

Contaminação de solos e águas subterrâneas a partir de estruturas de controle alternativo da drenagem urbana

Elisa Ferreira Pacheco¹; Alexandra Rodrigues Finotti²

RESUMO: O projeto "Contaminação de solos e águas subterrâneas a partir de estruturas de controle alternativo da drenagem urbana", está integrado ao projeto "Impacto ambiental de estruturas de controle da drenagem urbana nos solos e nas águas subterrâneas" e visa analisar as interfaces qualitativas das estruturas de drenagem urbana que promovam a infiltração com o ambiente subterrâneo. O uso sistemático de estruturas de infiltração de águas pluviais podem promover a contaminação do ambiente subterrâneo devido principalmente ao fenômeno de carga de lavagem, realizado pelo escoamento de superfícies altamente impermeabilizadas e contaminadas. Neste contexto este artigo apresenta a sistematização das pesquisas que apresentaram dados sobre a contaminação de solos e águas subterrâneas a partir de valas de infiltração, bacia de retenção e poços de infiltração. Assim, apesar de alguns dos grupos brasileiros já lidarem bastante com o estudo da drenagem urbana muito pouco tem sido desenvolvido no sentido de integrar os impactos no ambiente subterrâneo com o estudo da drenagem urbana. A partir do desenvolvimento deste projeto pretende-se estabelecer metodologias e anexá-las em dois produtos: os protocolos de avaliação de impactos e sua implementação na forma de uma ferramenta computacional.

PALAVRAS-CHAVES: Infiltração, estruturas de drenagem, contaminação do ambiente subterrâneo.

ABSTRACT: The project "Contamination of soil and groundwater from alternate control structures of urban drainage", the project is integrated into the "Environmental Impact of control structures of urban drainage in soils and groundwater" and aims to analyze the interfaces qualitative urban drainage structures that promote infiltration with the underground environment. The systematic use of structures stormwater infiltration can promote contamination underground environment principally due to the phenomenon of wash load, carried by runoff from impervious surfaces and highly contaminated. Neste context this paper presents a systematization of the studies that reported data on the contamination of soil and groundwater from swales, detention basin and infiltration wells. Thus, although some of the Brazilian groups already deal enough with the study of urban drainage very little has been developed to integrate the environmental impact study of the underground urban drainage. From the development of this project is to establish methodologies and attaches them into two products: the protocols of impact assessment and its implementation as a computational tool.

¹ Engenheira Sanitarista e Ambiental, Mestranda em Engenharia ambiental na Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Caixa Postal 476, Campus Universitário Trindade, Florianópolis- SC, Brasil. CEP 88040-970. elisafpacheco@gmail.com

² Engenheira Civil, Professora do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Caixa Postal 476, Campus Universitário Trindade, Florianópolis- SC, Brasil. CEP 88040-970. finotti@ens.ufsc.br

1. INTRODUÇÃO

O controle de cheias em áreas urbanas é uma atividade que tem se tornado cada vez mais importante em função do aumento da urbanização brasileira nas últimas décadas e o agravamento dos problemas de enchentes urbanas decorrentes deste processo. Como as águas da drenagem urbana apresentam qualidade muitas vezes comprometida pela presença de metais, hidrocarbonetos e sólidos suspensos às estruturas de controle da drenagem podem comprometer a qualidade do solo e das águas subterrâneas quando são usadas estruturas baseadas na infiltração. A água que infiltra no espaço urbano tem sua qualidade alterada em função do efeito de lavagem que as águas promovem nas áreas impermeabilizadas. Se estas águas tiverem a oportunidade de infiltrar no solo podem contaminar os aquíferos. Como a infiltração é reduzida nas áreas urbanas a maior preocupação em termos de qualidade das águas recai sobre as estruturas de controle da drenagem urbana que se baseiam em infiltração forçada no solo.

As estruturas de controle alternativo da drenagem são valas de infiltração, bacias de retenção, poços de infiltração, pavimentos permeáveis e trincheiras de infiltração. Neste trabalho foram levantados os resultados de pesquisas que apresentaram dados sobre a contaminação de solos e águas subterrâneas a partir de valas de infiltração, bacia de retenção e poços de infiltração.

2. ESTRUTURAS ALTERNATIVAS DE CONTROLE DA DRENAGEM URBANA

As estruturas alternativas ou compensatórias de controle da drenagem urbana são baseadas na restituição do comportamento natural da bacia, procurando recuperar funções perdidas durante a urbanização ou compensar os efeitos desta sobre os processos componentes do ciclo hidrológico. A infiltração é um dos componentes bastante utilizados nas técnicas compensatórias. Apesar de resolver o problema quantitativo ela pode gerar um problema com a qualidade das águas, visto que, as águas do escoamento superficial que são infiltradas podem apresentar qualidade bastante ruim.

No projeto serão analisadas três estruturas: uma vala de infiltração, em que as águas pluviais são coletadas por caixas de captação e conduzidas pelo bueiro duplo até o canal de seção trapezoidal com revestimento em terra. Uma bacia de retenção a nível residencial, construída em um lote reservado dos condomínios utilizados para o armazenamento temporário e infiltração das águas pluviais, este dispositivo tem como função principal: controle distribuído do escoamento das águas pluviais na bacia hidrográfica, minimização dos efeitos da impermeabilização do solo, recuperação da capacidade de amortecimento da bacia, entre outras. E um poço de infiltração (sumidouro de drenagem), todo de alvenaria com o fundo formado por brita e manta geotextil e tubos de PVC.

A interface qualitativa da drenagem urbana com o ambiente subterrâneo é influenciada pela carga de contaminantes presentes nas águas pluviais, que dependerá diretamente do uso e ocupação do solo e do grau de impermeabilização da bacia. Esta carga de contaminantes será influenciada principalmente pela lavagem da atmosfera no início da precipitação, que transporta os poluentes nela dispersos em forma particular e pelas primeiras águas de escoamento superficial que mobiliza e transporta poluentes acumulados na superfície da bacia hidrográfica durante o período seco que antecede as precipitações, caracterizado pelo fenômeno de first flush. Assim as análises consideraram o perfil do solo em três compartimentos: a estrutura de infiltração, zona não saturada e a zona saturada. Sendo este apresentados na figura 1.

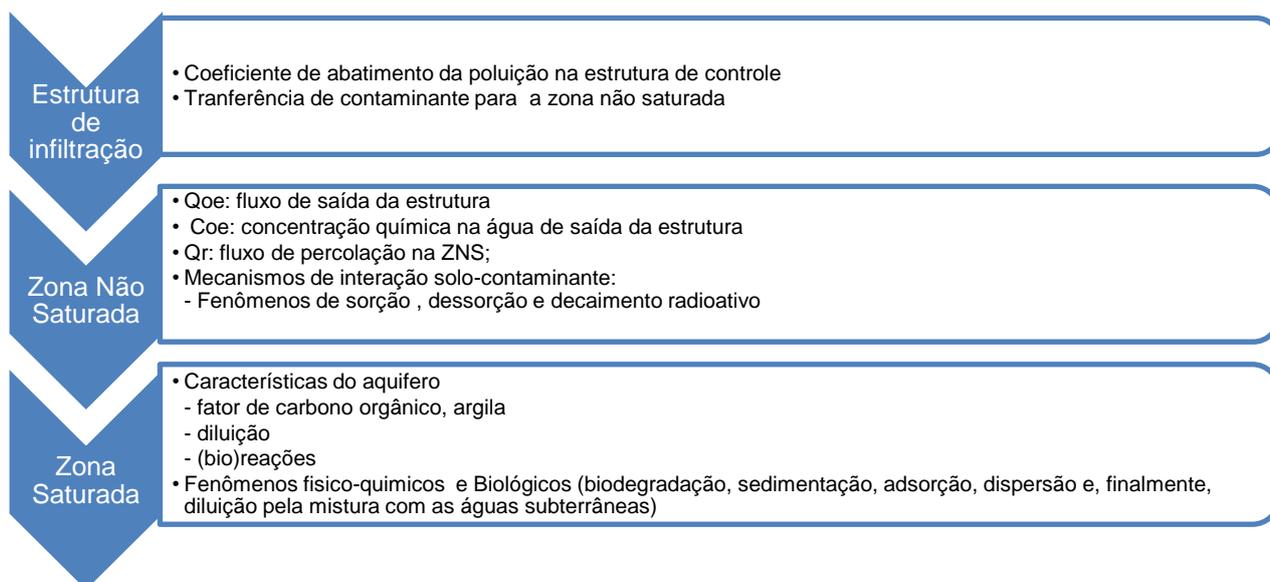


Figura 1-Interações estrutura-solo-contaminante

Portanto, as interações estrutura-solo-contaminante são muito complexas, uma vez que, muitos fenômenos físicos, químicos e biológicos podem ocorrer simultaneamente. A compreensão desses mecanismos, a análise e modelagem numérica do problema, associadas aos programas de monitoramento de campo, permitem a avaliação da contaminação do subsolo e das águas subterrâneas pelas estruturas de infiltração.

3. RESULTADOS E CONCLUSÕES

Foram sistematizados algumas linhas de pesquisas realizadas com estruturas de infiltração e os aspectos qualitativos das águas pluviais e os possíveis impactos no ambiente subterrâneo, juntamente com algumas das condições de implantação destas estruturas, prevenindo a contaminação do solo e das águas subterrâneas (tabela 1).

Tabela 1- Síntese da Revisão bibliográfica.

Estrutura	Experimentos	Resultados
Valas de Infiltração -Caracterização das propriedades do solo; -Capacidade de infiltração; -Condutividade hidráulica; -Curva de retenção;	Realizou o monitoramento dos teores de retenção de metais na área de implantação das estruturas de infiltração; Parâmetros analisados: metais cádmio, cobre, chumbo, zinco, cromo, níquel e manganês ⁽¹⁾ .	-As taxas de retenção e lixiviação dos metais durante o monitoramento de retenção dependem, principalmente, do comportamento de adsorção desses metais pesados - E se evidenciou riscos de contaminação das águas subterrâneas na área de implantação dessas estruturas.
	Análise do transporte e da retenção dos contaminantes em valas de drenagem ⁽²⁾ .	Foram observados percentuais de remoção de 79-98% do SST.
	Na vala foram monitorados metais, sólidos suspensos, temperatura e condutividade da água, vazão de entrada, saída e precipitação ⁽³⁾ .	A vala de detenção mostrou eficiência em redução de SST da ordem de 50%, com o melhor resultado em 80% e o pior, em apenas 6%. Metais pesados- apresentou variabilidade elevada, com uma média em torno de 60%.
Poços de infiltração (Sumidouros de drenagem) -Distancia de 1,5m do fundo da estrutura do lençol freático.	Realizou-se um estudo da qualidade das águas superficiais, subterrâneas e dos sedimentos em vários poços de infiltração. As análises físicas e químicas (temperatura, condutividade, PH, potencial de oxidação-redução, alcalinidade) ⁽⁴⁾ .	As concentrações máximas de arsênio (9 mg / kg), cádmio (1 mg / kg), crômio (48 mg / kg), de cobre (32 mg / kg) e de níquel (35 mg / kg) estavam ligeiramente ultrapassando os efeitos baseados nos limites efeitos biológicos de concentrações (TEC), destes contaminantes. O chumbo no máximo e zinco, excedeu os TEC em 98 e 40%, respectivamente.

Bacias de Detenção: Permeabilidade do solo entre 13 mm/h a 20 mm/h; O tipo do solo mais aconselhável é do tipo B (SCS); Área ≤ 6 ha. Declividade da área de drenagem < de 5% Deverá ser investigada a elevação do lençol freático com a infiltração, devendo sempre, na pior. Condição possível, Manter a distância mínima de 1,20m do fundo do reservatório de infiltração. Variação sazonal de no Maximo 3 m do lençol freático.	Analisou-se as características físico-químicas e biológicas de águas subterrâneas abaixo de uma bacia de infiltração de águas pluviais, após 30 anos de uso ⁽⁵⁾ .	Degradação biológica-Condição atóxica do ambiente subterrâneo Os sedimentos finos orgânicos- principais fontes de metais pesados e hidrocarbonetos
	Descontaminação das águas de drenagem das rodovias que apresentam altos teores de chumbo, zinco, cádmio, cobre e hidrocarbonetos poliaromáticos (PAHs), por bacias gramadas ⁽⁶⁾ .	O solo das bacias foi analisado em profundidades de 5, 10 e 30cm em diferentes distâncias da estrada . A retenção atingiu 95% para cádmio e variou entre 84 e 94% para o zinco, 77 e 98% para o chumbo e 43 a 61% para o cobre.
	Avaliaram a capacidade de retenção de contaminantes e sólidos suspensos em uma bacia de detenção gramada e as práticas operacionais que podem aumentar sua eficiência ⁽⁷⁾ .	Os autores encontraram boa correlação da redução das concentrações de chumbo, cobre e zinco com a retenção de sedimentos finos e a de hidrocarbonetos com a redução de sedimentos mais grossos.
	Avaliou-se o acúmulo de sedimentos e metais pesados numa bacia de detenção ⁽⁸⁾ .	A redução na concentração dos poluentes na: 26 e 84% para metais totais, 67% para nitrogênio total, 78% para fósforo total e 92% para DQO.
	Analisou os sedimentos (carbono orgânico particulado (COP), nitrogênio particulado (PN), fósforo particulado (PP), metais pesados (Cd, Cr, Cu, Ni, Pb e Zn) e hidrocarbonetos totais) em uma bacia de infiltração .	Zinco, chumbo e cobre representaram 95% da concentração total de metais em sedimentos de águas pluviais. As concentrações de nutrientes, hidrocarbonetos e metais pesados foram reduzidas a uma profundidade de 0,5 m abaixo da parte inferior do leito de infiltração.

Os possíveis impactos do escoamento das águas pluviais, a nível internacional e nacional tem seguido diferentes vertentes, desde análise de eficiência no tratamento dos contaminantes de estruturas alternativas de manejo das águas pluviais, bem como o comportamento destes contaminantes na bacia hidrográfica, nos processos de transporte e de transferência de contaminantes no ciclo hidrológico urbano e no comportamento destes em relação à matéria orgânica e os sedimentos. Porém ainda é escasso o conhecimento integrado das estruturas de infiltração e do ambiente subterrâneo, bem como as interfaces entre a hidrologia e a hidrogeologia.

Das estruturas de drenagem adotadas na região a única que possui algum sistema mínimo de retenção dos poluentes são os sumidouros de drenagem, por utilizar mantas geotextil. As valas de drenagem e os microreservatórios de drenagem podem ser caracterizados como sistemas de injeção direta de contaminantes no aquífero, devido principalmente ao solo com alta permeabilidade e com o alto nível de lençol freático. Portanto é imprescindível o monitoramento como forma de avaliação dos impactos antrópicos no ambiente subterrâneo. Sendo este processo realizado por intermédio de um acompanhamento contínuo dos aspectos quantitativos e/ou qualitativos das águas urbana.

4. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- BÄCKSTRÖM, M. (2001). **Particle trapping in grassed swales**. NOVATECH'2001 391 (pp. 391–398) ⁽²⁾.
- Belotti, F. M., B. (2011). **Capacidade de retenção de metais pesados pelo solo em área de implantação de estruturas de infiltração para águas pluviais urbanas em Belo Horizonte/MG**. Universidade Federal de Minas Gerais.2011. ⁽¹⁾
- DATRY, T., MALARD, F., & GIBERT, J. **Dynamics of solutes and dissolved oxygen in shallow urban ground-water below a stormwater infiltration basin**. The Science of the total environment, 329(1-3), 215–29. 2004 ⁽⁹⁾
- DIERKES, C & GEIGER, W. F. **Pollution retention capabilities of roadside soils**. *Water Science & Technology*. v. 39, n. 2, pp. 201-208. Great Britain: Elsevier, 1999⁽⁶⁾.
- FÄRM, C. **Evaluation of the accumulation of sediment and heavy metals in a storm-water detention pond**. *Water Science & Technology*. v. 45, n. 7, pp. 105-112. Great Britain: Elsevier, 2002. ⁽⁸⁾
- Florian, M., Thibault, D., & Gibert, J. (2001). **Physico-Chemical and Biological Groundwater Quality Below a Stormwater Infiltration Basin Lacking Efficient Filtration System** . NOVATECH'2001 (pp. 759–763) ⁽⁵⁾ .
- JACOPI, C.; BERTRAND-KRAJEWSKI, J. L. & DESBORDES, M. **Characterisation and settling of solids in an open, grassed, stormwater sewer network detention basin**. *Water Science & Technology*. v. 39, n. 2, pp. 135-144. 1999 ⁽⁷⁾.
- SILVA, A; NASCIMENTO, N.O.; SEIDL, M. E VIEIRA, L. **“Caracterização do escoamento urbano de origem viária e remoção de seus poluentes por meio de técnicas compensatórias**. *XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*, 2008, Campo Grande -Mato Grosso. ⁽³⁾
- WHITTEMORE, D. O. **Potential Impacts of Stormwater Runoff on Water Quality in Urban Sand Pits and Adjacent Groundwater**. *Journal of the American Water Resources Association (JAWRA)* 1-19. 2012. ⁽⁴⁾