

Metodologia de diagnóstico do sistema de drenagem pluvial aplicado a microbacia do córrego Quarta-Feira em Cuiabá-MT

Diagnosis methodology applied to the rainwater drainage system of the córrego Quarta-Feira microbasin in Cuiabá-MT

¹Gabriel Figueiredo de Moraes, ² Ana Rúbia de Carvalho Bonilha Silva

¹ Engenheiro Sanitarista e Ambiental e Mestre em Engenharia de Edificações e Ambiental pela Faculdade de Arquitetura, e Tecnologia (FAET) da Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT (gabriel.moraes4@gmail.com)

²Professora do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Mato Grosso, Mestre em Recursos Hídricos (arbonilha@gmail.com)

RESUMO: Na maioria dos municípios brasileiros, a gestão dos serviços de drenagem ainda não recebe a devida importância, evidenciando a ausência de planejamento adequado para o setor. Os principais problemas enfrentados são: ausência de dados, falta de capacitação técnica, de planejamento e manutenção, de monitoramento e insuficiência de recursos. Este trabalho pretende contribuir para o cadastro técnico do sistema de drenagem pluvial do município de Cuiabá-MT. Para isso foi realizado um diagnóstico da infraestrutura atual do sistema de drenagem pluvial da microbacia do Córrego Quarta-Feira, além dos aspectos institucionais. Obteve-se que, a microbacia possui problemas relacionados à drenagem urbana, em geral, associados aos efeitos da urbanização descontrolada e uso intensivo do solo. São notados pontos positivos, como a alta cobertura de pavimentação das vias, e o número e distribuição das bocas de lobo na microbacia, porém, aproximadamente 45% dessas possuem problemas, sejam eles de obstrução por resíduos e sedimentos ou danificação em sua estrutura física. Destaca-se a importância da implementação do Plano Diretor de Drenagem Urbana para o controle destes problemas, abrangendo projetos de zoneamento e regulamentação do uso do solo, dentre outros aspectos. Com isso, o sistema de drenagem urbana de águas pluviais provocará menos impactos na microbacia como um todo, possibilitando uma melhor qualidade de vida para as pessoas que passam por essa região.

Palavras Chave: Drenagem Urbana. Cadastro Técnico. Microbacia do Córrego Quarta-Feira.

ABSTRACT: In most Brazilian cities, the management of drainage services does not receive the deserved importance, evidencing the absence of adequate planning for the sector. The main problems faced are lack of data, lack of technical capacity, lack of planning and maintenance, lack of monitoring and lack of resources. This work intends to contribute to the technical cadastre of the drainage network of the city of Cuiabá-MT. For this, a diagnosis was made of the current infrastructure of the drainage system of Córrego Quarta-Feira basin, institutional aspects were also considered. It was obtained that the micro-basin presents problems related to the urban drainage, in general, associated with the effects of uncontrolled urbanization and intensive use of the soil. However, approximately 45% of these structures present problems, whether they are obstructions due to residues and sediments or damage to their physical structure. It is important to note the importance of implementing the Urban Drainage Master Plan to control these problems, including zoning and land use regulation projects, among other aspects. As a result, the urban stormwater drainage system will have fewer impacts on the micro-basin as a whole, allowing a better quality of life for people passing through that region.

Keywords: Urban Drainage. Technical Registration. Microbasin of Córrego Wednesday.

1. INTRODUÇÃO

Com vistas a proteção e melhoria das condições de vida da população, o sistema de drenagem pluvial é entendido como o conjunto da infraestrutura para realização da coleta, o transporte e o lançamento final das águas superficiais, incluindo a hidrografia e os talwegues. A Constituição Brasileira, por meio da Lei nº. 11.445 (BRASIL, 2007) definiu a drenagem e manejo das águas pluviais, limpeza e fiscalização preventiva das respectivas redes urbanas como: conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de drenagem urbana de águas pluviais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas.

Constitui-se de medidas que tem como objetivo a minimização dos riscos a que as pessoas estão expostas, a fim de diminuir os prejuízos advindos das inundações e permitindo o desenvolvimento urbano de maneira harmônica, articulada e ambientalmente sustentável. O sistema de drenagem é composto por dois sistemas distintos. O primeiro, denominado de sistema de drenagem inicial, ou também conhecido como microdrenagem, refere-se às estruturas que transportam as águas do escoamento superficial para as galerias ou canais. O segundo, denominado de sistema de macrodrenagem, é constituído, em geral, por dispositivos responsáveis pelo escoamento final das águas pluviais derivadas do sistema de microdrenagem (SMDU, 2012).

A microdrenagem, ou o sistema inicial de drenagem, é constituído pelo sistema de condutos pluviais em nível de loteamentos ou rede primária urbana. Essas obras são responsáveis por garantir condições razoáveis de circulação de veículos e pedestres, em ocorrência de chuvas, considerando precipitações com período de retorno de 2 a 10 anos (NEGRÃO; GEMAQUE, 2010). Para a elaboração de projeto de microdrenagem, Hansmann (2013) adverte que é necessária a realização de um levantamento prévio da área em questão. Este deverá abranger os aspectos topográficos, planta geral da bacia de drenagem, o cadastro da rede existente, verificação das características de uso e ocupação dos lotes, além de informações referentes aos recursos hídricos, para definição do corpo receptor.

A macrodrenagem é responsável pelo escoamento final das águas do escoamento superficial, além da água proveniente do sistema da microdrenagem. É definida como um conjunto de obras que tem como objetivo melhorar as condições de escoamento, de modo a minimizar os problemas ligados aos processos de erosão, assoreamento e inundações ao longo dos principais talwegues, conforme indica o Manual de Saneamento da FUNASA (2006). Ela corresponde à rede de drenagem natural preexistente nos terrenos antes da ocupação, localizados nos talwegues e valas.

Nota-se que o processo de urbanização das cidades brasileiras tem provocado impactos significativos na população e no meio ambiente. A ocupação territorial urbana, desassociada de um planejamento integrado das distintas infraestruturas necessárias ao desenvolvimento, acarreta o surgimento de inúmeros problemas, especialmente no sistema de drenagem devido à eventos hidrológicos de alta intensidade. Estes impactos têm deteriorado a qualidade de vida da população, através do aumento da frequência e do nível das inundações, redução da qualidade de água e aumento de materiais sólidos no escoamento pluvial (PARANÁ, 2002).

Em virtude da ausência de legislações e fiscalização no processo de expansão territorial, visando o disciplinamento adequado do uso e ocupação do solo, os problemas de alagamentos e inundações tem se intensificado. Na maioria dos municípios brasileiros, a gestão dos serviços de drenagem ainda não recebe a devida importância, isso se evidencia na ausência de um planejamento específico para o setor. Mesmo nos municípios que o fazem, em sua maioria, não são adequados, uma vez que os planos existentes não possuem maior aprofundamento nas questões ambientais e de drenagem (CRUZ; SOUZA; TUCCI, 2012).

Na busca por organizar o gerenciamento do sistema de drenagem, os principais problemas enfrentados pelos municípios são: ausência de dados, evidenciado por um cadastro técnico deficiente, falta de capacitação técnica dos servidores, falta de cultura de planejamento e manutenção, ausência de monitoramento do sistema e insuficiência de recursos. Em função desses fatores, não existem políticas de recuperação e manutenção preventivas, estimativa de recursos orçamentários, tanto dos meios materiais quanto dos humanos para exercício destas funções. Para Vaz Filho e Cordeiro (2000), os problemas que afetam os sistemas de drenagem urbana só serão minimizados quando houver gerenciamento adequado. Este deve compreender o sistema como um todo, considerando construção,

manutenção, o cadastro e a qualificação dos recursos humanos. Além da inter-relação entre sistemas e as questões legais.

Ressalta-se que o diagnóstico do sistema e cadastramento das estruturas devem acompanhar o processo contínuo de urbanização, visando auxiliar o processo de tomada de decisões, seja para adotar medidas preventivas, implementação de políticas, regulamentação do uso e ocupação do solo, mapeamento de áreas de riscos de enchentes, entre outras ações. Facilita também a identificação de pontos críticos do sistema, das necessidades de adequação e melhorias. Além disso, nota-se que as prescrições normativas e cadastrais se encontram

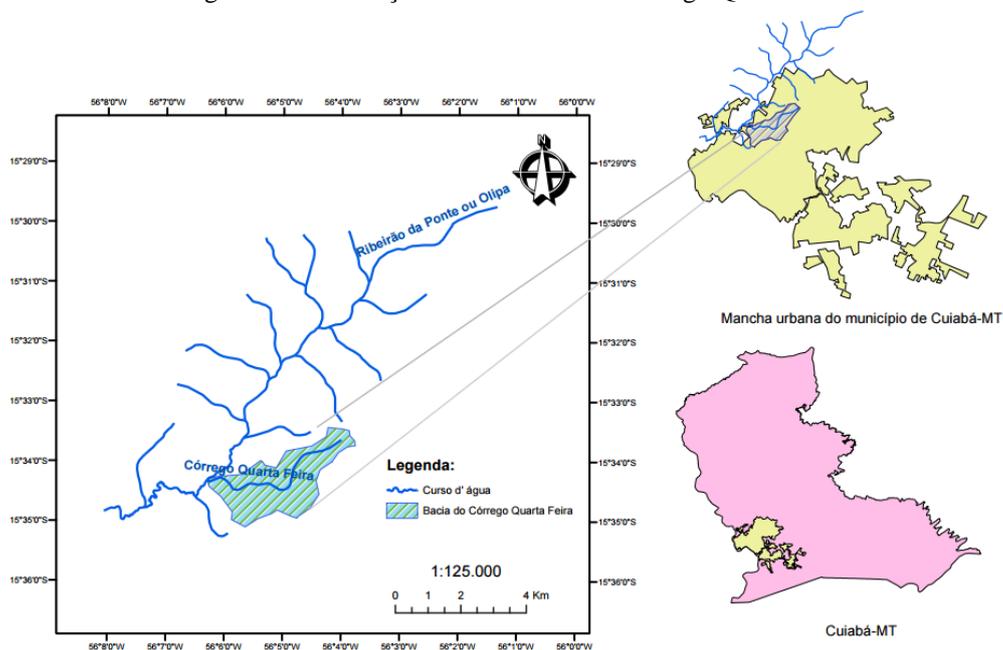
Assim, este trabalho pretende apresentar uma contribuição metodológica visando fornecer subsídios para a caracterização e diagnóstico técnico de sistema de drenagem pluvial em bacias hidrográficas urbanas. Assim, objetiva-se apresentar e aplicar uma metodologia de diagnóstico do sistema de drenagem pluvial aplicado a microbacia do Córrego Quarta-Feira, localizado em Cuiabá-MT, considerando os aspectos de micro e macrodrenagem, assim como os institucionais envolvidos nesse sistema.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

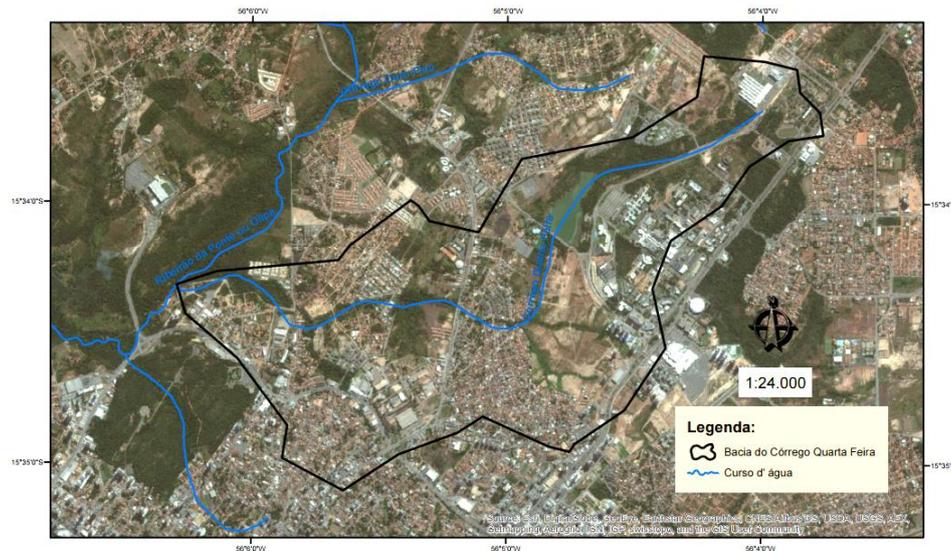
Foi escolhida a microbacia do Córrego Quarta-Feira, na cidade de Cuiabá – MT como área a ser estudada, haja vista que esta trata-se de uma microbacia que vem sofrendo constante e significativo processo de urbanização. Ela se localiza na região noroeste da mancha urbana do município de Cuiabá, capital do estado de Mato Grosso (Figura 1), apresenta uma área de drenagem de 5,62 km², com um perímetro de 11,9 km.

Figura 1 - Localização da microbacia do Córrego Quarta-Feira



Sua área abrange parte dos bairros: Jardim Alvorada, Paiaguás, Centro Político Administrativo, Despraiado, Quilombo e Santa Marta, totalizando uma população de aproximadamente 28.000 habitantes (IBGE, 2011). Apresenta-se na Figura 2 a delimitação da área de estudo, com destaque para os recursos hídricos existentes na área, sendo eles o Córrego Quarta-Feira, afluente do Ribeirão do Lipa.

Figura 1 - Área de drenagem da microbacia do Córrego Quarta-Feira



A Tabela 1 apresenta as características fisiográficas da microbacia, indicando as inter-relações existentes entre os fatores de forma e os processos hidrológicos de acordo com o estudo de Dias (2008).

Tabela 1 - Resultados da fisiografia da Microbacia do Córrego Quarta-Feira

Características Físicas da Microbacia	Valores	Unidade
Área de drenagem	5,62	km ²
Perímetro da bacia de drenagem	11,9	km
Extensão do Curso d'água principal	4,3	km ²
Comprimento da bacia	4,24	km
Largura média da bacia	1.325	m
Declividade média do Curso d'água	1,2	%
Coefficiente de compacidade (Kc)	2,12	-
Fator de forma (Kf)	0,31	-
Coefficiente de deflúvio da bacia	0,40	-
Densidade de drenagem (Dd)	0,75	km/km ²
Tempo de concentração	66,6	min
Ordem da bacia	3 ^a	ordem
Altitude máxima	223	m
Altitude mínima	171	m
Altitude média	197	m

Fonte: DIAS, 2008

Por meio dos indicadores apresentados, pode-se observar que a microbacia do Córrego Quarta-Feira, é pouco suscetível a enchentes em condições normais de precipitação, devido ao fato de o coeficiente de compacidade apresentar um valor afastado da unidade ($Kc = 2,12$) e, por seu fator de forma exibir um valor tão baixo ($Kf = 0,31$). Tais resultados corroboram com a forma alongada que a microbacia apresenta visualizada na Figura 2.

2.2 Procedimentos metodológicos

O diagnóstico do sistema de drenagem foi dividido em três etapas, sendo elas: Microdrenagem, Macrodrenagem e Aspectos Institucionais, tendo como base as diretrizes estabelecidas no Termo de Referência da FUNASA para elaboração dos Planos Municipais de Saneamento Básico, considerando sua adequabilidade.

Foram feitos levantamentos bibliográficos nos órgãos públicos, tais como, Prefeitura Municipal de Cuiabá e Secretaria Municipal de Obras Públicas, assim como visitas de campo em toda a área da bacia, a fim de obter registros fotográficos e a localização geográfica das estruturas de drenagem e dos pontos críticos (pontos com acúmulo de sedimentos, processos erosivos, ocupação em área de preservação permanente (conforme a lei nº 12.651/2012 – Novo Código Florestal), descarte de resíduos sólidos e lançamento clandestino de esgoto doméstico). A etapa de visitas *in loco* se deu no período de janeiro a outubro de 2016.

Na caracterização da microdrenagem, as bocas-de-lobo foram classificadas por tipo (de guia, grelha ou combinada), número de entradas (simples, dupla ou tripla) e quanto ao seu estado de conservação (boa, danificada e/ou obstruída).

Para o cadastro e locação das estruturas e pontos críticos utilizou-se o software ArcGIS, na versão 10.4. Para indicação dos fundos de vale foi adotada a delimitação da área e do traçado da hidrografia da microbacia disponibilizada no SIMLAM (Sistema Integrado de Monitoramento e Licenciamento Ambiental), da Secretaria de Estado do Meio Ambiente (SEMA-MT), além de dados de elevação do *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), sobrepondo-os a imagem base do *Satellite Pour l'Observation de la Terre* (SPOT), de 2008.

A fim de sintetizar os procedimentos estabelecidos nesta metodologia, o Quadro 1, descreve as etapas deste trabalho e relaciona com os itens a serem avaliados. Nele também é possível identificar a coleta de dados.

Quadro 1 - Resumo das etapas metodológicas

Etapa	Itens a serem avaliados	Coleta de dados
1 - Macrodrenagem	<ul style="list-style-type: none">- Descrição do sistema (galeria, bueiro, pontes, canal/córrego, dissipadores de energia);- Identificação dos fundos de vale;- Identificação dos principais tipos de problemas (acúmulo de sedimentos, processos erosivos);- Verificação da existência de ligações clandestinas;	<i>Dados Primários</i> <ul style="list-style-type: none">- Visitas <i>in loco</i>- Registro fotográfico
2 - Microdrenagem	<ul style="list-style-type: none">- Descrição do sistema (rede, sarjetas, bocas-de-lobo);- Descrição da infraestrutura de pavimentação viária;- Identificação dos principais tipos de problemas;	<i>Dados secundários</i> <ul style="list-style-type: none">- Prefeitura Municipal- Secretaria Municipal de Obras Públicas
3 - Aspectos Institucionais	<ul style="list-style-type: none">- Identificação do órgão responsável;- Verificação da existência de legislação específica (Plano Diretor, Uso do Solo, Plano de Manutenção);- Verificação da existência de fiscalização.	<ul style="list-style-type: none">- Imagens de satélite- Topografia (SRTM)

3. RESULTADOS/ DISCUSSÕES

3.1 Microdrenagem

Tendo em vista que o projeto de pavimentação está, na maioria das vezes, atrelado ao de drenagem pluvial (meio-fio, sarjeta, bocas de lobo), foi levantada a extensão de vias desprovidas de infraestrutura de pavimentação.

Como resultado, observou-se que um total de 3,5 quilômetros de vias na microbacia do Córrego Quarta-feira não possuem pavimentação, e, conseqüentemente, não dispõem de cobertura do sistema de drenagem pluvial. Essas regiões se concentram nos bairros Alvorada

e Despraiado. Uma consequência ocasionada pela falta de pavimentação é a ocorrência de processos erosivos (Figura 3).

Figura 2 - Localização de vias sem pavimentação e pontos de erosão



Sem contenção dos taludes, rede de drenagem e alta velocidade de escoamento, devido a impermeabilização da superfície e declividade do terreno, os sedimentos são facilmente carregados para os fundos de vale, gerando acúmulo de sedimentos nas vias e na calha do córrego, causando entupimento de bocas de lobo e galerias pluviais (Figura 4), fatores que favorecem a ocorrência de alagamentos e enchentes (Figura 5).

Figura 3 - Acúmulo de sedimentos nas vias

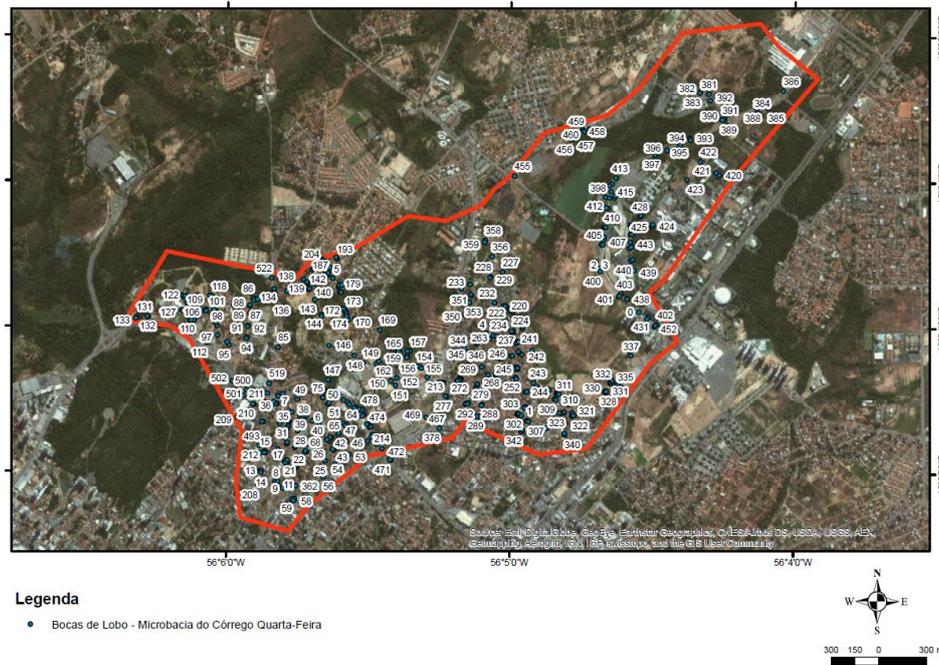


Figura 4 - Ponto de alagamento



A Figura 6 apresenta a distribuição das bocas-de-lobo (BL) na área de estudo. Observa-se que grande parte da microbacia é contemplada com essas estruturas, fator que diminui a possibilidade da ocorrência de alagamentos.

Figura 5 - Localização das bocas de lobo na microbacia do Córrego Quarta-Feira



Quanto a sua classificação em se tratando de sua tipologia, foram cadastradas 411 bocas de lobo simples, 84 bocas de lobo duplas, 10 bocas de lobo triplas e 15 bocas de lobo tipo grelha, perfazendo um total de 520 unidades. Quanto à análise de seu estado de conservação, a Tabela 2 indica a quantificação das bocas de lobo em função de sua qualidade estrutural e capacidade de engolimento.

Tabela 2 - Quantificação qualitativa das bocas de lobo

Nº total de BL	Nº de BL em adequado estado de conservação	Nº de BL obstruída	Nº de BL danificada
520	312	139	69

Nota-se que apesar do grande número de bocas de lobo, quase 30% delas encontram-se obstruídas, isso se deve ao acúmulo de sedimentos, resíduos de varrição e poda, elevação do pavimento ou fechamento da entrada da boca de lobo. Além disso, cerca de 15% possuem sua estrutura física danificada, ausência da tampa, entre outros.

A seguir, os resultados do levantamento serão exibidos detalhadamente de acordo com os respectivos bairros que se inserem na bacia. A Figura 7 apresenta a localização das bocas de lobo instaladas na região do Centro Político e Administrativo e Paiaguás.

Figura 6 - Localização das bocas de lobo do Centro Político e Administrativo e Paiaaguás



Quanto as suas condições de conservação e funcionamento, as estruturas encontram-se, em geral, em boas condições de funcionamento. O Centro Político possui 76 bocas de lobo, das quais 43 encontram-se em bom estado de conservação, enquanto que 22 tem sua estrutura danificada e 11 estão obstruídas, fato este que se deve ao acúmulo de sedimentos e de resíduos de varrição, principalmente. A Figura 8 apresenta a localização das bocas de lobo instaladas no bairro Alvorada.

Figura 7 - Localização das bocas de lobo do bairro Alvorada



O bairro Alvorada dispõe de 169 bocas de lobo, das quais 96 apresentam condições adequadas de funcionamento. Porém, pode-se observar que 57 encontram-se obstruídas

(Figura 9), por sedimentos e resíduos em geral, e por elevação do leito carroçável, encontram-se ainda 16 unidades danificadas (Figura 10).

Figura 8 - Boca de lobo obstruída



Figura 9 - Boca de lobo com resíduos



A Figura 11 apresenta a localização das bocas de lobo instaladas no bairro Despraiado.

Figura 10 - Localização das bocas de lobo do bairro Despraiado



O bairro dispõe de 104 bocas de lobo, sua grande maioria, 78 unidades, se encontra em condições satisfatórias de conservação. Do total, 21 tem sua entrada de água obstruídas com sedimentos, resíduos e outros objetos (Figura 12), enquanto apenas cinco encontram-se com estrutura danificada. Destaca-se a ausência de pavimentação em algumas vias, colaborando para o assoreamento das estruturas (Figura 13).

Figura 11 - Obstrução da boca de lobo



Figura 12 - Sedimentos obstruindo a sarjeta



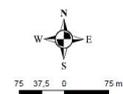
A Figura 14 apresenta a localização das bocas de lobo instaladas no bairro Quilombo.

Figura 13 - Localização das bocas de lobo do bairro Quilombo



Legenda

● Bocas de lobo - Quilombo



Foram contabilizadas 115 bocas de lobo, das quais 51 estão em boas condições de funcionamento, 42 com sua capacidade de captação diminuída, em virtude da obstrução de sedimentos e outros materiais (Figuras 15 e 16) e 23 estão com sua estrutura física danificada.

Figura 14 - Boca de lobo obstruída com vegetação



Figura 15 - Boca de lobo bloqueada por tijolos



A Figura 17 apresenta a localização das bocas de lobo instaladas no bairro Santa Marta.

Figura 16 - Localização das bocas de lobo do bairro Santa Marta



O bairro apresenta o maior percentual de bocas de lobo em boas condições de funcionamento, do total de 56 bocas de lobo, e cerca de 80%, 44 estruturas apresentam-se conservadas (Figura 18). Apenas 8 delas encontram-se obstruídas com resíduos e sedimentos, e 3 possuem algum dano em sua estrutura.

Figura 17 - Bocas de lobo em boas condições no bairro Santa Marta



3.2 Macrodrenagem

O curso d'água principal, responsável por receber e escoar as águas pluviais é o Córrego Quarta-Feira, com 4,3 quilômetros de extensão. Sua nascente se localiza no Centro Político Administrativo, coordenadas 15°33'39.46"S 56° 4'4.14", com 223 metros de altitude.

Distante 700 metros a jusante da nascente do Córrego Quarta-Feira, localiza-se a Lagoa Paiaguás, com cerca de 8,5 hectares, formada pelo represamento desse córrego durante a construção do Centro Político Administrativo – CPA. Seu exutório se dá no Ribeirão do Lipa, coordenadas 15°34'15.40"S 56° 6'12.71"O, com 171 metros de altitude (Figura 19). O tem aproximadamente 1,2% de declividade ao longo de sua extensão.

Figura 18 - Deságue no Ribeirão do Lipa



A geometria do canal não é definida, sendo variável em decorrência da manutenção das margens, do acúmulo de sedimentos e ocupação irregular das áreas de preservação permanente (Figura 20). Suas paredes não possuem revestimento (Figura 21).

Figura 19 - Trecho do córrego no bairro Despraiado



Figura 20 - Trecho do córrego no bairro Alvorada



Destaca-se o número de ocupações irregulares, principalmente nos bairros Alvorada e Despraiado, não respeitando a área de preservação permanente e a legislação municipal. Devido à falta de planejamento e ausência de infraestrutura básica de saneamento, a destinação final do efluente se dá por meio de ligações clandestinas na rede de águas pluviais ou diretamente no Córrego Quarta-Feira (Figura 22). Além disso, é comum a prática de descarte de resíduos sólidos domésticos irregularmente no córrego (Figura 23).

Figura 21 - Lançamento de esgoto doméstico



Figura 22 - Acúmulo de resíduos no córrego



Entre as estruturas de transposição de talvegues, dispositivos para conduzir as águas do córrego interceptado por estradas, foram observadas seis bueiros e três pontilhões. A Tabela 3 faz um resumo das características das estruturas.

Tabela 3 - Identificação das estruturas de transposição de talvegue

Nº	Bairro	Latitude	Longitude	Tipo da estrutura
1	C.P.A	15°33'46.94"S	56° 4'15.48"O	Bueiro simples celular de concreto
2	Alvorada	15°34'7.44"S	56° 4'49.30"O	Bueiro duplo tubular de concreto
3	Alvorada	15°34'27.33"S	56° 5'3.23"O	Bueiro duplo celular de concreto
4	Alvorada	15°34'27.52"S	56° 5'7.76"O	Pontilhão
5	Alvorada	15°34'27.05"S	56° 5'9.42"O	Pontilhão
6	Despraiado	15°34'24.41"S	56° 5'11.39"O	Bueiro duplo celular de concreto
7	Despraiado	15°34'23.32"S	56° 5'35.82"O	Bueiro duplo celular de concreto
8	Despraiado	15°34'25.53"S	56° 5'40.72"O	Pontilhão
9	Despraiado	15°34'24.64"S	56° 5'49.99"O	Bueiro triplo celular de concreto

É possível observar o acúmulo de sedimentos e de resíduos sólidos domésticos próximas às estruturas, sendo recomendada sua manutenção contínua (Figuras 24 e 25).

Figura 23 - Ponto 5 – Pontilhão



Figura 24 - Ponto 9 - Bueiro triplo



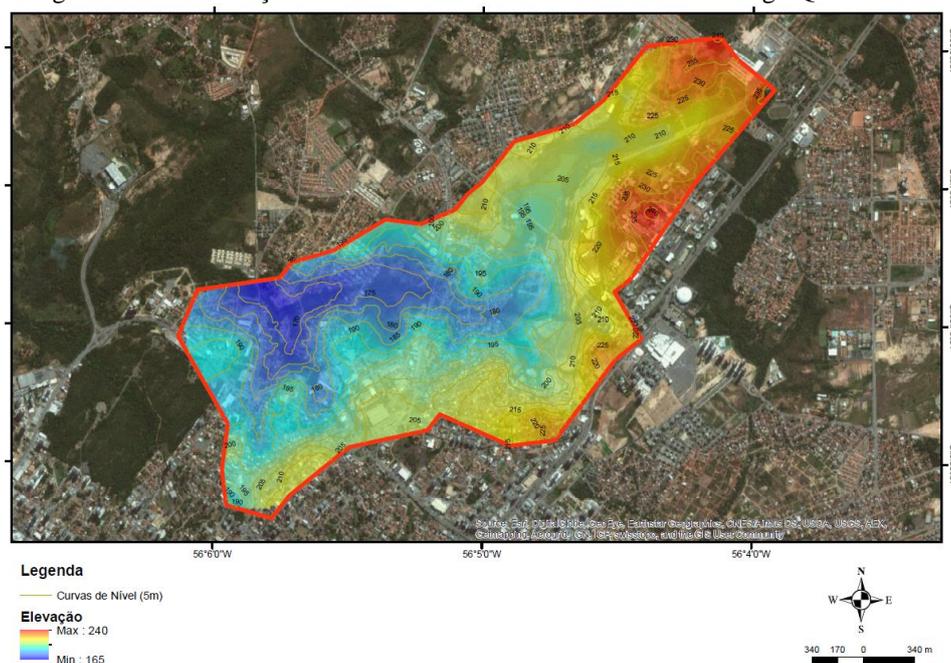
Não foram observadas estruturas para dissipação da energia do escoamento, sua ausência implica diretamente na intensidade de processos erosivos na microbacia.

Para o diagnóstico dos demais componentes da drenagem na microbacia recorreu-se à Secretaria Municipal de Obras, responsável pela gestão do sistema de drenagem pluvial, porém, se tratando de uma região antiga, caracterizada por invasões, e em função da recente implementação do cadastro técnico de projetos, a mesma não dispõe dos registros de galerias, poços de visita, caixas de ligação. Dessa forma não foi possível sua identificação e análise.

O fundo de vale é formado por pontos baixo do relevo, de modo a formar uma calha, por onde são escoadas as águas das chuvas. A identificação dessas áreas é de fundamental importância para o planejamento da microbacia e da cidade, visto que a partir dessa imagem se tem definidas as áreas onde haverá concentração de escoamento, prioritárias para ações de preventivas, visando garantir o funcionamento eficiente do sistema e conforto à população.

A Figura 26 apresenta os fundos de vale da microbacia do Córrego Quarta-Feira.

Figura 25 - Identificação dos fundos de vale da microbacia do Córrego Quarta-Feira



Observando a microbacia do Córrego Quarta-Feira, é possível verificar que toda a área de fundo de vale encontra-se ocupada, e pouco de sua área de proteção é respeitado. Por esse fato é possível que, futuramente, em ocorrência de precipitações intensas, ocorram problemas de inundações, havendo, portanto, a necessidade de verificar a instalação novas bocas de lobo, programas de manutenção periódica e ações de educação ambiental.

Em função do processo de urbanização descontrolado, e ausência de planejamento urbano, foi-se possível o levantamento de 11 locais onde são recorrentes problemas quanto à drenagem, neste caso, pontos de alagamento e de acúmulo de sedimentos e resíduos no Córrego Quarta-Feira. Na Tabela 4 são descritas a localização dos pontos destacados.

Tabela 4 - Localização dos pontos críticos da microbacia do Córrego Quarta-Feira

Nº	Bairro	Latitude	Longitude	Problema identificado
1	Alvorada	5°34'40.97"S	56° 4'38.85"O	Alagamento, boca de lobo obstruída.
2	Alvorada	5°34'27.32"S	56° 5'4.02"O	Ponto de acúmulo de sedimentos no córrego
3	Alvorada	5°34'27.05"S	56° 5'9.42"O	Alagamento, boca de lobo obstruída
4	Despraiado	5°34'53.31"S	56° 5'21.92"O	Alagamento, ausência de microdrenagem
5	Quilombo	5°34'57.64"S	56° 5'30.72"O	Alagamento, boca de lobo obstruída
6	Quilombo	5°34'57.85"S	56° 5'35.97"O	Alagamento, boca de lobo obstruída
7	Despraiado	5°34'23.33"S	56° 5'35.31"O	Ponto de acúmulo de sedimentos no córrego
8	Despraiado	15°34'25.55"S	56° 5'40.30"O	Ponto de acúmulo de sedimentos no córrego
9	Despraiado	15°34'26.50"S	56° 5'41.57"O	Ponto de acúmulo de sedimentos no córrego
10	Despraiado	15°34'25.27"S	56° 5'48.72"O	Ponto de acúmulo de sedimentos no córrego
11	Santa Marta	15°34'24.49"S	56° 5'50.50"O	Alagamento por ausência de microdrenagem

Verifica-se a deposição de sedimentos na região de menores declividades do curso d'água, além de regiões onde há vegetação nas paredes do canal, retendo essas partículas (Figura 27). A ocorrência de alagamentos é frequente em locais onde os dispositivos de captação se encontram entupidos ou quando estes são ausentes (Figura 28).

Figura 26 - Ponto 9 - Acúmulo de sedimentos no córrego



Figura 27 - Boca de lobo obstruída com resíduos



4. CONCLUSÃO

Dessa forma, conclui-se que o método proposto é aplicável para a realização do diagnóstico, possibilitando a caracterização e cadastramento das estruturas de micro e macrodrenagem, a identificação e avaliação dos principais problemas relacionados à drenagem urbana.

Nota-se que a bacia possui problemas relacionados à drenagem urbana, associados aos efeitos da urbanização descontrolada, com ocupação de APP e uso do solo intenso. São notados pontos positivos, como a alta cobertura de pavimentação das vias, facilitando o controle do escoamento, e o número e distribuição das bocas de lobo na microbacia. Porém, destaca-se que aproximadamente 45% das bocas de lobo possuem problemas, sejam eles de obstrução por resíduos e sedimentos ou danificação em sua estrutura física.

Para a minimização destes problemas recomenda-se uma maior atuação por parte do poder público em conjunto com a população, discutindo e efetivando as medidas não estruturais, assim como a implantação de medidas estruturais. Destaca-se a importância da implementação do Plano Diretor de Drenagem Urbana para o controle destes problemas, que possa abranger projetos de zoneamento e regulamentação do uso do solo, conscientização e educação ambiental da população, dentre outros aspectos.

Com relação aos pontos analisados anteriormente, faz-se necessário uma fiscalização por parte do órgão responsável no que se refere às ocupações às margens do córrego e aos lançamentos clandestinos de esgotos em rede pluvial. Quanto ao controle de possíveis alagamentos e inundações é importante a elaboração de programa de manutenção e operação do sistema de drenagem, e sua prática constante, sendo integrado a um trabalho de educação ambiental junto à população, evitando assim, o lançamento de irregular de resíduos sólidos e o comprometimento do funcionamento da rede, prevenindo contra entupimentos, assoreamento do córrego, além de contaminação e alteração da qualidade de suas águas.

No que se refere aos processos erosivos e de assoreamento observados, faz-se necessário a instalação de dissipadores de energia, a fim de reduzir a força com que as águas pluviais são lançadas, evitando a desagregação e carregamento dessas partículas, além de ações de controle por meio da estabilização dos taludes e cobertura vegetal, pavimentação das vias e cobertura total do sistema de drenagem.

Com isso, o sistema de drenagem urbana de águas pluviais provocará menos impactos na microbacia como um todo, possibilitando uma melhor qualidade de vida para as pessoas que passam por essa região. Assim sendo, acredita-se que por meio dos critérios apresentados na metodologia proposta, foi possível caracterizar o sistema de drenagem de forma padronizada e abrangente.

5. REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei nº. 11.445 de 5 de janeiro de 2007. **Diretrizes nacionais para o saneamento básico**; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Brasília, 2007.

CRUZ, M.A.S.; SOUZA, C.F.; TUCCI, C.E.M. **Controle da drenagem urbana no Brasil: avanços e mecanismos para sua sustentabilidade**. In: XVII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS. Anais... São Paulo: SBRH, 2007.

DIAS, F.A. **Impacto da ocupação urbana na qualidade ambiental na bacia do córrego Quarta-Feira**. In: 61ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o progresso da Ciência – SBPC. Anais... Manaus: SBPC, 2009.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE - FUNASA. **Termo de Referência para a elaboração de Planos Municipais de Saneamento Básico: Procedimentos relativos ao convênio de cooperação técnica e financeira da Fundação Nacional de Saúde – Funasa/MS**. Brasília, 2012.

HANSMANN, H.Z. **Descrição e caracterização das principais enchentes e alagamentos de Pelotas-RS**. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas-RS. 2013. 63pg.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Base de informações do Censo Demográfico 2010: Sinopse por setor censitário**. RJ, 2011.

NEGRÃO, J.B.A.; GEMAQUE, V.H.M. **Levantamento de dispositivos de drenagem de vias urbanas com funcionamento comprometido: estudo de caso (Belém/PA)**. Universidade da Amazônia – UNAMA. Belém, 2010.

PARANÁ. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Manual de Drenagem urbana Região Metropolitana de Curitiba- PR**. VERSÃO 1.0. Curitiba, 2002.

SECRETARIA MUNICIPAL DE DESENVOLVIMENTO URBANO - SMDU. **Manual de drenagem e manejo de águas pluviais: gerenciamento do sistema de drenagem urbana**. 2012.

VAZ FILHO, P.; CORDEIRO, J.S. **Diagnósticos de drenagem urbana na região central do estado de São Paulo**. In: XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental. Anais... Rio de Janeiro: ABES, 2000.