

ESTUDO DE SISTEMAS DE DRENAGEM NA FONTE: CRITÉRIOS DE CONCEPÇÃO E PARÂMETROS DE DIMENSIONAMENTO



Aluna: Fernanda Lika Fujihara – ferfujihara@gmail.com

Orientadora: Profa. Dra. Marina Sangoi de Oliveira Ilha - milha@fec.unicamp.br

FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL ARQUITETURA E URBANISMO

Palavras-Chave: sistemas de drenagem na fonte; infiltração



Agência Financiadora: CNPq/PIBIC

Introdução

Nas últimas décadas, a população urbana mundial apresentou crescimento significativo. Uma das consequências do crescimento dos centros urbanos de forma desordenada é a impermeabilização do solo. O ciclo natural então é modificado, gerando problemas nos meios urbanos como enchentes, contaminação de água e erosões.

O desenvolvimento urbano altera a cobertura vegetal provocando vários efeitos que alteram os componentes do ciclo hidrológico natural. Com a urbanização, a cobertura da bacia é alterada para pavimentos impermeáveis e são introduzidos condutos para escoamento pluvial, gerando alterações no referido ciclo (TUCCI, 1997). Uma das consequências dessas alterações é o aumento de inundações e enchentes. Segundo TUCCI (1997) as inundações nas áreas urbanas podem ocorrer devido ao processo de inundações em áreas ribeirinhas, a inundações devido à urbanização ou aos dois processos combinados.

Este trabalho procura estudar sistemas capazes de amenizar os efeitos da impermeabilização do solo, sistemas capazes de imitar as condições iniciais do solo, as suas condições naturais. Estas técnicas são conhecidas como técnicas de drenagem na fonte e estão sendo estudadas por vários países apresentando resultados positivos. Porém a falta de conhecimento técnico desses sistemas no Brasil dificulta sua utilização.

Metodologia

As atividades que constituem este projeto de pesquisa foram desenvolvidas em três etapas: levantamento e caracterização de sistemas de drenagem na fonte; elaboração de fichas técnicas e tabela resumo de sistemas de drenagem na fonte e a avaliação de sistemas de drenagem na fonte para a região da cidade universitária.

Levantamento e Caracterização de Sistemas de Drenagem na Fonte

Com objetivo de conhecer os aspectos relacionados com a redação científica, foram lidos artigos sobre este tema e elaboradas as resenhas correspondentes.

Na sequência, deu-se início à coleta e leitura de material bibliográfico dos seguintes sistemas de drenagem na fonte: Cobertura verde, Poço de infiltração; Bioretensão; Blocos/grelhas de concreto; Grelhas de plástico; Asfalto permeável e Concreto permeável.

Elaboração de fichas técnicas e tabela resumo de sistemas de drenagem na fonte

Após o levantamento e caracterização dos sistemas de drenagem na fonte, foram preenchidas fichas técnicas. A partir dessas informações, foi elaborada uma tabela resumo que relaciona as características do solo e do regime pluviométrico, com a indicação da adequabilidade de cada sistema de drenagem na fonte investigado.

Estudo de Caso: Avaliação de Sistemas de Drenagem na Fonte para a Região da Cidade Universitária em Barão Geraldo (Campinas – SP)

A partir do levantamento das características do solo e do regime pluviométrico, foram selecionados tipos de sistemas de drenagem na fonte passíveis de instalação nesse local.

Resultados e Análises

As características de cada sistema são apresentadas a seguir:

Bioretensão: utilizam uma área para a infiltração e retenção de águas pluviais. O sistema recebe a água que infiltra-se pelo solo tratado, quando é atingida a capacidade máxima de infiltração são formados poças em suas depressões ou reservatórios, que são depois ou infiltradas pelo solo ou eliminadas por tubulações. (DIETZ, 2007). Segundo estudos do PRINCE GEORGE'S COUNTY (2007), os benefícios deste sistema são: diminuição do escoamento superficial, aumento de águas subterrâneas e tratamento de água contaminada através de vários processos; redução de concentração de cobre, chumbo e zinco.

Cobertura verde: possuem uma camada impermeabilizante e sobre ela, um sistema de drenagem e uma camada de solo selecionado para o tipo de planta a ser utilizado no sistema. As plantas da cobertura utilizarão a água da chuva, reduzindo o volume do escoamento superficial e que antes seria recolhido por tubulações e descartado. Coberturas verdes também minimizam os efeitos da insolação na construção, resultando na redução de custos de energia, e protegem a própria construção de danos causados pela exposição aos raios ultra-violetas.

Blocos e grelhas de concreto: são blocos ou grelhas de concreto que permitem a passagem de água pluvial por aberturas. Essas aberturas são preenchidas com pedra e outros materiais.

Grelhas de plástico: similares às grelhas de concreto; as diferenças estão na instalação das grelhas e no volume de material para preencher os vazios. As grelhas de plástico são também mais permeáveis (DIETZ, 2007).

Os espaços devem ser preenchidos com terra e grama, ou pedras de diâmetros pequenos, ou com qualquer material que permita a rápida infiltração da água.

Asfalto permeável: é uma variação da mistura a quente de asfalto (hot mix asphalt). Esta mistura é usada sobre o asfalto comum em estradas e tem como função abafar ruídos de tráfego e retirar água da superfície da estrada, devido ao risco de aquaplanagem.

Concreto permeável: é uma variação do concreto comum, porém não são utilizadas areias finas na mistura possibilitando a passagem de água para o solo.

Poço de infiltração: Consiste na execução de um poço similar a uma cisterna, revestido por tubos de concreto perfurados ou tijolo em crivo, além de fundo em agregados graúdos para permitir a infiltração do volume de água pluvial escoado para seu interior (REIS, 2005).

Análise comparativa:

*detalhamento dos parâmetros de caracterização do solo, pluviométricos e da área de captação é apresentado na tabela 1.

Estudo de Caso:

Para o desenvolvimento do estudo de caso foi considerada a Cidade Universitária, no distrito de Barão Gerando (Campinas – SP). A partir dos parâmetros obtidos na análise comparativa foi possível escolher o sistema ideal para a região.

BENATTI *et al.* (2009) avaliaram amostras retiradas em profundidades de 3,5m a 7,5m do solo do Centro Experimental de Mecânica dos Solos e Fundações (CEMSF), da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo (FEC), localizado no campus Zeferino Vaz da UNICAMP.

O solo não é propício para a utilização de poços de infiltração por ser colapsível e por se tornar facilmente degradável quando submetido a situações extremas. Devida a presença de finos na composição do solo deve-se utilizar filtros para evitar a colmatação do sistema de drenagem. Benatti *et al.* (2009) avaliaram uma amostra de solo retirada do Centro Experimental de Mecânica dos Solos e Fundações (Unicamp) até a profundidade de 6,5m e o valor do coeficiente de permeabilidade obtido foi maior que 1×10^{-6} cm/s para todas as profundidades, possibilitando a utilização de sistemas de drenagem. Não foi encontrado o nível do lençol freático na literatura consultada, porém pode-se considerar que o nível do lençol freático está abaixo de 7,5m, pois no estudo do perfil do solo de 1,5m a 7,5m não há presença de água.

Os parâmetros de chuva foram obtidos por cálculos de equação da chuva de Campinas. Estes parâmetros definem as características do projeto.

O sistema mais adequado para o solo e a quantidade de chuvas na cidade Universitária é o de bioretensão. Os blocos e grelhas de concreto e plásticas são adequados apenas para locais de baixo tráfego, devido a granulometria do solo.

Poços de infiltração não devem ser utilizados pela colapsibilidade do solo. Concreto e asfalto permeáveis apresentam o mesmo problema que as grelhas e blocos, esse problema poderia ser solucionado prevendo-se a manutenção tendo em vista evitar a colmatação do sistema.

Considerações Finais

Foram estudados os principais sistemas de drenagem na fonte, evidenciando os aspectos relativos a sua concepção e operação, além de critérios mínimos para o seu dimensionamento. A partir disso, foi selecionado como estudo de caso a cidade Universitária Zeferino Vaz para a qual foram levantadas as características do solo (dados do Centro Experimental de Mecânica dos Solos e Fundações da UNICAMP) e o regime pluviométrico.

A análise conjunta de desses parâmetros evidenciou ser o sistema de bioretensão o mais adequado para a infiltração de água no solo nessa região, porém, vale destacar que a seleção final desses sistemas depende das características do local de implantação e, portanto, devem ser sempre analisadas caso a caso.

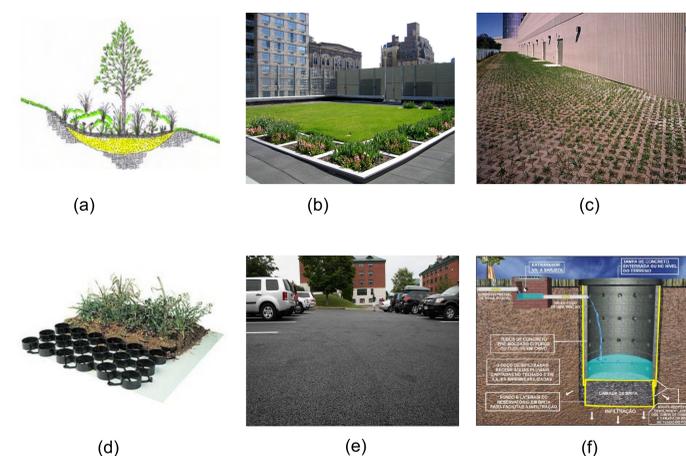


Figura 1: Sistemas de drenagem na fonte: (a) bioretensão; (b) cobertura verde; (c) blocos e grelhas de concreto; (d) grelhas de plástico; (e) asfalto permeável; (f) poço de infiltração.

Tabela 1: Sistemas de drenagem na fonte – parâmetros e aplicabilidade

Parâmetros	Estratégias de Drenagem na Fonte						
	Bioretensão	Poço de Infiltração	Blocos/Grelhas de Concreto	Grelhas de Plástico	Asfalto Permeável	Concreto Permeável	Cobertura Verde
Solo							
Estabilidade	Pode ser utilizado em solos colapsíveis e não colapsíveis.	Não deve ser utilizado em solos colapsíveis. (2)	Pode ser utilizado em solos colapsíveis e não colapsíveis.	Pode ser utilizado em solos colapsíveis e não colapsíveis.	Pode ser utilizado em solos colapsíveis e não colapsíveis.	Pode ser utilizado em solos colapsíveis e não colapsíveis.	Não interfere.
Taxa de infiltração	Pode ser utilizado em solos com média e alta taxas de infiltração. Solos com baixas taxas de infiltração devem ser evitados.	Pode ser utilizado com baixas taxas de infiltração, já que o volume de água pode ser armazenado dentro do poço de infiltração.	Pode ser utilizado em solos com média e alta taxas de infiltração. Solos com baixas taxas de infiltração devem ser evitados.	Pode ser utilizado em solos com média e alta taxas de infiltração. Solos com baixas taxas de infiltração devem ser evitados.	Pode ser utilizado em solos com média e alta taxas de infiltração. Solos com baixas taxas de infiltração devem ser evitados.	Pode ser utilizado em solos com média e alta taxas de infiltração. Solos com baixas taxas de infiltração devem ser evitados.	Não interfere.
Coefficiente de permeabilidade	Solos com alto ou médio coeficientes de permeabilidade. Coeficientes maiores que 1×10^{-6} cm/s (2)	Solos com alto ou médio coeficientes de permeabilidade. Coeficientes maiores que 1×10^{-6} cm/s (2)	Solos com alto ou médio coeficientes de permeabilidade. Coeficientes maiores que 1×10^{-6} cm/s (2)	Solos com alto ou médio coeficientes de permeabilidade. Coeficientes maiores que 1×10^{-6} cm/s (2)	Solos com alto ou médio coeficientes de permeabilidade. Coeficientes maiores que 1×10^{-6} cm/s (2)	Solos com alto ou médio coeficientes de permeabilidade. Coeficientes maiores que 1×10^{-6} cm/s (2)	Não interfere.
Nível do Lençol Freático	Limite de afastamento de 1,50 m do nível do lençol freático (mais elevado em um período sazonal) do fundo do sistema. (2)	Limite de afastamento de 1,50 m do nível do lençol freático (mais elevado em um período sazonal) do fundo do sistema. (2)	Limite de afastamento de 1,50 m do nível do lençol freático (mais elevado em um período sazonal) do fundo do sistema. (2)	Limite de afastamento de 1,50 m do nível do lençol freático (mais elevado em um período sazonal) do fundo do sistema. (2)	Limite de afastamento de 1,50 m do nível do lençol freático (mais elevado em um período sazonal) do fundo do sistema. (2)	Limite de afastamento de 1,50 m do nível do lençol freático (mais elevado em um período sazonal) do fundo do sistema. (2)	Não interfere.
Chuva							
Tempo de concentração	Pode ser utilizado se tempo de concentração for maior que a taxa de infiltração do solo.	Pode ser utilizado se tempo de concentração for maior que a taxa de infiltração do solo.	Evitar se tempo de concentração for maior que a taxa de infiltração do solo.	Evitar se tempo de concentração for maior que a taxa de infiltração do solo.	Evitar se tempo de concentração for maior que a taxa de infiltração do solo.	Evitar se tempo de concentração for maior que a taxa de infiltração do solo.	Não interfere.
Intensidade de chuva	Pode suportar intensidades de chuva maiores que a escolhida para projeto, devido a área de alagamento do sistema.	Pode suportar intensidades de chuva maiores que a escolhida para projeto, devido ao poço.	Depende das características do solo e sua taxa de infiltração.	Depende das características do solo e sua taxa de infiltração.	Depende das características do solo e sua taxa de infiltração.	Depende das características do solo e sua taxa de infiltração.	Pode suportar intensidades de chuva maiores que a escolhida para projeto, porém há necessidade de a área de sistema para retirada da água.
Dimensionamento							
Áreas de Contribuição	Depende da área construída do sistema e do solo preparado.	Se as características do solo permitirem, suporta grandes e pequenas áreas de contribuição.	Se as características do solo permitirem, suporta grandes e pequenas áreas de contribuição.	Se as características do solo permitirem, suporta grandes e pequenas áreas de contribuição.	Se as características do solo permitirem, suporta grandes e pequenas áreas de contribuição.	Se as características do solo permitirem, suporta grandes e pequenas áreas de contribuição.	Não suporta grandes áreas de contribuição já que depende da escolha do solo e das plantas a serem utilizados.
Vazão de projeto	Suporta média vazão de projeto.	Suporta altas vazões de projeto já que pode armazenar água no interior do poço.	Não deve ser utilizado quando a taxa de infiltração do solo não suportar, deve-se instalar sistema para retirada da água.	Não deve ser utilizado quando a taxa de infiltração do solo não suportar, deve-se instalar sistema para retirada da água.	Não deve ser utilizado quando a taxa de infiltração do solo não suportar, deve-se instalar sistema para retirada da água.	Não deve ser utilizado quando a taxa de infiltração do solo não suportar, deve-se instalar sistema para retirada da água.	Se vazão de projeto for maior que a capacidade de infiltração do solo, deve-se instalar sistema para retirada da água.
Área construída	Pode ser construído em áreas grandes, médias e pequenas.	Área construída pequena, porém necessita de profundidade.	Quanto maior a área construída, maior a capacidade de infiltração do sistema.	Quanto maior a área construída, maior a capacidade de infiltração do sistema.	Quanto maior a área construída, maior a capacidade de infiltração do sistema.	Quanto maior a área construída, maior a capacidade de infiltração do sistema.	Quanto maior a área construída, maior a capacidade de infiltração do sistema.
(1) PRINCE GEORGE'S COUNTY DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL SERVICES DIVISON AND DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL RESOURCES. <i>Bioretention Manual</i> . Maryland, 2007. (2) REIS, R. P. A. (2005). <i>Proposição de Parâmetros de Dimensionamento e Avaliação de Desempenho de Poço de Infiltração de Água Pluvial</i> . Universidade Federal de Goiás. Goiânia. (3) PAVEL OC. http://www.paveloc.com/ (acessado em 19/12/2010). (4) INVISIBLE STRUCTURES, INC. http://www.invisiblestructures.com (acessado em 09/12/2010) (5) UNCONN OFFICE OF ENVIRONMENTAL POLICY. http://www.ecohusky.uconn.edu/porouspavers.htm (acessado em 05/01/2011) (6) WASHINGTON AGGREGATES & CONCRETE ASSOCIATION. http://www.washingtonconcrete.org/ (acessado em 03/01/2011). (7) DESIGN SHARE. http://www.designshare.com/index.php/projects/the-calhoun-school-fx/fole/images@4507 (acessado em 03/01/2011)							

Agradecimentos

Ao Eng. MSc. Ricardo Prado Abreu Reis pela disponibilidade e grande ajuda no desenvolvimento desse trabalho.

Referências Bibliográficas

- BENATTI, J. C. B., DIAS, D. R., BALBINO, J. L., KASSOUF, R. (2009). *Análise de um Perfil de Solo Tropical a partir do Estudo de Duas Amostras Retiradas de Profundidades Distintas*. IV Simpósio Sobre Solos Tropicais e Processos Erosivos do Centro-Oeste e de Minas Gerais. Uberlândia.
- DIETZ, M. E. *Water, Air Soil Pollutant*. Springer Science + Bussiness B.V., 2007, pp. 351 – 363.
- PRINCE GEORGE'S COUNTY DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL SERVICES DIVISON AND DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL RESOURCES. (2007) *Bioretention Manual*. Maryland.
- REIS, R. P. A. (2005). *Proposição de Parâmetros de Dimensionamento e Avaliação de Desempenho de Poço de Infiltração de Água Pluvial*. Universidade Federal de Goiás. Goiânia.
- TUCCI, C. E. M. (1997). *Apectos Institucionais do Controle das Inundações Urbanas*. Simpósio de Recursos Hídricos do Centro-Oeste. Junho Brasília. 16p.