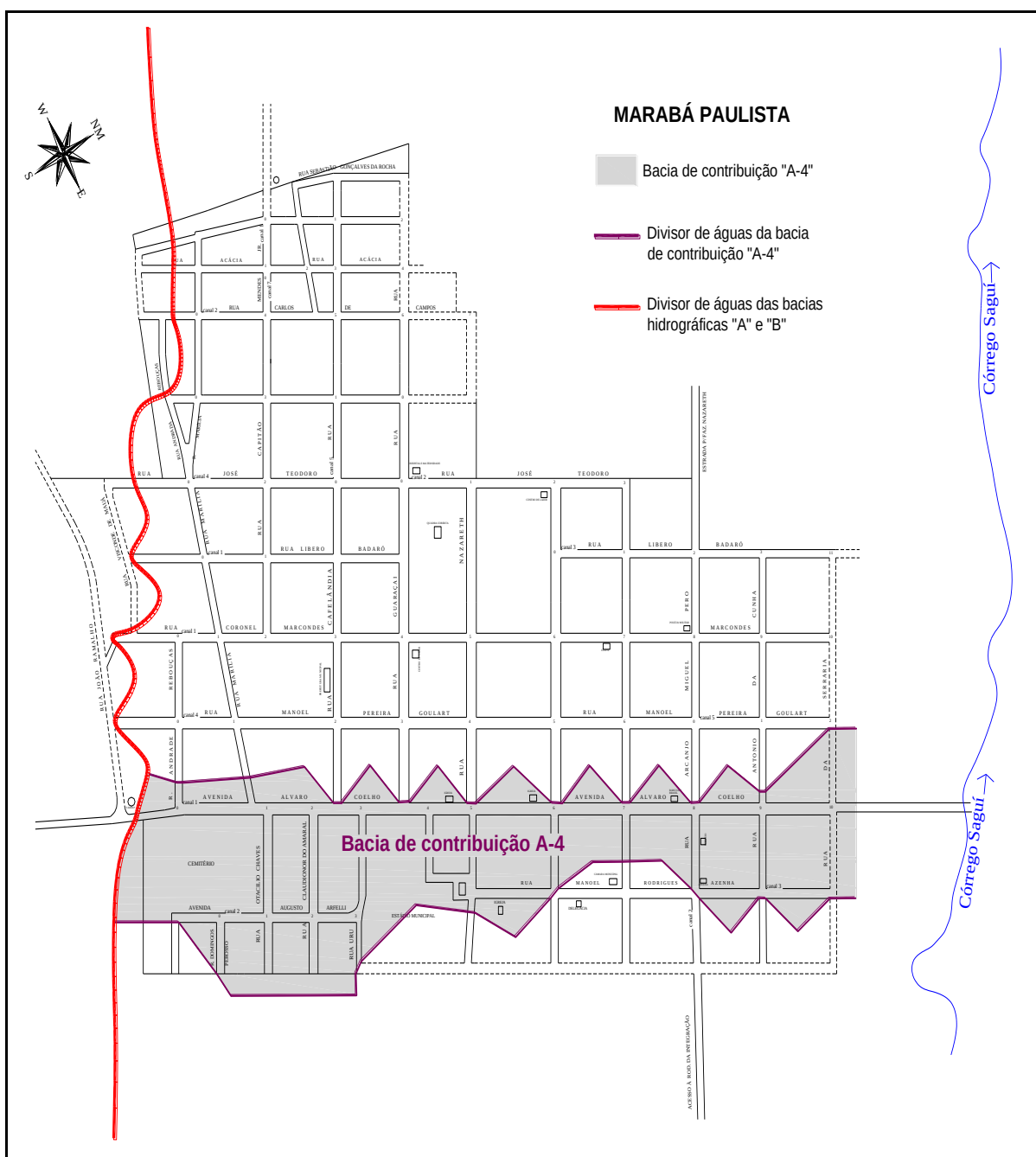


Figura 49 – Drenagem urbana - Bacia de Contribuição A-4.



Plano de Macro drenagem Urbana do Município
de Marabá Paulista/SP.
Relatório Final – Março de 2015.

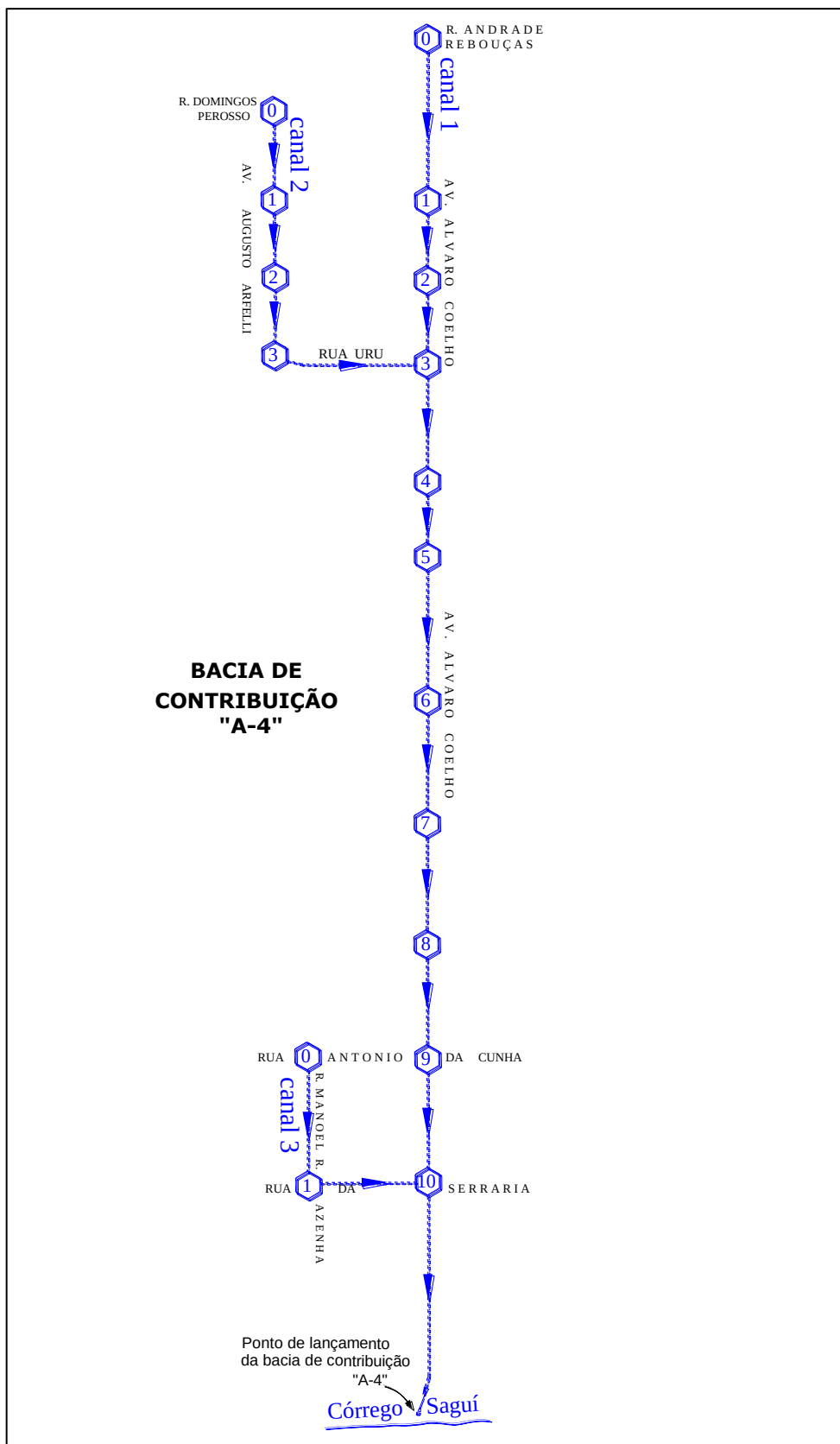


Figura 50 - Diagrama dos canais de escoamento e pontos de avaliação da bacia de contribuição "A-4".



Bacia de Contribuição A-4 (BC-A4)

“Canal – 1”

A localização e o trajeto do canal “1” da bacia de contribuição A-4 “BC-A4” poderá ser verificado na planta 06, tendo seu início no cruzamento da Rua Andrade Rebouças com a Av. Álvaro Coelho. As informações sobre a capacidade hidráulica e o perfil longitudinal do canal, estão descritos na Tabela 21 e Figura 51.

Tabela 21: Capacidade hidráulica (BC-A4 / Canal 1).

Ponto/trecho de avaliação	Declividade (%)	Cotas (m)	Distâncias (m)	Área (ha)	Vazão Parcial (Q - l/s)	Σ Vazão (Q - l/s)	Capacidade da guia e sarjeta (l/s)
0		398,34		1,080	261,57	261,57	
0 - 1	7,0		122,53				791,267
1		389,75		1,791	433,77	695,34	
1 - 2	6,2		62,62				732,571
2		385,89		0,896	217,01	912,35	
2 - 3	3,9		68,36				518,006
3		383,24		0,229	55,46	1874,11	
3 - 4	3,4		92,41				518,006
4		380,08		0,951	230,33	2104,44	
4 - 5	3,8		59,75				518,006
5		377,79		0,934	226,21	2330,65	
5 - 6	4,8		113,13				598,142
6		372,36		1,689	409,07	2739,72	
6 - 7	4,1		97,99				598,142
7		368,35		0,842	203,93	2943,65	
7 - 8	6,0		96,56				732,571
8		362,53		0,766	185,52	3129,17	
8 - 9	7,7		92,10				791,267
9		355,43		0,720	174,38	3303,55	
9 - 10	8,5		97,67				845,900
10		347,14		1,023	247,77	3971,77	
10 – Dissip.	9,2		182,51				897,213
Dissipação		330,30		0,000	0,00	3971,77	

Área:	10,921	Σ Vazão:	3971,77
-------	--------	----------	---------

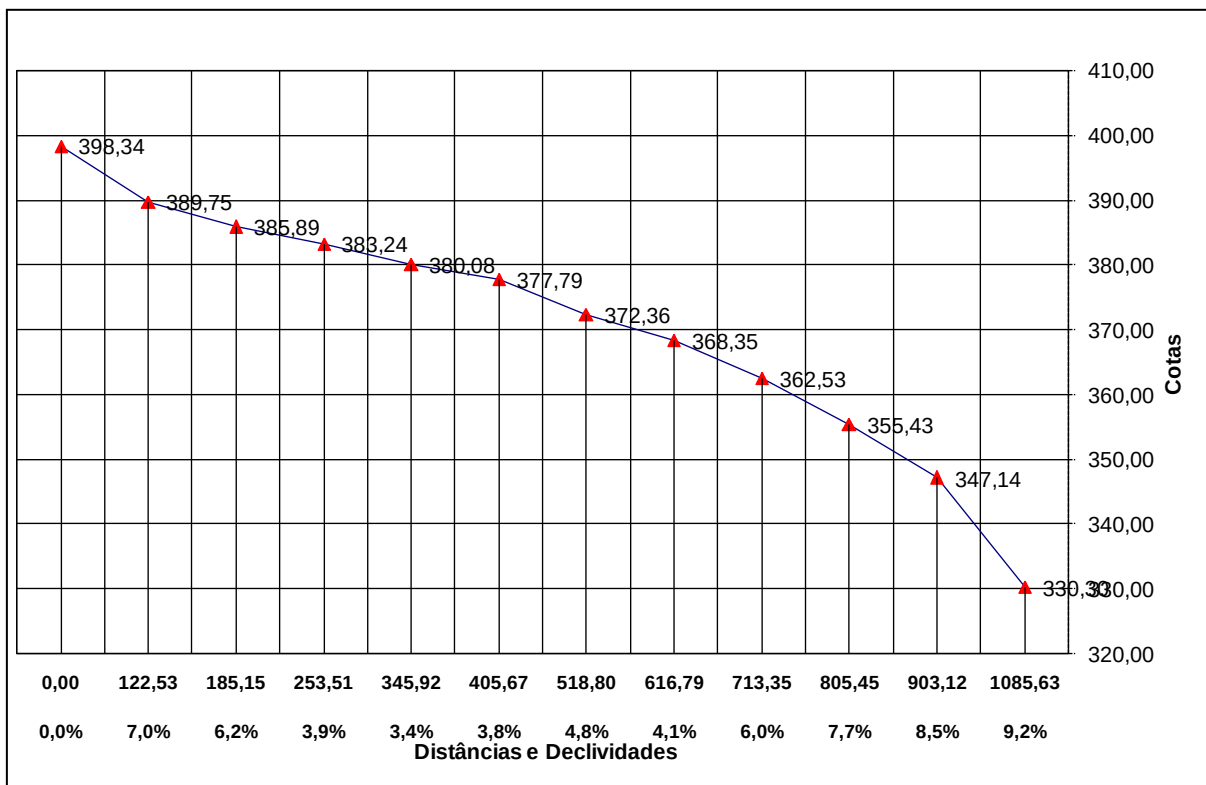


Figura 51 - Perfil longitudinal do canal 1 (sem escala).

BC-A4 - Canal 1 - Recomendações

Conforme tabela 21, o canal 1 da BC-A4 apresenta problemas na capacidade de escoamento nas guias e sarjetas a partir do Ponto de Avaliação 2 (PA-2), sendo recomendado o que segue:



**Plano de Macrodrenagem Urbana do Município
de Marabá Paulista/SP.**
Relatório Final – Março de 2015.



BC-A4 - Canal 1 - Recomendações

Trecho	Recomendação		
	Tubulação / Estrutura	Declividade (%) Mín. Max.	
PA-2 → PA-3	Implantação de tubulação de Ø 0,60m	2,30	5,30
PA-3 → PA-4	Implantação de tubulação de Ø 0,80m	2,10	3,60
PA-4 → PA-5	Implantação de tubulação de Ø 0,80m	2,60	3,60
PA-5 → PA-6	Implantação de tubulação de Ø 0,80m	3,20	3,60
PA-6 → PA-7	Implantação de tubulação de Ø 1,00m	1,40	2,60
PA-7 → PA-8	Implantação de tubulação de Ø 1,00m Paralela	0,60	2,60
PA-8 → PA-9	Implantação de tubulação de Ø 1,00m Paralela	0,70	2,60
PA-9 → PA-10	Implantação de tubulação de Ø 1,00m Paralela	0,80	2,60
PA-10 → PA- Dissipação	Implantação de tubulação de Ø 1,00m Paralela	1,30	2,60

A localização e as características do sistema de drenagem recomendado estão representadas na planta 09, em anexo.



Bacia de Contribuição A-4 (BC-A4)

“Canal – 2”

A localização e o trajeto do canal “2” da bacia de contribuição A-4 “BC-A4” poderá ser verificado na planta 06, tendo seu início no cruzamento da Rua Domingos Pedroso com a Av. Augusto Arfelli. As informações sobre a capacidade hidráulica e o perfil longitudinal do canal, estão descritos na Tabela 22 e Figura 52.

Tabela 22: Capacidade hidráulica (BC-A4 / Canal 2).

Ponto/trecho de avaliação	Declividade (%)	Cotas (m)	Distâncias (m)	Área (ha)	Vazão Parcial (Q - l/s)	Σ Vazão (Q - l/s)	Capacidade da guia e sarjeta (l/s)
0		397,30		0,942	228,15	228,15	
0 - 1	6,3		65,92				732,571
1		393,15		0,700	169,54	397,69	
1- 2	6,1		62,74				732,571
2		389,30		0,643	155,73	553,42	
2 - 3	3,3		60,76				518,006
3		387,30		0,546	132,24	685,66	
3 - 3 do C1	3,3		124,09				518,006
3 do Canal 1		383,24		0,911	220,64	906,30	
				Área:	3,742	Σ Vazão:	906,30

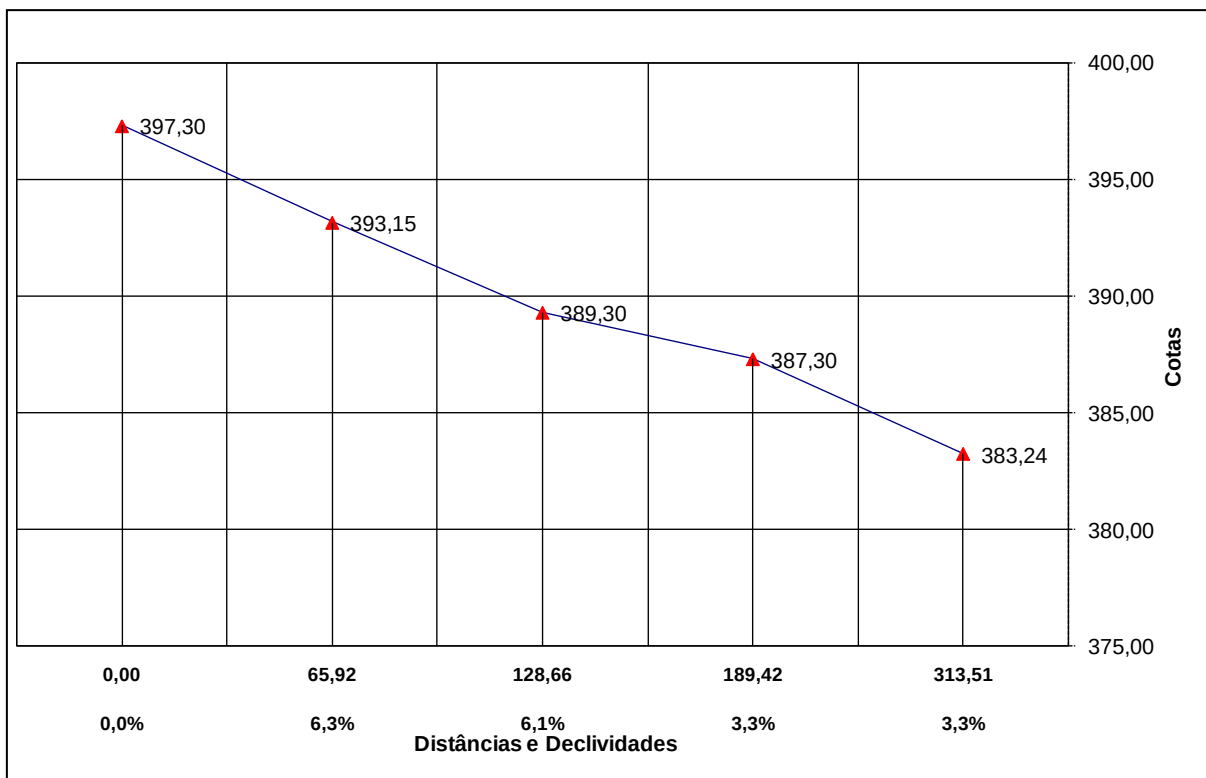


Figura 52 - Perfil longitudinal do canal 2 (sem escala).

BC-A4 - Canal 2 - Recomendações

Conforme tabela 22, o canal 2 da BC-A4 apresenta problemas na capacidade de escoamento nas guias e sarjetas a partir do Ponto de Avaliação 2 (PA-2), sendo recomendado o que segue:

Trecho	Recomendação		
	Tubulação / Estrutura	Declividade (%)	
		Mín.	Max.
PA-2 → PA-3	Implantação de tubulação de Ø 0,60m	0,90	5,30
PA-3 → PA-3 do C1	Implantação de tubulação de Ø 0,60m	1,30	5,30

A localização e as características do sistema de drenagem recomendado estão representadas na planta 09, em anexo.



Bacia de Contribuição A-4 (BC-A4)

“Canal – 3”

A localização e o trajeto do canal “3” da bacia de contribuição A-4 “BC-A4” poderá ser verificado na planta 06, tendo seu início no cruzamento da Rua Antonio da Cunha com a Rua Manoel R. Azenha. As informações sobre a capacidade hidráulica e o perfil longitudinal do canal, estão descritos na Tabela 23 e Figura 53.

Tabela 23: Capacidade hidráulica (BC-A4 / Canal 3).

Ponto/trecho de avaliação	Declividade (%)	Cotas (m)	Distâncias (m)	Área (ha)	Vazão Parcial (Q - l/s)	Σ Vazão (Q - l/s)	Capacidade da guia e sarjeta (l/s)
0		355,45		0,859	208,05	208,05	
0 - 1	5,2		97,92				668,743
1		350,34		0,484	117,22	325,27	
1 - 10 do C1	3,3		96,24				518,006
10 do Canal 1		347,14		0,393	95,18	420,45	
				Área:	1,736	Σ Vazão:	420,45

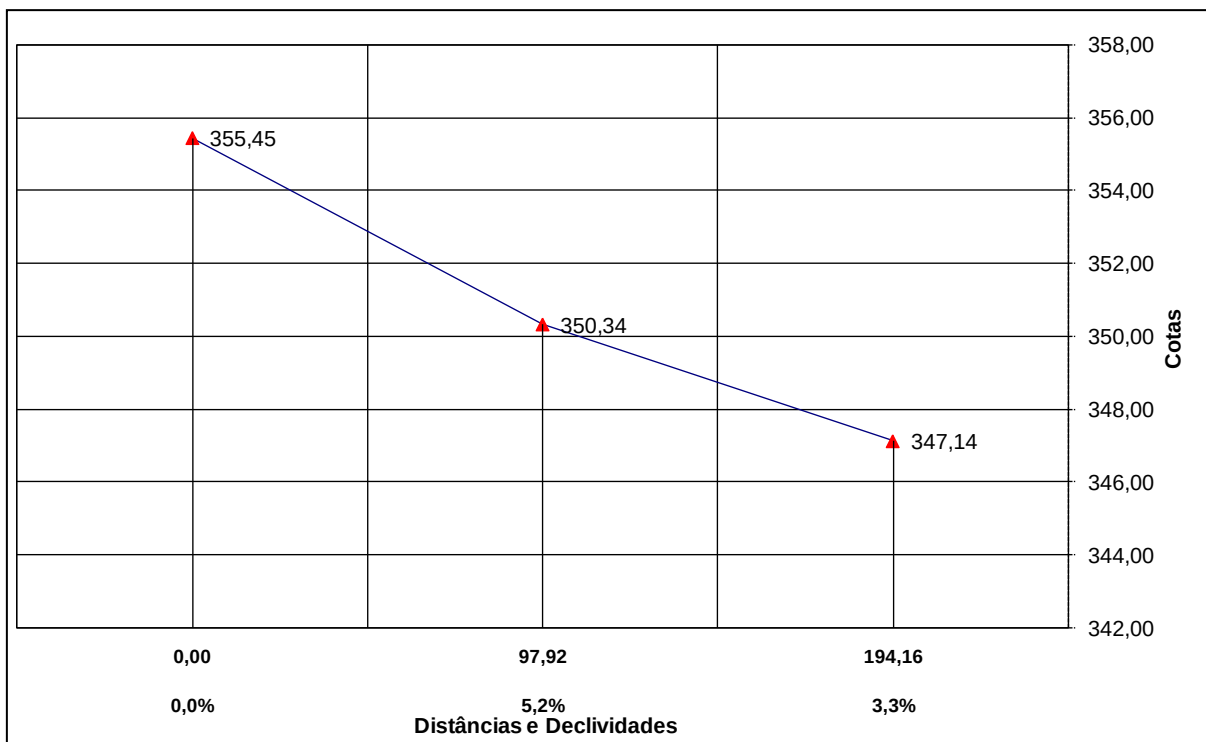


Figura 53 - Perfil longitudinal do canal 3 (sem escala).

BC-A4 - Canal 3 – Recomendações

Conforme tabela 23, o Canal 3 da BC-A4, não necessita de implantação de galerias de águas pluviais.

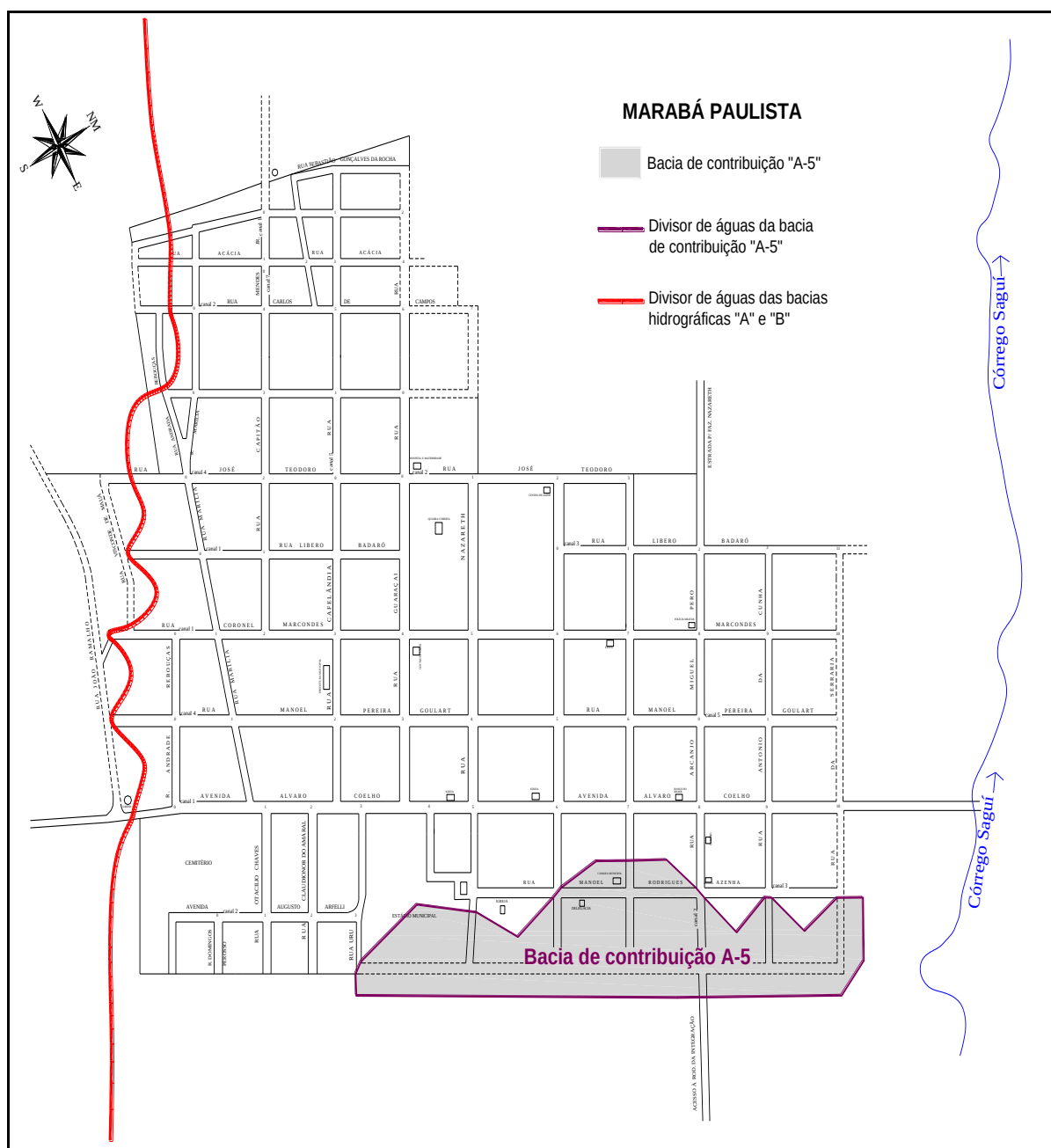
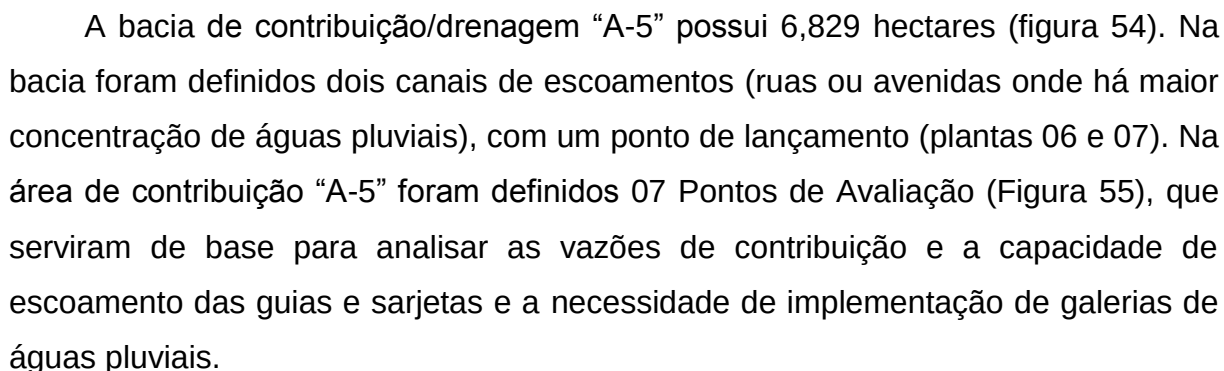


Figura 54 – Drenagem Urbana – Bacia de Contribuição A-5.



Plano de Macrodrenagem Urbana do Município
de Marabá Paulista/SP.
Relatório Final – Março de 2015.

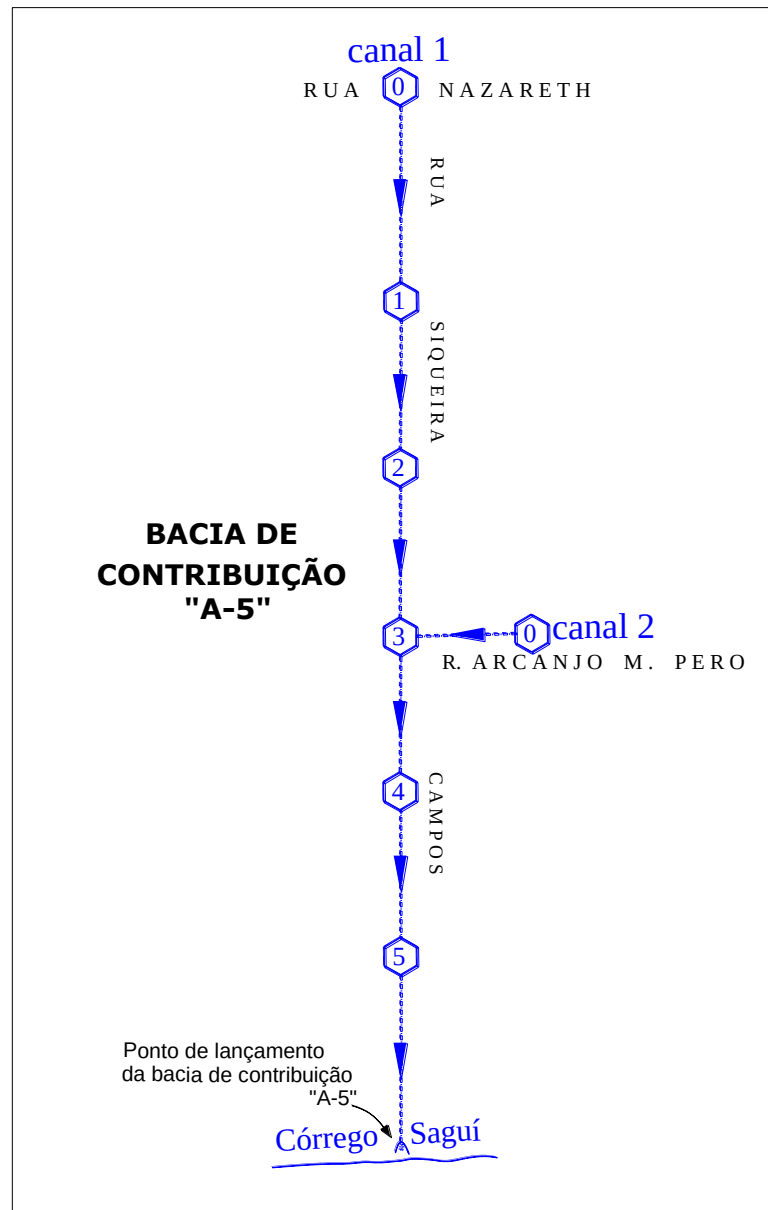


Figura 55 - Diagrama dos canais de escoamento e pontos de avaliação da bacia de contribuição "A-5".



Bacia de Contribuição A-5 (BC-A5)

“Canal – 1”

A localização e o trajeto do canal “1” da bacia de contribuição A-5 “BC-A5” poderá ser verificado na planta 06, tendo seu início no cruzamento da Rua Nazareth com a Rua Siqueira Campos. As informações sobre a capacidade hidráulica e o perfil longitudinal do canal, estão descritos na Tabela 24 e Figura 56.

Tabela 24: Capacidade hidráulica (BC-A5 / Canal 1).

Ponto/trecho de avaliação	Declividade (%)	Cotas (m)	Distâncias (m)	Área (ha)	Vazão Parcial (Q - l/s)	Σ Vazão (Q - l/s)	Capacidade da guia e sarjeta (l/s)
0		382,14		1,458	353,12	353,12	
0 - 1	5,6		121,20				668,743
1		375,30		1,026	248,49	601,61	
1 - 2	9,4		99,09				897,213
2		365,97		0,767	185,76	787,38	
2 - 3	4,8		97,35				598,142
3		361,27		0,515	124,73	1257,48	
3 - 4	6,5		90,85				732,571
4		355,38		0,799	193,51	1451,00	
4 - 5	6,8		96,70				732,571
5		348,85		0,838	202,96	1653,96	
5 - Dissip.	13,4		110,00				1078,316
Dissipação		334,10		-	-	1653,96	

Área:	5,403	Σ Vazão:	1653,96
-------	-------	----------	---------

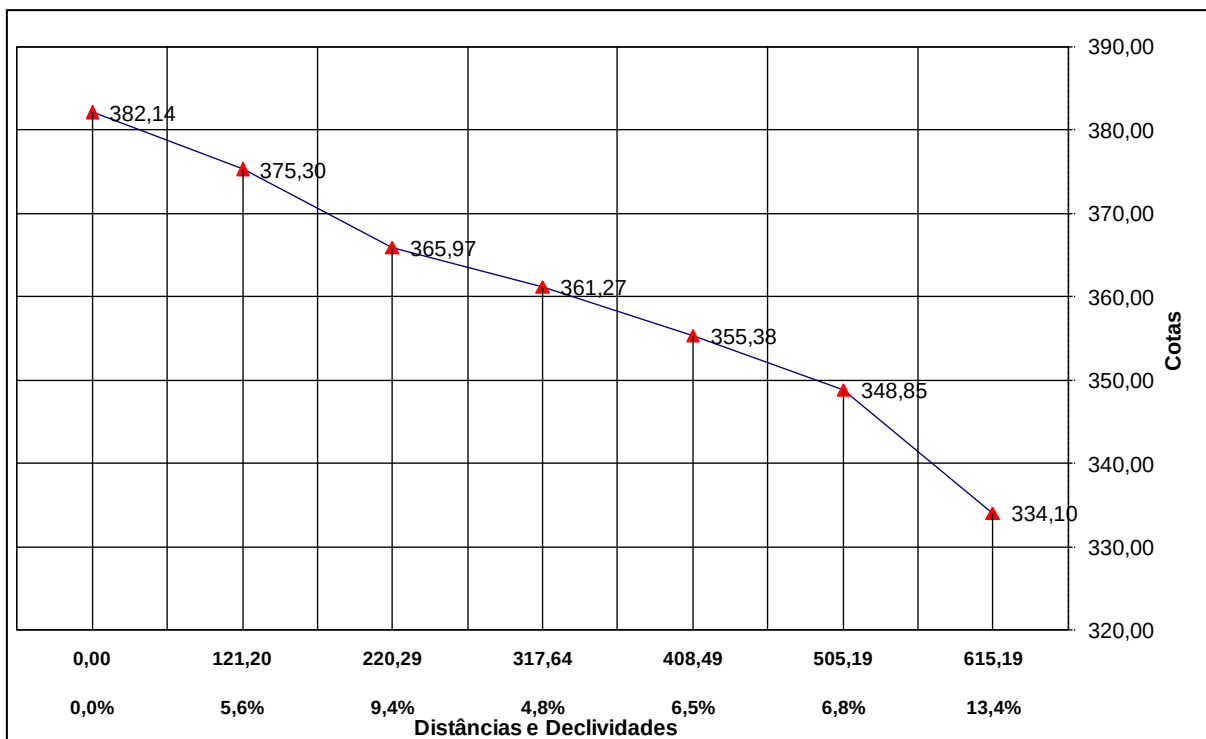


Figura 56 - Perfil longitudinal do canal 1 (sem escala).

BC-A5 - Canal 1 - Recomendações

Conforme tabela 24, o canal 1 da BC-A5 apresenta problemas na capacidade de escoamento nas guias e sarjetas a partir do Ponto de Avaliação 2 (PA-2), sendo recomendado o que segue:

Trecho	Recomendação	
	Tubulação / Estrutura	Declividade (%) Mín. Max.
PA-2 → PA-3	Implantação de tubulação de Ø 0,60m	0,70 5,30
PA-3 → PA-4	Implantação de tubulação de Ø 0,60m	4,20 5,30
PA-4 → PA-5	Implantação de tubulação de Ø 0,80m	1,40 3,60
PA-5 → Dissipação	Implantação de tubulação de Ø 0,80m	2,50 3,60

A localização e as características do sistema de drenagem recomendado estão representadas na planta 09, em anexo.



Bacia de Contribuição A-5 (BC-A5)

“Canal – 2”

A localização e o trajeto do canal “2” da bacia de contribuição A-5 “BC-A5” poderá ser verificado na planta 06, tendo seu início no cruzamento da Rua Arcanjo Miguel Pero com a Rua Manoel Rodrigues Azenha. As informações sobre a capacidade hidráulica e o perfil longitudinal do canal, estão descritos na Tabela 25 e Figura 57.

Tabela 25: Capacidade hidráulica (BC-A5 / Canal 2).

Ponto/trecho de avaliação	Declividade (%)	Cotas (m)	Distâncias (m)	Área (ha)	Vazão Parcial (Q - l/s)	Σ Vazão (Q - l/s)	Capacidade da guia e sarjeta (l/s)
0		363,33		1,070	259,15	259,15	
0 - 3 do C1	2,7		76,00				422,95
3 do Canal 1		361,27		0,356	86,22	345,37	

Área:		Σ Vazão:	
-------	--	----------	--

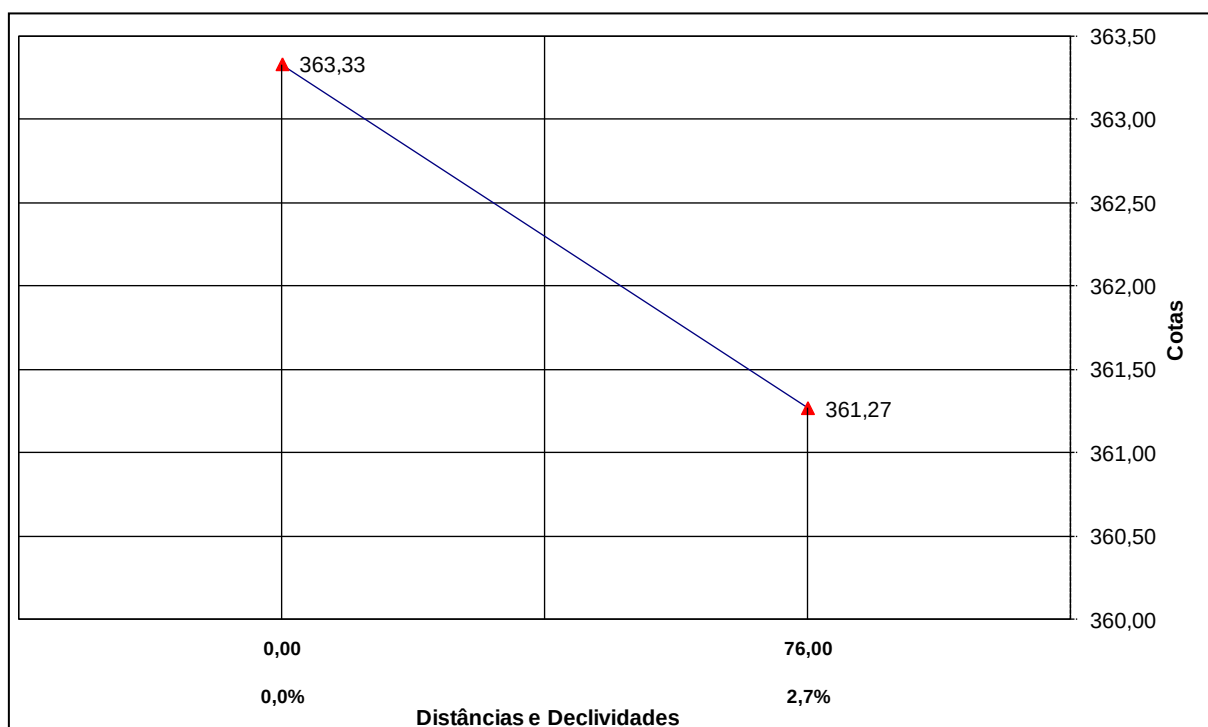


Figura 57 - Perfil longitudinal do canal 2 (sem escala).

BC-A5 - Canal 2 – Recomendações

Conforme tabela 25, o Canal 2 da BC-A5, não necessita de implantação de galerias de águas pluviais.

A bacia de contribuição “A-6” (figura 58) possui área de 1,043 hectares, não possui canal de escoamento expressivo. Porém, recomenda-se a implantação de “bacias secas¹” para contenção das águas pluviais e evitar o desenvolvimento dos processos erosivos (planta 09).



Figura 58 – Bacia de Contribuição A-6 (Drenagem Urbana).

¹ Áreas côncavas que permanecem secas na maior parte do tempo, recebendo aporte de águas apenas nos dias de chuva. É uma barreira física com a função de reter as águas pluviais evitando o desenvolvimento da erosão (transporte de sedimentos pela água).





3.2. Propostas Gerais

3.2.1. Manutenção dos Sistemas de Drenagem Urbana

A implantação e manutenção do sistema de drenagem de águas pluviais é de competência da municipalidade. Assim o poder público municipal tem a função de garantir o perfeito funcionamento dos sistemas de drenagem durante todo o ano, especialmente nos meses mais chuvosos do ano.

A manutenção dos sistemas de drenagem consiste na realização de limpezas preventivas e em regime contínuo nos conjuntos de captação (bocas de lobo) e de escoamento da rede (galerias), deve-se ainda manter atualizados os cadastros dos sistemas apresentados neste estudo.

No município de Marabá Paulista foi constatado o acúmulo de resíduos sólidos (lixo urbano, folhas e sedimentos) nos sistemas de captação (bocas de lobo), necessitando a limpeza constante do sistema de drenagem (figuras 60 e 61).



Figuras 60 e 61 - Resíduos impedindo a captação correta da água pluvial pelas “bocas de lobo”.
(Avenida Álvaro Coelho)

Além disso, deve ser adotado programa periódico de conservação e recuperação do sistema de drenagem (bocas de lobo e galerias de águas pluviais).

3.2.2. Projeto de Controle de Erosão - No final das Ruas Acácia e Carlos Campos até o Córrego do Sagui.

Na Bacia Hidrográfica “A”, especificamente nas bacias de contribuição “A1” e “A2” no final das Ruas Acácia e Carlos Campos, o lançamento das águas pluviais das respectivas áreas, acelerou o desenvolvimento e a extensão da erosão.

No local de lançamento das águas pluviais da área urbana foram construídas estruturas de dissipação, porém as estruturas implantadas necessitam de manutenção e alguns trechos devem ser reconstruídos e ampliados (figuras 62 a 65).



Figuras 62 e 63 – Estrutura de dissipação e erosão (final das Ruas Acácia e Carlos Campos).



Figuras 64 e 65 – Estrutura de dissipação e erosão (final das Ruas Acácia e Carlos Campos).



A referida erosão, dos pontos de lançamentos das galerias até o córrego do Sagui, prolonga-se numa extensão de aproximadamente 850,00 m (figura 66). Para reverter o estado de degradação, a prefeitura elaborou projeto para estabilização e controle da referida erosão. Estabilização no sentido de interromper seu processo ativo, controle no sentido de evitar que fatores externos vir a torná-la ativa.



Figura 66 – Erosão (Final das Ruas Carlos de Campo e Rua Acácia até o Córrego do Sagui).



**Plano de Macrodrenagem Urbana do Município
de Marabá Paulista/SP.**
Relatório Final – Março de 2015.



Diante do quadro atual, recomenda-se então neste Plano de Drenagem Urbana a intervenção para controle da erosão. Assim, é necessário refazer os trechos onde o terreno cedeu e houve o deslocamento da tubulação e da estrutura de dissipação em gabião, bem como caixas de ligação.

Para contenção e estabilização da erosão recomenda-se que seja executado a terraplenagem lateral às paredes dos gabiões, junto à escada de dissipação, bem como no trecho de canal que deverá ser executado no prolongamento, após o final da escada de dissipação, conforme projeto providenciado pela prefeitura já citado anteriormente. Convém ressaltar que em toda extensão da erosão seus barrancos laterais deverão ser abatidos, com taludes devidamente vegetados, recomendando-se também que seja desapropriada uma faixa em toda extensão da erosão e que esta seja cercada, isolando a mesma. Recomenda-se ainda que em toda área lindeira a erosão, haja intervenção com a construção de terraços com as devidas práticas edáficas e práticas vegetativas para a estabilização da erosão, não permitindo que haja direcionamento do fluxo de águas de chuva para erosão.

Neste contexto, recomenda-se a atualização e reelaboração do projeto de controle da erosão, para isso, são necessários novos levantamentos e informações da referida área (final das Ruas Carlos de Campo e Rua Acácia até o Córrego do Sagui).



3.3.3. Criação de Parque Linear “Córrego do Sagui”

A criação de parque linear na área periurbana de Marabá Paulista, por meio de instrumento legal, tem a finalidade de proteger as margens do córrego Sagui, no trecho próximo a área urbanizada do município e que recebe os lançamentos das galerias de águas pluviais das bacias de contribuição “A”.

Os Parques Lineares são obras estruturadoras de programas ambientais em áreas urbanas, sendo muito utilizados como instrumento de planejamento e gestão de áreas degradadas, buscando conciliar tanto os aspectos urbanos e ambientais como as exigências da legislação e a realidade existente. Eles se constituem de áreas lineares destinadas tanto à conservação como à preservação dos recursos naturais, tendo como principal característica a capacidade de interligar fragmentos de vegetação e outros elementos encontrados em uma paisagem, assim como os corredores ecológicos. Porém, neste tipo de parque têm-se a agregação de funções de uso humano, expressas principalmente por atividades de lazer, cultura e rotas de locomoção não motorizada, como ciclovias e caminhos de pedestres. No que se refere ao manejo de águas pluviais, o parque linear tem como um de seus princípios fundamentais aumentar a área de várzea dos rios, permitindo assim, o aumento das zonas de inundação e a vazão mais lenta da água durante as cheias dos rios. Além disso, ajudam a evitar a ocupação humana irregular em áreas de proteção ambiental (Fonte: ABCP – Associação Brasileira de Cimento Portland - Programa Soluções para Cidades).

De forma geral, o parque linear na área periurbana de Marabá Paulista deverá abranger (no mínimo) a área compreendida entre os pontos de lançamentos de águas pluviais 01 ao 05 das bacias de contribuição “A”, conforme esboçado na planta 10. Para a definição das dimensões, componentes, localizações e infraestrutura do parque deverão ser elaborados projetos técnicos (urbanístico, estrutural e paisagístico) realizado por equipe multidisciplinar, valorizando a participação da comunidade residente no entorno do parque e no município. No quadro 09 estão descritas algumas aplicações, vantagens e precauções referentes aos parques lineares.



Quadro 09 - Parques Lineares: aplicações; vantagens; e precauções.

APLICAÇÕES INDICADAS	
• Ao longo de rios e córregos que tenham suas margens ocupadas irregularmente; • Áreas com risco de inundação; • Áreas livres, onde se procura preservar a vegetação existente e impedir a ocupação irregular.	
VANTAGENS	PRECAUÇÕES
• Melhoria do microclima urbano, da circulação do ar, do balanço da umidade e da captura de poeiras e gases. Possuem a potencialidade de constituir zonas de tampão que melhorem o ambiente urbano em áreas industriais ou densamente urbanas; • Vetor recreativo para as populações urbanas; • Palco natural em meio urbano, propício a manifestações culturais de conservação da natureza, educação ambiental e investigação científica; • Lugares repousantes, com contribuição para o escape de tensões psíquicas, muito freqüentes em meios urbanos; • Pode ser implementado em etapas.	• Necessita que se façam desapropriações e relocações das ocupações irregulares, quando presentes; • Possui um alto custo de implantação quando são necessárias desapropriações; • Devem ser previstos serviços de manutenção periódicos, como qualquer outro equipamento público de lazer; • Se não houver envolvimento da população, o parque pode sofrer com depredações; • A acessibilidade ao parque deve ser garantida, de modo que consolide sua utilização pela população; • Devem ser instalados equipamentos de sinalização e iluminação.

FONTE: ABCP – Associação Brasileira de Cimento Portland - Programa Soluções para Cidades.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

No plano de macrodrenagem urbana, após a caracterização do município e de sua área urbanizada, foram identificadas as bacias (áreas) de contribuição e calculadas as respectivas vazões de contribuição para cada “ponto de avaliação”, as capacidades de escoamento das águas pluviais nas guias e sarjetas, a necessidade de implantação de tubulação e o diâmetro necessário para suportar a vazão de deflúvio com o detalhamento das declividades admissíveis (tendo como limite a velocidade máxima recomendada). Desta forma, foram verificadas se as galerias de águas pluviais existentes são suficientes e adequadas para escoar a água superficial. Com base nestas informações, foram definidas as recomendações para a condução adequada do escoamento superficial das águas pluviais na área urbana do município de Marabá Paulista.

Salienta-se que as direções dos fluxos de água (sarjetões), com exceção das recomendações (planta 09), não devem ser alteradas. Além disso, recomenda-se a manutenção (limpeza e obras de reparo) periódica na rede de drenagem (bocas de lobo e galerias).

Na Bacia Hidrográfica “A”, especificamente nas bacias de contribuição “A1” e “A2” no final das Ruas Acácia e Carlos Campos, há a necessidade urgente de obras para conter o desenvolvimento da erosão, desde o ponto de lançamento das galerias de águas pluviais (bacias A1 e A2) até o córrego do Sagui.

Propõe-se a criação de “parque linear” na área periurbana de Marabá Paulista, por meio de instrumento legal. O parque tem a finalidade de proteger as margens do córrego Sagui, no trecho próximo a área urbanizada do município e que recebe os lançamentos das galerias de águas pluviais das bacias de contribuição “A”.



RELAÇÃO DE PLANTAS (EM ANEXO)

- Planta 01 - Localização do município e da área urbanizada (IBGE)
- Planta 02 - Planta Base
- Planta 03 - Curvas de Nível
- Planta 04 - Cota nos Cruzamentos da Vias
- Planta 05 - Sentido do Escoamento das Águas Pluviais
- Planta 06 - Bacias de Contribuição e Canais de Escoamento
- Planta 07 - Registro Fotográfico
- Planta 08 - Sistema de Drenagem Existente
- Planta 09 - Recomendações
- Planta 10 - Proposta “Parque Linear”



BIBLIOGRAFIA

BOTELHO, M. H. C, *Águas de Chuvas*, Editora Edgard Blucher, São Paulo, 1984.

BRAGA, R. *Instrumentos para Gestão Ambiental e de Recursos Hídricos*, UFPE, Recife. PE, 2009.

BRANDÃO, V. S., e outros, *Infiltração da Água no Solo*, UFV, Viçosa. MG, 2004.

BRASIL, Lei Federal 10.257, *Estatuto das Cidades*, Congresso Nacional, Brasília, 2001.

BRASIL, Lei Federal 11.445, *Lei de Saneamento*, Congresso Nacional, Brasília, DF, 2007.

CANHOLI, A.P. *Drenagem Urbana e Controle de Enchentes*, Oficina de Textos, São Paulo, SP, 2005.

COOPERATIVA DE SERVIÇOS E PESQUISAS TECNOLÓGICAS E INDUSTRIAIS – CPTI, *Primeiro relatório de situação dos recursos hídricos da UGRHI-22 – “Relatório Zero”*, São Paulo, 1999.

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA, *Guia Prático de Projetos de Pequenas Obras Hidráulicas*, São Paulo, 2008.

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA, *Manual de Cálculo de Vazões*, PERH, São Paulo, 1994.

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA/CETESB, *Drenagem Urbana/Manual de Projetos*, 2ª Edição, 1980.

FENDRICH, R. *Drenagem e Controle da Erosão Urbana*, Champagnat, Curitiba, PR, 1997.

GUERRA, A. J. T. *Erosão e Conservação dos Solos, Conceitos, Temas e Aplicações*, Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, RJ, 2010.



**Plano de Macro drenagem Urbana do Município
de Marabá Paulista/SP.**
Relatório Final – Março de 2015.



MARTINEZ, Jr. F., *Estudo de Chuvas Intensas do Estado de São Paulo*, CTH/DAEE, São Paulo, 1999.

PAIVA, J. B. D, e outros, *Hidrologia Aplicada a Gestão de Pequenas Bacias Hidrográficas*, ABRH, FINEP, RECOPE, Porto Alegre, 2003.

PORTO, Rodrigo, *Hidráulica Básica*, REENGE/EESC/USP, São Carlos, 1998.

PRUSKI, F. F., e outros, *Escoamento Superficial*, UFV, Viçosa. MG, 2004.

RIGHETTO, A M., *Hidrologia e Recursos Hídricos*, REENGE/EESC/USP, São Carlos, 2000. Relatório Final março de 2013

RIGHETTO, A M. (coord.), Prosab5, Tema 4, *Manejo de Águas Pluviais Urbanas*, ABES, Rio de Janeiro, 2009.

SILVA, A. M. *Erosão e Hidrossedimentologia em Bacias Hidrográficas*, Rima, São Carlos, SP, 2004.

TOMAZ, P, *Aproveitamento de Água de Chuva*, Navegar Editora, São Paulo, 2003.

TUCCI, C. M. E outros, *Drenagem Urbana*, ABRH, UFRGS, Porto Alegre, 1995.

TUCCI, C. M., *Inundações Urbanas*, ABRH, Porto Alegre, 2007.

VEYRET, Y., *Os Riscos: O homem como agressor e vítima do meio ambiente*, Ed. Contexto, São Paulo, 2007,

WILKEN, P. S., *Engenharia de Drenagem Superficial*, CETESB, São Paulo, 1978.