

DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL (SUDS) PARA PREVENÇÃO DE ENCHENTES

Hagatha Ramos
Carina Pedrozo

Resumo

Junto com o crescimento da população surgiram alguns problemas relacionados a drenagem urbana, para se compensar os estragos causados devido a falta planejamento e de educação ambiental, entre outros fatores, criaram-se técnicas compensatórias de drenagem urbana, ou então chamada de drenagem urbana sustentável, que tem como objetivos principais: recuperar, prevenir e controlar os impactos causados por enchentes, gerenciando as bacias hidrográficas e minimizando os riscos de ocorrência de inundação. O estudo apresenta uma revisão bibliográfica sobre o tema, abordando meios de se impedir que os problemas causados pelos picos de precipitação, afetem a drenagem das cidades. Serão apresentados, estudos que analisam e evidenciam os Sistemas Urbanos de Drenagem Sustentáveis (SUDS), como as bacias de detenção, retenção, pavimentos permeáveis, trincheiras de infiltração, telhado verde e faixa gramada.

Palavras-chave: drenagem; sustentabilidade; urbanização; bacias hidrográficas; técnicas compensatórias.

Abstract

Along with the growth of the population arose some problems related to urban drainage, to compensate for the damage caused due to lack of planning and environmental education, among other factors, created compensatory techniques of drainage urban, or so called sustainable urban drainage, which has as main objectives: retrieve, prevent and control the impacts caused by floods, managing watersheds and minimizing the risk of occurrence of flooding. The study presents a literature review on the topic, focusing on ways to prevent the problems caused by peaks of precipitation, affecting the drainage of cities. Will be presented, studies that analyze and highlight the Urban Sustainable Drainage Systems, such as detention, retention basins, permeable pavements, infiltration trenches, green roof and grassy track.

Keywords: drainage; sustainability; urbanization; river Basins; compensatory techniques.

INTRODUÇÃO

Devido a grande e acelerada urbanização que ocorreu em diversas regiões do planeta sem, planejamento, a da drenagem urbana não foi realizada de forma eficaz, sendo tratado com a devida importância somente por alguns países. Devido a inúmeras circunstâncias, a falta de planejamento começou a acumular problemas para a maioria das cidades, necessitando se desenvolver sistemas para prevenir as inundações e os alagamentos, que são causados pelo aumento do escoamento superficial da água da chuva. Esses fenômenos são causados por vários fatores, os principais são: ocupação de área imprópria, impermeabilização do solo, poluição, canalização e falta de planejamento.

Com premissa de restaurar o ciclo hidrológico que foi alterado pelo processos de urbanização e assim permitir a permeabilidade do solo, alguns países começaram a desenvolver sistemas de drenagem alternativo, permitindo-lhe melhorar a gestão dos recursos hídricos regionais (LOURENÇO, 2014).

O conceito de drenagem urbana sustentável remete a análise de soluções alternativas que visam políticas de desenvolvimento urbano para uso e ocupação do solo e gestão das respectivas bacias hidrográficas, o gerenciamento sustentável da drenagem urbana. Além disso, viabiliza ações necessárias à implantação ou à melhoria de sistemas para recuperação, prevenção, controle ou minimização dos impactos provocados por enchentes urbanas e ribeirinhas (Ministério das Cidades, 2017).

O termo SUDS – Sistemas Urbanos de Drenagem Sustentáveis é usado para denominar as técnicas sustentáveis para controle de enchentes, minimizando os riscos de ocorrência de inundação e melhorando a qualidade dos corpos d'água.

Os sistemas higienistas de drenagem urbana são baseados no rápido escoamento do excesso pluvial, contribuindo para o aumento nos volumes e vazões de água e a diminuição no tempo do escoamento. Os compensatórios tentam compensar sistematicamente as consequências da urbanização, não só em quantidade, como também em qualidade, agindo de forma mais integrada ao espaço como um todo, com o urbanismo e com menor impacto ao meio ambiente.

Porém para implantar os sistemas de SUDS no Brasil, podem surgir alguns empecilhos, devido ao sistema sanitário- higienista que é implantado no país, e pelo contexto ambiental. Para que esses sistemas sejam bem sucedidos aqui, eles devem se adequar a nossa realidade, pelo fato de que a maioria dos estudos e aplicações com os SUDS foram realizados em países desenvolvidos. (POLETO, 2011).

Mesmo com essa dificuldade é possível ainda reverter esse processo, e mostrar aos nossos engenheiros, arquitetos e governantes as vantagens de se adotar um sistema sustentável para nossas cidades, que eles podem optar por essas estruturas sustentáveis e amenizar os problemas causados pelas chuvas intensas de um modo sem agredir o meio ambiente.

As falhas dos sistemas de drenagem, que causam os alagamentos em Curitiba, motivaram a realização do atual trabalho. Por isso, as iniciativas propostas tem o intuito de colocar como principal solução as técnicas compensatórias para amenizar os problemas locais e não apenas joga os problemas para jusante.

Pode-se dizer, ainda, que este trabalho visa a elaboração de alternativas para a drenagem urbana utilizando o conceito de drenagem urbana sustentável, onde o principal enfoque desse tipo de drenagem é evitar os processos erosivos do solo, atenuar, e se possível, evitar as enchentes e o processo de perda das capacidades dos mananciais. (KOBAYASHI et al, 2008).

Ainda segundo KOBAYASH (2008), a drenagem sustentável é baseada em três pilares: Controlar, Gestão Urbana e Manutenção. A drenagem urbana sustentável deve fazer parte do plano diretor da cidade, contemplando os itens acima citados, a manutenção dos recursos hídricos e a qualidade das águas superficiais e subterrâneas.

Com isso não serão analisados os termos do amplo significado do conceito de sustentabilidade, deixando esta análise para outras esferas e órgãos competentes.

REVISÃO DE LITERATURA

CONCEITO DE DRENAGEM

Drenagem é “Ação de drenar” segundo o dicionário Aurélio, operação que consiste em facilitar, por meio de drenos ou fossas, o escoamento das águas nos terrenos demasiado úmidos”. A drenagem nada mais é do que o gerenciamento da água da chuva que escoar na superfície (COMITÊ PARDO, 2004).

O gerenciamento das águas pluviais é mais eficiente quando realizado em fase de projetos da estruturação urbana, ou seja, ele deve ser feito preventivamente (POMPÊO, 2000). De acordo com o mesmo autor as enchentes são consequência das chuvas intensas e podem causar o transbordamento dos rios, provocados pelo desequilíbrio do ciclo hidrológico ou pela urbanização. Ele conclui que para encontrar as soluções são necessários estudos dos processos hidrológicos, como exemplo a ocorrência das chuvas (POMPÊO, 2000).

DESENVOLVIMENTO URBANO E MEIO AMBIENTE

O desenvolvimento urbano teve um grande crescimento na segunda metade do século XX, ocorrendo, então, um aumento na competição por recursos naturais como água e solo, afetando a biodiversidade. O meio formado pelo ser vivo engloba uma série de atividades que são interligadas, que se não tiverem sob controle podem causar danos ao meio onde vivemos. Sendo assim, a ideia do desenvolvimento sustentável tem como finalidade melhorar a qualidade de vida da população e conservar o meio ambiente. Para que isso ocorra, na gestão da cidade precisa-se existir alguns componentes na sua estrutura (TUCCI, 2008);

- Planejamento e gestão do uso do solo;
- Infraestrutura viária, água, energia, comunicação e transporte; e
- Gestão socioambiental.

De acordo com o mesmo autor o crescimento da população e o aumento de moradias irregulares nas periferias, por populações de baixa renda, desobedecendo

ao plano diretor e as áreas de preservação ambiental, é um dos fatores que influenciam os problemas relacionados com as enchentes (TUCCI, 2002).

Todos esses pontos interferem na qualidade da água pluvial, como também os detritos que se encontram em ruas e pavimentos, isso faz com que as águas pluviais tenham um efeito de lavagem no solo (TUCCI, 1993).

A educação ambiental também é um tema que pode ser discutido dentro desse tópico, é um tema que vem sendo abordado com cada vez mais seriedade em nossa sociedade. A biodiversidade deve ter manutenção para que a convivência dos seres vivos tenham harmonia e organização. Por isso é necessário planejar a ocupação do solo e pensar em condições dignas e moradia (ROOS & BECKER, 2012).

De acordo com o mesmo autor a educação ambiental é uma metodologia em conjunto, onde cada pessoa pode assumir o seu papel de agente transformador e participar ativamente das análises ambientais, além de buscar soluções e resultados através de atitudes éticas relacionadas ao meio ambiente (ROOS & BECKER, 2012).

Com isso, podemos dizer que no meio ambiente ou em qualquer outro lugar, um dano sempre acaba desencadeando outros, em especial podemos destacar os danos sobre os rios, que acabam refletindo sobre toda a bacia hidrográfica (IAP, 2009).

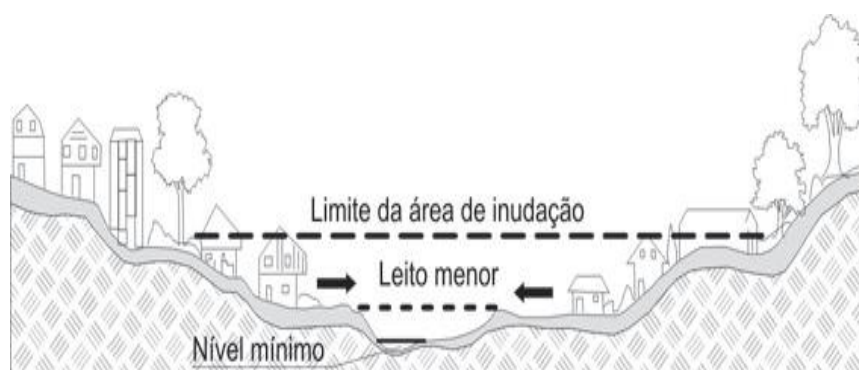
IMPACTOS DA URBANIZAÇÃO NAS BACIAS HIDROGRÁFICAS

O escoamento da água da chuva pode causar inundações e impactos nas áreas urbanas, por dois motivos, que podem ocorrer isolados ou em conjunto (TUCCI, 2008), como mostrado na figura 1.

- Inundações de áreas ribeirinhas: é o tipo de inundação que ocorre no leito maior do rio, onde é a área normal onde o rio pode subir de nível;
- Inundações em razão da urbanização: são as que ocorrem na drenagem urbana, devido o resultado da

impermeabilização do solo, canalização da água da chuva e bloquear a passagem do escoamento.

Figura 1 - Características dos leitos do rio.



Fonte: TUCCI, 2008.

O maior problema causado pela urbanização que influencia nas bacias hidrográficas é aumento das vazões máximas, aumento na produção de sedimentos e danos na qualidade da água.

DRENAGEM URBANA NO BRASIL

A visão de drenagem no Brasil é uma visão higienista, que objetiva tornar o ambiente são, criando-se estruturas de micro e macrodrenagem para conduzir as águas da chuva para fora da cidade. O conceito adotado pelo Brasil, destes sistemas de drenagem, é de que são elementos destinados a captar água da chuva e conduzi-las o mais rápido possível pra fora da cidade. O maior problema destes sistemas é calcular as vazões e dimensionar corretamente as galerias para transportar esse escoamento. O resultado desta discussão em como se pensar em soluções par esses problemas, deve vir através de uma mudança entre o planejamento das cidades e os seus sistemas de drenagem, abordando um desenvolvimento sustentável dos mesmos. (GESTA, 2013).

A questão da drenagem urbana nos municípios brasileiros não é uma das principais preocupações, visto que diversos problemas de origem hídrica, como o

abastecimento d'água e o tratamento de resíduos e dejetos, ainda esperam soluções e sofrem com a ausência de uma gestão de planejamento (CRUZ, 2017).

Apesar de existirem os planos diretores para abordar a questão da drenagem urbana, eles se concentram nos aspectos urbanísticos e arquitetônicos e deixam um pouco de lado as questões do meio ambiente e da drenagem urbana (CRUZ, 2017).

SISTEMAS DE DRENAGEM SUSTENTÁVEL

Sustainable Urban Drainage Systems (SUDS) é a terminologia usada para Sistemas Urbanos de Drenagem Sustentável, que se originou no Reino Unido, esse sistema é um conjunto de técnicas sustentáveis usadas na gestão das águas pluviais como uma alternativa aos sistemas tradicionais (LOURENÇO, 2014). O principal objetivo desse sistema é promover benefício aos caudais de escoamento, alguns desses benefícios são citados abaixo (RICARDO, 2016).

- Controla a qualidade da água pluvial, prevenindo a poluição;
- Controla os riscos de inundações;
- Mantém o ciclo natural a água;
- Melhora o ambiente para os indivíduos; e
- Mantém lugares melhores na natureza.

Inteiramente, as bacias hidrográficas são compostas por uma malha de drenagem natural, constituída por: rios, riachos, córregos e várzeas que se formaram naturalmente no relevo. Devido ao uso intenso do solo e ao crescimento urbano, esse tipo de sistema é modificado e nele são introduzidos elementos artificiais devido ao aumento das vazões (MARTINS, 2012).

As áreas em que ocorrem constantes alagamentos necessitam, além de obras de drenagem, manutenção da rede existente, que por sua vez requer altos custos. Novas alternativas como, por exemplo, os pavimentos permeáveis nas calçadas, podem proporcionar a redução dos volumes escoados de água de chuva superficial para as tubulações do sistema de drenagem (GAZETA DO POVO, 2011).

De acordo com estudos realizados por Luciana, Ormond (2011) pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), as calçadas no centro de Curitiba são constituídas por 75% de pavimentos impermeáveis (pedra portuguesa e lousa de pedra), 20% de pavimento semipermeável (bloco de concreto) e 5% de outros materiais (GAZETA DO POVO, 2011).

AGOSTINHO (2012) cita alguns tipos de sistema sustentáveis (SUDS), dentre eles, os sistemas mais comuns são: pavimento permeável e semipermeável, reservatórios de retenção e retenção, trincheiras de infiltração, vala e valeta de infiltração, poço de infiltração, telhado verde e faixa gramada. Estes sistemas podem reduzir o volume de água superficial em áreas urbanas e reduzir os riscos de alagamentos. A seguir são apresentadas as principais características destes sistemas

- **Pavimento Permeável**

Pavimentos Permeáveis são pavimentos que permitem a entrada de água entre as juntas, figura 2 e 3, como por exemplo: bloco de concreto (paver) ou materiais cerâmicos, entre outros. Há, ainda, pavimentos porosos, que são constituídos por materiais porosos, e permitem a entrada da água por seus vazios em sua camada, o concreto betuminoso poroso e o concreto de cimento poroso são exemplos (LOURENÇO, 2014).

LOURENÇO (2014) também nos mostra exemplos de pavimentos porosos, na figura 4 está o betão betuminoso que é uma mistura de betume e agregados de dimensão uniformes e após serem compactados contém um índice de vazios entre 22-30%.

E os pavimento de betão de cimento poroso, mostrado a figura 5 é caracterizado pela alta permeabilidade, isso porque sua composição envolve uma pasta cimentícia que contém agregados, porém nenhum agregado fino. Apresentando o índice de vazios entre 15-30%.

Figura 2 - Corte transversal de um pavimento permeável.



Fonte: LOURENÇO, 2014.

Figura 3 - Tipos de pavimentos semipermeáveis.



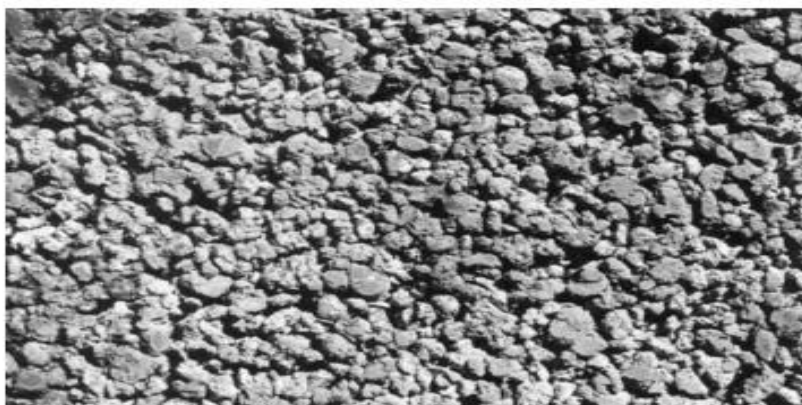
Fonte: AGOSTINHO, 2012.

Figura 4 - Pavimento de betume poroso.



Fonte: LOURENÇO, 2014.

Figura 5 - Pavimento de concreto poroso.



Fonte: MONTEIRO, 2010.

- **Reservatórios de retenção e retenção**

Para LOURENÇO (2014), as bacia de retenção ou retenção como o próprio nome já diz, tem a função de controlar as águas a montante da rede de drenagem. Para completar AGOSTINHO, 2012 também contribui dizendo ainda que as bacias servem para armazenar a água da chuva durante um período de tempo, reduzindo os problemas das enchentes.

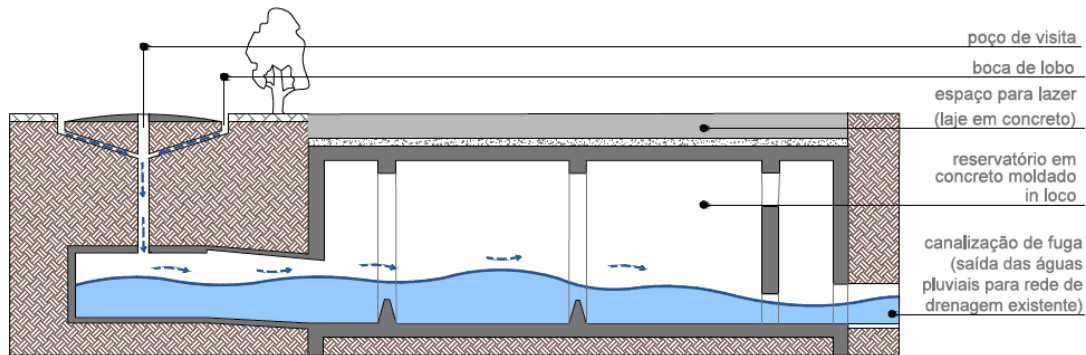
As formas mais usuais de bacias de retenção utilizadas no Brasil, são os reservatórios subterrâneos ou cobertos, e são utilizados nas zonas urbanas onde tem alto índice de população, possibilitando a utilização do seu espaço superior para atividades de lazer, como mostra a figura 6 e 7 (ABPC, 2013).

Figura 6 - Reservatório de retenção Subterrâneo.



Fonte: ABPC, 2013.

Figura 7 - Desenho Esquemático: Reservatório de detenção fechado.



Fonte: ABPC, 2013.

Segundo AGOSTINHO E POLETO (2012) o principal problema das bacias de detenção é o acúmulo de sedimentos que podem ser carregados pela chuva até o reservatório, as algas e mosquitos que surgem. Por isso esse tipo de reservatório merece uma atenção especial com relação a sua limpeza e manutenção. As bacias a céu aberto também são utilizadas, como é mostrada na figura 8.

Figura 8 - Piscinão na vila Paulicéia no município de São Bernardo.



Fonte: SP Notícias, 2015.

Figura 9 - Parque Guairacá no bairro Fazendinha, Curitiba-PR.



Fonte: Prefeitura de Curitiba, 2014.

Figura 10 - Parque São Lourenço, Curitiba.



Fonte: Plano de Manejo do Parque São Lourenço, 2009.

- **Trincheiras de infiltração**

As trincheiras são estruturas lineares projetadas para proporcionar a infiltração da água no solo, de acordo com AGOSTINHO E POLETO (2012), a principal função das trincheiras é reduzir o escoamento e proporcionar o tratamento

da água pelo fato da infiltração no solo, além disso, tem um baixo custo, pois em sua implantação são usados basicamente brita e geotêxtil.

São depressões no solo, com o objetivo de infiltrar a água da chuva em terrenos permeáveis com cobertura de grama. Tem como função desacelerar a velocidade da água evitando erosões no solo, esse processo está propenso a acumular água por isso deve ter uma boa manutenção (AGOSTINHO E POLETO, 2012).

- **Telhado verde**

De acordo com LOURENÇO (2014) os telhados verdes ou coberturas verdes é um sistema de gestão das águas pluviais, consistem em telhados revestidos por uma cobertura vegetal composta por plantas, arbustos, flores ou árvores. Estes dispositivos contribuem para deixar a cidade mais sustentável, além de reduzirem a quantidade da água da chuva que é encaminhada para redes de drenagem, também contribuem para qualidade da água.

Em conformidade, HENEINE (2008) fala que os telhados verdes, podem trazer benefícios, principalmente em relação às tempestades intensificadas devido às mudanças climáticas.

- **Faixa gramada**

E por fim as faixas de grama, que também podem conter arbustos, ajudam na infiltração da água da chuva e tem um papel fundamental na macrodrenagem, pois ajudam a diminuir a velocidade do escoamento e com isto reduzem os picos de vazão, sendo uma espécie de escape para as enchentes. Outro benefício que ela pode trazer é a melhora no conforto térmico do ambiente urbano como o telhado verde e pode ser usada como função paisagística (AGOSTINHO e POLETO, 2012).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o aumento da população de forma desordenada, vários problemas relacionados à drenagem urbana surgiram, e esses problemas vem se agravando cada vez mais, comprovando a ineficiência dos sistemas atuais e mostrando que é necessária a adoção de novas práticas e um desenvolvimento de métodos alternativos que incluam a análise da população e do meio ambiente envolvido.

As possíveis técnicas compensatórias ou também chamadas de drenagem sustentável (SUDS), abordadas durante o trabalho, apontam como foco principal os reservatórios de infiltração, que tem como principal função devolver a água às bacias hidrográficas ou então fazer com que o escoamento pluvial retorne ao sistema tradicional de drenagem. Esses reservatórios podem ser ou não à céu aberto, e podem ajudar a amenizar os problemas causados pelas inundações, reduzindo os picos de vazões que as grandes chuvas causam.

Toda via, o Brasil ainda precisa trabalhar com a questão das SUDS e com a questão de conscientização tanto da população quanto dos órgãos públicos em relação a educação ambiental, para que então essas técnicas juntas com os planos diretores e com o processo educativo possam surtir efeitos nos problemas que são causados pelas médias e grandes chuvas, minimizando esses impactos e trazendo benefícios à população.

Referências

AGOSTINHO, Mariele, S. P; POLETO, Cristiano; et al. **Sistemas sustentáveis e Drenagem Urbana: Dispositivos**. HOLOAS Environment, v12 n.2, 2012 – p121.

CALÇADA PERMEÁVEL CONTRA CHUVA, Gazeta do Povo. Vida e Cidadania. Curitiba: 2011. Disponível em:<<http://www.saopaulo.sp.gov.br/eventos/governador-inaugura-piscinao-em-sao-bernardo-do-campo/>>. Acesso em: 11.05.2018.

CARTILHA DE CONCIENTIZAÇÃO, Instituto Ambiental do Paraná. Bunge Curitiba: IAP, 2009. Disponível em:<<http://www.iap.pr.gov.br/pagina-718.html>>. Acesso em: 25.04.2018.

COMITÊ PARDO, Drenagem Urbana. Santa Cruz, RS. 2004. Disponível em:<<http://www.comitepardo.com.br/boletins/2004/boletim05-04.html>>. Acesso em: 04.05.2018.

CRUZ, Marcus A. S; SOUZA, Christopher F; TUCCI, Carlos E. M; et al. **Controle de drenagem urbana no brasil: Avanços e Mecanismos para a sustentabilidade**. XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos.

EDUCAÇÃO AMBIENTAL E SUTENTABILIDADE. Roos & Becker. Revista Eletrônica em Gestão e Educação e Tecnologia Ambiental. v. 5, n. 5,p. 857 – 866, 2012.

GESTÃO DE DRENAGEM URBANA NO BRASIL: DESAFIO PARA A SUSTENTABILIDADE. Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais. GESTA. Alagoas: Universidade Federal de Alagoas, v. 1, n. 1, 2013.

GOVERNADOR INAUGURA PISCINÃO EM SÃO BERNARDO DO CAMPO, SP Notícias. Portal do Governo. São Paulo: 2005. Disponível em:< <http://www.gazetadopovo.com.br/vida-e-cidadania/calcada-permeavel-contra-chuva-5ajhuod6wd5eldkyfpd83xjda> >. Acesso em: 11.05.2018.

HENEINE, M. C. A. S. **Cobertura Verde**. Monografia – Escola de Engenharia UFMG,. Belo Horizonte, 2008.

KOBAYASHI, F. Y; FAGGION, F. H. M.; DEL BOSCO, L. M.; CHIRINÉA, M. L. B.; FERNANDES, M. SP, 2008. Drenagem Urbana Sustentável - Água em Ambientes Urbanos. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

LOURENÇO, Rossana. **Sistemas Urbanos de Drenagem Sustentáveis**. Trabalho Científico – Instituto Politécnico de Coimbra, INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE COIMBRA, 2014.

MANUAL PARA APRESENTAÇÃO DE PROPOSTAS, MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2007. <<http://bibspi.planejamento.gov.br/bitstream/handle/iditem/203/ManualDrenagemUrbanaSustentavel2007.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em:08.09.2018.

MARTINS, José Rodolfo Scarati. **Gestão da drenagem urbana:só tecnologia será suficiente?** 2012. 11f. Artigo Científico – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2012.

OBRAS NO RIO BARIGUI, Prefeitura de Curitiba, 2014. <<http://www.curitiba.pr.gov.br/fotos/album-obras-no-rio-barigui-amenizaram-os-efeitos-da-chuva/20538>>. Acesso em:27.09.2018.

POLETO, Cristiano. **SUDS (Sustainable Urban Drainage Systems): Uma Contextualização Histórica.** Revista Thema, 2011 -08 (01).

POMPÊO, Cesar A. **Drenagem Urbana Sustentável.** RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos. Volume 5 n.1. Jan/Mar 2000, p15-23.

PROJETO TÉCNICO: RESERVATÓRIOS DE DETENÇÃO. ABCP, 2013. <http://www.solucoesparacidades.com.br/wp-content/uploads/2013/09/AF_Reservatorios%20Deten_web.pdf>. Acesso em:11.05.2018.

PLANO DE MANEJO DO PARQUE SÃO LOURENÇO, Relatório final, 2009. Disponível em:< <http://multimidia.curitiba.pr.gov.br/2010/00085579.pdf>>. Acesso em: 27.09.2018.

RICARDO, João. J. V. **Sistemas Urbanos de Drenagem Sutentável.** Artigo Científico – Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, 2009.

TUCCI, Carlos E.M. **Gestão da drenagem Urabana.** Brasília, DF: CEPAL. Escritório no Brasil/ IPEA,2002. (Textos para Discussão CEPAL – IPEA, 48).

TUCCI, Carlos E.M. **Hidrologia: Ciência e Aplicação.** 1a Edição. Porto Alegre: Editora da Universidade UFRGS, 1993.

TUCCI, Carlos E.M. **Hidrologia: Ciência e Aplicação.** 4a Edição. Porto Alegre: Editora da Universidade UFRGS, 2008.