

DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL: ASPECTOS HIDROLÓGICOS, INFLUÊNCIA DOS SEDIMENTOS E O REEQUILÍBRIO DOS CICLOS NATURAIS

Keila Camila da Silva¹, Cristiano Poletto²

¹*Faculdades Integradas de Araraquara, e-mail: keilacamila@hotmail.com;* ²*Universidade Federal do Rio Grande do Sul, e-mail: cristiano.poletto@ufrgs.com;*

Palavras-chave: Drenagem urbana; hidrologia; SUDS.

Introdução

Atualmente é possível observar-se o acelerado crescimento dos centros urbanos brasileiros, que associados a um ineficiente planejamento urbano e eventos hidrológicos intensos ocasionam problemas na drenagem, além de mudanças nas condições naturais das bacias hidrográficas, levando a necessidade de medidas onerosas para prevenção de impactos ambientais.

De acordo com Reis et al. (2008), o processo de urbanização gera impactos significativos sobre o meio ambiente ocupado. Durante o desenvolvimento urbano, o homem transforma o meio natural em um meio adequado aos seus interesses, o que na maioria dos casos resulta em grandes superfícies impermeáveis.

Com o aumento das áreas impermeáveis têm-se a dificuldade na infiltração das águas pluviais, causando um desequilíbrio do sistema hidrológico natural.

Essa mudança no ciclo hidrológico natural das bacias causou e ainda causa diversos impactos urbanos, como enchentes, inundações e erosões do solo. 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). Nesse sentido, visando reduzir ou retardar esses impactos ambientais nos municípios, muitos estudos estão optando pela análise de técnicas e medidas que tentam imitar o ciclo natural, os sistemas de drenagem sustentável, pois a impermeabilização do solo é um dos principais agravantes dos problemas que são enfrentados hoje.

Se antigamente, o foco da drenagem era principalmente a remoção das águas pluviais à jusante, atualmente, seu foco está em não transferir os impactos à jusante, visando o reequilíbrio do ciclo natural.

Urbanização e os sistema de drenagem urbana sustentável (SUDS)

Urbanização e os sistema de drenagem urbana A urbanização é um processo que se caracteriza pela intensificação das relações sociais e infraestruturas para garantir a produção e consumo das pessoas no ambiente urbano. Urbanização é sinônimo de povoamento das cidades, ou seja, a transferência do meio rural para o urbano. É a síntese mais espetacular das interações entre organizações socioeconômicas (a sociedade) e o meio físico-natural (a natureza), realizada pelo trabalho social. (CUSTÓDIO, 2004).

A urbanização provoca diversos efeitos no ciclo hidrológico natural, redução da infiltração das águas e da evapotranspiração e aumento do escoamento superficial.

Conforme Nucci (2001), um atributo muito importante, porém negligenciado no desenvolvimento das cidades, é o da cobertura vegetal, pois além de todas as necessidades que o ser humano tem em relação à vegetação é importante lembrar que as cidades estão cada vez mais poluídas, e esta poluição, principalmente no ar e nos rios, pode ser reduzida substancialmente preservando-se a vegetação local.

Foi sendo adicionada ao sistema de drenagem uma visão ambientalista, buscando-se minimizar os impactos antropogênicos gerados buscando-se manter as características naturais da bacia (escoamento, vazão, permeabilidade, evapotranspiração, bloqueios naturais, entre outros) (POLETO, 2011a).

A presença de picos de vazão tem resultado em um aumento de frequência e gravidade de inundações, além da intensificação dos processos erosivos com aumento da produção, transporte e deposição de sedimentos. Impactos como estes afetam diretamente a qualidade dos corpos d'água destas bacias hidrográficas (COSTA et al, 2012).

Os sistemas urbanos sustentáveis são tentativas de imitar a drenagem natural, buscando deixar o ambiente mais próximo às condições naturais.

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 soluções para esses problemas são classificadas como medidas estruturais e não estruturais. As estratégias de drenagem urbana sustentável incluem as ações estruturais, que consistem dos componentes físicos ou de engenharia como parte integrante da infraestrutura, e as ações não estruturais, que incluem todas as formas de atividades que envolvem as práticas de gerenciamento e mudanças de comportamento.

Os efeitos da urbanização podem ser definidos em uma sequência de interferências no ambiente natural e urbano (figura 1):

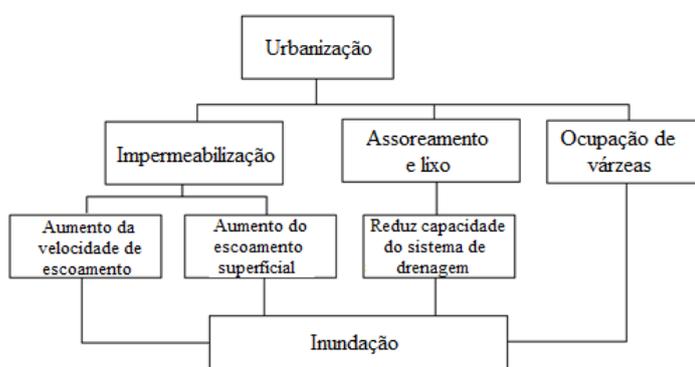


Figura 1 – Processos ocasionados pela urbanização.
Fonte: Silva, 2015

Estudar o comportamento da bacia é muito importante para evitar diversos problemas sociais, econômicos e ambientais, como vemos em Cunha e Guerra, (1999) ao dizer que a bacia se apresenta como um ótimo laboratório de estudo do meio ambiente em seus diversos setores, devendo ser analisada a fim que se possam reduzir impactos ambientais.

A presença de vegetação permite que o ciclo hidrológico ocorra completamente, dessa forma, a água das chuvas consegue infiltrar no solo, com a ajuda das raízes das plantas e realizar a evaporação, a transpiração e o escoamento em níveis normais, os quais não afetam o meio ambiente. Nos centros urbanos, devido à falta dessa vegetação, o ciclo não se completa de forma perfeita, fazendo com que a taxa de água que infiltre e evapore seja menor que a taxa que esco superficialmente. Esse fato se dá devido a maior impermeabilização do solo.

O consequente desmatamento para expansão das áreas urbanas traz consigo mudanças no uso do solo o que acarretam alterações em todo o ciclo hidrológico, devido a essas mudanças acima citadas. Esses processos alteram o regime hidrológico natural do rio. O ser humano é o principal agente acelerador dos desequilíbrios nas paisagens naturais das bacias hidrográficas. “Existe atualmente, uma preocupação com a quantificação de impactos que a exploração humana provoca nas bacias hidrográficas, para que sejam adotadas medidas que minimizem os danos à natureza” (ROCHA, 2006).

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).

Esses métodos são conhecidos como SUDS (Sustainable Urban Drainage System) na Europa, como LID (Low Impact Development) em Vancouver – Seattle e BMP (Best Management Practices) costa leste dos Estados Unidos.

A filosofia geral dos SUDS são: reduzir as vazões e taxas de escoamento; reduzir os volumes adicionais consequentes da urbanização; promover a recarga natural dos aquíferos; reduzir a concentração de poluentes e atuar como zona de amortecimento em caso de acidentes com derramamento de contaminantes; prover habitats para os animais e agregar valor estético para as áreas urbanas.

Segundo Araújo, 2007, projetos urbanísticos alternativos baseados na sustentabilidade e na reabilitação ecológica têm como objetivo evitar o consumo excessivo dos recursos naturais, reduzir os custos com energia e tratamento de resíduos, recuperar o meio com suas características de origem e reabilitar espaços a novas funções

Na tentativa de manter a vazão ou torna-la menor, aumentando a área de infiltração. Dentre alguns desses dispositivos pode-se destacar:

Áreas verdes

Áreas verdes são importantes para se alcançar qualidade ambiental no meio urbano, pois possuem funções que ajudam a proporcionar um equilíbrio entre ambiente urbano e natural. Segundo Silva, 2011, a presença das mesmas, ocasiona benefícios sociais, relacionado ao lazer, psicológicos, com o alívio das tensões diárias, ecológico, relacionado a qualidade do ar, água e solo, além da regularização do clima, educativos, pois incentiva a educação ambiental, estético, pelo embelezamento da paisagem e para a saúde da população, devido a melhoria na qualidade de vida.

Além desses benefícios a presença da vegetação no ambiente urbano ajuda a reduzir o escoamento superficial das águas, o que evita diversos problemas de drenagem. A figura 2 ilustra uma área verde urbana:



Figura 2 – Áreas verdes urbanas.
Fonte: Kobayashi, Faggion, Bosco, Chirinéia, 2008

Como salienta Amorim, 2001, a falta de vegetação nas áreas traz consequências negativas para o meio ambiente urbano com as alterações do clima local, enchentes e inundações e falta de áreas de lazer para a população, podendo provocar processos erosivos nessas áreas e nos terrenos ao seu entorno.

A integração entre meio ambiente e urbanização é

importante e necessária para que haja uma aproximação com os ciclos naturais. Laar, 2001, comenta também que essas áreas proporcionam atividade terapêutica, como a jardinagem em si, envolvidas na sensação de bem-estar por amenizar o ambiente urbano com a utilização de vegetação.

Telhado verde

Os telhados verdes são coberturas vivas caracterizadas pela aplicação de camadas vegetais nos telhados de construções. Consiste basicamente em uma camada de vegetação e uma camada drenante de água. Segundo Krebs, 2005, “estas coberturas são uma alternativa construtiva que oferece a possibilidade de utilização de materiais locais, apresentando comprovados benefícios térmicos e acústicos”. Além dessas vantagens, podem-se citar outras como: diminuição da água de escoamento pluvial, melhoria na vida útil do telhado, formação de microecossistemas, contribuição no combate ao efeito estufa e melhora do visual paisagístico (figura 3).

De acordo com Araújo 2007, nos centros urbanos as superfícies verdes nas coberturas trazem maior conforto ambiental e térmico dos usuários dessas edificações, além de benefícios relacionados a economia de energia para climatização de ambientes e da redução do efeito urbano denominado “ilhas de calor”, causado devido ao crescimento urbano desordenado e sem comprometimento com o meio ambiente. Nas cidades as coberturas verdes funcionam como um filtro contra a poluição e na manutenção da umidade relativa do ar, não tendo somente um caráter estético e ornamental (GOMEZ, 1998).

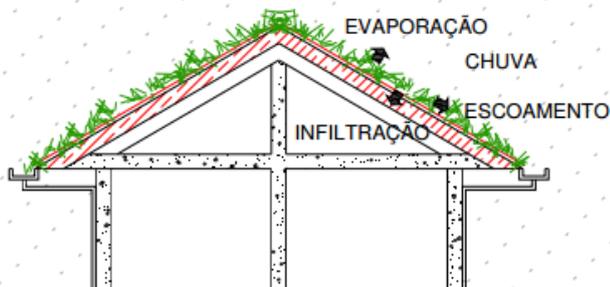


Figura 3 – Telhado verde.

Fonte: Kobayashi, Faggion, Bosco, Chirinéa, 2008

Os telhados verdes, quando utilizados estrategicamente, podem ser considerados como uma solução natural e um complemento ecológico aos espaços urbanos, devido também a escassa quantidade de áreas verdes encontradas no ambiente urbano. Os telhados verdes também acabam contribuindo positivamente para a expansão dessas áreas verdes.

O telhado verde é um dispositivo que ganha atenção em função dos benefícios que tem apresentado em relação à gestão urbana ecologicamente correta. Dentre os principais benefícios proporcionados pelos telhados verdes, destaca-se o potencial para atenuação do escoamento superficial, das águas pluviais (HONGMING, 2010). Costa et al. (2012) afirmam que o telhado verde serve como forma de minimização do risco de inundações, buscando assemelhar as características das bacias hidrográficas urbanas as das bacias naturais.

Pavimentos permeáveis

O pavimento permeável ou semi-permeável é um dispositivo de infiltração onde o escoamento superficial é desviado através da superfície permeável. O objetivo desse dispositivo é tentar fazer com que a água infiltre rapidamente e permaneça armazenada em um reservatório.

Raimbault, 2002, afirma que essas estruturas possuem funções mecânicas que permitem suportar os carregamentos pelo tráfego de veículos e possui funções hidráulicas, que de acordo com a porosidade do material, conseguem reter água pluvial e de escoamento, drená-la e fazer com que se infiltre no solo. São importantes formas de controlar o escoamento superficial e assim reduzir o risco de inundações, reduzindo os impactos hidrológicos, como é possível observar pela figura 4:



Figura 4 – Manejo de águas Pluviais.

Fonte: Kobayashi, Faggion, Bosco, Chirinéa, 2008

Segundo Azzout et al, 1994, o funcionamento hidráulico dos pavimentos permeáveis são a entrada imediata de água da chuva no pavimento, sua estocagem temporária no interior do pavimento e então a evacuação lenta, feita por infiltração no solo e ou liberação para a rede de drenagem.

Em EPA, 1999, é possível observar algumas vantagens do uso dos pavimentos, como por exemplo o tratamento da água da chuva, através da remoção de poluentes, diminuição da necessidade de canais de drenagem, aumento da segurança e conforto em vias, não necessita de espaço exclusivo para o dispositivo, pois se integra à obra. Mas também apresenta desvantagens como a tendência, ao longo do tempo, de obstrução, possui riscos de falhas, quando inapropriadamente instalado.

Valas de infiltração

Valas de infiltração são estruturas lineares pouco profundas e vegetadas geralmente utilizadas quando o lençol freático é superficial ou o manto impermeável é pouco profundo. Elas permitem o armazenamento temporário de águas pluviais e favorecem sua infiltração no solo. (NETO, 2012).

Concentram o fluxo das áreas adjacentes e criam condições para que a infiltração ocorra ao longo do seu comprimento, agindo também como canais ao armazenar e transportar água para outros dispositivos de drenagem (figura 5).

Caracterizadas por canais vegetados amplos e rasos, adaptados a uma variedade de condições locais, empregados comumente ao longo de ruas e rodovias, estacionamentos. Funcionam reduzindo a velocidade da enxurrada por meio de infiltração e/ou retenção, além de contribuir para remoção de poluentes.

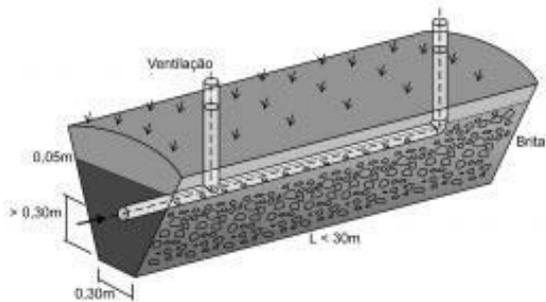


Figura 5 - Vala de Infiltração.

Fonte: NBR 13969 (1997)

Poços de infiltração

Construídos para recolher a água do telhado e criar condições de escoamento através do solo. A construção é feita removendo-se o solo e preenchendo o local com cascalho, criando espaço para o armazenamento.

Segundo Reis et al (2008), o sistema consiste em um poço escavado no solo, revestido por tubos de concreto perfurados ou tijolos assentados em crivo, envoltos por uma manta geotêxtil fazendo a interface solo/tubo, e fundo revestido por uma camada de agregados graúdos, também envolta por geotêxtil, de forma a permitir a infiltração, para o solo, do volume de água pluvial escoado para o seu interior, como é observado na figura 6:

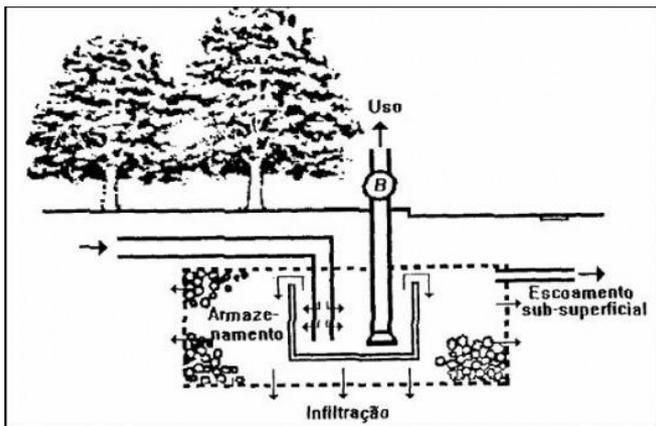


Figura 6 – Poço de infiltração de água pluvial.

Fonte: Kobayashi, Faggion, Bosco, Chirinéa, 2008

Nesse sistema, a água pluvial é inicialmente lançada no poço e quando cheio, ela passa a ser lançada no sistema de drenagem urbano.

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 colmatção (figura 7).

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 7 – Trincheira de infiltração.

Fonte: Kobayashi, Faggion, Bosco, Chirinéa, 2008

Segundo Carvalho e Lelis, 2000, as trincheiras permitem o armazenamento e a infiltração de água no solo. São usados em áreas industriais, pátios e estacionamentos, ruas e avenidas.

Bacias de detenção e retenção

São áreas cercadas por uma contenção que retém a água até que ocorra a infiltração através da base e das laterais. Além disso, promovem a atenuação dos picos de cheia. Podem ser escavadas ou aproveitar pequenas encostas do terreno. 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.

A inclusão de bacias de retenção, em projetos de drenagem, tem a vantagem de permitir, devido a sua multifuncionalidade, reduzir o pico do escoamento, evitando perturbações a jusante, reduzir a carga de contaminante e do escoamento. (Schueler, 1992 e WSDOEWQP, 1999). A figura 8 representa uma bacia de retenção:



Figura 8 – Bacia de retenção

Fonte: Kobayashi, Faggion, Bosco, Chirinéa, 2008

O tempo de detenção está relacionado com a máxima vazão afluente e com o volume armazenado. Como salienta Veról e Miguez, 2011, concepção de sistema integrado de controle de enchentes passaria pela combinação de reservatórios de detenção e retenção, respectivamente associados ao controle da quantidade e qualidade da água, com a possibilidade de revitalizar o espaço urbano.

Influência dos sedimentos urbanos em sistemas sustentáveis de drenagem

No ambiente urbano, nota-se um aumento significativo da quantidade de sedimentos na bacia, ocasionado pelas construções e mudanças no ambiente natural.

Essa produção de sedimentos traz algumas consequências ambientais como o assoreamento das seções de drenagem, redução da capacidade de escoamento, além do transporte de poluentes e contaminantes. Por causa desses e outros fatores é importante que se faça um controle da qualidade dos sedimentos visando sua redução e melhoria ambiental.

Esses problemas de sedimentos nos sistemas de drenagem também se agravam em sistemas de drenagem sustentáveis. Como os sistemas de drenagem sustentáveis visam, em sua maioria, reduzir o escoamento superficial aumentando assim a infiltração da água no solo, estudar a influência do sedimento nesses sistemas se torna importante e necessária para manutenções dos sistemas. Um dos problemas observados é susceptibilidade a colmatação da estrutura, normalmente oriunda do acúmulo/entupimento dos poros por sedimentos impedindo assim a infiltração da água no solo, onde muitas vezes, de acordo com Tominaga (2013), é necessário pré tratamento em casos onde o aporte de sedimentos é grande. Alguns estudos, como em Junior (2013) mostram também esse problema de colmatação quando se utiliza trincheiras de infiltração. Lucas (2011), monitorou um sistema de trincheira de infiltração em escala real, mostrando que o aporte de sedimentos no sistema pode trazer riscos de colmatação e conseqüente redução da eficiência da estrutura. No caso das trincheiras, recomenda-se a utilização de mantas geotêxtil no fundo, nos lados e na superfície acima do material de preenchimento com o objetivo de impedir a passagem de sólidos finos provenientes do escoamento e conseqüente colmatação da trincheira. Souza (2002), monitorou duas trincheiras no Instituto de pesquisas hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul e, segundo o autor, deve-se adotar, durante o dimensionamento, coeficientes de segurança que considerem os efeitos da colmatação. Jabur et al. (2015) realizou estudos com pavimentos permeáveis com o uso de asfalto poroso e pavimento com bloco vazado O asfalto poroso apresentou uma parte com colmatação.

O pavimento com bloco vazado apresentou colmatação nas áreas vazadas e crescimento da vegetação rasteira em partes do estacionamento, que auxiliavam retenção de água pluvial. Como ressalta Owens et al. (2001), para que seja possível um bom gerenciamento dos ambientes urbanos, torna-se necessário que se identifique as principais fontes de sedimentos, para que assim sejam implementadas estratégias adequadas para o seu controle.

Considerações finais

O intenso crescimento urbano vem agravando diversos problemas socioambientais e econômicos nas cidades. Nesse cenário, inundações urbanas são crescentes em muitas cidades brasileiras, causando diversos problemas. Embora as enchentes sejam consideradas fenômenos cíclicos e naturais, podem ser potencializadas pela ação humana.

Ciria, 1996, cita algumas vantagens e desvantagens do uso de sistemas sustentáveis e compensatórios, a infiltração reduz o volume total do sistema de drenagem, reduzindo riscos de inundações, dispositivos de infiltração podem ser

usados onde não haja rede de drenagem para absorver o escoamento, reduzem impactos hidrológicos da urbanização, o processo de infiltração pode ser utilizado para aumentar a recarga de aquíferos, se houver um pré tratamento para a qualidade da água não comprometer a qualidade da água subterrânea, os custos com sua vida útil e manutenção são menores, a longo prazo, do que o uso de outros sistemas de drenagem convencional, além dos benefícios para população e para o ambiente urbano.

Atualmente, com o cenário que se encontra, é importante pensar-se em alternativas sustentáveis no meio urbano, visando reduzir impactos ambientais e problemas socioeconômicos. Alternativas que visem a redução ou retardo do escoamento superficial, como a maioria dos suds se tornam interessantes, mas vale ressaltar que é necessário a busca de manutenções periódicas nos sistemas para que não ocorram problemas como a colmatação do sistema, reduzindo assim a taxa de infiltração de água no solo, devido ao acúmulo de sedimentos nos poros, podendo causar diversos problemas sociais e ambientais. Portanto, estudar o comportamento da bacia é muito importante para evitar diversos problemas sociais, econômicos e ambientais, ela se apresenta como um ótimo laboratório de estudo do meio ambiente em seus diversos setores, devendo ser analisada a fim que se possam reduzir impactos ambientais.

Referências Bibliográficas

- Amorim, M.C.C.T. 2011. Caracterização das áreas verdes em Presidente Prudente/SP. In: SPOSITO, Maria Encarnação Beltrão (org). Textos e contextos para a leitura geográfica de uma cidade média. Presidente Prudente: [s. n.], pp. 37-52.
- Araújo, S. R. 2007. As funções dos telhados verdes no meio urbano, na gestão e no planejamento de recursos hídricos. Monografia. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 28p.
- Azzout, Y; Barraud, S; Cres F. N; Alfakih, E. 1994. Techniques alternatives en assainissement pluvial. Paris: Technique et documentation – Lavoisier. 372p.
- Ciria, 1996. Infiltration drainage - Manual of good practice. CIRIA – Construction Industry Research and Information Association.
- Costa, J.; Costa, A; Poletto, C. 2012. Telhado verde: redução e retardo do escoamento superficial. REA - Revista de estudos ambientais, v. 14, n. 2 esp, 50-56p.
- Cunha, S. B; Guerra, A. J. T. (org.). 1999. Geomorfologia e meio ambiente. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999.
- Custodio, V. 2004. Dos surtos urbanísticos do final do século XIX ao Plano de Avenidas. Revista Geosul (UFSC), Florianópolis, v. 38, 2004, 1 – 19p.
- Epa, 1999. Storm water technology fact sheet, porous pavement. Washington, D.C.
- Gomez, F. et al. 1998. Vegetation and climates changes in a city. Ecological Engineering, v. 10, n. 4, 355-360p.

- Hongming, G, H. C. Y. 2010. Simulation of thermodynamic transmission in green roof ecosystem. *Ecological Modelling*, v. 221, 294-295p.
- IPH, Instituto de Pesquisas Hidráulicas. 2005. Plano Diretor de Drenagem Urbana de Porto Alegre—Manual de Drenagem Urbana, Porto Alegre: IPH/UFRGS, pp. 223.
- Jabur, A. S; Dornelles, F; Silveira, A. L. L; Goldenfum, J. A. 2015. Determinação da capacidade de infiltração de pavimentos permeáveis. *RBRH* vol. 20 no.4 Porto Alegre out./dez. 9p.
- Junior, J. J. D. 2013. Avaliação de uma biorretenção como estrutura sustentável de drenagem urbana. Dissertação (Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 117p.
- Kobayashi, F. Y; Faggion, F. H. M; Bosco, L; Chirinéa, M. L. B. 2008. Drenagem urbana sustentável. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, pp. 18.
- Krebs, L.F. 2005. Coberturas vivas extensivas: análise da utilização em projetos na região metropolitana de Porto Alegre e serra gaúcha. Porto Alegre, RS, pp. 181.
- Laar, M. et al. 2001. Estudo de aplicação de plantas em telhados vivos extensivos em cidades de clima tropical. In. ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO-ENCAC, 6. Anais...São Paulo, São Paulo.
- Lucas, A. H. 2011. Monitoramento e modelagem de um sistema filtro-vala-trincheira de infiltração em escala real. Dissertação (Engenharia Urbana), Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, 161p.
- Neto, P. S. G. 2012. Telhados verdes associados com sistema de aproveitamento de água de chuva: projetos de dois protótipos para futuros estudos sobre esta técnica compensatória em drenagem urbana e prática sustentável na construção civil. Rio de Janeiro, RJ. 177p.
- Owens, P N.; Walling, D. E.; Carton, J.; Meharg, A. A.; Wright, J.; Leeks, G. J. L. 2001. Downstream Changes in the Transport and Storage of Sediment-Associated Contaminants (P, Cr and PCBs) in agricultural and Industrialized Drainage Basins. *The Science of the Total Environment*. v.266. 177-186p.
- Poleto, C. 2011. SUDS (SUSTAINABLE URBAN DRAINAGE SYSTEMS): uma contextualização histórica. *Revista Thema*, v. 8, pp. 1-12.
- Raimbault, G; Andrieu, H; Berthier, E; Joannis, C; LEGRET, M. 2002. Infiltration des eaux pluviales à travers les surfaces urbaines – Des revêtements imperméables aux structures-réservoirs. In: *Bulletin des Laboratoires des Ponts et Chaussées*. pp. 39-50.
- Reis, R.P.A; Oliveira, L.H; Sales, M.M. 2008. Sistemas de drenagem na fonte por poços de infiltração de águas pluviais. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 8, n. 2, pp. 99-117.
- Rocha, A. A. 2006. Diagnóstico Socioambiental de Nascentes e Mananciais em Área Urbana. João Pessoa: SEMILUSO, ed. Universitária/UFPB, 2006.
- Schueler, T. 1992. Design of storm-water Wetland systems: guidelines for creating diverse and effective stormwater wetland system in the mid-atlantic region. Washington, DC: Anacostia Restoration Team, Department of Environmental Programs, Metropolitan Washington Council of Governments.
- Silva, K. C. 2015. Análise socioambiental e econômica de inundações: vulnerabilidade humana e natural. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 99p.
- Silva, K. C. 2011. Pertencimento em Relação ao Bosque Campos Prado: Um Estudo de Percepção Ambiental da Comunidade do Entorno. (Graduação em Meio Ambiente e Recursos Hídricos) Faculdade de Tecnologia de Jahu, Jaú, pp.160.
- Souza, V. B. 2002. Estudo experimental de trincheiras e infiltração no controle do escoamento superficial. Tese (Doutorado). Instituto de Pesquisas Hidráulicas. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 127p.
- Tominaga, E. N. S. 2013. Urbanização e cheias: medidas de controle na fonte. Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica e Ambiental) – Universidade de São Paulo, SP, 137p.
- Verol, A. P; Miguez, M. G. 2011. Bacias de retenção e retenção para o controle de cheias urbanas – aplicação na baixada de Jacarepaguá. 26º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Porto Alegre, RS, 8p.
- Wsdowq. 1999. Stormwater management in Washington State. Olympia, Washington, DC.: Runoff Treatment BMPs. Washington State Department of Ecology Water Quality Program (WSDOEWP).