

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

MOHAMAD BAKKAR GHANNOUM

**VIABILIDADE DA IMPLANTAÇÃO DE JARDINS VERTICAIS: PROJETO,
IRRIGAÇÃO E AMBIÊNCIA.**

UBERLANDIA

2019

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

MOHAMAD BAKKAR GHANNOUM

**VIABILIDADE DA IMPLANTAÇÃO DE JARDINS VERTICAIS: PROJETO,
IRRIGAÇÃO E AMBIÊNCIA.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Agronomia, Campus Uberlândia, da Universidade Federal de Uberlândia, como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Orientadora: Adriane de Andrade Silva

UBERLÂNDIA
2019

MOHAMAD BAKKAR GHANNOUM

**VIABILIDADE DA IMPLANTAÇÃO DE JARDINS VERTICAIS: PROJETO,
IRRIGAÇÃO E AMBIÊNCIA.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Agronomia, Campus Uberlândia, da Universidade Federal de Uberlândia, como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Uberlândia, 16 de dezembro de 2019.

Prof^a. Dr^a. Adriane de Andrade Silva – UFU – orientadora

Prof^a. Dr^a. Iris Cristiane Magistrali – UFU

Eng. Agrônomo. Renato Aurélio Severino de Freitas – UFU

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, arquiteto maior de todo o universo, por me dar o dom da vida, e permitiu que tudo isso acontecesse, ao longo de minha vida, e não somente nestes anos como universitário.

Aos meus pais, por sempre serem meus maiores apoiadores em todas as decisões de minha vida, ao meu avô pela dedicação e carinho comigo, aos meus irmãos pelo elo não só de sangue, mas também de amor, aos familiares por sempre estarem de prontidão quando precisei de apoio.

Agradeço aos professores por todo conhecimento adquirido, em especial a professora Adriane de Andrade Silva, por me apoiar, confiar, e me instruir não somente nesse trabalho, mas também em vários momentos da minha vida acadêmica.

A Universidade Federal de Uberlândia e ao Instituto de Ciências Agrárias pela oportunidade de formação e aprendizado.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, aos amigos que fiz ao longo dessa trajetória, o meu muito obrigado.

RESUMO

GHANNOUM, M. B. **Viabilidade da implantação de jardins verticais**: projeto, irrigação e ambiência. 2019. 33 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) 33p. Universidade Federal de Uberlândia, MG, 2019.

A ligação das pessoas com a natureza promove bem-estar. Em ambientes fechados uma possibilidade de se promover essa ligação está na implantação de jardins verticais que possuem além do aspecto paisagístico, melhoria na ambiência. Sendo assim, objetivou-se avaliar a viabilidade e os custos práticos da implantação de um jardim vertical para fins de paisagismo e ambiência. Realizou-se um projeto de jardim vertical e a sua implantação em uma sala de reuniões de uma empresa na cidade de Uberlândia- MG, em que foram definidas a área de execução, a viabilidade técnica de disponibilidade de ponto de água e energia para implantação do sistema de irrigação automatizado, o desenvolvimento do projeto paisagístico com a definição das espécies e sua implantação em um sistema de treliças com pergolado e a verificação da temperatura ambiente antes e depois da implantação do jardim vertical. Observou-se que a área do jardim vertical seria de 11,8 m², em uma área com meia sombra. Foram escolhidas 4 tipos de samambaias (Americana, de metro, Holandesa e Azul), Lambari, costela de adão, Columéia batom, Aspênio e Peperônia, além das orquídeas (*Phalaenopsis x hybridus*). O sistema de irrigação implantado, foi do tipo automatizado da Empresa Rain Bird e foi escolhido por ser um ambiente corporativo possibilita a automatização sem a necessidade de funcionário deslocado para essa função, que tem que ser realizado, independente de período de férias, finais de semana, ou outros períodos sem expediente, sendo considerado durante o período de avaliação satisfatório para a manutenção das plantas sem encharcamentos, promovendo baixa taxa de reposição das plantas mantendo o painel vertical com beleza paisagística ao longo do período de avaliação com gasto de água de menos de 400 L por mês. Observou-se redução de aproximadamente 3 °C após a implantação do jardim vertical na sala de reuniões, além da melhoria paisagística do local. O preço de custo do projeto é de aproximadamente R\$ 450,00, podendo ser cobrado pelo profissional valor até 4 vezes superior, dependendo das espécies escolhidas e detalhamento do projeto. Conclui-se que o projeto de jardim vertical apresentou viabilidade paisagística e de ambiência, promovendo melhoria na qualidade visual da sala de reuniões e redução da temperatura do ambiente. O sistema de irrigação com automação permitiu que as plantas mantiveram-se vivas e vigorosas durante toda a condução do projeto, com gasto de água reduzido. Jardins Verticais são uma união de saberes diversos de áreas e representam uma possibilidade de atuação do engenheiro agrônomo para planejamento execução e manutenção.

PALAVRAS-CHAVE: Ambiência; Irrigação automatizada; Painéis verticais; Paisagismo.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 -	Projeto jardins verticais de Patrick Blanc, One Central Park, Sidney.	12
FIGURA 2 -	Obras de Patrick Blanc de jardins Verticais internos em Bangkok e em Sidney.	12
FIGURA 3 -	Modelos rústicos de jardins verticais, com uso de materiais reciclados.	13
FIGURA 4 -	Dimensionamento da área para implantação do Jardim vertical.	17
FIGURA 5 -	Manômetro utilizado para medir a pressão da coluna de água disponível no prédio	19
FIGURA 6 -	Vista do Corredor em que foi instalado o jardim vertical e no detalhe a incidência de luz solar na sala e não na parede onde instalou-se o jardim.	22
FIGURA 7-	Gotejador Xeri-Bug Raib Bird®.	23
FIGURA 8 -	Modelo usado de Layout das plantas do painel vertical	24
FIGURA 9 -	Painel com as espécies vegetais implantadas	25
FIGURA 10 -	Colocação da treliça no local definitivo do projeto e de percolado	27
FIGURA 11 -	Ponto de água onde foi acoplado o sistema de irrigação	28
FIGURA 12 -	Válvulas solenoides	28
FIGURA 13 -	Detalhe do sistema de gotejamento em cada vaso acoplado as treliças.	29
FIGURA 14 -	Detalhe da alocação de vasos	30

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 -	Incidência luminosa no painel de jardim vertical, Uberlândia – MG.	21
TABELA 2 -	Dados obtidos referente aos gastos de água por mês de monitoramento.	26
TABELA 3 -	Componentes e produtos utilizados bem como a quantidade utilizada	31

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	REFERENCIAL TEÓRICO	11
3	MATERIAL E MÉTODOS	17
4	RESULTADOS E DISCUSÃO	21
5	CONCLUSÕES	31
	REFERÊNCIAS	32

1 INTRODUÇÃO

Os jardins verticais se tornaram uma tendência mundial há cerca de dez anos em âmbito mundial, e a aproximadamente cinco anos no Brasil. A técnica consiste na alocação de espécies vegetais de forma vertical, seja esta feita com um conjunto de vasos em uma residência, ou até mesmo em uma grande fachada de edifícios utilizando técnicas especializadas.

Os primeiros registros de verticalização de jardins planejados se deram aproximadamente 450 a.C nos jardins suspensos da Babilônia, uma das sete maravilhas do mundo antigo. A ideia foi do rei Nabucodonossor, que queria presentear sua esposa, rainha Amytis, como uma forma de recriar a paisagem de origem da mesma, construindo jardins suspensos e que lembrasse a região montanhosa e de diferentes tipos de vegetações, como uma forma de mudar a paisagem plana e desértica na região que hoje se situa o Iraque (BEZERRA, 2019). Vale ressaltar que os jardins suspensos projetados naquela época tinham como parte do projeto, uma irrigação eficiente com as águas do rio Eufrates, apesar de não ter sido obtido relatos concretos de sua existência.

Jardim Vertical é um termo descritivo usado para se referir a formas de vegetalizar na totalidade ou parcialmente fachadas de edifícios. É também o termo para referir um sistema de anexação de plantas a estruturas de engenharia civil e paredes de prédios verdejantes (MIR, 2011; OTTELÉ, 2011).

Atualmente além da questão de embelezamento de locais públicos e privados nas cidades, tem-se a preocupação com o ambiente e o bem-estar das pessoas que nelas vivem. Os jardins verticais não têm na sua composição e realização, uma forma para se seguir, sendo assim podemos encontrar nos dias atuais diversas técnicas para implantação, sendo essas influenciadas pelos ambientes que se deseja colocar as paredes verdes, termo também utilizado para esse tipo de jardim.

Os benefícios dos jardins verticais em ambientes urbanos são inúmeros e podemos destacar alguns importantes, como a redução no efeito 'Ilha de Calor', melhorias na qualidade do ar, regulação acústica e térmica, ganhos econômicos, estética do edifício, retenção de água, aumento da biodiversidade urbana.

Há uma grande magnitude de opções com a utilização dessa técnica que vem ganhando cada vez mais notoriedade no Brasil e no mundo, bem como as diferentes maneiras que pode ser realizado, e também a importância de planejamento para execução e uso de sistemas de irrigação eficientes e manutenções preventivas, para garantirem o intuito inicial da verticalização de um jardim.

Um componente de extrema importância que é utilizado para que se tenha um jardim vertical com qualidade e que se mantenha de acordo com a sua proposta inicial durante anos, é a irrigação automatizada, que de uma maneira eficiente e calculada, são disponibilizadas a esse tipo de cobertura vegetal, quantidade diárias ideias de água e inclusive de outros insumos como os nutrientes.

A pesquisa será desenvolvida para implantação e monitoramento de um projeto realizado pelo autor, incluindo as etapas de descrição da implantação do projeto, materiais utilizados, as manutenções, e informações técnicas de grande importância na escolha de espécies vegetais e suas necessidades hídricas bem como os seus custos. Sendo assim, serão descritas quais técnicas são utilizadas e a importância de um sistema de irrigação eficiente na sobrevivência das espécies em espaços artificiais verticais.

Esse trabalho tem como objetivo testar a viabilidade prática da implantação de um jardim vertical para fins de paisagismo e ambiência. Demonstrar e comprovar a eficiência no uso de irrigação automatizada para jardins verticais e alterações climáticas nos ambientes. Verificar a viabilidade da implantação de jardins verticais, desde o projeto, irrigação e climatização.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Para que possamos entender e nos situarmos no contexto brasileiro e mundial sobre a importância de áreas verdes em centros urbanos, tomamos de referência dados disponíveis na plataforma da rede social brasileira por cidades justas e sustentáveis que utiliza-se como referência de meta a preconizada pela Organização Mundial de Saúde (OMS), que recomenda que estas devem possuir 12m² de área verde por habitante. Na cidade de São Paulo por exemplo esse valor é de 16,60m²/hab em 2017, e neste site não há esses registros para outras cidades. Na cidade de Uberlândia o Índice de Áreas Verdes por Habitantes (IAVHab) levando em consideração o total de habitantes e o total de áreas verdes do perímetro urbano o índice é de 7,41 m²/habitantes (SILVA, 2018), abaixo do preconizado pela OMS. Se por um lado atribui-se a São Paulo o título de Capital “Selva de Pedra”, aparentemente ela atende ao preconizado e Uberlândia, considerada uma cidade com bom planejamento de crescimento e desenvolvimento, nesse quesito está abaixo do ideal.

Com a crescente demanda por espaços físicos e adequação do meio urbano as necessidades da população, devido principalmente a questão de acessibilidade, a presença de áreas verdes nos grandes centros urbanos de um modo geral tem se reduzido, apesar do reconhecimento de sua importância (CAPUDI, 2013). O que se observa em grandes centros urbanos são as densas áreas construídas, o que torna o metro quadrado de edificações e terrenos mais caros, elevando o custo, mesmo sendo interessante e desejável a destinação de espaços como jardins e áreas verdes. Segundo Rodrigues (2010), a vegetação presente nas cidades tem numerosos usos e funções. As diferenças entre as regiões arborizadas e aquelas desprovidas de arborização são facilmente percebidas, sendo os locais arborizados muito mais agradáveis aos sentidos humanos. Conviver próximo a áreas verdes traz benefícios diretos e indiretos à população local. As plantas, são meios de liberação de oxigênio para a atmosfera, diminuindo o dióxido de carbono, sendo este papel crucial na melhoria da qualidade do ar. As mesmas evitam ainda a erosão, melhoram o clima, aumentam a biodiversidade, proporcionam alimento e refúgio a muitas espécies animais, assim como outros (LYNCH, 2007).

Os Jardins Verticais criaram popularidade na década de 1980, quando Patrick Blanc, inovou a técnica de verticalização de jardins e criou obras de paredes verdes, com a ideia de unir em um espaço vertical, diferentes espécies de plantas, das mais variadas partes do mundo. Para isso, criou um sistema hidropônico, através da instalação de placas de PVC, acopladas a mantas de rega que sobrepostas a essas estruturas encontraria ali o lugar ideal para a fixação de plantas e sua sobrevivência. Isso fez com que sua técnica fosse conhecida mundialmente não

só pela tecnologia, mas também pela união de arte, cidades, e jardins, criando ambientes agradáveis e belos (VERTICAL GARDEN, 2016).

Conforme observa-se nas figuras 1 e 2, Patrick Blanc idealizou vários projetos unindo a projetos paisagísticos a verticalidade dos jardins, e demonstrando a versatilidade desta técnica.

FIGURA 1- Projeto jardins verticais de Patrick Blanc, One Central Park, Sidney



Fonte: vertical garden (2019).

FIGURA 2- Obras de Patrick Blanc de jardins Verticais internos em Bangkok e em Sidney



Fonte: vertical garden (2019).

O Jardim Vertical é um instrumento utilizado no paisagismo e consiste no revestimento de muros e paredes, internos ou externos, com vegetação diversa modificando e melhorando a qualidade ambiental, tanto em relação à temperatura, umidade como também em relação à

estética, auxiliando e amenizando a falta de áreas verdes em zonas urbanas. Auxiliando ainda no sequestro de carbono e melhorando a qualidade de vida do ser humano (GENGO et al., 2013).

Existem atualmente inúmeras formas de se fazer um jardim vertical, que variam de formas mais básicas, até técnicas muito avançadas. O que diferencia os projetos são os materiais frente aos materiais de maior rusticidade (FIGURA 3) ou maior tecnologia embutida, e a técnicas acopladas como a importância do uso de uma irrigação eficiente, além de manejos para a manutenção preventiva e programada para a sobrevivência das plantas e flores utilizadas que levam a exuberância dos jardins verticais.

FIGURA 3- Modelos rústicos de jardins verticais, com uso de materiais reciclados



Fonte: Acervo pessoal.

Os jardins verticais podem ser classificados em extensivos ou intensivos. A fachada verde é o tipo de jardim vertical que usa espécies trepadeiras ou pendentes para cobrir uma determinada superfície vertical. A vegetação pode ser conduzida diretamente na parede ou em alguma estrutura do mesmo suporte (KONTOLEON e EUMORFOPOULOU, 2010; PÉREZ et al., 2011; MANSO; CASTRO-GOMES, 2015; PERINI et al., 2011).

No caso das trepadeiras crescerem diretamente na parede, a fachada verde é classificada como “Direta”, porém quando crescerem direcionadas por sistemas adjacentes e independentes da parede são chamadas “Indiretas” (MANSO; CASTRO-GOMES, 2015).

Quanto as fachadas verdes indiretas podemos dividi-las em dois modelos: treliças modulares e rede de cabos. Treliças modulares são módulos tridimensionais feitos com fios de aço galvanizado soldados, formando um painel com grades nas laterais do módulo. Estes

painéis são leves, rígidos e podem ser empilhados para ampliar a área de cobertura, permitir formas variadas e formar paredes independentes. As redes de cabo são mais flexíveis e constituídas por cabos de aço ligados e fixados na parede por abraçadeiras cruzadas (KONTOLEON; EUMORFOPOULOU, 2010; SHARP et al., 2008;).

A vegetação embutida pode ser plantada na parte da base das estruturas ou da parede, diretamente colocada no chão ou nas jardineiras intermediárias que são fixadas ao longo da estrutura de suporte. Em jardineiras combinadas são necessários mecanismos de irrigação e fertilização adequados, com o objetivo de levar água e nutrientes para as plantas em níveis acima do solo. Outro fator importante é a dimensão destas jardineiras, pois o tamanho delas é que determina o espaço para raízes se desenvolverem (BARBOSA; FONTES, 2016).

Parede Viva ou Living Wall refere-se às tecnologias que consistem em painéis ou módulos de diferentes materiais, que podem ser pré-plantados ou não e são presos em estruturas verticais de suporte, que sustentam todo o sistema, ou diretamente à parede (SHARP et al., 2008).

Este tipo de jardim vertical possui alta tecnologia nos processos de produção e instalação, e permite a integração da natureza em edifícios altos. A estrutura básica se resume a um suporte, geralmente metálico, fixado à parede; uma membrana impermeável e os painéis ou módulos onde a vegetação será plantada. Esta estrutura básica pode variar e apresentar todos os elementos ou apenas alguns deles. As paredes vivas podem ser classificadas em dois modelos: as contínuas ou Muro vegetal e as modulares (MANSO; CASTRO-GOMES, 2015; SHARP et al., 2008).

As paredes vivas contínuas referem-se à tecnologia desenvolvida por Patrick Blanc, composta por três partes: a estrutura metálica de suporte, placa de PVC e duas camadas de feltro ou tecido geotêxtil (BLANC, 2008). A vegetação é plantada diretamente no feltro, e através de cortes na primeira camada são moldados bolsos onde é encaixada a planta. Nas camadas de feltro as plantas formam as raízes no substrato e no tecido e podem se espalhar por toda e qualquer extensão, por isso parede viva contínua é usado para definir o resultado. As camadas de feltro são presas em uma placa impermeável de PVC, a com o objetivo de evitar danos à parede.

O sistema é preso em suportes metálicos verticais, que podem ser fixos à parede ou serem independentes, cobrindo a área desejada e formando um tapete uniforme de vegetação. BLANC (2008) ressalta a alta capilaridade do feltro, o que garante melhor distribuição de água para a parede viva. A estrutura metálica, presa à parede, permite um afastamento entre o sistema

e a construção, formam um bolsão de ar e transforma o conjunto em um sistema de isolamento térmico e acústico, além de manter a integridade do prédio (BARBOSA; FONTES, 2016).

As raízes percorrem todo o espaço da espuma, sendo também considerada parede viva contínua. As paredes vivas modulares podem seguir a estrutura básica de construção, porém, existem diferenças referentes ao design e material dos módulos e mudam assim, a técnica construtiva. Os módulos são peças com dimensões específicas, feitos de materiais diversos e que podem ser justapostos formando painéis, que podem ser fixados em uma estrutura de suporte (MANSO; CASTRO-GOMES, 2015; SHARP et al., 2008;) ou diretamente na parede, como os blocos cerâmicos e de concreto.

Manso e Castro-Gomes (2015) classificaram estes módulos em: tabuleiros, vasos, revestimentos de plantio e sacos flexíveis. Para cada categoria existe uma ampla gama de produtos disponíveis no mercado. As paredes vivas de tabuleiros referem-se a recipientes rígidos e com profundidade, presos uns aos outros e que seguram o substrato e as plantas. Estes recipientes são geralmente metálicos ou de plástico.

Já as paredes vivas de vasos são constituídas por uma estrutura telada de aço galvanizado, os vasos são presos por ganchos ou presilhas nas telas. Os revestimentos de plantio são módulos que não apenas recebem as plantas, mas também cumprem função de revestimento interno ou externo, ou seja, são assentados diretamente na parede com argamassa, destacam-se os módulos feitos em concreto fundido e cerâmica. Já a tecnologia dos sacos flexíveis é a menos utilizada e são feitos de feltro ou tecido, geralmente vendidos para jardinagem amadora (BARBOSA; FONTES, 2016).

Para que haja sucesso na implementação de um jardim vertical é imprescindível a avaliação do local, levando em consideração a iluminação e o clima, necessidade nutricional, necessidade hídrica, fatores determinantes para a escolha das plantas ideais para serem cultivadas.

Em um jardim vertical, é imprescindível um sistema de irrigação eficiente, para que haja uniformidade da quantidade e distribuição de água. Sendo assim, se opta por um sistema automático, no qual se tem uma precisão nestas questões.

Em ambiente de sol pleno, dentre as espécies que melhor se adaptam neste local é possível citar a aspargo-pluma (*Asparagus densiflorus*), a barba-de-serpente (*Ophiopogon jaburan*), a brilhantina (*Pilea microphylla*), o colar-de-pérolas (*Senecio rowleyanus*), o clorofito (*Chlorophytum comosum*), a flor-canhotinha (*Scaevola aemula*), a flor-de-coral (*Russelia equisetiformis*), a hera-inglesa (*Hedera helix*), a jibóia (*Epipremnum pinnatum*), o lambari-roxo (*Tradescantia zebrina*), a orquídea-grapete (*Spathoglottis*

unguiculata), o lírio (*Liriope spicata*), a tilândsia (*Tillandsia sp*) e a trapoeraba-roxa (*Tradescantia pallida purpúrea*). Já para ambientes de meia-sombra ou para o cultivo no interior da residência, o antúrio (*Anthurium andraeanum*), o asplênio (*Asplenium nidus*), a babosa-de-pau (*Philodendron martianum*), a barba-de-sepente (*Ophiopogon jaburan*), a bromélia (*Guzmania sp*), a columéia-peixinho (*Nematanthus wettsteinii*), o chifre-de-veado (*Platycerium bifurcatum*), a chuva-de-ouro (*Oncidium sp*), o dedo-de-moça (*Sedum morganianum*), o dinheiro-em-penca (*Callisia repens*), a falenópsis (*Phalaenopsis x hybridus*), a flor-batom (*Aeschynanthus radicans*), a flor-de-maio (*Schlumbergera truncata*), a peperômia (*Peperomia scandens*), o rabo-de-gato (*Acalypha reptans*), a ripsális (*Rhipsalis bacífera*), a renda-portuguesa (*Davalia fejeensis*), a samambaia (*Nephrolepis exaltata*), o singônio (*Syngonium angustatum*) e a vriésia (*Vriesea sp*).

É possível cultivar praticamente qualquer espécie de plantas e até de árvores em jardins verticais, contanto que as raízes tenham espaço para se desenvolver no suporte utilizado, desde que a peça possa suportar o peso total da planta contando com a terra úmida. Como recomendação é aconselhável evitar as espécies venenosas e flores que possuam cheiro forte.

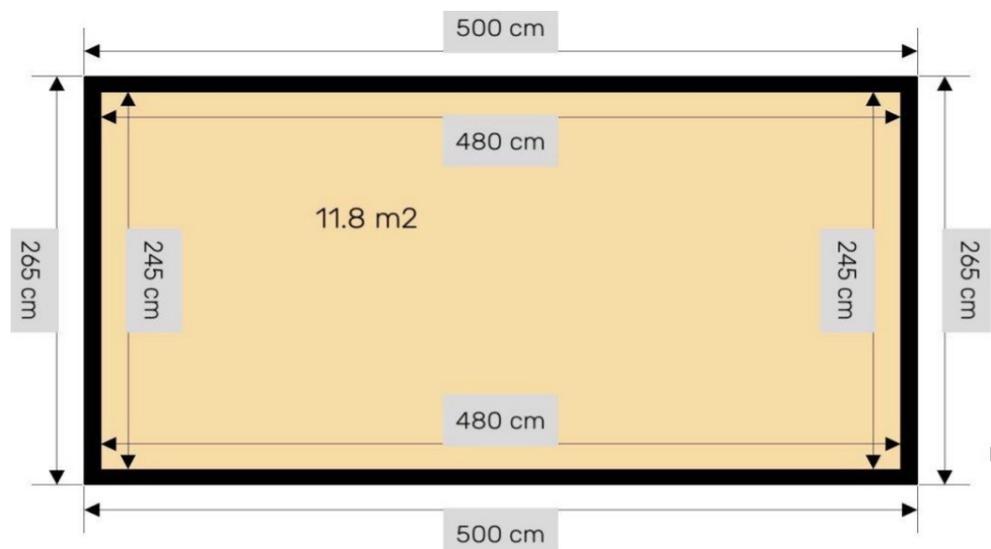
3 MATERIAL E MÉTODOS

O projeto foi idealizado visando a implantação e monitoramento de um jardim vertical alocado em uma sala de reuniões de uma empresa localizada em Uberlândia- MG. A instalação de jardins verticais tem sido utilizada com valorização do aspecto natural das plantas como ferramenta da função paisagística, de ambiência, agregando os aspectos técnicos de sistemas automatizados de irrigação e escolha adequada de espécies vegetais.

Iniciou-se o planejamento para a instalação de um jardim vertical em 18 de novembro de 2018, em uma sala de reuniões na sede de uma empresa. Para tal inicia-se a visita ao local e observa-se as dimensões espaciais, os pontos de luz, água, para definição da técnica a ser implantada.

]Realizou-se a medição do local que seria alocado o futuro jardim na estrutura de aço na forma de treliças. O espaço continha 5,00 metros por 2,65 metros de altura, sendo descontado 20 cm de cada extremidade como borda da estrutura da treliça, totalizamos uma área útil de 11,8 metros quadrados.

FIGURA 4 - Dimensionamento da área para implantação do Jardim vertical



Fonte: Acervo pessoal.

Realizou-se a confecção do jardim através do método intensivo de paredes vivas de vasos. Neste método se coloca uma estrutura metálica telada de ferro, fixada à parede. Nessa estrutura, os vasos de plástico são alocados por meio de presilhas. Realizou-se a confecção da estrutura de ferro, pintado com tinta esmalte sintético, à base de solvente. Essa pintura se torna importante, uma vez que a estrutura metálica será exposta a intemperes climáticos, e em contato

com a água proveniente da irrigação diariamente. Isso faz com que a durabilidade do material seja estendida evitando-se desgaste corrosivo.

A estrutura possui em suas bordas, cinco centímetros de espessura, os cabos horizontais e verticais possuem cinco milímetros de diâmetro entrelaçados em espaços de 10x10 cm, formando uma tela, que é dimensionada dessa maneira para realização do acoplamento dos vasos de polietileno. Nas suas extremidades são colocados parafusos de 15 cm para que se fixe a estrutura na parede. Os mesmos são colocados na parte superior, mediana e inferior do painel, garantindo assim a fixação e sustentação na parede da estrutura de ferro, suportando o peso da estrutura de 60 kg, mais o peso dos vasos com as vegetações que se somam 380 kg.

Para determinação da incidência solar no local, realizou-se a análise do local em relação a incidência solar Leste (L) e Oeste (W), que, trata-se da orientação referente ao local do nascer do sol e onde se põe, o que ajuda a definir os hábitos das plantas que terão melhor desenvolvimento e embelezamento no local. Essa avaliação foi realizada com a presença no local durante um dia e observação visual da incidência de sol diária direta. Foi observado que no mês de outubro o local apresenta entre 4 a 5 horas de incidência direta. Essa condição indicou a escolha seriam plantas de meia sombra. A análise de incidência de luz foi realizada nos meses de novembro de 2018.

Deve-se planejar qual será a forma de fornecimento de água para o jardim vertical, visto que esse fornecimento é fundamental para que se mantenha sempre vistoso. Entre as opções estavam o fornecimento de água através de mangueira de forma manual e sistema de irrigação automático. Foi definido com a participação do gestor da empresa, que a função do jardim vertical próximo a sala de reuniões teria uma função primordial de paisagismo, e depois a função de conforto térmico. Considerados os custos de implantação, colocou-se que a utilização de mangueira, principalmente em ambientes corporativos, gera a necessidade de definição de pessoa responsável pela execução da tarefa, ciclos de rega de tempo e vazão indeterminados, que normalmente reduzem a vida útil das plantas, e propiciam ambientes de maior incidência de doenças pelo encharcamento e ou ressecamento constante dos vasos.

O sistema de irrigação pode ser instalado desde que se disponibilize a presença de ponto de água no local, energia, e possibilidade de drenagem. Então foi verificado esses requisitos e confirmada a possibilidade de o sistema ser automatizado. Nessa etapa foi necessário a realização da medição da vazão no ponto, para posterior cálculo de acordo com o número de vasos que seriam ali alocados, e se a própria vazão e pressão seriam suficientes para atender ou seria necessário um sistema de bombeamento.

Na medição da vazão, obtivemos um valor de 17 litros por minuto, utilizamos um balde com volume conhecido de 20 litros, e foi feita o enchimento do mesmo até o volume de 10 litros, no intervalo de 1 minuto, o procedimento foi realizado 3 vezes para que se obtivesse um valor médio e mais precisão. Com esse valor utilizamos a formula de vazão total que é $Q=V/t$ (Q = vazão; V = volume; t = tempo). Na medição da pressão, foi utilizado um manômetro (Figura 5), o qual foi acoplado a rede de água e ligado para verificar a pressão da coluna d'água. Obteve-se o valor de 30 m.c.a (metros de coluna de água).

FIGURA 5 - Manômetro utilizado para medir a pressão da coluna de água disponível no prédio



Fonte: Acervo pessoal.

Para implantarmos a irrigação automatizada, diversos componentes são utilizados no sistema, são eles: mangueiras de polietileno, gotejadores, hidrômetro, tubulação pvc 25 mm, controlador, sensor de chuva, válvulas solenoides, caixa de válvulas, filtro de tela, e diversos acessórios relacionados.

Para escolha das plantas, foram utilizadas as informações citadas de forma que no local da implantação se tornasse um ambiente ótimo para o estabelecimento e sobrevivência das espécies a serem escolhidas. As etapas de definições de números de vasos, escolha das plantas e definição dos sistemas de irrigação foram realizadas através do projeto a ser apresentado nos resultados da construção do Jardim Vertical.

Como forma de verificar a eficiência quanto a temperatura da sala de reunião que seria alocado o jardim vertical, foi proposto realizar medições periódicas para monitoramento e comparação antes e depois da implantação e comparar os resultados. Para isso foi escolhido um Datalogger de Temperatura à prova d'água, marca Asko, modelo AK170.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após análise da incidência de luminosidade foi observada (Tabela 1), que a variação de luz não ocorreu de forma muito diferenciada, caracterizando o jardim vertical como área de meia sombra.

Tabela 1 - Incidência luminosa no painel de jardim vertical, Uberlândia – Mg.

Mês/ ano	Horas de incidência	Classificação Luminosa
Novembro/2018	4 a 5 horas	Meia Sombra
Dezembro/2018	4 a 5 horas	Meia Sombra
Fevereiro/2019	5 a 6 horas	Meia sombra /luminosidade média
Abril/2019	4 a 5 horas	Meia Sombra
Julho/2019	4 a 5 horas	Meia Sombra
Setembro/2019	4 a 5 horas	Meia Sombra

A definição para meia sombra, é a incidência solar de até 3 horas no período menos quente do dia. Isso significa que, o melhor horário para as espécies que se categorizam nessa definição, é antes das 11 horas ou depois das 16 horas (Thaco, 2018). As espécies que são classificadas para ambientes com sombra não podem receber sol direto em nenhum período do dia. Contudo, isso não significa que elas devem ficar em ambientes sem nenhuma luminosidade, sendo necessário pelo menos luz indireta a maior parte do dia. Neste projeto, considerou-se plantas de meia sombra, ou seja as que sobrevivem sem a necessidade de incidência direta de luz.

Essa caracterização ocorreu em função da posição do prédio em que instalou-se o jardim vertical em função da sala ficar localizada a oeste do prédio, e a distância entre a sala e o muro ser de aproximadamente 5 metros, sendo o prédio com 2 andares e o jardim vertical ficar localizado na parte inferior, em que há entrada de luminosidade, mas não há angulação suficiente para sol direto sobre o painel.

Figura 6 - Vista do Corredor em que foi instalado o jJardim vertical e no detalhe a incidência de luz solar na sala e não na parede onde instalou-se o jardim



Fonte: Acervo pessoal.

De acordo com as medições realizadas no local, podemos concluir o espaçamento que será utilizado entre os vasos para o plantio. Foi escolhido o vaso modelo meia lua com dimensões 25 x 25 cm, e com isso a área útil de cada vaso e para um maior enchimento, é de 32 cm de espaço horizontal e 40 cm de espaço vertical. Com isso calculamos o número de vasos que serão utilizados, que se somam um total de 90 vasos, sendo, 15 vasos na horizontal e 6 vasos na vertical em cada linha, ou seja, 6 linhas horizontais, com 15 vasos em cada.

Em cada vaso será colocado um gotejador da marca Rain Bird®, modelo emissor Xeri-Bug (FIGURA 7), com vazão de 1 galão por hora, o que resulta em 3,78 litros por hora, e com pressão de trabalho de 1,0 a 3,5 bars.

FIGURA 7 - Gotejador Xeri-Bug Raib Bird®



Fonte: Acervo pessoal.

Tendo-se o valor de vazão, pressão, número de vasos, e modelo do gotejador a ser utilizado, podemos concluir que o sistema não necessita de bombeamento, e que a própria pressão e vazão no local de água é suficiente para atender a especificidade do projeto.

Depois de pesquisado e analisado diversas espécies de plantas, foram escolhidas nove espécies, são elas:

- Samambaia Americana (*Nephrolepis exaltata*)
- Columéia Batom (*Aeschynanthus radicans*)
- Samambaia Metro (*Nephrolepis exaltata*)
- Asplênio (*Asplenium nidus*)
- Lambari (*Tradescantia zebrina*)
- Samambaia Azul (*Polypodium aureum*)
- Costela de Adão (*Monstera deliciosa*)
- Peperomia (*Peperomia scandens*)
- Samambaia holandesa (*Nephrolepis exaltata*)

De acordo com o conhecimento prático e paisagístico, foi montado um layout do projeto (Figura 8) para que mostrasse de maneira visual e para que fosse seguido onde plantar e alocar cada espécie. O mesmo foi feito através do programa Excel.

FIGURA 8 - Modelo usado de Layout das plantas do painel vertical



Fonte: Acervo pessoal.

Outro fator importante, é o plantio correto das mudas nos vasos que serão alocados no jardim vertical. Estes devem ter uma boa drenagem (feita com colocação de argila expandida), quantidade suficiente de substrato e adubo, e o torrão da planta ser conservado para melhor adaptação ao novo ambiente.

Durante a manutenção das plantas foram necessárias poucas adaptações. Observa-se na Figura 9, que houve a inclusão de orquídeas (*Phalaenopsis x hybridus*). Essa inclusão deveu-se a não adaptação da espécie samambaia azul, que após a colocação teve dificuldades de adaptação ao local, não causando contraste satisfatório no painel. Assim, optou-se pela inclusão das orquídeas que mantêm a inflorescência em cachos com cores vibrantes e variadas por um período médio superior a 30 dias.

FIGURA 9 – Pannel com as espécies vegetais implantadas



Fonte: Acervo pessoal.

No painel do jardim vertical eram realizadas visitas mensais para avaliação de incidência de água, retirada de folhas senescentes, verificar a presença de pragas e doenças, e substituição de orquídeas, de acordo com a finalização das florações. As visitas são determinantes para a maior vida útil das plantas e embelezamento das mesmas. Foi combinado com o proprietário da empresa uma visita mensal para essa manutenção.

Para o dimensionamento da irrigação, os componentes utilizados foram as mangueiras de polietileno 16 mm Rain Bird, que foram utilizadas para se levar a água da fonte para os vasos; os gotejadores emissor Xeri-Bug Raib Bird, que estão acopladas as mangueiras e ligadas aos vasos das plantas com vazão conhecida, o hidrômetro, que teve a função de quantificar quantos litros de água estão passando pelo sistema, componente essencial para que se tenha conhecimento de que os gotejadores emissores estão distribuindo a água de forma regular e para se monitorar possíveis vazamentos no sistema. O uso de hidrômetro é possível de retirada do projeto, teve sua colocação mais em função do caráter acadêmico do projeto, do que da necessidade real de utilização, visto que em média a utilização de água mensal é de menos de 400 Litros de água conforme observa-se na Tabela 2.

TABELA 2 - Dados obtidos referente aos gastos de água por mês de monitoramento.

Mês	Quantidade de litros
Novembro	674,7
Dezembro	337,2
Janeiro	337,2
Fevereiro	337,2
Março	337,2
Abril	337,2
Maio	337,2

Também foram necessários tubulação de PVC 25 mm, esta tubulação é ligada do ponto de água existente até as válvulas solenoides que irão permitir a passagem da água para as mangueiras. Assim como utilizou-se uma série de acessórios para a montagem do sistema, em que se pode citar, adesivo plástico (para adesão dos tubos de pvc e acessórios), conexões (tipo “t”, luva, joelho, adaptador), segueta, fita veda rosca, fita isolante, presilhas plásticas, cabo PP com 6 fios, pregos e buchas.

Como sistema automatizado, utilizou-se o controlador – para automação e facilidade no sistema de irrigação foi utilizado controlador ESP-RZX 220 V 4 seções. Este aparelho dispõe de funcionalidades de programação flexíveis que torna o controlador ideal para uma ampla variedade de aplicações, incluindo sistemas de irrigação residenciais e comerciais de pequeno porte. A programação por estações permite programar todas as válvulas de forma independente. Possui display LCD mostra toda a programação, incluindo data e hora. O sensor de chuva Rain Bird, este dispositivo é ligado ao controlador. Ajusta e monitoramento dos pontos de chuva ou congelamento na interface do programador, suspendendo a irrigação quando o reservatório é molhado com a água da chuva. Fundamental para que em períodos chuvosos seja ajustado a necessidade hídrica, visto que o excesso de água pode reduzir a vida útil das plantas.

O controlador necessita de válvulas HV Rain Bird, esse dispositivo se liga ao controlador através de fios elétricos, e quando acionado pela programação, é aberta a passagem de água fornecendo ao sistema. Caixa de válvulas, as caixas de polietileno para proteção contra intemperes climáticos das válvulas, que serão alocadas dentro da mesma. E filtro de tela RBY Rain Bird que reduz custo de manutenção, uma vez que filtra possíveis sedimentos e componentes sólidos presentes na rede de água, que pode causar entupimentos e prejudicar o funcionamento ótimo do sistema.

A utilização de controladores e demais equipamentos da marca registrada Rain Bird deve-se a ser um produto comercial adaptado a sistemas de jardinagem de pequeno porte que propicia uma série de vantagens, as quais comprovou-se e verificou-se considerando as vazões que cada gotejador emissor, possui em sua especificação técnica, uma vazão de 3,78 L por hora, e que o jardim na sua totalidade possui 90 vasos, foi ajustado no controlador que cada válvula se ligasse por 2 minutos, o que seriam 127,9 mL por dia de água, e conseqüentemente 11,24 litros por dia para todo o sistema, e de 337,23 litros por mês. Com esse valor podemos comparar os dados coletados no registro, e comparar se há discrepância ou não na quantidade de água fornecida.

No primeiro mês após a implantação, foi configurado no controlador, para que o mesmo acionasse por duas vezes ao dia, uma vez que, como as plantas estavam se adaptando ao local e foram recém-plantadas, era necessária uma maior periodização na rega.

Coletamos os dados e podemos os observar na tabela 2, que no mês de novembro, mesmo após o turno de rega ser realizado uma vez ao dia, foi verificado um pequeno aumento na quantidade de litros de água, foi diagnosticado um pequeno vazamento em razão da ruptura de um microtubo do emissor.

Depois de calculado a área em que seria alocada a estrutura de treliça (Figura 4), realizou-se a sua implantação (Figura 10) da treliça e do pergolado, ripas de madeira envernizadas com distância entre as mesmas de 50 cm, com a função única de paisagismo, sem função específica para o jardim vertical, somente acessório ao projeto paisagístico. , que foi colocado , e instalado todo o sistema de irrigação no local.

FIGURA 10 – Colocação da treliça no local definitivo do projeto e de percolado



Fonte: Acervo pessoal.

A rede de água já antes disponível (Figura 11) foi ajustada e levada até a área do jardim através de cano PVC 25 mm, e instalando-se o hidrômetro para monitoramento do volume de água nesta mesma. A partir deste cano, foram ligadas duas válvulas solenoides, uma vez que, irão ser divididas em dois setores de rega para maior homogeneidade e eficiência, parte superior e inferior do jardim vertical.

FIGURA 11 – Ponto de água onde foi acoplado o sistema de irrigação



Fonte: Acervo pessoal.

A partir das válvulas solenoides, foram ligadas mangueiras de irrigação de 16 mm, para serem acopladas e fixadas diretamente na estrutura metálica da treliça. E na mesma mangueira foram colocados os gotejadores com volume de vazão conhecidas (3,78 L/h), que irão fornecer água diretamente aos vasos (Figura 12).

FIGURA 12 – Válvulas solenoides



Fonte: Acervo pessoal.

A irrigação em cada vaso foi feita acoplando a mangueira de polietileno de 16mm, um conector com saída para um microtubo de polietileno de 8mm, e na extremidade desta, o gotejador que irá fornecer água que passa por todas as mangueiras aos vasos de plantas. (Figura 13)

FIGURA 13 – Detalhe do sistema de gotejamento em cada vaso acoplado as treliças.



Fonte: Acervo pessoal.

Os vasos escolhidos para serem alocadas as plantas, são do modelo de parede meia-lua, com medidas de 25 cm de comprimento, 25 cm de altura, e 18 cm de largura. Para um plantio correto das plantas já escolhidas, foi usado 3 cm de argila expandida, 2 cm de casca de pinus, e 12 cm de substrato. Essa proporção é feita para uma melhor drenagem dos vasos, e que para não impliquem problemas futuros de retenção de água. Então foram transplantadas as mudas das plantas escolhidas para os vasos e colocadas na estrutura de metal (Figura 14). Todo o processo de montagem da treliça e colocação dos vasos foi realizado em três dias, se iniciando no dia 14 de novembro de 2018, e concluindo-se 16 de novembro de 2018.

FIGURA 14 – Detalhe da alocação de vasos



Fonte: Acervo pessoal.

Depois de concluída a fase de implantação de todos os componentes hidráulicos e colocação das plantas, foi feita a configuração do controlador. O aparelho permite ajustar as horas de regas, bem como a quantidade de minutos para cada setor. Foi ajustado para 2 minutos quanto na parte superior como na inferior do jardim. Como é sabido, a parte inferior recebe mais água devido ao escoamento dos vasos superiores, por isso, foram utilizados gotejadores com vazão menor, ajustando assim a quantidade de água recebida de forma que não houvesse encharcamento e posterior problemas de morte de plantas.

Após a finalização do projeto observou-se que a presença de plantas em um determinado local ocasiona uma queda na temperatura gerando um conforto térmico maior, monitoramos a temperatura da sala de reuniões a fim de comparar o antes e depois da implantação do jardim vertical. Para determinação da temperatura foi utilizado um Datalogger de temperatura a prova d' água – AK170 da marca AKSO. Foram realizadas medições diárias em um período de um mês antes da implantação do projeto, e o processo se repetiu também após a implantação do jardim vertical.

Todas as medições foram realizadas as 15:00 h, de segunda-feira à sexta-feira, no mês de setembro na sala de reunião. A média calculada foi de 25,3 graus Celsius. Já depois de implantado e estabelecido o jardim, no terceiro mês, foi realizado o mesmo procedimento, e obteve-se o valor de 23 graus Celsius, comprovando significativamente a diferença de temperatura sem e com a cobertura vegetal.

Um fator determinante para a implantação ou não de um jardim vertical está no custo do projeto. O custo de todos os componentes e o valor total a ser gasto está descrito na Tabela 5. Observa-se que o custo do projeto com plantas foi de R\$ 1.764,00, representando a importância das espécies escolhidas quanto a sua característica de serem perenes, ou seja, não substituídas com uma frequência muito grande, outro fator importante a ser considerado é uma diversidade de espécies para garantir as diferentes texturas do painel. As orquídeas têm sua substituição incluída nos custos de manutenção mensal do projeto, que é de aproximadamente R\$ 100,00, em que são realizadas as podas, retiradas de folhas senescentes, renovação de substratos, entre outras práticas.

TABELA 3 - Componentes e produtos utilizados bem como a quantidade utilizada

Produto	Unidade	Quantidade	Custo Unit	Custo Total
Samambaia Americana	Un	24	R\$ 16,00	R\$ 384,00
Samambaia Holandesa	Un	6	R\$ 18,00	R\$ 108,00
Samambaia Metro	Un	8	R\$ 18,00	R\$ 144,00
Samambaia Azul	Un	6	R\$ 25,00	R\$ 150,00
Columéia Batom	Un	13	R\$ 16,00	R\$ 208,00
Lambari	Un	15	R\$ 14,00	R\$ 210,00
Peperomia	Un	8	R\$ 14,00	R\$ 112,00
Asplênio	Un	6	R\$ 14,00	R\$ 84,00
Costela de Adão	Un	4	R\$ 16,00	R\$ 64,00
Orquidea	Un	15	R\$ 20,00	R\$ 300,00
Sub total de plantas:				R\$ 1.764,00
Gotejador 1/2 G	Un	45	R\$ 3,25	R\$ 146,25
Mangueira 16 mm	Rolo	1	R\$ 60,00	R\$ 60,00
Vaso meia lua	Un	90	R\$ 3,20	R\$ 288,00
Trelica	M2	12	R\$ 80,00	R\$ 960,00
Substrato	Saco	8	R\$ 16,00	R\$ 128,00
Microtubo	Rolo	1	R\$ 80,00	R\$ 80,00

Presilhas	Cento	2	R\$ 28,00	R\$ 56,00
Controlador 4 estações	Un	1	R\$ 220,00	R\$ 220,00
Sensor de chuva	Un	1	R\$ 120,00	R\$ 120,00
Válvula solenoide		2	R\$ 89,00	R\$ 178,00
Materiais hidráulicos	-	1	R\$ 120,00	R\$ 120,00
Materiais elétricos	-	1	R\$ 90,00	R\$ 90,00
Eletricista	-	1	R\$ 100,00	R\$ 100,00
Argila expandida	Saco	10	R\$ 10,00	R\$ 100,00
Seixo de rio	Saco	10	R\$ 10,00	R\$ 100,00
Casca pinus	Saco	6	R\$ 16,00	R\$ 96,00
Mão de obra	hora	14	R\$ 42,86	R\$ 600,00
Sub total dos demais materiais:				3.588,50
Total				R\$ 5.352,50

Fonte: o autor.

O custo de mão de obra do projeto foi de R\$ 600,00 referente ao serviço de 3 homens durante 14 horas, sendo 7 horas em um dia, e as outras 7 horas no dia subsequente. O custo do projeto pronto varia no mercado de R\$ 450,00 à R\$ 1900, por metro quadrado, variando seu valor de acordo com as espécies de plantas escolhidas, e o tipo de estrutura que será realizada o jardim vertical.

Observa-se que a execução do projeto depende de conhecimentos inerentes a ambiência, irrigação, paisagismo, cultivo de espécies ornamentais, planejamento de custos, hidráulica, automação.

5 CONCLUSÕES

O projeto de Jardim vertical apresentou viabilidade paisagística e de ambiência, promovendo melhoria na qualidade visual da sala de reuniões e redução da temperatura do ambiente.

O sistema de irrigação com automação permitiu que as plantas mantivem-se vivas e vigorosas durante toda a condução do projeto, com gasto de água reduzido.

Jardins Verticais são uma união de saberes diversos de diversas áreas e representam uma área de atuação do engenheiro agrônomo para planejamento execução e manutenção.

REFERÊNCIAS

- ANDERSON, McRae. **Embrace the vertical: design and planning for greenwalls in buildings**. Saint Paul: Greenwalls Vertical Planting Systems, 2011. Disponível em: https://issuu.com/mccaren/docs/embrace_the_vertical?mode=embed&layout=http%3A%2F%2Fskin.issuu.com%2Fv%2Fflight%2Flayout.xml&showFlipBtn=true. Acesso em: 11 nov. 2019.
- BARBOSA, M. C.; FONTES, M. S. G. C. Jardins verticais: modelos e técnicas. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, v. 7, n. 2, p. 114-127, 2016. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/parc/article/view/8646304/14825>. Acesso em: 31 jul. 2019.
- BEZERRA, E. Os jardins suspensos da Babilônia. *In*: BEZERRA, E. **Incrível história**. 2017. Disponível em: <https://incrivelhistoria.com.br/jardins-suspensos-babilonia/> Acesso em: 24 jun. 2019
- BLANC, P. The vertical garden: a scientific and artistic approach. *In*: BLANC, P. **Vertical garden**. [S. l.], 2008. Disponível em: <http://www.verticalgardenpatrickblanc.com/documents>. Acesso em: 31 jul. 2015.
- BLANC, P. **Vertical garden**. São Paulo, [2019]. Disponível em: <https://www.verticalgardenpatrickblanc.com>. Acesso em: 10 jun. 2019.
- GENGO, R. de C.; HENKES, J. A. A utilização do paisagismo como ferramenta na preservação e melhoria ambiental em área urbana. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, Florianópolis, v. 1, n. 2, p. 55-81, out. 2012/mar2013. Disponível em: <https://www.thacoarquitetura.com/post/diferen%C3%A7a-entre-sol-pleno-x-meia-sombra-x-sombra>. Acesso em: 10 jun. 2019.
- GREEN ROOFS FOR HEALTY CITIES. **Introduction to green walls: technology, benefits & design**. [S. l.]: GRHC, 2008. Disponível em: http://www.greenroofs.net/components/com_lms/flash/Green%20Walls%20Intro%200908b.pdf. Acesso em: 13 nov. 2019.
- KONTOLEON, K. J.; EUMORFOPOULOU, E. A. The effect of the orientation and proportion of a plant-covered wall layer on the thermal performance of a building zone. **Building and Environment**, Oxford, v. 45, n. 5, p. 1287-1303, 2010. Disponível em: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0360132309003382?token=ACF66542F97EF4C7690598F9EBBCDBF31EB736C4126BEE6CDB76126255C9DFB1CD28F28F6235EA901BBE076AE2E2CB96>. Acesso em: 10 jun. 2019.
- LYNCH, K. **A boa forma da cidade**. Lisboa: Edições 70, 2007.
- MANSO, M.; CASTRO-GOMES, J. Green wall systems: a review of their characteristics. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, Covilhã, v. 41, p. 863-871, 2015. Disponível em: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1364032114006637?token=F8827D32AA30957431>

AE6FECD492AAA75056DA18534C5D1BBFE1D477C3BEE4DCF7DCA2743552A042A30AFF5D052ACE0A. Acesso em: 10 jun. 2019.

MIR, M. A. **Green facades and building structures**. 2011. Thesis (Master) - Delft University of Technology, Delft, 2011. Disponível em: <https://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid:f262c218-8801-4425-818f-08726dde5a6c?collection=education>. Acesso em: 13 nov. 2019.

OTTELÉ, M. **The green building envelope: vertical greening**. Delft: Sieca Repro, 2011. Disponível em: <https://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid%3A1e38e393-ca5c-45af-a4fe-31496195b88d>. Acesso em: 13 nov. 2019.

OTTELÉ, M. Junho de 2011. **The Green Building Envelope - Vertical Greening**. *Open Journal of ecology*, Vol.1, No.1, 1-8 (2011),

PÉREZ, G.; RINCÓN, L.; VILA, A.; GOZÁLEZ, J.M.; CABEZA, L.F. Green vertical systems for buildings as passive systems for energy savings. *Applied Energy*, Barcelona, v. 88, n. 12, p. 4854-4859, 2011.

PERINI, K. *et al.* Greening the building envelope, façade greening and living wall systems. **Open Journal of Ecology**, Wuhan, v. 1, n. 1, p. 1-8. DOI: 10.4236/oje.2011.11001 Disponível em: https://www.scirp.org/pdf/OJE20110100002_97237739.pdf. Acesso em: 13 nov. 2019.

PERINI, K.; OTTELÉ, M.; FRAAIJ, A.L.A.; HAAS, E.M.; RAITERI, R. Vertical greening systems and the effect on air flow and temperature on the building envelope. *Building and Environment*, Genoa, v. 46, n. 11, p. 2287-2294, 2011 <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2011.05.009>

PERINI, K. *et al.* Vertical greening systems and the effect on air flow and temperature on the building envelope. **Building and Environment**, Genoa, v. 46, n. 11, p. 2287-2294, 2011. Disponível em: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S036013231100148X?token=5D8745D1276DEFD0187AC06E18E30DC9BCECB9B069C25CDD2974B902FB4278F8E5945E35BD273C3B69CA1324BE9EFBDD>. Acesso em: 13 nov. 2019.

REDE SOCIAL BRASILEIRA POR CIDADES JUSTAS E SUSTENTAVEIS. **Área verde por habitante**, [2019]. Disponível em: <https://www.redesocialdecidades.org.br/area-verde-por-habitante>. Acesso em: 13 nov. 2019.

SILVA, L. C. **O mapeamento das áreas verdes urbanas de Uberlândia (MG): análise da concentração de investimentos públicos**. 2018. 124 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Goiás, Catalão, 2018.

SHARP, R.; SABLE, J.; BERTRAM, F.; MOHAN, E.; PECK, S. Introduction to Green Walls: technology, benefits & design. In: *Green Roofs for Healty Cities*, 2008. Disponível em: . Acesso em: 25 Novembro 2019.

VERTICAL GARDEN, PATRICK Blanc: conheça o pioneiro em jardins verticais. In: *VERTICAL Garden*. São Paulo: Vertical Garden, 2019. Disponível em:

<https://www.verticalgarden.com.br/post/patrick-blanc-conhe%C3%A7a-o-pioneiro-em-jardins-verticais>. Acesso em: 10 jun. 2019.