

CONTRIBUIÇÕES DO PLANEJAMENTO URBANO ÀS QUESTÕES HIDROLÓGICAS E AMBIENTAIS

D.R. Tavanti e A.P. Barbassa

RESUMO

A ocupação urbana de forma desordenada, e as inundações em áreas urbanas constituem-se em um dos mais significativos impactos negativos sobre os recursos naturais, sobre as cidades e sobre a sociedade. Os métodos de planejamento em si também têm suas responsabilidades sobre os problemas urbanos, apesar de uma notável evolução nos mesmos. Este artigo tem o objetivo de analisar diferentes processos de planejamento urbano, restringindo-se ao método convencional, praticado até os dias atuais no Brasil; o método baseado nos princípios de Cidade-Jardim idealizado na Inglaterra, no início do século XX, e o método de desenvolvimento de baixo impacto (LID), oriundo da América do Norte, a partir de 1970. Os reflexos dos três modelos sobre as inundações urbanas são previsíveis, a capacidade de controle aumenta e os impactos diminuem quando se passa do convencional, para a cidade jardim e para o desenvolvimento de baixo impacto.

1 INTRODUÇÃO

Os efeitos principais da urbanização desordenada são: redução da infiltração das águas pluviais, aumento e aceleração do escoamento superficial e aumento das vazões máximas. Portanto, a urbanização promove alterações: (a) no balanço hídrico da bacia hidrológica, pois altera, principalmente, as condições de infiltração e escoamento superficial; (b) na geração de sedimentos, pois com a retirada da cobertura vegetal e com alterações na morfologia do terreno, criam-se condições para, dependendo do tipo de solo, o surgimento de processos erosivos; e (c) a qualidade da água é afetada pela poluição difusa existente nas bacias urbanas, através principalmente, do primeiro fluxo de escoamento superficial direto.

O escoamento superficial, segundo Jorge *et al.* (2001), corresponde à parcela da água precipitada que permanece na superfície do terreno, sujeita à ação da gravidade que a conduz para cotas mais baixas. É de relevante importância entender as causas que geraram este problema para que se façam projetos considerando esta questão.

A cobertura vegetal tem como efeito a interceptação de parte da precipitação, que poderia gerar escoamento, além da proteção do solo contra a erosão (Brasil, 2006), sendo importante para florestas. A evapotranspiração pode passar de 40% em condições naturais para 30% em área altamente urbanizada. A infiltração de 50% para 15%, devido à impermeabilização que ocorre quando passa-se de pré para pós urbanização. O excesso de precipitação que não é captada por interceptação, infiltração e retenção, se torna escoamento superficial. O escoamento superficial é elevado, por nestas situações, de 10%

(condição natural) para 55%, em função da impermeabilização dos solos em áreas altamente urbanizadas. Este balanço hídrico na bacia urbana (Figura 01) ilustra a redução da recarga natural dos aquíferos (Prince George's County, 1999). Além da mudança substancial dos componentes do ciclo hidrológico, há também um aumento da velocidade de escoamento superficial. Isto provoca inundações mais rápidas, pela antecipação do tempo de ocorrência de pico de vazão.

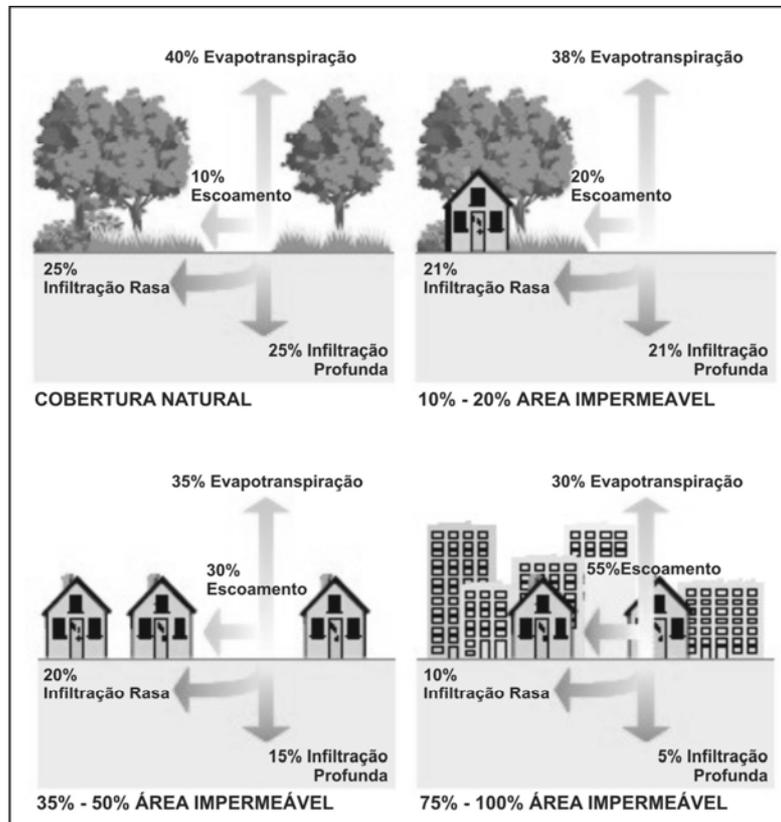


Fig. 01 Alterações no ciclo hidrológico em decorrência da urbanização.

Fonte: Adaptado de Prince George's County, 1999.

Para o Ministério das Cidades (Brasil, 2005), os principais problemas relacionados com a ocupação do espaço são: (a) a expansão irregular ocorre sobre as áreas de mananciais de abastecimento humano, comprometendo a sustentabilidade hídrica das cidades; (b) a população de baixa renda tende a ocupar áreas de risco de encostas e áreas de inundações ribeirinhas devido à falta de planejamento e fiscalização; (c) aumento da densidade habitacional, com conseqüente aumento de demanda de água e do aumento da carga de poluentes sem tratamento lançados nos rios próximos às cidades; e (d) acelerada impermeabilização, rios urbanos canalizados ou desaparecem debaixo das avenidas de fundo de vale e outras, produzindo inundações em diferentes locais da drenagem.

A urbanização caótica e o uso inadequado do solo provocam a redução da capacidade de armazenamento natural dos deflúvios (Canholi, 2005); e estes, por sua vez demandarão outros locais para ocupar.

Pretende-se discutir e levantar teoricamente a relação do método de desenvolvimento urbano com suas possibilidades de controle de inundações e preservação do ciclo hidrológico no meio urbano.

2 CAUSAS DOS IMPACTOS DE ENCHENTES

Os impactos das enchentes sobre a população são freqüentes: prejuízos materiais; perdas de vidas; interrupção da atividade econômica das áreas inundadas; contaminação por doenças de veiculação hídrica; contaminação da água pela inundação de depósitos de materiais tóxicos. As figuras 02 e 03 ilustram áreas urbanas inundadas.

As causas deste fenômeno estão relacionadas aos aspectos hidrológicos, urbanísticos e sociais. O crescimento urbano faz com que as previsões hidrológicas sejam ultrapassadas. O método de controle das enchentes baseado no afastamento das águas urbanas, agrava o efeito do crescimento urbano, conforme demonstrado em Tavanti (2009).



Fig.02 Inundação em S. J.Rio Preto/SP – Córrego Canela canalizado.

Fonte: Diário da Região, 2008.



Fig.03 Inundação em São José do Rio Preto/SP.

Fonte: Diário da Região, 2008.

A concepção do planejamento urbano, ou pior, a sua ausência, também potencializam as enchentes urbanas. Agravante ainda maior são as ocupações irregulares de população de baixa renda, que vivem, literalmente, às margens dos córregos, não por preferência, mas por falta de opção; expõem-se, para ter uma habitação, ao risco permanente de vida (Figuras 04).



Fig.04 Ocupação irregular às margens de córrego em São Paulo.

Fonte: Gondim, 2009.

O Ministério das Cidades, através da Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental desenvolveu o Programa de Drenagem Sustentável: apoio ao Desenvolvimento do Manejo das Águas Pluviais urbanas (2005), por meio de ações estruturais e não estruturais dirigidas à prevenção, ao controle e à minimização dos impactos provocados por enchentes urbanas e ribeirinhas.

3 ANÁLISE DOS DIFERENTES MÉTODOS DE PLANEJAMENTO E SEUS EFEITOS HIDROLÓGICOS E AMBIENTAIS

O desenvolvimento urbano é o conjunto de processos, planejados ou não, que conduzem ao crescimento das cidades, por expansão ou por alterações no seu interior. As cidades têm no desenho urbano parte do seu processo de planejamento, assim, todas as decisões terminarão por afetar a qualidade do meio ambiente e a qualidade de vida da população (Tavanti, 2009).

O traçado urbano é o meio mais poderoso para a ordenação da cidade (Lynch, 1997). Para o autor, através das formas das vias pode-se controlar a qualidade urbana e facilitar a legibilidade da cidade.

Ao longo dos séculos foi possível observar que o desenvolvimento das cidades se deu sem considerar as condições naturais do meio físico, resultando assim, em alterações prejudiciais ao ambiente e ao próprio homem. Este tipo de planejamento ainda é possível observar nas cidades.

A análise dos diferentes métodos de planejamento urbano, neste artigo, restringe-se ao método convencional, praticado até os dias atuais no Brasil; o método baseado nos princípios de Cidade-Jardim idealizado no início do século XX na Inglaterra, e o método de desenvolvimento de baixo impacto (LID), oriundo da América do Norte, a partir de 1970.

3.1 Desenvolvimento urbano Convencional

De acordo com o art. 182 da Constituição Federal de 1988 (Brasil, 1988), a política de desenvolvimento urbano deve ser executada pelo Poder Público municipal, conforme diretrizes gerais fixadas em lei. O artigo 30 define que compete aos Municípios promover o adequado ordenamento territorial, mediante planejamento e controle do uso, do parcelamento e da ocupação do solo urbano (Tavanti, 2009).

O processo de planejamento urbano convencional baseia-se apenas na lei Federal nº 6.766/79 e alterações posteriores. A lei Federal nº 6.766/79, que trata do parcelamento do solo urbano, traz a obrigatoriedade de 35% da área da gleba, ser destinada a áreas públicas, como sistemas de circulação, de equipamento urbano, bem como a espaços livres de uso público. Desses 35% da área total da gleba, um percentual de 20% é destinado a atender o sistema de circulação do loteamento, no caso de urbanização seguindo os padrões convencionais; e somente 10% destinam-se as áreas verdes. A lei estabelece em seu art. 6º que, no projeto do loteamento deverá conter as divisas da gleba a ser loteada; as curvas de nível, quando exigidas por lei estadual; A localização dos cursos d'água, bosques e construções existentes; a indicação dos arruamentos, as vias de comunicação, as áreas livres e os equipamentos urbanos e comunitários; o tipo de uso predominante a que o loteamento se destina; as características, dimensões e localização das zonas de uso contíguas. A Resolução CONAMA 303/2002 (Brasil, 2002) que regulamenta o art. 2º da Lei nº 4.771/65 (Brasil, 1965) obriga a manutenção de uma Área de Preservação Permanente (APP) ao longo dos cursos d'água e em função da lagura dos mesmos. Em áreas urbanas, normalmente as APPs não são respeitadas. Esses são os únicos parâmetros disponíveis e convencionalmente utilizados para projeto urbano.

Portanto, tem-se nesse desenvolvimento, liberdade para supressão de vegetação natural, desprezo à topografia e às condições naturais do meio, aterramento de nascentes e corpos d'água, traçado urbano com vias implantadas perpendicularmente às curvas de nível, impermeabilização dos solos através de vias, passeios e telhados.

Ao urbanista cabe a tarefa de dar forma e função à cidade, através do desenho urbano. Os limites mínimos legais normamente condicionam o projeto urbano em função dos interesses do empreendedor. No desenho urbano convencional, os conceitos urbanísticos, hidrológicos e ambientais são inarticulados e/ou desconsiderados durante o planejamento. Mascaró (2005) apresenta alguns tipos de traçados urbanos, variando de acordo com a topografia do local e conforme as características dos usuários; que podem ser compostos de diversas maneiras, podendo-se denominá-los de malhas fechadas (Figura 05), abertas ou semi-abertas (Figura 06). No entanto, para alcançar o projeto adequado do traçado urbano, deve-se buscar o maior conhecimento possível das características da gleba a ser loteada e de seu entorno, considerando que as soluções escolhidas devem ser provenientes das condições topográficas e adaptar-se a elas.

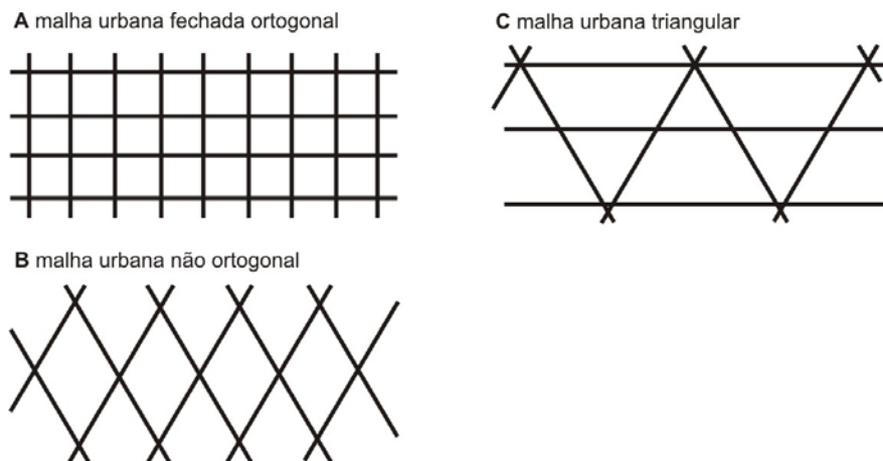


Fig.05 Exemplos de malhas urbanas fechadas.

Fonte: Adaptado de Mascaró, 2005.

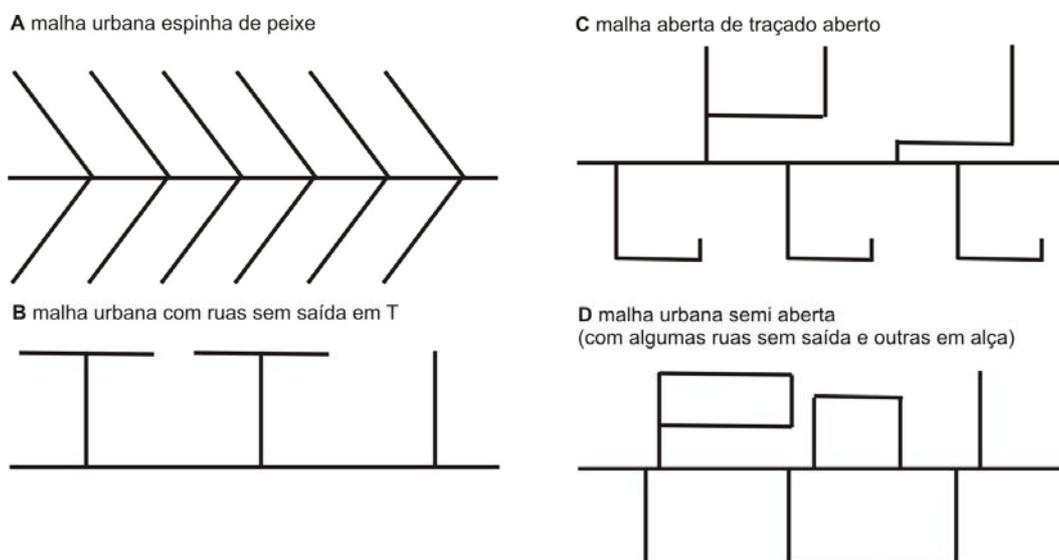


Fig.06 Exemplos de malhas urbanas abertas e semi-abertas.

Fonte: Adaptado de Mascaró, 2005.

No método convencional, as soluções de drenagem adotadas atuam diretamente na correção dos problemas, sob pontos críticos; envolvendo a conexão das áreas impermeabilizadas ao sistema de drenagem, que normalmente é enterrado, a canalização dos cursos d'água, bem como, a ampliação da capacidade de rios e canais. O sistema de

drenagem é então implantado após o desenvolvimento do espaço urbano e, algumas vezes, após pavimentação das ruas.

Esse tipo de urbanização dá maior dimensão aos impactos no ambiente, com significativa alteração no ciclo hidrológico, com aumento e aceleração do escoamento superficial e a transferência dos impactos para áreas adjacentes (Tucci, 2005).

Canholi (2005) coloca que o “conceito de canalização” convencionalmente exercido por décadas no mundo todo e particularmente no Brasil, voltado à implantação de galerias e canais de concreto, ao tamponamento dos córregos, à retificação de traçados e aumento de declividades de fundo e demais intervenções, visavam, prioritariamente, promover o afastamento rápido dos escoamentos e, ainda, o aproveitamento dos fundos-de-vale como vias de tráfego, tanto laterais aos canais como por sobre os mesmos.

A ineficiência dos sistemas convencionais em controlar as inundações e a necessidade de soluções adaptadas a um contexto crescente de preservação ambiental evidenciaram as limitações do uso das soluções clássicas, levando ao questionamento sobre a continuidade da sua utilização.

Baptista *et al.* (2002) salientam as preocupações com a preservação ambiental em meio urbano pela população, as quais têm se manifestado pela crescente demanda pela valorização da paisagem urbana e, em decorrência pela melhoria da qualidade da água e da preservação global de cursos d'água, lagos e áreas úmidas no meio urbano.

Franco (2001) faz uma prospecção futura onde a cidade se volta para os rios dentro de uma nova estruturação urbana baseada na sustentabilidade ambiental. Essa transformação exige que a sociedade como um todo se empenhe em prol de uma mudança ética e de valores em relação com a natureza, o meio ambiente e a própria urbe, entendida como seu principal habitat. Essa nova ética, baseada em princípios ecológicos, tem por metáfora a “cidade como extensão do corpo humano”, ou, na cidade vista como “ecossistema humano”, onde os recursos naturais deverão ser gerenciados de modo a se promover a qualidade de vida urbana com o mínimo de impacto ambiental.

Na figura 14 é possível observar as estratégias de planejamento convencional, bem como, as soluções de drenagem e os impactos decorrentes do Desenvolvimento urbano Convencional.

3.2 Desenvolvimento urbano “Cidade-Jardim”

O ideário *Garden-City*, ou Cidade-Jardim, surgiu como resposta à situação de crescimento na qual as cidades dos países industrializados se encontravam em fins do século XIX. Os conceitos urbanísticos inseridos neste ideário foram amplamente difundidos e aplicados ao longo do século XX em planos urbanos em diversos países, como Bélgica, Alemanha, França, Estados Unidos, Japão, Brasil, entre outros (Trevisan, 2004).

Para o autor, os conceitos da *Garden-City* tornaram-se públicos no ano de 1898 com a obra *To-morrow: A Peaceful Path to Real Reform*, do inglês Ebenezer Howard, tornando-se ícone para o urbanismo moderno ao apresentar um novo modelo urbano, uma cidade diferenciada em seus aspectos físicos e em sua organização econômica, social e política.

Na proposta de Howard, ¼ da cidade seria ocupado por parques e jardins residenciais, além dos cinturões verdes, e vias bem arborizadas, como forma de garantir um ambiente físico mais agradável, com muito verde e o contato com o campo a poucos passos de distância, de forma a conciliar as vantagens da cidade e do campo em um só espaço, criando assim uma cidade com mais qualidade de vida para os habitantes.

Em 1903 aconteceu a concretização do modelo proposto por Howard através da cidade de *Letchworth*, na Inglaterra, cujo plano urbano se adapta ao sítio previamente escolhido, moldando-se às características topográficas do terreno e preservando e incorporando-se à

natureza do local (Creese, 1992). No modelo urbano proposto (Figura 07), a partir da praça, expandiu-se o plano de forma radiocêntrica, por vias com caráter residencial; nos bairros residenciais a ocupação foi feita de modo a garantir baixa densidade, e utilizaram-se *cul-de-sacs* no traçado do desenho viário residencial. Essas características garantem à cidade, a qualidade ambiental, onde as pessoas se sentem em plena harmonia com o espaço e com a paisagem construída.

Observa-se que as estratégias de planejamento da cidade-jardim envolvem um traçado urbano ajustado à topografia da área, com ruas estreitas e bem arborizadas, e extensas áreas verdes espalhadas pela malha urbana. Hidrologicamente, as soluções de drenagem podem ser consideradas potencialmente sustentáveis, pois possibilitam a infiltração das águas pluviais nas áreas permeáveis, criadas como proposta do modelo para valorização da paisagem e da qualidade de vida da população.

Na figura 14 estão caracterizadas as estratégias de planejamento, as soluções de drenagem e os impactos decorrentes do Desenvolvimento urbano Cidade-Jardim.



Fig.07 Letchworth, primeira Cidade-Jardim, início do século XX.

Fonte: Andrade, 2003.

3.3 Desenvolvimento urbano de Baixo Impacto (LID)

O método de Desenvolvimento urbano de baixo impacto (*Low Impact Development - LID*) atua no gerenciamento e controle do escoamento das águas pluviais, procurando imitar as condições hidrológicas de pré-desenvolvimento do local, usando técnicas de projeto para armazenar, infiltrar, evaporar e diminuir o escoamento superficial.

Estudos desenvolvidos pelo *Department of Environmental Resources* (Prince George's County, 1999) mostram que as estratégias e técnicas de LID oferecem os caminhos para alcançar as metas e objetivos de gestão de águas pluviais, facilitando o desenvolvimento de planos adaptados a topografia natural, mantendo o rendimento do lote e as funções hidrológicas do local; Visam a valorização estética e a gestão de controle de águas pluviais menos custosos (Georgia, 2001).

Embora as vias tenham como função principal atender ao tráfego de veículos e pedestres, é também um importante elemento para a drenagem urbana, pois a água sempre procura o sentido da maior declividade, ou seja, perpendicular à curva de nível. O desenho das vias (Figura 08) também pode influenciar sobre o total de áreas impermeáveis e sobre o planejamento hidrológico do local; a extensão (comprimento) das vias e a área pavimentada podem variar para cada opção de desenho de vias. A seleção de uma alternativa de desenho pode resultar em uma redução de 26% do total de áreas impermeáveis (Prince George's County, 1999).

O desafio de planejar com LID se encontra em buscar o controle de quantidade e qualidade, por intermédio de práticas integradas e estratégias de projeto, que incluem: recarga subterrânea, retenção ou detenção para armazenamento permanente; controle e

captura de poluentes, valorização estética da propriedade; e uso múltiplo das áreas, satisfazendo em alguns casos, normas locais por áreas verdes ou espaço com vegetação. O controle e a gestão dos impactos são realizados, não somente pela utilização de técnicas estruturais, mas, principalmente, pela educação pública, de acordo com as condições climáticas, geológicas e socioeconômicas, entre outras diferenças.

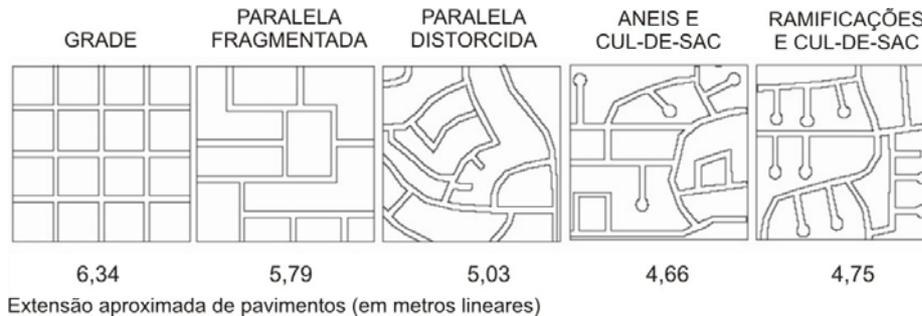


Fig.08 Extensão de pavimentos conforme opções de desenho de vias.

Fonte: Adaptado de Prince George's County, 1999.

LID diferencia-se do uso dos sistemas convencionais, pela necessidade de se tratar da questão das águas pluviais e de seu manejo ao mesmo tempo em que se elabora o projeto urbano. O emprego das técnicas de baixo impacto possibilita a continuidade do desenvolvimento urbano sem gerar custos excessivos, e permite a modulação do sistema de drenagem em função do crescimento urbano, além do tratamento combinado das questões de drenagem pluvial com as questões urbanísticas e paisagísticas.

Estas tecnologias são alternativas em relação às soluções clássicas porque consideram os impactos da urbanização de forma global, tomando a bacia hidrográfica como base de estudo, buscando compensar, sistematicamente, os efeitos da urbanização. Esta compensação é efetuada pelo controle da produção de excedentes de água decorrentes da impermeabilização e evitando-se sua transferência rápida para jusante (Baptista, *et. al.*, 2005).

Em relação à ação sobre o ciclo hidrológico, as técnicas de baixo impacto visam recompor os processos naturais alterados em função da urbanização, atuando na redução dos volumes e da vazão. Além disso, contribuem efetivamente com a redução das cargas de poluição de origem pluvial; com a recuperação e a preservação do meio ambiente; indo no sentido das condições necessárias para o desenvolvimento sustentável (Prince George's County, 1999). LID avança conceitualmente ao empregar parâmetros hidrológicos para definir e preservar o uso e ocupação do solo e também por dispor de dispositivos de controle de inundações variados, tais como, poços de infiltração, valas de infiltração (Figura 09), micro-reservatórios individuais, telhados armazenadores (Figura 10), trincheiras de infiltração (Figura 11), pavimentos permeáveis (Figura 12), bacias de detenção (Figura 13), que conferem ao sistema de drenagem características de sustentabilidade.

Pelo seu enfoque na compensação dos efeitos da urbanização, o desenvolvimento de baixo impacto apresenta inúmeras vantagens com relação às práticas convencionais, e se sobrepõe ao modelo de Cidade-Jardim pois os fundos-de-vale são valorizados através da presença de vegetação, tornando-se atrativos para a população, com a criação de parques urbanos, áreas de lazer e práticas de esportes.



Fig.09 Valas de Infiltração.
Fonte: Clean River Works, 2002.



Fig.10 Telhados verdes.
Fonte: Clean River Works, 2002.



Fig.11 Trincheira de Infiltração.

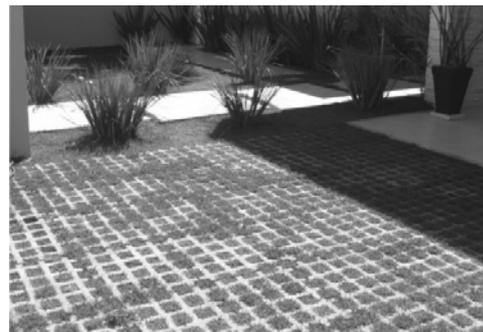


Fig.12 Pavimento permeável em residência.



Fig.13 Bacia de detenção no município de São José do Rio Preto.

Tais vantagens dependem das soluções adotadas e da sua inserção no ambiente urbano. O processo de integrar estratégias de baixo impacto em regulamentações de uso do solo, como instrumento para resolver impactos associados ao desenvolvimento, aparece como meta para a obtenção de controle sustentável da drenagem, tendo em vista que providenciam instrumentos efetivos para atingir metas de qualidade e quantidade.

Na figura 14 encontram-se as estratégias de planejamento dos três modelos de desenvolvimento urbano, as soluções de drenagem e os impactos decorrentes da urbanização.

PROCESSO DE PLANEJAMENTO	ESTRATÉGIAS DE PLANEJAMENTO	SOLUÇÃO DE DRENAGEM	RESULTADOS	IMPACTOS
Convencional	<ul style="list-style-type: none"> - Obedece ao mínimo exigido legalmente; - Supressão de vegetação natural; - Desprezo às condições naturais do meio; - Desprezo à topografia; - Aterramento de nascentes e corpos d'água; - Impermeabilização dos solos (vias, passeios, telhados); - Implantação de vias em fundos de vale; - Implantação de ruas largas e perpendiculares às curvas de nível; - Valorização do sistema viário; - Redução das áreas verdes; - Ocupação de várzeas; - Soluções de drenagem atuam sobre trechos críticos; - Conexão das áreas impermeabilizadas; - Projeto urbano não se relaciona com projeto de infra-estrutura de drenagem; 	<ul style="list-style-type: none"> - Afastamento das águas pluviais através de condutos fechados e abertos; - Técnicas de controle de inundação centralizadas não empregadas, quando houver área destinada para esse fim. 	<ul style="list-style-type: none"> - Incapacidade de lidar com as cheias; - Aceleração do escoamento das águas pluviais; - Transferência dos impactos para jusante. 	<ul style="list-style-type: none"> - Redução da infiltração das águas pluviais; - Aumento do escoamento superficial; - Aumento das vazões de pico; - Erosão de margens; - Carreamento de sedimentos; - Assoreamentos; - Inundações à jusante.
Cidade-Jardim	<ul style="list-style-type: none"> - Obediência ao legalmente estabelecido; - Traçado urbano ajustado à topografia; - Ruas estreitas; - Uso de canais naturais abertos; - Estreita relação da cidade com o campo; - Áreas verdes espalhadas pela cidade; - Áreas livres residenciais; - Cinturão verde para conter a expansão urbana; - Vias arborizadas; - Baixa densidade habitacional. 	<ul style="list-style-type: none"> - Potencializa e valoriza um sistema de drenagem natural com oportunidade de infiltração em áreas verdes. 	<ul style="list-style-type: none"> - Infiltração das águas pluviais nas áreas verdes; - Valorização da paisagem; - Melhoria da qualidade de vida da população local; 	<ul style="list-style-type: none"> - Controle dos impactos hidrológicos e ambientais; - Adequação dos sistemas hídricos e urbanísticos.
Baixo Impacto	<ul style="list-style-type: none"> - Obediência ao legalmente estabelecido; - Reprodução das condições de pré-ocupação, com os seguintes procedimentos: - Bacia hidrográfica como base de estudo; - Sistema de drenagem concebido com projeto de urbanização; - Preservação das áreas de cobertura vegetal; - Redução de movimentação de terra; - Utiliza as condições naturais; - Utiliza a hidrologia como elemento de projeto; - Traçado urbano ajustado à topografia; - Ruas estreitas; - Preservação de várzeas; - Preservação dos fundos de vale; - Redução das áreas impermeabilizadas; - Aumento das áreas permeáveis; - Desconexão de áreas impermeáveis; - Uso de canais naturais abertos; - Maior disponibilidade de áreas verdes; - Definição de vetores de crescimento; - Implantação de estruturas de armazenamento e infiltração. 	<ul style="list-style-type: none"> - A superfície da bacia é planejada para ser hidrológica, urbanística e ambientalmente sustentável; - O sistema de drenagem deve ser, ao máximo, natural e com canais abertos. - Técnicas devem compensar os efeitos das áreas impermeabilizadas sobre o ciclo hidrológico. 	<ul style="list-style-type: none"> - Planejamento integrado; - Reprodução das condições de pré-ocupação; - Integração urbanismo/drenagem/paisagismo; - Integração do sistema de drenagem ao traçado urbano; - Controle das águas pluviais na fonte; - Infiltração das águas pluviais; - Valorização da paisagem; - Melhoria da qualidade de vida da população local; - Redução das vazões de pico; - Redução dos volumes de armazenamento. 	<ul style="list-style-type: none"> - Potencializa os controles hidrológicos e ambientais.

Fig.14 Métodos de planejamento urbano (Convencional, Cidade-Jardim e LID).

4 CONCLUSÕES

Neste trabalho procurou-se caracterizar e comparar três métodos de urbanização. Em relação ao desenvolvimento urbano Convencional, nota-se que as estratégias adotadas priorizam o sistema viário sobre as áreas verdes, além de estimular a impermeabilização dos solos, e artificializar os sistemas de drenagem das águas pluviais, que normalmente são implantados visando a correção pontual dos problemas advindos da ocupação do solo, resultando assim, na transferência dos impactos para as áreas a jusante. Os estudos necessários são feitos em períodos de tempos distintos, por profissionais atuando especificamente na sua área. Os conhecimentos urbanísticos, hidrológicos e ambientais não são aplicados concomitantemente ao planejamento, o que facilita sua elaboração.

O atendimento às restrições hidrológicas e ambientais não são consideradas ou postergadas para a pós-ocupação. A destinação de espaço ao sistema de drenagem é reduzido ao mínimo, elevando a área habitável. A área urbana tem a função de receber as habitações sem, necessariamente, ser hidrológica e ambientalmente funcionais. A legalização da intervenção torna a urbanização sem riscos ao investidor, cabendo à instituição pública e sociedade arcar com os prejuízos decorrentes.

Em relação a Cidade-Jardim, há uma preocupação maior com as questões ambientais, utilizadas como ideal de qualidade de vida à população. As estratégias adotadas envolvem a valorização da natureza, por meio dos cinturões verdes, o aumento das áreas verdes arborizadas em espaços livres públicos e nos lotes residenciais, vias estreitas e arborizadas, e pelo traçado urbano ajustado à topografia do local. O método pressupõe que os impactos hidrológicos e ambientais, minimizados, sejam absorvidos pela áreas verdes preservadas. O desenvolvimento urbano de baixo impacto avança conceitualmente ao empregar parâmetros hidrológicos e ambientais para definir e preservar o uso e ocupação do solo e também por dispor de dispositivos de controle de inundações variados. Incorpora desde o início de sua concepção as questões relativas à drenagem das águas superficiais, através de soluções sustentáveis que recuperam as funções do ciclo hidrológico, por meio de recursos como preservação das características locais, uso de canais naturais, aumento de caminho de fluxo, uso de canais naturais de fluxo, redução de áreas impermeabilizadas, desconexão de áreas, etc. Ambientalmente, com a incorporação das técnicas de LID ao planejamento urbano, é possível a recuperação da capacidade de infiltração das superfícies urbanas, reduzindo os impactos, com ganhos econômicos e estéticos. As estratégias de LID atuam estimulando processos físicos, químicos e biológicos naturais, minimizando impactos ambientais e gastos com sistemas de tratamento. Os ganhos paisagísticos, ambientais e econômicos reforçam as vantagens apresentadas por esta concepção do tratamento da drenagem urbana. Os reflexos dos três modelos sobre vazões e volumes escoados são sensíveis, pois a capacidade de controle aumenta e os impactos diminuem quando se passa do método Convencional, para a Cidade-jardim e para o Desenvolvimento de Baixo Impacto.

Isso foi demonstrado, por meio de aplicação dos métodos Convencional e de LID a uma micro-bacia (Tavanti, 2009), cujo resultado será objeto de outro artigo.

5 REFERÊNCIAS

Andrade, L.M.S. (2003) **O conceito de Cidades-Jardins: uma adaptação para as cidades sustentáveis.** Arqtextos: 042.02, Ano 04, nov.2003.

Baptista, M. B.; Nascimento, N. de O. (2002) **Aspectos institucionais e de financiamento dos sistemas de drenagem urbana.** RBRH: Porto Alegre, v.7, n.1.

Baptista, M.; Nascimento, N.; Barraud, S. (2005) **Técnicas Compensatórias em Drenagem Urbana.** Porto Alegre: ABRH.

Brasil (1988) **Constituição da República Federativa do Brasil.** Brasília.

Brasil. CONAMA (2002) **Resolução nº 303, de 20 de Março de 2002.** Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente.

Brasil. Ministério das Cidades (2005) **Programa de Drenagem Sustentável: Apoio ao Desenvolvimento do Manejo das Águas Pluviais urbanas.** Brasília.

Brasil. Presidência da República (1965) **Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. Institui o novo Código Florestal.** Brasília.

Brasil. Presidência da República, Casa Civil (1979) **Lei Federal nº 6.766 de 19 de dezembro de 1979. Dispõe sobre o Parcelamento do solo urbano.** Brasília.



- Brasil. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (2006) **Gestão de águas pluviais urbanas**. Brasília: Ministério das Cidades. 194 p. (Saneamento para Todos; 4º volume).
- Canholi, A.P. (2005) **Drenagem urbana e controle de enchentes**. São Paulo: Oficina de Textos.
- Choay, F. (2003) **O Urbanismo: Utopia e realidades de uma antologia**. São Paulo: Editora Perspectiva.
- Creese, W. (1992) **The Search for Environment: the garden city before and after**. New Haven, Conn, M.I.T. Press.
- Diário da Região (2008) **Rio Preto debaixo d'água**. São José do Rio Preto: Jornal Diário da Região - Cidades. (Disponível em: <http://www.diarioweb.com.br>)
- Environmental Services - City of Portland - Clean River Works. (2002) **Stormwater Management Manual**. Portland: Clean River Works.
- Franco, M.A.R. (2001) **Planejamento Ambiental para a Cidade Sustentável**. São Paulo, Anablume: FAPESP.
- Georgia (2001) **Stormwater Management Manual: stormwater policy guidebook. ARC. Geórgia: Volume 1**, 158p.
- Gondim, Y. (2009) **Déficit habitacional brasileiro cai 3,3%. No Rio, a queda é de 2,4%, enquanto em São Paulo déficit cresce 6%**. O Globo, 08/12/2009.
- Jorge, F.N.E. Uehara, K. (2001) “**Água de superfície**”. In: Oliveira, A.M.S. e Brito, S.N.A. (editores). **Geologia de Engenharia**. 2ª impressão. São Paulo: ABGE, p.101-109.
- Lynch, K. (1997) **A imagem da cidade**. São Paulo, Martins Fontes.
- Mascaró, J.L. (2005) **Loteamentos urbanos**. Porto Alegre, RS: Masquatro Editora. 210 p.
- Prince George's County (1999) **Low-Impact Development Design Strategies: An Integrated Design Approach**. Maryland: Department of Environmental Resources. Disponível em: < <ftp://lowimpactdevelopment.org/pub> >.
- Tavanti, D.R. (2009) **Desenvolvimento urbano de Baixo Impacto aplicado ao processo de planejamento urbano**. Dissertação de Mestrado. São Carlos: UFSCar.
- Trevisan, R. (2004) **Incorporação do ideário da Garden-City inglesa na urbanística moderna brasileira: Águas de São Pedro**. Dissertação de Mestrado. São Carlos: UFSCar.
- Tucci, C.E.M.(2005) **Gestão de Águas Pluviais Urbanas**. 4.ed. Brasília: Ministério das Cidades. 194 p.