

## VI-235 – CONSTRUÇÃO DE JARDINS VERTICAIS DE BAIXO CUSTO PARA REVITALIZAÇÃO DE ÁREAS URBANAS

**Ingrid Daiane Resende<sup>(1)</sup>**

Graduanda de Engenharia Ambiental e Sanitária pelo Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG).

**Diego Fontes Lustosa**

Graduando de Engenharia Ambiental e Sanitária pelo Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG).

**Matheus Pires Corrêa**

Graduando de Engenharia Ambiental e Sanitária pelo Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG).

**Valéria Cristina Palmeira Zago**

Graduação em Engenharia Agrônoma, Doutora em Ciência do Solo, pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, docente do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais

**João Maurício Andrade Goulart**

Graduação em Formação Especial de Professores e Mestre em Engenharia Civil, pelo Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua dos Espanhóis, 150 - Flamengo - Contagem - MG - CEP: 32241-090 - Brasil - Tel: (31) 98795-9002- e-mail: [ingridingr@hotmail.com](mailto:ingridingr@hotmail.com)

### RESUMO

Os jardins verticais estão dentre as tecnologias mais interessantes para melhorar a qualidade do ar e do microclima urbano, além de revitalizar as superfícies verticais esquecidas e depredadas no ambiente urbano. Com intuito de avaliar diferentes materiais construtivos em relação ao custo e resistência, foi implantado um experimento no campus I do CEFET-MG, instalando-se dois jardins verticais, no sistema de parede viva, em uma área subutilizada e de grande fluxo de pessoas. A construção dos jardins foi adaptada da tecnologia desenvolvida por Patrick Blanc. Foram testados dois tipos de base estrutural e dois materiais para a confecção dos bolsos que suportam as plantas. Optou-se pelo sistema de irrigação por gotejamento na parte superior dos painéis, com acionamento automático por meio da instalação de um temporizador pré-programado. Para a nutrição das plantas foi utilizado composto orgânico na base dos bolsos. Os materiais testados para a base estrutural apresentaram bastante resistência no local. Não foram verificados rachaduras, envergamentos ou outro defeito que indicasse fragilidade dessas estruturas. O muro onde os jardins foram instalados também não apresentou nenhum sinal de dano. Os materiais testados para a confecção dos bolsos mostraram-se bons suportes para as plantas, além de apresentarem boa drenagem. A análise de custos permitiu concluir que a técnica de painéis modulares, com esses materiais disponíveis no mercado, tem viabilidade econômica. Os jardins verticais ainda são restritos nas cidades pelos valores elevados cobrados pelas empresas especializadas. Conclui-se que essa tecnologia de construção de jardins verticais, utilizando-se materiais de baixo custo, pode ser adotada por empresas, órgãos públicos e residências, possibilitando a recuperação de áreas degradadas e ampliando os espaços verdes em ambientes urbanos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Jardim vertical, materiais de baixo custo, revitalização.

### INTRODUÇÃO

A arquitetura contemporânea tem focado cada vez na utilização de sistemas de verticalização de jardins, como forma de restaurar a integridade ambiental das áreas urbanas, a biodiversidade e a sustentabilidade. Vários são os benefícios dos jardins verticais, como por exemplo, a melhoria das condições bioclimáticas, proporcionando conforto térmico; alto índice de filtragem do ar em relação a gases nocivos, isolamento acústico para ambientes que necessitam de mais privacidade; a recuperação funcional e estética de áreas abandonadas e depredadas, etc (PERINI et al., 2013).

Jardins verticais são todas as técnicas ou sistemas que utilizam plantas como cobertura para paredes internas ou externas de uma edificação ou espaço construído. As técnicas de construção de um jardim vertical podem ser divididas em dois grandes sistemas. São eles, os sistemas extensivos e sistemas intensivos. Os sistemas extensivos são aqueles em que as plantas são fixadas diretamente no solo, podendo ter suportes como treliças, para auxiliar as plantas trepadeiras subir pela parede. Já os sistemas intensivos são aqueles em que as plantas não são fixadas diretamente no solo, mas sim em recipientes fixados em um suporte ou por meio da construção de painéis modulares, normalmente feitos com material geotêxtil (SCHERER & FEDRIZZI, 2014).

No caso de um sistema intensivo, também chamados de “paredes vivas” ou “paredes verdes”, a estrutura do jardim vertical é baseada em módulos, que podem ser confeccionados com diversos materiais. Existem no mercado, módulos feitos de blocos de cimento ou cerâmicas vazadas, assemelhados a vasos, com os quais pode-se construir paredes ou muros. Outros modelos modulares comerciais são feitos de treliças de madeira, plástico ou aço, onde se penduram vasos ou jardineiras. Além de outras, mais complexas, que envolvem placas de madeira ou de diferentes tipos de plásticos, fixadas a parede ou muro, com parafusos, chumbadores e perfil de aço ou alumínio. Sobre essas placas, são presos geotêxteis drenantes de diversas gramaturas, no formato de bolsos, que darão sustentação às plantas. Os bolsos são preenchidos de solo ou outros substratos. Por não estarem diretamente no solo, as plantas dependem da adição de nutrientes e de água, por isso são utilizadas soluções nutritivas, distribuídas por um sistema de irrigação por gotejamento (PERINI & ROSASCO, 2013). Esses últimos modelos descritos são adaptações dos jardins idealizados por Patric Blanc, precursor dos jardins verticais na atualidade.

Vários fatores determinam os custos de um jardim vertical, com o local de instalação, a altura, o tamanho, os tipos de plantas, o modelo e os tipos de materiais construtivos. No Brasil, os valores dos mais simples modelos utilizando treliças é de aproximadamente 300 reais/m<sup>2</sup>, sem as plantas. Porém, o valor cobrado pelas empresas especializadas em grandes projetos pode chegar a valores bem maiores, dependendo da complexidade do jardim, pelo interesse crescente sobre os jardins verticais e existência ainda de poucas empresas no ramo. Na Europa, segundo Perini & Rosasco (2013), o custo das paredes vivas varia de 400 a 1200 euros/m<sup>2</sup>.

Esses valores restringem a utilização dessas técnicas na urbanização urbana, em espaços públicos e privados. Com intuito de avaliar diferentes materiais construtivos em relação ao custo e resistência, foi implantado um experimento no campus I do CEFET-MG, construindo-se dois jardins verticais, no sistema de parede viva, visando revitalizar uma área subutilizada e de grande fluxo de pessoas.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O local escolhido para a instalação foi uma parte interna do muro limítrofe do CEFET-MG, campus I, com a calçada da rua. Anteriormente, nessa área existia uma portaria que foi fechada, porém preservou-se a estrutura da escadaria. Ao lado já existe alguns canteiros com plantas ornamentais e árvores (Figura 1). O campus I possui pouca vegetação, devido a alta densidade de construções em um espaço reduzido.



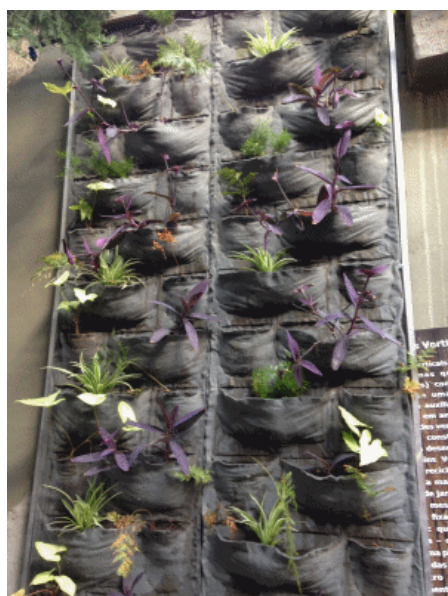
Figura 1: Local escolhido para fixação das placas

O método construtivo utilizado é uma adaptação da tecnologia desenvolvida por Patrick Blanc, que utiliza uma manta geotêxtil fixada e estruturada em uma malha metálica ou de PVC, sem a presença de solo (BLANC, 2012). Foram testados dois tipos de placas para construção dos painéis modulares, sendo uma delas feita de uma placa de compensado resinado (*madeirite*) e a outra, feita de embalagens longa vida recicladas, identificada no mercado, como “placa ecológica”, ambas com dimensões 220 x 110cm (2,42 m<sup>2</sup>) e, espessuras de 0,9 e 0,8 cm, respectivamente. As placas foram fixadas em uma estrutura metálica feita com tubos de aço metalon soldados, visando a sustentação e enrijecimento da mesma. As placas foram fixadas na parede com parafusos chumbadores tipo ‘OM’ de 12 mm.

Sobre a placa de *madeirite* foram grampeadas duas membranas de geotêxtil ‘RT 10’ (*bidim*), de maneira que formassem “bolsos” (Jardim vertical 1) e, na placa ecológica, foram afixados bolsos, confeccionados com feltro FIAKT dobrado (gramatura de 750 g/m; 100% de poliéster), e presos por rebites (Jardim vertical 2) (Figura 2).

A irrigação foi montada utilizando tubos de PVC, conexões hidráulicas e mangueiras com bicos gotejadores na parte superior dos painéis, com acionamento automático por meio da instalação de um temporizador de irrigação pré-programado. As linhas de bolsos inferiores são assim, irrigadas por gravidade, a partir da aspersão oriunda da linha de irrigação superior. Para a nutrição das plantas, são utilizados composto orgânico como substrato e biofertilizante natural para adubação foliar de manutenção.

Em ambos os jardins verticais foram utilizadas mudas de plantas ornamentais: Samambaia renda francesa (*Rumohra adiantiformis*), Aspargo (*Asparagus setaceus*), Trapoeraba Roxa (*Tradescantia pallida purpurea*), Russélia (*Russelia equisetiformis*), Barba de Serpente (*Ophiopogon jaburan*) e Singônio (*Syngonium angustatum*). Essas espécies foram selecionadas considerando a sua tolerância a plena luz solar, já que a maior parte do dia, o sol incide diretamente sobre a superfície da área do jardim vertical (Figura 2).



Jardim vertical 1



Jardim vertical 2

**Figura 2: Painéis modulares instalados e fixados no local escolhido**

## RESULTADOS OBTIDOS

Tanto a placa de *madeirite*, quanto a ecológica apresentaram bastante resistência no local, trata-se de um ambiente aberto, sujeito às intempéries. Não foram verificados rachaduras, envergamentos ou outro defeito que indicasse fragilidade dessas estruturas. O método de fixação ao muro também se mostrou resistente, mantendo as placas rigidamente presas. O muro não apresentou sinais de infiltração ou rachaduras. Ambos os materiais utilizados para a confecção dos bolsos mostraram-se bons suportes para as plantas, além de boa drenagem. O

bidim por ter menor espessura, apresentou uma pequena deformação e uma drenagem muito rápida, porém não comprometeu, até o momento, o suporte ou o suprimento de água para as plantas.

Os materiais construtivos foram obtidos no comércio de Belo Horizonte e Contagem, Minas Gerais. O feltro Fiakt foi adquirido diretamente do fabricante em São Paulo e enviado pelo correio, pois não há representante desse produto nessas cidades. Os valores foram calculados para a confecção de cada placa em separado e expressos também por metro quadrado, unidade comumente usada para precificar jardins (Tabela 1).

**Tabela 1: Custos de construção das duas placas modulares**

Material construtivos	Quantidade	Unid	Preço unitário* (R\$)	Preço total (R\$)
<b>Placa 1</b>				
Chapa de compensado resinado (220x110#0,9cm) (incl. carreto)	1	unid	40,00	40,00
Perfil de alumínio 'U' 1/2" (barra 6m)	1	unid	15,00	15,00
Perfil de metalon 20x20mm#20 (barra 6m)	1	unid	18,00	18,00
Bolsões em 'BIDIM' (manta 'RT 10')	12	m <sup>2</sup>	5,00	60,00
Parafusos tipo chumbador	6	unid	11,00	66,00
Grampos	3	cx	10,00	30,00
Grampeador de tapeçaria	1	unid	35,00	35,00
<b>Total da placa 1</b>				<b>264,00</b>
<b>Preço por metro quadrado (m<sup>2</sup>)</b>				<b>109,00</b>
<b>Placa 2</b>				
Chapa ecológica (220x110#0,8cm) (inc. carreto)	1	unid	75,00	75,00
Perfil de alumínio 'U' 1/2" (barra 6m)	1	unid	15,00	15,00
Perfil de metalon 20x20mm#20 (barra 6m)	1	unid	18,00	18,00
Bolsões em feltro (65x75cm) (incl.valor do transporte SP-BH)	10	unid	14,00	140,00
Parafusos tipo chumbador	6	unid	11,00	66,00
Rebites 1080/90 (caixa com 50 unidades)	1	cx	50,00	50,00
<b>Total da placa 2</b>				<b>364,00</b>
<b>Total por metro quadrado (m<sup>2</sup>)</b>				<b>150,40</b>

\*Valores referentes ao ano de 2016, em Belo Horizonte e Contagem-MG

O sistema de irrigação por gotejamento foi montado para atender os dois jardins verticais ao mesmo tempo. No entanto, a tabela 2 apresenta os valores dos materiais utilizados por sistema individualmente.

**Tabela 2: Materiais utilizados para o sistema de irrigação por gotejamento por placa**

Materiais para irrigação	Quantidade	Unid	Preço unitário* (R\$)	Preço total (R\$)
Temporizador para irrigação 'Amanco'	1	unid	75,00	75,00
Bicos aspersores (NA-1' - 'chula' 1/4)	4	unid	1,50	6,00
Tubo PVC 20mm soldável - AF	6	m	2,00	12,00
Conexões PVC	1	diversas	10,00	10,00
Calha (meia cana 150mm) - PVC	1,5	m	16,00	24,00
<b>Total</b>				<b>127,00</b>
<b>Total por metro quadrado (m<sup>2</sup>)</b>				<b>52,50</b>

\*Valores referentes ao ano de 2016, em Belo Horizonte e Contagem-MG

As mudas foram adquiridas no comércio local, em média por R\$ 4,00. Para a adubação de base de cada bolso, foi utilizado em torno de 300 g de substrato (composto orgânico comercial). O saco de composto com 15 kg foi adquirido por R\$ 30,00 e foram preenchidos 40 bolsos por jardim vertical, assim, o valor do composto utilizado para o preenchimento de cada bolso foi de R\$0,60. Esses valores foram muito similares nos dois jardins verticais, pois o número de plantas utilizadas foi o mesmo, variando apenas a quantidade de exemplares entre as espécies, correspondendo a R\$ 76,00/m<sup>2</sup>.

## ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Após a instalação dos painéis modulares, seguida do monitoramento e observação dos parâmetros de resistência, permeabilidade e fixação dos materiais utilizados, foram obtidos resultados consideravelmente positivos. Além disso, ambos se mostraram permeáveis, não sendo observado encharcamento dos bolsos, fenômeno muitas vezes verificado em vasos comuns de outros materiais e que prejudica o desenvolvimento das plantas.

Em relação aos materiais das placas, a chapa de compensado resinado (*madeirite*) e a chapa ecológica se mostraram resistentes às ações do tempo, assegurando sua aplicação.

A irrigação automática com uso do temporizador se mostrou eficiente, com duas regas ao dia durante 5 minutos. Tanto os bolsos superiores quanto os bolsos inferiores estavam devidamente irrigados após cada aspersão. Um pequeno excesso de água é recolhido por uma calha de tubo PVC abaixo das placas, que direciona a água a um jardim adjacente, fazendo assim um reuso da água de irrigação no jardim.

Pode-se observar por meio dos resultados da análise de custo dos dois jardins verticais (tabela 1), que ambos apresentaram um valor consideravelmente mais baixo que o praticado no mercado, o que permite afirmar a viabilidade econômica da utilização desses materiais. Os valores totais, incluindo o sistema de suporte completo, irrigação, plantas e adubação variaram entre R\$ 237,50 para o jardim vertical 1 (placa de madeirite e bidim) e R\$ 278,90 para o jardim vertical 2 (placa ecológica e feltro fiakt). Não foi considerado a mão-de-obra, por tratar-se de um experimento acadêmico.

A empresa Movimento 90º grau, por exemplo, cobrou 900 reais/m<sup>2</sup> pelo jardim vertical da empena cega do edifício Hud's, em São Paulo (BABADOBULOS, 2015). Segundo o Manual de Construção, disponível no site da empresa, os materiais utilizados pela empresa citada são bastante similares ao do jardim vertical 2 e, considerando que mesmo com algumas alterações de preço dos materiais no mercado de São Paulo, acredita-se que a diferença entre os valores se deve a inclusão da mão-de-obra e de alguns equipamentos específicos para projetos maiores, como andaimes e guindastes.

Segundo Perini & Rosasco (2013), que analisaram o ciclo de vida de diferentes sistemas de jardins verticais, afirmar que, para aumentar a sua sustentabilidade econômica e social, os custos dos sistemas precisarão ser reduzidos, possibilitando a ampliação dessas tecnologias em áreas urbanas adensadas.

## CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Por meio da análise de custo realizada, conclui-se que é possível construir e implantar painéis modulares utilizando materiais de baixo custo e de simples mão de obra. Dessa forma, é comprovada a viabilidade da construção de jardins verticais em áreas urbanas de diferentes locais e classes sociais.

Tanto as placas quanto os bolsos apresentaram ótimos resultados de resistência e fixação, comprovando assim sua utilidade. Em relação à irrigação por bicos gotejadores, recomenda-se verificar periodicamente se os bolsos inferiores da placa estão recebendo água suficiente ou em excesso, regulando o temporizador da forma mais adequada possível, diante das mudanças climáticas e sazonais do local de instalação.

Recomenda-se também, monitorar o jardim vertical diariamente, impedindo alguma obstrução na mangueira ou nos bicos gotejadores, bem como verificar se não houve nenhum dano aos bolsos, à placa ou às plantas.

Foi comprovado por alunos, professores e servidores do CEFET-MG que os jardins verticais trouxeram nova vida e ornamentaram um local esquecido da instituição, revitalizando assim a área e gerando bem-estar e conforto visual.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BABADOBULOS, T. Prédio na rua Helvétia é o primeiro a ganhar jardim vertical do Minhocão. In: **Folha de São Paulo**. Disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br/saopaulo/2015/07/1651092-predio-na-rua-helvetia-e-o-primeiro-a-ganhar-jardim-vertical-do-minhocao.shtml> Acesso em: 28 mai 2017
2. BLANC, P. **The Vertical Garden: from nature to the city**. Revised and Updated. W.W.Norton & Company: London -New York, 2012.
3. PERINI, K. et al. Vertical greening systems, a process tree for green façades and living walls. **Urban Ecosystems**, v. 16, n. 2, p. 265-277, 2013.
4. PERINI, K.; ROSASCO, P. Cost-benefit analysis for green façades and living wall systems. **Building and Environment**, v. 70, p. 110-121, 2013.
5. SCHERER, M. J.; FEDRIZZI, B. M. Jardins verticais: potencialidades para o ambiente urbano. In: **Revista Latino-Americana de Inovação e Engenharia de Produção**. UFPR. Vol. 2, n. 2. Jan/jul. 2014.