

Meta 7 - Geoprocessamento

Tema: Escoamento superficial e drenagem urbana

Produto 18 - Canais de escoamentos naturais das sub-bacias urbanas – mapas 1 a 9 em anexo

Produto complementar: Medidas não estruturais de controle na fonte do escoamento superficial



**HIDRO
LAGES**

ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA ECONÔMICA – EVTA

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL

PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE LAGES

Defesa Civil

Universidade do Estado de Santa Catarina

Centro de Ciências Agroveterinárias – CAV

COORDENAÇÃO GERAL

Sílvio Luís Rafaeli Neto - ART 6772660-6

SECRETARIA

Jussara Ribeiro dos Reis

PROGRAMAÇÃO VISUAL

Sílvio Luís Rafaeli Neto

TEXTOS

Gabriele Vanessa Tschöke

MAPAS

Sílvio Luís Rafaeli Neto

EQUIPE TÉCNICA

RESPONSÁVEL TÉCNICO

Gabriele Vanessa Tschöke
Pesquisadora Assistente

Desenhos Técnicos

Dayane Macedo Medeiros

SUMÁRIO

1	Introdução.....	4
1.1	O ciclo hidrológico e sua relação com os núcleos urbanos.....	5
2	Medidas de controle de águas pluviais na fonte.....	6
2.1	Sistemas de biorretenção (ou jardins de chuva).....	7
2.2	Cisternas (ou microreservatórios residenciais).....	8
2.3	Trincheiras de infiltração.....	8
2.4	Pavimentos porosos.....	9
2.5	Telhados Verdes.....	9
3	Padrões técnicos para as medidas de controle na fonte do escoamento superficial.....	10
3.1	Cálculo da vazão máxima de saída.....	11
3.1.1	Padrões para o coeficiente de escoamento superficial e intensidade da chuva.....	11
3.2	Volume de armazenamento necessário para atender a vazão máxima de saída.....	12
4	Bibliografia.....	13
5	ANEXO 1 - Texto básico proposto para a regulamentação.....	15

1 Introdução

O Estudo Hidrológico (Produto 3) e os mapas de uso e ocupação de solo (Produto 11), produzidos pelo Hidro-Lages, apontam o escoamento superficial como sendo o principal processo do ciclo hidrológico que causa as inundações, alagamento e enxurradas na cidade de Lages. Embora o contexto dos estudos seja a bacia hidrográfica da Estação Ponte Velha, há especial interesse no núcleo urbano, uma vez que os desastres hidrológicos causados pelas enchentes se restringem praticamente neste setor da bacia. Os estudos recomendam que medidas não estruturais de controle do escoamento superficial sejam adotadas pelo poder público, como meio de mitigar os impactos desses desastres.

Os Estudos e Concepções (Produto 2) mostraram que os canais de escoamentos naturais (ou talvegues) compõem a estrutura espacial que determina a concentração dos fluxos superficiais na direção dos talvegues.

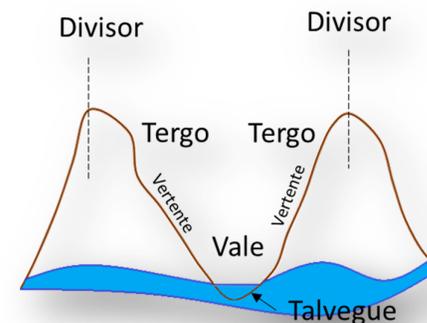


Figura 1 - Elementos de relevo relacionados com o escoamento da água

Os escoamentos gerados a nível de lote nos núcleos urbanos podem ser atacados por meio de medidas de contenção de parte de seu volume. O amortecimento do hidrograma de cheia no nível de lote se propaga pela bacia a partir dos canais imediatamente próximos ao lote, o que repercute nos canais de ordem superior. O efeito esperado das medidas não estruturais de contenção do escoamento superficial a nível de lote é o amortecimento do hidrograma de cheia nas estruturas de micro e macrodrenagem da cidade.

Este relatório tem por objetivo apresentar os canais de escoamentos naturais da cidade de Lages, as principais sub-bacias de contribuições e detalhar algumas medidas não estruturais que podem amortecer os hidrogramas de cheias a nível de lote.

1.1 O ciclo hidrológico e sua relação com os núcleos urbanos

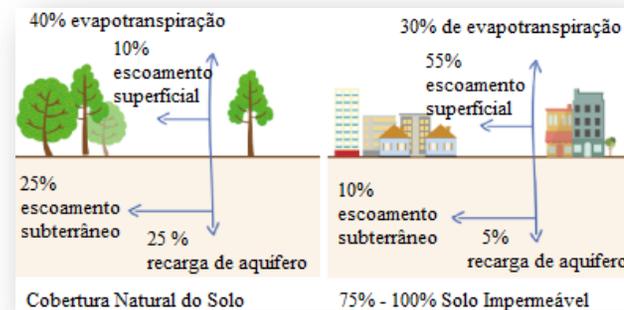
O ciclo hidrológico refere-se a ocorrência, distribuição e circulação da água na atmosfera, na superfície e no subsolo. Os principais componentes são a precipitação (chuva, granizo e neve), a interceptação (parcela que fica retida na vegetação e prédios, por exemplo), infiltração (a parcela que infiltra depende do uso e do tipo do solo), evaporação, transpiração (a vegetação devolve a água para atmosfera através deste fenômeno), o escoamento e o armazenamento. Evapotranspiração é o processo conjunto da evaporação e transpiração, componentes que tem o papel de retornar a água para a atmosfera e dar continuidade ao ciclo.¹

A dinâmica do ciclo hidrológico nos núcleos é alterada ao se modificar a cobertura do solo por meio da retirada da vegetação original, da compactando o solo e da impermeabilização. Os principais impactos da urbanização no ciclo hidrológico são a redução da infiltração, redução da evapotranspiração e aumento do escoamento superficial.

¹ Informações adicionais sobre o ciclo hidrológico podem ser obtidas no Relatório Técnico da Meta 1 – Estudos e Concepções.

A Figura 1 ilustra variações quantitativas dos componentes do ciclo hidrológico na condição de cobertura natural do solo e em uma condição de urbanização. As frações de evapotranspiração, escoamento superficial, escoamento subterrâneo e de recarga apresentadas na figura são estimativas que variam de acordo com o clima do local, solo, densidade da cobertura vegetal original e grau de interferência.

Figura 1 - Impactos da urbanização no ciclo hidrológico

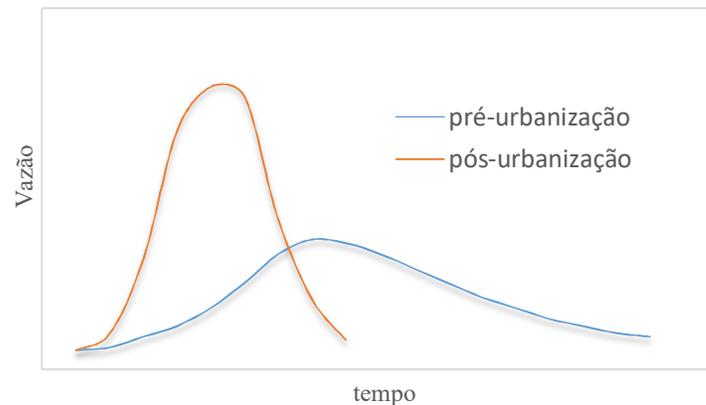


Fonte: Adaptado de ANA (2019)

Portanto, à medida que áreas com superfícies naturais são impermeabilizadas, maior é o volume escoado superficialmente. Quanto maior a taxa de escoamento a nível de lote, maior a vazão a nível de canal

e a frequência e a severidade dos eventos de enchente. Os condutos pluviais construídos tornam o escoamento mais rápido, em relação ao canal natural, o que contribui também para o aumento das vazões máximas. A Figura 2 ilustra o comportamento do hidrograma nas condições de pré e pós-urbanização.

Figura 2 - Hidrograma de resposta a um evento de chuva antes e após urbanização.



A urbanização tende a aumentar a vazão de pico em uma seção de controle da rede hidrográfica e reduzir o tempo de ascensão. O aumento da vazão de pico significa que os dispositivos de drenagem, tais como bocas de lobo, tubulação, galerias, entre outros, podem ter sua capacidade hidráulica superada, ou seja, não serem capazes de absorver os volumes e resultar em extravasamentos na forma de alagamentos e inundações. Outra

consequência é a redução do tempo de ascensão do hidrograma, ou seja, o tempo para atingir a vazão de pico. Significa que a capacidade hidráulica do sistema pode ser superada em curto espaço de tempo. Uma das consequências é a redução do tempo de resposta da Defesa Civil ao procurar implementar o Plano de Contingências durante um evento crítico.

Medidas de controle na fonte do escoamento superficial são ações realizadas a nível de lote com o objetivo de atuar nos processos de interceptação e infiltração da água, em um cenário urbano de áreas não consolidadas, que estejam na direção do vetor de crescimento e desenvolvimento da cidade. Tais medidas podem ser adotadas nas áreas consolidadas, contudo, há que se considerar fatores econômicos, sociais e legais.

2 Medidas de controle de águas pluviais na fonte

Medidas de controle na fonte, também chamadas de técnicas compensatórias ou dispositivos de baixo impacto tem como finalidade restituir a função hidrológica de espaços urbanos, promovendo a infiltração e retenção das águas pluviais.

Portanto, ao abordar tais práticas trata-se de armazenamento urbano e não de drenagem urbana. É relevante a distinção destes conceitos na promoção desta forma menos impactante de se ocupar um espaço urbano. O objetivo de um sistema de drenagem clássico é escoar as águas pluviais o mais rápido possível para jusante. Hoje, busca-se recuperar as

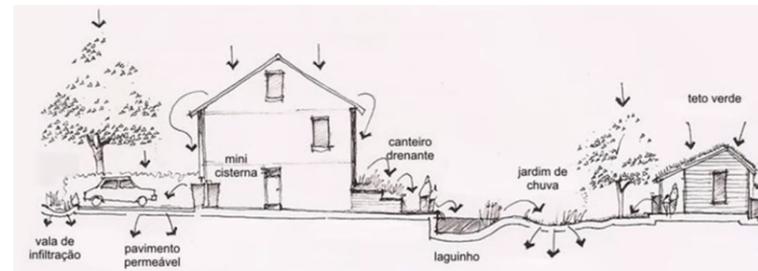
características naturais de escoamento através da redução do volume de água escoado a níveis anteriores à urbanização.

Cada imóvel urbano gera um volume extra de água decorrente da parcela impermeabilizada. A água da chuva que cai na área construída ou pavimentada esco superficialmente e contribui para o aumento de nível dos corpos d'água.

Os dispositivos de controle na fonte (ou dispositivos compensatórios) buscam armazenar e/ou favorecer a infiltração deste volume gerado a mais, deste volume que se não adotadas medidas de controle, contribuirá para a elevação dos níveis dos corpos d'água, favorecendo a ocorrência de eventos de inundação.

Sistemas de biorretenção (como os jardins de chuva), bacias de retenção e detenção, bacias e valas de infiltração, reservatórios individuais, telhados verdes, canais verdes e pavimentos permeáveis são dispositivos utilizados com a finalidade de compensar os efeitos da impermeabilização na bacia (BAPTISTA *et al* 2011). Pode-se optar por um dispositivo ou um conjunto deles (Figura 3).

Figura 3 - Múltiplas técnicas compensatórias



Fonte: Fluxus Design Ecológico (2019)

2.1 Sistemas de biorretenção (ou jardins de chuva)

Jardins de chuva são depressões rasas cobertas por vegetação, que recebem e tratam águas pluviais com o objetivo de descartarem água na quantidade e qualidade similares a de uma bacia hidrográfica com cobertura natural.

Além dos jardins residenciais, são implementados também em calçadas, canteiros e rótulas, compondo a paisagem urbana (Figura 4).

Figura 4 - Jardim de chuva residencial.



Fonte: Tassi *et al* (2016)

2.2 Cisternas (ou microreservatórios residenciais)

Cisternas são pequenos reservatórios que armazenam a água da chuva. Devem estar vazios antes dos eventos de chuva para que cumpram a função de reduzir o escoamento superficial. É necessário que o proprietário opere este sistema para maior eficiência. A principal vantagem é que a água armazenada pode ser utilizada para fins não potáveis (Figura 5)

Figura 5 - Cisterna não enterrada e que não necessita de bomba para utilização da água captada.



Fonte: Tassi *et al* (2016)

2.3 Trincheiras de infiltração

As trincheiras de infiltração são estruturas lineares preenchidas com materiais com alto índice de vazios, geralmente pedra brita e areia, que armazenam a água precipitada por tempo suficiente para sua infiltração no solo. Além disso, torna-se necessário a presença de manta geotêxtil entre o solo e material granular e, entre a superfície e a trincheira,

de forma a evitar o processo de colmatção (deposição de partículas sólidas que comprometem o funcionamento do dispositivo) e a presença de elementos contaminantes (NUNES, 2017).

Figura 6 - Trincheira de infiltração



Fonte: SUDS Wales (2019)

2.4 Pavimentos porosos

O pavimento poroso, também chamado de pavimento permeável, é outra opção de dispositivo de controle na fonte e tem como objetivo a infiltração e/ou armazenamento da água. Tais dispositivos auxiliam no controle da qualidade das águas pluviais já que o material que preenche o pavimento atua como filtro, de modo a reter as impurezas do volume

infiltrado (BAHIENSE, 2013). Medida bastante utilizada em estacionamentos.

Figura 7 - Pavimento poroso.



Fonte: Tassi *et al* (2016)

2.5 Telhados Verdes

Telhados verdes (ou telhados armazenadores) são instalados sobre as edificações e podem ser inclinados ou planos. Além de eficaz na redução das vazões de pico, tem função adicional de isolamento térmico, gerando economia de energia. Outro benefício é a redução de ruídos internos na edificação.

Figura 8 - Telhado verde na Universidade Tecnológica de Nanyang, Singapura.



Fonte: Martins (2017)

3 Padrões técnicos para as medidas de controle na fonte do escoamento superficial

A adoção de técnicas de armazenamento do escoamento superficial (ou águas pluviais) a nível de lote ou de unidade imobiliária depende de medidas legais a serem implementadas pelo poder público. A regulamentação aqui proposta visa o controle do escoamento superficial no local da bacia urbana onde é gerado, por meio da adoção de dispositivos que diminuam a taxa de escoamento, favoreçam a infiltração e resulte no

amortecimento do hidrograma de saída. O objetivo é ordenar as ações futuras na cidade quanto ao armazenamento urbano, visando controlar na fonte os potenciais impactos hidrológicos da urbanização. Busca-se manter ou aproximar as condições hidrológicas do lote ocupado próximas às condições hidrológicas prévias à ocupação.

A regulamentação atribui ao proprietário, ou empreendedor, da unidade imobiliária onde os volumes excedentes são gerados, a liberdade de conceber e a responsabilidade de projetar e construir tais dispositivos. O dispositivo jurídico a ser adotado poderia ser por meio de um **Plano Diretor de Armazenamento e Drenagem Urbana** do município. A depender das condições e critérios técnicos, políticos e legais, a regulamentação também poderia ser realizada via legislação municipal que dispõe sobre o parcelamento e uso do solo. Outra possibilidade seria a regulamentação por decreto específico.

A elaboração desta proposta de regulamentação tomou como base os planos diretores de drenagem urbana dos municípios de Curitiba, São Paulo e Porto Alegre.

Os parâmetros hidrológicos padronizados pela regulamentação são a vazão máxima de saída a ser mantida no nível de lote ou de unidade imobiliária e o volume necessário para atender esta vazão. Estes parâmetros são considerados nas situações pré-desenvolvimento (estado hidrológico original) e pós-desenvolvimento (estado hidrológico corrente).

3.1 Cálculo da vazão máxima de saída

O princípio é que a vazão máxima de saída equivale a vazão de pré-desenvolvimento, que corresponde às condições mais próximas da situação natural. Um novo empreendimento não deverá gerar escoamento direto maior do que a vazão pluvial antes da ocupação desta área.

Para áreas de contribuição de até 200ha, é possível obter a vazão de saída pelo Método Racional, expresso na equação 1.

$$Q = 2,78 \cdot C \cdot i \cdot A \quad (1)$$

Na qual, Q é a vazão máxima de saída (L/s), i é a intensidade da chuva (mm/h), A é a área da bacia (ha) e C é o coeficiente de escoamento superficial (adimensional). Em teoria, C varia de 0 (para superfícies totalmente permeáveis, em que o escoamento superficial não ocorre), a 1 (para superfícies totalmente impermeáveis, em que toda a chuva se converte em escoamento superficial). Esta equação pode ser expressa na forma de vazão específica (q), obtido em L/(s.ha) a partir da equação 2.

$$q = \frac{Q}{A} = 2,78 \cdot C \cdot i \quad (2)$$

O coeficiente de escoamento é obtido pela ponderação das diferentes superfícies presentes no lote ou conjunto de lotes. Em bacias urbanas, pode ser obtido pela ponderação dos coeficientes das superfícies permeável (C_p) e impermeável (C_i), conforme equação 3.

$$C = \frac{C_p \cdot A_p + C_i \cdot A_i}{A} = \frac{C_p \cdot A_p}{A} + \frac{C_i \cdot A_i}{A} \quad (3)$$

Na qual A_p e A_i correspondem as áreas das superfícies permeável e impermeável, respectivamente.

3.1.1 Padrões para o coeficiente de escoamento superficial e intensidade da chuva

A proposta considera que o coeficiente C e a intensidade i são fixados para a condição de pré-desenvolvimento. Nesta condição, a área com superfície impermeável é igual a zero ($A_i = 0$) e $A_i = A$, logo $C = C_p$. O valor recomendado por Tucci (1997), e adotado no Plano Diretor de Drenagem para a bacia do rio Iguaçu na região metropolitana de Curitiba (PARANÁ, 2002), é $C_p = 0,15$ o que significa que, na condição de pré-desenvolvimento, cerca de 15% da intensidade da chuva se converte em escoamento superficial.

A intensidade da chuva é calculada através do método das chuvas intensas. Este método adota uma equação de chuva intensa, na qual os parâmetros são a intensidade, a duração e a frequência da chuva (IDF). A equação IDF ajustada para o município de Lages é a equação 4 (BACK, 2013).

$$i = \frac{1051,2 \cdot T^{0,1717}}{(t+21,1)^{0,7618}} \quad (4)$$

Na qual, i é a intensidade da chuva (mm/h), T o Tempo de Retorno (anos) e t a duração da chuva (minutos).

A intensidade i a ser fixada na proposta técnica considera 10 anos de Tempo de Retorno e 60 minutos de duração, valores também utilizados no Plano Diretor de Drenagem Urbana de Porto Alegre (2005). Assim, intensidade da chuva para o município de Lages é de 54,9 mm/h.

Portanto, aplicando-se a equação 2 com os valores fixados resulta que a vazão específica q na condição pré-desenvolvimento no município de Lages é 22,9 L/(s.ha).

As vazões que excederem o valor de 22,9 L/(s.ha) devem ser armazenadas em reservatórios dimensionados para conter os volumes específicos de controle definidos a seguir, ou infiltradas no solo através de dispositivos adequados.

3.2 Volume de armazenamento necessário para atender a vazão máxima de saída

A vazão é um volume escoado durante um intervalo de tempo ($Q=V/t$). Portanto, o volume pode ser obtido pelo produto da vazão e o tempo ($V=Q.t$). O volume de controle pode ser obtido pela equação 5, conforme Paraná, 2002.

$$V = (Q_{pós} - Q_{pré}). 60. t \quad (5)$$

Na qual, V é o volume em litros, $Q_{pré}$ é a vazão de pré-desenvolvimento em L/s, $Q_{pós}$ é a vazão após a implantação do empreendimento em L/s, t é duração em minutos.

De acordo com esta equação, caso o lote mantenha as condições originais da superfície, o volume a ser armazenado é igual a zero. Ou ainda, quanto maior a vazão excedente na condição pós-desenvolvimento, maior o volume a ser armazenado.

Expressando a equação 5 em volume específico (v), ou seja, volume por unidade de área (em L/ha), resulta na equação 6. A vazão específica (por unidade de área) na condição pré-desenvolvimento foi calculada no item anterior, 22,9 L/(s.ha), e a vazão específica pós desenvolvimento pode ser obtida pela equação 2.

$$v = \frac{V}{A} = (2,78. C. i - 22,9). 60. t \quad (6)$$

Substituindo a equação 4 na equação 6, resulta a equação 7.

$$v = \left(2,78. C. \frac{1051,2.T^{0,1717}}{(t+21,1)^{0,7618}} - 22,9 \right). 60. t \quad (7)$$

Adotando novamente o Tempo de Retorno de 10 anos e a duração da chuva de 60 minutos, pode-se reescrever a equação 7 (equação 8).

$$v = (152,46. C - 22,9). 60. t \quad (8)$$

Retomando a equação 3, usando a relação de que $A_p = A - A_i$ e adotando a relação de áreas impermeáveis $AI = A_i/A$, tem-se que:

$$\begin{aligned} C &= \frac{C_p \cdot A_p}{A} + \frac{C_i \cdot A_i}{A} = \frac{C_p}{A} \cdot (A - A_i) + C_i \cdot AI = C_p - C_p \cdot AI + C_i \cdot AI \\ &= C_p + (C_i - C_p) \cdot AI \end{aligned}$$

Encontrando assim a equação 9.

$$C = C_p + (C_i - C_p) \cdot AI \quad (9)$$

Conforme Tucci (1997), adota-se o valor de $C_i = 0,95$ para áreas de contribuição impermeabilizadas. Ao assumir este valor, e sendo que $C_p = 0,15$ na condição pré-desenvolvimento, obtém-se o escoamento superficial como uma função da área impermeabilizada, expressa pela equação 10.

$$C = 0,15 + 0,8 \cdot AI \quad (10)$$

Desta forma, aplicando-se a equação 10 na equação 8, encontra-se a equação 11.

$$v = [152,46 \cdot (0,15 + 0,8 \cdot AI) - 22,9] \cdot 60 \cdot t \quad (11)$$

Nessa equação, a unidade do volume específico v é L/ha e o tempo de duração t da chuva em minutos. Adotando novamente uma duração de 60 minutos e convertendo lL para m^3 , tem-se que:

$$v = [152,46 \cdot (0,15 + 0,8 \cdot AI) - 22,9] \cdot 60 \cdot 60 \cdot 10^{-3}$$

Finalmente, obtém-se o volume específico em função da área impermeável, expresso na equação 12.

$$v = [152,46 \cdot (0,15 + 0,8 \cdot AI) - 22,9] \cdot 3,6 \quad (12)$$

Essa relação é expressa na tabela abaixo, variando a fração de área impermeável de 0,1 a 1,0.

Tabela 1 - Volume necessário para atender a vazão máxima de saída de 22,9 L/s.ha, considerando-se uma chuva de 54,9mm/h, com 60 minutos de duração e Tempo de Retorno de 10 anos.

Fração de área impermeável (AI) (%)	Volume específico (v) (m ³ /ha)	Volume específico (m ³ /100m ²)
10	43,79	0,4379
20	87,71	0,8771
30	131,61	1,3161
40	175,52	1,7552
50	219,43	2,1943
60	263,34	2,6334
70	307,25	3,0725
80	351,16	3,5116
90	395,06	3,9506
100	438,97	4,3897

4 Bibliografia

- ANA (2019). Hidrologia Ambiental Aplicada. Caderno de Capacitação. Disponível no Acervo Educacional Sobre Água da Agência Nacional de Águas, consultado em maio de 2019.
- BACK, A. J. (2013). Chuvas Intensas e chuva para o dimensionamento de estruturas de drenagem para o estado de Santa Catarina. Florianópolis: Epagri. 193 p.

- BAHIENSE, J. M. (2013). Avaliação de Técnicas Compensatórias em Drenagem Urbana Baseadas no Conceito de Desenvolvimento de Baixo Impacto, com o Apoio de Modelagem Matemática. Dissertação de mestrado. Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio de Janeiro – COPPE, Rio de Janeiro.
- BAPTISTA, M.; NASCIMENTO, N; BARRAUD, S. (2011). Técnicas Compensatórias em Drenagem Urbana. ABRH, Porto Alegre RS.
- FLUXUS DESIGN ECOLÓGICO (2019). Figura retirada de uma apresentação de Guilherme Castagna disponível em <http://fluxus.eco.br/>, acessada em maio de 2019.
- MARTINS, L. G. B. (2017). Avaliação do potencial de aplicação de técnicas compensatórias em áreas urbanas consolidadas. Tese de doutorado. Programa de pós-graduação em Engenharia Hidráulica e Saneamento. Escola de Engenharia de São Carlos – USP.
- NUNES *et al* (2017). Aplicação de técnicas compensatórias no controle dos escoamentos superficiais: estudo de caso em loteamento residencial em Jacarepaguá, Rio de Janeiro. **Revista Internacional de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 07, n. 01, p. 3 – 21.
- PARANÁ (2002). Plano Diretor de Drenagem para a bacia do rio Iguaçu na região metropolitana de Curitiba.)
- PORTO ALEGRE (2005). Plano Diretor de Drenagem Urbana de Porto Alegre. Prefeitura Municipal de Porto Alegre. Departamento de Esgotos Pluviais. Porto Alegre. 2005.
- TASSI, R. *et al* (2016). Preferências da população de diferentes estratos sociais no manejo das águas pluviais urbanas. **Ambiente Construído**. Porto Alegre, p. 1415-1678.
- TUCCI, C.E.M (1997). Elementos para o controle da drenagem urbana. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. V2, N.1, p101-122. Rio Grande do Sul: Instituto de Pesquisas Hidráulicas - Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- SUDS WALLEES (2019). Infiltration Trenches. SuDS Wales Disponível em www.sudswales.com, acesso em maio de 2019.

5 ANEXO 1 - Texto básico proposto para a regulamentação

Artigo 1 - Todo parcelamento deverá prever medidas de controle na fonte do escoamento superficial a fim de evitar que um empreendimento imobiliário produza impacto de vazão de águas pluviais a jusante.

§ 1º. Os empreendimentos que impliquem no parcelamento do solo, tipo loteamento, deverão ter na sua concepção a permanência das condições hidrológicas de pré-ocupação, através de alternativas de amortecimento da vazão pluvial.

§ 2º. A detenção pode ser realizada na fonte (a nível de lote ou de edificação) ou na saída do loteamento, no caso de futuros desenvolvimentos.

§ 3º. Toda ocupação que resulte em superfície impermeável, deverá possuir uma vazão máxima específica de saída para a rede pública de coleta pluvial igual ou inferior a **22,9L/s.ha**.

§ 4º. A vazão máxima, em L/s, é o produto da vazão máxima específica pela área total do terreno, em hectares.

§ 5º. Quando o controle adotado pelo empreendedor for o reservatório, o volume de armazenamento deve ser determinado através da equação: $V = 4,38.AI.A$, onde V é o volume por unidade de área de terreno, em m³/há, e AI é a fração da área impermeável.

§ 6º. A relação entre área impermeabilizada e volume específico a ser armazenado é apresentada no Anexo A.

§ 7º. A quantidade de área a ser computada no cálculo referido no parágrafo anterior poderá ser reduzida:

I – em 80%, pelo direcionamento das águas pluviais para superfícies permeáveis.

II – em 50 % das áreas que utilizem pavimentos permeáveis (blocos vazados com preenchimento de areia ou grama, asfalto poroso, concreto poroso).

§ 8º. Orientações para escolha dos dispositivos de controle das águas pluviais na fonte são apresentadas no Anexo B.

§ 9º. Orientações para o dimensionamento dos dispositivos de controle das águas pluviais na fonte são apresentadas no Anexo C.

Artigo 2 - Os terrenos dentro das Áreas Sujeitas a Inundação não são passíveis de construção nova ou de ampliações, abaixo da cota de inundação. Serão permitidas edificações em que o pavimento habitável se encontre acima da cota de inundação.

ANEXO A

Fração de área impermeável (AI) (%)	Volume específico (v) (m ³ /ha)	Volume específico (m ³ /100m ²)
10	43,79	0,4379
20	87,71	0,8771
30	131,61	1,3161
40	175,52	1,7552
50	219,43	2,1943
60	263,34	2,6334
70	307,25	3,0725
80	351,16	3,5116
90	395,06	3,9506
100	438,97	4,3897

ANEXO B – Esquemas dos dispositivos de controles de água pluviais nas fontes.