

CALIBRAÇÃO E SIMULAÇÃO HIDROLÓGICA DE UM TELHADO VERDE UTILIZANDO O MÉTODO DA CURVA-NÚMERO DO SCS

Francisco Lorenzini Neto^{1}; Rutinéia Tassi²; Lucas Tassinari³; Raviel Basso³*

Resumo – A calibração e simulação hidrológica de telhados verdes a partir do método da Curva-Número do SCS possui grande importância, pois permite avaliar a capacidade de retenção de águas pluviais de telhados verdes em locais sem dados, realidade normalmente encontrada no Brasil. Neste trabalho é apresentado o resultado da determinação de valores de CN para um telhado verde modular localizado na cidade de Santa Maria/RS. Para a isso foram calibrados 54 eventos chuvosos, incluindo a identificação das diferentes condições de umidade antecedentes, com o estabelecimento de intervalos de CN mais prováveis em cada situação. O valor médio de CN do telhado verde estudado foi de 83, bastante similar ao apresentado para a realidade de outros países. O valor médio de CN foi utilizado em uma simulação de uma série de longo período, que compreendeu 269 eventos chuvosos. A simulação permitiu avaliar, com maior representatividade, qual seria o impacto esperado do telhado verde sobre o escoamento superficial, mostrando que o valor médio de coeficiente de escoamento superficial é da ordem de 0,25, mostrando a sua eficiência no controle quantitativo do escoamento pluvial.

Palavras-Chave – CN; Coeficientes de Escoamento; Telhado Verde.

CALIBRATION AND HYDROLOGIC SIMULATION OF A GREEN ROOF USING THE SCS CURVE NUMBER METHOD

Abstract – Calibration and hydrologic simulation of green roofs by using the SCS Curve-Number method has great importance because it allows evaluating the stormwater retention ability of this practice in places without data, reality usually found in Brazil. This paper presents the results of CN's determination of a modular green roof located in Santa Maria/RS. For this purpose, 54 rainfall events were used to calibrate and establish a range of CN values, according the antecedent moisture condition. The average CN for the green roof studied was 83, quite similar to those presented for other countries reality. The average CN was used as input in a long term simulation, which comprised 269 rainfall events. The simulation allowed to assess that the long term runoff coefficient expected for this green roof is around 0,25, showing its stormwater control efficiency.

Keywords – CN; Runoff Coefficients; Green Roof.

INTRODUÇÃO

Os efeitos da crescente urbanização nos países em desenvolvimento são sentidos principalmente nas grandes cidades. A falta de planejamento na ocupação e uso do solo, substituindo a vegetação natural por novas edificações, causa a sua impermeabilização. A impermeabilização provoca a redução da infiltração da água no solo e do tempo de concentração, causando a alteração do regime hidrológico natural. As consequências disso são o aumento dos

¹ Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental – UFSM. E-mail: f.lorenzini@gmail.com.

² Prof.^a Adjunta – Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – CT – UFSM. E-mail: rutineia@gmail.com.

³ Acadêmicos do Curso de Engenharia Civil – UFSM. E-mail: lucasestassinari@gmail.com; basso.raviel@gmail.com.

* Autor Correspondente.

volumes escoados, causando enchentes com maiores picos de vazões, e a perda da eficiência dos sistemas de drenagem.

Para a mitigação desses efeitos da urbanização, geralmente tem sido feito uso de técnicas higienistas, compensatórias, ou a combinação de ambas para locais já urbanizados. No entanto, em locais onde ainda é possível planejar o uso e ocupação do solo, tem-se incentivado a aplicação de medidas de Desenvolvimento de Baixo Impacto, as LID's (*Low Impact Development*), já utilizadas em muitos países desenvolvidos, e de forma incipiente no Brasil.

Podem ser citados como exemplos de LID's: telhados verdes, trincheiras de infiltração, pavimentos permeáveis e reservatórios de aproveitamento de água da chuva. Essas estruturas fazem a conversão de superfícies impermeáveis de áreas urbanas em coberturas multifuncionais, que servem tanto para demandas humanas, como ambientais, retendo as águas pluviais, criando habitat, e promovendo melhorias das condições climáticas e da poluição do ar (CARTER e BUTLER, 2008).

Especificamente no caso de telhados verdes, objeto deste estudo, a estrutura é geralmente composta de materiais especiais, os quais formam várias camadas, com diferentes finalidades (CASTRO e GOLDENFUM, 2010). Normalmente eles possuem uma camada de vegetação, uma de substrato, e uma de drenagem (MENTENS *et al.*, 2006; EMILSSON, 2008). Além dessas camadas, também pode haver uma camada de filtragem (TAYLOR, 2008) e uma membrana impermeável (LAZZARIN *et al.*, 2005).

De acordo com Mentens *et al.* (2003), cada uma dessas camadas possui uma função específica:

- a) vegetação: maior potencial de retenção de água no substrato, ainda com funções de evapotranspiração e interceptação;
- b) substrato: fornece água e nutrientes para a vegetação. É onde, durante a chuva, a água pode ser temporariamente armazenada;
- c) filtragem: previne que partículas finas do substrato sejam transportadas para a drenagem, a qual perderia a sua eficiência;
- d) drenagem: é necessária em telhados com pouca declividade para que não aconteçam encharcamentos e estresse da cultura;
- e) impermeabilização: formada de uma membrana impermeável que evita o contato direto da água com a estrutura do telhado.

Esses telhados podem ser classificados principalmente em intensivos e extensivos, usualmente caracterizados com base na profundidade da camada de substrato (MENTENS *et al.*, 2006): os extensivos são pouco profundos, com espessura máxima do substrato de 15 cm, enquanto os intensivos possuem substrato superior a esse valor, chegando até a 60 cm (PECK *et al.*, 1999).

Como já descrito, a retenção de águas pluviais pelos telhados verdes é uma das principais vantagens desse tipo de cobertura. Na Europa Ocidental, essa característica tem sido estudada há cerca de 20 anos, especialmente na Alemanha (UHL e SCHIEDT, 2008), geralmente alcançando resultados satisfatórios neste sentido. Alguns fatores como a profundidade do substrato, tipo de vegetação, umidade antecedente do solo, entre outros contribuem para a variabilidade entre os resultados obtidos. Nos países em desenvolvimento, como no Brasil, as pesquisas relacionadas ainda são bastante incipientes, portanto, é necessário que essa característica seja mais estudada.

Para avaliar a capacidade dos telhados verdes na retenção das águas pluviais, é necessária a implantação de uma estrutura e seu monitoramento em longo prazo. No entanto, como normalmente informações de longo período não são encontradas para a realidade brasileira, um procedimento

amplamente empregado em estudos hidrológicos consiste em monitorar por um período de tempo menor e calibrar parâmetros de um modelo hidrológico, que possa ser utilizado para reproduzir o comportamento da estrutura frente a eventos ainda não monitorados.

A grande dificuldade na utilização da maioria dos modelos hidrológicos é a estimativa dos parâmetros, sendo que a utilização de modelos parcimoniosos é recomendada na situação de poucos (ou ausência) dados. Um modelo conhecido por apresentar essa característica é o método da Curva-Número do SCS (*Soil Conservation Service*), Serviço de Conservação de Solos do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, que possui apenas um parâmetro.

Esse método tem como parâmetro o CN, ou Curva-Número, o qual depende do tipo, condições de uso, ocupação, e umidade antecedente do solo, variando de 0 a 100 (TASSI *et al.*, 2006). Os valores de CN são usualmente tabelados em livros e manuais de hidrologia, sendo que áreas impermeáveis, como telhados convencionais, normalmente assumem o valor de CN igual a 98 (CARTER e RASMUSSEN, 2005). Entretanto, há poucos estudos em relação ao CN de um telhado verde, e alguns autores apresentam recomendações de valores bem diferenciadas, a exemplo dos apresentados por Carter e Rasmussen (2005), que estimaram o valor do CN de um telhado verde em 86, e de Tomaz (2005), que afirma que o valor normalmente utilizado para telhados verdes é igual a 61.

Pequenas diferenças nos valores do parâmetro CN podem ser suficientes para gerar respostas bastante diferenciadas sobre o comportamento de um telhado verde. Allasia e Villanueva (2006) destacam que o incremento de uma unidade no valor de CN, dentro do intervalo usual utilizado em trabalhos de drenagem pluvial urbana ($75 < CN < 95$), pode causar um crescimento de cerca de 8 a 10% no volume escoado.

Diante desse cenário, este trabalho objetivou a determinação de valores de CN para um telhado verde modular e a identificação de faixas de valores para aplicação em diferentes condições de umidade antecedente, a partir de eventos monitorados. Os valores de CN calibrados foram utilizados em combinação com uma série de 269 eventos para avaliar quais seriam os coeficientes de escoamento gerados no telhado verde.

MATERIAIS E MÉTODOS

Telhado Verde

Os dados referentes ao comportamento do telhado verde (precipitação e precipitação efetiva), utilizados para a determinação do CN, são produto do monitoramento de um telhado verde extensivo, do tipo modular, instalado junto às dependências do Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) em Santa Maria/RS.

A estrutura do telhado verde possui uma área total aproximada de 6 m², onde estão dispostos 24 módulos pré-fabricados, conhecidos como ecotelhas¹. Os módulos (Figura 1) são retangulares e possuem dimensões externas de 35 x 70 cm, com 9 cm de espessura. Eles são assentados sobre galochas de PET reciclado, com cerca de 3 cm de altura, as quais tem a função de reter a água da chuva, sendo essa utilizada pela vegetação em períodos de estiagem. Cada módulo possui em seu interior oito subdivisões (células) quadradas, com 12 cm de lado e 4 cm de altura. Nessas células

¹ Doação da empresa Ecotelhado de Porto Alegre/RS. Os módulos são feitos de EVA reciclado moído e aglomerado com cimento Portland CP-V com adição de cinzas (ECOTELHADO, 2013).

são inseridos o substrato e a vegetação, que fazem a retenção das águas pluviais, tendo cada módulo capacidade de armazenamento de água de cerca de 14 litros/m² (PERSCH, 2012).

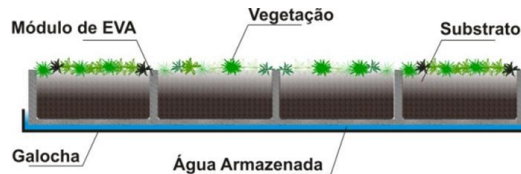


Figura 1 – Esquema transversal do sistema galocha. Fonte: Persch (2012).

Quanto à vegetação, as plantas utilizadas mais amplamente no telhado verde foram o falso boldo (*Coleus barbatus*) e a calanchôe (*Kalanchoe blossfeldiana*), por apresentarem maior resistência ao clima subtropical da região, e algumas espécies de *Sedum*, as quais são indicadas para esse tipo de telhado, pois possuem alta resistência ao estresse hídrico (MENTENS *et al.*, 2006; MACIVOR *et al.*, 2010) e adequam-se muito bem a substratos mais finos (VANWOERT, 2005 apud OBERNDORFER *et al.*, 2007).

Os dados de precipitação e precipitação efetiva são determinados a partir de um pluviômetro instalado sobre o telhado e um reservatório de 500 litros acomodado sob o telhado, respectivamente. O pluviômetro utilizado é do tipo sem medidor interno, no qual as leituras são feitas por uma proveta graduada de 10 mm. A obtenção dos dados de precipitação efetiva foi realizada a partir de leituras de níveis d'água do reservatório de 500 litros previamente cubado, o qual recebe a água proveniente de um conduto vertical. Essas leituras foram realizadas com uma régua, e em função delas foram determinados os volumes de escoamento de cada evento.

Calibração dos CN's do telhado verde

Para a calibração dos CN's do telhado verde foram utilizados 54 eventos de precipitação-escoamento superficial, obtidos a partir do monitoramento entre os anos de 2010 e 2013. A determinação da precipitação efetiva (Equação 1), de acordo com o método, considera que as abstrações iniciais sejam consideradas como 20% da capacidade máxima de armazenamento de água no solo, valor que é usualmente adotado em várias bibliografias.

$$P_{ef} = \frac{(P - I_a)^2}{(P - I_a) + S} \quad (1)$$

Onde:

P_{ef}: Precipitação efetiva (mm);

P: Precipitação (mm);

S: Capacidade máxima de armazenamento de água no solo (mm);

I_a: Abstrações iniciais, incluindo perdas por armazenamento na superfície, interceptação, infiltração inicial e outros (mm) e corresponde a 20% de S.

No equacionamento apresentado, as variáveis P_{ef} e P são conhecidas, a partir do monitoramento, e S relaciona-se com o valor do CN (Equação 3).

Destaca-se que no caso do telhado verde o critério de utilização das perdas iniciais pode conduzir a resultados discutíveis, especialmente devido à reduzida capacidade de interceptação e

retenção superficial nos módulos. Dessa forma, o cálculo também foi realizado sem a consideração das perdas a partir da equação 2, com a variável S isolada, para verificar em qual condição os valores de CN resultavam mais condizentes com a realidade do telhado verde.

$$S = \frac{P^2 - P_{ef} \cdot P}{P_{ef}} \quad (2)$$

Com os resultados da capacidade máxima de armazenamento de água no solo, foi possível calcular o CN de todos os eventos pela equação 3.

$$CN = \frac{25400}{S + 254} \quad (3)$$

Posteriormente, os valores de CN foram classificados separando-se os eventos em função de diferentes umidades antecedentes do solo, as AMC's (*Antecedent Moisture Condition*), as quais foram utilizadas considerando as culturas estabelecidas (TUCCI, 2005):

- a) AMC I: situação em que os solos estão secos. A precipitação acumulada dos cinco dias anteriores é menor que 13 mm;
- b) AMC II: situação média em que os solos correspondem à umidade da capacidade de campo. A precipitação acumulada dos cinco dias anteriores é maior que 13 mm e menor que 28 mm;
- c) AMC III: situação em que ocorreram precipitações consideráveis nos cinco dias anteriores e o solo encontra-se saturado. A precipitação acumulada dos cinco dias anteriores é maior que 28 mm.

Com os valores de CN classificados em cada AMC, foi realizada uma análise estatística envolvendo o cálculo de valores médios, medianos, máximos, mínimos, desvios padrão, e também utilizando um intervalo de confiança (IC) igual a 95%.

Avaliação do impacto dos valores médios de CN nos coeficientes de escoamento

Após a análise dos valores de CN, foi realizada uma avaliação do impacto dos valores médios de CN de cada AMC nos coeficientes de escoamento que seriam obtidos a partir de uma simulação com dados de 269 eventos de chuva, obtidos a partir de uma série de longo período (2005-2010). Os 269 eventos de precipitação foram classificados de acordo com as AMC's e, posteriormente, foi realizado o cálculo da precipitação efetiva utilizando-se o método do CN-SCS desconsiderando as abstrações iniciais, e utilizando-se os valores médios de CN calibrados para cada AMC e para o total de eventos. Com os dados de precipitação total e precipitação efetiva foi possível calcular o coeficiente de escoamento (C) de todos os eventos.

A partir dos resultados de C obtidos pelo método do CN-SCS, para fins de verificação do resultado, foi realizada uma comparação com valores de C provenientes de um modelo de balanço hídrico de longo período (BH), calibrado e validado para o mesmo telhado verde e para o período que compreende os eventos de chuva selecionados (PERSCH, 2012). Essa comparação foi feita a partir de uma análise estatística análoga à realizada com os valores de CN obtidos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Seguindo a metodologia descrita anteriormente, foram obtidos os valores de CN para cada evento monitorado. Na tabela 1 esses valores são apresentados, juntamente com algumas estatísticas, de acordo com as AMC's. Em 6 eventos de precipitação houve falhas nos registros de precipitação de dias anteriores, portanto esses eventos foram descartados.

Tabela 1 – Valores de CN estimados e estatísticas para os eventos monitorados

Classif.	Eventos	P. Média (mm)	CN Médio	CN Mediano	Desvio Padrão	CN Mín.	CN Máx.	CN - IC 95% Inf.	CN - IC 95% Sup.
Total	48	33,8	83	85	15	27	100	78	87
AMC I	34	33,0	81	85	16	27	100	76	87
AMC II	3	58,1	83	84	13	70	96	68	98
AMC III	11	29,9	86	93	13	61	100	78	93

Os resultados apresentados são referentes aos valores de CN com o cálculo da capacidade máxima de armazenamento do solo sem as abstrações iniciais. Isso deve-se ao fato de que os valores de CN considerando as abstrações resultaram muito elevados, com a média sendo igual a 94, não sendo compatíveis com os esperados para um telhado verde. Esses valores elevados de CN podem ser explicados pela incerteza que a estimativa da capacidade máxima de armazenamento pode representar.

Considerando todos os eventos, o valor médio do CN resultou em 83, ficando dentro das expectativas para um telhado verde (CARTER e RASMUSSEN, 2005). Os valores médios de CN para as diferentes AMC's também ficaram dentro do padrão esperado, com o menor valor para a AMC I e o maior valor para a AMC III, levando em conta que a AMC III considera o solo praticamente saturado.

Quanto aos valores medianos, o CN relativo à AMC II foi o único que não resultou dentro do padrão desejado. Possivelmente isso é devido ao baixo número de eventos que essa condição possui, o que também pode explicar os valores mínimo, máximo, e relativos ao IC da AMC II.

Analisando os valores de desvio padrão obtidos, conclui-se que eles foram relativamente pequenos quando comparados com a faixa de variação do parâmetro CN, de 0 a 100. Porém, segundo Tassi *et al.* (2006), como geralmente somente valores de CN acima de 50 apresentam escoamento pluvial, os valores de desvio padrão nessa faixa podem ser considerados elevados, representando diferenças significativas em uma possível determinação de vazão. Os valores de C relativos aos dois métodos empregados para a sua determinação (CN-SCS e BH) estão apresentados na tabela 2.

Considerando valores de C descritos em outras bibliografias – como em Peck *et al.* (1999) (0,25), Carter e Rasmussen (2005) (0,22), Köhler *et al.* (2002) (0,21-0,40), e Rosenzweig *et al.* (2006) (0,20) –, pôde-se concluir que os valores médios obtidos ficaram dentro da expectativa para um telhado verde, variando de 0,25 (resultado do BH) até 0,30 (resultado da simulação com o CN relativo à AMC III). A única exceção é o valor relativo à AMC II, menor que o relativo à AMC I, possivelmente devido ao menor volume de precipitação média e menor representatividade de eventos.

Os valores medianos de C para cada AMC foram bem variáveis, dependendo do número de eventos classificados em cada condição. Os valores de C medianos, dos dois métodos empregados, foram bastante diferentes: 0,22 para o método do CN-SCS e 0,00 para o BH. Isso pode ser justificado pelo tipo de abordagem considerada em cada tipo de simulação, sendo que no caso do BH a simulação foi contínua, o que permitiu incorporar a parcela de evapotranspiração na análise, aumentando a capacidade máxima de armazenamento de água no substrato.

Tabela 2 – Valores de coeficiente de escoamento superficial (C)

Classif.	Eventos	P. Média (mm)	C Médio	C Mediano	Desvio Padrão	C Mín.	C Máx.	IC 95% Inf.	IC 95% Sup.
CN Médio Total	269	28,6	0,26	0,22	0,22	0,00	0,78	0,24	0,29
AMC I	183	29,8	0,26	0,24	0,21	0,00	0,78	0,23	0,29
AMC II	27	19,0	0,21	0,18	0,19	0,01	0,70	0,13	0,28
AMC III	59	29,4	0,30	0,22	0,25	0,00	0,75	0,24	0,36
BH	269	28,6	0,25	0,00	0,30	0,00	0,88	0,22	0,29

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando os resultados obtidos neste estudo, pôde-se concluir que os objetivos foram alcançados. Os valores de CN e C encontrados podem ser considerados aceitáveis dentro do esperado para cada um deles, levando em conta valores encontrados em outros estudos. Porém, para uma melhor calibração do CN, próximos estudos incluirão um maior número de eventos, considerando principalmente aqueles na AMC II e AMC III, que tiveram menor representatividade.

Uma verificação não realizada, mas necessária, diz respeito à estimativa dos valores de CN para eventos que ocorrem nas diferentes estações do ano, o que afeta as taxas de evapotranspiração, alterando também a condição de umidade antecedente do solo. Em um verão muito seco, por exemplo, supõe-se que a capacidade máxima de armazenamento de água no solo seja superior às encontradas nas outras estações, e isso não é considerado ao estabelecer simplesmente a condição de umidade antecedente com base no volume de chuvas acumulado nos cinco dias anteriores, como sugere o método do CN-SCS.

Outro fator que pode ser considerado em um novo trabalho de estimativa do CN é o fisiotipo e a fitossanidade da cobertura vegetal do telhado, que podem contribuir para o processo de interceptação, o que permitiria a obtenção de um fator para estimativa das abstrações iniciais.

REFERÊNCIAS

- ALLASIA, D. G.; VILLANUEVA, A. O. N. (2006). Custo da Incerteza na Macrodrenagem Urbana I: Determinação dos Parâmetros mais Sensíveis na Modelagem de Macrodrenagem Urbana. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*. Vol. 12, n. 1, pp. 65-77.
- CARTER, T.; BUTLER, C. (2008). Ecological impacts of replacing traditional roofs with green roofs in two urban areas. *Cities and the Environment*. Vol. 1, art. 9.
- CARTER, T.; RASMUSSEN, T. C. (2005). Use of green roofs for ultra-urban stream restoration in the Georgia Piedmont (USA). In *Proceedings of the Georgia Water Resources Conference*, Athens, Estados Unidos, 2005.

- CASTRO, A. S.; GOLDENFUM, J. A. (2010). Uso de telhados verdes no controle quantitativo do escoamento superficial urbano. *Atitude*. Porto Alegre - RS, Vol. 7, pp. 75-81.
- ECOTELHADO. (2013). *Informações: Produtos*. Disponível em: <<http://www.ecotelhado.com.br>>. Acesso em: jan. 2013.
- EMILSSON, T. (2008). Vegetation development on extensive vegetated green roofs: Influence of substrate composition, establishment method and species mix. *Ecological Engineering*. Vol. 33, n. 3-4, pp. 265-277.
- KÖHLER, M.; SCHMIDT, M.; GRIMME, F. W.; LAAR, M.; PAIVA, V. L. A.; TAVARES, S. (2002). Green roofs in temperate climates and in hot-humid tropics – far beyond the aesthetics. *Environmental Management and Health*. Vol. 13, n. 4, pp. 382-391.
- LAZZARIN, R. M.; CASTELLOTTI, F.; BUSATO, F. (2005). Experimental measurements and numerical modelling of a green roof. *Energy and Buildings*. Vol. 37, pp. 1260-1267.
- MACIVOR, J. S.; RANALLI, M. A.; LUNDHOLM, J. T. (2010). Performance of dryland and wetland plant species on extensive green roofs. In *Proceedings of the Annals of Botany*, Oxford, 2010.
- MENTENS, J.; RAES, D.; HERMY, M. (2003). Greenroofs as a part of urban water management. In *Proceedings of the 2nd Water Resources Management*, Southampton, 2003.
- MENTENS, J.; RAES, D.; HERMY, M. (2006). Green roofs as a tool for solving the rainwater runoff problem in the urbanized 21st century? *Landscape and Urban Planning*. Vol. 77, pp. 217-226.
- OBERNDORFER, E.; LUNDHOLM, J.; BASS, B.; COFFMAN, R. R.; DOSHI, H.; DUNNETT, N.; GAFFIN, S.; KÖHLER, M.; LIU, K. K. Y.; ROWE, B. (2007). Green Roofs as Urban Ecosystems: Ecological Structures, Functions, and Services. *BioScience*. Vol. 57, n. 10, pp. 823-833.
- PECK, S. W.; CALLAGHAN, C.; KUHN, M. E.; BASS, B. (1999). *Greenbacks from Green Roofs: Forging a New Industry in Canada*. Canada Mortgage and Housing Corporation. 78 p.
- PERSCH, C. G. (2012). Avaliação da Eficiência de um Telhado Verde no Controle Quantitativo do Escoamento Pluvial. 61 p. *Trabalho de Conclusão de Curso* (Graduação em Engenharia Civil)-Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.
- ROSENZWEIG, C.; GAFFI, S.; PARSHALL, L. (2006). *Green Roofs in the New York Metropolitan Region: Research Report*. Columbia University Center for Climate Systems Research e NASA Goddard Institute for Space Studies.
- TASSI, R.; ALLASIA, D. G.; MELLER, A.; MIRANDA, T.; HOLZ, J.; SILVEIRA, A. L. L. (2006). Determinação do Parâmetro CN Para Sub-Bacias Urbanas do Arroio Dilúvio – Porto Alegre/RS. In *Anais do 1º Simpósio de Recursos Hídricos do Sul-Sudeste*, Curitiba, 2006.
- TAYLOR, B. L. (2008). The Stormwater Control Potential of Green Roofs in Seattle. In *Proceedings of the Low Impact Development for Urban Ecosystem and Habitat Protection*, Seattle, Estados Unidos, 2008.
- TOMAZ, P. (2005). *Telhado Verde*. In *BMP's Best Management Practices*. Disponível em: <<http://www.pliniotomaz.com.br>>.
- TUCCI, C. E. M. (2005). *Modelos Hidrológicos*. 2ed. ABRH e Editora da UFRGS. Porto Alegre – RS, 678 p.
- UHL, M.; SCHIEDT, L. (2008). Green Roof Storm Water Retention – Monitoring Results. In *Proceedings of the 11th International Conference on Urban Drainage*, Edinburgh, Escócia, 2008.