

**TECHNOLOGIES EXTENSIVE GREEN ROOFS:  
REGIONAL TRADE SUBSTRATES MOST  
APPROPRIATE TO THE SYSTEM**

**TECNOLOGIAS EM TELHADOS VERDES EXTENSIVOS:  
SUBSTRATOS COMERCIAIS REGIONAIS MAIS  
APROPRIADOS AO SISTEMA.**

**Jorge Alex Willes**  
**Instituto Federal Farroupilha**  
**E-mail: awilles@gmail.com**

**Klaus Reichardt**  
**Universidade de São Paulo/ESALQ**  
**E-mail: nikolaus.rei@gmail.com**

## **RESUMO**

A utilização de plantas nas paredes e telhados é um dos mais recentes campos da pesquisa ambiental e busca encontrar uma solução ecológica e sustentável para melhorar a qualidade de vida urbana e rural. Uma cobertura verde consiste de um substrato leve e de uma vegetação apropriada, plantada sobre uma base impermeável. Os efeitos positivos da vegetação sobre o ambiente urbano já são bem conhecidos e neste caso da cobertura, diminuem as enxurradas, filtro biológico, redução da poluição do ar, amenizam o calor nas edificações durante o verão e o conservam durante o inverno e mantêm o equilíbrio biológico local. No entanto, são necessárias pesquisas no sentido de assegurar um meio de cultura que retenha água e ao mesmo tempo proporcione uma boa drenagem para que as raízes não apodreçam, permitindo uma maior gama de espécies de plantas na cobertura. Neste sentido, realizou-se um estudo dos substratos mais abundantes na região, buscando tecnologias apropriadas para a confecção dos telhados verdes. Na avaliação do conjunto de características, a turfa marrom apresentou o menor valor de densidade seca, maior porosidade total, maiores valores de água facilmente disponível, água disponível e capacidade de retenção de água, sendo um bom material para o uso em telhados verdes, formando compostos com outros materiais. Dentre os substratos comerciais estudados, o substrato para espécies hortícolas apresentou os maiores valores de capacidade de retenção de água e água disponível para as plantas, possibilitando um maior intervalo entre irrigações ou chuvas, características importantes para o uso em telhados verdes.

**Palavras-chave: Cobertura Verde; Substratos; Retenção de Água.**

## **ABSTRACT**

The use of plants in the walls and roofs is one of the newest fields of environmental research and seeks to find a green and sustainable solution to improve the quality of urban and rural life. A green light cover consists of a substrate and appropriate vegetation planted on an impermeable base. The positive effects of vegetation on the urban environment are well known and in this case the cover, reduce the runoff, biological filter, reducing air pollution, minimizes heat the buildings during the summer and during the winter conserve and maintain the biological balance location. However, further studies are necessary to ensure a substrate that retains water at the same time provide good drainage so that the roots will not rot, allowing a

wider range of plant species in the cover. In this sense, a study was conducted of the most abundant substrates in the region, seeking appropriate technologies for the manufacture of green roofs. In evaluating the feature set, brown peat showed the lowest value of dry density, higher porosity, and higher values of easily available water, available water capacity and water retention, with a good material for use in green roofs, forming compounds with other materials. Among the studied commercial substrates, the substrate for horticultural species showed the highest values of water holding capacity and water available to plants, allowing a longer interval between irrigations or rainfall, important characteristics for use on green roofs.

**Keywords: Green Cover; Substrates; Water Retention.**

## INTRODUÇÃO

O homem tem transformado drasticamente a natureza, desviando cursos d'água, escavando montanhas, drenando pântanos e acumulando toneladas de poluentes no ar, na água e no solo. Isto prejudica a várias espécies de animais e vegetais e, acaba por afetar a sua saúde e o seu bem-estar visto que, segundo Sousa (2008), a qualidade de vida do homem está diretamente relacionada com a qualidade do meio ambiente, isto é, com suas condições físicas, químicas e biológicas.

No meio urbano a degradação ambiental é provocada pelo avanço e crescimento da população que aumenta a área construída e impermeabilizada, o que implica dizer que o espaço urbano cresce rapidamente e sem a preocupação com o impacto ambiental.

Uma das conseqüências do crescimento das cidades é a diminuição da cobertura vegetal natural dos terrenos, o que acaba gerando uma série de fatores, que interferem diretamente na qualidade de vida do homem, tais como:

- O aumento do escoamento de água nas vias pluviais devido à impermeabilização dos terrenos, contribuindo para as grandes enchentes;
- O aumento da poluição atmosférica, com o surgimento das ilhas de calor, gerando mais gastos com climatização e o aumento no consumo de energia;
- Além de gerar uma paisagem carregada de edifícios, densa e monocromática como é o caso das grandes capitais (CRUZ e LEONI, 2008).

Estes fatos nos indicam que o homem acabando gerando prejuízos, muitas vezes irreversíveis, no meio em que vive buscando satisfazer a sua necessidade imediata. Porém essa situação pode ser amenizada, se houver uma mudança na cultura mundial para que o homem evite a degradação da

natureza com a utilização de recursos antipoluentes e, também, com o desenvolvimento de novos métodos construtivos sustentáveis.

Dentre os métodos construtivos sustentáveis, foram desenvolvidas as coberturas verdes, que são estruturas que se caracterizam pela aplicação de cobertura vegetal sobre as edificações, utilizando impermeabilização e drenagem adequadas e que surgem como uma alternativa de cobertura capaz de proporcionar várias vantagens sobre as coberturas convencionais (CASTRO e GOLDENFUM, 2008).

A utilização de coberturas verdes em paredes e telhados é um dos campos da pesquisa ambiental em busca encontrar uma solução ecológica e sustentável para melhorar a qualidade de vida urbana e rural. Os efeitos positivos da vegetação sobre o ambiente urbano já são bem conhecidos e neste caso, diminuem as enxurradas, amenizam o calor nas edificações durante o verão e o conservam durante o inverno. Há também benefícios para a fauna, com retorno de espécies que mantêm o equilíbrio biológico local. Essas coberturas podem ter muitas aplicações, como em indústrias, residências, escritórios, aviários e outras propriedades comerciais e rurais.

Também chamado de “Green Roof” ou “Gründächer“, esse tipo de cobertura hoje ainda é mais difundida nos países de língua germânica da Europa Central e tem se difundido pelo norte, noroeste da Europa e norte da América. Na Europa eles estão sendo muito utilizados para a gestão ambiental, preservar energia e evitar enchentes, assim como benefícios estéticos. Aqui no Brasil é mais conhecido nos estados do Sul, onde a sua execução está sendo incentivada por entidades ambientais e se difundindo cada vez mais, também visando à gestão ambiental, evitando enchentes, trazendo conforto ambiental e como fitorremediação, ou seja, como um filtro biológico para remover da atmosfera urbana os poluentes prejudiciais à saúde.

Os telhados verdes podem ser classificados sob dois enfoques, o “intensivo” e o “extensivo”. O intensivo necessita de mais substrato, é mais profundo e pode acomodar plantas maiores, tais como às árvores e arbustos. Este sistema necessita de maiores cuidados na implantação e manutenção, por ser mais pesado e possuir plantas que necessitam mais cuidados. Normalmente deve ser utilizado em locais já projetados para suportarem as cargas que serão geradas com o seu uso. Já o sistema extensivo necessita de pouco substrato e comporta plantas rasteiras e gramados, é de mais fácil

implantação e manutenção devido às novas tecnologias e ao aperfeiçoamento dos materiais utilizados.

Um telhado verde, do tipo extensivo, consiste de um substrato leve e de uma vegetação apropriada, plantada sobre uma base impermeável, podem conter também camadas adicionais, tais como, um sistema de drenagem e irrigação e uma barreira anti-raízes. Tanto no meio urbano como meio rural as novas tendências são de se buscar uma melhoria das técnicas e do uso de materiais alternativos procurando uma maior sustentabilidade.

No Brasil, por se tratar de um tema relativamente novo, suas técnicas estão mudando constantemente, novas aplicações e soluções também, portanto, é necessário pesquisar novos meios de cultura leves e que possam reter água e ao mesmo tempo proporcionem uma boa drenagem para que as raízes não apodreçam, permitindo uma maior gama de espécies de plantas na cobertura. Neste sentido realizou-se um estudo dos substratos mais abundantes na região, buscando tecnologias apropriadas para a confecção dos telhados verdes e identificando as melhores técnicas de aplicação, de acordo com a necessidade de cada ambiente.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

Os experimentos foram realizados nas instalações do campus do Instituto Federal Farroupilha na cidade de Júlio de Castilhos – RS e laboratório de física do solo da ESALQ em Piracicaba - SP.

Para a realização deste trabalho foram utilizados seis tipos de substratos que foram pré-selecionados de acordo com a disponibilidade no mercado, de mais fácil obtenção e de melhor custo benefício ambiental, sendo eles:

- Três tipos de turfa, provenientes da empresa Cominas - Mineradores Conventos S.A., Criciúma, SC:

- Turfa Preta (TP);
- Turfa Marrom (TM);
- Turfa Vermelha (TV).

- Três tipos de substratos comerciais à base de cascas de Pinus e vermiculita em diferentes proporções, provenientes da empresa Mecprec, Telemaco Borba, PR:

- Substrato para espécies hortícolas (SH);
- Substrato para mudas florestais (SF);
- Substrato para mudas de tabaco (ST).

A metodologia adotada para realizar a caracterização química e física dos substratos e materiais selecionados foram os seguintes:

- Densidade de volume:

Para a determinara densidades úmida e seca dos diferentes materiais foi empregado o método descrito por Röber&Schaller(1985) e adotado pela Federação dos Institutos para Pesquisas e Análises Agrícolas da Alemanha (VDLUFA), para análise de substratos hortícolas.

- Densidade de partícula:

Para a determinação das densidades de partícula foi empregado o método descrito por Rowel (1994).

- Disponibilidade de água,porosidade total, espaço de aeração:

A determinação da água disponível,porosidade total e espaço de aeração foi feita através de curvas de retenção de água nas tensões de 0, 10, 50, e 100 cm de altura de coluna de água, correspondendo às tensões de 0, 10, 50 e 100 hPa, conforme De Boodt&Verdonck (1972).

- Valor de pH:

O valor de pH foi medido em suspensões desubstrato:água deionizada na proporção de 1:2,5 (v:v), através de potenciômetro e feita a média de três amostras.

- Teor total de sais solúveis:

O Teor Total de Sais Solúveis (TTSS),expresso como teor de KCl, foi determinado com o método proposto pela VDLUFA (Röber&Schaller, 1985). A condutividade do extrato determina o teor total de sais solúveis de uma suspensão de substrato:água deionizada, na proporção 1:10 (peso:volume), (média de três amostras).

As análises estatísticas utilizam o delineamento experimental inteiramente ao acaso, em esquema fatorial com três repetições e utilizando o programa estatístico SAS para auxiliar na análise e confecção dos gráficos e discussões.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo das características físicas e químicas determinadas para os substratos à base de turfa e para os substratos comerciais estão representados na tabela abaixo:

**Tabela 1.** Características físicas e químicas dos materiais TP, TM, TV, e dos substratos comerciais SH, SF e ST. Julio de Castilhos, 2013.

<b>Material</b>	<b>DS</b> Kg m <sup>-3</sup>	<b>PT</b> m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup>	<b>EA</b> m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup>	<b>AD</b> m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup>	<b>CRA</b> m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup>	<b>pH</b> (água)	<b>TTSS</b> Kg m <sup>3</sup>
<b>TP</b>	402	0,74	0,14	0,25	0,35	3,4	2,66
<b>TM</b>	147	0,93	0,25	0,3	0,38	3,6	0,28
<b>TV</b>	174	0,85	0,23	0,27	0,35	3,7	0,35
<b>SH</b>	215	0,89	0,23	0,31	0,35	5,2	2,76
<b>SF</b>	209	0,89	0,33	0,22	0,34	4,3	2,00
<b>ST</b>	216	0,89	0,34	0,23	0,33	6,8	2,52

**DS:** densidade seca; **PT:** porosidade total; **EA:** espaço de aeração; **AD:** água disponível; **CRA:** capacidade de retenção água na tensão de 100 cm coluna de água (100 hPa); **pH:** valor de pH em água; **TTSS:** teor total de sais solúveis (como KCl).

### Características químicas:

Quanto as características químicas (Tabela 1), As turfas apresentaram baixos valores de pH (entre 3,4 e 3,7), o que é uma típico deste tipo de material. Segundo Andriessse (1988) o valor de pH, em água, de turfas tropicais está entre 3,0 e 4,5. As turfas estudadas apresentam menor valor de pH quanto mais decompostas, evidenciando a necessidade de correção para adequada utilização em telhados verdes. Já os substratos comerciais apresentam valores de pH bastante variáveis (4,3; 5,2 e 6,8 para SF, SH e ST, respectivamente) o que exige uma aplicação diferenciada de corretivos e/ou uma indicação de uso também diferenciada conforme as espécies que forem selecionadas para o uso nas coberturas verdes.

As características químicas dos materiais e substratos estudados não impedem, mas podem limitar sua utilização. Torna-se essencial a observação da necessidade de correção das turfas e a observação da indicação do fabricante dos substratos comerciais quanto as espécies mais recomendadas e realizar o ajuste conforme as características do local e do tipo de cobertura.

Quanto aos valores obtidos de teor total de sais solúveis (TTSS), observou-se uma grande amplitude (entre 0,28 e 2,76 kg m<sup>-3</sup>) e excesso de salinidade, à exceção de TM e TV.

Kämpf (2000) classifica a salinidade em baixa (< 1,0 kg m<sup>-3</sup>), média ou normal (1,0 – 2,0 kg m<sup>-3</sup>), alta (2,0 – 4,0 kg m<sup>-3</sup>), muito alta (4,0 – 5,0 kg m<sup>-3</sup>), extremamente alta (5,0 – 7,0 kg m<sup>-3</sup>) e tóxica (>7,0 kg m<sup>-3</sup>). Sendo assim, TP tem alta salinidade (2,66 kg m<sup>-3</sup>) e TM e TV têm baixos valores de salinidade (0,28 e 0,35 kg m<sup>3</sup>, respectivamente). Os substratos SH, SF e ST apresentam altos valores de salinidade (entre 2,00 e 2,6 kg m<sup>-3</sup>).

Segundo Andriesse (1988), As Turfas apresentam uma maior salinidade conforme o grau de mineralização. Assim, as turfas pretas são naturalmente mais salinas do que as demais, porém a salinidade pode ser agravada pela sucessão vertical das espécies vegetais em seus ambientes característicos. Em áreas costeiras é comum, em primeiro lugar, espécies de mangue seguidas pela transição para comunidades de água salobra, pântano de água fresca e finalmente substituído por uma pobre vegetação ombrógena. Desta forma, as turfas mais decompostas, pretas, que estão nas camadas inferiores do perfil estão mais sujeitas ao acúmulo de sais provenientes da água do mar.

### **Características físicas:**

Conforme mostram os resultados da tabela 1, quanto a densidade seca (DS), a TP apresentou a densidade superior aos demais materiais (402 Kg m<sup>-3</sup>), tendo seu uso mais indicado para misturas com materiais com densidade mais baixa e/ou em coberturas com maior capacidade de suporte. Entre os materiais analisados, TM, TV, SH, SF e ST, apresentam baixa densidade seca (DS), com valores entre 147 (TM) e 216 kg m<sup>-3</sup> (ST), sendo indicados para uso em bandejas para produção de mudas (KÄMPF, 2000), sendo bons substratos para coberturas mais leves.

Os substratos comerciais (SH, SF e ST) têm justificada a característica de baixa densidade devido ao uso da casca de Pinus e da vermiculita como componentes. Já as turfas apresentam densidades distintas de acordo com a sua origem. Segundo a classificação de Von Post citada por Bellé (1990), “turfas pretas” são aquelas fortemente decompostas, com alta densidade, maior conteúdo de colóides e menor porosidade, e “turfas brancas”, com cor

variando entre branca e marrom, correspondem ao material menos humificado, com baixa densidade, maior conteúdo de fibras e maior porosidade.

Conforme os valores obtidos da curva de retenção de água (Tabela 1), a TP apresentou baixa porosidade total ( $0,74 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ ), consequência da sua alta densidade. Já a TM, TV, SH, SF e ST apresentam alta porosidade total (PT entre  $0,85$  e  $0,93 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ ), com valores acima da referência ( $0,85 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ ) para substratos, segundo De Boodtet al. (1974).

Quanto ao espaço de aeração (EA), a TP tem baixo EA ( $0,14 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ ), enquanto que TM, TV e SH têm valores intermediários de EA entre  $0,23$  e  $0,25 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$  e SF e ST, entre  $0,33$  e  $0,34 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ , considerados altos conforme a referência internacional para o valor de espaço de aeração ( $0,25 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ ), sugerido por De Boodtet al. (1974).

A escolha de um substrato com um determinado valor de espaço de aeração está relacionada à espécie vegetal a ser cultivada, estágio de desenvolvimento, irrigação e/ou regime de chuvas no local onde será aplicada a cobertura verde.

Os substratos analisados obtiveram valores de água disponível (AD) abaixo do valor de referência ( $0,50 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ ) sugerido por De Boodtet al. (1974). Segundo os resultados (Tabela 01) SF, ST, TP e TV apresentam os valores mais baixos (AD de  $0,22$  a  $0,27 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ ), enquanto TM e SH têm valores mais elevados ( $0,30$  e  $0,31 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ , respectivamente), no entanto ainda inferiores ao valor referencial.

Quanto à capacidade de retenção de água dos substratos (CRA), todos os materiais apresentam altos valores de água retida em todas as tensões (Tabela 1). No entanto, o valor mais alto é encontrado na TM ( $0,38 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ ). Os valores mais elevados de retenção de água apresentados pelas turfas encontram respaldo na literatura, onde há referência de retenção de até 20 vezes a sua massa, segundo Andriessse (1988), sendo maior nas turfas fibrosas e menos decompostas (TM e TV), do que naquelas mais humificadas (TP). Também as cascas, como as de Pinus e acácia, (Handreck & Black, 1999) e a vermiculita (Burés, 1997), têm alta capacidade de retenção de água.

Embora a retenção de água (CRA) seja uma característica positiva do ponto de vista do armazenamento, é necessário considerar que mais importante é a liberação de volumes de água suficientes às necessidades das plantas em cultivo (AD). Neste contexto, os volumes disponíveis apresentados

foram baixos e inferiores àqueles retidos na mesma tensão. Desta forma, a utilização destes materiais e substratos em coberturas verdes exige um regime de irrigação e/ou chuva mais freqüente.

No entanto, na avaliação do conjunto de características, a turfa marrom (TM) apresentou o menor valor de densidade seca, maior porosidade total, maiores valores de água facilmente disponível, água disponível e capacidade de retenção de água em todas as tensões analisadas, e mesmo valor de espaço de aeração daquele sugerido como referência.

## **CONCLUSÕES**

No telhado verde, é necessário considerar que tão importante quanto à capacidade de retenção de água, é a liberação de volumes de água suficientes às necessidades das plantas em cultivo. Neste sentido, os volumes de água disponíveis observados em todos os materiais analisados foram baixos e inferiores àqueles retidos na mesma tensão. Desta forma, a utilização destes materiais e substratos em coberturas verdes exige um regime de fornecimento de água mais freqüente.

Dentre os substratos comerciais estudados, o substrato para espécies hortícolas (SH) apresentou os maiores valores de capacidade de retenção de água e água disponível para as plantas, possibilitando um maior intervalo entre irrigações ou chuvas, características importantes para o uso em telhados verdes.

A turfa marrom (TM) foi o material que demonstrou o melhor conjunto de características dentre os materiais estudados, apresentando o menor valor de densidade seca, maior porosidade total, maiores valores de água facilmente disponível, água disponível e capacidade de retenção de água, e o mesmo valor de espaço de aeração daquele sugerido como referência. Sendo assim, um bom material para o uso em telhados verdes, formando compostos com outros materiais e buscando as melhores características e a sustentabilidade do sistema.

No entanto, tornam-se necessários mais estudos com a finalidade identificar mais materiais e substratos apropriados para o uso em telhados verdes, levando-se em conta as diferentes características de cada local, tipo de

vegetação escolhida, capacidade de suporte da edificação, dentre outros fatores.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRIESSE, J. P. **Nature and management of tropical peatsoils**. Roma: FAO, 1988. 165p. (FAO Soils Bulletin, 59).

BELLÉ, S. **Uso da turfa “lagoa dos patos”(viamão/rs) como substrato hortícola**. 1990. 143 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1990.

BURÉS, S. **Sustratos**. Madrid: Ediciones Agrotécnicas, 1997. 341p.

CASTRO, A.; GOLDENFUM, J. **Uso de telhados verdes no controle qualitativo do escoamento superficial urbano**. Agosto de 2008. Programa de Pós-graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, IPH/UFRGS. Disponível em: <<http://www.ecotelhado.com.br/pt.asp?exibir=28>>. Acesso em: 08-06-12.

CRUZ, W.; LEONI, A. **Coberturas verdes na região metropolitana de Curitiba – barreiras e potencial de estabelecimento na visão dos profissionais da construção civil**. Outubro de 2008. Programa de Pós-Graduação em Const. Civil, UFPR, Brasil. Disponível em: <<http://www.piniweb.com/datapini/bancomaterias/images/ENTAC2.pdf>>. Acesso em: 09-07-12.

De BOODT, M.; VERDONCK, O. **The physical properties of the substrates in horticulture**. Acta Horticulturae, Wageningen, n. 26, p.37-44, 1972.

De BOODT, M.; VERDONCK, O.; CAPPAERT, I. **Method for measuring the water release curve of organic substrates**. Acta Horticulturae, Wageningen, n.37, p.2054-2062, 1974.

HANDRECK, K. A.; BLACK, N. D. **Growing media for ornamental plants and turf**. Sydney: Unsw Press, 1999. 448p.

KÄMPF, A. N.; FERMINO, M. H. **Substrato para plantas: a base da produção vegetal em recipientes**. Porto Alegre: Gênese, 2000. 312p.

RÖBER, R.; SCHALLER, K. **Pflanzenernährung im Gartenbau**. Stuttgart: Ulmer, 1985. 352p.

ROWEL, D. L. **Soil science: methods & applications**. New York: Longman Group, 1994. 350p.

SOUZA, A. **Tipos de poluição. A relação homem ambiente e a degradação da natureza.** Novembro de 2008. Disponível em: <[http://www.grupoescolar.com/materia/tipos\\_de\\_poluicao.html](http://www.grupoescolar.com/materia/tipos_de_poluicao.html)>. Acesso em: 15-06-12.

Recebido: 02/06/2014

Aprovado: 22/10/2014