

Proposta de roteiro para coleta de dados visando diagnóstico da drenagem urbana em planos diretores municipais

Protocol proposal for data collection seeking the urban drainage diagnostic in municipal urban plans

Rodrigo Braga Moruzzi¹

Roberto Braga²

Cenira Maria Lupinacci da Cunha³

Resumo

O Plano Diretor (PD) é o instrumento básico da política de desenvolvimento urbano e obrigatório, por força da Constituição Federal e do Estatuto da Cidade (Lei Federal 10.257/2001), para as cidades com mais de vinte mil habitantes. A maioria das cidades brasileiras sofrem com problemas associados a equívocos no trato da questão da drenagem urbana e, nesse sentido, a drenagem urbana é um tema indispensável que deve constar nos PD(s) municipais. Para tal, o diagnóstico dos problemas associados à drenagem é imprescindível na identificação da causa e na proposta de soluções. Assim, procurou-se, neste artigo, uma proposta de roteiro para coleta de dados visando diagnóstico da drenagem urbana em PD. Para tal, adotou-se como eixo norteador as disposições constantes na Resolução CONAMA 369/2006 e outros instrumentos por esta utilizados. O roteiro possibilitou sistematizar e homogeneizar a coleta de dados e surge como uma alternativa para a rotina de coleta de informações e registro dos impactos em áreas urbanas, auxiliando no levantamento dos problemas e na proposição de diretrizes para o sistema de drenagem urbana. A aplicação foi limitada ao estudo de caso, entretanto os atributos foram norteados pelas recomendações de instrumentos legais e, assim, acredita-se na potencialidade de extrapolação da proposta. No entanto,

1 Dr.; Engenheiro Civil; Professor do Departamento de Planejamento Territorial e Geoprocessamento (DEPLAN) do Instituto de Geociências e Ciências Exatas (IGCE) da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), *Campus* Rio Claro; E-mail: rmoruzzi@rc.unesp.br

2 Dr.; Geógrafo; Professor do Departamento de Planejamento Territorial e Geoprocessamento (DEPLAN) do Instituto de Geociências e Ciências Exatas (IGCE) da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), *Campus* Rio Claro; E-mail: rbraga@rc.unesp.br

3 Dra.; Geógrafa; Professor do Departamento de Planejamento Territorial e Geoprocessamento (DEPLAN) do Instituto de Geociências e Ciências Exatas (IGCE) da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), *Campus* Rio Claro; E-mail: cenira@rc.unesp.br

recomenda-se o contínuo aperfeiçoamento do processo de levantamento dos dados e na incorporação de ferramentas de banco de dados e georeferenciamento para dinamizar o processo de atualização dos dados. Além disso, acredita-se que a proposta possa evoluir para uma análise baseada na classificação de riscos.

Palavras-chave: Plano Diretor; drenagem urbana; roteiro; diagnóstico.

Abstract

The Urban Plan is a basic tool for urban development policy and it is required from cities with more than 20,000 inhabitants, according to the Brazilian Federal Constitution and to the Federal Law 10.257/2001. The majority of Brazilian cities have problems that are associated with mistakes while dealing with urban drainage and, from this stance, urban drainage is an indispensable theme that must be included in Urban Plans. Therefore, the identification of problems that are pertinent to urban drainage is an important aspect for the proposition of solutions. This paper focuses on a protocol proposal for data collection seeking the drainage diagnostic in urban planning. The 369/2006 guideline by CONAMA (Brazilian Agency of the Environment) and other instruments cited by it were used. The protocol made the data collection and systematization easier and it appears as an alternative for information compilation routine and for the inventory of urban impacts, while also providing help in the listing of problems and in the proposition of guidelines regarding the urban drainage system. The experiment was limited to the case study, but the attributes were applied according to legal recommendations. We believe that the proposal has a potential to be extended to additional applications. We strongly recommend, however, continuous upgrade in the data collection process, information storage and actualization. Furthermore, we believe that the proposal may be improved for an analysis based upon risk classification.

Key words: Urban Plan; urban drainage; protocol; diagnostic matrix.

Introdução

As inundações urbanas têm sido um dos maiores desafios das cidades brasileiras. Em geral, as causas estão associadas à expansão urbana desordenada, alheia às características do meio físico,

e as consequências à população e aos administradores públicos refletem-se na rede hidrográfica do município. Para solução deste problema, o diagnóstico adequado é imprescindível na avaliação dos impactos da urbanização e na proposição de alternativas compatíveis

com as realidades locais, tanto em nível de planejamento urbano quanto na proposição de medidas mitigatórias.

O Plano Diretor (PD) é o instrumento básico da política de desenvolvimento urbano e obrigatório, por força da Constituição Federal e do Estatuto da Cidade (Lei Federal 10.257/2001), para as cidades com mais de vinte mil habitantes, que tem por objetivo definir as diretrizes básicas para expansão urbana, uso e ocupação do solo urbano, parcelamento e implantação de infra-estrutura urbana, entre outras coisas. A proposta aqui delineada está inserida nesse processo, permeando esses objetivos, uma vez que o diagnóstico da drenagem está inserido no contexto da elaboração do PD do município.

Com o propósito de trocar experiências, o presente texto tem como objetivo precípua apresentar um roteiro para coleta de dados visando análise da drenagem urbana em municípios de médio porte, baseado na experiência dos autores como colaboradores na elaboração do Plano Diretor (PD) do município de Rio Claro (SP). Como resultado, produziu-se uma matriz contendo um roteiro de avaliação do sistema de drenagem urbana com base nos elementos descritores e seus respectivos atributos.

Revisão bibliográfica

O Plano Diretor e o meio ambiente urbano

O Plano Diretor é o instrumento básico da política urbana executada pelo poder público municipal. Consiste num conjunto de normas que regem o desenvolvimento, o uso, a expansão e o parcelamento do solo urbano, bem

como a implantação da infraestrutura e equipamentos urbanos. Foi tornado obrigatório, por força da Constituição Federal, para todas as cidades com mais de vinte mil habitantes e sua elaboração é regida pela lei federal 10.257 de 10 de julho de 2001, também conhecida como Estatuto da Cidade.

O Plano Diretor é um instrumento de caráter tanto técnico como político, devendo sua elaboração ter obrigatoriamente caráter participativo. O Ministério das Cidades recomenda que seu processo de elaboração seja precedido de uma etapa de diagnóstico denominada “Leitura da Cidade”, que se daria em dois níveis: o Técnico e o Comunitário (Brasil, 2004). A leitura técnica deve ser desenvolvida pelo corpo técnico da prefeitura ou com ajuda de consultoria especializada e deve diagnosticar os problemas socioeconômicos, urbanísticos, ambientais e administrativos da cidade. A leitura comunitária é realizada através de dinâmicas participativas com a comunidade e visa identificar problemas e demandas e propor medidas e prioridades para o Plano Diretor. Em seu processo de elaboração, tanto no nível técnico, como no comunitário, devem ser abordadas questões de diversas naturezas, relativas ao desenvolvimento urbano, inclusive as que afetam o saneamento e o meio ambiente, pois em sua perspectiva está o desenvolvimento sustentável, como assim determina o próprio Estatuto da Cidade em seu artigo segundo, conforme Xavier (1992:27),

O plano diretor contempla a vertente ambiental em diferentes escalas de abordagem, que variam desde o nível macro, espelhados nas diretrizes para o desenvolvimento urbano e para a definição da política de meio ambiente,

até o nível pontual, que se reflete nos parâmetros para o uso e ocupação do solo estabelecidos pela legislação urbanística, bem como na fixação de parâmetros de controle ambiental, através de leis específicas.

Desse modo, a questão da drenagem urbana ganha importância, levando-se em conta as disposições da Agenda 21, que em seu capítulo 7, item D, ao definir a promoção do desenvolvimento sustentável dos assentamentos humanos, determina: “a adoção de uma abordagem integrada de abastecimento de água, energia, saneamento, drenagem e manejo de **dejetos sólidos**” (ECO 92, 1992, grifo nosso).

Portanto, na elaboração dos diagnósticos, ou leituras da cidade, há de se considerar a avaliação das condições ambientais das cidades, tanto no que se refere ao meio natural, como ao que se refere ao meio antrópico.

Problemas da drenagem urbana a serem considerados nos planos diretores

Para um adequado gerenciamento da drenagem urbana, é essencial a inserção de regulamentações ao uso do solo urbano nos Planos Diretores. Tais regulamentações devem ser geradas a partir de diagnósticos de drenagem urbana que justifiquem, muitas vezes, as restrições impostas. Para facilitar tais diagnósticos e garantir sua eficiência, propõe-se que a coleta de dados seja efetuada a partir de três categorias principais: o Curso d' água principal, as áreas de preservação permanente e as vertentes das microbacias sobre as quais o espaço urbano está estabelecido.

O uso do curso d' água principal

Os espaços urbanos, frequentemente, apresentam em seu interior cursos d' água que se caracterizam pela perenidade do fluxo. Estes cursos se constituem nos condutores naturais da água precipitada no espaço urbano e são de suma importância para o equilíbrio do sistema de drenagem local. Dessa forma, a análise das características dos rios é essencial para a elaboração do diagnóstico da drenagem urbana com o objetivo de orientar os planos diretores.

Apesar da importância acima relatada, verifica-se que, quando se trata dos terrenos ocupados pelo curso d' água, ou seja, a seção permanentemente molhada da drenagem, as regulamentações oficiais são poucas e, muitas vezes, restritas. O Código Florestal resume-se a preservação da vegetação original das margens fluviais e a Constituição Federal de 1988, em seu artigo 20 parágrafo III, estabelece os rios como bens da União.

Já a lei 6.766/79 (Lei Lehmann), que dispõe sobre o parcelamento do solo urbano, exige que os projetos dos empreendimentos apresentem somente a localização dos cursos d' água. Sobre esta questão, Figueiredo, et al. (2001) já afirmava que tal regulamentação “vê os rios como linhas d' águas abstratas reduzindo a correspondente caracterização à sua localização”. Os autores citados defendem a necessidade de caracterização de leito em seção transversal, através de desenho, assim como do volume e velocidade da água, variáveis que podem fornecer indicadores sobre a fragilidade e dinâmica do curso.

No que se refere à qualidade da água dos rios, esta questão é melhor

disciplinada, principalmente através da resolução do CONAMA 357/05. Esta resolução estabelece os critérios para a classificação das drenagens e oferece subsídios para disciplinar as possibilidades de uso da água destes cursos. Também este documento estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Dessa forma, é importante que a coleta de dados sobre os cursos d'água considere os parâmetros colocados pela referida resolução.

A questão da ocupação de Áreas de Preservação Permanente – APPs - urbanas

As áreas de preservação permanente, APPs, têm como função a preservação dos “recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas” (Código Florestal, Art. 1º, § 2º, II).

O Código Florestal (Lei 4771/65) determina em seu artigo segundo que são Áreas de Preservação Permanente – APPs, as áreas situadas ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água desde o seu nível mais alto, em faixas de largura proporcional a eles⁴. No caso das áreas urbanas, o mesmo artigo desta lei, em seu parágrafo único, determina que devem ser observados o Plano Diretor,

4 30 m, para aqueles até 10 m de largura; 50 m, para aqueles de 10 a 50 m de largura; de 100 m, para aqueles de 50 a 200 m de largura; 200 m, para aqueles de 200 a 600 m de largura e; 500 m, para aqueles com mais de 600 m de largura. Para as nascentes e olhos d'água estabelece-se um raio de 50 m, qualquer que seja o seu tamanho.

bem como a legislação urbanística, respeitados os limites a que se refere o Código Florestal. Desse modo, o Plano Diretor assume um papel fundamental no que se refere às APPs urbanas.

Desde 2006, a Resolução CONAMA 369/2006, que dispõe sobre a intervenção ou supressão de vegetação em APPs, em casos de interesse público e baixo impacto ambiental, estabelece normas mais claras em relação às áreas urbanas, sobretudo no que se refere a sua utilização como área verde pública e à regularização fundiária, haja vista o fato de que boa parte das ocupações urbanas irregulares encontra-se em áreas de preservação permanente.

No caso da implantação de áreas verdes de domínio público em APP, o artigo 8º da Resolução CONAMA 369/2006 considera tais áreas como aquelas que desempenham função ecológica, paisagística e recreativa, propiciando a melhoria da qualidade estética, funcional e ambiental da cidade, sendo dotado de vegetação e espaços livres de impermeabilização, podendo ocorrer a implantação de equipamentos urbanos de baixo impacto como: ciclovias; pequenos parques de lazer, equipamentos de segurança, lazer, cultura e esporte; bancos, sanitários, chuveiros e bebedouros públicos. No entanto, os percentuais de impermeabilização e alteração para ajardinamento ficam limitados a 5% e 15%, respectivamente, da área total da APP inserida na área verde de domínio público.

Em caso de regularização fundiária, o artigo 9º da Resolução CONAMA 369/2006 determina que serão permitidos apenas nos casos de áreas de preservação permanente, ocupadas por população de baixa renda consolidadas

até a promulgação do Estatuto da Cidade (10 de julho de 2001), além da elaboração pelo poder público municipal, de um plano de regularização fundiária sustentável, sendo vedada a regularização de ocupações que, nesse Plano, sejam identificadas como localizadas em áreas consideradas de risco de inundações, corrida de lama e de movimentos de massa rochosa e outras definidas como de risco.

A Resolução CONAMA 369/2006 lista, também, uma série de atividades consideradas de baixo impacto passíveis de serem implantadas em APPs, tais como: abertura de pequenas vias de acesso interno e suas pontes e pontilhões; implantação de instalações necessárias à captação e condução de água e efluentes tratados; implantação de corredor de acesso de pessoas e animais para obtenção de água; implantação de trilhas para desenvolvimento de ecoturismo; construção de rampa de lançamento de barcos e pequeno ancoradouro. No entanto, a intervenção ou supressão de vegetação em APP não poderá exceder, em qualquer caso, ao percentual de 5% da APP impactada localizada na posse ou propriedade.

Em todos esses casos, torna-se patente a necessidade do Plano Diretor, pois conforme prevê em seu artigo 2º, o órgão ambiental competente somente poderá autorizar a intervenção ou supressão de vegetação em APP se forem atendidos os requisitos previstos nas normas federais, estaduais e municipais, incluindo nestas últimas, explicitamente, o Plano Diretor.

A urbanização das Vertentes

As vertentes são definidas como áreas onde o principal processo

hidrológico constitui-se no escoamento da água. Trata-se, portanto, de espaço de grande dinamismo já que incorpora a circulação constante da água e a energia proveniente dessa circulação. Para que a circulação ocorra, o conceito de vertente incorpora a presença de certa inclinação do terreno. Assim, de forma genérica, a vertente define-se por inclinação suficiente para que predomine temporalmente o processo de escoamento sobre o de infiltração da água.

Neste contexto, verificam-se que a legislação ambiental e urbana vigente tem algumas recomendações sobre as possibilidades de uso e ocupação da terra a partir de parâmetros vinculados a índices de declividade do terreno. Dessa forma, a lei 6.766/79 (Lei Lehmann) proíbe o parcelamento do solo para fins urbanos em terrenos com declive igual ou superior a 30%, assim como em terrenos com condições geotécnicas que desaconselham à edificação. Já o Código Florestal institui a proibição de retirada da vegetação original em terrenos com 100% de declividade ou 45° de inclinação.

Os valores de declives instituídos pelos instrumentos legais constituem-se em parâmetros genéricos, que desconsideram especificidades locais. Assim, terrenos com declives menores podem ser sujeitos a intensos processos geomórficos a depender do tipo de solo ou da litologia que o constitui. Tais condições geotécnicas devem ser avaliadas, porém não há regulamentação clara sobre os limites a serem considerados apropriados ou não para a urbanização. Esta limitação ocorre em função da própria variabilidade do terreno que tais instrumentos têm que gerir.

Outra questão importante refere-se a outros parâmetros que devem ser levantados quando se trata de uso e ocupação sobre as vertentes, os quais não constam dos instrumentos legais. Dentre estes outros parâmetros, destaca-se a questão do comprimento, forma e sistemas urbanos e viários já estabelecidos. Estas informações são essenciais para a avaliação das necessidades de drenagem urbana.

Dessa forma, o Plano Diretor tem papel fundamental na definição de possibilidades e restrições ao uso das vertentes já que, para os instrumentos legais existentes em outras instâncias, é impossível tratar detalhadamente as limitações naturais existentes para a ocupação destas.

Materiais e Métodos

Para sistematização no levantamento dos dados da área urbana, o roteiro proposto utilizou a divisão em regiões denominadas “Unidades Sócio-Ambientais”, de acordo com a proposição feita no PD 2006 da cidade, tomando-se como ponto de partida a rede hidrográfica urbana do município, conforme proposto por Carvalho e Braga (2005).

Para a coleta dos dados foi elaborado um roteiro com base na Resolução CONAMA 369/2006 e outros instrumentos por esta referenciados. Em cada unidade foi aplicado o roteiro para levantamento das causas dos problemas identificados a partir do corpo d’água principal, APP e vertentes de cada microbacia, bem como de alguns dos tributários considerados importantes para o manejo da drenagem local. As características da rede hidrográfica e a

baixa declividade do sítio urbano de Rio Claro, estudo de caso para a criação do roteiro, determinaram o foco principal deste, levando a ênfase para as áreas de várzea (Figura 1). O ponto de partida foi à rede hidrográfica do município e dados de declividade obtidos através do mapeamento topográfico da área urbana.

A maior parte dos dados necessários para o diagnóstico da drenagem urbana foram obtidos através de trabalhos de campo. Considera-se esse é procedimento essencial para a coleta de dados detalhados, sendo impossível obter indiretamente muitos dos dados considerados necessários para um diagnóstico preciso das condições de drenagem urbana.

Resultados

A análise dos atributos para cada elemento descritor da bacia permitiu sistematizar e agilizar o diagnóstico para cada área de estudo, de acordo com as atividades sócio-econômicas da área (Figura 2), e definida em função das microbacias e sua respectiva rede hidrográfica.

Como produto da experiência adquirida, foi elaborado um roteiro - composto de um algoritmo (Figura 3) e uma matriz (Quadro 1) - contemplando a logística e a rotina dos procedimentos adotados para levantamento dos dados e posterior elaboração do diagnóstico da drenagem urbana.

Discussão

O roteiro para a coleta dos dados visando o diagnóstico da drenagem

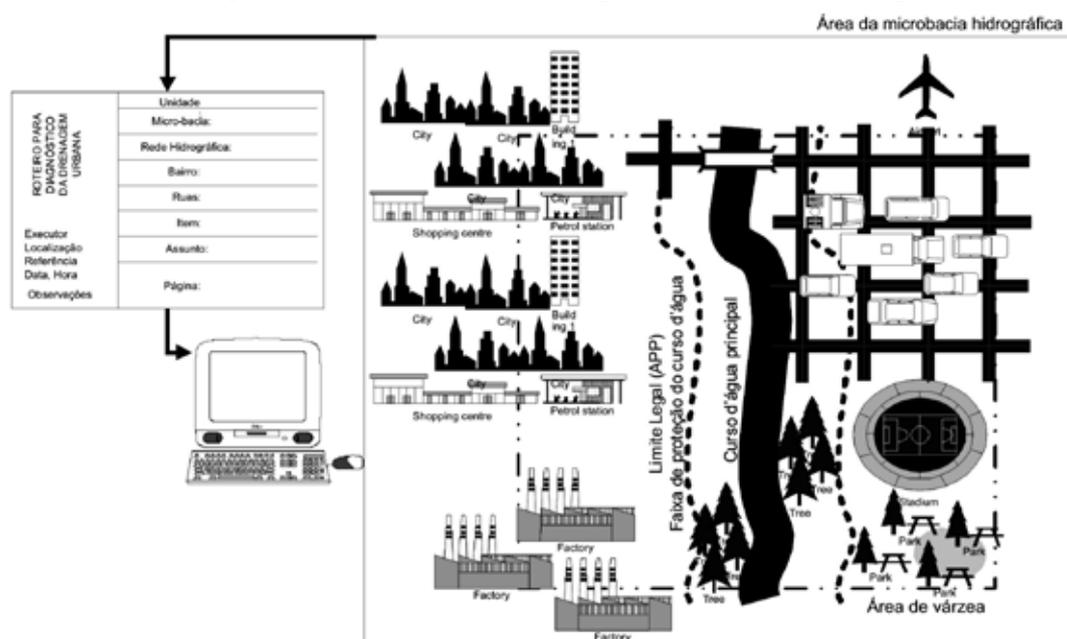
Figura 1. Mapa urbano de Rio Claro (SP) com as bacias e áreas de várzea



Fonte: Prefeitura Municipal de Rio Claro.

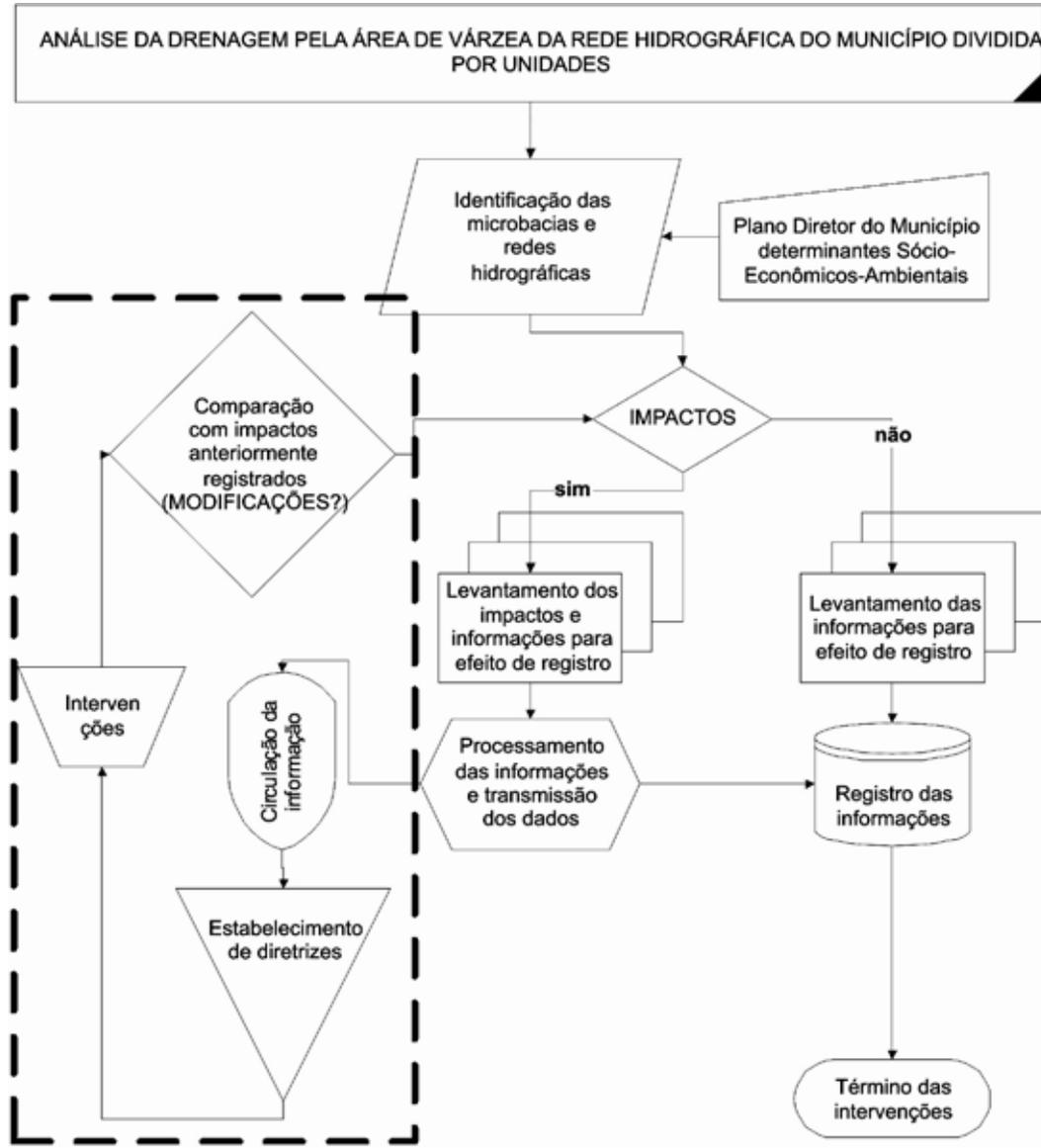
Organização: Carlos S. Pateis

Figura 2. Esquema contemplando a sistematização das informações acerca dos tipos de ocupação na área da microbacia para levantamento e registro



Fonte: Os autores

Figura 3. Representação gráfica do algoritmo para levantamento dos dados e análise da drenagem urbana



Fonte: Os autores

Quadro 1. Proposta de roteiro para levantamento de dados com base nos atributos para cada elemento da microbacia hidrográfica da unidade sócio-ambiental

Elemento por microbacia/ Descritor	Atributos
Corpo d'água principal*	
Afluentes principais situados em outras microbacias	Especificar nome e se o mesmo foi descrito em outro levantamento
Condição	Natural/Retificado/Desviado/Canalizado/Aterrado
	Se Canalizado(C), especificar: Tipo de seção transversal, Material, Dimensões, Cotas no Trecho Projeto (data), Frequência de manutenção no canal de macrodrenagem Se não, especificar: Declividade dos taludes Proteção dos taludes (especificar se existente) Comprimento nos trechos, especificar valor Profundidade nos trechos: Constante/Variável, especificar Valores Distância entre margens nos trechos: Constante/Variável, especificar Valores Especificar se existente: bacias de amortização de cheias, reservatórios de retenção, medidas mitigatórias de controle de poluição (ETE)
Quantidade e Qualidade da água no corpo d'água	Níveis máximos, Vazões mínimas ($Q_{7,10}$) e máximas para período de retorno de 50 anos (valores); enquadramento CONAMA357/05 (classe)
Perenidade	Perene/Intermitente
Captação	Número de pontos e outorgas
Lançamentos pontuais de esgoto sanitário	Número por trecho especificar tipo (efluente industrial ou doméstico, bruto ou tratado) Lançamentos clandestinos
Lançamentos pontuais do sistema de micro-drenagem (drenagem primária)	Número por trecho Obras de dissipação de energia
Travessias de vias de acesso	Pontes e pontilhões Estruturas especiais, informar: estrutura no curso d'água representando pontos de estrangulamento: pilares, taludes de contenção, bueiros, degraus, bacias de dissipação, outras especificar
Áreas de Proteção Permanente (APP)	
Caracterização geral	Condição: Preservada/Protegida/Alterada/Suprimida/Ocupada/Intervenção/Integrada ao sistema de lazer/outras (especificar) Meandro abandonado: Ocupado/Livre Declividade dos taludes da APP Estabilidade Pedológica: Estável/ Sulcos/Ravinas/Voçorocas/ Desmoronamento das encostas/Dispositivos de controle da erosão Deposição de lixo: Aterro sanitário/Controlado/Lixão e Obra na APP Especificar se existente: Medidas de caráter mitigatório e compensatório; Termo de ajustamento de conduta (TAC); Recuperação ou recomposição

(continua...)

Elemento por microbacia/ Descritor	Atributos
Áreas de Proteção Permanente (APP)	
Caracterização das áreas ocupadas por parcelamento ou edificações	Grau de Ocupação (Inicial/Consolidada) Tipo de Ocupação: Comercial/Residencial/Industrial/Pública/Institucional/Misto Infra-estrutura – malha viária; captação de águas pluviais; esgotamento sanitário; coleta de resíduos sólidos; rede de abastecimento de água; rede de distribuição de energia; citar Localização nas faixas da APP – Margens de curso d'água; Entorno de lagos, lagoas e reservatórios artificiais Faixas mínimas (15 m para cursos de até 50m de largura e 50 m para demais); Topo de morro e montanhas; Recarga de aquífero; Restingas; Áreas verdes favorecendo infiltração: especificar Áreas com risco de inundação e de movimento de massa rochosa (deslizamento, queda e rolamento de blocos, corrida de lama, outras): especificar
Caracterização das áreas ocupadas por sistema viário e sistema de drenagem (microdrenagem e macrodrenagem)	Orientação em relação ao curso d'água principal (Paralelo ou lindeira, Perpendicular) Largura, Comprimento, Declividade (valores) Tipo e estado do cobrimento: Asfalto Conservado/Erodido Pavimento Permeável/Semipermeável (Conservado/Erodido) Terra conservado/erodido Arborização de médio e grande porte, especificar: Unidades/quarteirão (valor) Inundações, especificar se existente e frequência Elementos de micro-drenagem, especificar separadamente estado dos elementos Sarjetas; Sarjetão; Bocas-de-lobo; Coletores; Galerias; Bueiros; Elementos de dissipação; Elementos de controle de poluição; Estação Elevatória;
Área livre	Mata ciliar: Preservada/ Alterada/ Ausente Coberta ou não por vegetação: Preservada/Invadida/Jardinada (especificar a Integridade da vegetação nativa) Área de cabeceira de rios-Vegetação em nascentes: Preservada/Protegida/Alterada/Suprimida/Ocupada/Intervenção/ Integrada ao sistema de lazer/outras Área de lazer: especificar se com ou sem infra-estrutura Área verde de domínio público: Praças e parques; Parques lineares; Cobertura natural ou não/ Reflorestamento Recomposição das espécies nativas Impermeabilização da superfície e alteração para ajardinamento Recuperação de áreas degradadas Recomposição das espécies nativas Contenção das encostas e controle da erosão Escoamento das águas pluviais Área de recarga de aquíferos Proteção das margens dos corpos d'água Equipamentos públicos Vegetação nativa primária, secundária em estágio médio e avançado de regeneração

*Nota: *caso exista mais de um corpo d'água de semelhante ou igual porte e importância, o mesmo deverá ser caracterizado considerando os mesmos atributos.*

Fonte: Os autores

urbana constitui-se no principal produto da experiência aqui relatada. Verificou-se que o espaço urbano objeto de estudo apresentava características e problemas variados no que se refere à drenagem urbana. Assim, a elaboração do roteiro permitiu um levantamento, se não completo bastante detalhado de informações consideradas essenciais para um adequado diagnóstico da drenagem urbana.

Dessa forma, concebeu-se tal roteiro a partir de alguns pressupostos:

a) Os cursos d' água constituem o elemento natural de escoamento da água urbana, portanto sua avaliação deve ser detalhada, realizada por trechos, assim como incorporar as principais interferências antrópicas que causem alterações de fluxo.

b) As áreas de preservação permanentes são essenciais para a manutenção de condições adequadas dos fluxos d' água. Contudo, deve-se diagnosticar também as alterações já processadas sobre tais áreas a fim de avaliar sua eficácia como elemento regulador do assoreamento, do escoamento superficial e subterrâneo e do afloramento em superfície.

c) As vertentes constituem-se na maior parte dos terrenos e seu declive é essencial para diagnosticar as condições de escoamento de superfície. Porém, são necessárias outras informações complementares tanto sobre as características dessas vertentes como detalhes sobre a forma como o uso e ocupação se processam.

Assim, sobre os cursos fluviais devem-se coletar informações sobre as obras já realizadas (canalização, retificação, etc.), sobre a quantidade e

qualidade da água e sobre as intervenções pontuais. Tais intervenções referem-se à captação para abastecimento público ou de empreendimentos privados, ao lançamento de esgotos, incluindo-se os clandestinos, e aos lançamentos de águas pluviais. Além disso, é importante avaliar as intervenções pontuais realizadas em função das vias públicas, como a construção de pontes e de canalizações locais. Tais dados possibilitaram avaliar a eficácia do curso fluvial no escoamento das águas pluviais urbanas.

As áreas de preservação permanentes devem ser identificadas em suas diversas possibilidades de ocorrência, como ao longo dos cursos fluviais, no entorno de reservatórios (naturais e artificiais), nas nascentes, etc. É importante avaliar as condições de tais áreas no que concerne a sua preservação ou ainda a sua ocupação. No caso de APPs, já ocupadas, faz-se necessário analisar o processo de ocupação no que se refere ao tipo de uso (residencial, comercial, industrial), assim como as interferências resultantes de obras viárias ou da própria drenagem urbana já existente. Quando a APP não foi ocupada, é importante compreender as condições de preservação encontradas, assim como caracterizar a cobertura vegetal, quando esta existir. Tais informações permitirão avaliar as possibilidades de atuação das APPs como agentes de amenização da potência do escoamento das águas urbanas.

Já no que se refere às vertentes, considera-se importante caracterizar os aspectos morfológicos como declive, comprimento e forma, assim como sua constituição, a qual irá auxiliar na avaliação de sua fragilidade erosiva

e, portanto, na potencialidade destas se transformarem em área fonte de sedimentos que podem ocasionar o assoreamento dos cursos d'água. Além disso, faz-se necessário avaliar detalhadamente a ocupação das vertentes, tanto por edificações como pelo sistema viário e/ou pelo sistema de drenagem urbana existente. Assim, deve-se avaliar inclusive a densidade das áreas edificadas e a infraestrutura existente para tais áreas, principalmente no que se refere às possibilidades de escoamento de água. As informações sobre o sistema viário e de drenagem urbana existente tornarão possível avaliar os processos de infiltração e de recondução das águas de superfície.

Dessa forma, o roteiro possibilitou sistematizar e homogeneizar a coleta de dados. Os problemas identificados no espaço urbano da área de estudo decorreram de uma sistemática e incontrolada retirada da cobertura vegetal, ocupação desordenada do espaço, impermeabilização do solo e aumento do transporte de sedimentos. Nesse contexto, a ocupação de áreas de várzea foi identificada como um importante elemento para o levantamento, pois nesta é comum a implantação do sistema viário marginal ou mesmo a construção de habitações, regulares ou não. Associa-se a esta situação a canalização e retinização de diversos cursos d'água que provocam enchentes durante as estações chuvosas. Além disso, a ocupação inadequada das vertentes contribui para o aceleração dos processos erosivos, principalmente das áreas periurbanas, causando os assoreamentos dos cursos fluviais e a alteração da dinâmica erosiva-deposicional das drenagens.

Conclusões

Um diagnóstico adequado pressupõe uma análise criteriosa a respeito dos impactos da urbanização na bacia urbana. É impossível pensar em medidas integradas em drenagem urbana sem o profundo conhecimento das interferências da magnitude das ações antrópicas no solo urbano. Nesse sentido a sistematização da coleta de dados e o estabelecimento de rotinas são ferramentas poderosas.

A proposta de roteiro, apresentada nesse trabalho, surge como uma alternativa para a rotina de coleta de informações e registro dos impactos em áreas urbanas, sistematizando a análise e auxiliando no levantamento dos problemas e na proposição de diretrizes para o sistema de drenagem urbana. O roteiro proposto foi empregado no levantamento de dados em campo visando avaliação do sistema de drenagem da cidade de Rio Claro (SP) onde foi possível constatar os benefícios de sua adoção.

A aplicação foi limitada ao estudo de caso, entretanto os atributos foram norteados pelas recomendações da resolução CONAMA 369/2006 e, dessa forma, acredita-se na potencialidade de extrapolação da proposta.

No entanto, recomenda-se o contínuo aperfeiçoamento do processo de levantamento dos dados e na incorporação de ferramentas de banco de dados e georeferenciamento para dinamizar o processo de atualização das informações. Além disso, acredita-se que a proposta possa evoluir para uma análise baseada na classificação de riscos.

Referências

BRASIL. *Lei Nº 6766 de 19 de dezembro de 1979*. Dispõe sobre o parcelamento do solo urbano. Diário Oficial da União de 20/12/1979. Seção I, v. 117, página 19457-19463, f. 243, Brasília, 1979.

BRASIL. *Constituição da República Federativa do Brasil*: promulgada em 5 de outubro de 1988. Obra coletiva de autoria da Editora Saraiva com a colaboração de Antonio Luiz de Toledo Pinto, Márcia Cristina Vaz dos Santos Windt e Livia Céspedes. 32. ed. São Paulo: Saraiva, 2003. 368 p.

BRASIL. *Lei Federal Nº 10.257 de 10 de julho de 2001*. Estatuto da Cidade. Diário Oficial da União de 11/07/2001. Brasília, 2001.

BRASIL. *Lei Federal Nº 4771 de 29 de junho de 1965*. Código Florestal. Dispõe sobre a tutela e competência legislativa das florestas brasileiras. Diário Oficial da União de 16/09/1965. Disponível em: <www.controleambiental.com.br/codigo_florestal.htm. Acesso em: 20 ago. 2009.

BRASIL. *Plano Diretor Participativo - Guia para a Elaboração pelos Municípios e Cidadãos*. Brasília: Ministério das Cidades, 2004.

CARVALHO, P. F.; BRAGA, R. Zoneamento ambiental urbano por microbacias hidrográficas: estudo da viabilidade em cidades médias do estado de São Paulo – BR. In: CONGRESSO LUSO BRASILEIRO PARA PLANEJAMENTO URBANO, REGIONAL, INTEGRADO E SUSTENTÁVEL – PLURIS, 1., 2005, São Carlos. *Anais...* São Carlos: USP/UNESP/ Universidade do Minho, 2005. 1 CD-ROM.

CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO – ECO 92. *Agenda 21*. Rio de Janeiro, 1992.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. *Resolução N. 357 de 17 de março de 2005*. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Diário Oficial da União n. 53 de 18 de março de 2005. Seção I, página 58-63, Brasília, 2005.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. *Resolução N. 369*, de março de 2006. Dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente-APP. Diário Oficial da União n.61 de 29/03/2006, Seção I, página 150-151, Brasília, 2006.

FIGUEIREDO, C. M.; MORAIS, A. C.; OLIVEIRA, M. A. A.; ALVES, W. R.; COTEMAN, M. C.; CHAMONE, C. B. E.; KAIRY, M. C. A rede de drenagem e sua localização espacial no município de Belo Horizonte Minas Gerais, Brasil: uma abordagem geográfica. *Rev Soc Bras Med Trop*, v.34, p. 331-338, 2001

XAVIER, H. N. Município, desenvolvimento urbano e meio ambiente. In. LOYOLA, C. de B.; XAVIER, H. N. *Município, desenvolvimento e meio ambiente*. Rio de Janeiro: IBAM/CDM, 1992. p. 26-30.