

# A evolução da urbanização e os processos de produção de inundações urbanas

Valdevino José dos Santos Júnior<sup>1</sup> e Carolina Oliveira Santos<sup>2</sup>

1 Graduando em Engenharia Ambiental - Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas Santo Agostinho – FACET. E-mail: valdonjsantos@hotmail.com

2 Engenheira Química - Faculdade de Ciência e Tecnologia – FACIT. Especialista em Recursos hídricos e ambientais - I-CA/UFMG. Professora da Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas Santo Agostinho – FACET. E-mail: eq\_carolina@yahoo.com.br

**RESUMO:** O presente trabalho aborda o crescimento da urbanização que altera as características físicas e ambientais dos recursos hídricos acarretando em inundações urbanas. A pesquisa objetivou-se em conhecer a evolução da urbanização e como esse processo causa impactos sobre os sistemas de drenagem pluvial urbano. A metodologia baseia-se em um levantamento bibliográfico a fim de entender como a urbanização está relacionada aos processos de inundações urbanas. Conclui-se que a urbanização tem interferência direta na ocorrência de inundações em áreas urbanas, pois impermeabiliza o solo, altera o ciclo hidrológico aumentando a taxa de escoamento superficial e nota-se ainda a falta de instrumentos de planejamento e gestão de projetos e legislação específica que contemplem a drenagem pluvial urbana, o disciplinamento do uso e ocupação do solo, os resíduos sólidos e principalmente a educação ambiental.

**Palavras-chave:** Drenagem pluvial urbana, inundação, escoamento superficial, problemas da urbanização, sistemas de drenagem.

**ABSTRACT:** **The evolution of development and production processes of urban flooding.** This paper discusses the growth of urbanization that alter the physical and environmental characteristics of water resources resulting in urban flooding. The research aimed to meet in the evolution of urbanization and how this process impacts upon the urban stormwater drainage systems. The methodology is based on a literature survey in order to understand how urbanization is related to processes of urban flooding. It is concluded that urbanization has a direct interference in the occurrence of floods in urban areas because the soil impermeable, changes the hydrologic cycle by increasing the rate of runoff and note even the lack of tools for planning and management of projects and specific legislation that address urban stormwater drainage, disciplining the use and occupation of land, solid waste and especially environmental education.

**Keywords:** urban rainwater drainage, flooding, surface runoff, problems of urbanization, drainage systems.

## 1 Introdução

A urbanização é um processo que acarreta diversas complicações para as cidades, como as inundações, que são recorrentes nas zonas urbanas e causam danos e prejuízos à população.

Como descrito por Tucci (2010, p. 114), “a urbanização é um processo de desenvolvimento econômico e social resultado da transformação de uma economia rural para uma economia de serviços concentrada em áreas urbanas”.

Esse acontecimento se deu de forma intensa nos países da América Latina, com destaque para o Brasil que, na maioria das médias e grandes cidades, apresentam um problema crônico, as inundações. Esta problemática se dá ao exacerbado crescimento populacional e das alterações feitas no meio ambiente, que somados à falta de instrumentos políticos e às inadequadas obras de drenagem pluvial.

A urbanização tem efeitos negativos sobre os recursos hídricos; o ciclo hidrológico; as variações climáticas; as cheias naturais dos rios; nos usos e ocupações do solo e; no balanço hídrico (TUCCI, 2007; MOTA, 2008).

Os principais fatores responsáveis pela produção de inundações urbanas são diversos, vão desde aumento gradativo do volume de sedimentos e do escoamento superficial, devido ao lançamento de sólidos nos rios, galerias e canais até a inexistência de legislações. Estas questões legais quando existem, não abordam o controle e a fiscalização quanto às ocupações indevidas do solo ou não consideram aspectos de drenagem das bacias hidrográficas.

As inundações acontecem quando um rio normalmente ocupa o leito menor e com uma precipitação passa a ocupar o leito maior e transborda. Diferentemente do conceito de cheia ou enchente de um rio, que nesse caso não há o transbordamento.

Tais efeitos são notados com facilidade nas estações chuvosas, principalmente em zonas sazonais, apresentando chuvas intensas e mal distribuídas. É quando os grandes problemas surgem, pois a ocupação dos leitos de córregos e rios, acrescentados às grandes áreas impermeabilizadas, a consequente diminuição da infiltração e o aumento do escoamento superficial de águas pluviais contribuem para a produção de inundações urbanas.

Por isso, é importante conhecer a evolução da urbanização e os seus potenciais prejuízos, impactos e transformações no meio ambiente, especialmente sobre os recursos hídricos e como acontecem as inundações, apontando os principais fatores que são responsáveis pelos processos de produção das inundações urbanas.

## 2 Desenvolvimento

### 2.1 Urbanização

A população mundial apresentou uma intensificação no crescimento populacional urbano no planeta. Modificações essas, que podem ser observadas em países que estão em processo de desenvolvimento, como os países da América Latina, onde o processo de urbanização tornou-se bastante concentrado e expressivo (LOPES; MENDONÇA, 2010).

Com base no Censo 2000 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Bollmann (2003) aponta que 81,23% da população brasileira reside em área urbana, havendo desta forma, uma significativa influência entre o homem e o meio ambiente não apenas local, mas em todo o país.

A urbanização desenfreada tem causado fortes modificações no meio ambiente, sobretudo nos cursos hídricos, nos ciclos hidrológicos, nas variações climáticas, nas cheias naturais dos rios e córregos e no solo por meio dos usos e ocupações indevidas e/ou inadequadas. O principal fator desses problemas são a falta de planejamento, gestão e controle municipal ou ainda a falta de execução das legislações nos âmbitos municipal e estadual (MOTA, 2003; BARROS, 2005; TUCCI, 2007).

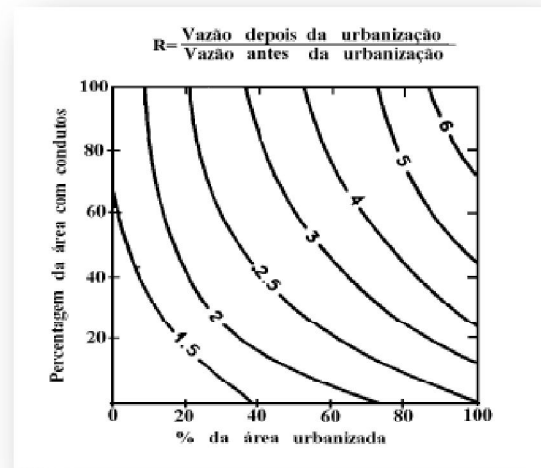
### 2.1.1 A urbanização e os recursos hídricos

A urbanização tem ocasionado diversos impactos sobre os cursos hídricos, tanto nos parâmetros quantitativos quanto qualitativos. À medida que o processo avança, os corpos hídricos vão sendo assoreados, tendo as suas águas degradadas (MOTA, 2008).

Para Tucci (1997), os cursos hídricos situados nos perímetros urbanos têm os regimes hídricos alterados, devido principalmente às intervenções antrópicas. De acordo com Tucci (1997, 2007, 2010), à medida que a urbanização evolui, ocorrem os seguintes impactos:

- aumento das vazões máximas (em até 7 vezes), por se tratar do aumento da capacidade de escoamento através de condutos e canais e da im-

permeabilidade das superfícies, conforme a Figura 01.



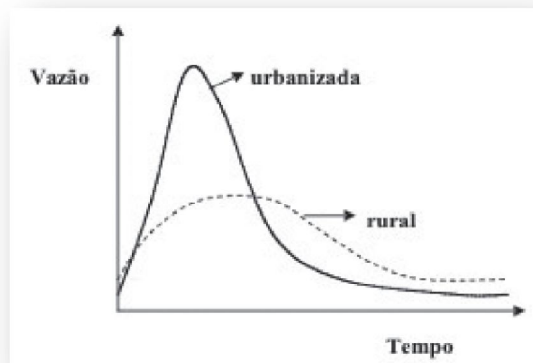
**Figura 01.** Efeito da urbanização sobre a vazão máxima.

Fonte: Leopold (1968) *apud* Tucci (1997).

- aumento da produção de sedimentos, devido a falta de proteção das superfícies e à produção de resíduos sólidos;
- deterioração da qualidade da água, devido à lavagem das ruas, transporte de materiais sólidos e às ligações clandestinas de esgoto cloacal e pluvial;
- devido à forma desorganizada de como a infraestrutura urbana é implantada, tais como: (a) pontes e taludes de estradas que obstruem o escoamento; (b) redução de seção de escoamento por aterros de pontes e para construção em geral; (c) deposição e obstrução de rios, canais e condutos por lixo e sedimentos; (d) projetos e obras de drenagem inadequadas, com diâmetros que diminuem para jusante, drenagem sem esgotamento, entre outros.

A Figura 02 demonstra os efeitos da urbanização numa bacia rural e também depois de urbanizada.

<http://periodicos.unifap.br/index.php/estacao>  
Macapá, v.3 n. 1, p. 19-30, jan.-jun. 2013



**Figura 02.** Hidrograma de bacia rural e depois de urbanizada.

Fonte: Tucci (2008)

Os impactos surgidos após o desenvolvimento das cidades são acometidos pelo exacerbado aumento da população, que cresce descontroladamente sem o devido planejamento das áreas a serem habitadas, acarretando assim na acelerada degradação dos recursos hídricos e a queda na qualidade de vida (ALMEIDA et al., 2010).

As áreas ocupadas sem o devido planejamento causam impactos nos processos hidrológicos, pois geram superfícies impermeáveis nas bacias do perímetro urbano ou nas zonas de crescimento das cidades (GENZ; TUCCI, 1995).

O desenvolvimento urbano com o passar do tempo envolve duas atividades conflitantes que é o crescente aumento da demanda de água com a queda da qualidade e a degradação dos mananciais urbanos por contaminações dos resíduos industriais e urbanos. Este desenvolvimento caracteriza-se pela contaminação as redes de escoamento pluvial pelo lançamento de esgotos, provocando a inviabilização dos mananciais e requerendo novos projetos para a captação em áreas cada vez mais

distantes e sem riscos de contaminação, requerendo assim o uso de equipamentos cada vez mais tecnológicos que, por sua vez, tornam mais caros o tratamento de água e esgoto (TUCCI, 1997).

Alguns outros aspectos negativos quanto à urbanização dos recursos hídricos nas cidades de porte médio e grande estão descritos a seguir: os alagamentos, enchentes e inundações; alterações no ciclo hidrológico; a poluição dos ambientes aquáticos pelo lançamento de esgoto doméstico ou pela falta de redes coletoras de esgoto; os resíduos sólidos; a disposição diferenciada de efluentes no solo, tanques de combustíveis e cemitérios que contribuem para a contaminação de águas subterrâneas (MOTA, 2008).

### 2.1.2 A urbanização e o ciclo hidrológico

Para Tucci (2007, p. 87), “o ciclo hidrológico sofre alterações com a urbanização”, o que produz efeitos sobre o ecossistema aquático gerando problemas para a sociedade e para o meio ambiente.

Mota (2003) descreve as possíveis alterações que o ciclo hidrológico pode ter devido o processo de urbanização:

- aumento da precipitação, pois as atividades humanas nas cidades produzem maior número de núcleos de condensação;
- diminuição da evapotranspiração, como consequência da retirada da vegetação;
- diminuição da infiltração da água, devido à impermeabilização e compactação do solo;

- aumento da quantidade de água do escoamento superficial;
- consumo de água superficial e subterrânea, para abastecimento público, usos industriais e outros;
- mudanças no nível do lençol freático, podendo ocorrer redução ou esgotamento deste;
- maior erosão do solo e consequente aumento do processo de assoreamento das coleções superficiais de água;
- aumento da ocorrência de enchentes;
- poluição das águas superficiais e subterrâneas.

Mota (2008) aponta que, para cada tipo de ação antrópica, a natureza responde a esta de forma isolada e diferente sobre o ciclo hidrológico, gerando assim respostas diferenciadas para cada tipo de ação.

Para Tucci (2007), no desenvolvimento urbano, o sistema natural sofre profundas alterações que afetam o balanço hídrico existente. As superfícies impermeáveis, que anteriormente eram superfícies naturais, não permitem a infiltração de água no solo. A água que incide nestas áreas é contaminada pelo ar e lavam superfícies que contém impurezas, aumentando ainda mais o grau de contaminação da água. Posteriormente, a água é drenada pelas guias (meio-fio) e coletores que a levam para jusante, provando impactos físicos e ambientais. Tais impactos são analisados quanto ao(s):

- indicadores hidrológicos e desenvolvimento urbano;
- alterações do clima;
- balanço hídrico da bacia hidrográfica urbana;

- erosão e sedimentação da bacia e do leito dos rios, resíduos sólidos e obstrução ao escoamento;
- impactos sobre a população que ocupa áreas de risco, como por exemplo: as inundações ribeirinhas;
- qualidade de água e;
- biodiversidade.

Mota (2008) diz que as alterações nos recursos hídricos são devidas também das alterações no solo e na vegetação, o que pode causar modificações diretas sobre os cursos hídricos, alterando os parâmetros quantitativos e qualitativos. Algumas modificações nos recursos hídricos são necessárias para atender os múltiplos usos da água, como alterações nos regimes e vazões de escoamento e volumes de acumulação, entre outras, as principais são:

- retiradas de águas superficiais para diversos fins;
- barramentos;
- alterações no leito (retificação, impermeabilização da calha de escoamento) de curso de água;
- regularização de vazões;
- drenagem de áreas alagadas;
- aterramento de reservatórios e cursos de água;
- bombeamentos de águas subterrâneas.

O balanço hídrico em uma bacia urbana se altera devido à impermeabilização e canalização de um córrego, por exemplo. Tais alterações podem ser observadas nos principais processos hidrológicos do ciclo hidrológico e no hidrograma que representa o movimento temporal das vazões de saída (TUCCI, 2007).

É de suma importância destacar que o processo de urbanização, tracejado na

intervenção antrópica sem os devidos planejamentos e gestão da bacia em ocupação, traz grandes complicações para a questão de águas urbanas e aos usos e ocupações dos solos urbanos (FRITZEN; BINDA, 2011).

### 2.1.3 A urbanização e a criação de áreas impermeáveis

Para Tucci (2007, p. 88), “área impermeável é a superfície que contribui diretamente ou através de condutos para a drenagem gerando escoamento superficial”. As superfícies não permeáveis contribuem e podem escoar diretamente a água para áreas permeáveis reduzindo assim o efeito das impermeabilizações.

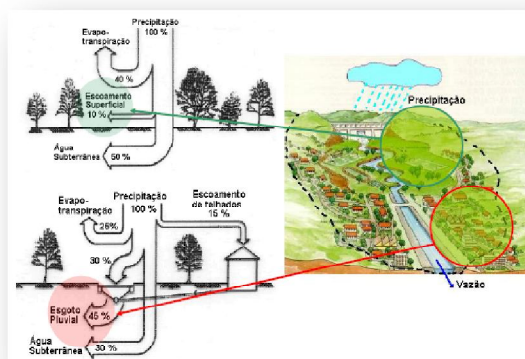
Os impactos ambientais resultantes das ações antrópicas podem desequilibrar o sistema, desestabilizando o meio ambiente (ALMEIDA et al., 2010).

As impermeabilizações das bacias hidrográficas ocorrem quando a cobertura vegetal é removida, ocasionando o mau uso e ocupação do solo, pois na maioria dos processos de urbanização, não são levados em consideração as peculiaridades das bacias tais como: as características pedológicas, climáticas, geográficas, geológicas e ecológicas das áreas modificadas (LEITE et al., 2011).

Quando se tem a impermeabilização de uma determinada área em virtude do uso e ocupação do solo, tem-se a alteração da água superficial quanto ao comportamento, reduzindo parte da água que infiltra no perfil do solo (MOTA, 2008).

No ambiente urbano, a impermeabilidade do terreno, modifica o ciclo hidrológico nas fases de escoamento su-

perficial e de infiltração, tendo como os principais modificadores as ações: pavimentação asfáltica, construção de obras para acessos públicos e obras de drenagem e saneamento. Potencializando assim dois fatores que contribuem para as inundações: o aumento do escoamento superficial e o impedimento da infiltração de água no solo (FRITZEN e BINDA, 2011). Como demonstrado na Figura 03.



**Figura 03** Alterações nos volumes de balanço hídrico natural e urbano devido à precipitação.

Fonte: Adaptada TUCCI (2007)

Isto posto, torna-se de suma importância o estudo conjunto das dinâmicas entre os usos e ocupações do solo e águas urbanas (SOUZA; VALÉRIO FILHO, 2011).

### 2.1.4 A urbanização, o escoamento pluvial e a inundação

Os impactos ambientais como as inundações e processos erosivos, podem ser agravados pela ação humana, tornando-se agentes responsáveis por desastres, que causam prejuízos à vida, danos econômicos e ambientais (MACHADO; TORRES, 2012).

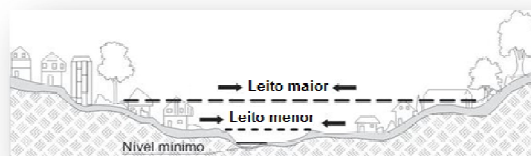
De acordo com o IPT (2006), as inundações ocorrem devido às alterações ambientais e intervenções urbanas geradas pelo homem, provocando o aumento do escoamento e consequentemente a elevação da vazão dos cursos hídricos, principalmente os urbanos.

A inundação urbana é causada fundamentalmente pelo exacerbado aumento do escoamento superficial, geradas pelas altas taxas de impermeabilização do solo o que por conseguinte, gera a diminuição dos processos de infiltração e retenção de água. As inundações ocorrem quando a capacidade de escoamento superficial torna-se superior em relação ao escoamento dos corpos hídricos que drenam o meio urbano. Cabe destacar ainda, a diferença entre os conceitos de enchente (cheia) e de inundação. A enchente ocorre quando toda vez que ocorre uma precipitação, há uma gradativa elevação do nível de água sem que ocorra o transbordamento, uma vez que a vazão dos recursos hídricos aumenta significativamente por causa do escoamento superficial. Caso o aumento da vazão causar extravasamento, é gerada a inundação, ou seja, o curso hídrico se desloca do leito menor passando a ocupar o leito maior (BARROS, 2005).

Para Torres (2012), o estudo detalhado das características e parâmetros físicos, tais como o relevo, uso, ocupação e tipo do solo, por exemplo, são necessários para a utilização e manejos dos recursos envolvidos com as bacias urbanas, com o intuito de tomar conhecimento e mensurar os elementos que interferem na dinâmica dos cursos hídricos.

Para Tucci e Marques (2001), a urbanização tem efeitos negativos em uma bacia urbana, pois quanto mais urbanizada é uma área, maior será o escoamento superficial, propiciando uma maior vazão no curso hídrico.

O escoamento pluvial, segundo Tucci (2005), pode produzir inundações em áreas urbanas por dois processos: inundações ribeirinhas e inundações devido à urbanização, podendo ocorrer de forma combinada ou isolada. As inundações de áreas ribeirinhas ocorrem em rios que geralmente apresentam dois leitos, um menor e outro maior. O leito menor é onde a água escoar na maior parte do tempo e o leito maior é o que inunda áreas ribeirinhas acarretando em riscos e perigos à população adjacente. A população fica sujeita a inundação quando esta ocupa o leito maior do rio, conforme a Figura 04.



**Figura 04.** Características dos leitos do rio.

Fonte: TUCCI (2008)

As enchentes ocorrem, devido a um processo natural dos cursos hídricos em que os rios tendem a escoar e ocupar o leito maior. Trata-se de um processo natural do ciclo hidrológico e quando uma população habita o leito maior de um rio, que envolve riscos, os impactos tornam-se frequentes. Tais impactos ocorrem geralmente devido às ações humanas, de acordo com Tucci (2005):

- Empresários loteiam áreas inadequadas porque há poucos planos diretores urbanos efetivos em cidades

brasileiras; sem restrição quanto ao loteamento de áreas de risco de inundação, a sequência de anos sem enchentes é a razão suficiente para o loteamento dessas áreas;

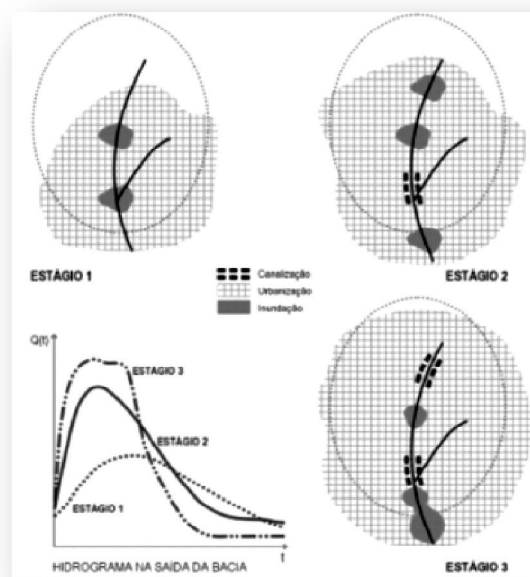
- Invasões de áreas ribeirinhas, que pertencem ao poder público, pela população de baixa renda;
- Ocupação de áreas de médio risco, que são atingidas com frequência menor, mas que geram prejuízos significativos.
- Ocorrem também impactos sobre a população que são:
- Prejuízos de perdas materiais e humanas;
- Interrupção da atividade econômica das áreas inundadas;
- Contaminação por doenças de veiculação hídrica como leptospirose, cólera entre outras;
- Contaminação da água pela inundação de depósitos de material tóxico, estações de tratamentos, entre outros.

Para Tucci (2005), as administrações municipais não têm a devida preocupação com a prevenção de inundações. Com o passar do tempo, quando ocorrem as inundações, é declarado estado de calamidade pública e o município recebe recurso a fundo perdido e não realiza licitações públicas para obras e serviços sobre os sistemas de drenagem urbana, por exemplo. A maioria das formas de resolver o problema passa por medidas não estruturais, que abrangem proibições à população, quanto ao uso e ocupação de áreas com risco a inundações, topos de morros a educação ambiental. Os prefeitos teriam de intervir em interesses de proprietário que residem em áreas de risco, que em

âmbito municipal é difícil agir politicamente. Para buscar mudanças, torna-se necessário a implantação de projetos a nível estadual voltados para a educação e conscientização da população para a não ocupação de áreas de risco a inundações.

O poder público busca por alternativas para evitar a inundação, atuando somente em alguns trechos e acaba esquecendo-se de considerar a bacia como um todo, podendo ser devido à falta de recursos ou ainda à falta de uma visão integrada da bacia (TUCCI, 2007).

Tucci (2007), Mota (2008) e Fritzen e Binda (2011) apresentam a Figura 05 que relaciona o processo de urbanização de uma bacia hidrográfica e as alterações hidrológicas locais que acarretam em inundações. Podendo ser caracterizadas em três estágios:



**Figura 05.** A evolução da urbanização e o processo de inundação.

Fonte: Tucci (2007)

1. Estágio 1: a bacia hidrográfica é usada e ocupada de forma proporcional, sendo os pontos ou as áreas

<http://periodicos.unifap.br/index.php/estacao>  
Macapá, v.3 n. 1, p. 19-30, jan.-jun. 2013



- de inundação, um processo natural dos recursos hídricos devido à morfologia do canal.
2. Estágio 2: ocorre à intensificação da urbanização, torna-se intenso o uso e ocupação do solo e modificações no canal pluvial por obras de engenharia (canalizações e retificações) acarretando na mudança para a jusante dos pontos de inundação, aumentando a vazão máxima nesses pontos.
  3. Estágio 3: a urbanização das áreas da bacia hidrográfica é quase total. A modificação do canal é intensificada, sendo necessárias obras de aprofundamento do canal, uma vez que não é possível o alargamento ou muitas vezes não são viáveis por causa das ocupações marginais. Os pontos de inundação são transferidos ainda mais para a jusante tendo novamente as vazões máximas novamente nesses pontos.

## 2.2 Chuva e clima

O ciclo hidrológico (Figura 06) pode ser expresso da seguinte maneira exemplificado da seguinte maneira (GRIBBIN, 2009):



**Figura 06.** O ciclo hidrológico.  
Fonte: Disponível em: [www.explicatorium.com/CFQ7-O-ciclo-da-agua.php](http://www.explicatorium.com/CFQ7-O-ciclo-da-agua.php). Acesso em: 07 ago. 2013.

1. As nuvens deslocam-se pela atmosfera de acordo com os padrões climáticos.
2. O vapor da água se condensado e se precipita na forma de chuva.
3. A chuva chega ao solo e escoam por ele até os pequenos córregos.
4. Os córregos escoam para os rios e, finalmente, para os oceanos e os lagos.
5. A água evapora dos oceanos e lagos da Terra.
6. A água evaporada forma nuvens.

As palavras clima e tempo são termos muito confundidos, sendo necessário defini-los adequadamente. O clima é o conjunto de eventos meteorológicos (chuva, umidade do ar, pressão atmosférica, temperatura, e os ventos), o clima só pode ser definido após de alguns anos de observação. Já o tempo é definido pela ligeira combinação de elementos do clima, ou melhor, são os conjuntos de combinações atmosféricas que atuam num determinado tempo sobre uma determinada região (VAREJÃO-SILVA, 2006).

## 2.3 Processos de produção de inundações urbanas

Barros (2005) descreve os principais fatores responsáveis pela produção de inundações urbanas, ressaltando que esses fatores ocorrem em cidades brasileiras sendo descritos de forma genérica e englobando a precariedade dos processos urbanísticos das áreas e regiões urbanas:

- O crescimento do volume de sedimentos afluentes aos canais drenagem, decorrente da ocupação irregular do solo, feito sem controle da e-

rosão, que causa o assoreamento dos leitos dos canais e conseqüentemente diminui a capacidade de transporte de água pelo sistema de drenagem;

- A existência de planos diretores que não consideram devidamente os aspectos de drenagem da bacia. Em geral os projetos de ocupação do solo, da malha viária, de redes de água e esgoto, de empreendimentos imobiliários, de polos industriais, de corredores comerciais etc., são incompatíveis com a hidrologia e a hidráulica das bacias urbanas;
- O lançamento de resíduos sólidos nos córregos, galerias e canais, decorrente de sistema deficiente de coleta e principalmente em áreas de muita pobreza, como: de favelas, de morro, as ocupadas irregularmente, as ribeirinhas, etc.;
- A falta de investimentos para controlar as cheias urbanas, tanto no planejamento como na execução e manutenção de obras civis;
- A obsolescência de sistemas de drenagem urbana, em decorrência do aumento da vazão no tempo e da falta de manutenção;
- Problemas com obras mal executadas, galerias obstruídas, pontes com posicionamento inadequado em relação à seção do rio e etc.;
- A falta de legislação própria para tratar de problemas de drenagem;
- Quando há existência da legislação, a falta de controle e a falta de fiscalização em relação a ocupações e obras irregulares;
- Definição imprópria da área de abrangência de projetos de drenagem, muitas vezes transferindo inunda-

ções de uma cidade para outra. A área de abrangência de um determinado projeto de drenagem deve considerar, sobretudo, que as cidades estão inseridas numa bacia hidrográfica e, portanto, os projetos devem ser executados levando em conta os vínculos hidráulicos dos canais que drenam a bacia hidráulica. As divisas intermunicipais muitas vezes não correspondem aos divisores de água, trazendo à tona diversos problemas técnicos, administrativos e políticos. Muitas vezes, a solução para questão das inundações de um município está na construção de obras de drenagem num município à montante. Desse modo, a questão do controle de cheias em bacias hidrográficas nas quais existem diversos municípios deve ser planejada e executada envolvendo o conjunto das cidades.

- A falta de informações hidrológicas e meteorológicas confiáveis para execução de projetos de drenagem urbana. Sendo esse problema crucial, uma vez que, no geral as cidades brasileiras não dispõem de registros hidrológicos e hidráulicos confiáveis para executar projetos de drenagem urbana. Muitos estudos empregam técnicas empíricas propostas para países do hemisfério Norte, que muitas vezes não se aplicam às nossas condições climáticas. Portanto, existem diversos estudos de drenagem para os quais o dimensionamento e os projetos hidráulicos tornam-se inadequados para as cidades brasileiras, tanto pela falta de dados confiáveis como pelo emprego inadequado de métodos empíricos;

- A falta de cadastramento das obras de drenagem existentes, tanto da microdrenagem (bocas de lobo, redes de coleta etc.), como da macrodrenagem (canais, reservatórios etc.). Como no caso anterior, têm-se mais uma vez um problema relativo à falta de informações e de controle sobre os sistemas de drenagem;
- A falta de conscientização da população para o problema da drenagem, uma vez que a sociedade pode colaborar de diversas formas, por exemplo, no controle dos resíduos sólidos lançados em diversas regiões das cidades.

### 3 Conclusão

A urbanização desenvolveu-se de forma intensa e concentrada nas médias e grandes cidades. Os usos e ocupações do solo de deram em torno dos cursos hídricos e na maioria das vezes de forma indevida, acarretando no período chuvoso, as inundações.

As inundações urbanas ocorrem em virtude das alterações nos recursos hídricos, na expansão de áreas impermeáveis e consequente a redução da infiltração de água no solo, e do aumento do escoamento superficial, potencializando as vazões dos cursos hídricos e elevando o índice de prejuízos das populações adjacentes.

Os principais fatores do processo de inundações urbanas são principalmente pela falta de observação da natureza - fenômenos climatológicos e hidrológicos, da falta de investimento em tecnologias que auxiliem os projetos de drenagem. Inclui-se também a falta de instrumentos de gestão, política e plane-

jamento que visem medidas de controle da drenagem pluvial urbana, o disciplinamento dos usos e ocupações do solo e o controle dos resíduos sólidos urbanos.

### Referências

- ALMEIDA, J. W. L.; SANTOS, I. S.; VELOSO, G. A.; LEITE, M. E. Geotecnologias aplicadas ao uso do solo: estudo de caso bacia do Vieira no município de Montes Claros. In: XVI Encontro Nacional de Geógrafos, 2010, Porto Alegre - RS. **Anais do XVI Encontro de Geógrafos Brasileiros**, Porto Alegre, 2010. p. 1-11.
- BARROS, M. T. L. de. Drenagem urbana: bases conceituais e planejamento. In: PHILIPPI JR, A. **Saneamento, saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável**. Barueri: Manole, 2005.
- BOLLMANN, H. A. **Relação da densidade populacional sobre variáveis de qualidade físico-química das águas superficiais em microbacias hidrográficas urbanas sem cobertura sanitária em Porto Alegre – RS**. 2003. 159 f. Tese (Doutorado) – Instituto de Pesquisas Hidráulicas: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.
- CANHOLI, A. P. **Drenagem urbana e controle de enchentes**. São Paulo: Oficina de Textos, 2005.
- FRITZEN, M.; BINDA, A. L. Alterações no ciclo hidrológico em áreas urbanas: cidade, hidrologia e impactos no ambiente. **Revista eletrônica Ateliê Geográfico**, v.5, n. 3, p. 239-254, dez. 2011.
- GENZ, F.; TUCCI, C. E. M. Infiltração em Superfícies Urbanas. **Revista Brasi-**

leira de Engenharia. **Caderno de Recursos Hídricos**, v. 13, n. 1, p. 105-124, jun. 1995.

GRIBBIN, J. E. **Introdução à hidráulica e hidrologia na gestão de águas pluviais**. São Paulo: Cengage Learning, 2009.

IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas. **Curso de capacitação em mapeamento e gerenciamento de risco**. Brasília: Ministério das Cidades, 2006.

LEITE, M. E.; SANTOS, I. S.; ALMEIDA, J. W. L. Mudança de uso do solo na bacia do rio Vieiras, em Montes Claros/MG. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.4, p. 779-792, 2011.

LOPES, E. A.; MENDONÇA, F. Urbanização e recursos hídricos: conflitos socioambientais e desafios à gestão urbana na franja leste da região metropolitana de Curitiba (RMC) - Brasil. In: **Seminário Latino Americano de Geografia Física**, COIMBRA, 2010. p. 1-14.

MACHADO, P. J. de O.; TORRES, F. T. P. **Introdução à hidrogeografia**. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

MOTA, S. **Gestão ambiental de recursos hídricos**. 3. ed. Rio de Janeiro: ABES, 2008.

SOUZA, R. de; VALÉRIO FILHO, M. Análise do crescimento urbano e os impactos na macrodrenagem com o auxílio de geotecnologias. Estudo de caso: bacia hidrográfica do Ribeirão Cambuí - São José dos Campos - SP. In: **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, 2011, Curitiba. Anais XV. Curitiba, 2011. p. 4791-4798.

TUCCI, C. E. M. Plano Diretor de Drenagem Urbana: Princípios e Concepção. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 2, n. 2, p. 5-12, jul./dez. 1997.

TUCCI, C. E.M. Águas urbanas: interfaces no gerenciamento. In: PHILIPPI JR, A. **Saneamento, saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável**. Barueri: Manole, 2005.

TUCCI, C. E. M. **Inundações urbanas**. Porto Alegre: ABRH/RHAMA, 2007.

TUCCI, C. E. M. Urbanização e recursos hídricos. In: BICUDO, C. E. de M.; TUNDISI, J. G.; SCHEUENSTUHL, M. C. B. **Águas do Brasil: análises estratégicas**. São Paulo: Instituto de Botânica, 2010.

TUCCI, C. E. M; MARQUES, D. M. **Avaliação e controle da drenagem urbana**. Porto Alegre: Ed. ABRH, 2001.

VAREJÃO-SILVA, M. A. **Meteorologia e climatologia**, versão digital 2, v.1, 2006. Disponível em: <[http://www.agritempo.gov.br/modules.php?name=downloads&d\\_op=viewdownload&zid=19](http://www.agritempo.gov.br/modules.php?name=downloads&d_op=viewdownload&zid=19)>. Acesso em: 08 ago. 2013.

Artigo recebido em 10 de setembro de 2013.

Aceito em 11 de agosto de 2014.