

Inundações urbanas: um passeio pela literatura

Kesia Rodrigues dos Santos,
da Universidade Estadual de Goiás
k2r3s4@yahoo.com.br

Resumo: As inundações são um fenômeno recorrente nas cidades brasileiras, isso ocorre por diversos fatores e apresenta graves consequências. Dentre os fatores que contribuem para a ocorrência de inundações urbanas destacam-se dois tipos: os naturais e os devido à ocupação. Esses podem ser relacionados ao tipo de ocupação das planícies fluviais; as características hidráulicas dos solos e rochas; a densidade de drenagem; a forma geométrica da bacia hidrográfica e de suas vertentes e a fatores climáticos. As inundações podem ainda ocorrer devido à impermeabilização do solo da bacia hidrográfica, ao assoreamento e estrangulamento da drenagem, dentre outros fatores. As principais consequências são sentidas pela população ribeirinha e vão desde prejuízos materiais e emocionais até a perda de vidas.

Palavras-chave: Inundações; causas; consequências.

INTRODUÇÃO

Abordam-se neste artigo temas relacionados às inundações urbanas. Esse trabalho é, portanto uma contribuição no sentido de organizar em um texto sintético as discussões recentes sobre o tema abordado, visando contribuir para a realização de pesquisas nessa área, disponibilizando não só os conceitos principais relacionados a esse tema, como também as fontes onde se pode buscar maiores detalhes.

As inundações, que de acordo com Tucci (1999) são classificadas em ribeirinhas, urbanas e localizadas, são o eixo central do texto, no entanto outros temas relacionados enriquecem as discussões. A partir desse eixo central discutem-se ainda as posições de outros autores em relação ao tema. Dessa forma também são contemplados neste artigo temas relacionados às inundações, dentre os quais se destaca o processo de urbanização, as questões relacionadas à vazão e ao escoamento superficial, bem como os conceitos de risco, suscetibilidade e acidente.

No Brasil, houve uma aceleração do processo de urbanização, gerando uma população urbana morando em áreas com infra-estrutura inadequada. Essa população está concentrada principalmente em regiões metropolitanas. O planejamento urbano no Brasil não tem considerado aspectos fundamentais como o controle das cheias urbanas, o que causa transtornos e prejuízos para a sociedade e o ambiente, aumentando a frequência de inundações (TUCCI, *op.cit.*). Esse processo também é observado em outros países em desenvolvimento como afirmam Tucci e Berton (2003).

El proceso de urbanización observado en los países en desarrollo presenta gran concentración poblacional en pequeñas áreas, con deficiencias en los sistemas de transporte, de abastecimiento y saneamiento, problemas de contaminación del aire y el agua e inundaciones. Estas condiciones ambientales inadecuadas reducen las condiciones de salud y, por ende, afectan la calidad de vida de la población. [...] Los barrios de las regiones marginales más pobres son de carácter desordenado, con construcciones no reglamentadas. En la mayoría de los casos son barrios no integrados o sub-integrados del punto de vista socio-económico, con carencia de sistemas de servicios urbanos colectivos. (Tucci e Berton, *op. cit.*)

Vê-se ainda que no Brasil ocorre não só a falta de acesso aos serviços básicos, como também a exposição dessa população a situação de risco ambiental. Cabe ressaltar que os riscos ambientais não são exclusivos dessa população “excluída”, mas frequentemente afetam com maior intensidade essa população vítima da segregação sócio-espacial. Sobre isso Parkinson *et al.* (2003) destacam que:

As enchentes no Brasil são um problema crônico e afetam principalmente as comunidades de baixa renda por causa da localização de suas residências. No Brasil há segregação social e conseqüentemente segregação de infra-estrutura, populações de baixa renda tem pouco acesso a saneamento [*no sentido amplo*]. (PARKINSON *et al.*, *op.cit.*)

Parkinson *et al.* (*op.cit.*) destacam ainda que a parcela da população que tem disponibilidade de infra-estrutura e drenagem recebe impactos de forma menos intensa do que a população com menor poder aquisitivo.

Vê-se que o processo de urbanização no Brasil foi desordenado no que diz respeito, também, ao planejamento de uma infra-estrutura adequada ao crescimento previsto da população. Isso faz com que o problema da drenagem esteja diretamente associado com a urbanização. O crescimento populacional

acarreta um aumento tanto na porcentagem de área impermeável quanto no número de eventos de cheia (PARKINSON *et al.*, 2003). Portanto, essa relação entre urbanização, impermeabilização, escoamento superficial e inundação, é também considerada nas reflexões desse trabalho, bem como as relações do meio físico com a ocorrência das inundações.

TIPOS E CAUSAS DAS INUNDAÇÕES

As inundações em áreas urbanas são fenômenos condicionados por fatores naturais, que podem ser agravados devido a fatores antrópicos. Tucci (1999) apresenta tal afirmação e assinala também que processos naturais e antrópicos podem atuar de forma integrada nas inundações em áreas urbanas.

Christofoletti (1980) afirma que a planície de inundação pode ser definida e delimitada por critérios diversos, conforme a perspectiva e os objetivos dos pesquisadores. O conceito de inundação apresentado por Oliveira (1998, p.11) foi adotado como referência neste trabalho. Segundo esse autor,

[...] inundações são fenômenos que fazem parte da dinâmica fluvial, atingindo periodicamente as várzeas, também denominadas planícies de inundação. Correspondem ao extravasamento das águas de um curso de água para as áreas marginais, quando a vazão é superior à capacidade de descarga da calha.

A planície de inundação segundo Oliveira (*op.cit.*), funciona como um regulador hidrológico, absorvendo o excesso de água nos períodos de intensas chuvas e consequentes cheias. Todo e qualquer rio tem sua área natural de inundação.

Cabe ainda ressaltar que o extravasamento não se dá de forma homogênea ao longo do canal de drenagem e nem mesmo em relação as suas margens. Christofoletti, (1980) afirma que é na margem côncava que a escavação no leito do rio ocorre, também é nessa margem que há maior velocidade do fluxo. Em contrapartida, na margem convexa ocorre deposição, em que o fluxo apresenta menor velocidade. Nessa relação diferencial entre as margens observa-se que a maior parte do transbordamento ocorre nas margens côncavas.

As inundações em áreas ribeirinhas, segundo a classificação de Tucci (1999) são aquelas que fazem parte da dinâmica natural de um canal de

drenagem. Neste caso a ocupação não é a causa da inundação e o acidente ocorre porque áreas naturalmente inundáveis foram ocupadas. Esse mesmo autor ressalta ainda em outra obra (TUCCI, 2003b), que quando a precipitação é intensa e o solo não tem capacidade de infiltrar, grande parte do volume escoava para o sistema de drenagem, superando sua capacidade natural de escoamento. O excesso do volume que não é drenado ocupa a várzea, inundando de acordo com a topografia das áreas próximas aos rios. Estes eventos ocorrem de forma aleatória em função dos processos climáticos locais e regionais.

Para que a inundação ribeirinha aconteça, uma combinação de fatores deve ocorrer. Tais fatores podem ser: o tipo de ocupação das planícies fluviais, que podem diminuir a capacidade de escoamento do leito fluvial; as características hidráulicas dos solos e rochas; a densidade de drenagem e a forma geométrica da bacia hidrográfica; entre outros fatores, conforme é discutido a seguir.

O primeiro fator das inundações ribeirinhas quando essas afetam a população, é a ocupação da planície fluvial ou leito maior, área naturalmente inundável (JORGE e UEHARA, 1998). Nesse caso os ribeirinhos acabam interferindo e ao mesmo tempo ficando expostos à dinâmica natural do rio. Os rios geralmente possuem dois leitos, o leito menor onde a água escoava na maioria do tempo e o leito maior, que é inundado com risco geralmente entre 1,5 e 2 anos. O impacto, nesse caso, ocorre quando a população ocupa o leito maior do rio, ficando sujeita à inundação (TUCCI, 2003a). A figura 1 demonstra essa ocupação das áreas ribeirinhas sujeitas à inundação.

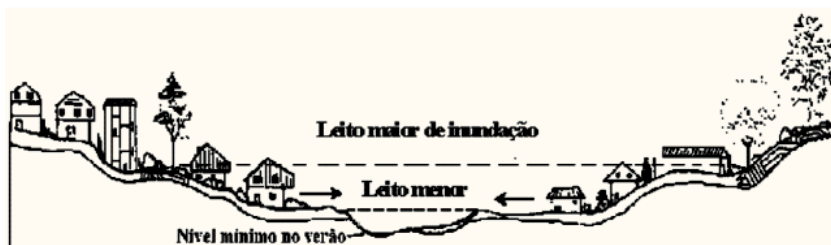


Figura 1 - Esquema representativo de ocupação do leito maior de um rio.

Fonte: TUCCI, (2003a)

Sobre isso, Tucci (2003a) afirma que essas enchentes ocorrem, principalmente, pelo processo natural no qual o rio escoava pelo seu leito maior.

Esse tipo de enchente é decorrência de processo natural do ciclo hidrológico. Quando a população ocupa o leito maior, que são áreas de risco, os impactos são frequentes. Como os rios nos períodos chuvosos saem do seu leito menor e ocupam o leito maior de forma irregular ao longo do tempo, a população tende a ocupar o leito maior, ficando sujeita ao impacto das inundações.

A sequência de anos sem enchentes é razão suficiente para que as áreas inadequadas sejam loteadas. Pode ser destacada como uma das ações que levam a ocupação de áreas de risco, a invasão de áreas ribeirinhas que pertencem ao poder público, pela população de baixa renda. Outra ação que pode ser enumerada refere-se à ocupação de áreas de médio risco, que são atingidas com frequência menor, mas que quando o são, desencadeiam prejuízos significativos (TUCCI, 2003a).

A forma geométrica de uma bacia hidrográfica também pode ser relacionada com a ocorrência de inundações. Para obter a forma da bacia procura-se relacionar a forma da mesma com as formas geométricas conhecidas, sendo essas indicativas de uma maior ou menor tendência para a ocorrência de enchentes. A partir do fator forma, pode-se definir a predisposição da bacia a inundações utilizando a relação entre a largura média e o comprimento axial da bacia. Uma bacia estreita e longa, por exemplo, é menos sujeita às inundações (JORGE & UEHARA, 1998). Christofolletti (1980) apresenta diversos índices que podem ser aplicados para se definir a forma da bacia, dentre eles está o índice de forma que compara a área da bacia com a da figura geométrica que possa cobrir da melhor forma possível a bacia hidrográfica.

Outro fator a se considerar é densidade de drenagem, pois a partir de seu conhecimento pode-se avaliar a velocidade com que a água deixa a bacia hidrográfica. Esse parâmetro é ainda indicativo da permeabilidade relativa do terreno, percebe-se que terrenos relativamente impermeáveis apresentam densa rede de drenagem (JORGE & UEHARA, *op.cit.*).

Para compreender a dimensão do processo de inundação é necessário ainda conhecer e relacionar outros fatores que fazem parte da dinâmica fluvial e das águas de superfície. Dentre esses, destacam-se a vazão e o escoamento superficial. A vazão pode ser entendida como o volume de água escoado na unidade de tempo, em um determinado curso d'água. Devido ao comportamento sazonal das chuvas, a vazão de um rio é muito variável ao longo do ano, podendo também variar de ano para ano (JORGE; UEHARA, 1998). A vazão tem íntima relação com a ocorrência das inundações.

Numa análise qualitativa pode-se relacionar o escoamento superficial à vazão e às inundações.

As vazões podem ser classificadas em vazões normais e vazões de cheia. As vazões normais são as que escoam comumente no curso de água, enquanto as vazões de cheia são as que, ultrapassando um valor limite, excedem a capacidade normal das seções de escoamento dos cursos d'água, configurando as cheias, podendo provocar as inundações (JORGE & UEHARA, 1998). A vazão de pico (de cheia) depende do escoamento das águas pluviais, que ocorre quando a quantidade de água precipitada é maior que a velocidade de penetração no solo (NASCIMENTO, 2002).

O escoamento superficial ou deflúvio tem forte influência na vazão e na ocorrência de inundações e segundo Jorge e Uehara (*op.cit*), "corresponde à parcela da água precipitada que permanece na superfície do terreno, sujeita a ação da gravidade que a conduz para cotas mais baixas". De acordo com as características do deslocamento das águas de superfícies, essas podem provocar erosão dos solos, inundações das várzeas etc.

Esse escoamento, além de depender da forma da bacia de drenagem e de outros fatores, também depende das características hidráulicas dos solos e das rochas, da cobertura vegetal e das estruturas biológicas, da declividade de sua superfície e do teor de umidade dos seus terrenos. Nas regiões ocupadas pelo homem, deve-se ainda considerar as diversas formas de uso do solo que intensificam ou atenuam o escoamento superficial (JORGE; UEHARA, *op.cit*).

Em condições naturais a água que não infiltra, ou pelas características do terreno ou pelo solo já encharcado, escoar em direção às drenagens, aumentando sua vazão de pico. Após a urbanização esse escoamento é intensificado pela implantação de estruturas impermeáveis no sítio urbano, a água que antes infiltrava passa a incrementar o escoamento superficial.

Além das características da bacia hidrográfica que foram citadas, o clima também influencia na ocorrência das inundações. No caso da região de Cerrado, por exemplo, a existência de um período chuvoso com concentração de chuvas em alguns meses do ano, somado à precipitação irregular, dentro do mesmo período chuvoso, com dias ou horas de chuva intensa intercalados de períodos curtos de estiagem, podem também favorecer a ocorrência das inundações. Isso ocorre porque nas chuvas intensas a infiltração é reduzida, o que faz com que a água da chuva chegue aos canais fluviais mais rapidamente e em maior quantidade, ocasionando assim uma vazão de cheia significativa.

No que se refere à inundação devido à urbanização, ou à drenagem urbana, essa pode ser entendida com base na análise da ocupação e consequentemente impermeabilização. Na medida em que a população impermeabiliza o solo e acelera o escoamento por meio de condutos e canais, a quantidade de água que chega ao mesmo tempo no sistema de drenagem aumenta, produzindo inundações mais frequentes do que as que existiam quando a superfície era mais permeável e o escoamento se dava pelo ravinamento natural (TUCCI, 2003b). Nesses casos, embora a inundação seja um fenômeno natural, ela pode também ocorrer em áreas nunca atingidas pelas águas ou não suscetíveis à inundação, mas que se tornaram sujeitas a sua ocorrência devido à ação antrópica (SOUZA, 1996).

Segundo Tucci (1999) as inundações devido à urbanização ocorrem devido à impermeabilização de pequenas e médias bacias hidrográficas urbanas. O efeito da urbanização no ciclo das águas se dá pela remoção da cobertura vegetal original e sua substituição por estruturas impermeáveis, resultando na redução da infiltração de água no solo (impermeabilização) e diminuição da evapotranspiração. Isto provoca aumento do escoamento superficial, que se traduz numa maior vazão de cheia dos rios urbanos.

Com a urbanização verificam-se ainda alterações na rede de drenagem natural que é substituída por estruturas artificiais, aumento na extensão de áreas impermeáveis e mudanças no micro-clima local (TUCCI; VILLANUEVA; CRUZ, 2000). Com uma maior impermeabilização ocorre menor infiltração, menor recarga do aquífero e menor vazão do rio entre as cheias.

Assim, sobre as modificações empreendidas pelo desenvolvimento urbano, Tucci (1999) destaca que os principais efeitos que alteram os componentes do ciclo hidrológico natural são: (a) Mudanças no balanço hídrico em relação ao quantitativo, que compreende redução da infiltração no solo, aumentando o escoamento superficial (condutos pluviais o tornam mais rápido, aumentando as vazões máximas e antecipando seus picos no tempo), diminuem o nível do freático (por falta de alimentação) reduzindo o escoamento subterrâneo. Com a redução da cobertura vegetal natural também ocorre redução da evapotranspiração. (b) Aumento da temperatura nas áreas urbanas, onde as superfícies impermeáveis em consequência aumentam e absorvem parte da energia solar, aumentando a temperatura ambiente, produzindo *ilhas de calor* na parte central dos centros urbanos, onde predomina o asfalto e o concreto e a emissão de partículas na atmosfera é constante.

O aumento da temperatura também cria condições de movimento de ar ascendente que pode criar condições para o aumento da precipitação. Como na área urbana as precipitações críticas são as mais intensas e de baixa duração, essas condições contribuem para agravar as enchentes urbanas (TUCCI, *op.cit*). Desse modo, a existência do sítio urbano afeta também o micro-clima, contribuindo para a ocorrência de inundações.

É fato aceito que se houver realmente efeito da urbanização sobre as chuvas ele se dará no sentido de aumentar não somente o volume precipitado, mas também as intensidades máximas, sobretudo à medida que as durações diminuam (SILVEIRA, 2000). Isso se traduz em mais intensidade em menos tempo.

A urbanização também influencia na velocidade das águas dos rios, que por sua vez também pode influenciar nas inundações. Essa velocidade depende basicamente da declividade, do volume das águas, da forma da seção e da rugosidade do relevo (JORGE; UEHARA, 1998), isso em condições normais. Com a urbanização outros fatores se somam a estes para influenciar na ocorrência de inundações.

Assim em síntese os impactos principais devido à urbanização sobre o sistema de drenagem são o aumento do pico de vazão de cheia, a antecipação no tempo desta vazão máxima e o aumento do escoamento superficial (TUCCI, 1999), além do aumento da intensidade das precipitações.

As enchentes aumentam a sua frequência e magnitude devido à impermeabilização, ocupação do solo e a construção da rede de condutos pluviais. O desenvolvimento urbano pode também produzir obstruções ao escoamento, como aterros e pontes, drenagens inadequadas, obstruções ao escoamento junto a condutos e assoreamento. Quando são construídos condutos e canais, e quando as superfícies são impermeabilizadas, pode ocorrer o aumento das vazões máximas em até 7 vezes e da sua frequência devido ao aumento do escoamento (TUCCI, 2003a).

Cabe ainda ressaltar que esses dois efeitos, inundações ribeirinhas e urbanas, podem ocorrer isoladamente ou combinados. Geralmente as inundações ribeirinhas ocorrem em bacias de grande e médio porte (>500 km²), no trecho onde a declividade é baixa e a seção de escoamento é pequena. Enquanto as inundações devido à drenagem urbana ocorrem em pequenas bacias urbanizadas, com área superficial de 1 a 100 km² (TUCCI, 2003b). Esse parâmetro já é um indicativo da importância de se analisar os

condicionantes antrópicos das inundações quando se tem como objeto de estudo uma bacia de caráter predominantemente urbano.

Existem ainda as inundações localizadas que podem ser provocadas por: estrangulamento da seção do rio, remanso, erros de execução e projeto de drenagem de rodovias e avenidas, entre outros (TUCCI, 1999). Dentre esses fatores pode-se destacar o estrangulamento da seção por pontes e bueiros, a construção de aterros no leito do rio, assoreamento da drenagem por sedimentos e/ou lixo. O aumento de sedimentos e material sólido, além dos estrangulamentos reduzem a capacidade de escoamento dos rios. Assim o assoreamento e as obras de intervenção são fatores potencializadores das inundações.

RISCO AMBIENTAL, SUSCETIBILIDADE E ACIDENTES

Os problemas decorrentes das inundações e, portanto, a intensidade do risco a esses eventos, depende do grau de ocupação das áreas marginais aos canais e da frequência com a qual o fenômeno se repete, ou seja, do tempo de retorno (SOUZA, 1996).

Segundo Cerri (1999), para que exista “uma situação de risco, é necessário que haja a possibilidade de ocorrência de um determinado processo em um certo local, bem como que tal ocorrência possa resultar em perdas e danos ao homem”. Nos centros urbanos onde há concentração populacional, a preocupação com riscos ambientais é maior, isso porque a ocupação humana não só expõe mais a população como também porque essa ocupação intensifica fenômenos até então de caráter somente natural.

Outros conceitos que se relacionam ao estudo de riscos é o de suscetibilidade e o de acidentes. A suscetibilidade é a possibilidade de ocorrência de um evento (fenômeno relacionado a perdas e danos ao ser humano) em determinada área, com relação a determinado fenômeno. Já o termo acidente refere-se fato já ocorrido, onde foram registradas consequências sociais e econômicas, sua ocorrência pode, ou não, estar relacionada a ação antrópica (CERRI e AMARAL, 1998). A suscetibilidade pode ser definida a partir das características naturais da área, ou ser somada a fatores de ocupação.

Em relação aos problemas resultantes da inundação, pode-se afirmar que eles dependem do grau de ocupação da várzea pela população no caso da inundação ribeirinha e da impermeabilização e canalização da rede

de drenagem no caso das inundações urbanas. As inundações ribeirinhas têm sido registradas junto com a história do desenvolvimento humano. As inundações devido à urbanização têm sido mais frequentes neste século, com o aumento significativo da urbanização das cidades e a tendência dos engenheiros de drenarem o escoamento pluvial o mais rápido possível das áreas urbanizadas (TUCCI, 2003b). Esse processo necessita de diferentes ações preventivas de planejamento urbano e ambiental, visando minimizar os impactos e buscar o desejável desenvolvimento sustentável (TUCCI, 2003a). A ocupação imprópria das áreas urbanas pode ser evitada por meio do planejamento do uso dos solos das várzeas, o qual deve ser regulado no Plano Diretor Urbano das cidades (TUCCI, 2003b).

CONSEQUÊNCIAS DAS INUNDAÇÕES

O rio possui normalmente um ou mais leitos, conforme já descrito anteriormente. O leito menor corresponde a seção de escoamento em regime de estiagem, ou a níveis médios. O leito maior pode ter diferentes lances, de acordo com a seção transversal considerada e a topografia da várzea inundável. Esse leito, o rio costuma ocupar durante as enchentes. Quando o tempo de retorno de extravasamento do leito menor é superior a 2 anos, existe a tendência da população em ocupar a várzea. Essa ocupação gera, por ocasião das cheias, danos de grande monta aos ocupantes dessas áreas e, também, às populações que ocupam a bacia hidrográfica à montante, as quais são afetadas pelas elevações de níveis d'água, decorrentes da obstrução ao escoamento natural, causada pelos primeiros ocupantes (TUCCI, 2003b).

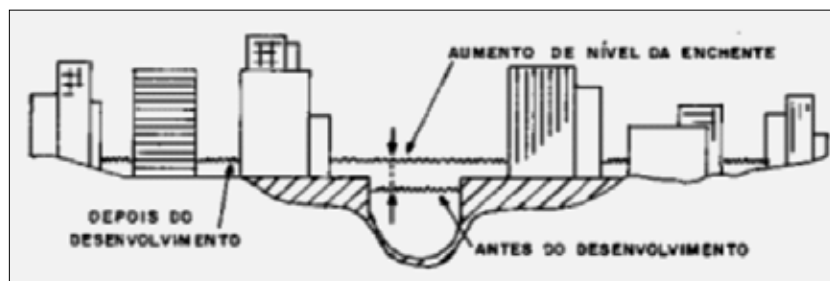


Figura 2 - Esquema representativo de modificação e ocupação do leito maior de um rio.

Fonte: TUCCI, (2003a)

As inundações trazem consequências principalmente para as populações ribeirinhas. Como mostrado na figura 2, a ocupação das áreas marginais dos rios prejudica primeiramente a parcela da população que se instalou no leito do rio. Porém, ao se instalarem nas áreas naturalmente inundáveis, essa mesma população que sofre com esse fenômeno passa a contribuir para que as consequências se estendam a um número maior de pessoas.

Nas notícias sobre esses fenômenos, veiculadas em jornais de diversas cidades, são relatadas as consequências compreendendo transtornos no trânsito com pontes interditadas, desvio do tráfego e engarrafamentos. Prejuízos materiais incluem destruição de móveis, alimentos e eletrodomésticos em casas inundadas e/ou alagadas e danos em carros cujos motoristas arriscaram a travessia. Danos sociais incluem desconforto, revolta e medo da população atingida. Moura (2005) destaca que outros danos provocados pelas inundações podem incluir a ocorrência de doenças como: leptospirose, esquistossomose, malária, cólera, febre tifóide, dengue, poliomielite e disenteria

ALGUMAS TENDÊNCIAS E APLICAÇÕES PRÁTICAS DO GEOPROCESSAMENTO EM ANÁLISE AMBIENTAL

As inundações resultam da combinação de vários elementos, como relevo, clima, impermeabilização do sítio urbano, entre outros. Para compreender as características das inundações faz-se necessário realizar uma análise integrada de vários elementos do meio físico, o que é facilitado com a criação de um modelo digital do terreno, e de um banco de dados georreferenciados. O avanço dos sensores, do processamento de imagem e sua integração com SIG têm permitido um aumento significativo no número de informações disponíveis e manipuláveis. Quanto à utilização de um Sistema de Informações Georeferenciadas - SIG, Xavier da Silva (2005) afirma que:

Há uma crescente utilização de Sistemas de Informações Geográficas nas análises ambientais, devido à evolução rápida e constante, nas últimas décadas, da tecnologia computacional, associada à demanda exponencial de dados ambientais e vinculada à proliferação dos problemas ambientais.

As técnicas de tratamento de imagens têm facilitado a representação e o mapeamento geomorfológico, de uso e ocupação, dentre outros aplicáveis ao diagnóstico, planejamento e gestão ambiental. O estudo e análise das

áreas suscetíveis à inundação, por manipular uma grande quantidade de dados, necessitam do uso de técnicas que permitem o cruzamento e análise de informações territorialmente espacializadas. Nesse sentido, Costa e Silva (2004) enfatizam que a aplicação de SIG tornou-se uma ferramenta poderosa que, atrelada ao uso de outros *softwares* de mapeamento, permite não somente maior rigor e precisão nas análises, mas também a atualização periódica dos dados.

Quando os efeitos de inundação são frequentes, existe a necessidade de se fazer um zoneamento das áreas de risco, definindo o grau do risco e também quais as melhores medidas a serem tomadas. Quanto à abordagem metodológica, Souza (1996) cita a análise da quantidade de fatores potencializadores, sendo esses fatores caracterizados como condicionantes geológicos, geomorfológicos e condicionantes antrópicos. A partir do zoneamento das áreas de risco podem-se propor recomendações para a intervenção do poder público, que pode ser tanto corretiva quanto preventiva.

A tentativa de solução de qualquer um dos problemas supracitados deve partir de uma base de informações razoavelmente confiável, de forma a possibilitar uma visualização correta do cenário de impacto, a busca de suas causas e possíveis indagações sobre situações futuras (TUCCI, VILLANUEVA e CRUZ, 2000).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As inundações ocorrem, em geral, devido a condicionantes do meio físico, que podem ser potencializados pela ocupação das bacias. Os condicionantes naturais, relacionados ao meio físico, incluem o regime de chuvas da região, a alta declividade nas porções superiores da encosta, a rugosidade do relevo, as variações hipsométricas, a forma das vertentes, a forma da bacia hidrográfica e a existência de planície de inundação, dentre outros. A ocupação, por sua vez, provoca a impermeabilização da bacia hidrográfica, o assoreamento e o estrangulamento da drenagem. Pode ocorrer ainda a ocupação por moradias irregulares de áreas destinadas à preservação, na planície de inundação às margens dos cursos d'água isso ocorre com frequência. A população, incluindo as crianças, fica então sujeita às ocorrências de inundação e as suas consequências.

URBAN INUNDATION: A TOUR OF THE LITERATURE

Abstract: Inundation are a recurring phenomenon in Brazilian cities, this occurs by several factors and has serious consequences. Among the factors that contribute to the occurrence of urban inundation include two types: natural and due to the occupation. These may be related to the type of occupancy of the river plains, the hydraulic characteristics of soils and rocks, the drainage density, the geometric shape of the hydrographic basin and its slopes and climatic factors. Inundation can also occur due to soil sealing hydrographic basin, siltation and choking of the drainage, among other factors. The main consequences are felt by the local population and range from emotional damage and even loss of lives.

Keywords: Inundation; causes; consequences.

REFERÊNCIAS

- CERRI, L.E. S. Riscos Geológicos Urbanos. In: CAMPOS, H.; CHASSOT, A (Org.). *Ciências da Terra e Meio Ambiente: Diálogos para (inter)ações no Planeta*. São Leopoldo (RS): Unisinos, 1999.
- CERRI, L.E.S e AMARAL, C.P. (1998). Riscos Geológicos. In: OLIVEIRA, A.M.S.; BRITO, S.N.A. (Org.). *Geologia de Engenharia*. São Paulo: ABGE, p. 301-310.
- CHRISTOFOLETTI, A. *Geomorfologia*. 2a ed. São Paulo: Ed. Edgard Blücher Ltda, 1980, 188p.
- COSTA, N. M. C. e SILVA, J. G, 2004. Geoprocessamento aplicado à criação de planos de manejo: o caso do Parque Estadual da Pedra Branca. In: Jorge Xavier da Silva; Ricardo Tavares Zaidan. (Org.). *Geoprocessamento e Análise Ambiental: Aplicações*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004, v., p. 67-114.
- JORGE F. N.; UEHARA, F. N. Águas de superfície. In: OLIVEIRA A. M. S.; BRITO, S. N. A. (Org.). *Geologia de Engenharia*. São Paulo: ABGE, 1998, p.101-109.
- MOURA, T.A.M. Estudo Experimental de Superfícies Permeáveis para o Controle do Escoamento Superficial em Ambientes Urbanos. Dissertação de Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2005. 117p.
- NASCIMENTO, M. A. L. S. O meio físico do Cerrado: Revisitando a produção teórica pioneira. In: ALMEIDA, M. G. (Org.) *Abordagens Geográficas de Goiás: O natural e o social na contemporaneidade*. Goiânia: IESA, p. 47-89, 2002.
- OLIVEIRA, L. M. *Guia de prevenção de acidentes geológicos urbanos*. Curitiba: Mineropar, 1998.
- PARKINSON, Jonathan et al. Drenagem Urbana Sustentável no Brasil. *Relatório do workshop em Goiânia – GO*. 7 de Maio de 2003. Goiânia: CREA, 2003

SILVEIRA, A.L.L. Provável Efeito Urbano nas relações IDF das chuvas de Porto Alegre. In: TUCCI, C.E.M e MARQUES, D.M.L.M. (Org). *Avaliação e Controle da Drenagem Urbana*. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 2000.

SOUZA, C. R. de G. *Cartografia de risco à inundação no Litoral Paulista: o exemplo do município de São Sebastião*. Departamento de Geotecnia (USP), departamento de Geologia Aplicada (Unesp), 1996.

TUCCI, C. E. M. Drenagem Urbana e Controle de Inundações. In: CAMPOS, Heraldo & CHASSOT, Attico (Org). *Ciências da Terra e meio ambiente*. São Leopoldo: Ed. Unisinos, 1999.

TUCCI, C.E.M. Águas Urbanas. In: TUCCI, C.E.M e BERTON, J.C. (Org). *Inundações Urbanas na América do Sul*. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2003a.

TUCCI, C.E.M. Inundações e Drenagem Urbana. In: TUCCI, C.E.M e BERTON, J.C. (Org). *Inundações Urbanas na América do Sul*. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2003b.

TUCCI, C.E.M e BERTON, J.C. Urbanización. In: TUCCI, C.E.M e BERTON, J.C. (Org). *Inundações Urbanas na América do Sul*. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2003.

TUCCI, C.E. M; VILLANUEVA, A ; CRUZ, M. Banco de Eventos de cheias de bacias urbanas brasileiras. In: *Avaliação e controle da drenagem urbana*. Editora da UFRGS/ABRH, 2000.

XAVIER DA SILVA, J. Geomorfologia e Geoprocessamento. In: *Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos*. GUERRA, A.J.T. e CUNHA, S. B. (Orgs.). Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 6. ed. p. 393-414.

Sobre a autora

KESIA RODRIGUES DOS SANTOS é mestre em geografia pela Universidade Federal de Goiás. Atua como professora na Universidade Estadual de Goiás e na Secretaria Municipal de Educação de Goiânia. Tem experiência na área de Geociências, com ênfase em Geografia Física, dedicando-se aos seguintes temas: inundação urbana, uso do solo, processos erosivos.

Recebido para avaliação em 02 Junho de 2012

Aceito para publicação em 01 de Agosto de 2012