

## **ECOTÉCNICAS DE DRENAGEM URBANA: urbanização de impacto ambiental reduzido**

**Efigênia Rossi<sup>1</sup>**

**Luciana Márcia Gonçalves<sup>2</sup>**

### **RESUMO**

Tendo em vista o acelerado crescimento das cidades brasileiras no decorrer do século XX, aliado à falta de planejamento das áreas urbanizadas, acentuaram-se grandes problemas de drenagem por ocasião dos eventos hidrológicos de alta intensidade. As ecotécnicas apresentam-se como medidas estruturais compensatórias que buscam amenizar esses problemas, caracterizando-se por reduzir as vazões e os volumes de águas pluviais por meio do armazenamento e/ou infiltração das mesmas. Sendo assim, elas contribuem para uma melhor gestão dos riscos de inundações, tendo em vista que vislumbram a diminuição das vazões de pico, das velocidades de escoamento e dos tempos de concentração característicos das áreas densamente ocupadas. O presente trabalho teve por objetivo analisar e comparar as ecotécnicas de drenagem aplicadas às áreas urbanas, em especial às áreas de expansão, que ainda possuem disponibilidade de espaço. Para isso foram utilizados os métodos de pesquisa bibliográfica, de análise descritiva e de análise crítica comparativa, empregando-se os seguintes meios: livros, trabalhos de conclusão de curso, dissertações, teses, periódicos e internet. Notou-se uma grande variedade de ecotécnicas, divididas em três grandes grupos: técnicas de controle na fonte, lineares e de controle centralizado. Diante das análises, nota-se a uma dificuldade de destacar uma ecotécnica sobre as demais, pois todas possuem vantagens e desvantagens, dependendo da disponibilidade de áreas, das características do terreno, do tipo de controle pretendido, dos custos com a manutenção, entre outros. Salientando a possibilidade de utilizar as ecotécnicas de maneira conjunta a fim de tornar o ambiente urbanizado mais próximo possível de suas condições naturais.

**Palavras-chave:** Ecotécnicas urbanas. Drenagem urbana. Medidas estruturais.

---

<sup>1</sup> Mestranda, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana (PPGEU), Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), rossiefigenia@gmail.com

<sup>2</sup> Profa. Dra., Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana (PPGEU), Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), lucianamg@ufscar.br

## 1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho teve por objetivo analisar e comparar as ecotécnicas de drenagem aplicadas às áreas urbanas, especialmente as áreas de expansão que ainda possuem disponibilidade de espaço. Para isso, foram utilizados os métodos de pesquisa bibliográfica, de análise descritiva e de análise crítica comparativa, empregando-se os seguintes meios: livros, trabalhos de conclusão de curso, dissertações, teses, periódicos e internet.

As ecotécnicas serão tratadas como termo similar à SUDS (*Sustainable Urban Drainage System*), LID (*Low Impact Development*) ou BMP (*Best Management Practices*), todas se referenciando a práticas sustentáveis de drenagem a fim de almejar soluções para os problemas relativos ao manejo das águas pluviais, cuja situação será mostrada brevemente a seguir.

Durante o século XX o Brasil apresentou um acelerado processo de urbanização e crescimento das cidades. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a taxa de urbanização, que se refere à porcentagem de uma dada população que vive na zona urbana, passou de 31,24% em 1940, para 83,48% em 2007 (IBGE, 2007). Entretanto, aliado a falta de planejamento das cidades, esse grande contingente populacional deparou-se com condições precárias de qualidade de vida, geralmente caracterizadas por baixos salários e falta de acesso à infraestrutura urbana, implicando na ocupação de áreas ambientalmente fragilizadas como várzeas inundáveis, encostas íngremes, entre outras (ROLNIK, 2008).

Outro fato agravante é que desde os primórdios, o homem ocupava áreas junto às margens de rios e córregos, pois a disponibilidade de água é um fator determinante para o desenvolvimento. Vale salientar que essas áreas são geralmente planas, favorecendo o assentamento. Alguns registros também demonstram que a localização dessas áreas atribuía subsídios para a defesa do território (TAVANTI, 2009).

A intensificação do desenvolvimento urbano e tecnológico propiciou a imposição de um sistema de malha viária e demais obras de engenharia nesses locais, ocupando parcial ou totalmente as calhas secundárias dos cursos d'água. Dessa maneira, desencadeou o surgimento de problemas de drenagem por ocasião dos eventos hidrológicos de alta intensidade. Inicialmente, os problemas eram pontuais, mas a partir da expansão territorial, com a falta de legislação e fiscalização específicas que promovessem o disciplinamento adequado do uso e ocupação do solo, os problemas de alagamentos e inundações foram se intensificando em função da planialtimetria da cidade e do grau de impermeabilização da área de drenagem (RIGHETTO, 2009).

As possíveis soluções para esses problemas são classificadas, de acordo com Righetto (2009), em dois grandes grupos: medidas estruturais e não estruturais. As medidas estruturais permeiam às obras de engenharia, podendo ser relativas à microdrenagem, macrodrenagem ou as obras compensatórias caracterizadas pelas ecotécnicas. As medidas não estruturais estão relacionadas aos esforços de conscientização popular, à educação ambiental, à legislação apropriada, à fiscalização e racionalização do uso e de ocupação dos espaços urbanos e à manutenção regular dos elementos estruturais.

Além disso, outra classificação pode ser atribuída às soluções, segundo sua abrangência, em: macroescala e microescala. A macroescala permeia a realização de planos cuja atuação considere não apenas as cidades, mas as respectivas bacias hidrográficas nas quais estão inseridas ou áreas ainda mais abrangentes, como por exemplo, escalas regionais. Esses planos devem considerar as fragilidades e potencialidades do meio, a fim de caracterizar o efetivo planejamento urbano. A microescala permeia a realização de projetos específicos para áreas críticas, sendo muito importantes, porém se desvinculadas das medidas macro, assumem caráter corretivo e pontual.

Nesse sentido, destacam-se as práticas sustentáveis de drenagem, que minimizam ou reduzem a perturbação aos processos naturais do ciclo hidrológico, aos processos sociais que se referem à qualidade de vida da população e o ônus a empreendedores e municipalidades para manutenção e ampliação de sua infraestrutura (CRUZ; SOUZA; TUCCI, 2007). Dessa maneira,

busca-se a integração do sistema de drenagem a ecotécnicas que visem à sustentabilidade do sistema, objetivando evitar a transferência dos impactos para áreas a jusante, onde cada obra ou empreendimento é responsável por criar métodos que atenuem os efeitos desse processo de urbanização. Esses métodos são referenciados como SUDS (*Sustainable Urban Drainage System*) na Europa e como LID (*Low Impact Development*) em Vancouver – Seattle e costa leste dos Estados Unidos. A gestão desses métodos é referida também como BMP (*Best Management Practices*) (TAVANTI, 2009).

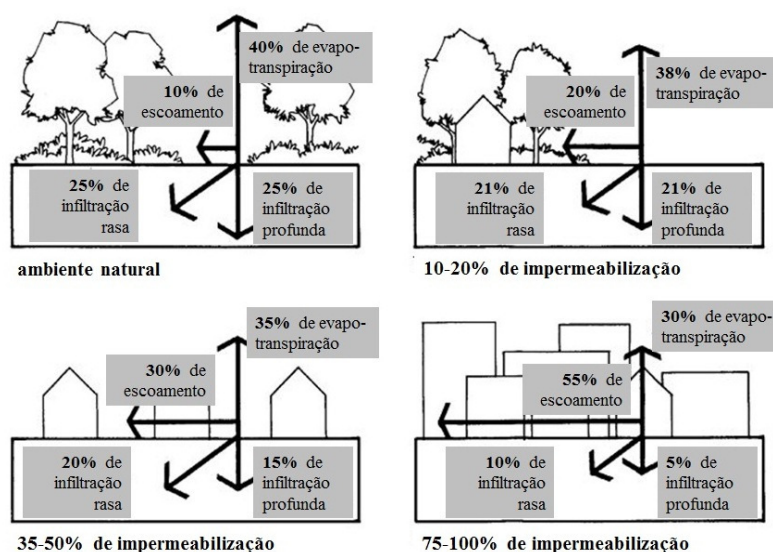
De acordo com NRDC (2001), os princípios das ecotécnicas são: integrar a gestão de águas pluviais ao planejamento; aproveitar funções hidrológicas naturais; não focar na mitigação; enfatizar métodos simples, de baixa tecnologia e baixo custo; realizar o controle das águas pluviais na fonte; realizar práticas em microescala distribuídas por toda a área de abrangência; considerar recursos e processos naturais e criar uma paisagem multifuncional.

Existe uma ampla quantidade de ecotécnicas visando à sustentabilidade na drenagem urbana, porém as principais são classificadas por Baptista, Nascimento e Barraud (2005), em três tipos:

1. Técnicas para controle na fonte: implantadas junto a parcelas ou pequenos conjuntos de parcelas, associadas, portanto a pequenas superfícies de drenagem. Incluem os poços de infiltração, os microreservatórios, os telhados verdes, etc.
2. Técnicas lineares: implantadas usualmente junto aos sistemas viários, pátios, estacionamentos, arruamentos, com uma ampla gama de porte de áreas de drenagem associadas. Incluem a biorretenção, as valas ou valetas de armazenamento e/ou infiltração, as trincheiras de infiltração, os pavimentos intertravados permeáveis, etc.
3. Técnicas para controle centralizado: implantadas em áreas de drenagem de porte mais significativo. Incluem essencialmente as bacias de detenção.

## 2. DESENVOLVIMENTO

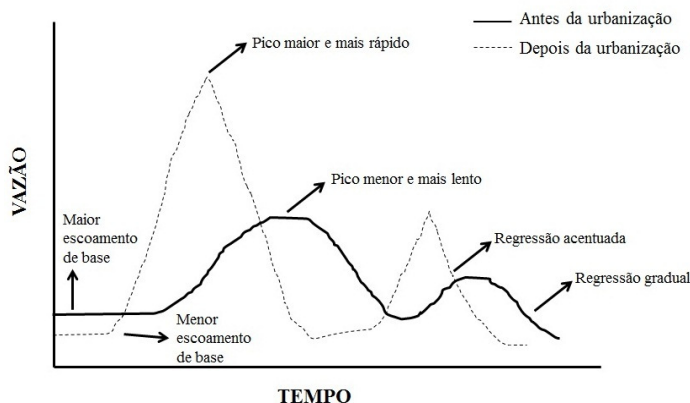
A urbanização altera a cobertura vegetal provocando vários efeitos no ciclo hidrológico natural. A impermeabilização gera uma menor infiltração da água pluvial no solo, caracterizando um excedente hídrico que escoam superficialmente, como pode ser visto na Figura 1, a seguir.



**Figura 1 – Influência da diminuição da permeabilidade do solo no escoamento superficial da água**

Fonte: adaptado de LIVINGSTON; MCCARRON (1989).

Dessa forma, pode-se notar que a urbanização acarreta as seguintes alterações no ciclo hidrológico natural: redução da infiltração no solo, aumento das vazões máximas de escoamento superficial e de sua frequência, caracterizadas pelos picos de cheias (Figura 2), diminuição do nível freático, redução da evapotranspiração, entre outros (TUCCI, 2005; TUCCI, 2008).



**Figura 2 – Hidrograma de bacia rural e depois urbanizada**

Fonte: adaptado de SCHUELER (1987).

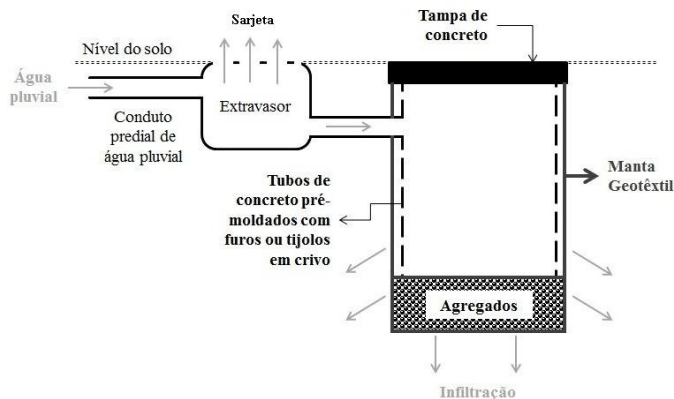
Na sequência são apresentadas algumas ecotécnicas, enfatizando suas principais características.

## 2.1. Técnicas para controle na fonte

Tucci (2003) define as técnicas de drenagem na fonte como as medidas que envolvem o controle em nível de lote, condomínio, empreendimento individualizado, estacionamento, parques, passeios ou qualquer área primária de desenvolvimento. Assim, têm-se os seguintes dispositivos:

### 2.1.1. Poços de infiltração

Segundo Reis et al. (2005), pode ser executado em uma pequena área e com volume reduzido, consiste em um poço similar a uma cisterna, com tubos de concreto perfurados e fundo formado por uma camada de agregados graúdos. Ambos são revestidos por manta geotêxtil, capaz de reter apenas os sólidos permitindo a infiltração da água. Em situações críticas de chuva intensa, quando houver o enchimento do poço, a água é lançada no sistema de drenagem urbano por meio de um extravasor, como ilustra a Figura 3.



**Figura 3 – Poço de infiltração**

Fonte: adaptado de REIS et al. (2005).

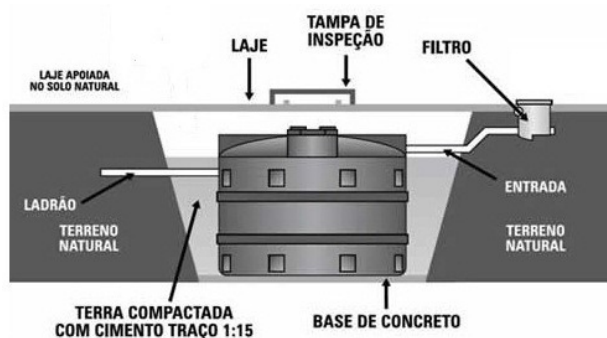
### 2.1.2. Microreservatórios

São dispositivos para armazenamento de água em áreas edificadas em centros urbanos. Podem ser utilizadas posteriormente na irrigação de áreas verdes ou então passar por tratamentos para usos mais específicos. Como exemplo, têm-se os barris de chuva e as cisternas, Figuras 4 e 5 (PRINCE GEORGE'S COUNTY – MAYLAND, 1999).



**Figura 4 – Barril para armazenamento de água de chuva**

Fonte: adaptado de <<http://veneroida.com>>.



**Figura 5 – Cisterna**

Fonte: adaptado de <<http://www.snatural.com.br>>.

### 2.1.3. Telhados verdes

Consistem em uma fina camada de vegetação instalados em cima de um telhado convencional. Auxiliam no balanço hídrico, já que as plantas absorvem e utilizam a água de chuva, sendo o fluxo em excesso transportado para o sistema de drenagem do edifício. Além disso, podem reduzir os efeitos das ilhas de calor,

processo que se caracteriza pelo incremento da temperatura nos centros urbanos em relação às áreas de entorno. Isso pode ser explicado pelo fato de os materiais empregados na construção civil armazenarem calor e das áreas mais adensadas e menos arborizadas tenderem a apresentar temperaturas mais elevadas, mesmo durante a noite. (BIAS; BAPTISTA; LOMBARDO, 2003, p.1741).

Por fim auxiliam ainda a melhoria da qualidade do ar e oferecem ainda prazer estético, Figura 6 (DHALLA; ZIMMER, 2010).



**Figura 6 – Telhado verde**

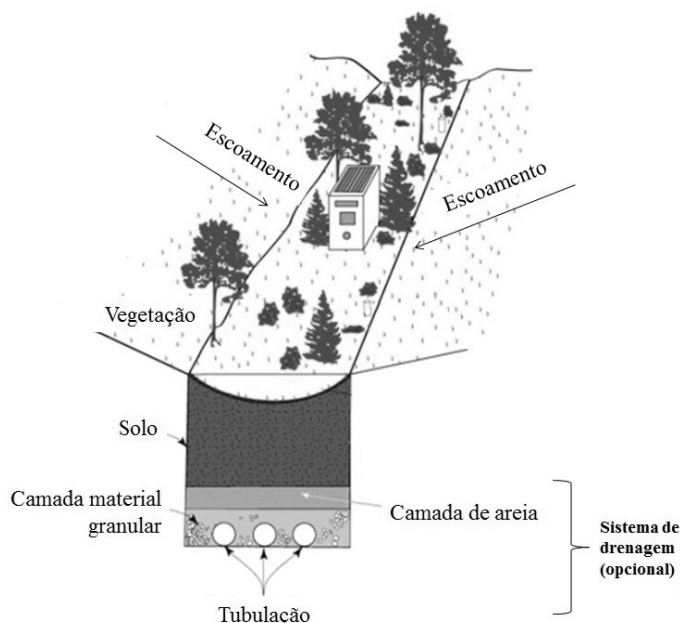
Fonte: adaptado de <<http://radames.manosso.nom.br>>.

## 2.2. Técnicas lineares

As técnicas lineares são aplicáveis em áreas mais extensas do que as técnicas anteriores, prevalecendo junto aos sistemas viários, pátios, estacionamentos e arruamentos, visando favorecer a infiltração e a detenção das águas pluviais, a fim de evitar os prejuízos causados pelos picos de vazões. As técnicas estão descritas a seguir:

### 2.2.1. Biorretenção

New Jersey (2004) caracteriza-a por uma camada de solo com vegetação nativa localizada acima de uma camada de areia. Sua configuração permite que a água pluvial seja filtrada, armazenada e evaporada pela vegetação antes de percolar até o sistema de drenagem subsequente que é uma técnica opcional, vide Figura 7. Além disso, esse sistema é utilizado para remover uma grande variedade de poluentes, tais como sólidos suspensos, nutrientes, metais, hidrocarbonetos e até bactérias.



**Figura 7 – Configuração do sistema de biorretenção**

Fonte: adaptado de New Jersey (2004).

### 2.2.2. Valas de infiltração

Caracterizadas por canais vegetados amplos e rasos, adaptados a uma variedade de condições locais, empregados comumente ao longo de ruas e rodovias por serem relativamente baratos. Funcionam reduzindo a velocidade da enxurrada por meio de infiltração e/ou retenção, além de contribuir para remoção de poluentes, vide Figura 8 (EPA, 2000).

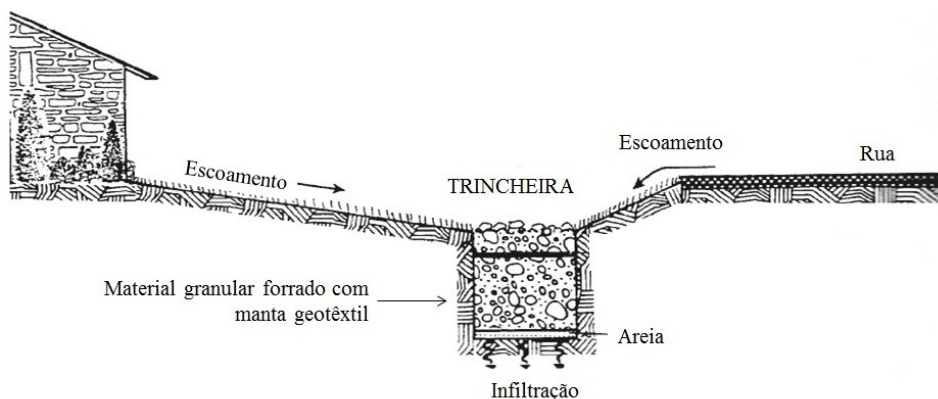


**Figura 8 – Vala de infiltração**

Fonte: adaptado de <<http://jornalintegracaopv.blogspot.com.br>>.

### 2.2.3. Trincheiras de infiltração

São construídas em formato retangular, preenchidas com pedra limpa ou material granular vazio e forradas com tecido geotêxtil a fim de evitar colmatagem, Figura 9. São bem adequadas para locais onde o espaço disponível para a infiltração é limitado a estreitas faixas de terra entre edifícios ou propriedades, ou ao longo de estradas. Para melhor funcionamento pode incluir algumas técnicas de cobertura vegetal adjacentes. (DHALLA; ZIMMER, 2010; PRINCE GEORGE'S COUNTY – MAYLAND, 1999).

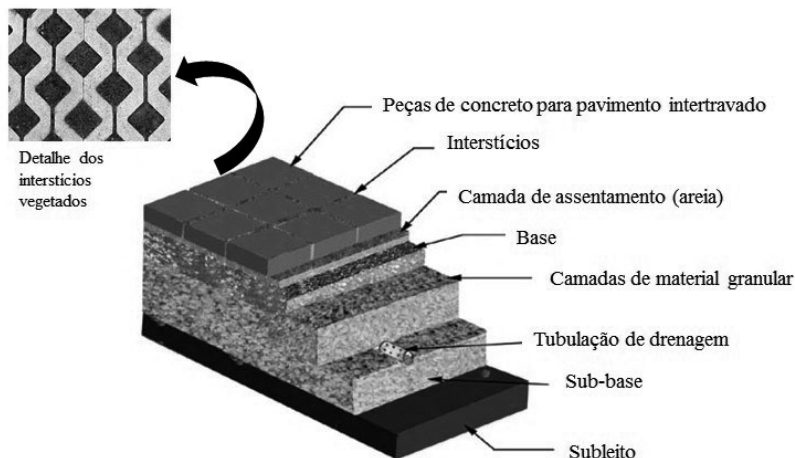


**Figura 9 – Trincheira de infiltração e técnicas de cobertura vegetal**

Fonte: adaptado de Schueler (1987).

### 2.2.3. Pavimentos intertravados semipermeáveis

Utilizados geralmente em estacionamentos e parques, são constituídos por uma camada superior de revestimento drenante ou pavimento intertravado semipermeável, cujos interstícios podem ser preenchidos por vegetação, Figura 10. Abaixo dela há a camada de assentamento, geralmente feita de areia. Após isso, podem haver sucessivas camadas de material granular que além de sua função mecânica, funcionam como reservatório de amortecimento das águas. Quando necessário, abaixo dessa camada, pode-se ter uma tubulação de drenagem e um subleito de suporte (DIAS; ANTUNES, 2010; MARCHIONI; SILVA, 2011).



**Figura 10 – Pavimento intertravado semipermeável**

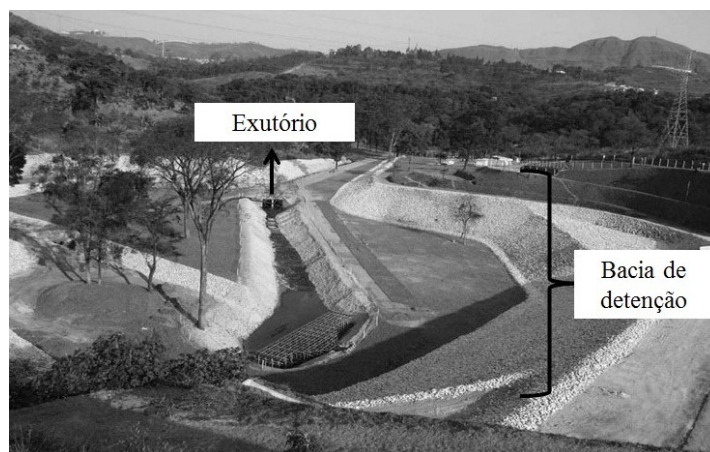
Fonte: adaptado de Marchioni; Silva (2011); <<http://organizadaabessa.com.br>>.

### 2.3. Técnicas para controle centralizado

Esse controle é realizado através de um reservatório de certo porte, na escala de uma sub-bacia com área de drenagem apreciável. Podem ser classificados de acordo ao seu posicionamento e função no sistema de drenagem, como sendo *in line*, na linha principal de drenagem, conectados em série, ou *off line*, implantados em paralelo para derivação do escoamento através de bombas ou válvulas que aliviam os picos de vazão (PORTO, 2002).

#### 2.3.1. Bacias de detenção

São obras cuja finalidade é armazenar temporariamente os escoamentos, sendo vazias durante a estiagem, dimensionadas para reter as águas pluviais durante e imediatamente após a precipitação. O tempo de detenção está relacionado com a máxima vazão afluyente e com o volume armazenado. Possuem um exutório para controlar a vazão de saída, vide Figura 11 (PORTO, 2002).



**Figura 11 – Bacia de detenção**

Fonte: adaptado de <<http://www.bhmetaseresultados.com.br>>.



### 3. CONCLUSÃO

Vê-se que este trabalho tem por objetivo apresentar as principais ecotécnicas no sentido de auxiliar a tomada de decisão sobre a implantação das mesmas. Entretanto, vale salientar que essas técnicas devem ser aplicadas em conjunto, de maneira a potencializar seu uso. A seguir foi realizado o Quadro 1, contendo as descrições e comparações entre as ecotécnicas, evidenciando suas vantagens e desvantagens. Dentre os aspectos destaca-se o período de retorno (TR), que é o intervalo de tempo estimado para a ocorrência de um evento hidrológico crítico.

Técnicas	Tipos	Aspectos							Área de contribuição	Manutenção
		Disponibilidade de área para construção	Permeabilidade do solo	Topografia natural do terreno	Reuso direto da água	Controle da vazão de pico (TR - anos)				
						≤ 5	≈ 30	100		
Controle na fonte	Poços de infiltração	P	G	P	P	G	M	P	P	M
	Microreservatórios	P	P	P	G	P	M	P	P	G
	Telhados verdes	P	P	P	M	M	M	P	P	G
Lineares	Biorretenção	M	G	M	P	G	M	M	M	P
	Valas de infiltração	M	M	G	P	M	M	P	M	P
	Trincheiras de infiltração	M	G	G	P	G	M	P	M	G
	Pavimentos intertravados permeáveis	M	G	M	P	M	M	P	M	M
Controle centralizado	Bacias de detenção	G	P	G	M	G	G	G	G	M

**Quadro 1 – Comparações entre as ecotécnicas**

Nota: Grande importância (G); Média importância (M); Importância pequena ou nula (P).

Nota-se, com o Quadro 1, que todas as técnicas possuem vantagens e desvantagens de instalação e operacionais. Existem ecotécnicas para serem instaladas em microescala permeando uma área de drenagem pequena (técnicas para controle na fonte), em média escala caracterizadas por áreas de médias de drenagem (técnicas lineares) ou em macroescala com áreas de drenagem abrangentes (técnicas de controle centralizado). No que tange às características de permeabilidade e topografia natural do terreno, aquela que possui grande importância concomitantemente a esses dois aspectos são as trincheiras de infiltração, isso se deve ao fato de que essa técnica depende fundamentalmente dessas características para funcionar corretamente.

A possibilidade de reuso da água pluvial é evidenciada principalmente nos microreservatórios, pois são técnicas de microescala que permitem esse tipo de manejo. Nesse sentido destaca-se também a manutenção dessa técnica, que deve ser devidamente efetuada, tendo em vista a qualidade da água para reuso em outras atividades. A manutenção para as técnicas de telhados verdes e trincheiras de infiltração também merece destaque tendo em vista que as primeiras necessitam de corte, adubação e plantios, e as segundas devem ser lavadas devido aos riscos de colmatção.

Quanto ao controle do pico de vazão, considerando um período de retorno pequeno ( $\leq 5$  anos), os poços de infiltração, a biorretenção, as trincheiras de infiltração e as bacias de detenção são bem eficientes. Entretanto ao se considerar um TR grande (100 anos), apenas as bacias de retenção, se bem dimensionadas, são eficientes. Isto se dá primariamente por motivos de cálculos

para o dimensionamento dessas técnicas. Além disso, no aspecto denominado área de contribuição, as bacias de retenção possuem destaque sobre todas as outras.

Diante do exposto, pode-se concluir que as ecotécnicas caracterizam-se por reduzir as vazões e os volumes de águas pluviais por meio do armazenamento e/ou infiltração das mesmas. Sendo assim, elas contribuem para uma melhor gestão dos riscos de inundações, tendo em vista que vislumbram a diminuição das vazões de pico, das velocidades de escoamento e dos tempos de concentração característicos das áreas densamente ocupadas com a redução drástica da capacidade de infiltração de água no solo subsuperficial.

Contudo, essas técnicas possuem vantagens e desvantagens, dependendo da disponibilidade de áreas, das características do terreno, do tipo de controle pretendido, dos custos com a manutenção, entre outros. Muitas vezes agir pontualmente, com as técnicas de controle na fonte, pode não ser suficiente, tendo em vista os aspectos da bacia hidrográfica em que a área se insere. Sendo assim, é extremamente necessária a conexão entre o planejamento dos municípios e a aplicação das técnicas descritas nesse trabalho.

Vale salientar também que as ecotécnicas foram tratadas como medidas estruturais para sua instalação em áreas urbanas disponíveis, caracterizadas por medidas compensatórias devido ao seu impacto calculado. Existem também medidas não estruturais preventivas, que devem ser tratadas anteriormente (na fase de planejamento) e comumente à ocupação, quais sejam, os esforços de conscientização popular, a educação ambiental, a legislação apropriada, a fiscalização do uso e de ocupação dos espaços urbanos, a manutenção regular dos elementos estruturais e a racionalização do uso e ocupação do solo urbano.

Por fim, destaca-se que as ecotécnicas podem ser utilizadas em conjunto, a fim de potencializar o seu uso. Pode-se ver, por exemplo, a utilização de trincheiras de infiltração com a técnica de biorretenção das áreas ao redor, favorecendo uma redução da velocidade da água. Ou ainda, a utilização de telhados verdes conjuntamente com os microreservatórios, possibilitando que a água seja filtrada pela vegetação e possa ser armazenada nos microreservatórios para posterior reuso. Além de outros conjuntos de técnicas que favoreçam a adequada gestão das águas pluviais, tornando o ambiente urbanizado mais próximo possível de suas condições naturais.

## REFERÊNCIAS

BAPTISTA, M.B.; NASCIMENTO, N.O.; BARRAUD, S. **Técnicas compensatórias em drenagem urbana**. Porto Alegre: ABRH (Associação Brasileira de Recursos Hídricos), 2005. 266 p.

BIAS, E.S.; BAPTISTA, G.M.M.; LOMBARDO, M.A. Análise do fenômeno de ilhas de calor urbanas, por meio da combinação de dados Landsat e Ikonos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 11, 2003, Belo Horizonte. **Anais...**Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 2003. p.1741-1748.

CRUZ, M.A.S.; SOUZA, C.F.; TUCCI, C.E.M. Controle da drenagem urbana no Brasil: avanços e mecanismos para sua sustentabilidade. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 17, 2007, São Paulo. **Anais...** Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2007. 18 p.

DHALLA, S.; ZIMMER, C. **Low impact development stormwater management: planning and design guide**. Ontário: Toronto and Region Conservation/Credit Valley Conservation, 2010. 300 p.

DIAS, F.S.; ANTUNES, P.T.S.C. **Estudo comparativo de projeto de drenagem convencional e sustentável para controle de escoamento superficial em ambientes urbanos**. 2010. 100 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

EPA – ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Low Impact Development (LID):** a literature review. Washington: EPA, 2000. 41 p.

IBGE, **Censo demográfico 1940-2007**. Até 1970 dados extraídos de: Estatísticas do século XX. Rio de Janeiro: IBGE, 2007 no Anuário Estatístico do Brasil, 1981, vol. 42, 1979. Disponível em: <<http://seriesestatisticas.ibge.gov.br/series.aspx?vcodigo=POP122&t=taxa-de-urbanizacao>>. Acesso em: 3 abr. 2012.

LIVINGSTON, E.H.; MCCARRON, E. **Stormwater Management:** a guide for Floridians. Flórida: EPA, 1989. 72 p.

MARCHIONI, M.; SILVA, C.O. **Pavimento intertravado permeável:** melhores práticas. São Paulo: Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), 2011. 24p.

NEW JERSEY. Standard for bioretention systems. In:\_\_\_\_\_. **New Jersey stormwater best management practices manual**. Nova Jersey: NJ, 2004. 9 p.

NRDC – Natural Resources Defense Council. **Stormwater Strategies:** Low Impact Development. 2001. Disponível em: <<http://www.nrdc.org/water/pollution/storm/chap12.asp>>. Acesso em: 11 abr. 2012.

PORTO, R.M. **Metodologia de cálculo para procedimentos preliminares em bacias de detenção**. 2002. 81 p. Tese (Livre Docência) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2002.

PRINCE GEORGE’S COUNTY – MAYLAND. Department of Environmental Resources. **Low-Impact Development:** an integrated design approach. Maryland: EPA, 1999. 150 p. Disponível em: <<http://www.epa.gov/owow/NPS/lidnatl.pdf>>. Acesso em: 11 abr. 2012.

REIS, R.P.A.; OLIVEIRA, L.H.; SALES, M.M. Proposição de parâmetros de dimensionamento e avaliação de poço de infiltração de água pluvial. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 23, 2005, Campo Grande. **Anais...** Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005. 9 p.

RIGHETTO, A.M.(coord) **Manejo de águas pluviais urbanas**. Rio de Janeiro: ABES, 2009. 396 p.

ROLNIK, R. **A lógica do caos**. 2008. Disponível em: <[http://www.usp.br/srhousing/tr/docs/a\\_logica\\_do\\_caos.pdf](http://www.usp.br/srhousing/tr/docs/a_logica_do_caos.pdf)>. Acesso em: 30 mar. 2012.

SCHUELER, T.R. **Controlling urban runoff:** a practical manual for planning and designing urban BMPs. Washington: Metropolitan Washington Council of Governments, 1987.

TAVANTI, D.R. **Desenvolvimento de baixo impacto aplicado ao processo de planejamento urbano**. 2011. 151 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2009.

TUCCI, C.E.M. Águas urbanas. **Estudos Avançados**, São Paulo, v.22, n.63, p.97-112. 2008.

TUCCI, C.E.M. Drenagem urbana. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v.55, n.4, p.10-11. 2003.

TUCCI, C.E.M. **Gestão das inundações urbanas**. Porto Alegre: Global Water Partnership, 2005. 200 p.

TUCCI, C.E.M. (coord) **Plano diretor de drenagem urbana:** manual de drenagem urbana. Porto Alegre: Prefeitura Municipal de Porto Alegre, 2005. 167 p.