

## APLICAÇÃO DE TELHADOS VERDES COM VEGETAÇÃO COMO TÉCNICA DE DRENAGEM SUSTENTÁVEL PARA ANALISAR SEU REFLEXO NO DIMENSIONAMENTO DA MICRODRENAGEM

*Daniela de Medeiros Levi<sup>1</sup> ; Carlos Henrique Pereira Assunção Galdino<sup>2</sup>*

**RESUMO** – Com a alta concentração populacional nas grandes cidades e regiões metropolitanas, cada vez mais áreas que eram compostas apenas por vegetação, passam a ser impermeabilizadas, com pavimentações, passeio em concreto entre outros, podendo causar enchente ou áreas alagadas. A cidade de Porto Alegre no Rio Grande do Sul, insere-se neste contexto, pois encontra-se localizada as margens do Lago Guaíba, do qual utiliza das águas para o abastecimento hídrico de três municípios. Este trabalho avaliou a utilização de telhados verdes, como medida de controle na fonte, na redução da vazão escoada superficialmente, em um bairro densamente ocupado na cidade de Porto Alegre. Para a implementação da técnica, foi necessária a identificação das contribuições das diferentes coberturas do solo, em uma rua com características padrão do bairro. A proposta de implementação do telhado verde foi realizada de forma fictícia, utilizando valores tabelados em literatura pertinente. Com os resultados, foi possível identificar uma redução significativa de 23,3%, apenas com a utilização em telhados residenciais. Com os resultados, foi possível demonstrar que a implementação da técnica de telhados verdes, no contexto de um bairro densamente ocupado, se mostrou promissora, revelando-se uma importante ferramenta no auxílio a redução das grandes enchentes, enfrentadas pelas metrópoles brasileiras.

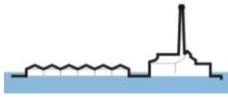
**ABSTRACT**– With the high population concentration in large cities and metropolitan regions, more and more areas that were composed only by vegetation, are now waterproofed, with pavements, concrete pavement among others, which can cause flooding or flooded areas. The city of Porto Alegre in Rio Grande do Sul, fits into this context, as it's located on the shores of Lake Guaíba, from which uses water for water supply in three municipalities. This study evaluates the use of green roofs, as a measure of control at the source, in reducing the flow runoff superficially, in a densely occupied neighborhood in the city of Porto Alegre. For the implementation of the technique, it was necessary to identify the contributions of the different soil coverings, in a street with standard features of the neighborhood. The green roof implementation proposal was made in a fictitious way, using values tabulated in the relevant literature. With the results, it was possible to identify a significant reduction of 23.3%, only with the use on residential roofs. With the results, it was possible to demonstrate that the implementation of the green roofing technique, in the context of a densely occupied neighborhood, proved to be promising, proving to be an important tool in helping to reduce the great floods faced by Brazilian metropolises.

**Palavras-Chave** – Telhados Verdes. Drenagem Urbana. Medidas de Controle na Fonte.

### INTRODUÇÃO

Ao longo da história do ser humano seu desenvolvimento deu-se nas proximidades dos corpos hídricos para facilitar a coleta de água que era utilizada na agricultura, higiene e demais atividades PROSAB (2009). Conforme Tucci (2008), “O ciclo hidrológico sofre fortes alterações nas áreas urbanas devido, principalmente, à alteração da superfície e a canalização do escoamento [...]”, junto

1) Centro Universitário Ritter dos Reis. Rua Orfanotrófio, 555. Alto Teresópolis - Porto Alegre/RS. Cep: 90840-440. Danielamlevi98@gmail.com  
2) Centro Universitário Ritter dos Reis. Rua Orfanotrófio, 555. Alto Teresópolis - Porto Alegre/RS. Cep: 90840-440. carlos.galdino@uniritter.edu.br



ao crescimento acelerado da população nos grandes centros urbanos e o pouco planejamento, as alterações nos ciclos hidrológicos naturais, acabam gerando altos impactos, principalmente no que tange o assunto dos alagamentos e enchentes nas cidades.

Com a alta concentração populacional nas grandes cidades e regiões metropolitanas, cada vez mais áreas que eram compostas apenas por vegetação, passam a ser impermeabilizadas, com pavimentações, passeio em concreto entre outros, podendo causar enchente ou áreas alagadas (ROMERA, 2003). A cidade de Porto Alegre no Rio Grande do Sul, insere-se neste contexto, pois encontra-se localizada as margens do Lago Guaíba, do qual utiliza das águas para o abastecimento hídrico de três municípios ANA (2019).

Analisando o crescente cenário da urbanização, com os impactos socioeconômicos e ambientais perante a interação com os ciclos hidrológicos, podemos observar um aumento nos índices de alagamento na cidade. Desta forma, embasado na Lei 9.433/97 que institui a Política e o Sistema Nacional para Gestão dos Recursos Hídricos, fomenta-se a necessidade da busca por novas tecnologias para solucionar tais problemas, como a técnica de telhado verde com vegetação a qual será adotada neste trabalho.

Telhado verde é uma técnica de engenharia e arquitetura, bem vista e amplamente utilizada em construções mais sustentáveis. A sua aplicação consiste em introduzir uma camada de solo, drenos e vegetação no telhado de casas e prédios. Com isso, a área proporciona maior conforto térmico para o empreendimento, além de auxiliar o meio ambiente com melhor qualidade do ar e auxílio na drenagem urbana Costa *et al* (2012).

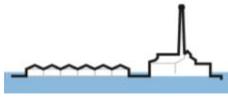
Os telhados verdes podem ser classificados em três tipos conforme a sua espessura vegetal, sendo eles o telhado verde extensivo, semi-intensivo e intensivo, conforme pode ser verificado na tabela 1.

Tabela 1 – Classificação dos tipos de telhado verde.

CARACTERÍSTICAS							
CLASSIFI- CAÇÃO	Carga superficial	Espessura vegetal	Espessura do substrato	Tipo de vegetação	Manutenção	Irrigação	Custo
<b>Intensiva</b>	de 700 kg/m <sup>2</sup> a 1.200 kg/m <sup>2</sup>	superior a 250 cm	maior que 20 cm	arbóreo	intensa	regular	alto
<b>Semi- Intensiva</b>	de 100 kg/m <sup>2</sup> a 700 kg/m <sup>2</sup>	entre 5 cm e 100 cm	entre 10 cm e 20 cm	arbustivo	média ou periódica	periódica	médio
<b>Extensiva</b>	até 100 kg/m <sup>2</sup>	entre 5 cm e 15 cm	até 10 cm	herbáceo extensivo	baixou ou nenhuma	nenhuma	baixo

**Obs.** Para o caso brasileiro, o tipo de vegetação apresenta classificações não definitivas, devido ao fato de que esta técnica ainda está em evolução, pela sua adaptação técnica e biológica às especificidades dos trópicos.

Classificação dos tipos de telhado verde, GARRIDO NETO, 2016 Adaptado IGRA, 2015



Portanto, fundamenta-se a necessidade deste trabalho para analisar o quanto estas técnicas de infiltração natural, já incentivadas no plano diretor de drenagem urbana do município, irão ajudar a reduzir o escoamento superficial. Assim, o objetivo deste trabalho é avaliar como a utilização de telhados verdes, com vegetação, pode contribuir para a redução da vazão escoada superficialmente, contribuindo em desafogar a microdrenagem existente.

## ÁREA DE ESTUDO E MATERIAIS

O presente estudo será realizado na rua Vicente da Fontoura, no trecho entre a Avenida Ipiranga e a Avenida Bento Gonçalves no Bairro Santana, pertencendo a região centro. Conforme a Prefeitura Municipal de Porto Alegre e IBGE- Censo 2010, o bairro possui 24.638 habitantes em uma área de 1,8km<sup>2</sup> (Figura 1). O trecho da rua Vicente da Fontoura que será utilizada no estudo possui um comprimento de 1.051 m, totalizando a área de estudo com 157.821 m<sup>2</sup>.

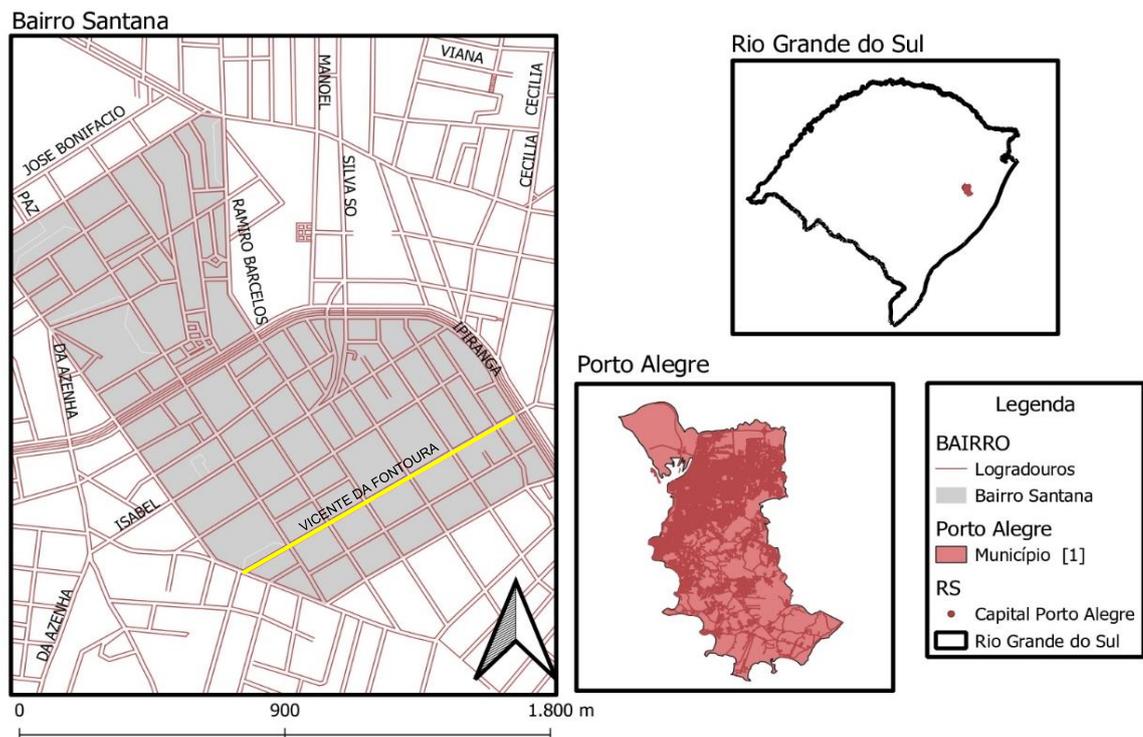
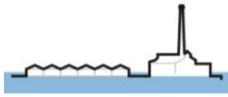


Figura 1 – Mapa de localização do bairro Santana, Porto Alegre

Predominantemente a rua é residencial, mas também, possui alguns estabelecimentos comerciais, como restaurantes, farmácias, mercados, assim como escolas, academias e outros locais de compra e entretenimento.

O pavimento da rua é inteiramente asfáltico, sendo este impermeável, as calçadas possuem composições diversas, como, basaltos, passeio de concreto impermeável, chão batido, piso intertravado de concreto, áreas com grama entre outros. A área de estudo situa-se em uma área nobre, com características bastante antropizada. As casas e prédios possuem em sua maioria áreas



impermeabilizadas, intensificando o escoamento superficial. As áreas livres permeáveis são poucas ou inexistentes na maioria das propriedades.

## MÉTODO

Com o intuito de analisar como os telhados verdes auxiliam na redução do escoamento superficial, se fez necessária o detalhamento da área estudada, nas suas diferentes coberturas. Dessa forma, propondo-se cenários de simulação, onde o objetivo principal é avaliar a porcentagem de redução da lâmina escoada, gerada pela chuva de projeto.

Para responder ao questionamento proposto neste estudo, foi elaborada uma metodologia, que de forma sintetizada, pode ser representada em 3 etapas, a saber:

1. Estimativa da vazão escoada pelos sistemas de drenagem urbana;
2. Identificação das contribuições das diferentes coberturas da área em estudo;
3. Análise da contribuição da implementação dos telhados verdes na redução da vazão escoada.

### Tempo de retorno (Tr) e Tempo de concentração (Tc)

Para a realização deste estudo será utilizado o valor máximo estipulado pelo Plano de Drenagem Urbana de Porto Alegre (PDDU-POA), para o Tr, no dimensionamento dos sistemas de microdrenagem em área residencial, sendo este o tempo de 5 (cinco) anos.

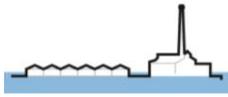
Existem diversas fórmulas para se calcular o tempo de concentração (Tc) de uma bacia, pois a localização e as características do entorno influenciam nos resultados. Conforme Silveira (2005), para bacias urbanas a fórmula de Carter é uma boa opção para estimar o tempo de concentração, visto que esta é usada para áreas de drenagem de até 21 km<sup>2</sup>, sendo melhor indicada para áreas urbanas de até 11km<sup>2</sup>. Sendo a fórmula apresentada por Silveira (2005), adaptada por McCuen et al (1984).

$$Tc = 0,0977 \times L^{0,6} \times S^{-0,5} \quad (1)$$

Sendo: Tc: Tempo de concentração, em h; L: Comprimento do talvegue, em km; S: Declividade longitudinal, em m/m.

### Curva de intensidade duração frequência (IDF) de porto alegre

A IDF Intensidade – duração – frequência é obtida a partir de registros históricos de precipitação, fornecendo a intensidade (i) da chuva para uma dada duração (t) em um período de retorno (Tr). Porto Alegre possui, em seu plano diretor de drenagem urbana, apresenta 4 sugestões de a curva IDF, para serem utilizadas em diferentes bairros do município. Então a partir do PDDU- POA, a equação da redenção é a indicada a ser utilizada no bairro Santana, onde o estudo foi realizado.



$$i = \frac{1265,67 T^{0,052}}{(t+12)^{\frac{0,88}{T^{0,05}}}} \quad (2)$$

Sendo:  $i$  é a intensidade da chuva em  $\text{mm.h}^{-1}$ ,  $T$  é o período de retorno em anos e  $t$  é a duração em minutos.

Este estudo utilizou, na equação IDF, o tempo de concentração da bacia ( $T_c$ ), como sendo o tempo de duração ( $t$ ) do evento crítico, a ser analisado.

### Vazão de projeto adaptada

O cálculo da vazão de projeto é definido pelo PDDU de Porto Alegre pelo método racional, visto que na área de estudo há diferentes coberturas com coeficientes de escoamento distintos, fez-se necessário uma adaptação da fórmula para melhor apresentação destes parâmetros, utilizando-se a equação abaixo.

$$Q = cte. \times i \times (\sum_{m=1}^n C_m \times A_m) \quad (3)$$

Sendo:  $Q$  a vazão de pico em  $\text{m}^3/\text{s}$ ;  $i$  a intensidade máxima média de precipitação em  $\text{mm}/\text{h}$ ;  $C_m$  é o coeficiente de escoamento superficial correspondente a área da cobertura;  $A_m$  é a área das diversas coberturas em  $\text{Km}^2$ .

### Classificação das áreas

A região apresenta características padrões de construção e vegetação em toda a sua extensão, sendo está inteiramente antropizada com residências particulares, condomínios, comércio, dentre outras atividades existentes. Portanto, mediante a complexidade para analisar pontualmente a área de todos os empreendimentos existentes na rua escolhida, foram selecionadas duas quadras modelos.

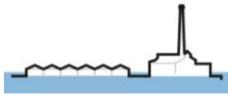
Com o auxílio da ferramenta Google Street View, foi realizada uma análise prévia dos estabelecimentos presentes na quadra, identificando-os como lotes residenciais ou lotes comerciais, também se identificou a vegetação existente na via, como canteiros ou árvores isoladas.

Após a identificação da utilização da área, com a ferramenta Google Earth, demarcou-se a área correspondente aos telhados, o mais aproximado possível, visto que para obter resultados precisos quanto ao dimensionamento da cobertura das estruturas apenas será possível mediante visitas a campo e medição ou com a planta já elaborada da estrutura.

Para o coeficiente de escoamento superficial foram utilizadas duas literaturas (Tabelas 2 e 3), sendo elas o PDDU-POA que apresenta os coeficientes para as áreas asfálticas, os telhados e passeios e Ohnuma (2008) que apresenta o coeficiente das superfícies com a presença de telhado verde.

Tabela 2 – Valores de C de acordo com superfícies de revestimento, PDDU DE PORTO ALEGRE/RS, 2005.

Superfície	C
<i>Pavimento:</i>	



Superfície	C
Asfalto	0,70 - 0,95
Concreto	0,80 - 0,95
Calçada	0,75 - 0,85
Telhado	0,75 - 0,95

Tabela 3 – Coeficiente de escoamento para telhados verdes, FLL (2002 apud OHNUMA, 2008).

Espessura $\ell$ (cm)	Coeficiente de escoamento superficial para telhado verde	
	Inclinação até 15°	Inclinação acima de 15°
$\ell \geq 50$	0,1	-
$25 \leq \ell < 50$	0,2	-
$15 \leq \ell < 25$	0,3	-
$10 \leq \ell < 15$	0,4	0,5
$6 \leq \ell < 10$	0,5	0,6
$4 \leq \ell < 6$	0,6	0,7
$2 \leq \ell < 4$	0,7	0,8

## Cenários de simulação

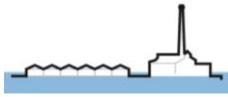
Em todos os cenários propostos, será utilizado o tipo de telhado semi-intensivo para efetuar as simulações tanto nos telhados residenciais como comerciais, modificando apenas a inclinação. Este foi escolhido visto que é o tipo intermediário entre os três tipos de telhado verde já apresentados.

No primeiro cenário hipotético foi proposto que a legislação impõe que todos os lotes residências, sejam esses de casas ou prédios, das grandes cidades, deverão utilizar das suas coberturas para auxiliar na drenagem instalando telhados verdes. Para calcular o impacto deste cenário será considerado que os telhados verdes residenciais instalados serão do tipo semi-intensivo, com inclinação até 15° e espessura entre  $10 \leq \ell < 15$  cm.

No segundo cenário hipotético foi proposto que a legislação instaurou a necessidade de todos os lotes comerciais, das grandes cidades, a utilizar das suas coberturas para auxiliar na drenagem instalando telhados verdes. Para calcular o impacto deste cenário será considerado que os telhados verdes comerciais instalados serão do tipo semi-intensivo, com inclinação de até 15° e espessura entre  $10 \leq \ell < 15$  cm.

No terceiro cenário hipotético foi apontado na legislação a obrigatoriedade de todas as edificações, sejam esses de casas ou prédios, ou comerciais das grandes cidades, a utilizar das suas coberturas para auxiliar na drenagem instalando telhados verdes. Para calcular o impacto deste cenário será considerado que ambos os telhados verdes serão do tipo semi-intensivo, entretanto os residenciais irão ter uma inclinação de até 15° e os comerciais uma inclinação superior a 15°, ambos possuindo uma espessura entre  $10 \leq \ell < 15$  cm.

Foi admitido como condição inicial em todos os cenários uma baixa umidade do solo nos telhados verdes, ou seja, o solo não está saturado.



## RESULTADOS E DISCUSSÕES

### Classificação das áreas

Foram selecionadas duas quadras modelo, para identificação das superfícies existentes e demarcação dos telhados conforme pode ser verificada na Figura 2. A partir das demarcações das áreas foi possível quantificá-las e realizar o cálculo de média entre as duas quadras, como pode ser verificado na Tabela 4. Então, com estas médias será possível utilizar o método racional e extrapolar as porcentagens para a área total de estudo.



Figura 2 – Mapa de localização do bairro Santana, Porto Alegre

Tabela 4 – Percentual das diferentes áreas nas quadras modelos.

	Telhados Residenciais	Telhados Comerciais	Áreas impermeáveis	Asfalto	Áreas Permeáveis
Quadra 1	9211,6 m <sup>2</sup> (30,8%)	4819,2 m <sup>2</sup> (16,1%)	9778,2 m <sup>2</sup> (32,7%)	3934,0 m <sup>2</sup> (13,2%)	2140,0 m <sup>2</sup> (7,2%)
Quadra 2	8089,8 m <sup>2</sup> (27,5%)	4225,0 m <sup>2</sup> (14,4%)	10356,6 m <sup>2</sup> (35,2%)	3653,0 m <sup>2</sup> (12,4%)	3075,6 m <sup>2</sup> (10,5%)
Média	8650,7 m <sup>2</sup> (35,2%)	4522,1 m <sup>2</sup> (18,1%)	5020,6 m <sup>2</sup> (20,4%)	3793,5 m <sup>2</sup> (15,4%)	2607,8 m <sup>2</sup> (10,6%)

Após as análises das áreas foi possível verificar a presença de trechos que não eram asfálticos ao longo da pavimentação das vias e com isso fez-se necessária a divisão da área asfáltica em área de concreto intertravado e área asfáltica. Com isso e a extrapolação da média das quadras modelos, foi possível obter os resultados presentes na Tabela 5.

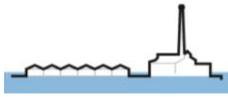


Tabela 5 – Resultado da extrapolação da média para a toda a área de estudo.

Telhados Residenciais	Telhados Comerciais	Áreas impermeáveis	Asfalto	Concreto intertravado	Áreas Permeáveis
56136,499 m <sup>2</sup>	29345,008 m <sup>2</sup>	32579,896 m <sup>2</sup>	24180,917 m <sup>2</sup>	436,029 m <sup>2</sup>	16922,649 m <sup>2</sup>

### Tempo e concentração e IDF de Porto Alegre

Para realizar o cálculo do tempo de concentração foi utilizada a Equação 1 de Carter. Está foi aplicada em três cenários. No primeiro cenário utilizou-se a extensão da quadra modelo 1, obtendo um resultado de 19,3min. No segundo cenário a aplicação da fórmula foi realizada na extensão da segunda quadra modelo, obtendo o resultado de 27,1 min. Por fim, no terceiro cenário foi aplicada a equação de Carter na extensão de toda a área de estudo, obtendo o tempo de concentração de 28,2 min.

Como as características das áreas são semelhantes, para trabalhar a favor da segurança, será adotado o menor valor, sendo este o do primeiro cenário. Conforme é de conhecimento de todos, este valor será utilizado como duração do evento de chuva, na equação IDF, para identificar a intensidade precipitada.

Assim, a estimativa da intensidade para a área de estudo foi de 84,7mm/h.

### Vazão de projeto

Sendo o cenário atual, aquele que não apresenta a simulação de instalação de telhados verdes, foi possível obter os seguintes resultados com o cálculo de vazão de projeto, o qual será utilizado para comparar os resultados com os três cenários de simulação. Então, conforme pode ser observado na equação abaixo o resultado da vazão de projeto neste cenário é de 3,12 m<sup>3</sup>/s.

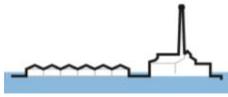
$$Q = 0,278 \times 84,7 \times (0,0533 + 0,0279 + 0,0277 + 0,0218 + 0,0003 + 0,0017) = 3,12 \text{ m}^3/\text{s}$$

Os valores calculados para os 3 cenários propostos se encontram na Tabela 6, o qual, serviu de base para a realização das análises de comparação da vazão de projeto calculada em cada cenário hipotético, com o cenário atual.

Tabela 6 – Comparação dos índices de vazão de projeto.

Cenário	Vazão	Redução
Atual	3,1 m <sup>3</sup> /s	-
Hipotético 1	2,4 m <sup>3</sup> /s	23,3%
Hipotético 2	2,8 m <sup>3</sup> /s	10,0%
Hipotético 3	2,1 m <sup>3</sup> /s	33,2%

Verificou-se que, com a instalação dos telhados verdes todos os cenários apresentaram redução na vazão de projeto. Entretanto, quando instalado apenas nos lotes comerciais (Cenário 2) a vazão não apresentou uma redução tão alta quanto nos residenciais, está foi de 10%, visto que no



bairro a qual foi aplicada a simulação é predominantemente residencial, tendo apenas uma pequena parcela comercial.

Evidentemente ao realizar o cálculo de vazão de projeto no cenário 3 a redução foi significativamente maior, visto que neste cenário a instalação dos telhados verdes foi realizada tanto nos lotes comerciais como nos lotes residenciais, aumentando significativamente a área de infiltração na área estudo. Portanto possibilitou uma redução na vazão de projeto de 33,3% o que significa que reduziu a vazão de 3,1 m<sup>3</sup>/s para 2,1 m<sup>3</sup>/s.

## CONCLUSÕES

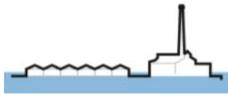
Com base nos resultados encontrados nesta pesquisa, foi possível identificar como a implementação da técnica de telhados verdes, pode auxiliar nos problemas de drenagem urbana, ocorridos nas grandes cidades brasileiras.

Analisando o estudo realizado neste trabalho, se verificou a necessidade de uma legislação que fomente a utilização desta técnica. Uma vez que os telhados verdes podem auxiliar na drenagem urbana, seria de interesse social que as legislações previssessem estas instalações com algum tipo de auxílio ou compensação para os proprietários, assim como em alguns países já é feito. Além destes incentivos, a técnica de telhados verdes poderia ser utilizada como medida compensatória para respeitar o percentual de área livre permeável que deve existir em todas as instalações, conforme recomenda o PDDUr de Porto Alegre.

Com a análise dos cenários propostos neste estudo, foi possível avaliar as contribuições das diferentes coberturas do solo, onde se percebeu que é necessária a caracterização do uso prioritário do bairro, ou seja, residencial ou comercial, para que sejam incentivadas as instalações de telhados verdes. Assim, bairros com características residenciais, devem ser motivadas a utilização dos telhados verdes nas residências. Em contra ponto, bairros com características comerciais, devem ser incentivadas a utilização da técnica nas edificações com fins comerciais.

Então, com este estudo, simulando a instalação de telhados verdes do tipo semi-intensivo, foi possível verificar que houve redução, da vazão escoada superficialmente, em todos os cenários propostos. Esta redução variou de 10%, quando realizada apenas nos lotes comerciais à 33,2% de redução, quando projetada em todos os lotes da área de estudo.

Cabe ressaltar que para uma melhor investigação da eficiência da aplicação desta técnica, deve-se monitorar a umidade do solo e a intensidade pluviométrica, que são os dois principais parâmetros utilizados para o dimensionamento do sistema.



## RERÊNCIAS

ANA, Agência Nacional das águas. (2010). <<http://atlas.ana.gov.br/Atlas/forms/analise/RegiaoMetropolitana.aspx?rme=17>> acessado em 03/10/2019.

BRASIL (1997). Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

COSTA, Gustavo; PINHEIRO, Ana Lúcia; REDA, André Luiz; ROCHA, Ana Júlia; TANZILLO, André. *Pesquisa de graduação a serviço da responsabilidade social: Educação ambiental através da introdução de telhados verdes para drenagem urbana sustentável*. Disponível em: <<http://www.abenge.org.br/cobenge/arquivos/7/artigos/103956.pdf>> Acesso em: 21/10/2019

GARRIDO NETO, Pedro de Souza. (2016). *Telhados verdes como técnica compensatória em drenagem urbana na cidade do rio de janeiro: estudo experimental e avaliação de sua adoção na bacia do rio joana a partir do uso de modelagem matemática*. 344 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/porto-alegre/panorama>> acessado em 03/10/2019;

Lopes da Silveira, André Luiz. (2005). *Desempenho de Fórmulas de Tempo de Concentração em Bacias Urbanas e Rurais*. Revista Brasileira de Recursos Hídricos. 10. 5-29. 10.21168/rbrh.v10n1.p5-29.

OHNUMA JR, A. A. (2008). *Medidas não convencionais de preservação d'água e controle da poluição hídrica em lotes domiciliares*. 331 p. Tese (Doutorado em 57 Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.

PDDU, Plano diretor de drenagem urbana de Porto Alegre, Vol. VI, Porto Alegre, setembro/2005 <[http://lproweb.procempa.com.br/pmpa/prefpoa/dep/usu\\_doc/manual\\_de\\_drenagem\\_ultima\\_versao.pdf](http://lproweb.procempa.com.br/pmpa/prefpoa/dep/usu_doc/manual_de_drenagem_ultima_versao.pdf)> acessado em 31/10/2019

PROSAB, *Remoção de micro-organismos emergentes e microcontaminantes orgânicos no tratamento de água para consumo humano*. Valter Lúcio de Pádua (coordenador At al. Rio de Janeiro: ABES, 2009. 392p.

ROMERA, e Silva, Paulo Augusto (2003), *Água: Quem vive sem?*, 2ª ed., FCTH/CT-Hidro (ANA, CNPq/SNRH), São Paulo.

TUCCI, Carlos E. M. (2008). *Águas urbanas*. Estud. av. [online]. vol.22, n.63, pp.97-112. ISSN 0103-4014