

ESCOLHA, PROJETO E INTEGRAÇÃO URBANÍSTICA DE TÉCNICA COMPENSATÓRIA EM DRENAGEM URBANA

Thays Santos Ferreira^{1}; Luana Fernanda da Silva Baptista²; Ademir Paceli Barbassa³; Luciana Márcia Gonçalves⁴; Alexandre Hideki Shinzato⁵; Tiago Zanetti de Vicente⁶; Tássia Rومانne Duarte da Silva⁷; Maria Clara Fava⁸*

Resumo

O presente trabalho teve como objetivo escolher, dimensionar, projetar e integrar urbanisticamente um dispositivo compensatório para drenagem pluvial de um edifício da UFSCar – São Carlos - SP. A fim de escolher a técnica compensatória mais adequada foram levantados e analisados os aspectos físicos, urbanísticos e de infraestrutura e sanitários e ambientais. Após essa análise, concluiu-se que a técnica mais apropriada ao local seria um plano de infiltração associado a um poço de infiltração. O dimensionamento do dispositivo foi realizado pelo método da curva envelope. O resultado do volume obtido para suportar a vazão gerada pela área impermeabilizada foi 15,2 m³ para o plano de infiltração e 5,3m³ para o poço de infiltração. Conseguiu-se em espaço restrito e com rede predial pluvial existente o manejo pluvial na fonte, com uma solução urbanística e paisagística interessante.

Palavras-Chave: técnica compensatória, drenagem urbana, estruturas de infiltração

CHOOSING, DESIGN AND URBAN INTEGRATION OF BEST MANAGEMENT PRACTICES IN URBAN DRAINAGE

Abstract

The study aimed to choose, scale, design and integrate a device urbanistically of BMP for stormwater drainage of a building at the University of São Carlos (UFSCar). In order to choose the most appropriate practice were collected and analyzed the physical, urban and infrastructure and health and environmental. After this analysis, it was concluded that the most appropriate practice would be to place a plan infiltration associated with an infiltration pit. The dimensioning of the device was accomplished by the method of the envelope curve. The results of the volume obtained to support the flow generated by the sealed area was 15.2 m³ to plan infiltration and 5.3 m³ for the infiltration pit. Succeeded, in restricted space and a building with pumpling network of rainwater, the rain management at the source, with a solution urban and landscape interesting.

Keywords: best management practices, urban drainage, structures infiltration.

¹ Participante do projeto de pesquisa MAPLU, aluna especial da Universidade Federal de São Carlos – UFSCAR, Programa de Pós Graduação em Engenharia Urbana – PPGEU, thays.ambiental@gmail.com

² Mestranda, Universidade Federal de São Carlos – UFSCAR, Programa de Pós Graduação em Engenharia Urbana – PPGEU, baptista.luana@yahoo.com.br

³ Prof^o. Dr^o. Universidade Federal de São Carlos – UFSCAR, Departamento de Engenharia Civil – DECiv, barbassa@ufscar.br

⁴ Prof^o. Dr^o. Universidade Federal de São Carlos – UFSCAR, Departamento de Engenharia Civil – DECiv, lucianamg@ufscar.br

⁵ Mestrando, Universidade Federal de São Carlos – UFSCAR, Programa de Pós Graduação em Engenharia Urbana – PPGEU, hideki.ahs@gmail.com

⁶ Mestrando Universidade Federal de São Carlos – UFSCAR, Programa de Pós Graduação em Engenharia Urbana – PPGEU, tiagozv@msn.com

⁷ Aluna especial da Universidade Federal de São Carlos – UFSCAR, Programa de Pós Graduação em Engenharia Urbana – PPGEU, tromanne@yahoo.com.br

⁸ Aluna especial da Universidade Federal de São Carlos – UFSCAR, Programa de Pós Graduação em Engenharia Urbana - PPGEU, mfava7@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

O acelerado processo de urbanização ocorrido principalmente a partir da segunda metade do século XX se deu de forma não planejada, causando grande concentração da população e deficiência na infraestrutura urbana de um modo geral. A impermeabilização do ambiente natural acompanhada pelas ocupações das áreas de risco acarretaram problemas como a redução na infiltração no solo e a aceleração do escoamento superficial, aumentando assim, a frequência e a magnitude das enchentes nos municípios (TUCCI, 2005).

A solução tradicional para a drenagem urbana introduzida pelo conceito higienista (séc. XIX) e ainda muito utilizada nos dias atuais, é a canalização dos cursos d'água e o afastamento rápido das águas pluviais e servidas (CANHOLI, 2005). Essa solução, no entanto, muitas vezes acaba transferindo o problema para a área jusante, agravando a situação. Além disso, esse processo ocasionou a redução do papel dos cursos d'água como elemento da paisagem e de embelezamento das cidades (BAPTISTA *et al.*, 2011).

A partir da década de 70 começou uma fase de transição da abordagem higienista para a ambiental, cujo discurso espera que a drenagem urbana deixe de ser um mero problema de engenharia passe a integrar ao planejamento ambiental das cidades (SILVEIRA, 2000).

As “tecnologias alternativas” ou “compensatórias” fazem parte dessa nova abordagem. Por meio de combinações tecnológicas que evitam a transferência rápida para jusante e facilitam a infiltração, essas técnicas buscam neutralizar os efeitos da urbanização sobre os processos hidrológicos, contribuindo para a qualidade de vida e a preservação ambiental. As técnicas compensatórias em drenagem urbana ainda não atingiram seu potencial de utilização, tanto no Brasil como no plano internacional. Dentre as razões apontadas para essa situação está a dificuldade de escolha da técnica adequada, ou seja, sua viabilidade no contexto do projeto (BAPTISTA *et al.*, 2011).

Nesse contexto, esse trabalho propõe a escolha, o projeto e a integração urbanística de um dispositivo compensatório para manejo de água pluvial no edifício Núcleo de Formação de Professores, localizado no campus da Universidade Federal de São Carlos.

O emprego desse dispositivo contribuirá para a redução dos volumes de escoamento superficial na área e desempenhará um papel na compensação das perdas na recarga dos aquíferos. Além disso, a integração entre a infraestrutura de drenagem e seu projeto arquitetônico e paisagístico objetiva contribuir para a mudança na forma da gestão das águas pluviais e na relação dos usuários do edifício com os recursos hídricos.

2. OBJETIVOS

Escolher, projetar e integrar urbanisticamente uma técnica compensatória localizada para manejo de água pluvial predial.

3. METODOLOGIA

3.1 Área de estudo

A área escolhida é o edifício Núcleo de Formação de Professores (NFP), que faz parte de uma microbacia experimental, localizada na área norte do campus da Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, São Paulo, conforme figuras 1 e 2. A área de contribuição considerada no projeto é de 582,15m², referente ao telhado do edifício.



Figura 1 – Localização do município de São Carlos. Fonte: IBGE

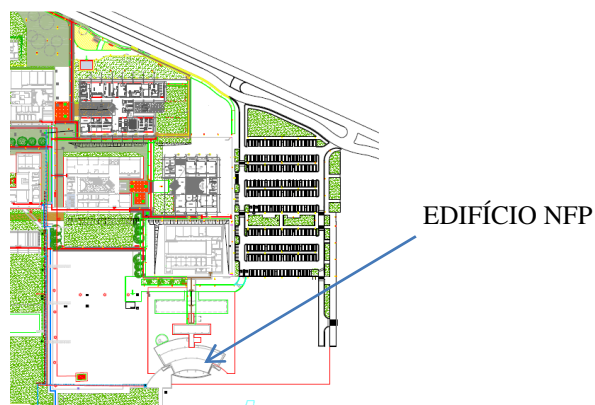


Figura 2 – Localização da microbacia experimental. Fonte: Grupo G-Hidro

3.2 Caracterização do solo

Os ensaios granulométricos foram realizados de acordo com as normas NBR 6502/1984 e NBR 7181/1982 e a classificação do solo de acordo com a NBR 6502/1995, todas da ABNT. As amostras de solo foram coletadas em cinco faixas de profundidades: 0-40cm; 60-80cm; 1,0-1,2m; 1,4-1,6m e 1,8-2,0m.

A permeabilidade saturada do solo foi obtida através de modelagens das chuvas reais monitoradas.

3.3 Seleção da técnica compensatória

Para a escolha da técnica mais adequada ao local de estudo, analisaram-se os critérios baseados na metodologia de Baptista *et al.* (2011). Os aspectos considerados foram os físicos (topografia, capacidade de infiltração no solo, nível das águas subterrâneas), urbanísticos e de infraestrutura (disponibilidade de espaço, existência de redes de serviços como água, esgoto, telefonia, etc.) e sanitários e ambientais (risco de poluição, risco de águas com finos, risco sanitário).

3.4 Dimensionamento

O dispositivo foi dimensionado para receber as águas provenientes de 582,85m² do telhado do edifício Núcleo de Formação de Professores. O método adotado foi o da curva envelope, utilizando a equação de chuvas de São Carlos desenvolvida por Barbassa (1991). O tempo de retorno utilizado no projeto foi de cinco anos, conforme indicado por Baptista *et al.* (2011). A permeabilidade saturada do solo para esta área foi determinada por Sobrinha (2012).

3.5 Concepção, projeto e integração urbanística

O desenvolvimento do projeto do dispositivo, realizado por equipe multidisciplinar, atendendo os seguintes requisitos:

- Adequação da técnica à rede pluvial enterrada existente
- Escolha da melhor forma e posição para implantação no terreno
- Integração ao entorno e às atividades realizadas no local
- Uso do espaço para área de convivência
- Evitar acidentes

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Caracterização do Solo

A caracterização do solo encontra-se em fase de elaboração. Por isso, no dimensionamento do dispositivo foram utilizados os dados determinados por Sobrinha (2012), cujos ensaios foram realizados a aproximadamente 40 metros da área de estudo.

O resultado da granulometria do solo apresentou como porcentagens médias 33% de areia, 26% de areia fina, 25% de argila e parcelas menos significativas de silte e areia grossa, conforme tabela 1. Dessa forma o solo foi classificado como Areia Média Argilosa -SC (ABNT, 1995).

A permeabilidade saturada do solo determinada por Sobrinha (2012) por meio de modelagens apresentou um valor médio 32,82 mm/h ou $9,12 \times 10^{-6}$ m/s.

Tabela 1 – Composição granulométrica do solo e classificação

Profundidade	% Argila	% Silte	Areia %			Classificação do Solo
			Fina	Média	Grossa	
0-0,4m	21	7	27	38	7	Areia Média Argilosa
0,6 -0,8 m	21	9	27	32	11	Areia Média Argilosa
1,0 – 1,2 m	26	5	27	34	8	Areia Média Argilosa
1,4 – 1,6m	28	6	26	32	8	Areia Média Argilosa
1,8 –2,0m	31	7	23	30	9	Areia Média Argilosa
Média das amostras	25	7	26	33	9	100%

4.2 Seleção da técnica compensatória

Os critérios avaliados e os atributos utilizados na seleção da técnica compensatória encontram-se na tabela 2.

Tabela 2 – Critérios e atributos para a escolha da técnica compensatória

	CRITÉRIOS	ATRIBUTOS
Aspectos Físicos	Topografia	I=1%
	Existência de exutório permanente	Sim – solo e rede de drenagem pluvial
	Permeabilidade saturada do solo	32,82 mm/h (SOBRINHA, 2011)
	Nível das águas subterrâneas	Abaixo de 2m (LUCAS, 2011)
	Aporte permanente de água	Não
	Estabilidade do subsolo	Colapsível*
Aspectos urbanísticos e de infraestrutura	Disponibilidade de espaço	Área trapezoidal de aproximadamente 50m ² - Limitada pelo uso do espaço para atividades do núcleo e pela infraestrutura local
	Redes existentes	Sim - água, esgoto, lógica, telefonia e rede pluvial
	Inclinação e forma do telhado	Não se aplica
Aspectos sanitários e ambientais	Risco de poluição	Não – a zona não é considerada fortemente poluída, não há cursos d'água próximos e o lençol freático é abaixo de 2m.
	Risco de águas com finos	Não
	Risco sanitário	Não, pois não haverá água estagnada no local.

*Devido a falta de dados foi considerado um cenário crítico

A análise dos aspectos físicos e dos sanitários e ambientais não eliminou nenhum dispositivo. Pela análise da infraestrutura eliminaram-se valas, valetas e trincheiras devido ao espaço disponível. Os pavimentos porosos e revestimentos permeáveis foram descartados pois a área disponível é livre, jardinada e não será pavimentada.

Desse modo, as alternativas consideradas viáveis para o local foram: bacia, poço e plano de infiltração, devido à elevada profundidade do lençol e a condutividade hidráulica superior a 10^{-7} m/s, favorecendo a infiltração da água no solo; e bacia de retenção, devido à existência de rede de drenagem pluvial.

Em função dos benefícios de se favorecer a infiltração no solo e da disponibilidade de espaço limitada pela infraestrutura, optou-se por utilizar um plano de infiltração associado a um poço de infiltração. O poço será utilizado para escoamento das chuvas frequentes. O plano será inundado na ocorrência da chuva de projeto, permanecendo como um espaço disponível para convivência e lazer na maior parte do tempo.

4.3 Dimensionamento

As áreas de contribuição de telhado utilizadas nos dimensionamentos foram 148,0m² para o poço de infiltração e 434,85m² restantes para o plano. As variáveis utilizadas no dimensionamento e os volumes resultantes para cada dispositivo são apresentados na tabela 3:

Tabela 3 – Informações do dimensionamento

Plano de infiltração		Poço de infiltração	
Área de contribuição (m ²)	434,85	Área de contribuição (m ²)	148,00
Coeficiente <i>runoff</i>	0,90	Coeficiente <i>runoff</i>	0,90
Área de contribuição efetiva (m ²)	381,37	Área de contribuição efetiva (m ²)	133,20
Permeabilidade saturada (m/s)	$9,12 \times 10^{-6}$	Permeabilidade saturada (m/s)	$9,12 \times 10^{-6}$
Período de retorno (anos)	5	Período de retorno (anos)	5
Chuva de projeto (mm)	44,97	Chuva de projeto (mm)	44,97
Volume de água a armazenar (m ³)	15,55	Volume de água a armazenar (m ³)	5,29
Duração da chuva (min)	120	Duração da chuva (min)	120
Volume do plano (m ³)	15,62	Volume do poço (m ³) $\phi=1,5$ m	5,30

4.4 Projeto e integração urbanística

Mostram-se a localização do dispositivo na figura 3, a planta na figura 4 e o corte, sem escala, na figura 5. O poço será construído em cota inferior à cota do fundo da caixa de passagem de águas pluviais. As águas pluviais da caixa de passagem são conduzidas até a tampa do poço de infiltração, com filtro de geotêxtil, para armazenamento. Caso a altura pluvial escoada seja maior que a capacidade do poço, haverá inundação do plano de infiltração. Segue-se em detalhe o funcionamento: etapa 1- caixa de passagem de escoamento de água do telhado; etapa 2- condução da água pluvial ao poço e plano; etapa 3 - passagem pelo filtro de geotêxtil da tampa do poço e armazenamento no poço e, para maiores alturas precipitadas, inundação do plano de infiltração;

etapa 4 - a água armazenada no poço escoo pelo anéis de concreto e manta de geotêxtil entre os anéis e o solo; havendo inundação do plano a água armazenada será infiltrada no solo; etapa 5 - extravasor do sistema para a rede convencional de drenagem.

Pretende-se que a água do escoamento direto de chuvas de baixas intensidades seja toda infiltrada no poço. Chuvas mais intensas inundarão o plano de infiltração.

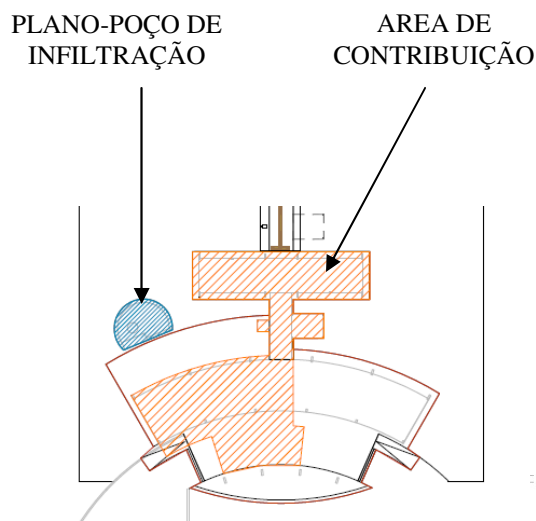


Figura 3 – Área contribuinte e posição do poço-plano

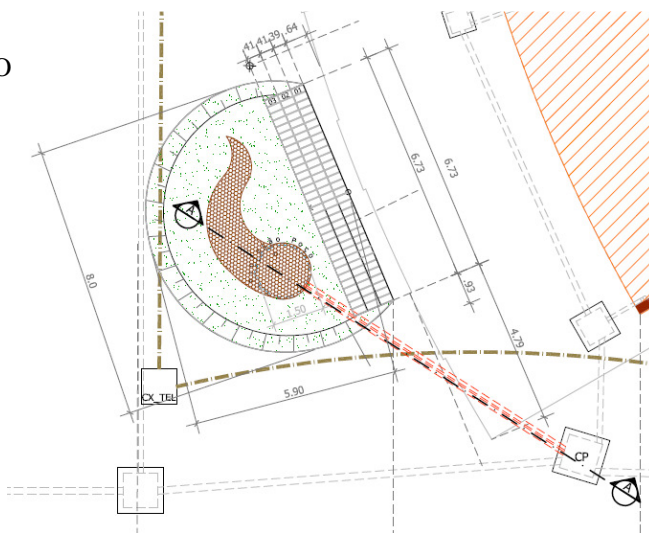


Figura 4 - Planta do poço-plano de infiltração

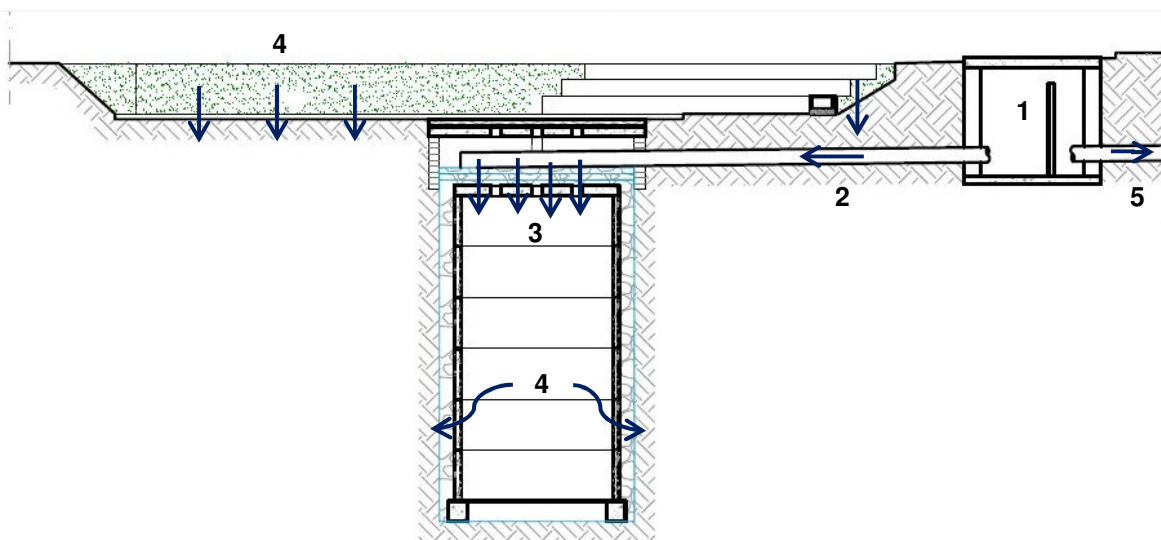


Figura 5 –Funcionamento do dispositivo

Na integração urbanística, como mostram as figuras 6 e 7, promoveu-se um espaço para lazer na área do plano de infiltração com acessibilidade à área pelos degraus, iluminação para evitar quedas de pessoas, além de melhorar o aspecto paisagístico.

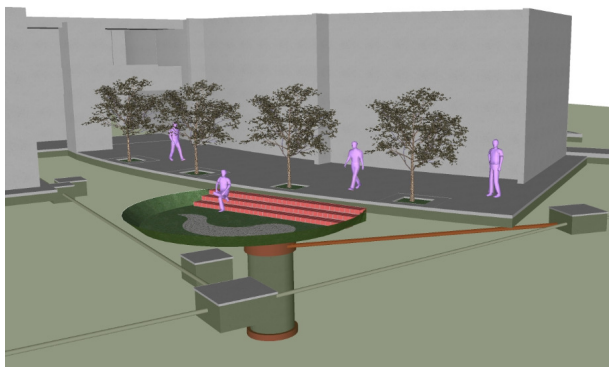


Figura 6 – Perspectiva do poço associado ao plano



Figura 7 – Integração urbanística – vista superior

5. CONCLUSÕES

A escolha da técnica mais adaptada ao local atendeu aos diversos aspectos e critérios foram analisados e ponderados, sem dificuldades.

Comprova-se a necessidade e vantagem de se integrar o manejo das águas durante a fase de planejamento e projeto dos edifícios. Isto porque houve dificuldade na adequação da técnica ao espaço limitado pela infraestrutura e a existência de rede pluvial enterrada.

Conseguiu-se de forma criativa desconectar a rede predial pluvial do sistema de drenagem convencional, promovendo a infiltração local.

Foi importante a atuação de equipe multidisciplinar, garantindo a função hidrológica e também urbanística do projeto.

Espera-se que a construção, utilização do dispositivo de drenagem, além das vantagens ambientais e hidrológicas, amplie o conhecimento científico e tecnológico sobre o assunto, pois a técnica será monitorada e modelada.

REFERÊNCIAS

a) Norma

ABNT. (1982). Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 7181: Solo – Análise granulométrica. Rio de Janeiro.

b) Norma

ABNT. (1995). Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR. NBR 6502: Rochas e solos – Terminologia. Rio de Janeiro.

c) Norma

ABNT. (1984). Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6508: grãos que passam na peneira de 4,8mm. Determinação da massa específica: método de ensaio. Rio de Janeiro.

d) Dissertação

BARBASSA, A.P. (1991) Simulação do Efeito de Urbanização sobre a Drenagem Pluvial da Cidade de São Carlos, SP. 1991, 327 p. (Tese de Doutorado em Hidráulica e Saneamento). Universidade de São Paulo, USP, EESC, São Carlos.

e) Livro

BAPTISTA, M.; NASCIMENTO, N.; BARRAUD, S. (2011) Técnicas Compensatórias em Drenagem Urbana. Porto Alegre: ABRH. 2ª Ed. 318 p.

f) Livro

CANHOLI, A.P. (2005). Drenagem urbana e controle de enchentes. São Paulo: Oficina de textos. 301p.

g) Dissertação

LUCAS, A. H. (2011). Monitoramento e Modelagem de um sistema Filtro – Vala – Trincheira de infiltração em escala real. São Carlos. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Universidade Federal de São Carlos – UFSCar.

h) Capítulo de livro

SILVEIRA, A.L.L. (2000). Aspectos históricos da Drenagem Urbana no Brasil. In: TUCCI, C.E. M.; GOLDENFUM, J.A; DEPETRIS, C. PILAR, J. Hidrologia Urbana na Bacia do Prata, ABRH, CAPEs, IPH/UFRGS, SERCIP, UNNE, p. 11-17

i) Dissertação

SOBRINHA, L.A. (2012). Monitoramento e modelagem de um poço de Infiltração de águas pluviais em escala real e Com filtro na tampa. São Carlos. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Universidade Federal de São Carlos – UFSCar.

j) Publicação

TUCCI, C. E.M. (2005). Gestão de Águas Pluviais Urbanas/ Carlos E. M.Tucci – Ministério das Cidades – Global Water Partnership - World Bank – Unesco.