



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

DRENAGEM URBANA: TRINCHEIRAS DE INFILTRAÇÃO COMO MEDIDA ALTERNATIVA NO CONTROLE DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL CAUSADO PELA URBANIZAÇÃO EM LOTEAMENTOS – ESTUDO DE CASO NA CIDADE DE SANTA ROSA

Giuliano Crauss Daronco - giuliano.daronco@unijui.edu.br

Dr. Recursos Hídricos e Saneamento

Universidade Regional do Noroeste do Rio Grande do Sul – UNIJUI

Pâmela Minuzzi - pamela.minuzzi@gmail.com

Engenheira Civil

Universidade Regional do Noroeste do Rio Grande do Sul – UNIJUI

Resumo: Com o crescimento urbano, o índice de impermeabilização do solo nas áreas urbanizadas tornou-se muito alto. Grande parcela da água que infiltrava passou a compor um aumento no escoamento superficial das águas pluviais. Esse fato, juntamente com a falta de planos urbanos de drenagem, vem causando uma elevada série de inundações e prejuízos muito elevados para sociedade. Com o intuito de minimizar estes efeitos, além de técnicas de drenagem estruturais convencionalmente utilizadas, vêm sendo estudadas e empregadas medidas não estruturais para o controle do escoamento que buscam não atuar no efeito, mas na causa do mesmo. Neste contexto, a implantação de sistemas de drenagem alternativos, como as trincheiras de infiltração, surge como uma das medidas para o amortecimento das chuvas e a minimização das cheias. As trincheiras de infiltração são compostas por uma vala preenchida com material britado com o objetivo de drenar as águas pluviais. Esta técnica ainda é pouco difundida e utilizada no Brasil devido às poucas informações a seu respeito. O presente trabalho buscou analisar a influencia da urbanização no aumento do escoamento superficial em quatro loteamentos da cidade de Santa Rosa e, a partir das características dos loteamentos e dos dados hidrológicos, foram dimensionadas trincheiras de infiltração para cada um dos loteamentos e estimada a possível diminuição dos volumes escoados a partir da implantação desta técnica de drenagem.

Palavras-chave: drenagem urbana, águas pluviais, trincheiras de infiltração.

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

INSTRUCTIONS FOR THE PREPARATION AND SUBMISSION OF PAPERS TO BE PUBLISHED IN THE PROCEEDINGS OF THE 10º SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE QUALIDADE AMBIENTAL

Giuliano Crauss Daronco - giuliano.daronco@unijui.edu.br
Dr. Recursos Hídricos e Saneamento
Universidade Regional do Noroeste do Rio Grande do Sul – UNIJUI

Pâmela Minuzzi - pamela.minuzzi@gmail.com
Engenheira Civil
Universidade Regional do Noroeste do Rio Grande do Sul – UNIJUI

Abstract: *With urban growth, the soil waterproofing index in urbanized areas became very high. A large part of the water that infiltrated constituted an increase in the surface runoff of the rainwater. This fact, together with the lack of urban drainage plans, has been causing a high number of floods and very high damages to society. In order to minimize these effects, in addition to the structural drainage techniques conventionally used, non - structural measures have been studied for the control of flow, which seek not to act on the effect, but on its cause. In this context, the implementation of alternative drainage systems, such as infiltration trenches, appears as one of the measures for rain damping and flood minimization. The infiltration trenches are composed of a trench filled with crushed material to drain rainwater. This technique is still little used and diffused in Brazil due to the lack of information about it. The present work sought to analyze the influence of urbanization on the increase of surface runoff in four lots of the city of Santa Rosa and, based on the characteristics of the lots and the hydrological data, were designed infiltration trenches for each of the lots and estimated the possible decrease of the volumes drained from the implantation of this technique of drainage ..*

Keywords: *urban drainage, rainwater, infiltration trenches.*

1. INTRODUÇÃO

A diminuição da capacidade de infiltração do solo, decorrente do crescimento urbano desordenado, e a falta de planos de gerenciamento urbano que garantam a ocupação adequada do solo vêm intensificando a ocorrência de inundações e alagamentos nestes centros (RIGHETTO, 2009). Segundo Tucci (2005), o processo de urbanização sem o devido controle dos espaços é o principal responsável pelos problemas relacionados à infraestrutura urbana no que diz respeito ao manejo das águas.

As alterações provocadas pelo homem como o desmatamento, a ocupação de áreas inundáveis e a substituição da cobertura natural do solo por áreas impermeabilizadas, estão diretamente relacionados com as mudanças no processo hidrológico urbano e , conseqüentemente, com os problemas de drenagem existentes (RIGHETTO, 2009).

Segundo Tucci (1999), os sistemas de drenagem urbana devem ser planejados e integrados aos demais planos municipais, como o plano de esgotamento sanitário, plano de

Realização

 ABES-RS



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

controle ambiental, dentre outros. As medidas adotadas não devem transferir o problema para outras áreas, mas sim, propor medidas que atuem na causa do problema (TUCCI, 2005).

A utilização dos SUDS (Sustainable Urban Drainage Systems), técnicas alternativas ou não convencionais de drenagem baseadas na sustentabilidade, procuram controlar o escoamento superficial decorrente da urbanização e impermeabilização do solo (BAPTISTA, 2005). Estas técnicas tomam a bacia hidrográfica como base de estudo e buscam evitar a transferência rápida das águas pluviais para a jusante da mesma (BAPTISTA, 2005).

2. DRENAGEM URBANA – HISTÓRICO E EVOLUÇÃO

Segundo Tucci (2002), a deterioração do meio ambiente, resultante do crescimento urbano, vêm produzindo impactos significativos para a sociedade, como o aumento da frequência de inundações e enchentes e a redução da qualidade da água nos meios urbanos.

Com a prática da impermeabilização do solo, resultante do processo de urbanização, a água que infiltrava no solo passou a escoar sobre a superfície, provocando o aumento das vazões de pico (SOUZA, 2002). Alterações deste tipo provocam um significativo aumento na frequência das inundações no meio urbano (SOUZA, 2002).

Segundo Rodriguez (1999) apud Moura (2004), em meados do século XIX, devido as epidemias de cólera enfrentadas pela população na Europa, surgiu o conceito higienista de drenagem, sendo que a partir de então, nascia a ideia de eliminar as águas dos centros urbanos através da evacuação rápida das mesmas para o mais distante possível. Surgia assim, o conceito sanitaria-higienista (AZZOUT, 1996, apud MOURA, 2004).

No século XX conceito higienistas predominou pelo mundo inteiro. Em meados dos anos 60 surgiu o conceito ambiental aplicado à drenagem urbana, trazendo soluções alternativas e ao escoamento rápido das águas pluviais, como a construção de obras de retenção, valas de infiltração lagos de detenção e pavimentos permeáveis (TUCCI, 1995, apud SILVEIRA, 2002).

Com o surgimento do conceito ambiental, surgiram soluções alternativas de drenagem, que propunham a compensação dos efeitos causados pela urbanização, agindo em conjunto com as estruturas convencionais (SOUZA, 2002).

No município de São Paulo, no ano de 2001, foram propostas alterações na legislação municipal no que diz respeito à impermeabilização do solo. Entre as propostas estabelecidas destaca-se a utilização de espaço para armazenamento de águas pluviais e a manutenção de uma parcela permeável nos lotes urbanos de no mínimo 15%. Outras medidas sugeridas foram a utilização de pavimentos permeáveis para controlar os volumes de escoamento superficial (SÃO PAULO, 2002, apud CRUZ, TUCCI e SOUZA, 2007).

Foi lançado pelo Governo Federal no ano de 2006, o programa chamado Drenagem Urbana Sustentável, cujo objetivo principal é o desenvolvimento do Plano Diretor de Drenagem Urbana, baseado nos princípios do Manejo Sustentável das Águas Pluviais Urbanas (BRASIL, 2006, apud CRUZ, TUCCI e SOUZA, 2007).

2.1. Impactos da Urbanização sobre os Sistemas de Drenagem Urbana

Com o crescimento populacional urbano ocorre a impermeabilização de uma grande parcela do solo através da construção de ruas, edificações e calçadas, o que acaba gerando o aumento dos volumes escoados, em virtude da redução das áreas impermeáveis onde a água possa infiltrar (PINTO, 2011).

Realização

ABES-RS



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

Segundo Philippi (2005), a demanda por infraestrutura urbana, principalmente no que se refere ao abastecimento de água potável e ao sistema de esgotamento de águas pluviais, se intensificou a medida que os centros urbanos cresceram

Um dos fatores mais importantes para o gerenciamento dos impactos que as áreas urbanizadas provocam nos sistemas de drenagem é a caracterização da quantidade de áreas impermeáveis que uma bacia apresenta (LEE e HEANEY, 2003, apud PINTO, 2011).

De acordo com Tucci e Bertoni (2003) os principais impactos produzidos pela urbanização e, conseqüentemente o aumento das vazões, são divididos da seguinte maneira:

- Inundações urbanas causadas pelo aumento do escoamento pluvial;
- Impactos sobre o ciclo hidrológico;
- Impactos sobre o ecossistema aquático e;
- Impactos na macrodrenagem.

2.2. Impactos sobre o ciclo hidrológico

Segundo Silveira (2002), o ciclo hidrológico pode ser compreendido como um fenômeno natural de circulação fechada da água. Este fenômeno ocorre entre a atmosfera e a superfície terrestre.

A urbanização provoca vários efeitos que alteram o ciclo hidrológico natural. Estes efeitos são provocados pela diminuição da cobertura vegetal do solo, impermeabilização através da construção de edificações e áreas pavimentadas, fazendo com que os volumes de escoamento superficial que infiltravam no solo passem a escoar por condutos (TUCCI, 2003).

Segundo Tucci (2003), a urbanização trouxe as seguintes alterações ao ciclo hidrológico:

- Redução da parcela de água que infiltra no solo;
- Aumento do escoamento superficial e das vazões de pico, em virtude da diminuição das áreas permeáveis;
- Diminuição dos níveis do lençol freático e escoamento subterrâneo; e
- Redução da evapotranspiração em virtude da redução da cobertura vegetal natural.

2.3. Impactos no controle da macrodrenagem

Segundo Tucci (2005), os sistemas de macrodrenagem partem do princípio da transferência e eliminação rápida da água de um ponto onde esteja causando problemas para outro ponto mais a jusante. No entanto, esta teoria apenas resolve o problema num determinado local transferindo-o para outro

Como alternativa, as medidas tomadas para o controle da macrodrenagem são sempre as canalizações dos corpos d'água nos trechos mais críticos, resolvendo o problema apenas no local onde a obra é executada (TUCCI, 2003).

3. DRENAGEM URBANA DA CIDADE DE SANTA ROSA

De acordo com o Santa Rosa (2010), o sistema de microdrenagem existente é composto por tubulações de diâmetros de no máximo 80cm em conjunto com bocas de lobo, sarjetas, grelhas, etc, que trabalham com a finalidade de coletar e direcionar as águas pluviais para as tubulações.

A drenagem pluvial no município de Santa Rosa é realizado diretamente pelo leito das ruas e pelas sarjetas, em virtude de existirem poucos trechos na cidade que apresentam tubulação (SANTA ROSA, 2010).

Segundo Santa Rosa (2010), em levantamentos realizados, foi constatado que não há uma padronização construtiva para os sistemas de microdrenagem e que estes se encontram, em sua

Realização

ABES-RS



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

maioria, sem a devida manutenção, o que vem a causar o seu mau funcionamento em virtude do acúmulo de resíduos, assoreamento e crescimento de vegetação.

Segundo Santa Rosa (2010), no município a rede de macrodrenagem é composta pelos arroios que cortam a área urbana e apresentam leito em solo e rochas naturais, com exceção de um trecho do arroio Pessegueirinho que apresenta cerca de 1.300m com o fundo e as margens revestidas em concreto. Este trecho apresenta problemas de tombamento das placas de concreto em virtude de problemas relacionados à corrosão das armaduras da estrutura e pela existência de árvores com raízes grandes próximas às margens do arroio (SANTA ROSA, 2010).

Segundo Santa Rosa (2010), uma das maiores inundações ocorridas no município foi no mês de novembro, no ano de 2009, atingindo cerca de 197 famílias (figura 6). Estes problemas são decorrentes da carência que os sistemas de drenagem urbana apresentam, tanto na micro quanto na macrodrenagem (SANTA ROSA, 2010).

Devido à falta de uma rede de microdrenagem, as águas pluviais escoam sobre as superfícies das vias, sendo esta a principal causa dos alagamentos e da deterioração dos pavimentos na cidade de Santa Rosa (SANTA ROSA, 2010).

Segundo Santa Rosa (2010) os locais que apresentam ocupação mais densa apresentam problemas mais frequentes de alagamentos e inundações, devido às águas captadas por pátios e telhados serem direcionada para as sarjetas.

Tendo em vista os inúmeros problemas referentes às inundações enfrentados pela população do município de Santa Rosa, é importante que ocorra a padronização dos projetos de drenagem e da ocupação das áreas urbanas de forma a reduzir os volumes escoados (SANTA ROSA, 2010).

4. METODOLOGIA

A pesquisa consistiu em realizar primeiramente a etapa exploratória, onde foi desenvolvida a revisão bibliográfica. A etapa seguinte foi o desenvolvimento da pesquisa, que consistiu em definir os loteamentos, e realizar o levantamento de algumas variáveis necessárias para efetuar o cálculo do escoamento superficial utilizando o método racional.

Para a utilização deste método foi necessário realizar o levantamento da área dos loteamentos, primeiro, partindo da premissa dos loteamentos escolhidos não apresentarem áreas construídas, ou seja, impermeáveis e segundo, considerando as áreas impermeáveis após a urbanização.

Após serem encontradas as áreas permeáveis e impermeáveis para cada loteamento, foi realizado o cálculo dos coeficientes de escoamento superficial para as áreas urbanizadas e então, realizados os cálculos das vazões pré e pós-urbanização.

Concluída a etapa anterior, foi realizado o pré-dimensionamento das trincheiras de infiltração para cada loteamento, a estimativa de redução dos volumes escoados e, então, realizada a análise dos resultados obtidos.

4.1. Características do município e localização dos loteamentos

A área escolhida para a simulação da implantação das trincheiras está localizada no perímetro urbano do município de Santa Rosa, integrante da mesorregião Noroeste do Rio Grande do Sul e da microrregião Santa Rosa (SANTA ROSA, 2010).

De acordo com o Santa Rosa (2010), o índice pluviométrico médio do município entre o período de 1997 a 2001 foi de 1.855,40mm/ano. A precipitação média do mês mais

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



chuvoso (outubro) foi de 217,90mm enquanto a precipitação média do mês menos chuvoso (março) foi de 115,20mm.

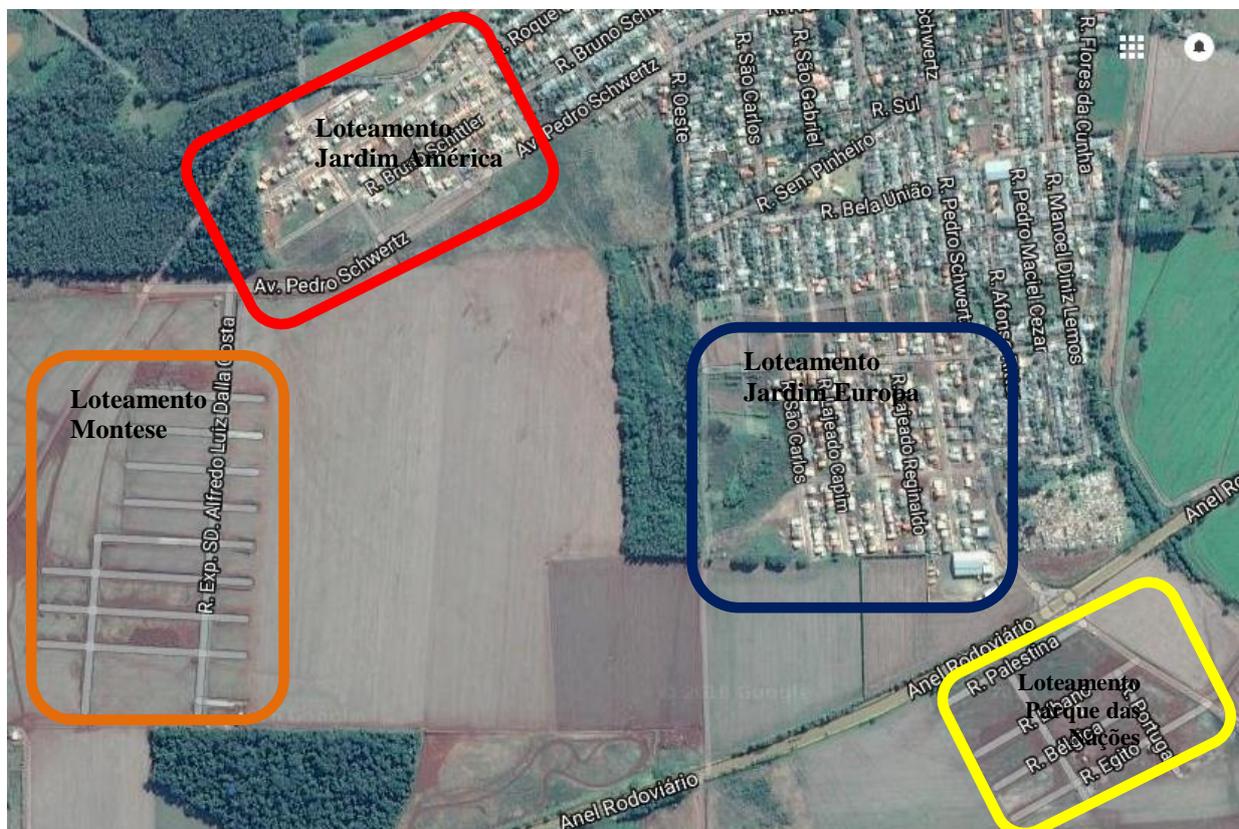
Os tipos de solo presentes no município de Santa Rosa estão divididos em latossolo roxo diatrófico (latossolos vermelhos) e cambissolo eutrófico (cambissolos háplicos), ambos com textura argilosa (SANTA ROSA, 2010).

Para a simulação da implantação das trincheiras foram escolhidos 4 loteamentos da zona urbana de Santa Rosa, todos localizados dentro da Bacia do Pessegueiro, nos bairros Cruzeiro e Figueira. A escolha destes loteamentos se deu em virtude da proximidade entre os mesmos e por fazerem parte da mesma bacia hidrográfica:

- Loteamento Montese, localizado no Bairro Figueira. A: 13,00 ha;
- Loteamento Parque das Nações, localizado no Bairro Cruzeiro. A: 7,12 ha;
- Loteamento Jardim Europa, localizado no Bairro Cruzeiro. A: 9,97 ha; e
- Loteamento Jardim América, localizado no Bairro Cruzeiro. A: 5,67 ha.

O loteamento Jardim Europa, aprovado em duas fases, uma em setembro de 2011 e outra em março de 2013, possui a maior parte dos lotes já ocupados, enquanto o loteamento Jardim América, aprovado em dezembro de 2012, apresenta ocupação parcial. O loteamento Montese, aprovado em julho de 2015, apresenta apenas um dos lotes ocupados e o Loteamento Parque das Nações, aprovado em junho de 2015 apresenta 8 lotes ocupados. A figura 1 apresenta em destaque os loteamentos escolhidos para o estudo.

Figura 1: Loteamentos escolhidos para o estudo



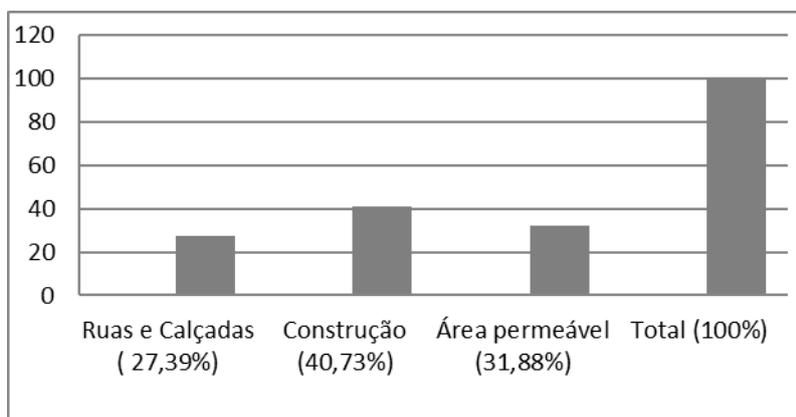


Fonte: Google Maps (2016)

5. RESULTADOS

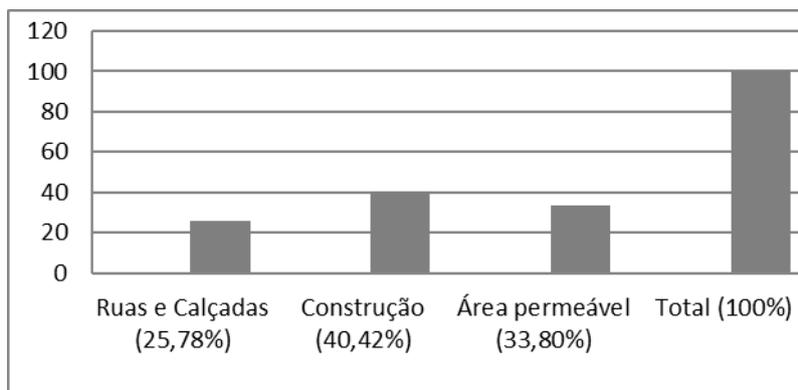
Os gráficos a seguir apresentam a composição das áreas dos loteamentos e, através dos mesmos, é possível observar que nos loteamentos a que se aplicou o estudo a predominância de áreas impermeáveis (ruas, calçadas e construções) é significativamente superior às áreas permeáveis.

Figura 21: Divisão das áreas do loteamento Parque das Nações



Fonte: Autoria própria (2016)

Figura 32 Divisão das áreas do loteamento Jardim Europa



Fonte: Autoria própria (2016)

Figura 43 Divisão das áreas do Loteamento Montese

Realização

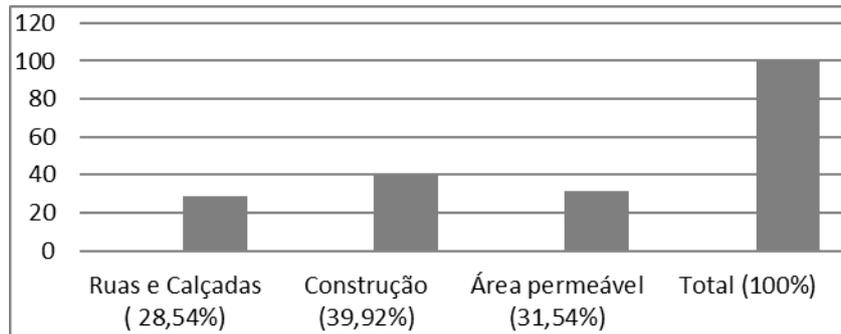


Correalização



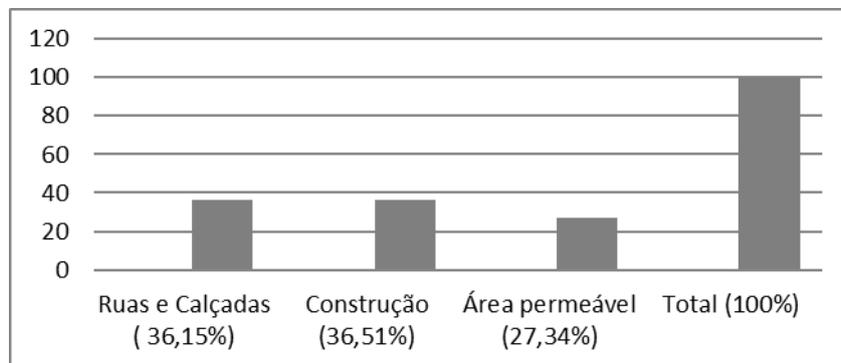
Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



Fonte: Autoria própria (2016)

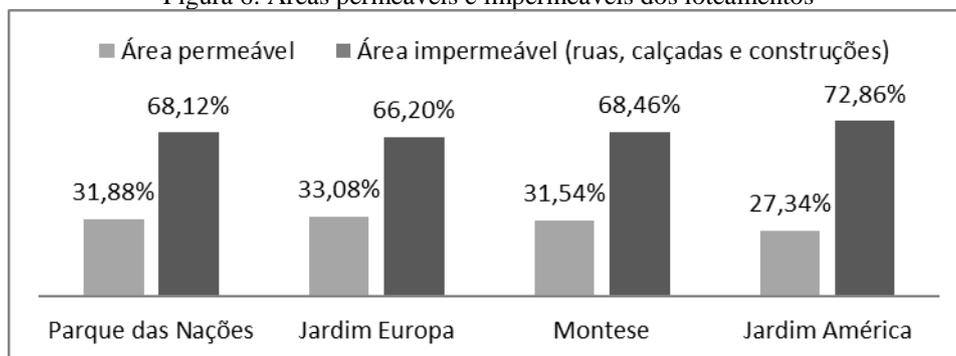
Figura 54 Divisão das áreas do Loteamento Jardim América



Fonte: Autoria própria (2016)

De acordo com o gráfico 6, considerando a ocupação total dos lotes de cada um dos loteamentos e a taxa máxima de ocupação estabelecida pelo Plano Diretor Municipal (65%), é possível observar que a porcentagem de áreas impermeáveis equivale a aproximadamente 70% da área total dos loteamentos, enquanto as áreas permeáveis equivalem a apenas 30% da área total dos loteamentos.

Figura 6: Áreas permeáveis e impermeáveis dos loteamentos



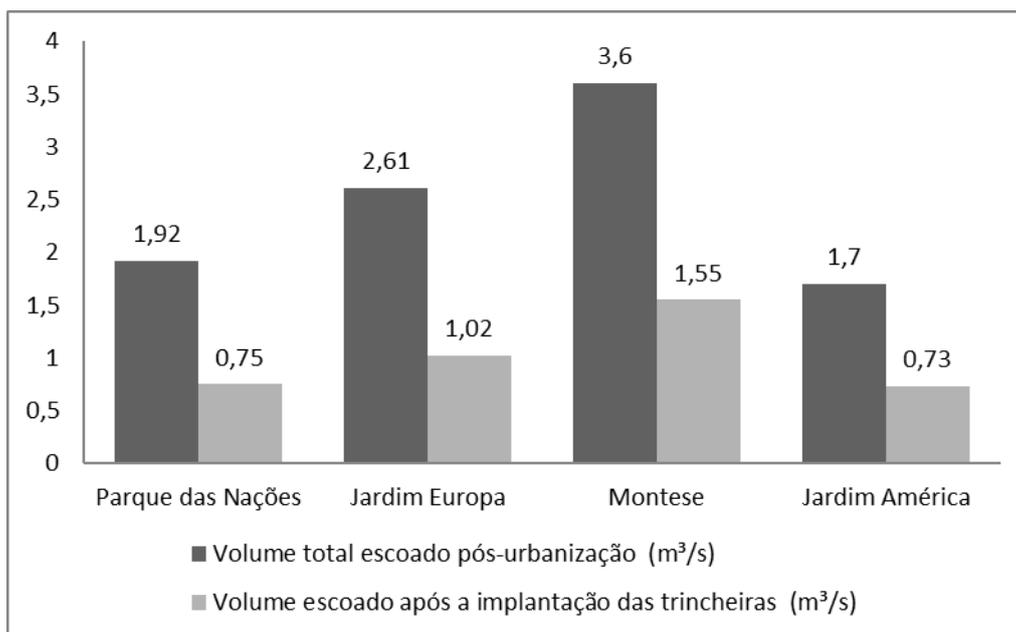
Fonte: Autoria própria (2016)

A partir dos cálculos de redução do escoamento superficial, foi obtida uma redução estimada de volumes escoados que variam de 55% à 61% para os loteamentos. Conforme visto

anteriormente, a redução dos volumes escoados depende exclusivamente da capacidade de infiltração do solo, que no caso apresentado, é um solo argiloso que apresenta uma média capacidade de infiltração.

Outro fator relevante é a intensidade da precipitação e a duração da mesma, visto que quanto maior for a intensidade da chuva, menor será a capacidade de redução do escoamento. O gráfico da figura 7 apresenta a comparação entre o volume total escoado após a urbanização e a estimativa do volume escoado após a implantação das trincheiras de infiltração nos loteamentos.

Figura 7: Comparativo entre os volumes escoados após a urbanização e a estimativa de volumes escoados após a implantação das trincheiras de infiltração



Fonte: Autoria própria (2016)

6. CONCLUSÃO

A partir do cálculo das vazões dos loteamentos foi possível verificar que após a urbanização ocorreu um aumento superior a 100% nas vazões produzidas nos loteamentos. Isto significa que as áreas mais densamente ocupadas apresentaram maiores volumes de escoamento superficial, devido à maior impermeabilização do solo.

Através do dimensionamento de trincheiras de infiltração para os loteamentos, foi possível estimar uma diminuição dos volumes de escoamento superficial na ordem de 60%. No entanto, as características do solo e a intensidade e duração da precipitação são fatores determinantes para o bom funcionamento das trincheiras de infiltração.

A implantação desta técnica deve ser estudada e planejada juntamente com o projeto urbanístico dos loteamentos, para uma melhor adaptação do sistema, pois alguns espaços já ocupados apresentam limitações devido às construções já existentes, como no caso do loteamento Jardim Europa.

Os problemas de drenagem existentes apontam para iniciativas de planejamento e regulamentação, principalmente no que se refere ao zoneamento da ocupação urbana e a



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

regulamentação de regras para redução dos volumes escoados, bem como a padronização para projetos de drenagem pluvial.

Para que haja eficiência na utilização destas técnicas, deve haver a integração entre os sistemas compensatórios e os sistemas convencionais de drenagem. No entanto, o planejamento urbano deve ser pensado como um todo, ou seja, o sistema de drenagem urbana deve estar integrado ao planejamento urbanístico e ambiental das cidades.

O custo da implantação desse sistema de drenagem ainda não é bem definido devido a pouca aplicação da técnica, principalmente no Brasil. Mesmo que este sistema apresente um custo inicial alto, é importante levar em consideração os benefícios produzidos com a sua implantação na redução das enchentes e inundações que, conseqüentemente, reduzem os prejuízos materiais e financeiros da população.

Devido os benefícios obtidos com a implantação de tecnologias alternativas de drenagem, como o amortecimento e redução dos volumes de escoamento superficial, e tendo em vista as limitações que os espaços urbanizados apresentam para a implantação dessas técnicas, é importante que se realizem estudos comparativos entre as diversas técnicas de drenagem alternativa existentes, onde sejam avaliadas as possibilidades da implantação dessas técnicas em conjunto com os sistemas convencionais existentes, que melhor se adaptem aos ambientes urbanos.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a influencia da urbanização no aumento do escoamento superficial e, a partir de dados pluviométricos existentes para o local, realizar o dimensionamento de trincheiras de infiltração e a estimativa de redução de volumes de escoamento para os loteamentos a partir da implantação desses dispositivos.

Realização

ABES-RS



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

REFERÊNCIAS

BAPTISTA, M. B.; NASCIMENTO, N.; BARRAUD, S.. *Técnicas compensatórias em drenagem urbana*. Belo Horizonte: Associação Brasileira de Recursos Hídricos - ABRH, 2005.

CRUZ, M. A S.; SOUZA, C. F. e TUCCI, C. E. M.. *Controle da drenagem urbana no Brasil: avanços e mecanismos para sua sustentabilidade*. Anais XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. São Paulo, 2007.

MOURA, P. M.. *Contribuição para a Avaliação Global de Sistemas de Drenagem Urbana*. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Minas Gerais. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Belo Horizonte, 2004.

PHILIPPI JR, A.. *Saneamento, saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável*. Barueri – São Paulo. Editora Manoele, 2005.

PINTO, L. L.C.A.. *O desempenho de pavimentos permeáveis como medida mitigadora da impermeabilização do solo urbano*. Tese (Doutorado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária. São Paulo, 2011.

RIGHETTO, A. M.. *Manejo de Águas Pluviais Urbanas*. Rio de Janeiro. Editora ABES, 2009. 1ª edição.

SANTA ROSA. *Plano Municipal de Saneamento Básico Participativo*. Prefeitura Municipal de Santa Rosa, Rio Grande do Sul, 2010. v. 1.

SILVEIRA, A.L.L.. *Drenagem urbana: aspectos de gestão*. Curso para gestores regionais de recursos hídricos. Instituto de pesquisas hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande Do Sul. Porto Alegre, 2002. 1ª edição.

SOUZA, V. C. B.. *Estudo experimental de trincheiras de infiltração no controle da geração do escoamento superficial*. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2002.

TUCCI, C. E. M.. *Gerenciamento da Drenagem Urbana*. RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos. Volume 7. Porto Alegre, 2002.

TUCCI, C. E. M.. *Gestão das inundações urbanas*. Porto Alegre, 2005.

TUCCI, C. E. M.. *Regionalização de Vazões com Base em Séries Estendidas: Bacias Afluentes à Lagoa Mirim, RS*. RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos. Volume 4. Porto Alegre, 1999.

TUCCI, C. E. M.; BERTONI, J. C.. *Inundações Urbanas na América do Sul*. Porto Alegre: ABRH GWP, 2003.

Realização

ABES-RS



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375