

# REUSO DA ÁGUA PLUVIAL TRATADOS EM TELHADOS VERDES

PAULO HENRIQUE MOREIRA<sup>1</sup> VASSILIKI TEREZINHA GALVÃO BOULOMYTIS<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Graduando em Engenharia Civil, PIVICT, IFSP, Câmpus Caraguatatuba, paulo.moreira@aluno.ifsp.edu.br.

<sup>2</sup> Doutora em Engenharia Civil, Professora do curso de Técnico em Edificações e Bacharelado em Engenharia Civil do IFSP, Câmpus Caraguatatuba, vassiliki@ifsp.edu.br

Área de conhecimento (Tabela CNPq): Processos Simplificados de Tratamento de Águas -3.07.02.02-0

**RESUMO:** De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS) (2011) o uso recomendado de água é de 110.0 L per capita por dia. No entanto, o consumo médio diário no Brasil é de 154.1 L per capita por dia, segundo o Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento (SNIS) do Ministério das Cidades (2016), o que contribui com a crise hídrica em períodos de estiagem e onde há falta de planejamento estratégico. Neste caso, a água da chuva vem a ser uma alternativa para minimizar esse problema crítico no abastecimento público. O tratamento das águas pluviais depende da sua caracterização, associada à localização predial, tipo de captação e cobertura, envolvendo as técnicas para a correção do pH, remoção de nutrientes e poluentes, a fim de adequar a sua utilização, sem comprometer a saúde do usuário ou impactar o ambiente. A reutilização de caixas de leite para o plantio em um telhado verde representa um meio alternativo para o tratamento primário das águas pluviais.

**PALAVRAS-CHAVE:** Reutilização; Água pluvial; telhado verde.

## 1 INTRODUÇÃO

A Terra possui 70% de sua superfície composta por água, sendo que apenas 2.5% dessa água é doce, e nós consumimos apenas uma parte dela, tendo grandes variações de acordo com o consumo do local a ser estudado (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2005)

Cada habitante consome cerca de 154.1 litros de água por dia. Em uma casa comum de quatro pessoas seu consumo mensal equivale a 18.5m<sup>3</sup> de água. Esse é um dos fatores que vem aumentando a crise hídrica em nossa região, e com isso o reuso de água da chuva é um fator importante para diminuir esses dados (SNIS, 2018).

Para minimizar a crise hídrica deve-se ter em mente que a água da chuva pode ser aplicada para fins não potáveis como lavagens, descargas de vasos sanitários, jardinagem e outras aplicações onde a qualidade da água não é o foco principal (RAHMAN et al., 2014).

Ao utilizar a água da chuva para atividades mais simples, pode-se deixar a água encanada, sendo mais nobre, para atividades onde seu uso é extremamente necessário (NAKADA et al., 2014).

A implementação do telhado verde se faz, na sua maioria, em grandes coberturas, entretanto o seu uso pode ser desde pequenas até grandes edificações, sejam elas comerciais ou residencial (HENN; CAGLIARI, 2016).

## 2 TEORIA

Para Conceição et al. (2011), a água é um recurso renovável, onde a evaporação e a precipitação podem agir como um destilador, porém, ao fazer isso, muitas substâncias se agregam à água. Isso se dá pelo fato de a condensação (processo conhecido como *rainout*) e a precipitação (processo conhecido como *washout*) fundirem as moléculas de água com outras substâncias presentes na atmosfera, tais como aerossóis marinhos, aerossóis terrestres e de fontes antrópicas.

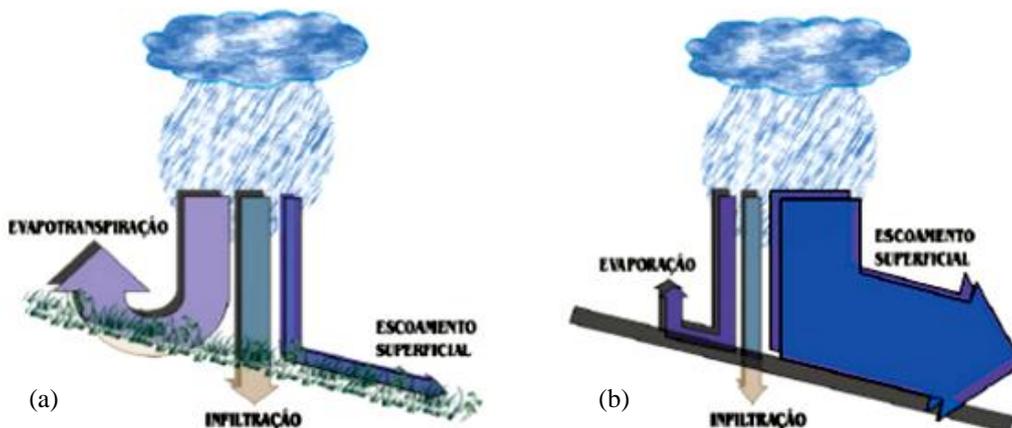
A qualidade da água da chuva varia de acordo com a região, dependendo da qualidade do ar. Em Caraguatatuba, o pH da água não se altera muito em relação à neutralidade, pelo fato de ser uma região onde o nível de poluentes contidos no ar é baixo, contendo em sua maior quantidade o ácido carbônico ( $H_2CO_3$ ), um ácido fraco não ionizado completamente quando dissolvido em água, com baixo poder de corrosão, derivado do dióxido de carbono ( $CO_2$ ), comum na atmosfera. Já São Paulo, uma capital onde a poluição é comum, os ácidos mais fortes são predominantes tendo o ácido nítrico ( $HNO_3$ ) e o ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) em maiores quantidades, provenientes de indústrias e automóveis. (TEIXEIRA et al., 2017).

Este telhado apresenta alguns aspectos de tratamento na água que altera o pH para mais alcalino e a concentração de nutrientes e metais pesados na água. Isso varia de acordo com a característica do telhado, idade e frequência de manutenção. Segundo o estudo de Teixeira et al. (2017), o telhado verde faz com que a água leve consigo alguns nutrientes presentes no solo (lixiviação). Após a água da chuva ser coletada ela terá de passar por algumas etapas de correção, como pH, nutrientes em excesso e metais pesados.

De acordo com SINDUSCON (2005), em geral, pode-se dizer que a qualidade da água para seu reuso deve obedecer às seguintes requisições:

- Não apresentar mau cheiro;
- Não deve propiciar infecções ou contaminações por vírus ou bactérias prejudiciais à saúde humana;
- Não deve manchar superfícies;
- Não deve ser abrasiva.

Com a implantação do telhado verde tem-se uma diminuição no escoamento superficial do telhado, juntamente com um aumento na evapotranspiração e infiltração da água, como apresentado na Figura 1.

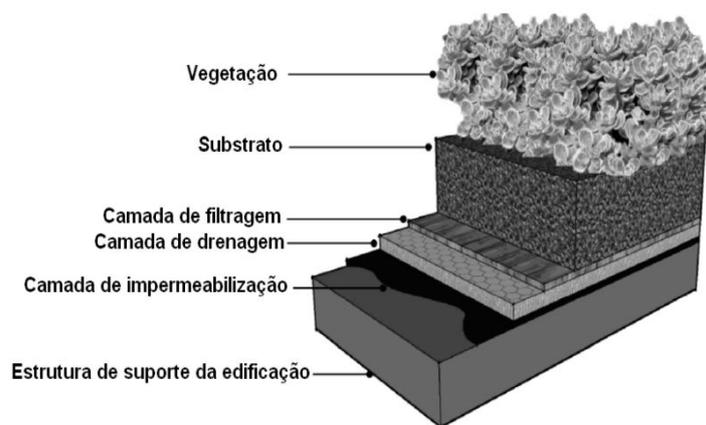


**Figura 1** – Balanço hídrico entre o escoamento, a infiltração e a evapotranspiração: (a) telhado Verde; (b) telhado tradicional. **Fonte:** Jobim (2013).

Além da alteração no escoamento da água, o telhado pode ser utilizado para conforto térmico, reduzindo também as ilhas de calor na região. Segundo Panziera et al.(2015), os telhados a serem implantados podem ser de dois tipos, intensivos (camada de solo junto com substrato é de 15 a 21 centímetros) e extensivos (camada de solo junto com substrato é de 5 a 15 centímetro). Com isso o clima no interior de uma residência se torna mais fresco em dias quentes, e mais quentes em dias frios, mantendo um equilíbrio térmico.

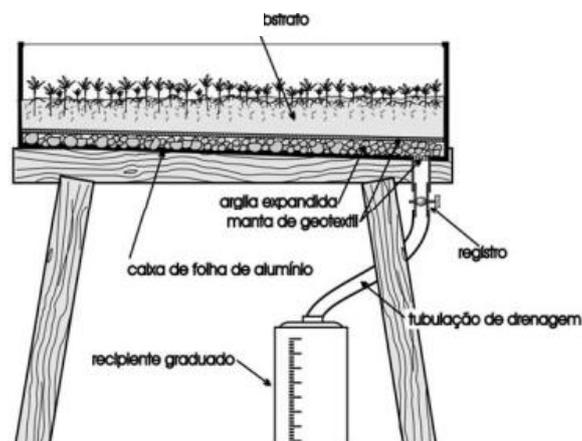
### 3 MATERIAL E MÉTODOS

A composição mais comum de um telhado verde será a divisão do mesmo em cinco partes, dentre elas a vegetação (podendo ser grama-amendoim, entre outras de pequeno porte), substrato, camada filtrante, camada drenante, e impermeabilização (Figura 2) (JOBIM, 2013).



**Figura 2** – Camadas do telhado verde  
**Fonte:** Jobim (2013).

Para facilitar a montagem do telhado verde, Baldessar (2012) utilizou estruturas provenientes de madeira juntamente com materiais básicos de baixo custo para a construção civil (Figura 3).



**Figura 3** – Esquema de um telhado verde.  
**Fonte:** Baldessar (2012).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com Tassi et al. (2014), o coeficiente de escoamento varia de acordo com a inclinação que o telhado apresenta, juntamente com a espessura do substrato, mostrado na tabela 1. Além disso, pode-se notar que o escoamento em telhados verdes reduziu significativamente, em comparação com os telhados convencionais.

Segundo Baldessar (2012), o escoamento em telhados verdes diminui significativamente, e traz uma solução onde os problemas da redução de permeabilidade de solo, pode ser atenuado pelo uso de telhados vender ao redor da cidade.

**Tabela 1** – variação do coeficiente de escoamento em relação à espessura do substrato e inclinação do telhado.

| Espessura (cm)   | Inclinação até 15° | Inclinação maior que 15° |
|------------------|--------------------|--------------------------|
| $e \geq 50$ cm   | 0,1                | -                        |
| $25 \leq e < 50$ | 0,2                | -                        |
| $15 \leq e < 25$ | 0,3                | -                        |
| $10 \leq e < 15$ | 0,4                | 0,5                      |
| $6 \leq e < 10$  | 0,5                | 0,6                      |
| $4 \leq e < 6$   | 0,6                | 0,7                      |
| $2 \leq e < 4$   | 0,7                | 0,8                      |

**Fonte:** TASSI et. Al., 2014.

Para Panziera et al., os telhados feitos de PVC e fibrocimento não foram eficaz para o conforto térmico, já o telhado feito a partir de garrafas PET foi de 1,39 e 7,81% mais eficaz, já que este conseguiu manter a temperatura interna mais agradável, não tendo variações bruscas.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se notar uma diferença entre a utilização de telhados convencionais e telhados verdes para o reuso da água da chuva, apesar do mesmo fazer um tratamento primário na água, ele também a “polui” pelo processo de lixiviação.

Além dos diversos benefícios como a diminuição do escoamento da água e o conforto térmico que o telhado verde propicia, ele também traz consigo algumas desvantagens em seu uso:

- **Manutenção:** é necessária uma manutenção constante do telhado para que ele possa exercer suas funções positivas;
- **Vegetação:** não é todo tipo de vegetação que pode ser utilizado, as mais indicadas são as de porte menor;
- **Execução:** o telhado deve ser executado de forma perfeita, para que não haja problemas futuros, como infiltrações por exemplo;
- **Pragas:** Com uma má manutenção do telhado, as pragas serão inevitáveis.

Para a utilização do telhado verde, é necessário ter um cuidado específico com o mesmo, para que ele não traga prejuízos para a edificação, pois se a manutenção do telhado for precária, a qualidade da água será ainda pior.

Esteve presente nesta pesquisa também que a principal característica afetada pelo telhado verde é o escoamento da água, deixando boa parte da água proveniente das chuvas retidas em forma de infiltração ou evapotranspiração.

No Brasil está sendo utilizado o telhado verde com mais frequência. A obra do arquiteto Lucio Costa traz uma utilização de telhado verde no Rio de Janeiro, como mostra a Figura 4.



**Figura 4** – Telhado verde – Palácio Gustavo Capanema – Rio de Janeiro.

Em São Paulo, a cobertura de um prédio foi feita usando o telhado verde, como mostra a Figura 5. Para esta construção utilizou vegetação nativa da mata atlântica.



**Figura 5** – Telhado verde – Prédio Fundação Casper Libero – São Paulo.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - NBR 15527. **Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis - Requisitos**. Rio de Janeiro, p. 4. 2007.

BALDESSAR, S. M. N. **Telhado verde e sua contribuição na redução da vazão da água pluvial escoada**. UFPR. Curitiba. PR. 2012. Arquivo em PDF. Disponível em: <<https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/52621/R%20-%20D%20-%20SILVIA%20MARIA%20NOGUEIRA%20BALDESSAR.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 09 de setembro de 2019.

CONCEIÇÃO, F. T.; SARDINHA, D. S.; NAVARRO, G. R. B.; ANTUNES, M. L. P.; ANGELUCCI, V. A. **Composição química das águas pluviais e deposição atmosférica anual na bacia do alto Sorocaba (SP)**. Química nova, 2011. Arquivo PDF. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v34n4/11.pdf>>. Acesso em: 15 de abril de 2018.

HENN, A. B.; CAGLIARI, A. I. **A implantação do telhado verde e sua efetividade.** Seminário Internacional de Construção Sustentável. 2016. Arquivo em PDF. Disponível em: <[https://www.imed.edu.br/Uploads/5\\_SICS\\_paper\\_27.pdf](https://www.imed.edu.br/Uploads/5_SICS_paper_27.pdf)>. Acesso em: 09 de outubro de 2019.

JOBIM, A. L. **Diferentes tipos de telhados verdes no controle quantitativo da água pluvial.** UFMS. Santa Maria. RS. 2013. Arquivo em PDF. Disponível em: <<https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/7842/JOBIM,%20ALAN%20LAMBERTI.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 09 de setembro de 2019.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE; MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO; INSTITUTO BRASILEIRO DE DEFESA DO CONSUMIDOR. **Manual de educação para o consumo sustentável.** Brasília, 2005. Arquivo PDF. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/publicacao8.pdf>>. Acesso em: 22 de abril de 2018.

NAKADA, L. Y. K.; MORUZZI R. B. **Variabilidade qualitativa de águas pluviais coletadas em telhado e sua importância na concepção do sistema de tratamento.** UNESP. Rio Claro, 2014. Arquivo PDF. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/esa/v19n1/1413-4152-esa-19-01-00001.pdf>>. Acesso em: 21 de abril de 2018.

PANZIERA, A. G.; CALIL, V. S.; AMARAL F. D.; SWAROWSKY, A. **Desempenho de diferentes tipos de telhado verde no conforto térmico urbano na cidade de Santa Maris, RS.** Santa Maris. RS. 2015. Arquivo em PDF. Disponível em: <<https://periodicos.ufn.edu.br/index.php/disciplinarumNT/article/view/1406>>. Acesso em: 09 de outubro de 2019.

RAHMAN, S.; KHAN, M. T. R.; AKIB, S.; DIN, N. B. C.; BISWAS, S. K.; SHIRAZI, S. M. **Sustainability of Rainwater Harvesting System in terms of Water Quality.** The Scientific World Journal, 2014. Disponível em: <<https://www.hindawi.com/journals/tswj/2014/721357/>>. Acesso em: 21 de abril de 2018.

SINDUSCON – Sindicato da Indústria e da Construção Civil. **Conservação e reúso da água em edificações.** São Paulo, 2005. Arquivo PDF. Disponível em: <[https://www.sindusconsp.com.br/wp-content/uploads/2015/05/manual\\_agua\\_em\\_edificacoes.pdf](https://www.sindusconsp.com.br/wp-content/uploads/2015/05/manual_agua_em_edificacoes.pdf)>. Acesso em: 15 de novembro de 2017.

SNIS – Sistema Nacional de Informações para Saneamento. **Diagnóstico dos serviços de água e esgoto - 2016.** Brasília, 2018. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2016>>. Acesso em: 22 de abril de 2018.

TASSI, R.; TASSINARI, L. C. S.; PICCILLI, D. G. A.; PERSCH, C. G. **Telhado verde: uma alternativa sustentável para a gestão das águas pluviais.** UFSM. Santa Maria. RS. 2014. Arquivo em PDF. Disponível em: <<https://seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/view/38866/28753>>. Acesso em: 09 de setembro de 2019.

TEIXEIRA, C. A.; BUDEL, M. A.; CARVALHO, K. Q.; BEZERRA, S. M. C.; GHISI, E. **Estudo comparativo da qualidade da água da chuva coletada em telhado com telhas de concreto e em telhado verde para usos não potáveis.** UTFPR e UFSC. Porto Alegre, 2017. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1678-86212017000200135&lang=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-86212017000200135&lang=pt)>. Acesso em: 21 de setembro de 2017.