

ANÁLISE DA ÁGUA DRENADA EM UM SISTEMA DE TELHADO VERDE

GUSTAVO DE CASTRO CARVALHO¹, JARBAS HONORIO DE MIRANDA²,
THAIS GUARDA PRADO AVANCINI³, PAULO SERGIO TONELLO⁴

¹ Engenheiro Agrônomo, Mestre em Ciências Ambientais, Prof. Eng. Agrônoma, Centro Universitário FACENS, Fone: (15) 3238-1188, gustavo.carvalho@facens.br

² Engenheiro Agrônomo, Doutor em Irrigação e Drenagem, Prof. Associado Eng. Agrônoma, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ/USP), Fone: (19) 3429-4123 ramal 210, jhmirand@usp.br

³ Engenheira Agrônoma, Doutora em Engenharia Civil, Coordenadora Eng. Agrônoma e Eng. Alimentos, Centro Universitário FACENS, Fone: (15) 3238-1188 ramal 273, thais.avancini@facens.br

⁴ Físico, Doutor em Química, Prof. Eng. Ambiental, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Fone: (15) 3238-3400 ramal 3432, paulotonello@sorocaba.unesp.br

Apresentado no
XLVIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2019
17 a 19 de setembro de 2019 - Campinas - SP, Brasil

RESUMO: A crescente urbanização, faz com que problemas ambientais tornem-se cada vez mais frequentes e, dessa forma, alternativas como o uso de coberturas vegetais mostram-se como importantes ferramentas para a melhoria ambiental nos centros urbanos. Telhados verdes são sistemas construtivos que quando utilizados, trazem inúmeros benefícios à população, dentre os quais se destacam: melhoria no conforto térmico em edificações, diminuição da poluição atmosférica, acústica e visual, retenção da água de irrigação para possível reutilização, além de menor escoamento superficial, reduzindo enchentes. Portanto, o objetivo desse estudo foi analisar as características químicas da água de irrigação drenada a partir de um sistema de telhado verde, verificando sua possível reutilização. Os parâmetros analisados foram: pH, carbono orgânico, nitrogênio, fósforo e potássio, sólidos totais, DBO, turbidez e cor. Os resultados evidenciaram que a qualidade da água drenada foi pouco alterada em relação à água utilizada na irrigação. Dessa forma, a água escoada poderia ser reutilizada para irrigar o próprio sistema de telhado verde, ou ainda, jardins do entorno, contribuindo para seu uso racional (menor consumo de água e preservação).

PALAVRAS-CHAVE: Telhado verde; Reúso da água; *Callisia repens*

ANALYSIS OF DRAINED WATER IN A GREEN ROOF SYSTEM

ABSTRACT: The crescent urbanization makes that environmental problems become more frequent and, therefore, alternatives as the use of plant cover are important for the environmental improvement. The green roof are constructive systems that when used bring countless benefits to the population, to name but a few, thermal comfort improvement in buildings, decrease of the atmosphere pollution, acoustic and visual, retention of water for reuse, besides a larger surface flow reducing floods. Therefore, the objective of this study was to analyze the chemical characteristics of drainage irrigation water from a green roof system, verifying its possible reuse. The parameters considered were: pH, organic carbon, nitrogen, phosphorus and potassium, total solids, BOD, turbidity and color. The results have showed that the quality of the drained water was not changed in comparison to the water used in the irrigation. Therefore, the water could be reused to irrigate the green system itself, or even surrounding gardens, contributing to a lower water consumption and preserving it.

KEYWORDS: green roof; water reuse; *Callisia repens*

INTRODUÇÃO: A vegetação possui diversas funções no ambiente, auxiliando na redução de problemas causados pelo aumento do crescimento urbano e populacional. Entre elas está o aumento da infiltração da água no solo, aumento da umidade relativa do ar e diminuição das temperaturas atmosféricas. Sabendo-se que essas são apenas algumas das funções exercidas pela vegetação, entende-se que a diminuição dessas no ambiente tem como resultado a perda da qualidade ambiental. Outro aspecto relevante em relação ao crescimento urbano e populacional é a água. Essa questão vem se agravando nas últimas décadas, uma vez que há descontrole no que diz respeito à sua utilização e poluição dos recursos hídricos. Para mitigar esse problema, tem-se como alternativa o aproveitamento da água pluvial, e ainda sua reutilização, por meio do armazenamento em cisternas, reservatórios passíveis de instalação em residências ou áreas comerciais.

A utilização de coberturas vegetais tem sido uma solução para o uso da vegetação nos centros urbanos, pois não há influência na expansão das cidades, de forma que são instaladas em uma área anteriormente inutilizada: as coberturas das edificações. O objetivo desse estudo foi analisar a água drenada do sistema de telhado verde, e dessa forma verificar a possível reutilização no próprio sistema de irrigação dos telhados verdes ou em jardins do entorno.

MATERIAL E MÉTODOS: O projeto foi desenvolvido na cidade de Sorocaba – São Paulo, situada nas seguintes coordenadas geográficas: -23.5062 (latitude); -47.4559 (longitude); 23° 30' 22" Sul e 47° 27' 21", com altitude de 580m, temperatura média anual de 19,4 °C, umidade relativa anual de 73,4% e índice pluviométrico de 1.224 mm, resultando na classificação climática de Koeppen em Cwa, com clima tropical de altitude, caracterizada por chuvas no verão e inverno seco. O protótipo foi instalado dentro do Campus do Centro Universitário Facens.

As coberturas vegetais podem ser instaladas com diversos materiais utilizados como suporte, com a função de drenagem da água, mas todo o sistema de telhado verde deve possuir as seguintes camadas: laje impermeabilizada, sistema de drenagem, manta para filtragem, substrato e vegetação. Para a presente pesquisa, foi desenvolvido um protótipo de telhado verde, utilizando o sistema FLAT (Figura 1).



FIGURA 1. Ao lado esquerdo, figura do sistema FLAT instalado sobre uma laje, à direita, figura do protótipo com o sistema FLAT instalado, com a vegetação se desenvolvendo

O protótipo é constituído por uma caixa, de madeira naval, com uma manta de PVC para impermeabilização, sistema FLAT, substrato e vegetação. Possui um sistema de irrigação por

gotejamento, controlado por um timer programado. A *Callisia repens*, considerada uma planta vascularizada, foi a espécie utilizada. É considerada uma espécie herbácea, ramificada e perene. Não resiste a pisoteio e é considerada excelente espécie para cobertura vegetal.

O protótipo também dispunha de um tubo de PVC, responsável pela drenagem da água do sistema. Para a realização das análises, foram coletados 1,5 L da água utilizada na irrigação, após a drenagem pelo sistema FLAT, mais 1,5 L para comparar os parâmetros analisados. De acordo com as metodologias propostas em *Standard Methods for the examination of water and wastewater* (EUGENE et al., 2012), as amostras foram coletadas e preservadas. As análises físico químicas foram escolhidas de acordo com o Manual de Conservação e Reúso da Água em Edificações (SAUTCHUK et al., 2005), no qual a água é classificada em diferentes classes de reúso, de acordo com sua finalidade. Com o objetivo de economia no uso da água, foram utilizados os parâmetros da água de reúso classe 3, que considera o reúso da água em irrigação de áreas verdes. Dessa forma, a água drenada do telhado verde, poderia ser reutilizada para irrigar o próprio sistema ou as áreas com jardins no seu entorno. Os parâmetros de nitrogênio, fósforo e potássio, também foram realizados, para verificar a concentração presente na água drenada, e assim, utilizar a água como fonte de nutrição também.

A leitura de pH foi realizada de maneira direta em um pHmetro de bancada, assim como a turbidez, através de um turbidímetro. A cor foi determinada através do fotômetro medidor de cor, o nitrogênio pelo espectrofotômetro de luz visível, o fósforo pela determinação colorimétrica pelo método molibdanovanadato, e o potássio, pelo fotômetro de chama. Sólidos totais foi determinado por diferença de peso. O carbono orgânico total, através do equipamento Analytik Jena Multi N/C 3100. A Demanda bioquímica de oxigênio (DBO), foi determinada com um oxímetro responsável por quantificar o oxigênio dissolvido inicialmente, e após 5 dias da amostra incubada à 20° C, dessa forma, sabe-se a quantidade de oxigênio consumido pela degradação da matéria orgânica.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Os resultados das análises da água de irrigação e da água drenada do sistema FLAT podem ser conferidos pela Tabela 1.

TABELA 1. Resultados das análises físico-químicas

Análise	Água de irrigação	Água drenada
pH	7,40	7,12
Cor (μ C)	0	241,6
Turbidez (NTU)	0,04	4,06
Sólidos totais (g/L)	0,015	0,020
DBO (mg/L)	0,56	3,65
Carbono orgânico (mg/L)	0	15,22
Nitrogênio (mg/L)	0,50	1,30
Fósforo (mg/L)	0,10	1,34
Potássio (mg/L)	0,60	1,80

A presença de matéria orgânica no solo, fez com que ocorresse atividade microbiana, resultando em subprodutos ácidos, que podem diminuir o pH do solo. (REIS; RODELLA, 2002) De acordo com Parron et al. (2011) em relação à qualidade da água para irrigação, o pH deve estar entre 6 e 8,5, dessa forma, a água drenada está com pH adequado.

Apesar de possuir uma tela filtro no sistema, os parâmetros físicos de cor e turbidez, tiveram aumentos significativos. Isso deve-se principalmente à grande quantidade de matéria orgânica existente no substrato. De acordo com Morquecho et al. (2005), os níveis de turbidez na

coleta da água da chuva incidente sobre um telhado convencional ficam entre 2 e 22 NTU, indicando que o valor encontrado está próximo ao limite inferior encontrado em um telhado convencional. Em relação ao parâmetro de cor, não há interferência no desenvolvimento vegetativo e ainda representa alta concentração de matéria orgânica, que favorece o crescimento das plantas. A amostra apresentou baixo teor de sólidos totais dissolvidos, mesmo com aumento de 33,5% comparado ao valor inicial. A presença de íons orgânicos e inorgânicos no substrato, são responsáveis pela concentração na amostra de saída.

Fatores como tempo de instalação do telhado verde, tipo de substrato, e utilização de adubos, alteram as concentrações de nutrientes na água drenada. A adubação realizada em com a formulação NPK 4-14-8, foi responsável pelos valores residuais desses elementos na água de drenagem, que são os macronutrientes, responsáveis pelo bom desenvolvimento da vegetação. A quantidade 150% maior da matéria orgânica na amostra de saída se explica pela principal composição do substrato, turfa de *sphagnum*, utilizado para aumentar o teor de matéria orgânica de substratos utilizados para plantas ornamentais. O aumento do valor da DBO expressa uma perda na qualidade da água, pois mais oxigênio está sendo consumido por microrganismos presentes na decomposição da matéria orgânica, e dessa forma, menos oxigênio estará disponível.

De acordo com os parâmetros indicados pelo Manual de Conservação e Reúso da Água em Edificações, as análises de pH, nitrogênio total, DBO, sólidos suspensos totais e turbidez estão com os valores de concentração dentro do permitido para reuso da água na classe 3. Os parâmetros de coliformes fecais, boro, toxicidade por íons específicos e salinidade não foram analisados, visto que não causariam problemas para o desenvolvimento vegetativo, principalmente em áreas de uso paisagístico. Coliformes fecais é um importante parâmetro na análise de água para irrigação de plantas alimentícias, pois está envolvido com o consumo humano. No caso de uso ornamental, coliformes fecais não causam problemas. Pelo fato da água utilizada na irrigação receber tratamento, e ainda, o substrato ter como base material orgânico, os níveis de salinidade devem se manter abaixo do limite proposto no Manual. O Boro, micronutriente mineral, não está na composição do substrato e não foi aplicado na adubação, dessa forma, a concentração desse elemento não deve influenciar no reuso da água.

CONCLUSÕES: O uso de fertilizantes e a matéria orgânica podem ter afetado os parâmetros da água coletada no telhado verde, pois contém grande carga orgânica e dos nutrientes: nitrogênio, fósforo e potássio, o que afeta tanto parâmetros físicos como cor e turbidez, químicos, como o aumento de íons na água drenada, além do parâmetro biológico de aumento da atividade microbiana, medida através da DBO. Porém, apesar dessas alterações observadas nas análises, a qualidade da água drenada do sistema FLAT, pode ser considerada adequada, em relação à reutilização em irrigação de jardins ou do próprio telhado verde. A reutilização da água pode representar uma importante economia e um incentivo a utilização de coberturas vegetais.

REFERÊNCIAS:

- EUGENE, W. R. et al. Standard methods for the examination of water and wastewater. **American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation, 22nd edn. Washington DC, USA Google Scholar**, 2012.
- MORQUECHO, R.; PITT, R. Pollutant associations with particulates in stormwater. **Proceedings of the Water Environment Federation**, v. 2005, n. 11, p. 4973-4999, 2005.
- REIS, T. C.; RODELLA, A. A. Cinética de degradação da matéria orgânica e variação do pH do solo sob diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, n. 3, 2002.
- SAUTCHUK, C. et al. Conservação e reúso da água em edificações – Manual da FIESP [Conservation and reuse of water in buildings – Manual of the FIESP]. **São Paulo**, 2005.