

**IX-059 - ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE O MÉTODO RACIONAL E SCS-CN DIANTE DO PROCESSO DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL EM TELHADOS CERÂMICOS DE SISTEMAS DE COLETA DE ÁGUA DE CHUVA NA CIDADE DE FEIRA DE SANTANA-BA**

**João Jorge de Souza Ortins de Freitas<sup>(1)</sup>**

Graduando em Engenharia Civil pela Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS)

**Eduardo Henrique Borges Cohim Silva<sup>(2)</sup>**

Professor Adjunto do Departamento de Tecnologia da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS)

**Vinícius Velanes Borges Giffoni Veloso<sup>(3)</sup>**

Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Engenharia Ambiental pela Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS)

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Vanderlei Carvalho, 30, Condomínio VIVA+1, Casa J17, Feira de Santana-BA, CEP:44007-204, Brasil, Tel (75) 992078058, e-mail: [jorgefontes.20@gmail.com](mailto:jorgefontes.20@gmail.com)

**Endereço<sup>(2)</sup>:** Rua São Cosme e Damião, 421, Santa Mônica, Feira de Santana-BA, CEP:44077-744, Brasil, Tel (75) 992270770, e-mail: [edcohim@gmail.com](mailto:edcohim@gmail.com)

**Endereço<sup>(3)</sup>:** Avenida Artêmia Pires, 10297, Condomínio Árbol, Casa 122, Feira de Santana-BA, CEP:44073-440, Brasil, Tel (75) 991881188, e-mail: [vvelanes@hotmail.com](mailto:vvelanes@hotmail.com)

## RESUMO

O dimensionamento do reservatório de um sistema de coleta de água de chuva se constitui como uma etapa fundamental, além de ser o elemento com o maior impacto econômico, é responsável por determinar a eficiência do sistema, a literatura aborda uma grande diversidade de métodos. O método RACIONAL e SCS-CN são amplamente utilizados para o dimensionamento desses sistemas. Este artigo busca identificar os elementos constituintes de cada metodologia e comparar resultados teóricos obtidos através da modelagem de cada método para obtenção do reservatório com resultados práticos obtidos por alguns autores, que contrastam principalmente na eficiência de escoamento do sistema, que por apresentar uma complexidade de fatores se distancia de abordagens que assumem o coeficiente de escoamento constante, exemplo do método Racional que acabam sub dimensionamento do reservatório, ocasionando prejuízos à eficiência do sistema de coleta, a abordagem do método SCS-CN leva em consideração uma quantidade maior de fatores e se adapta melhor as diferentes situações de modelagem.

**PALAVRAS-CHAVE:** SCS-CN, método Racional, sistemas de coleta de água de chuva, dimensionamento de reservatórios.

## INTRODUÇÃO

O uso e armazenamento adequado da água de chuva é uma estratégia sustentável e muito importante para o ambiente rural e urbano, uma vez que o armazenamento em reservatórios de retenção diminui principalmente o impacto das chuvas intensas em ambientes urbanos, que causam enxurradas e outros eventos que contribuem para o aumento do risco epidemiológico, a utilização da água de chuva contribui para o equilíbrio do ciclo hidrológico e permite que a água seja utilizada em atividades diversificadas, do uso doméstico, até a dessedentação de animais.

Essa situação é tão importante quanto em regiões localizadas no semi-árido, região com grande escassez de água, que apresenta uma taxa de evaporação mais elevada, e por apresentar, em sua maioria, condições hidrogeológicas favoráveis a teores elevados de sais nos corpos d'água (OLIVEIRA,2009) se transforma em uma região onde o acesso a água apropriada para uso e consumo se torna mais difícil.

Os sistemas de coleta de água de chuva necessitam de uma modelagem adequada ao seu funcionamento, dois parâmetros se destacam na modelagem desse fenômeno, o escoamento superficial e a eficiência do sistema de coleta, ambos geram impactos no dimensionamento do reservatório, elemento com maior impacto econômico do sistema.

Utilizando a metodologia do método racional, Tomaz (2005) aborda o coeficiente de escoamento superficial efetivo como a relação entre o coeficiente de escoamento superficial e a eficiência do descarte das primeiras águas, atribuindo o valor de 0,8 para o coeficiente de escoamento em coberturas de telhado cerâmico, Carvalho, Oliveira e Moruzzi (2007), Rupp, Munarim e Ghisi (2011), e Ghisi (2010) também adotam o mesmo valor para o coeficiente de escoamento superficial, May (2009) adota os valores de escoamento superficial para telhados cerâmicos numa faixa de 0,8 a 0,9. Porém, estudos experimentais vêm mostrando que a correlação não é constante e envolve uma relação não-linear entre a precipitação e o escoamento.

A utilização desses valores é vista por alguns autores como conservadora, possivelmente fruto da consideração do escoamento superficial em chuvas de grande intensidade, que podem chegar a faixa de 90-95% de escoamento superficial, o caráter variável do processo de escoamento, que envolve principalmente a origem do material da cobertura, a intensidade e a duração da precipitação incidente sobre a superfície, autores com estudos experimentais encontram resultados que demonstram que não há um comportamento constante no processo de escoamento, e os resultados de escoamento superficial são inferiores as taxas adotadas pelo método racional.

Segundo Singh (2013), por levar em consideração aspectos que ultrapassam o empirismo empregado no método racional, o método SCS consegue descrever o processo de escoamento com melhor qualidade, devido ao fato que na concepção desse método estão inseridos parâmetros que traduzem os principais aspectos do processo de escoamento superficial, como por exemplo, a natureza do material de cobertura envolvido no processo de escoamento, através do parâmetro CN.

Os estudos de Dias (2004), seguindo a metodologia da NBR 15310 indicam que os processos de absorção de água e de secagem da telha cerâmica divergem quanto a sua duração e intensidade, enquanto o processo de absorção de água considerando um estágio inicial de umidade baixo se processa de maneira rápida, para o processo de secagem o tempo requerido é maior, enquanto os primeiros noventa minutos de imersão das telhas em água provoca praticamente a absorção total das telhas, enquanto o processo de secagem se prolonga de forma por cerca de quatro dias.

Silveira (2018) simulou o processo de escoamento em telhados cerâmicos para diferentes intensidades de chuva, os resultados obtidos pelo autor indicam que o processo de escoamento não ocorre de forma constante para qualquer condição de precipitação. Zhu (2015) indica como principais variáveis envolvidas no processo de escoamento a quantidade e intensidade da chuva, a permeabilidade e a inclinação, da superfície de coleta, a condição de umidade da superfície de coleta no instante da precipitação, autor encontrou valores na faixa de 0,35 a 0,60, com oscilações oriundas de mudanças das condições ambientais.

Althof (2012) realizou uma série de testes experimentais comparativos do processo de escoamento entre diferentes coberturas, indicando a variabilidade do escoamento, a média obtida pelo autor foi de 0,6 e 0,58 para telhas cerâmicas do tipo Germânica e Romana, apontando-as como as mais sensíveis a alteração de rendimento entre o volume precipitado e escoado. Cavalcanti (2010) utiliza diferentes tipos de cobertura para analisar qual cobertura é a mais eficiente para o sistema de coleta de água de chuva, os resultados apresentados indicaram que a intensidade da chuva exerce grande influência sobre o escoamento, com a tendência de equivalência da eficiência ao passo que a intensidade da chuva aumenta. Esses resultados experimentais apresentaram para a maior parte das condições ambientais valores do coeficiente de escoamento inferiores a 0,8, com variações acima de 0,8 para chuvas de intensidades elevadas, principalmente.

## **METODOLOGIA UTILIZADA**

### *Modelagem associada a cada método de dimensionamento*

A modelagem de cada sistema de coleta de água de chuva foi produzida com a parametrização das condições ambientais, a área de captação efetiva foi fixada no valor de 80 m<sup>2</sup>, a precipitação anual média da região da cidade de Feira de Santana-BA estabelecida em 664mm/ano, de acordo com a série histórica referente ao espaço temporal entre os anos de 1998 e 2017, retirada do banco de dados do INMET (2018) a superfície de escoamento constituída de telhas cerâmicas.

A análise da eficiência do sistema de coleta foi efetuado através do método de balanço de massas, aplicando duas metodologias diferentes, o método racional, e o método SCS-CN (Soil Conservation Service-Curve Number), para aplicação de ambos os métodos foi fixada a área de captação do sistema de coleta em 80 m<sup>2</sup>.

$$Y_{(t)} = \min \left\{ \begin{matrix} D_{(t)} \\ V_{(t-1)} + \theta Q_{(t)} \end{matrix} \right\} \quad \text{equação (1)}$$

$$V_{(t)} = \min \left\{ \begin{matrix} (V_{(t-1)} + Q_{(t)} - \theta Y_{(t)}) - (1 - \theta)Y_{(t)} \\ R - (1 - \theta)Y_{(t)} \end{matrix} \right\} \quad \text{equação (2)}$$

Nessa modelagem,  $D_{(t)}$  é a demanda diária do sistema, em litros/dia,  $Q_{(t)}$  corresponde ao volume de água escoado pelo sistema, em litros,  $\theta$  é o parâmetro que descreve a sensibilidade do enchimento do reservatório,  $V_{(t)}$  é o parâmetro que indica o volume total de água armazenado num determinado instante, em litros.  $Y_{(t)}$  corresponde ao rendimento do volume efetivamente armazenado no sistema, em litros.  $R$  corresponde a capacidade de reserva inerente ao reservatório escolhido para ser utilizado no sistema.

O método racional foi desenvolvido e é comumente utilizado para análise de escoamento em coberturas, a eficiência do escoamento ( $Q$ ) do sistema de coleta de água de chuva é dada pela equação (1), o método leva em consideração um coeficiente de escoamento constante ( $C$ ), o valor atribuído a esse coeficiente em situações como a abordada nesse trabalho é 0,8, a área efetiva de coleta ( $A$ ), e a precipitação incidente sobre a região de coleta ( $P$ ).

$$Q_{(t)} = P \cdot A \cdot C \quad \text{equação (3)}$$

A modelagem através do método SCS-CN utiliza como parâmetros os seguintes itens: Precipitação ( $P$ ) dada em mm; Escoamento ( $Q$ ) dado em mm; ( $I_a$ ) Abstração inicial; ( $S$ ) que representa a interação entre a água e a superfície; (CN) relativo ao material e a forma da superfície utilizada no sistema de coleta (varia de 0 a 100).

O valor de CN para telhas cerâmicas foi estimado com base nos dados experimentais obtidos através de Cavalcanti (2010), Althoff (2012), e Silveira (2018) utilizando o método dos mínimos quadrados para ajustar a modelagem do escoamento do sistema através do método SCS-CN com os resultados obtidos experimentalmente.

**Tabela 1: Dados de precipitação e escoamento de Cavalcanti, Althoff e Silveira.**

Análise de escoamento superficial									
Cavalcanti				Althoff				Silveira	
P(mm)	Q(mm)	P(mm)	Q(mm)	P(mm)	Q(mm)	P(mm)	Q(mm)	P(mm)	Q(mm)
8,80	3,67	6,60	5,20	0,80	0,31	7,70	4,65	10,03	5,14
66,00	51,99	23,00	21,41	3,00	1,83	4,30	1,82	5,45	2,79
5,30	0,92	9,50	7,03	14,30	11,31	0,50	0,01	1,93	0,99
2,20	0,92	7,30	7,34	1,90	0,31	2,70	0,72		
2,40	0,61	7,40	6,12	5,70	3,67	10,60	7,30		
9,10	7,03	7,00	6,73	1,00	0,00	14,20	10,70		
3,10	0,61	24,00	22,02	0,70	0,31	16,70	13,11		
26,30	21,10	42,60	42,20	5,50	4,28	14,00	10,51		
5,70	4,59	22,60	22,02	38,00	30,28	11,00	7,67		
31,50	25,08	1,2	0,92	8,50	6,73	17,60	13,98		
47,50	37,92	1,50	0,92	15,30	12,23	6,50	3,61		
9,50	7,65	1,30	0,31	1,70	0,61	8,80	5,64		
0,50	0,00	24,50	23,85	5,90	2,14	14,90	11,38		
8,10	6,42	35,00	34,25	1,30	0,31	7,7	4,65		
4,90	3,06	32,00	31,19	5,20	4,89	4,3	1,82		
2,50	0,31	10,20	10,09	11,40	9,48	0,5	0,01		
66,00	52,60	0,80	0,31	0,5	0	2,7	0,72		
4,10	3,06	1,30	0,61	0,30	0,00	10,6	7,30		
30,30	24,16	2,70	1,83	16,80	14,68	14,2	10,70		
34,50	27,52	1,80	1,53	22,20	21,10	16,7	13,11		
13,50	10,70	3,50	2,75			14	10,51		
7,30	5,81	1,30	0,61			11	7,67		
8,20	6,42	6,80	4,59			17,6	13,98		
31,80	25,38	16,00	14,68			6,5	3,61		
22,30	17,74	81,00	78,29			8,8	5,64		
4,70	3,36	8,20	7,34			14,9	11,38		

$$Q_{(t)} = \frac{(P-I_a)^2}{P-I_a+S} \quad (2), P \geq I_a; Q = 0, P \leq I_a \quad \text{equação (4)}$$

$$S = \frac{25400}{CN} - 254$$

equação (5)

Ia e S se correlacionam através de um fator de abstração inicial ( $\lambda$ ) através da seguinte equação:

$$Ia = S\lambda$$

equação (6)

O fator de abstração inicial é abordado como uma espécie de “memória” da superfície onde se processa o escoamento, esse fator leva em consideração as condições do estado da superfície, que pode estar previamente seco, ou úmido, devido a precipitações anteriores.

O valor utilizado para o fator de abstração inicial utilizado no presente artigo é 0,2, seguindo o modelo proposto originalmente pelo SCS (Figura 10.2 ;National Engineering Handbook-section 4; SCS,1985), remodelando a equação (2), a mesma ganha a seguinte conformação:

#### *Determinação das capacidades de reservação*

A capacidade de reservação é um importante fator na eficiência do sistema de coleta, a escolha de reservatórios com capacidades pré-determinadas permite que uma análise sensitiva que a alteração da capacidade de reservação provoca, uma vez que reservatórios com grande capacidade são utilizados em geral em áreas rurais, enquanto em áreas urbanas/residenciais o mais comum são reservatórios com capacidades relativamente inferiores às áreas rurais.

#### *Potencial de atendimento do sistema de coleta:*

O potencial de atendimento do sistema de coleta de água de chuva ( $P_{Atend}$ ) é definido no presente artigo como a razão entre o volume de água efetivamente armazenado no sistema durante o período analisado e a demanda total, essa grandeza identifica a proporção da demanda total que foi atendida pelo sistema de coleta.

A eficiência do sistema depende ainda do volume de água extravasado durante o uso sistema de coleta, esse volume de água não é aproveitado e apesar de fazer parte do escoamento do sistema, não atende ao uso destinado, portanto, a eficiência do sistema é avaliada pelo volume de água efetivamente utilizado durante o uso do sistema de coleta, correspondente ao parâmetro  $Y_{(t)}$ .

$$P_{Atend} = \frac{\sum Y_{(t)}}{\sum D_{(t)}}$$

equação (7)

*Sensibilidade quanto a variação da capacidade de reservação do sistema de coleta de água de chuva e a variação da fração de demanda.*

A demanda estabelecida em um determinado sistema de coleta de água é parametrizada pelas: 15L/dia; 30L/dia; 61L/dia; 100L/dia; 152L/dia; 168L/dia; 200L/dia; 300L/dia. As capacidades de reservação escolhidas para a modelagem da eficiência de cada método e a análise comparativa foram: 500L; 1.000L; 2.500L; 5.000L; 10.000L; 15.000L. As frações de demanda ( $F_D$ ) correspondentes as demandas utilizadas são: 0,1; 0,2; 0,4; 0,8; 1,0; 1,2; 1,5 e 2,0.

$$F_D = (\text{Fração de Demanda}) = \left( \frac{\text{Demanda} \times 365}{\text{Área de captação} \cdot \text{Precipitação média anual}} \right)$$

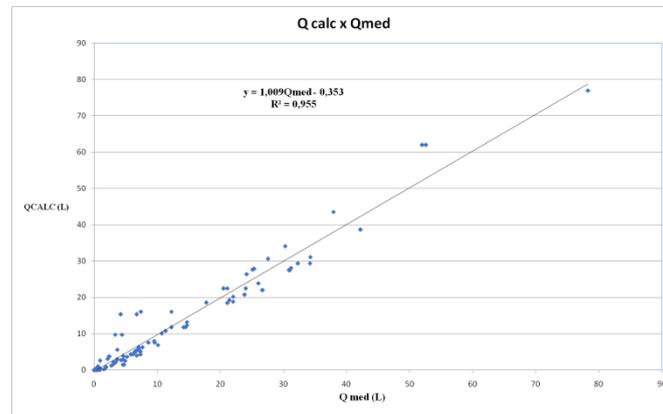
equação (8)

## RESULTADOS

Utilizando os dados de Cavalcanti (2010), Althof (2012), e Silveira (2018) para a correlação entre o volume efetivamente escoado e o modelado através do SCS-CN gerou resultados satisfatórios, o CN obtido através dos mínimos quadrados foi de 99 ( $R^2=0,955$ ).

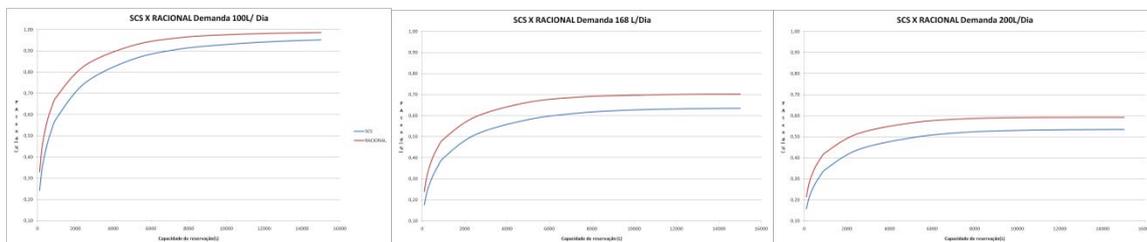
A aplicação do método SCS-CN no processo de escoamento gerou uma aproximação satisfatória com os resultados experimentais, o CN que melhor se adequou a situação de modelagem foi o de valor igual a 99, correspondendo a estudos previamente estabelecidos que estimam o CN das telhas cerâmicas entre 98 e 99.

A precisão do método SCS-CN sugere que os estudos de escoamento superficial e de absorção e secagem das telhas cerâmicas fornecem um suporte muito importante para analisar a eficiência e o comportamento do sistema de coleta de água de chuva, visto que esses dois processos interferem na capacidade do sistema.



**FIGURA 1: Escoamento superficial experimental-calculado através do SCS-CN**

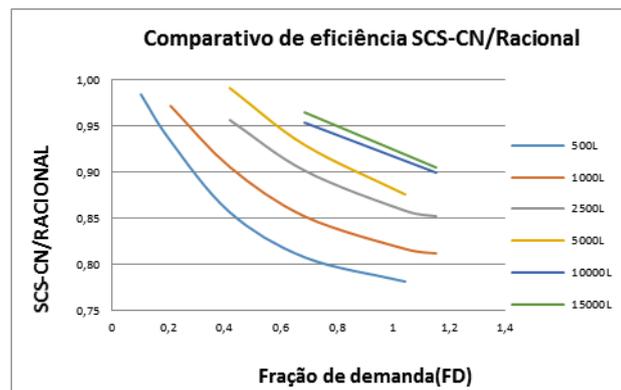
*Análise dos resultados da simulação dos métodos para determinadas demandas*



**FIGURA 2: Método SCS-CN –Método RACIONAL**

A simulação da eficiência do sistema de coleta de água de chuva indicou que o método SCS-CN apresenta resultados mais conservadores em relação ao método racional, o método racional atinge um comportamento semelhante ao estacionário de forma mais rápida do que o método SCS-CN, esse comportamento ocorre quando a eficiência do sistema tende a atingir totalmente a demanda requerida.

Essa diferença de eficiência pode ser explicada através do processo de modelagem que envolve os dois métodos, o método racional admite o coeficiente de escoamento dado por uma constante, enquanto o método SCS-CN leva em consideração fatores inerente as condições de modelagem, que indicam que esse coeficiente não é constante, e os resultados obtidos indicam que há uma tendência de majoração da capacidade de eficiência do sistema por parte do método racional, produzindo principalmente um dimensionamento inadequado do reservatório, sub dimensionando o tamanho do reservatório e consequentemente diminuindo a eficiência do sistema de coleta.



**FIGURA 02 GRÁFICO: Comparativo entre os métodos de dimensionamento**

A análise comparativa entre a eficiência de cada método indica que com o aumento da fração de demanda o método SCS-CN atinge valores de eficiência menores do que o método racional, até que essa relação atinja um valor estacionário de eficiência, com exceção da curva de relação de eficiência para reservação de 100L, cuja eficiência do método SCS-CN em relação ao método racional oscila de forma alternada até atingir o valor estacionário.

A curva de eficiência relativa entre os métodos indica que quanto maior a capacidade de reservação do sistema a eficiência relativa tende a atingir sua característica estacionária mais rapidamente. Para capacidades de reservação mais elevadas nota-se equidade entre as curvas, indicando que as características analisadas dos métodos isoladamente contribuem para o comportamento semelhante numa análise comparativa entre ambos.

O método racional subestima o volume necessário para o reservatório, fator de grande importância, tendo em vista que o reservatório é o objeto de maior representatividade no custo do sistema de captação de água de chuva, o método SCS-CN é mais conservador em relação ao método racional por possuir maior sensibilidade as condições de modelagem do sistema de coleta de água de chuva, o método racional superestima a quantidade de água escoada e consequentemente aproveitável para o sistema de coleta, prejudicando assim uma análise verossímil do fenômeno.

Bueno (1994) analisou o comportamento térmico das telhas cerâmicas, o autor indicou que o comportamento de ganho e perde de umidade tem uma relação importante com o comportamento das chuvas. O autor aborda que na região estudada, telhas submetidas à ação da chuva variou a umidade das telhas entre 6% e o índice de saturação, que é cerca de 17%.

Os dados apresentados pelo autor ajudam a compreender o motivo pelo qual o processo de escoamento durante a ação da chuva não pode ser considerado constante, ao longo da ação da chuva, a capacidade de escoamento aumenta, porém, a depender do comportamento da chuva, devido a alta absorção inicial, o rendimento do sistema sofre impacto na quantidade escoada, sendo inferior na maior parte dos casos quando comparado a eficiência de 80% estipulada pelo método racional.

Esses resultados se traduzem na análise do CN do material utilizado, essa característica permite que uma análise mais precisa seja realizada, uma vez que é sensível as características do material durante a ocorrência da precipitação, é necessário que haja uma melhor interpretação da ação da continuidade da precipitação e a variação do CN.

Zhu (2015) destaca que o dimensionamento de sistemas de coleta de água de chuva necessita de parâmetros experimentais para estabelecer o comportamento do escoamento da água no sistema. As variáveis mais importantes segundo o autor são: A intensidade da precipitação, precipitação precedente, material constituinte da superfície e a inclinação da superfície.

Utilizando métodos experimentais que simulam a situação de precipitação e escoamento para diversos tipos de condições, Zhu (2015) estabeleceu que para regiões com média pluviométrica num domínio entre 500-1000mm anual, faixa que se encontra a cidade de Feira de Santana, os valores do escoamento são fixados

numa faixa de 46-60% para telhas cerâmicas produzidas por máquinas e para as produzidas manualmente a faixa de valores é de 35-45%, indicando que o valor sugerido para aplicação do método racional nesse tipo de situação, que é de 80%, superestima a capacidade do sistema de coleta.

Os resultados da análise de dados indicam que, por levar em consideração de forma mais abrangente a diversidade de fatores que influenciam o escoamento, o método SCS-CN não apresenta resultados de eficiência tão elevados quanto os obtidos pela modelagem utilizando o método racional, retornando valores de eficiência do sistema mais conservadores.

## CONCLUSÕES

A partir dos resultados apresentados pode-se concluir que a modelagem do sistema de coleta de água de chuva deve levar em consideração a complexidade do fenômeno de escoamento com base experimental mais intensificada, optando por métodos que incluam no seu processo de dimensionamento fatores relacionados às principais variáveis envolvidas no processo de escoamento, evitando dimensionamento inadequado e ineficiente de sistemas de coleta de água de chuva.

O método SCS-CN apresentou resultados mais conservadores, que expressam o comportamento do sistema levando em conta mais variáveis e especificações do processo de escoamento do que o método racional, apresentando-se assim como um método que permite uma análise efetiva de maior segurança e confiança no funcionamento real do sistema, permitindo assim um dimensionamento mais adequado para as características intrínsecas da região onde o sistema de coleta será inserido.

A análise da eficiência do sistema de coleta de água de chuva requer um estudo experimental, visto que a natureza das variáveis envolvidas no processo de escoamento através das telhas, absorção e secagem das mesmas causa impacto nos resultados do dimensionamento do sistema, a adequação desses fenômenos principalmente associada ao CN aplicado na modelagem do método SCS-CN traz resultados mais consistentes do que a aplicação direta do método racional, identificar as características ambientais onde o sistema está inserido se apresenta como uma ferramenta importante para o dimensionamento coerente e eficaz do sistema de coleta de água de chuva.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15310:2005/Em.1:2009. Componentes cerâmicos — Telhas — Terminologia, requisitos e métodos de ensaios. Rio de Janeiro, 2009.
2. ALTHOF, R.B.(2012). Avaliação do coeficiente de escoamento superficial em coberturas modelos. **XI Simpósio de Recursos hídricos do Nordeste.2012**
3. BUENO, Andre Duarte et al. **Transferencia de calor e umidade em, telhas: simulação e analise experimental. 1994.**
4. CAVALCANTI, N. de B. Efeito do escoamento da água de chuva em diferentes coberturas. **Embrapa Semiárido-Artigo em periódico indexado (ALICE), 2010.**
5. DIAS, J. F.; TOFFOLI, S. M.; AGOPYAN, V. **Absorção de telhas cerâmicas vermelha. In: Congresso brasileiro de cerâmica. 2004.**
6. GHISI, EneDir. Parameters influencing the sizing of rainwater tanks for use in houses. **Water Resources Management**, v. 24, n. 10, p. 2381-2403, 2010.
7. MAY, Simone. **Caracterização, tratamento e reúso de águas cinzas e aproveitamento de águas pluviais em edificações.** 2009. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
8. MUN, J. S.; HAN, M. Y. Design and operational parameters of a rooftop rainwater harvesting system: definition, sensitivity and verification. **Journal of Environmental Management**, v. 93, n. 1, p. 147-153, 2012.
9. MORUZZI, Rodrigo Braga; OLIVEIRA, Samuel Conceição de. Aplicação de programa computacional no dimensionamento de volume de reservatório para sistema de aproveitamento de água pluvial da cidade de Ponta Grossa, PR. **Revista de Engenharia e Tecnologia**, p. 36-48, 2010.
10. OLIVEIRA, Clélia Nobre de; CAMPOS, Vânia Palmeira; MEDEIROS, Yvonilde Dantas Pinto. Avaliação e identificação de parâmetros importantes para a qualidade de corpos d'água no semiárido baiano. Estudo de caso: bacia hidrográfica do rio Salitre. 2010.

11. RUPP, Ricardo Forgiarini et al. Comparação de métodos para dimensionamento de reservatórios de água pluvial. **CEP**, v. 88040, p. 900, 2011.
12. SILVEIRA, Alexandre et al. Influence of rainfall intensity on the production of runoff on ceramic tile roofs: laboratory experiments under simulated rainfall. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 23, n. 4, p. 751-756, 2018.
13. SINGH, P. K. et al. SCS-CN based quantification of potential of rooftop catchments and computation of ASRC for rainwater harvesting. **Water resources management**, v. 27, n. 7, p. 2001-2012, 2013.
14. TOMAZ, P. (2005) Aproveitamento de Água de Chuva: Para áreas urbanas e fins não potáveis. São Paulo: Navegar Editora, 2005. 180p.
15. YUAN, Yongping et al. Initial abstraction and curve numbers for semiarid watersheds in Southeastern Arizona. **Hydrological Processes**, v. 28, n. 3, p. 774-783, 2014.
16. ZHU, Qiang et al. (Ed.). **Rainwater harvesting for agriculture and water supply**. Science Press, 2015.