

URBANIZAÇÃO E INUNDAÇÃO: CONFLITOS E POSSIBILIDADES

URBANIZATION AND FLOODING: CONFLICTS AND POSSIBILITIES

SILVA, Cláudio Santos da

E-mail: cssilva@arq.ufsc.br

SANTIAGO, Alina

E-mail: alina@arq.ufsc.br

RESUMO

A urbanização de um determinado território pode trazer consigo efeitos indesejáveis, considerados prejudiciais à população se comparados às alterações sofridas em seu ciclo hidrológico por consequência do modelo de desenvolvimento urbano implantado. Neste artigo são apresentadas as inter-relações entre a urbanização e a ocorrência de inundações, visando o destaque de alguns aspectos que venham a contribuir para a adoção de medidas que possam minimizar os graves impactos da ação das águas nas cidades decorrentes do processo de desenvolvimento urbano. Neste sentido, pode-se concluir que, conforme o modelo de urbanização adotado, podem ser amenizadas ou acentuadas as inundações em uma determinada bacia hidrográfica. A intensidade dos riscos de inundações à população está diretamente relacionada à maneira como é ocupado o território: maior o risco de ocorrência quanto maiores forem as modificações das características naturais da bacia. Os níveis de impactos sobre o regime de escoamentos se dará através dos modos de urbanização das bacias hidrográficas, onde impermeabilização e canalização são parâmetros essenciais que devem ser observados. A consideração da bacia hidrográfica como unidade de gestão, como prevê a Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei Federal nº9433/97, conhecida como Lei das Águas), bem como a adoção de instrumentos que visem o controle efetivo das ocupações e usos do solo, no conjunto do território da bacia e não apenas nas intervenções setorializadas, passam a ser elementos fundamentais para a prevenção da ocorrência de inundações, que têm sido tão freqüentes nas cidades brasileiras.

Palavras-chave: Urbanização, drenagem urbana, inundação.

ABSTRACT

The urbanization of determined territory can bring obtains effect undesirable, considered extremely harmful to the population when associates to the alterations suffered for the hidrologic cycle, for consequence of the model of implanted urban development. In this article the inter-relations between the urbanization and the occurrence of floodings are presented, aiming at the prominence of some aspects that come to contribute for the adoption of measures that can minimize the serious impacts of the action of waters in the decurrent cities of the process of urban development. In this direction, it can be concluded that, as the adopted model of urbanization, can be brightened up or be accented floodings in one determined hidrographic basin. The intensity of the risks of floodings to the population directly is related to the way as the territory is busy: greater the occurrence risk how much bigger they will be the modifications of the natural characteristics of the basin. The levels of impacts on the regimen of drainings will be given through the ways of urbanization of the hidrographics basins, where waterproofing and canalization are essential parameters that they must be observed. Consideration of hidrographic basin as unit of management, as it foresees the Politics National of Waters Resources (Federal Law nº9433/97, known as Law of Waters), as well as the adoption of instruments that aim at the effective control of the occupations and uses of the ground, in the set of the territory of the basin and not only in the sector interventions, start to be basic elements for the prevention of the occurrence of floodings, that they have been so frequent in the Brazilians cities.

Key words: Urbanization, urban draining, flooding.

Relações e impactos

Urbanização, por definição do Dicionário Aurélio de Língua Portuguesa, refere-se ao “Ato ou efeito de urbanizar”. Ao termo *urbano* temos como significado “1. Relativo à cidade; 2. Civilizado, polido, cortês, afável”. Ao passo que *Inundação* é definido por “1. Ato ou efeito de inundar ou de ser inundado; 2. Grande cheia de águas que transbordam do rio, alagando as terras próximas”. Se recorrermos ao termo utilizado no Dicionário Michaelis de Língua Inglesa, encontramos em *Overflow* (flow=fluir; over=excedente) um significado mais evidente ao que é representado pelo “fluxo em excesso” nos cursos d’água que, quando tratamos de espaço urbano, pode significar grande tormenta aos moradores das áreas próximas a estes cursos.

Parece-nos um tanto claras tais definições. Porém, torna-se necessária, para melhor compreensão destas duas ocorrências (*urbanização e inundação*) em determinada área geográfica, uma análise específica das inter-relações entre estes dois fenômenos, para que possamos elucidar quais os seus reais efeitos para a população que reside nas cidades, de maneira que possíveis prejuízos, tanto aos moradores quanto aos sistemas naturais de drenagem, possam ser evitados.

Inicialmente, cabe ressaltar as modificações básicas e devidamente quantificadas que ocorrem nas características do ambiente quando passam da condição rural à condição urbana, apresentadas na Figura 1.

40 Agua

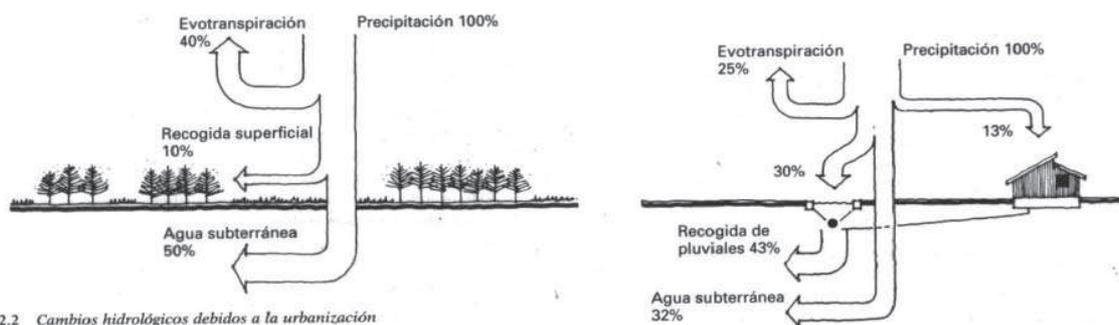


Fig. 2.2 Cambios hidrológicos debidos a la urbanización

a Preurbano
b Urbano

Figura 1: Alterações hidrológicas devido à urbanização
Fonte: Hough, 1998

Além da influência nas características climáticas, onde na condição rural há uma maior evapotranspiração e conseqüente resfriamento do ar devido à predominância de vegetação no solo em relação à condição urbanizada, evitando o fenômeno das “ilhas de calor” nas cidades (HOUGH, 1998), percebe-se as alterações no volume do escoamento das águas precipitadas através de dutos pluviais na condição urbana e na redução de 50 para 32% do escoamento subterrâneo. Tal diferença está associada basicamente ao aumento da impermeabilização do solo nas áreas urbanizadas, o que impede a infiltração para o subsolo e aumenta tanto o volume de água quanto a velocidade do escoamento superficial (reduzindo o tempo de concentração da bacia), atingindo as áreas mais baixas da bacia hidrográfica em espaço de tempo menor que na condição rural. Por isso, a necessidade das áreas verdes nas cidades é justificada por dois aspectos fundamentais: a busca do equilíbrio térmico e recuperação da permeabilidade do solo para infiltração das águas.

Sob esta ótica, se tomarmos como princípio a ocorrência de *inundação* em uma determinada bacia hidrográfica que ainda esteja mantida nas suas condições naturais, uma forte precipitação com aumento da vazão em nada implicaria, além da invasão pela água em algumas áreas antes não atingidas nas condições normais de escoamento (Figura 2). As áreas de várzea (leito maior)

naturalmente se encarregariam de amortecer esse excesso de água até que o escoamento em direção aos rios ou lagos ocorresse por completo. Logo, ambientes que se caracterizam por aspectos de ruralidade (ocupações rarefeitas e baixa densidade) mais acentuados que os de urbanidade (ocupações com maior densidade), pouco têm a temer sob os efeitos das inundações.



Figura 2: Bacia hidrográfica na condição natural
Fonte: Autor, 2005

Por outro lado, se considerarmos um território caracterizado pela urbanização e somarmos a ocorrência de inundação, ou seja, de “fluxo em excesso”, as relações de impactos serão bastante diferentes daqueles territórios que ainda se encontram nas condições rurais (Figura 3). Isto porque determinadas áreas urbanizadas não são apenas as maiores sofredoras dos efeitos das cheias, mas são também as principais causadoras dos fenômenos de inundação. Por esse motivo que se torna relevante a compreensão das inter-relações mencionadas anteriormente.



Figura 3: Bacia hidrográfica na condição urbanizada
Fonte: Autor, 2005

O processo de urbanização, de uma maneira geral, traz consigo dois aspectos fundamentais quanto à interferência no regime de escoamento das águas pluviais: a impermeabilização do solo e a canalização da drenagem (CAMPANA e TUCCI, 1994). Somado a estes dois fatores, devemos considerar que os projetos de drenagem no Brasil ainda são tratados sob o conceito de escoar as águas o mais rapidamente possível. Estas alterações são extremamente nocivas ao ciclo hidrológico natural, pois provocam o aumento do pico de vazão de cheia, a antecipação do tempo desta vazão máxima e aumento do escoamento superficial (CAMPANA e TUCCI, 1994).

Podemos ainda considerar que, mesmo que não seja completamente impermeabilizado, o solo no qual teve suprimida sua vegetação natural e torna-se exposto à ação das intempéries propicia, no caso da ocupação de terrenos de maior declividade como áreas de encostas de

morros, deslizamentos que acarretarão no assoreamento dos cursos d'água, aumentando as chances de ocorrência de inundações à jusante.

Em relação aos efeitos da urbanização, também merece destaque a influência do crescimento populacional no aumento proporcional da geração de resíduos sólidos que, se destinados inadequadamente, tornam-se um componente complicador ao escoamento pluvial devido à obstrução da entrada dos dutos, acabando por contribuir tanto para ampliação da poluição dos recursos hídricos como o aumento dos fenômenos de cheias urbanas.

Portanto, constata-se que modelos de urbanização que desconsideram as taxas de impermeabilização e adotam canalizações indiscriminadamente em suas ocupações, são bem mais suscetíveis aos fenômenos de inundação. Considerando que as inundações são sinônimo de prejuízos, de ordem econômica, social e ambiental, paradoxalmente estes modos de ocupação possuem custos bem mais elevados do que a adoção de projetos que procuram diminuir a vazão das águas, através de recursos alternativos como a detenção (o armazenamento temporário para redução do volume das águas à jusante). Os custos são maiores porque, na tentativa de escoar as águas pluviais rapidamente e na impossibilidade das águas infiltrarem no solo devido à impermeabilização, o volume de água nos dutos é ampliado em até 6 vezes (TUCCI, 2000), sendo necessários para tanto o aumento da capacidade dos condutos e o aumento da distância para que não cause riscos à população.

Em estudo realizado na cidade de Curitiba/PR, comprovou-se que a impermeabilização de 60% da área da bacia do rio Belém aumentou em 6 vezes o valor da vazão média de inundação em relação às suas condições rurais. É importante ressaltar que os países ricos já abandonaram o conceito de "escoamento rápido" desde 1970 (TUCCI, 1996), enquanto países mais pobres ainda continuam a adotar estas medidas que, contraditoriamente à quantidade de recursos para investimentos que dispõem, possuem custos elevados e os prejuízos com inundações são consideravelmente maiores.

Como exemplo disto, na cidade de Pelotas/RS em função dos riscos de inundações, foram realizadas obras baseadas nas soluções clássicas de diques associados a áreas internas de "polders" com bombas de recalques, com propósito de impedir a inundação da região urbana por água proveniente do canal São Gonçalo (ROTARY, 2001). Estas medidas estritamente corretivas, ao contrário da adoção de mecanismos preventivos quanto à ocupação das áreas de risco, se demonstraram inadequadas, tendo em vista que a implantação deste sistema demandou quantia elevada de recursos públicos, consome energia elétrica para bombeamento e ainda está sujeito a falhas em seu funcionamento, como as inundações com prejuízos sociais consideráveis registradas em 1984 e 2004. Portanto, uma intervenção no espaço urbano tipicamente insustentável em sua essência.

São muitos os casos conhecidos em que a cidade é colocada contra a natureza e, a partir desta relação, são agravados ainda mais os problemas ambientais urbanos, onde o consumo energético e os custos de construção e manutenção são bem mais elevados do que os anteriores à urbanização, o que torna incoerente a gestão de cidades onde os recursos normalmente são bastante escassos.

Adequações possíveis

Constatados os componentes urbanos que reforçam a suscetibilidade a inundações, é possível esboçar algumas alternativas para minimizar tais riscos. As medidas consideradas mais "sustentáveis" são as de controle da drenagem na origem (TUCCI, 1997). À nível de lote, possibilitando uma maior permeabilidade do solo, e medidas de macro-drenagem que são as detenções (reservatórios urbanos mantidos secos).

Quanto à permeabilidade no lote, é fácil compreender que as águas que infiltrarem serão percoladas (escoamento subterrâneo) deixando de contribuir com o volume de água nos dutos pluviais, o que em larga escala reduzirá sensivelmente a vazão máxima. Para melhor compreensão da importância que representa a utilização da retenção para controle da macro-drenagem urbana, o esquema abaixo (Figura 4) demonstra seus efeitos, que podem ser simplificados para melhor entendimento se comparados aos escoamentos na escala de uma residência.

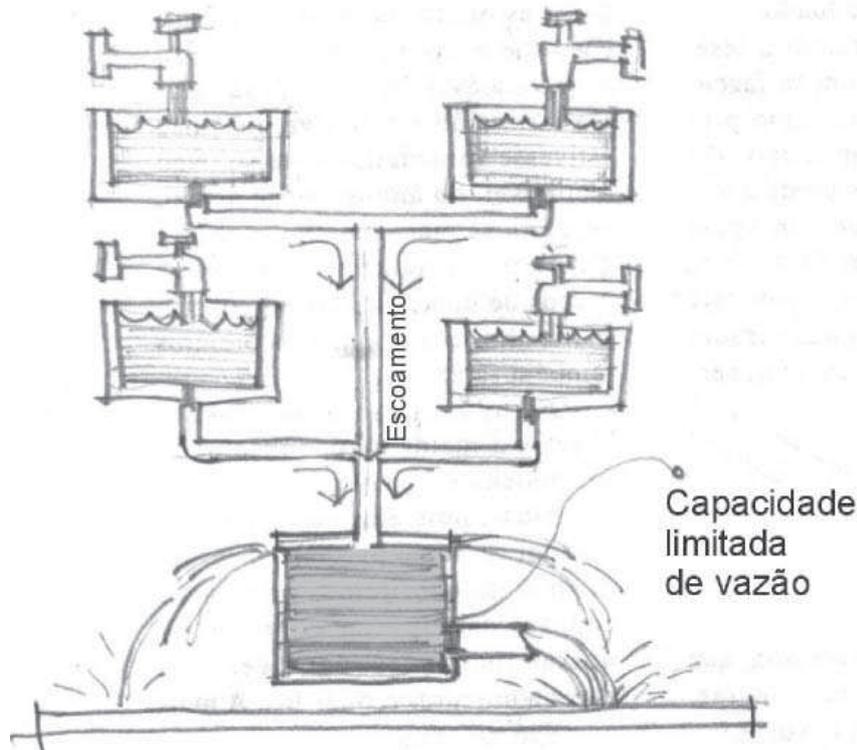


Figura 4: Esquema comparativo com tanques de retenção
Fonte: Autor, 2005

Na hipótese de abriremos quatro torneiras ao mesmo tempo, o escoamento pelo ralo dos tanques se dará simultaneamente, excedendo a capacidade de vazão do ponto final de saída da rede. Isto é semelhante à uma forte precipitação, onde os dutos serão sobrecarregados ao mesmo tempo por um volume superior à sua capacidade, extravasando à jusante da bacia e configurando a inundação. Por outro lado, se estancarmos o escoamento de dois tanques, o volume de água na rede reduzirá, e após determinado período podemos liberar os dois tanques restantes sem exceder o limite de vazão de saída. Esta, então, é a função dos reservatórios de retenção urbanos: conter um determinado volume de água para amenizar a sobrecarga da vazão nos dutos à jusante.

Este é um modelo que, ao contrário da maioria das soluções que transferem o volume de água para áreas mais baixas, amortece o pico de vazão, recurso fundamental para o controle das inundações. Diante da necessidade de observar o conjunto territorial da bacia hidrográfica e considerá-la como unidade de planejamento, tais medidas se mostram extremamente adequadas para minimizar os impactos causados pelas cheias urbanas. Algumas cidades onde as inundações são bastante frequentes, como São Paulo/SP, já existe na legislação municipal a exigência da adoção destes critérios para as novas edificações, no sentido de amenizar os impactos causados na drenagem urbana.

Uma importante observação sobre a relevância da legislação proibitiva no processo de ocupação do solo urbano para fins de habitação na região de Interlagos/SP (MARICATO,1997) demonstra que, nas áreas de mananciais mais sensíveis, a delimitação de zonas de preservação torna desinteressante ao mercado imobiliário legal uma ocupação intensiva, o que então é ideal para a ação ilegal da parcela da população sem acesso à moradia, através da proliferação de loteamentos clandestinos, que por sua vez degradam o ambiente natural e ainda estarão submetidos ao risco das inundações. Portanto, atesta que as políticas públicas devem atentar não apenas para o ambiente natural isoladamente, mas lançar um olhar ampliado e não pontual sobre as questões sociais e econômicas que estão inter-relacionadas aos problemas do risco de inundações urbanas.

Neste aspecto, parece oportuno recuperar o “princípio de conexão” (HOUGH,1998), onde defende que “tudo está conectado a outra coisa”, princípio este característico do ambiente natural, onde então reforça a necessidade da compreensão dos elementos em relação ao seu contexto para compreender um lugar determinado e, assim, não provocar desequilíbrio com qualquer intervenção que se venha a realizar. Torna-se premissa, então, identificar tais conexões, adotando para isso uma visão sistêmica para cada elemento envolvido. Logo, o processo de adequação das intervenções ao meio físico tende a demandar uma imensa variedade de estudos. Como exemplo, podemos encontrar suporte através da elaboração de avaliações como as que estão contidas na Carta Geotécnica (IPT,1980), que tem por objetivo identificar os condicionantes do meio físico para o planejamento da ocupação urbana, de maneira a apresentar a “aptidão física” das áreas analisadas para a melhor e mais segura adaptação ao meio.

Diante do que foi exposto, merece destaque final o questionamento colocado por Michael Hough, para que persigamos incessantemente:

“...das soluções criativas que surgem de uma integração total entre ecologia e desenvolvimento humano...se deve ir além e perguntar: como os processos de desenvolvimento humano podem ‘contribuir’ com os ambientes que modificam?”

Considerando o espaço da cidade como sendo componente indissociável do ambiente natural, torna-se fundamental a compreensão dos fenômenos naturais em relação às demandas urbanas. Torna-se evidente, então, a necessidade do entendimento dos problemas de forma abrangente e integrada. Fica a sugestão, portanto, da busca de práticas urbanas menos impactantes ambientalmente, na forma de “contribuições positivas” (HOUGH,1998) à natureza que é transformada.

Conclusões

Procurou-se aqui trazer uma abordagem sobre a necessidade de maior compreensão acerca dos processos naturais nas atividades de intervenção no meio físico para projetar ou modificar as cidades, devido aos elevados graus de degradação do ambiente decorrentes da má apropriação dos recursos naturais. Entendendo o ambiente como o todo, natureza e cidade, pois tais ações trazem como consequência não apenas a deterioração e extinção dos recursos naturais, mas também a redução da qualidade de vida nas cidades.

Considerando a freqüente queixa da escassez de recursos nos órgãos brasileiros de administração pública - o que impossibilita maiores investimentos em obras de controle da drenagem e em mecanismos eficientes de fiscalização do uso do solo - e a maneira como tem se caracterizado a urbanização nas cidades brasileiras (com obras pontuais de controle da drenagem somadas à ocupação desordenada), há uma tendência de aumento considerável dos prejuízos para população das cidades. E, a partir das catástrofes, contraditoriamente, serão necessários investimentos bem maiores nas soluções corretivas dos danos do que na adoção de medidas preventivas de controle da drenagem urbana.

Neste sentido, pode-se concluir que, conforme o modelo de urbanização adotado, podem ser amenizadas ou acentuadas as inundações em uma determinada bacia hidrográfica. A intensidade dos riscos de inundações à população está diretamente relacionada à maneira como é ocupado o território: maior o risco de ocorrência quanto maiores forem as modificações das características naturais da bacia. Os níveis de impactos sobre o regime de escoamentos se dará através dos modos de urbanização das bacias hidrográficas, onde impermeabilização e canalização são parâmetros essenciais que devem ser observados. A consideração da bacia hidrográfica como unidade de gestão, como prevê a Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei Federal nº9433/97, conhecida como Lei das Águas), bem como a adoção de instrumentos que visem o controle efetivo das ocupações e usos do solo, no conjunto do território da bacia e não apenas nas intervenções setorizadas, passam a ser elementos fundamentais para a prevenção da ocorrência de inundações, que têm sido tão freqüentes nas cidades brasileiras.

Bibliografia

CAMPANA, N. A.; TUCCI, Carlos E. M. Estimativa de área impermeável de microbacias urbanas. *Caderno de Recursos Hídricos*, v.12, n. 2, p. 79-94, 1994.

DNOS. Sistema de proteção contra enchentes de Pelotas. *Relatório do Departamento Nacional de Obras e Saneamento (DNOS)*. Pelotas: DNOS, 1987.

HOUGH, Michael. *Naturaleza y ciudad: Planificación urbana y procesos ecológicos*. Bracelona: Gustavo Gilli, 1998.

MARICATO, Ermínia. *Habitação e cidade*. Coordenação de Wanderley Loconte. São Paulo: Atual, 1997.

PRANDINI, Fernando L. et. al. *Carta geotécnica dos morros de Santos e São Vicente. Condicionantes do meio físico para o planejamento da ocupação urbana*. São Paulo: IPT, 1980.

ROTARY CLUB PELOTAS NORTE. Saneamento básico na cidade de Pelotas: Situação atual e prioridades. *Relatório de consultoria*. Pelotas: Rotary Club Pelotas Norte, 2001.

TUCCI, Carlos E. M. Coeficiente de escoamento e vazão máxima de bacias urbanas. *RBRH*, v. 5, n. 1, p. 61-68, 2000.

_____. *Estudos hidrológicos-hidrodinâmicos do rio Iguaçu na região metropolitana de Curitiba*. Curitiba, Prosan-Suceam, 1996.

_____. Plano diretor de drenagem urbana: Princípios e concepção. *RBRH*. Associação Brasileira de Recursos Hídricos, v. 2, n. 2, p. 5-12, 1997.

