

## A Importância da Drenagem Urbana Sustentável Para o Desenvolvimento das Cidades

FRANCICLEY GOMES CUNHA

Estudante Bacharel em Engenharia Civil da Laureate  
International Universities/UNINORTE (Brasil)

GLAUBER DO VALE DE MEDEIROS

Engenheiro Civil

EULER ANDRÉ BARBOSA ALENCAR

Engenheiro Civil da Laureate International  
Universities/UNINORTE (Brasil)

### Resumo

*A presente pesquisa pretende investigar como grandes cidades, como o Rio de Janeiro, planejam a realização de obras de drenagem urbana sustentável, de modo a oferecer à população segurança e qualidade de vida associada à preservação do meio ambiente e da estrutura hídrica da cidade. Para tanto, foi revisada a literatura mais recente disponível sobre o tema drenagem urbana sustentável e elaborada uma análise crítica sobre o projeto de drenagem proposto para o município objeto da pesquisa. A pesquisa utilizou dados bibliográficos disponíveis em livros, artigos e dissertações de mestrado e doutorado disponíveis em sites de indexação científica e em publicações impressas, além da legislação estadual e municipal voltada para a drenagem urbana da cidade.*

**Palavras-chave:** drenagem urbana; sustentabilidade; urbanização

### Abstract

*This research aims to investigate the big cities plans, like Rio de Janeiro to carry out works of sustainable urban drainage, in order to provide the people security and quality of life associated with the preservation of the environment and water infrastructure in the city.*

*To that end, it reviewed the latest literature available on the subject of sustainable urban drainage and elaborate a critical analysis of the drainage project proposed for the object of the research council. The research used bibliographic data available in books, articles and master's and doctoral dissertations available in scientific indexing sites and printed publications, as well as state and municipal legislation aimed at the urban drainage of the city.*

**Keywords:** urbandrainage; sustainability; urbanization.

## **INTRODUÇÃO**

As mudanças climáticas assistidas pelo mundo a partir da década de 1990 fizeram emergir uma grande preocupação das nações com as consequências da extração inconsequente e o uso irresponsável de nossos recursos naturais. Percebeu-se que a preservação da natureza é urgente e que é necessário um esforço global no sentido de reconstruir parte do ecossistema que durante séculos foi danificado. E não se trata de ações locais, pois as ações nocivas ao ecossistema de um país têm impactos globais, sendo necessárias ações que envolvam todos os países.

Localmente, governos devem instituir políticas públicas que estimulem ações de preservação ambiental e exijam das empresas ações de responsabilidade ambiental e social.

Embora existam políticas públicas municipais que promovem ações de drenagem urbana, elas atendem somente ao cumprimento da legislação e estão aquém da necessidade ambiental.

Nas grandes metrópoles e centros urbanos surgem diariamente inúmeros novos empreendimentos da construção civil. A cidade do Rio de Janeiro possui a especificidade de, ao ser escolhida como sede de grandes eventos esportivos, religiosos e culturais, ter uma grande demanda por construções imobiliárias e de infraestrutura. O aumento do fluxo de pessoas e veículos exige que o poder público pense em soluções que tornem viáveis esses eventos, mas também cria a demanda por ações de infraestrutura que prezem pelo bem-estar ambiental. A ocupação desordenada das regiões de encostas dificulta o escoamento das águas das chuvas e contribui com

a ocorrência de eventos trágicos, como as enchentes e inundações muito comuns nos verões.

Essas circunstâncias criam demandas pelo aumento da área urbana em uma cidade privilegiada por dividir seus espaços urbanos com extensas áreas de vegetação, mas que sofre com a baixa capacidade de escoamento das águas das chuvas e destinação dos dejetos dos esgotos.

Os problemas resultantes do aumento da ocupação humana sobre o meio ambiente nas grandes cidades fazem emergir a necessidade de ações que ofereçam uma boa infraestrutura para a população, aliando as obras públicas com a preservação ambiental.

Experiências promovidas pelo Estado e pela sociedade civil que propõem obras de drenagem são frequentes na cidade em grandes cidades e evocadas em todos os verões, pois é neste período que se concentram os maiores problemas das vias de drenagem da cidade;

No entanto, ainda existem problemas que impedem a manutenção eficiente da estrutura de escoamento existente na cidade, por conta da escassez de equipe técnica suficiente para atender a demanda de todos os bairros do município e a falta de parceria de muitos cidadãos e empresas, que descartam o lixo às margens dos rios e nas vias públicas, ocasionando o bloqueio das vias de escoamento das águas das chuvas.

Um dos grandes desafios da engenharia civil das grandes cidades atualmente é conseguir realizar obras de drenagem urbana que estejam vinculadas a um projeto de sustentabilidade e responsabilidade ambiental. Isso significa que tais obras não podem alterar de modo prejudicial os cursos das águas pluviais, muito menos provocar a redução de nossa capacidade de reservas hídricas.

É um desafio porque essas obras geralmente são financiadas e planejadas com recursos de diferentes investidores, para os quais a preservação ambiental não interessa aos gestores, principalmente porque não traz lucros, embora possua grande valor publicitário. Mas é importante que sejam realizadas obras de drenagem urbana que articulem a oferta de uma boa infraestrutura urbana para a população com a devida preocupação com o meio ambiente.

Desta forma, o problema da pesquisa é: como as cidades planejam a realização de obras de drenagem urbana sustentável, de

modo a oferecer à população segurança e qualidade de vida associada à preservação do meio ambiente e da estrutura hídrica da cidade?

O objetivo geral desta pesquisa é discutir a importância da drenagem urbana sustentável nas grandes cidades.

Os objetivos específicos são: analisar o projeto de drenagem urbana das cidades; analisar a bibliografia mais recente disponível sobre o tema drenagem urbana sustentável e verificar se o projeto de drenagem urbana da cidade se insere em um conceito de drenagem urbana sustentável.

O objeto da pesquisa é a drenagem urbana sustentável em grandes cidades, especificando a cidade do Rio de Janeiro. A pesquisa utilizou como base literatura mais recente produzida sobre o tema e os assuntos subjacentes.

No que se refere a coleta de dados, trata-se de uma pesquisa documental e bibliográfica. Gil (1991) vê ambas as pesquisas como muito semelhantes. Considera que a única diferença entre uma pesquisa bibliográfica e uma pesquisa documental está na natureza das fontes.

A presente pesquisa, de caráter qualitativo, pretende discutir como o projeto de drenagem urbana proposto para a cidade do Rio de Janeiro inclui aspectos voltados para a drenagem urbana sustentável.

Trata-se de uma pesquisa qualitativa, definida por Kirk e Miller como uma tradição específica dentro das ciências sociais que depende essencialmente da observação de pessoas em seus próprios territórios e da interação com estas pessoas através de sua própria linguagem e em seus termos. (KIRK E MILLER, 1986 apud SPINK, 2004).

Pires (2007) se opõe à busca por uma definição fechada de pesquisa qualitativa ou quantitativa. Ele acredita que esses termos não podem ser aplicados em relação às metodologias de pesquisa. Uma pesquisa do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) é feita de modo quantitativo, mas é analisada de modo qualitativo pelos seus propositores. Para o autor, o conceito mais próximo de pesquisa qualitativa que podemos adotar, é o de que esta é a pesquisa que utiliza dados empíricos não analisados em sua quantidade.

A pesquisa será bibliográfica, documental e descritiva. Fonseca (2009) reforça o caráter da pesquisa descritiva, dizendo que seus dados devem ocorrer em seu Habitat natural, coletados e

registrados para estudo, para que o pesquisador possa descobrir uma nova percepção sobre um determinado fenômeno.

Quando se menciona uma pesquisa descritiva, significa querer saber das características peculiares de um determinado grupo, utilizando um tipo de instrumento para verificar o que se deseja (GIL, 2008). No caso deste trabalho, será através da análise específica do contexto da drenagem urbana da cidade do Rio de Janeiro.

A base bibliográfica ajuda na conceituação dos termos a serem explicitados no trabalho, bem como basear-se em teóricos, artigos e livros que abordam o assunto a ser discutido neste trabalho. São pesquisas de grande relevância, na medida em que propõe uma reflexão sobre o material já produzido. No caso da presente pesquisa, o seu caráter documental está na análise na legislação que embasa as ações de drenagem urbana na cidade.

Problemas resultantes da precária estrutura de drenagem urbana na cidade do Rio de Janeiro existem desde a década de 1980, mas se intensificaram por consequência do aumento populacional iniciado no final do século XX, situação que tem despertado o interesse dos pesquisadores da área.

Nesse contexto, a pesquisa acadêmica tem a importante função de acompanhar a recorrência de danos causados ao meio ambiente e à qualidade de vida da população em decorrência da falta de uma estrutura de drenagem urbana sustentável na cidade e apontar as possíveis soluções para redução deste tipo de problema. É necessário verificar como as estruturas são afetadas pelo tempo e quais são mais resistentes a determinados ambientes, para que se construa um projeto de drenagem urbana sustentável, ou seja, que se sustente ao longo dos anos e não ofereça um risco ao meio ambiente.

Problemas provocados pela construção civil e que impactam o meio ambiente e degradam a vegetação só acontecem quando existe negligência técnica em relação ao acompanhamento do poder público.

A ocorrência também depende de como o projeto inicial foi desenvolvido. Obras cujo projeto inicial não possui rigor quanto a questões ambientais provavelmente estão mais suscetíveis a ocorrência de grandes desastres, como no recente caso ocorrido no município de Mariana, em Minas Gerais, que ocasionou o rompimento de uma barragem e a destruição de vários bairros e residências. Este acidente poderia ter sido evitado se o poder público tivesse cumprido o

seu papel na fiscalização e a empresa tivesse agido com responsabilidade ambiental.

É evidente que toda obra de construção civil traz impactos para o meio ambiente, mas existem modos de fazer com que tais impactos sejam menos agressivos. E é evidente que o projeto de qualquer construção deve considerar as especificidades ambientais do terreno.

Algumas circunstâncias nefastas das construções ao meio ambiente são a utilização, a modificação dos lençóis freáticos, acidentes como incêndios e alagamentos. A tarefa de oferecer uma estrutura de drenagem urbana em grandes cidades parece exigir um esforço e todos os setores da sociedade. A sociedade civil não deve ser alheia à necessidade de preservação de nosso espaço urbano e de nossos ecossistemas.

Ela deve ser uma aliada, fiscalizando e organizando iniciativas de preservação. Como instituição presente na sociedade, a universidade também não pode ser indiferente e deve utilizar o seu tripé (ensino, pesquisa e extensão) em favor de iniciativas de preservação ambiental e proposição de estratégias que ajudem a superar problemas já existentes.

No âmbito da pesquisa, é importante que se discutam propostas de preservação ambiental para que a validade e as possibilidades destas sejam avaliadas.

Nesse sentido, a presente pesquisa é importante porque, ao propor uma análise das políticas públicas voltadas para a drenagem urbana no Rio de Janeiro, pode dar luz às questões não contempladas na lei e avaliar a necessidade de novas ações ou de revisão da mesma.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1 Conceito**

Drenagem urbana é um sistema de direcionamento das águas oriundas das precipitações em direção ao solo de modo mais rápido, evitando que essas águas fiquem retidas em áreas de interesse para ocupação e mobilidade humana.

Tucci (2003) afirma que existem dois problemas que mais preocupam as políticas voltadas para a drenagem urbana. São as inundações de áreas ribeirinhas e as inundações consequentes da

urbanização. Nas inundações de áreas ribeirinhas, a cheia natural dos rios durante chuvas fortes acaba originando o vazamento da água para as habitações (TUCCI, 2003). Esse tipo de inundação costuma ocorrer em intervalos de dois anos. Um exemplo de inundação em áreas ribeirinhas ocorre na cidade de Paraty, na região sul do estado do Rio de Janeiro.

**Figura 1: Inundação em áreas ribeirinhas**



Fonte: Catraca Livre, 2019

As inundações devidas à urbanização são consequentes da elevação das taxas de impermeabilização do solo por conta do processo de urbanização. A redução da vegetação em áreas urbanas é proporcional ao crescimento da cidade. Aumenta a impermeabilização do solo e as águas das chuvas encontram dificuldades de infiltração no solo. A água escoada na superfície acaba por gerar acúmulos que originam o alagamento de áreas urbanas.

A drenagem urbana utilizada atualmente tem origem na Europa do século XIX. BURIAN et al. (1999), classificou o desenvolvimento da drenagem urbana norte-americana em algumas categorias, desenvolvidas entre os séculos XIX e XX:

1. Melhorias nos materiais das tubulações, nos métodos construtivos e práticas de manutenção.
2. Uso do sistema de condução da água para remover as águas residuais.
3. Projeto detalhado do sistema de esgotamento.
4. Sistema unitário versus sistema com separação absoluta.
5. Identificação das doenças de veiculação hídrica.

6. Introdução do tratamento de águas residuais.
7. Avanços nas pesquisas sobre Hidrologia Urbana.
8. Avanços nas tecnologias da informação.
9. Educação ambiental.

As alterações antrópicas das bacias hidrográficas e o crescimento da ocupação das áreas naturalmente inundadas trazem consequências para a vida nas cidades. A urbanização desorganizada e sem planejamento tem como consequência o mau uso do solo e redução da sua capacidade de absorção das águas das chuvas. A solução mais comum tem sido a busca por soluções que acelerem a velocidade dos escoamentos. Tais soluções são possíveis por meio de obras de canalização (CANHOLI, 2005).

Miguez (2005) indica que existem especificidades relacionadas a urbanização de países em desenvolvimento.

- Significativo aumento demográfico em pequenos espaços de tempo;
- Urbanização desordenada;
- Deficiência na abrangência dos serviços de saneamento;
- Alta demanda pela definição de políticas voltadas para a drenagem urbana.
- Ocupações irregulares de encostas e áreas com riscos de deslizamento;
- Habitações com estruturas frágeis e precárias;
- Escassez de políticas públicas voltadas para a educação ambiental, relacionadas à prevenção de inundações e tratamento de resíduos domésticos.
- Problemas de segurança pública que dificultam o acesso dos profissionais de saneamento e saúde em áreas ocupadas pelo crime organizado.

A urbanização costuma iniciar em áreas mais próximas aos níveis das bacias hidrográficas, pois é onde a construção a produção são mais fáceis. Desse modo, a ocupação de áreas urbanas vai das áreas planas para as regiões montanhosas, dificultando o escoamento das águas das chuvas.

Embora existam propostas de drenagem sustentável que permitem o desenvolvimento de ações de urbanização menos



agressivas, não existem ações desse tipo que impeçam a alteração do ciclo natural da água. A mais simples obra de limpeza de um terreno já modifica o ciclo da água (TORONTO AND REGION CONSERVATION, 2006):

1. Quando ocorre a preparação do terreno para uma obra, toda a vegetação que cobre o terreno é retirada. Essa vegetação é fundamental para a aceleração do escoamento da água.
2. A terraplanagem, utilizada para nivelar o terreno, reduz as depressões naturais responsáveis pela redução do escoamento e pelo armazenamento provisório da água que posteriormente irá evaporar
3. A extração do solo e do húmus superficial, bem como a compactação do subsolo, contribui com a redução ou com a eliminação do percurso de carga das águas subterrâneas. A água que infiltraria e reabasteceria as águas subterrâneas, reduzindo a capacidade do solo de reter a umidade.

Serviços de drenagem constituídos por sarjetas, galerias e canais são criados com a intenção de facilitar o escoamento da água da chuva para os rios.

No entanto, não é uma ação profícua. A impermeabilização massiva do solo das áreas urbanas aumenta em até 6 vezes a vazão das águas das chuvas sobre as superfícies (MASCARENHAS et al., 2005).

MASCARENHAS et al., 2005 fez uma simulação como o objetivo de verificar como a urbanização modifica o solo, em uma área de 360 m<sup>2</sup>. O resultado revelou que, em um período de 5 anos, ocorreu um aumento de quase o quádruplo do pico de vazão para a bacia, como consequência da urbanização.

Além dos problemas com escoamento, as bacias hidrográficas são modificadas por conta do despejo de esgotos nos efluentes. O aumento da quantidade de esgoto jogado nos rios por conta da urbanização aumenta o número de bactérias e organismos, como as algas. Também são levadas substâncias poluentes, como combustíveis e óleos.

Na medida em que a urbanização aumenta e o ciclo hidrológico é modificado, o meio ambiente e os sistemas de drenagem são impactados. O maior impacto da urbanização e da alteração do

ciclo hidrológico no meio ambiente é na qualidade da água. A falta de um sistema de drenagem e de tratamento eficiente da água acarreta na poluição das bacias hidrográficas, impedindo que a água possa ser reaproveitada. Em longo prazo os efeitos desse tipo de circunstância são devastadores para o meio ambiente, implicando na perda da água que pode ser utilizada pela população.

Existem, também eventos antrópicos gerados pela urbanização em áreas próximas de bacias hidrográficas, que contribuem com o aumento da enchentes e inundações das cidades. São eles:

**Redução da cobertura vegetal:** a retirada de árvores e da vegetação de áreas de bacias hidrográficas acelera a erosão, pois as raízes das plantas e árvores ajudam a fixar o solo. Sem elas, a erosão aumenta e, com ela, o assoreamento dos rios. Como efeito, se tem a redução da calha fluvial e da o, a diminuição da calha fluvial e, conseqüentemente, da vazão do canal.

**Impermeabilização:** aumenta o escoamento superficial e a necessidade de intervenção por meio da construção de sistemas de drenagem.

**Ocupação de áreas com potencial para inundação:** a existência de edificações próximas às margens dos rios dificulta a construção de canais eficientes porque reduz a capacidade de condução. Além disso, é uma circunstância que aumenta a vulnerabilidade da população, pois ela mesma acaba por descartar resíduos às margens dos rios, dificultando o escoamento e aumentando os riscos de inundações que afetarão a comunidade de forma negativa.

**Favelização:** o crescimento das favelas em morros e encostas tem o mesmo efeito supracitado. Para construir nessas áreas, a população retira a vegetação existente. O solo perde a resistência dada pelas raízes das árvores, aumentando os riscos de erosão, e acidentes consequentes da falta de canais para escoamento das precipitações.

**Resíduos Sólidos:** estes são os maiores riscos para as cidades em processo de urbanização desordenada. O lixo enviado para as margens dos rios das residências e obras das grandes cidades contribui com o a redução da capacidade de condução da vazão e em alguns casos torna o escoamento impossível, pois obstrui a passagem da água nos canais de drenagem.

É comum entre alguns pesquisadores utilizar as variações nas taxas de impermeabilização de superfícies da bacia para avaliar o crescimento da urbanização. Pode-se inferir que se não houvesse ocupação humana em grandes cidades, os problemas das enchentes e inundações também não existiriam ou, ainda, que a urbanização desordenada é nociva para a preservação da água nas grandes cidades (NASCIMENTO et al., 2003).

A prevenção a enchentes e inundações sofreu inúmeras mudanças com o passar dos anos, tendo fixado, a partir do final do século XX, a defesa por uma análise multidisciplinar dos motivos e das consequências desse tipo de evento nas cidades. Trata-se de entender não só os processos e as intervenções na natureza que estimulam a ocorrência das enchentes, mas também o contexto sócio econômico e cultural no qual elas ocorrem. Cidades do estado do Rio de Janeiro e de algumas cidades da região sul do país sofrem todos os anos com enchentes, deslizamentos e outros transtornos relacionados às precipitações de verão. Em relação aos eventos ocorridos na cidade e no estado do Rio de Janeiro, é possível observar que parte significativa da população que perde as suas moradias pertence a famílias pobres, que residem às margens de rios, em favelas localizadas em encostas ou em áreas de encostas que sofreram uma significativa remoção de vegetação. Trata-se não só de um problema ecológico, mas social. Nesse sentido, Tucci (2005) e Burian et al. (1999) defendem que houve uma mudança no entendimento, por parte do Estado, sobre a drenagem urbana, que passou a pertencer a um projeto de urbanidade sustentável.

Canholi (2005) corrobora, defendendo que a drenagem urbana é eficiente quando se configura em um projeto formado por diferentes medidas para o seu desenvolvimento. O trabalho técnico é importante no sentido de oferecer possibilidades de obras e criação de ferramentas que auxiliem na drenagem urbana da cidade. No entanto, sem a conscientização da população por meio de ações de educação ambiental que esclareçam os riscos da urbanização desordenada e a importância do descarte responsável dos resíduos, problemas como enchentes e inundações não serão solucionados.

O Estado, além de ter a responsabilidade de promover a conscientização da população sobre o impacto ambiental e social de uma urbanização desordenada e do mau tratamento das águas

pluviais, também precisa desenvolver políticas públicas que orientem e sistematizem a construção de projetos de drenagem urbana, por meio da construção de políticas de saneamento urbano que estejam em consonância com um projeto de desenvolvimento sustentável para as cidades.

## **2.2 A Drenagem Urbana como Política de Saneamento**

A responsabilidade com a drenagem urbana é do setor de saneamento, embora as políticas locais de saneamento trabalhem atualmente mais em ações paliativas e emergenciais do que naquelas preventivas, às quais a drenagem está mais associada.

De acordo com a Constituição Brasileira, o saneamento é “o conjunto dos serviços, infraestrutura e instalações operacionais de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana, drenagem urbana, manejo de resíduos sólidos e de águas pluviais”.

Ainda na Constituição é definida a responsabilidade de oferecer saneamento básico como obrigação do Estado para com todos os cidadãos, de modo que a eles também seja ofertado o abastecimento de água necessário para o atendimento às suas necessidades, bem como a coleta e tratamento do lixo e manejo das águas da chuva.

Em 2008 foi elaborado o Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab), segundo o qual a oferta de saneamento básico está diretamente associada à melhoria da saúde da população, bem como do meio ambiente e dos recursos hídricos e das condições de moradia.

Planos direcionados às questões supracitadas e que possuem relação direta com o saneamento básico devem ser elaborados em consonância com o plano diretor do município e com planos de manejo das bacias hidrográficas, que também pertencem ao saneamento básico e tratam especificamente da drenagem urbana.

Para Justino (2004), planos diretores são criados com o objetivo de promover o desenvolvimento local e, para tanto, envolvem diversos aspectos da gestão municipal, como a política, a economia, a educação, a saúde e a habitação. No entanto, a gestão direta não se realizada deste modo. As decisões são tomadas isoladamente, sem a análise dos problemas dentro de um contexto que envolva toda a dinâmica da cidade. Por este motivo, projetos de construção civil, de ampliação de número de habitações, de ampliação das vias expressas e de aumento da infraestrutura das cidades em geral não são integrados

a uma proposta de drenagem urbana que sustente o desenvolvimento da cidades.

### **2.3 A Drenagem Urbana como Política de Saneamento**

A responsabilidade com a drenagem urbana é do setor de saneamento, embora as políticas locais de saneamento trabalhem atualmente mais em ações paliativas e emergenciais do que naquelas preventivas, às quais a drenagem está mais associada.

De acordo com a Constituição Brasileira, o saneamento é “o conjunto dos serviços, infraestrutura e instalações operacionais de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana, drenagem urbana, manejo de resíduos sólidos e de águas pluviais”.

Ainda na Constituição é definida a responsabilidade de oferecer saneamento básico como obrigação do Estado para com todos os cidadãos, de modo que a eles também seja ofertado o abastecimento de água necessário para o atendimento às suas necessidades, bem como a coleta e tratamento do lixo e manejo das águas da chuva.

Em 2008 foi elaborado o Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab), segundo o qual a oferta de saneamento básico está diretamente associada à melhoria da saúde da população, bem como do meio ambiente e dos recursos hídricos e das condições de moradia.

Planos direcionados às questões supracitadas e que possuem relação direta com o saneamento básico devem ser elaborados em consonância com o plano diretor do município e com planos de manejo das bacias hidrográficas, que também pertencem ao saneamento básico e tratam especificamente da drenagem urbana.

Para Justino (2004), planos diretores são criados com o objetivo de promover o desenvolvimento local e, para tanto, envolvem diversos aspectos da gestão municipal, como a política, a economia, a educação, a saúde e a habitação. No entanto, a gestão direta não se realizada deste modo. As decisões são tomadas isoladamente, sem a análise dos problemas dentro de um contexto que envolva toda a dinâmica da cidade. Por este motivo, projetos de construção civil, de ampliação de número de habitações, de ampliação das vias expressas e de aumento da infraestrutura das cidades em geral não são integrados a uma proposta de drenagem urbana que sustente o desenvolvimento da cidade.

Tucci et al. (2007) defendem que muitos desastres provocados pelas enchentes nas grandes cidades poderiam ter sido evitados se os projetos de drenagem fossem integrados ao gerenciamento do espaço urbano.

Tucci (2003) diz que o plano diretor da cidade deve se preocupar com algumas questões específicas da drenagem urbana, como:

Os sistemas de controle de enchentes devem considerar o impacto em toda a bacia;

- A capacidade máxima de jusante não pode ser comprometida;
- O plano diretor da cidade deve incluir o planejamento de ações de saneamento de drenagem urbana;

Dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2008), os projetos de drenagem devem fazer parte de um plano diretor de urbanização (PDU) ou de uso do solo urbano.

O Brasil tem 5.507 municípios, dos quais somente 841 produzem PDU's. Em todos eles a preocupação apresentada é paisagística, sem prioridade para as questões ambientais e de drenagem urbana.

Os planos diretores deveriam envolver questões multidisciplinares, como a busca pela melhoria da qualidade de vida da população, a organização do espaço urbano, a preservação ambiental e cultural, a restauração de áreas degradadas, o envolvimento da população na elaboração do PDU e o desenvolvimento de ações voltadas para a assistência social.

A elaboração de um projeto de desenvolvimento urbano de uma cidade exige que a ocupação do solo seja avaliada. No caso do estado do Rio de Janeiro, por exemplo, ocorreram inúmeros desastres em consequência da ocupação de áreas nas quais o solo não possui resistência.

No ano de 2010, cerca de 200 moradores da cidade de Niterói ficaram sem as suas casas quando, durante uma forte chuva, o solo não resistiu e cedeu. O fato de a região ter sido um lixão na década de 1980 constituiu um agravante, pois havia grande concentração de metano e o solo estava saturado. Por este motivo, o desenvolvimento urbano precisa estar associado à criação de normas que ofereçam segurança à população na ocupação do solo. Deste modo, é importante que se definam os limites das áreas urbanas do município; o modo como o solo será ocupado e o tipo de edificação que será realizado.

## **2.4 Drenagem Urbana e Resíduos Sólidos**

Todos os anos a cidade do Rio de Janeiro sofre com os problemas causados pelas fortes chuvas do início do ano. Alguns dos motivos são os riscos de deslizamentos das encostas e a dificuldade de escoamento das águas em consequência da retenção de resíduos sólidos nos canais de escoamento.

Muitos desses resíduos são levados pelas redes de drenagem pluvial, que danificam as tubulações e prejudicam a eficiência do sistema de drenagem.

Com o crescimento da cidade, a destinação dos resíduos sólidos vem se tornando um problema cada vez maior. O aumento da população traz também como consequência o aumento da produção de lixo. Também crescem as áreas de ocupação irregular e o descarte do lixo passa a ser realizado em terrenos abandonados, calçadas ou até mesmo em vias públicas.

Tucci (2003) afirma que o sistema de drenagem na maior parte dos municípios brasileiros é do tipo misto. Recebe esgoto cloacal e águas pluviais de forma integrada. Nesse tipo de sistema a água da chuva entra em contato direto com o lixo que vem das ruas, o que ajuda na contaminação da população por doenças.

Quando ocorrem chuvas fortes como as de início de ano, o sistema não é capaz de absorver toda a água, que transborda e leva a água contaminada para as residências. A água contaminada oferece à população o risco de contaminação por doenças como leptospirose, hepatite, verminoses e doenças de pele.

É difícil para os municípios assegurar o desenvolvimento das cidades em consonância com a proteção da bacia hidrográfica, pois empresários e aprópria população muitas vezes descartam rejeitos de obras e da produção doméstica em margens de rios.

Em bacias situadas em regiões urbanas, quando o solo fica exposto, ele pode sofrer erosões. Muitas casas da região urbana estão localizadas em margens de rios ou próximas às bacias hidrográficas. Com o crescimento da produção de rejeitos sólidos, os sedimentos acabam atingindo a macrodrenagem (TUCCI, et al., 2003).

A dragagem de sedimentos costuma ser a ação mais comum no caso de chuvas e enchentes, pois na medida em que as áreas de solo localizadas próximas às bacias aumenta, os sedimentos de solo são mais facilmente transportados pelas chuvas e acabam obstruindo os

canais de escoamento. O sedimento também é um canal de contaminação, pois transporta materiais que podem ser tóxicos ou nocivos a saúde (TUCCI et al. 2003).

### **3 DISCUSSÃO**

Na década de 1970, países da Europa e os Estados Unidos começaram a demonstrar preocupação com o desenvolvimento de obras de infraestrutura urbana que incluíssem o desenvolvimento de novas técnicas de drenagem urbana. Os pesquisadores chamavam de “tecnologias alternativas” ou “compensatórias” de drenagem, cujo objetivo era reduzir os efeitos da crescente urbanização (CANHOLI, 2005).

As cidades já indicavam a necessidade de construção de soluções para minimizar os efeitos da ação humana no meio ambiente de modo a garantir que o desenvolvimento urbano estivesse associado ao desenvolvimento do meio ambiente. Propunham a construção de medidas compensatórias capazes de controlar o excedente de água na fonte, de modo a impedir a transferência do volume de escoamento para jusante de modo muito rápido (BATISTA ET AL., 2005).

Tucci (1993) apresenta dois métodos da drenagem urbana sustentável, os estruturais e não estruturais. Os métodos estruturais consistem em obras de infraestrutura voltadas para a minimização dos efeitos das enchentes e podem ser extensivas ou intensivas. As primeiras alteram a relação entre a precipitação e vazão, diminuindo ou atrasando os picos de enchente e controlando a erosão na bacia. As segundas focam em ações no rio e podem acelerar ou retardar o escoamento ou tornar as edificações mais resistentes aos efeitos das enchentes.

Tucci (2004) defende que a drenagem urbana só será efetiva quando pertencer ao plano diretor urbano, que inclua ações de micro e macrodrenagem. A macrodrenagem é realizada por meio de um sistema de cursos de água naturais ou artificiais nos talwegues e vales. Ela é utilizada no escoamento superficial das águas.

A infraestrutura de macrodrenagem é natural e sempre existiu, sem que para isso fosse necessária a realização de obras de drenagem. É um sistema que absorve também as águas provenientes



de áreas nas quais não ocorre a microdrenagem (FRENDRICH et al, 1997).

Para Tucci et al. (1995), obras de loteamento aumentam a vazão de água, pois contribuem com a ocupação de leitos de córregos, aumento a malha viária em vales e prejudicam o saneamento de áreas alagadas. Embora não exija esforço nem obras específicas para a drenagem urbana, a análise da macrodrenagem contribui com a construção de um projeto de drenagem urbana ao permitir que sejam identificados os canais abertos de escoamento.

Cuidar de um sistema de macrodrenagem não oferece vantagens ambientais e é oneroso, pois prejudica ao meio ambiente, pois na macrodrenagem é transportado um grande volume de resíduos oriundos das águas pluviais e dos rejeitos cloacais (JUSTINO, 2004).

Obras de macrodrenagem reduzem os efeitos da erosão, o assoreamento e as inundações dos canais. Um sistema de macrodrenagem é formado por canais naturais ou artificiais que podem ser grandes galerias, obras de proteção contra erosão ou vias marginais.

Além dos sistemas de micro e macrodrenagem, existem sistemas voltados para o armazenamento, que podem contribuir com a redução dos custos com drenagem (JUSTINO, 2004).

Canholi (2005) defende que a drenagem urbana implica em medidas estruturais, divididas em intensivas e extensivas. As medidas intensivas são voltadas para a aceleração de escoamento por meio de obras de canalização; de retardamento do fluxo por meio da construção de reservatórios e espaços para retenção; de desvio do escoamento por meio da construção de canais para desvio e ações individuais voltadas para o aumento da resistência das edificações nos casos de enchentes. As medidas extensivas são aquelas direcionadas ao armazenamento à recuperação da vegetação e ao controle da erosão (CANHOLI, 2005).

Ambas as medidas podem contribuir com a otimização de recursos e aumento da eficiência da drenagem urbana. Medidas estruturais, no entanto, podem estimular a ocupação de áreas inundáveis (CANHOLI, 1995).

As medidas não estruturais em termos de utilização não implicam na ampliação da infraestrutura. São ações que visam o controle da poluição, a construção de sistemas de alerta de chuvas e

enchentes. São essas medidas que mais aproximam a população da responsabilidade com o espaço urbano, ao integrar o sistema de drenagem à necessidade de envolvimento da população no controle dos resíduos sólidos, no cuidado com os terrenos e no envio de alertas sobre os riscos de enchentes e deslizamentos em ocorrências de chuvas.

A cidade do Rio de Janeiro, durante as chuvas de verão, sofre com enchentes e alagamentos resultantes de um sistema de drenagem que não possui a eficiência necessária para suportar o aumento do fluxo desse período. Existe um projeto de drenagem para a cidade que tem apresentado resultados positivos em alguns pontos, como na região da Praça da Bandeira e grande Tijuca. Esse projeto e a sua relação com uma proposta de drenagem sustentável serão submetidos a análise na próxima seção.

## **CONCLUSÃO**

A ausência de políticas integradas de drenagem urbana prejudica significativamente a população urbana. Mas como ações de drenagem não possuem a mesma publicidade que aquelas voltadas para infraestrutura, os gestores públicos não demonstram preocupação com a destinação de recursos e equipe técnica suficiente para o desenvolvimento de uma política eficiente de drenagem urbana.

As ações de drenagem urbana costumam ser somente emergenciais ou com propósito higienista. Sempre que ocorrem enchentes, a prefeitura realiza a retirada da água dos lugares de escoamento. Não existem ações preventivas ou de controle.

Enquanto não são reconhecidos os problemas causados pela falta de ações de drenagem, os danos causados pelas enchentes são considerados naturais pelo poder público e pela população. Os cidadãos acabam não reivindicando políticas voltadas para a drenagem urbana pelo poder público.

## **REFERÊNCIAS:**

1. CANHOLI, Aluísio Pardo. **Drenagem Urbana e Controle de Enchentes**. São Paulo: Oficina de textos, 2005.
2. FENDRICH, J. A.; OBLADEN, N. L.; AISSE, M. M.; GARCIAS, C. M. **Drenagem e controle da erosão urbana**. Curitiba: Champagnat, 1997.
3. GIL, A. C.. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2008.
4. JUSTINO, E. A., 2004. 185p. Tese (Mestrado programa de Pós-graduação em Engenharia Civil)- Universidade Federal de Uberlândia-MG, Uberlândia. **Estudo do controle do escoamento superficial com o uso de reservatório de retenção na bacia do Córrego Lagoinha, município de Uberlândia-MG**. UFU, 2004.
5. KIRK, J.; MILLER, J. **Reliability and validity in qualitative research**. Beverly Hills, Califórnia: Sage, 1986.
6. PIRES, Á. P. Sobre algumas questões epistemológicas de uma metodologia geral para as ciências sociais. In: POUPART, J. et al. **A pesquisa qualitativa: enfoques epistemológicos e metodológicos**. Petrópolis: Vozes, 2008.
7. TUCCI, C E.M; SOUZA, C.F; CRUZ M. A. S. Controle da drenagem urbana no Brasil: avanços e mecanismos para sua sustentabilidade. in: **XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, 2007, Instituto de Pesquisas Hidráulicas, IPH/UFRGS, Porto Alegre, RS.
8. TUCCI, C E.M. Gerenciamento da drenagem Urbana. Ed. Abril; 2001. **revista Cienc. Cult.** vol.55 no.4 São. Paulo Oct./Dec. 2003.
9. TUCCI, C E.M; BERTONI, J.C (Org.). **Inundações Urbanas na América do Sul**. Porto Alegre: ABRH, 2003.
10. TUCCI, C E.M; et al, **Hidrologia Ciência e Aplicação**. Editora UFRGS. 3.ª Edição, Porto Alegre, 2004.
11. TUCCI, C E.M; PORTO, Rubem L. L., BARROS, Mario T., **Drenagem Urbana**. Editora da Universidade. 1.ª Edição, Porto Alegre, 1995.
12. TUCCI, C E.M; MARQUES, David M.L da Motta (Org). **Avaliação e controle da drenagem urbana**. UFRGS, 2000. 558p. Porto Alegre.