

# SUDS (*Sustainable Urban Drainage Systems*): Uma Contextualização Histórica

Cristiano Poletto \*

**RESUMO:** O fenômeno da urbanização, aliado à impermeabilização do solo, impede a infiltração das águas pluviais, evitando a recarga de aquíferos e gerando um aumento da variável “escoamento superficial” durante os períodos de chuva. Isso acelera a velocidade da água e, conseqüentemente, aumenta o volume que chega aos pontos mais baixos da bacia, provocando inundações e outros problemas recorrentes nesses períodos (erosões, assoreamentos, doenças, etc.). Esse problema provoca danos econômico-ambientais e, principalmente, expõe a risco a vida de inúmeras pessoas. Então, visando aumentar a infiltração das águas pluviais no solo e controlar o escoamento superficial, surgiu o SUDS (*Sustainable Urban Drainage Systems*), com sua proposta de sustentabilidade. O SUDS tem sido estudado e aplicado em vários países, especialmente em países desenvolvidos. O presente trabalho apresenta uma contextualização histórica do sistema de drenagem pluvial, desde sua origem até o SUDS, em diversos países, além de situar a realidade brasileira com relação aos aspectos de sustentabilidade em bacias hidrográficas urbanas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Sistemas sustentáveis de drenagem urbana; bacia hidrográfica urbana; sustentabilidade.

**ABSTRACT:** The phenomenon of urbanization, together with soil impermeability, makes impossible the infiltration of rainwater, avoiding the recharging of the aquifers and increasing the capacity of outflow during rainy periods. It accelerates water speed and consequently increases the volume of water which arrives at the lowest parts of the water basin, causing flooding and other problems (erosions, siltation, diseases, etc.). It causes many economic and environmental damages, as well as endangers the lives of countless people. Thus, seeking to increase rainwater infiltration into the soil and to control the drainage, the SUDS (sustainable urban drainage systems) arose, with its proposal for local sustainability. The SUDS has been studied and applied in many countries, especially in developed countries. The present study presents a historical contextualization of the rainwater drainage system, from its origins up to the rising of the SUDS, in different countries, as well as focuses on the Brazilian reality concerning aspects the sustainability of the urban basins.

**KEY-WORDS:** Sustainable urban drainage systems; urban watershed; sustainability.

---

\* Professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Doutorado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pela UFRGS, Pós-Doutorado pela Coventry University.

## 1. INTRODUÇÃO

A água constitui um recurso natural renovável através dos processos físicos do ciclo hidrológico. Movida pela ação da energia solar evapora dos oceanos, dos lagos, dos rios e da superfície terrestre; precipita-se sob a forma de chuva, neve ou gelo. Corre pela superfície, infiltra-se no subsolo, escoam pelos corpos d'água superficiais e pelos aquíferos subterrâneos. É absorvida pelas plantas que a transpiram para atmosfera, da qual torna a precipitar-se e, assim, sucessivamente (BARTH; BARBOSA, 1999). Para que o ciclo continue em sua operação natural, é necessário que esse ciclo não seja desestabilizado, como o que ocorre com os processos de urbanização, na qual as variáveis hidrológicas são modificadas.

Para Silveira (2002), o fenômeno da urbanização gera a impermeabilização do solo, a qual impede a infiltração das águas pluviais, produzindo mais água para drenagem. Assim, a rede pluvial acelera os escoamentos, favorecendo o acúmulo de água em pontos de saturação, ou seja, provoca a inundação. Segundo Tucci *et al.* (2000), a inundação tem sido uma das grandes calamidades a que a população brasileira tem estado sujeita, e resulta da ocupação inadequada dos leitos dos rios e/ou urbanização das cidades.

As inundações acarretam riscos à saúde e à qualidade de vida das pessoas, além de prejuízos sociais e econômicos. Exemplo de tal prejuízo é o caso das chuvas de Fevereiro de 2008 que, segundo publicação do jornal O Estadão em 23/02/2008, obrigaram cerca de 650 famílias das zonas sul e leste de São Paulo e do ABC Paulista a deixarem suas casas. Só em São Caetano do Sul foram cerca de 500 famílias desalojadas, o que obrigou as autoridades da cidade a declarar estado de emergência. Na mesma região, o município de Mauá registrou 60 famílias desalojadas e 3 desabrigadas. E isso tem ocorrido praticamente todos os anos nos grandes centros brasileiros.

Com o intuito de aumentar a infiltração do solo, buscar uma melhoria no equilíbrio do ciclo hidrológico e incentivar o uso sustentável da água surgiu o SUDS (*Sustainable Urban Drainage System*) com sua proposta de sustentabilidade ambiental em áreas urbanas, no que se refere às águas pluviais. Dentro desse contexto, o presente trabalho trata de uma revisão geral sobre do contexto histórico do assunto, evidenciando o SUDS como uma boa alternativa na melhoria do equilíbrio ambiental de bacias hidrográficas urbanas.

## 2. CONTEXTO HISTÓRICO

Ao longo dos tempos, até a Idade Moderna, as obras de drenagem não foram consideradas, em regra, como infra-estruturas necessárias e condicionantes ao desenvolvimento e ordenamento dos núcleos urbanos (MATOS, 2003). Porém, sistemas de drenagem de águas pluviais são encontrados em cidades ou ruínas de cidades bem mais antigas. No período anterior à Era Cristã, são notáveis os sistemas implantados pelos persas e pelos gregos. Redes de drenagem implantadas pelos romanos podem ser observadas ainda hoje, com pequenos trechos ainda em funcionamento. O mesmo ocorre em ruínas de cidades construídas pelos povos pré-colombianos, em diferentes países da América Latina (TIM, 2008).

Antes de relatar a importante transformação do século XIX, é interessante voltar a uns cem anos na história, quando, segundo Silveira (2002), deu-se início a um período de eliminação das áreas alagadiças, iniciou-se o aterro de fossas receptoras de esgotos cloacais e a substituição destes por canalizações subterrâneas. Isso ocorreu devido às verificações ocorridas na Itália sobre a contribuição dessas áreas para a morte de pessoas e animais. Por isso, esse processo foi adotado em inúmeras cidades europeias como preservação da saúde pública. Germinou, assim, o conceito de drenagem sanitária e higienista, a qual tem por princípio expulsar as águas das cidades, indiferente de serem águas pluviais ou com detritos, obtendo a falsa impressão de “problema resolvido”.

Curiosamente, então, a drenagem pluvial como ação pública não evoluiu em decorrência da modernização de práticas de engenharia em busca do conforto, mas sim de uma recomendação de profilaxia médica. Evidentemente, coube aos engenheiros e urbanistas a tarefa de materializá-la em obras e integrá-la ao espaço urbano, mas, infelizmente, isso só teve um impulso maior com a ocorrência de epidemias de cólera em grandes cidades do mundo no século XIX, destacando-se, na Europa, as epidemias dos anos 1832 e 1849. Entre 1850 e o fim do século XIX muitas cidades importantes do mundo, principalmente as capitais europeias, foram dotadas de grandes redes subterrâneas unitárias de esgotos (esgotos pluviais e cloacais conduzidos pelos mesmos condutos) (SILVEIRA, 2002).

Segundo Jones e MacDonald (2007), em termos de drenagem urbana, um dos exemplos mais famosos nesse período foi a reconstrução de Paris no Segundo Império de Haussmann e Napoleon III, usando um sistema direcionado a remover rapidamente as águas da cidade. Conforme Tim (2008), as primeiras cidades a adotarem sistemas de drenagem pluvial generalizados, segundo conceitos empregados ainda na atualidade, foram Hamburgo, Londres e Paris. Salientando que esses sistemas continuam em operação até os dias de hoje, alguns com mais de 150 anos de funcionamento.

O Brasil, como não podia ser diferente, foi atingido pela epidemia de cólera no ano de 1855, em meio ao fluxo de pessoas proporcionado pelas constantes viagens marítimas. A gravidade da epidemia foi tão grande que, só na cidade do Rio de Janeiro, capital do país na época, causou a morte de mais de cinco mil pessoas. O governo, então, em 1856, implantou o primeiro sistema de drenagem unitário no país. Esse fato, segundo Marques (2006), fez com que Rio de Janeiro fosse a segunda capital mundial a adotar uma rede de esgoto sanitário.

A maior parte das outras cidades brasileiras também providenciou, aos poucos, seus sistemas de drenagem, principalmente após a Proclamação da República, ocorrida em 1889. Essa transformação urbana, segundo Silveira (2002), ocorreu com o sistema unitário, até o início do século XX, quando começou a prevalecer o sistema separador absoluto, em que a drenagem pluvial é feita independentemente da rede de saneamento. Esse sistema foi muito difundido no Brasil graças à atuação do engenheiro fluminense Francisco Saturnino Rodrigues de Brito.

O conceito sanitário-higienista, como já mencionado, prevê a rápida expulsão das águas da cidade, no intuito de preservar a saúde populacional e acabar com qualquer tipo de incômodo que a água poderia provocar. No entanto, o que

não foi previsto nessa busca por canalizações é o impacto provocado à jusante, visto que o conceito sanitário-higienista age apenas localmente no sentido de transferir o problema para outras regiões. Assim, esse conceito, associado ao rápido crescimento da população urbana – sendo que o último entende-se, também, todas as características proporcionadas pela urbanização, como impermeabilização do solo e retirada da cobertura vegetal –, é responsável pelas constantes inundações, pelos deslizamentos de terra e pelos problemas ocasionados sobre a recarga dos lençóis d'água subterrâneos.

Esse conceito sanitário-higienista reinou mundialmente até os anos 60. Nesse período, os países desenvolvidos começaram a perceber o verdadeiro confronto que estava sendo gerado entre o sistema de drenagem pluvial existente e o meio ambiente. Nascia, assim, um novo conceito de drenagem, ou melhor, uma evolução do conceito antigo; esse novo conceito manifesta-se preocupado com, além da saúde pública, a questão ambiental.

Segundo Jones e MacDonald (2007), sistemas sustentáveis de drenagem, conhecidos na América do Norte como *Best Management Practices* (BMPs), destroem completamente o princípio de rápido escoamento. A ideia não é nova e, certamente, já existem ações, como ementas do Ato Federal de Controle de Poluição da Água, em 1972, para amenizar a poluição causada pelo escoamento superficial da água. Para Souza (2005), as técnicas conhecidas por *Best Management Practices* (BMPs), microrreservatórios (MRs) e detenções (OSDs) figuram como as mais utilizadas em países como Reino Unido e Austrália. Essas práticas ainda se encontram em operação e são estimuladas em muitos países, como no Brasil (Porto Alegre e São Paulo), enquanto as realidades australiana, americana e canadense, por exemplo, já confrontam o problema por diferentes caminhos, procurando aproximar ao máximo o comportamento das águas pluviais às condições naturais prévias à ocupação do homem.

Nas últimas décadas, novas abordagens mais próximas à sustentabilidade têm sido estudadas, sob diferentes denominações: *Low Impact Development* (LID), nos EUA e Canadá; *Sustainable Urban Drainage Systems* (SUDS), no Reino Unido; *Water Sensitive Urban Design* (WSUD), na Austrália; e *Low Impact Urban Design and Development* (LIUDD), na Nova Zelândia. No presente trabalho, adotou-se a denominação usada no Reino Unido devido aos estudos que o autor deste estudo realizou na Inglaterra.

Segundo Silveira (2008), SUDS se diferencia das técnicas de BMPs por serem mais abrangentes no planejamento do sistema de drenagem. A abordagem de SUDS também inclui medidas não-estruturais, como *layouts* alternativos de estradas e prédios para minimizar a impermeabilização do solo e maximizar o seu uso, preservação da vegetação nativa, redução das fontes de contaminação e programas de educação que promovam novas ações e/ou atividades. Ganhos paisagísticos, ambientais e econômicos reforçam as vantagens apresentadas por esta concepção do tratamento da drenagem urbana, controlando não somente o pico, mas também o volume, a frequência e a duração, além da qualidade do escoamento (SOUZA, 2005).

A região precursora dessas medidas foi a Escandinávia, mais especificamente a Suécia e a Noruega. Segundo o próprio site governamental sueco, o primeiro grande trabalho relativo ao SUDS ocorreu em Malmö, na Suécia. Em 1998, foi lançado, nessa cidade, um projeto para tornar sustentável o distrito de Augustenborg. Esse local começou a utilizar uma série de canais

para escoamento da água de chuva, pavimentos porosos, faixas gramadas e telhados verdes que somam cerca de 9.500 m<sup>2</sup> em sua totalidade. Assim, os conjuntos de todas essas ações resultaram em uma cadeia de drenagem, além de reestruturar o distrito. Hoje, é possível visitar Augustenborg para tours de estudos e cursos concentrados, evidenciando a manutenção e a continuidade do projeto que se tornou uma “escola viva”.

Mais tarde, o SUDS propagou-se pela Europa, Estados Unidos (Seattle, Portland), Canadá (Vancouver), Austrália, entre outros. Atualmente, o Reino Unido é tido como referência mundial, pois é onde vêm se desenvolvendo novos estudos e novas tecnologias a respeito de sistemas de drenagem sustentável. Esse fato é explicado pelo próprio fator cultural, pois o Reino Unido atentou para as vantagens financeiras que esses sistemas podem proporcionar ao País, com a redução nos custos de manutenção das redes de drenagem, por exemplo.

O SUDS foi se desenvolvendo, ganhou destaque nos anos 90 e está em franco desenvolvimento na Europa, parte da Ásia, Estados Unidos, Canadá, Austrália e Nova Zelândia. Em contrapartida, os países em desenvolvimento se encontram relativamente atrasados, já que o controle quantitativo da drenagem urbana ainda é limitado e o de controle da qualidade da água, resultante da drenagem, ainda está longe de ser atingido. Nesse sentido, segundo Silveira (2008), reforça-se a necessidade de pesquisar meios de incentivar o uso de técnicas, tal como a cobrança pelo uso da água, que objetivem o controle na fonte e a manutenção das características do ciclo hidrológico de pré-desenvolvimento.

### **3. UTILIZAÇÃO DO SUDS NO BRASIL E NO MUNDO**

#### **3.1. Estados Unidos**

Segundo Souza (2005), nos Estados Unidos vêm sendo empregadas práticas sob a alcunha de Desenvolvimento Urbano de Baixo Impacto (*Low-Impact Development*, LID), procurando aproximar ainda mais a drenagem urbana do sistema natural, incentivando práticas de reuso e infiltração. Comparada às práticas americanas convencionais, isto é, emprego de práticas de controle por lote ou loteamento, principalmente detenções e retenções, o LID apresenta bons resultados financeira e ambientalmente para novos empreendimentos.

O planejamento urbano por LID nos Estados Unidos é uma realidade, orientada por manuais municipais, como os seguintes: *Portland Bureau of Environmental Services*, de 1999; *Prince George's County*, de 2002; *Sarasota County*, de 2004; e, PSAT e WSU, de 2005. Em relação aos locais de aplicação de sistemas sustentáveis destacam-se as cidades de Portland, no estado de Oregon e Seattle, no estado de Washington.

### **3.1.1. Portland**

Segundo o site *Water Environment Research Foundation*, a implantação do SUDS na cidade de Portland foi por intermédio do programa *stormwater*, implantado pela *National Pollutant Discharge Elimination System* (NPDES) em conjunto com a *Municipal Separate Storm Sewer System* (MS4) no início na década de 90; o trabalho segue até a atualidade. Em 1996, foi criado o *Stormwater Policy Advisory Committee* (SPAC), para criar maneiras de melhorar a absorção da água das chuvas. A partir daí iniciou-se os processos de implantação do SUDS na cidade, promovendo a implantação de telhados verdes, valas de infiltração, faixas gramadas, pavimentos porosos e trabalhando com a reeducação da população. É importante salientar que houve uma redução de 35% do escoamento superficial nas ruas da cidade após a implantação dessa técnica.

Atualmente, o processo de integração com a comunidade continua; além disso, iniciaram-se pequenos projetos de demonstração. A implantação desses projetos vem permitindo acompanhar as práticas e também possibilita a adaptação de projetos, bem como procura obter uma melhor eficácia antes de uma implantação em larga escala. Hoje são cerca de 500 ruas ecológicas incluídas na pré-concepção de um grande sistema de drenagem, buscando atender aos desafios de sustentabilidade que o projeto pretende conquistar.

### **3.1.2. Seattle**

Segundo Wong e Stewart (2008), em Seattle, o projeto piloto *SEA Street* teve resultados significativos a respeito do escoamento superficial (*runoff*) na cidade. O projeto, apesar de ter custado cerca de 850 mil dólares, gerou uma redução de 25% de gastos tradicionais (poluição, asfalto e calçadas). O projeto utilizou-se de telhados verdes, pavimentos porosos, além do seu maior enfoque: a utilização de áreas verdes para a absorção da água, como a utilização de faixas gramadas. Assim, conseguiu-se reter cerca de 37% a mais do volume de água precipitado durante os eventos de chuva em relação ao que se conseguia anteriormente.

## **3.2. Inglaterra**

A Inglaterra é o país mais desenvolvido em estudos, desenvolvimento e aplicações do SUDS. Nesse país, universidades e empresas trabalham em conjunto para o melhor desenvolvimento de técnicas sustentáveis como, por exemplo, a *Conventry University*, que, entre outras, é subsidiada por empresas patrocinadoras como *Hanson Formpave*, *Tarmac*, *Permavoid* e *Sports Turf Research Institute*.

O *Applied Research Group in Sustainable Drainage*, da mesma universidade, visa ao desenvolvimento de aspectos interdisciplinares de drenagem sustentável (SUDS). Com 20 anos de experiência, esse grupo

inclui pesquisas sobre pavimentação porosa, geoquímica ambiental, microbiologia dos geotêxteis, sistemas de informação geográfica, entre outros. Dentre os locais em que o SUDS foi implantado, segundo a CIRIA (*Construction Industry Research and Information Association*) Organização voltada para a pesquisa difusão de informação, que se dedica a melhorias em todos os aspectos da construção e indústria, têm-se, incluindo a gestão sustentável dos recursos hídricos, as seguintes principais referências:

- **Bristol Business Park:** sua primeira fase foi construída em 1994; em breve, finalizar-se-á a penúltima fase (Fase 4). O principal sistema utilizado na Fase 3 foi o pavimento permeável em um total de aproximadamente 1,2 hectares;

- **Lamb Drove:** empreendimento residencial de 35 casas a preços acessíveis (construído pela *Cambridge Housing Society*) em um local de 1,0 hectare. O objetivo desse projeto foi mostrar práticas inovadoras e técnicas de gerenciamento sustentável da água (incorporando SUDS) dentro de empreendimentos residenciais. Os principais sistemas utilizados foram os seguintes: pavimentação permeável, telhado verde, depressões, bacias de lagoa de retenção;

- **Wessex Water Operations Centre:** utilização de 22 milhões de libras esterlinas para desenvolvimento de prédios de escritórios, centro de operações, estacionamento, estradas e áreas ajardinadas. Os principais SUDS usados foram os seguintes: pavimentação permeável e armazenamento de água.

Apesar de o SUDS já ser conhecido há anos, o fato de sua adoção ser restrita faz com que a Inglaterra ainda sofra com raros eventos de inundações, como a ocorrida em julho de 2007. Mesmo assim, tal inundação acabou sendo fundamental para que o SUDS ganhasse ainda mais atenção da sociedade.

Hoje, é reconhecido amplamente o sucesso do SUDS como uma ferramenta de drenagem poderosa. Assim, muitas autoridades locais veem favoravelmente a utilização do SUDS; através de lei, exige-se que novos desenvolvimentos incorporem a drenagem sustentável sempre que possível e a Associação Britânica de Seguradoras está em campanha para a redução de custos para os regimes políticos que incorporam SUDS.

### **3.3. Escócia**

Pertencente ao Reino Unido, a Escócia possui um órgão oficial responsável por proteger os ambientes aquáticos, a SEPA (*Scottish Environment Protection Agency*). Além de possuir parceria com o governo escocês, a SEPA trabalha com universidades, empresas e com SNIFFER (*Scotland and Northern Ireland Forum for Environmental Research*).

Esse órgão tem como principal função proteger e melhorar o ambiente, ajudando empresas e indústrias a entender suas responsabilidades ambientais, regulamentando as atividades que possam poluir o ambiente, monitorando a qualidade do ar, terra e água e relatando o estado do ambiente na Escócia. Também são responsáveis pelo sistema de alerta de cheias.

Segundo a SEPA, o uso do SUDS tornou-se uma prática comum na Escócia, com mais de 700 locais referenciados e aproximadamente 4.000 sistemas sendo implantados. O curioso é que sistemas como os pavimentos flexíveis porosos estão sendo utilizados para evitar acidentes nas rodovias. O processo de rápida absorção e condução da água superficial, através de camadas subsuperficiais, evita a formação de gelo nas rodovias que adotaram essa técnica.

### **3.4. Austrália**

Atualmente, na Austrália, estão em vigor as estratégias de Projeto Urbano Hidricamente Sensível (*Water Sensitive Urban Design, WSUD*) que procuram tornar o caminho percorrido pela água o mais próximo possível da percepção da sociedade em contraposição à utilização de condutos e sarjetas, incentivando o emprego de técnicas que imitem o fluxo natural (SOUZA, 2005). Os estudos australianos são interessantes ao Brasil, já que ambos possuem condições climáticas semelhantes e os sistemas de drenagem sustentáveis devem se adequar à realidade de cada país.

### **3.5. Brasil**

O fato de o Brasil ser um dos países com maior disponibilidade de água no planeta traz consigo uma enorme responsabilidade com relação à preservação de suas bacias hidrográficas. Para o atendimento dessa demanda, então, é fundamental a aplicação do SUDS, principalmente em áreas urbanas, no sentido de favorecer o ciclo hidrológico através da infiltração e reduzir os processos erosivos causados pelo aumento do escoamento superficial.

Contudo, assim como os outros países em desenvolvimento, o Brasil apresenta problemas que dificultam a aplicação de sistemas de drenagem pluvial superficial, sejam eles no conceito sanitário-higienista ou, em especial, no conceito ambiental. Entre esses problemas estão os seguintes: o crescimento desordenado das cidades, que engloba gigantescas áreas de risco; as inúmeras moradias em zonas ribeirinhas; e a falta de uma maior conscientização ambiental da população.



De acordo com IBGE (2002), a PSNB (Pesquisa Nacional de Saneamento Básico) de 2008, 94,5% dos municípios brasileiros apresentam rede de esgotamento pluvial, independente do tamanho de extensão da rede e de sua eficiência, sendo que a existência dos serviços de drenagem varia segundo o tamanho da população. A proximidade da totalidade da drenagem das águas pluviais demonstra um avanço com relação ao planejamento urbano, porém, a maior parte dessas obras não possui nenhuma parte sustentável como complemento do sistema.

Segundo Silveira (2002), a maioria das obras de drenagem existentes no Brasil ainda segue o conceito sanitário-higienista e, além disso, infelizmente, são em geral mal aplicadas. E isso ocorre por motivos que vão desde falhas no dimensionamento das obras à falta de manutenção.

Entre um dos motivos das dificuldades enfrentadas está uma maior complexidade do conceito ambiental em termos de projeto, pois envolve conhecimentos multidisciplinares. Mesmo assim, algumas cidades brasileiras tomaram a frente e elaboraram planos diretores de drenagem urbana com princípios ecológicos. Entre essas cidades, podemos citar as seguintes: Caxias do Sul e Porto Alegre, no Rio Grande do Sul; Santo André, no Estado de São Paulo; Belo Horizonte, em Minas Gerais; Curitiba, no Paraná; e Rio de Janeiro, mais especificamente na Bacia Iguaçu-Sarapuí.

De maneira geral, esses planos iniciaram-se no fim da década de 90 e têm como objetivo primordial o controle de inundações. Um dos principais problemas a ser enfrentado, se não o principal, é quanto à população ribeirinha, que, além de estar em das péssimas condições de moradia, impede ou dificulta as obras de drenagem. Os planos envolvem medidas por um período aproximado de duas décadas, a partir de seu início. Cada plano diretor possui suas particularidades e foi planejado por diferentes grupos técnicos, exceto Porto Alegre e Caxias do Sul.

Entre as dificuldades encontradas para implantação desses sistemas, encontram-se: (a) falta de integração urbano-paisagística e seus usos; (b) contaminações por esgotos e resíduos sólidos; (c) falta de manutenção do sistema; e (d) falta de consciência ambiental.

Infelizmente, no Brasil, observa-se uma grande preocupação com os aspectos relacionados à quantidade da água pluvial, em detrimento da qualidade dessa água. Isso se deve, principalmente, às grandes demandas por saneamento básico, além de falta de uma política nacional de saneamento, corpo técnico qualificado, fiscalização de órgãos ambientais, redes de monitoramento, recursos financeiros, arcabouço legal para o setor, dentre outras (MARQUES, 2006).

É importante ressaltar que, apesar de tais planos conterem princípios ambientais, estão longe de se enquadrar em um modelo ideal de drenagem pluvial, como propõe o SUDS. Além disso, para que o SUDS, englobado no conceito de desenvolvimento sustentável, seja aplicado com bom aproveitamento no Brasil, é importante que haja uma adequação à nossa realidade, tendo em vista que a maior parte dos estudos e aplicações foi realizada em países desenvolvidos e com clima temperado.

## **4. TIPOS DE SISTEMAS SUSTENTÁVEIS (SUDS)**

Atualmente, esses sistemas vêm sendo desenvolvidos e implantados nos diversos países supracitados, sendo que podemos destacar os principais dispositivos: pavimento permeável; pavimento semi-permeável; reservatórios de detenção e retenção; trincheira de infiltração; vala de infiltração; poço de infiltração; microrreservatório; telhado reservatório; telhado verde; bacia subterrânea; e faixas gramadas. Esses dispositivos procuram amenizar os efeitos da urbanização, através da diminuição do escoamento superficial e aumento da infiltração, criando, assim, áreas permeáveis e de retenção da água pluvial como parte de um conjunto maior, que é o gerenciamento dos recursos hídricos.

Tais sistemas podem ser empregados em conjunto ou separadamente, de acordo com o projeto proposto ou com as necessidades e/ou possibilidades locais, proporcionando uma boa relação custo-benefício, além dos ganhos sociais e ambientais.

## **5. CONCLUSÃO**

A evolução da sociedade e de seus sistemas dá-se de duas formas: primeiro, pela busca por conforto e melhor qualidade de vida; segundo, pela necessidade fundamental de preservação da vida. Assim, da mesma forma que a drenagem pluvial centrada em canalizações foi de extrema necessidade à prevenção de doenças e epidemias, um novo modelo de drenagem é necessário para amenização dos problemas relacionados à urbanização, sendo, portanto, imprescindível para um ambiente urbano sustentável.

O princípio do desenvolvimento do SUDS na Escandinávia funcionou como um ponto de partida, que a Inglaterra soube visionar e investir. Hoje, líder no campo de estudos, pesquisas e desenvolvimento, a Inglaterra vem trabalhando na melhoria de técnicas de drenagem sustentável e sua implantação. Outros países têm se empenhado em aplicar esses sistemas comprovadamente eficientes, embora tal esforço seja pequeno frente ao necessário.

O Brasil também tem muito a trabalhar quanto à questão do SUDS. Apesar da criação de Planos Diretores voltados à drenagem pluvial, questões ambientais ainda são pouco abordadas. Isso fica visível através dos problemas frequentes de erosões e inundações recorrentes anualmente nas bacias urbanas. Portanto, há muito a ser percorrido rumo a um dos paradigmas do gerenciamento de recursos hídricos, que é a sustentabilidade do sistema que envolve as bacias hidrográficas urbanas.

## **6. AGRADECIMENTOS**

O Autor gostaria de agradecer ao CNPq e à Capes.

## Referências bibliográficas

BARTH, Flavio T.; BARBOSA, Wanda E. S. Apostila: **Recursos Hídricos**, Fundação Centro Tecnológica de Hidráulica, São Paulo, p. 45, 1999.

CIRIA. Disponível em: <[http://www.ciria.org.uk/suds/case\\_studies.htm](http://www.ciria.org.uk/suds/case_studies.htm)>. Acesso em: 21 ago. 2009.

ESTADÃO. Chuva deixa 650 famílias desalojadas, 23/02/2008. Disponível em: <[http://www.estadao.com.br/estadaodehoje/20080223/not\\_imp129128,o.php](http://www.estadao.com.br/estadaodehoje/20080223/not_imp129128,o.php)>. Acesso em: 19 ago. 2009.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico – 2000. Rio de Janeiro, 2002. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/27032002pnsb.shtm>>. Acesso em: 1 set. 2009.

JONES, Phil; MACDONALD, Neil. Making space for unruly water: Sustainable drainage systems and the disciplining of surface runoff. **Geoforum**, n. 38. p. 534-544, 2007.

MALMÖ STAD. Disponível em: <<http://www.malmo.se/servicemeny/malmostadinenglish/sustainablecitydevelopment.4.33aee30d103b8f15916800024628.html>>. Acesso em: 20 ago. 2009.

MATOS, José S. Aspectos Históricos e Actuais da Evolução da Drenagem de Águas Residuais em Meio Urbano. **Revista Engenharia Civil**, Lisboa, n. 16, p. 13-23, 2003.

MARQUES, Cláudia E. B. **Proposta de Método para a Formulação de Planos Diretores de Drenagem Urbana**, 2006, 153f. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

PORTLAND BUREAU OF ENVIRONMENTAL SERVICES. Stormwater Management Manual. 2. Ed. Portland, 2002. Disponível em: <<http://www.cleanrivers-pdx.org>>. Acesso em: 20 ago. 2009.

SEPA (Scottish Environment Protection Agency). Disponível em <<http://www.sepa.org.uk/>>. Acesso em: 21 ago. 2009.

SILVEIRA, Geraldo L. **Cobrança pela Drenagem Urbana de Águas Pluviais: incentivo à sustentabilidade.** Relatório de Pós-Doutorado, 2008.

SILVEIRA, André L. L. Apostila: **Drenagem Urbana: aspectos de gestão.** 1. Ed. Curso preparado por: Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul e Fundo Setorial de Recursos Hídricos (CNPq), 2002.

SOUZA, C.F. **Mecanismos técnico-institucionais para a sustentabilidade da drenagem urbana,** 2005, 174f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, Porto Alegre, 2005.

TIM-II - Trabalho de Integralização Multidisciplinar II. Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia, Curso de Engenharia Civil, Projeto de Infra-Estrutura e Equipamentos Urbanos: Termo de Referência, p. 25, 2008.

TUCCI, Carlos E. M.; HESPANHOL, Ivanildo; NETTO, Oscar M. C. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos.** v. 5, n. 3, p. 31-43, 2000.

WATER ENVIRONMENT RESEARCH FOUNDATION. Portland, Oregon. Disponível em: <[www.werf.org/livablecommunities/studies\\_port\\_or.htm](http://www.werf.org/livablecommunities/studies_port_or.htm)>. Acesso em: 08 ago. 2009.

WONG, Gilbert; STEWART, Orion. SEA Street. Seattle Public Utilities. **Precedent design study,** arch 503, larc 504, p. 6, Seattle, USA, 2008.