

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

AGRONOMIA

**POTENCIAL DE CINCO ESPÉCIES DE PLANTAS  
ORNAMENTAIS PARA JARDINS VERTICAIS À PLENO SOL**

GUSTAVO SOUSA PINTO

**Gustavo Sousa Pinto**

**POTENCIAL DE CINCO ESPÉCIES DE PLANTAS ORNAMENTAIS PARA  
JARDINS VERTICAIS À PLENO SOL**

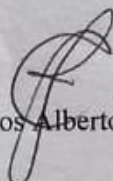
Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Instituto de Ciências  
Agrárias da Universidade Federal de  
Minas Gerais, como requisito parcial, para  
a obtenção do título de Bacharel em  
Agronomia.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Elka Fabiana  
Aparecida Almeida

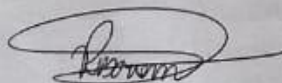
Montes Claros  
Instituto de Ciências Agrárias – UFMG  
2018

Gustavo Sousa Pinto. POTENCIAL DE CINCO ESPÉCIES DE PLANTAS ORNAMENTAIS  
PARA JARDINS VERTICAIS À PLENO SOL.

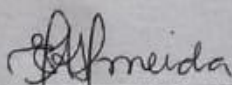
Aprovada pela banca examinadora constituída por:



Prof.º Dr. Carlos Alberto Araújo Junior - ICA/UFMG



Rosane Borges Mendes – Doutoranda ICA/UFMG



---

Prof.ª Elka Fabiana Aparecida Almeida - Orientadora ICA/UFMG

Montes Claros, de 28 de novembro de 2018.

Dedico a meus pais, Paulo (*In memoriam*) e Rosa, por serem minha base e fortaleza e que nunca mediram esforços na contribuição dessa jornada, as minhas irmãs, Camila e Gabriela, e namorada, Melissa Alane, pelo companheirismo, suporte e incentivo.

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Paulo (*In Memoriam*) e Rosa, pelo constante amparo, dedicação, preocupação, ensinamentos e amor proporcionado.

Às minhas irmãs, Camila e Gabriela, pelo ininterrupto apoio e companheirismo.

À minha namorada, Melissa Alane, por todo carinho, paciência e companheirismo, me motivando dia após dia.

À toda a minha família, pela base e incentivo, em especial minha avó, por ser fofa e linda.

À minha outra família, no Rio de Janeiro e Espírito Santo, sempre proporcionando momentos alegres e construtivos, que por vezes embora distante fisicamente, sempre estiveram presente no meu coração.

À professora Elka Fabiana, pela orientação, compreensão, apoio e paciência durante a realização deste trabalho.

Ao Professor Carlos Araújo, pela co-orientação e pelos ensinamentos.

À UFMG e corpo docente do ICA pela contribuição durante a minha formação e ensinamentos.

Aos meus grandes amigos do peito Brusiquesi e Jorjão pela amizade iniludível e contribuição durante a realização desse trabalho.

Aos meus amigos Marlon e Lora, pelos anos de irmandade e programas aleatórios.

Aos novos amigos feitos nesse percurso, Larissa, Layla, Árida, Rapha, Juca pelo companheirismo e grande ajuda.

Aos funcionários do setor de Paisagismo do ICA, em especial João e Cristini pelo suporte na execução desse trabalho.

Aos botecos da tia Graça, dona Ana, e o Gerê, que sempre nas horas mais difíceis estavam abertos, oportunizando momentos de lazer com cerveja gelada e petiscos extraordinários.

Aos meus amigos e colegas da Turma de Agronomia 2013.

A todos, que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

*“Me perguntas por que compro arroz e flores?  
Compro arroz para viver e flores para ter algo pelo  
que viver. ”*

(Confúci

o)

## RESUMO

Jardins verticais surgem como um incremento sem concorrer com as edificações, ampliando zonas verdes e restabelecendo a qualidade de vida dos habitantes. No entanto, compreender a dinâmica das espécies vegetais empregues nestes ambientes são fundamentais para o sucesso do jardim vertical e conseqüentemente proporcionar suas vantagens. Portanto, objetivou-se neste trabalho, avaliar o potencial de cinco espécies de plantas ornamentais para jardins verticais à pleno sol. O experimento teve 10 tratamentos resultantes do delineamento em parcelas subdivididas -no espaço e quatro repetições, com dois ambientes para disposição das plantas que consistiram nas parcelas (horizontal e vertical) e cinco espécies ornamentais que constituíram as subparcelas: *Asparagus densiflorus*; *Ophiopogon jaburan*; *Kalanchoe fedtschenkoi*; *Rhipsalis baccifera* e *Russelia equisetiformis*. Após 9 meses de cultivo das plantas foram realizadas a avaliação do incremento do crescimento através de medidas biométricas tomadas diretamente nas plantas, a determinação da massa seca acumulada total e o índice de área foliar através do processamento de imagens digitais por redes neurais artificiais. Os resultados apontaram que para as três metodologias utilizadas, o ambiente de cultivo não foi determinante para melhor rendimento das espécies, e sim as características de cada espécie. No entanto as cinco espécies obtiveram melhores valores estimados no cultivo vertical. Conclui-se que as espécies aspargo e kalanchoe são as mais indicadas para o cultivo em jardins verticais. A barba-de-serpente foi cometida por antracnose e obteve menor rendimento para a avaliação de crescimento e acúmulo de massa seca nas condições estudadas. O NeuroDic apresentou desempenho semelhante quando correlacionado com os demais métodos, tornando-se um método promissor na obtenção do índice de área foliar.

**Palavras-chave:** Análise de crescimento. Área foliar. Massa seca. Paisagismo. Jardinagem. Jardins suspensos. Redes Neurais Artificiais.

## LISTA DE ILUSTRAÇÃO

Figura 1 - Representação das espécies utilizadas no estudo .....	20
Figura 2 - Valores de precipitação (mm/mês) referentes ao intervalo de estudo .....	27
Figura 3 - Valores médios de temperatura (°C) e umidade (%) referentes ao intervalo de estudo .....	28
Figura 4 - Disposição da unidade experimental no ambiente horizontal e vertical, respectivamente .....	29
Figura 5 - Demonstração da aplicação de fertilizante N-P-K (18-06-18) mais micronutrientes nas espécies avaliadas .....	30
Figura 6 - - Diferença da mensuração do fator comprimento entre as espécies com folhas simples e folhas compostas .....	31
Figura 7 - Croqui da estimativa da extensão da copa nas espécies estudadas de uma extremidade a outra da planta em linha reta .....	32
Figura 8 - Demonstrativo da mensuração fotográfica da massa vegetativa .....	33
Figura 9 - Comparação das imagens antes e depois do processamento pelo NeuroDic .....	34
Figura 10 - Sintomas característicos de antracnose ( <i>Colletotrichum falcatum</i> ) em folhas de <i>Ophiopogon. jaburan</i> . Acérvulos de <i>C. falcatum</i> em <i>O. jaburan</i> observados em Lupa Estereoscópica.....	39
Quadro 1 - Tratamentos composto pelas variáveis: espécie x ambiente de cultivo .....	29
Quadro 2 - Intervalo em dias das avaliações do incremento do crescimento para as espécies em estudo .....	31



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valores médios do número total de folhas (NTF) em centímetros das cinco espécies estudadas dentro de cada ambiente de cultivo, no intervalo de observação de 237 dias.....	36
Tabela 2 - Valores médios da extensão da copa (EC) em centímetros das cinco espécies estudadas dentro de cada ambiente de cultivo, no intervalo de observação de 237 dias.....	37
Tabela 3- Valores médios do comprimento da maior folha (CMF) em centímetros das cinco espécies estudadas dentro de cada ambiente de cultivo, no intervalo de observação de 237 dias.....	37
Tabela 4 - Valores médios do acúmulo de matéria seca total em gramas da parte aérea das cinco espécies estudadas dentro de cada ambiente de cultivo, 258 dias após o transplântio (DAT) .....	40
Tabela 5 - Valores médios do IAF em cm <sup>2</sup> das cinco espécies estudadas dentro do ambiente de cultivo 258 dias após o transplântio (DAT) .....	41

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

CMF - Comprimento da maior folha

CAM – Metabolismo ácido das crassuláceas

DAT - Dias após o transplante

EC - Extensão da copa

IAF - Índice de área foliar

MSPA - Matéria seca da parte aérea

NTF - Número total de folhas

RNA - Redes Neurais Artificiais

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	13
2.1 Paisagismo e sua importância .....	13
2.2. Jardins Verticais .....	14
2.2.1 Jardins verticais, histórico e elementos .....	14
2.2.2 Importância e benefícios dos jardins verticais .....	16
2.3 Espécies ornamentais com potencial para jardins verticais à pleno sol .....	19
2.3.1 Aspargo pendente .....	21
2.3.2 Barba de serpente .....	21
2.3.3 Kalanchoe-fantasma .....	22
2.3.4 Ripsális .....	23
2.3.5 Russélia .....	23
2.4 Índice de área foliar (IAF) e métodos de obtenção .....	24
2.4.1 Dimensões lineares e medidas de superfície .....	25
2.4.2 Massa seca .....	25
2.4.3 Processamento de imagens digitais por redes neurais artificiais (RNAs) .....	25
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	27
3.1 Local e clima .....	27
3.2 Caracterização do experimento .....	28
3.2.1 Avaliações realizadas .....	30
3.2.1.1 Avaliação de crescimento .....	30
3.2.1.2 Determinação da matéria seca .....	32
3.2.1.3 Avaliação do índice de área foliar (NeuroDIC) .....	33
3.3 Análise estatística .....	35
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	36
4.1 Avaliação de crescimento .....	36
4.2 Acúmulo de matéria seca .....	39
4.3 Índice foliar pelo NeuroDic .....	41
<b>5 CONCLUSÃO</b> .....	43
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	44

## 1 INTRODUÇÃO

No atual cenário das grandes cidades o paisagismo se estabelece de maneira indispensável para o bem-estar da população. A combinação das espécies vegetais promove benefícios estéticos e funcionais que auxiliam na melhoria da qualidade do ambiente urbano e na condição de vida da população. A alteração da cobertura do solo por calcamentos e pavimentações, associado a crescente verticalização das construções, em razão da modernização urbana, restringiu a existência de espaços disponíveis para a criação e recomposição de áreas verdes (GENGO; HENKES, 2012; SCHERER; FEDRIZZI, 2014).

Nesse sentido, a implantação de jardins verticais além de um componente estético, é uma alternativa relevante, para atenuar os problemas provenientes do avanço urbano descontrolado, permitindo o aumento da qualidade do ar, redução do efeito das ilhas de calor e da poluição sonora e restauração do conforto térmico. Além disso, permite o sequestro de carbono, entre outros, demandando de uma superfície limitada para se estabelecer sem competir com as construções (CASTIGLIA-FEITOSA; WILKINSON, 2018; MOHAMED ZAID *et al.*, 2018).

Os preceitos na escolha de plantas para o paisagismo vertical é a condição essencial para seu sucesso e são pouco abordados na bibliografia (DAHANAYAKE; LUN-CHOW; LONG-HOU, 2017). As espécies em estudo, aspargo (*Asparagus densiflorus*); barba-de-serpente (*Ophiopogon jaburan*); kalanchoe (*Kalanchoe fedtschenkoi*); ripsális (*Rhipsalis baccifera*) e russélia (*Russelia equisetiformis*), são amplamente empregadas no paisagismo vertical, todavia não se tem conhecimento das aplicações e resistência destas ao longo do tempo. Dessa forma, é preciso verificar a potencialidade das espécies, no que diz respeito as condições submetidas (estresse, substrato restrito, efeitos sobre o clima local) e quanto a massa vegetativa destas pode revestir a fachada vertical, para que seus benefícios sejam atribuídos.

Contudo, nem todas as espécies vegetais têm a capacidade e atributos para se fixar e desenvolver sobre a superfície vertical, carecendo de suporte suplementar a fim de possibilitar sua propagação. Essa condição está associada ao modelo, nível de sofisticação e o tamanho do jardim a ser idealizado (CRUCIOL-BARBOSA; FRANÇA, 2016; MANSO; CASTRO-GOMES, 2015).

O objetivo deste trabalho foi verificar a aptidão de cinco espécies ornamentais para jardins verticais pela determinação do crescimento e produtividade da área foliar através de três metodologias (avaliação do incremento do crescimento, acúmulo de massa seca e índice de área foliar por meio de redes neurais artificiais no processamento de imagens digitais).

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Paisagismo e sua importância

A denominação do conceito de paisagismo vem da palavra “paisagem”, que segundo Paiva (2008), remete a um campo de observação que se estende num cenário; imagem; retrato, podendo ser subdividida de modo natural, ou seja, sem a intervenção humana, ou artificial, isto é, arquitetada, em outras palavras, um jardim.

A palavra “jardim” vem do hebreu, composta pela união de *gan* (proteger, defender) e *eden* (prazer, encanto), transmitindo a concepção de um local formoso, agradável e reservado. Este pensamento tem mudado ao decorrer da história conforme a evolução do paisagismo. Na antiguidade, os jardins eram sinônimos de religiosidade, transmitia o poder das nações onde espécies como a videiras, oliveiras e figueiras eram reverenciadas por serem símbolos de alimento, fertilidade e vitalidade. Atualmente, o paisagismo é uma forma de estabelecer elo entre homem e natureza, retratando a conjuntura social, o sentido estético e os hábitos do tempo (BELLÉ, 2013; PAIVA, 2008).

De acordo com Paiva (2008), o paisagismo tem como propósito, ajustar o ambiente às necessidades do homem, preservando-o ou reinventando-o. Para isso, utiliza-se um processo que harmoniza princípios da arte, ciência e técnica, no intuito de compor uma relação com a construção, espaço, flora e homem.

Assim, o paisagismo se caracteriza pela representação de estratégias que consistem em preparar e compor ambientes externos ou internos; de uso próprio ou coletivo; detalhando elementos naturais e materiais a serem utilizados, visando a melhoria da qualidade de vida, lazer, acesso, proteção do meio ambiente e aproximação do homem à natureza (GONÇALVES, 2017; PAIVA, 2008).

A expansão de edificações e a péssima qualidade do ar compõe o cotidiano da população nos grandes centros. O hábito de vida conturbado e oscilante associado a ausência do convívio com a natureza, colabora na diminuição da qualidade de vida destes. Assim, a atividade paisagística surge como restaurador de ambientes que foram destruídos e conservando os que persistiram em função do desenvolvimento urbano, oportunizando inúmeras vantagens, sejam elas estéticas ou funcionais à população (GENGO; HENKES, 2012).

A criação de parques, arborização urbana, jardins verticais e filtrantes, coberturas e passeios verdes, são recursos paisagísticos simplificadores que, além de valorizar aparência do espaço físico, são oportunos à administração pública, contribuindo na revitalização do ambiente

urbano, elevando a qualidade do ecossistema (GENGO; HENKES, 2012).

Sendo assim, promove a melhoria do microclima local; reduz a poluição do ar, do solo, da água, visual e sonora; reduz custos com a saúde pública; incentiva a prática de exercícios físicos e o consumo de alimentos saudáveis e promove princípios morais (BELLÉ, 2013; GENGO; HENKES, 2012). Paiva (2008) completa que a existência de áreas verdes promove ainda uma barreira contra ventos fortes e indesejáveis. Do mesmo modo, podem ser empregadas no intuito de indicar a direção e o sentido para pedestres e tráfego de veículos. Gengo e Henkes (2012), afirmam que além das relevâncias já mencionados anteriormente, a atividade paisagística também pode melhorar a drenagem do solo, evitar erosões e alagamentos e, ainda, serve como atrativo para aves, assegurando a propagação das espécies vegetais.

Dentre tantas formas de inserir o paisagismo nos grandes centros, os jardins verticais constituem uma alternativa promissora para incrementar as áreas verdes sem competir com as atuais construções. Isso ocorre em decorrência da baixa demanda de manutenção e espaço limitado para que esse tipo de jardim possa se estabelecer e promover melhorias consideráveis ao ambiente e a população ao redor (CASTIGLIA-FEITOSA; WILKINSON, 2018; MOHAMED ZAID et al., 2018).

## **2.2 Jardins verticais**

### **2.2.1 Jardins verticais, histórico e elementos**

Os primeiros relatos de jardins verticais arquitetados pelo homem que se tem registro, surgiram na região do Mediterrâneo, entre 3 - 600 a. C. (Jardins Suspensos da Babilônia) por meio da produção de videiras em amarrações sustentadas em muros (SHARP *et al.*, 2008). Além das videiras, a utilização de amarrações com roseiras nos jardins dos casarões da Idade Média também era bastante apreciada (KÖHLER, 2008). Mais tarde, tornou-se costume cobrir o exterior das construções com vegetação, de modo a sobrepor as paredes de alvenaria, e ao mesmo tempo amenizar as variações de temperatura no interior (KÖHLER, 2008; PECK., *et al.*, 1999).

Conforme Hindle (2012), o modelo atual de jardim vertical foi criado por Stanley White Hart e patentado em 1938. Denominado de “*Vegetation-Bearing Architectonic Structure and System*”, se referia num suporte arquitetônico singular podendo atingir qualquer dimensão, forma ou altura, onde a vegetação poderia se desenvolver de modo definitivo.

Desde então, alguns ajustes a partir do modelo de Hart foram se originando, contudo, o botânico Patrick Blanc popularizou o sistema de jardins verticais na década de 1980, intitulado-o de *Mur vegetal*. Blanc despertou a atenção do público pela técnica de incorporação variada de plantas em fachadas de construções. O paisagista brasileiro Roberto Burle Marx neste mesmo período, instigado pelas espécies epífitas que se propagam em rochedos e troncos das árvores, foi o pioneiro no país a utilizar o recurso do jardim vertical, inserindo nos seus trabalhos sempre vegetação nativa. Diante disso, Blanc e Marx deram início a técnica dos jardins verticais no cenário urbano (COSTA, 2011; ABU-BAKAR; MANSOR; HARUN, 2014; SCHERER, 2014). Desse modo, o emprego de jardins verticais pela intervenção do homem em ambientes urbanos, foi motivada tanto pela particularidade das plantas em se verticalizar quanto a observação da paisagem ao redor (SCHERER, 2014).

Para Cruciol-Barbosa e França (2016), o conceito de jardim vertical deve atender a condição da vegetação se desenvolver na superfície da construção, tendo esta, como apoio e suporte. De modo geral, é um termo comum para descrever qualquer forma de crescimento vegetativo no espaço vertical, visando a cobertura de uma superfície específica através da propagação da área vegetativa de forma espontânea ou dirigida, podendo ou não ser incorporada de modo definitivo, cultivadas diretamente no solo ou em outro substrato distinto, no interior ou exterior de construções (CRUCIOL-BARBOSA; FRANÇA, 2016; MANSO; CASTRO-GOMES, 2015; WANG *et al.*, 2016).

Inúmeras são as definições e expressões para descrever o revestimento com vegetação em espaços verticais: jardins verticais, paredes vivas, *Mur vegetal*, *greens walls*, *facade garden*, dentre outros (ABU-BAKAR; MANSOR; HARUN, 2014; RAHMAN *et al.*, 2014). No entanto, o termo “jardim vertical” pode ser adotado como nomenclatura padrão, uma vez que abrange todos os exemplos de revestimentos vegetais citados acima (COSTA, 2011; MANSO; CASTRO-GOMES, 2015; PECK *et al.*, 1999).

Embora existam diversas terminologias, a literatura evidencia que tais definições se referem a um ou outro modelo baseado nas características de construção e manutenção, bem como os elementos de composição da estrutura vertical (MANSO; CASTRO-GOMES, 2015).

Estes elementos, fundamentais para a sustentação dos sistemas verticais, podem ser fabricados em módulos de PVC, painéis impermeáveis e hidropônicos, cabos e treliças em inox. A vantagem destes, são que além de apresentarem peso reduzido, permitem a sustentação das plantas, favorecendo seu crescimento livre, criando vários traços e contornos, sem comprometer a integridade da superfície vertical (CRUCIOL-BARBOSA; FRANÇA, 2016; MANSO; CASTRO-GOMES, 2015; MIR *et al.*, 2011).

No entanto, recipientes como jardineiras, floreiras, vasos, entre outros, são bastante comuns e usuais por apresentarem um custo inferior. Contudo, deve-se considerar o volume destes, pois essa circunstância é o que irá definir a área para crescimento radicular. Além disso, acondicionam o substrato, o fertilizante e, dispõe água para as plantas, indispensáveis para o pleno crescimento das espécies (JAAFAR; SAID; RASIDI, 2011; MANSO; CASTRO-GOMES, 2015).

De todo modo, o emprego de sistemas de irrigação é indispensável, seja para garantir o desenvolvimento das espécies, ou possibilitar o deslocamento de nutrientes para as mesmas. O que irá definir a necessidade hídrica são as condições climáticas locais, o período de exposição solar, o substrato e as espécies selecionadas (FRANCO *et al.*, 2012). No entanto, pode ser realizada por gotejamento, aspersores ou neblinadores (COSTA, 2011), ou até mesmo manualmente, de acordo com o modelo e tamanho (QUEIROZ, 2013).

Um aspecto bastante interessante dos jardins verticais é a oportunidade de usar materiais recicláveis. A madeira de demolição é um exemplo clássico, proporcionando um aspecto rústico e envelhecido, dando um ar inovador e original, remetendo ao conceito de sustentabilidade. Outros elementos como: garrafas PET, blocos de concreto, entre outros, também são utilizados e apresentam uma solução para os resíduos, que seriam descartados no lixo e ganham nova utilidade (QUEIROZ, 2013).

Assim, a integração de jardins verticais, além de um componente estético, é capaz de oferecer vantagens pertinentes ao ambiente, aos moradores e às edificações. A possibilidade da inserção de materiais recicláveis e sustentáveis, aliado ao custo benefício, sem concorrer com as construções, torna uma alternativa importante no abrandamento dos contrastes da progressão urbana (CASTIGLIA-FEITOSA; WILKINSON, 2018).

### **2.2.2 Importância e benefícios dos jardins verticais**

Dentre as inúmeras atribuições na implantação de coberturas vegetais em fachadas de construções, a capacidade em equilibrar e isolar a temperatura são consideradas como mais relevantes (WONG; BALDWIN, 2016). A temperatura se eleva em razão a alteração da vegetação natural por construções, calçamentos, rodovias, entre outros (SCHERER, 2014). A superfície revestida de concreto e ausente de cobertura vegetal é altamente refletora da energia solar (SCHERER, 2014; TAKEBAYASHI; MORIYAMA, 2007). Sendo assim, a vegetação utilizada no jardim vertical retém a radiação solar pelo processo fotossintético em benefício do seu crescimento, onde grande quantidade dessa radiação solar é convertida em calor latente por



meio da transpiração. Do mesmo modo, ocorre com a evaporação da água a partir do solo. (WANG *et al.*, 2016). Em consequência, a evapotranspiração dispensa vapor d'água no ambiente, diminuindo a temperatura do ar e aumentando a umidade. (WONG; BALDWIN, 2016). Da mesma forma, o sombreamento que as espécies e o substrato exercem na superfície específica, impede a incidência solar direta na fachada, refletindo o calor, promovendo o arrefecimento (WONG *et al.*, 2010). Essa redução da temperatura na superfície externa pode variar entre 4,1 ° C a 12 ° C em comparação com fachadas expostas (JIMENEZ, 2017; LIN; XIAO; MUSSO, 2018). No entanto, está diretamente relacionada com o tipo de vegetação e o modelo de sistema vertical adotado (HUNTER *et al.*, 2014).

Da mesma forma, o jardim vertical pode atenuar a temperatura interna de ambientes. Davis, Ramírez e Vallejo (2015), testaram um módulo vertical na tentativa de incorporar jardins verticais como refrigeradores evaporativos em projetos de construção de escritórios e repartições, e revelaram conclusões promissoras. Posteriormente, Davis, Ramirez e Pérez (2016), conseguiram aferir com maior precisão a temperatura interna com os jardins verticais modulares, onde foi verificado uma redução de até 2,6 ° C no interior, mostrando ser um método de arrefecimento interno otimista.

Além do mais, as plantas em conjunto com microrganismos, exercem uma função de “purificador” do ambiente, permitindo remover de modo gradual, impurezas presentes do ar e transformando-as em adubo para as plantas (COSTA, 2011; OTELLÉ, 2011). Essa condição está associada a habilidade com que as plantas têm em recolher fragmentos de poeira e partículas tóxicas pelas folhas, como o NO<sup>2</sup>, SO<sup>2</sup> e CO<sup>2</sup>. (PAN; CHU, 2016; WONG; BALDWIN, 2016). De modo geral, embora um jardim vertical não apresente massa vegetativa volumosa, é bastante para produzir créditos de carbono de modo notável (COSTA, 2011). Segundo o autor, um jardim vertical com 1m<sup>2</sup>, capta 3,5kg de gás carbônico por ano. Dessa forma, um exemplar de 4m<sup>2</sup> tem capacidade de recolher 14kg de gás carbônico anualmente. Isso corresponde ao mesmo que um exemplar adulto de cedro (*cedrus spp.*). Em um estudo mais recente, Marchi *et al.* (2015), mostraram que um jardim vertical de 98 m<sup>2</sup> pode absorver cerca de 13,41 a 97,03 kg de CO<sup>2</sup> por ano.

Essa estimativa na quantidade de sequestro de carbono depende do índice de área foliar (IAF) da espécie vegetal selecionada. Quanto maior o IAF, maior é o rendimento de absorção de CO<sup>2</sup>. Contudo, plantas que apresentam pequeno IAF podem alcançar a mesma taxa de absorção de CO<sup>2</sup> quando adquirem folhagem volumosas (GRATANI; VARONE; BONITO, 2016).

O revestimento com vegetação vertical pode promover uma espécie de barreira e

desvio contra sons indesejáveis no interior e exterior de ambientes (SHIAH; KIM, 2011). Os autores afirmam que a associação entre a superfície da vegetação quando bem adensada e o substrato, possui papel expressivo na redução de ruídos. Davis *et al.* (2017), analisaram o impacto dos jardins verticais sobre o isolamento acústico em ambientes internos. Segundo as análises, o substrato é o material principal na contenção de ruídos. Porém foi comprovado que com o uso do substrato junto a vegetação espessa, o efeito de isolamento acústico é superior, inclusive em frequências altas. Da mesma forma, Azkorra *et al.* (2015), confirmam as fachadas verdes como mecanismo efetivo no isolamento sonoro em edifícios, no qual obtiveram nível de redução de 15 dB. Considerando que a frequência da fala está em torno de 60 dB, os sistemas verticais tornam-se uma opção bastante efetiva em ambientes onde os ruídos precisam ser reduzidos, promovendo melhoria acústica de espaços internos e públicos.

Em virtude do seu aspecto estético, os jardins verticais possibilitam diferença expressiva na condição psicológica e bem-estar pessoal (BENFIELD *et al.*, 2015; IGARASHI *et al.*, 2015). A correta seleção de espécies vegetais com diferentes formas e grandeza de detalhes, faz com que os sistemas verticais rompam a rotina monótona dos centros urbanos, contribuindo na melhoria do humor e da saúde mental das pessoas. (COSTA, 2011). Os jardins verticais modificam esteticamente o ambiente remontando a um cenário natural, dessa forma, convida o público a contemplação, desviando-os de reflexões negativas do cotidiano (PECK *et al.*, 1999). Segundo Benfield *et al.* (2015); Igarashi *et al.* (2015), a presença desses jardins no entorno de salas de aula acarretou no aumento do rendimento das notas finais dos alunos, numa impressão otimista sobre o curso e no equilíbrio psicológico e físico. Na mesma perspectiva, benefícios semelhantes foram observados em hospitais e clínicas de reabilitação. Pacientes com distúrbios pulmonares e cardíacos apresentaram melhorias no estado clínico e psicológico (KHAN *et al.*, 2016; RAANAAS *et al.*, 2011). Bellows, Brown e Smit (2004), afirmam que o contato pessoal com hortas verticais urbanas é capaz de promover o relaxamento, a tensão muscular, e reduzir o estresse, o medo, a raiva e a pressão arterial. De acordo com Butkovich *et al.* 2008, sistemas verticais podem reduzir entre 5 e 15% da ausência dos funcionários em escritórios (BUTKOVICH *et al.*, 2008).

Além do mais, a implantação de jardins verticais promove a contenção energética nos períodos mais quentes (WONG; BALDWIN, 2016). Os autores demonstraram que os sistemas verticais são eficientes na redução do consumo de energia por arrefecimento. Segundo Coma *et al.* (2017), conforme o modelo adotado, o mesmo pode promover uma redução considerável no consumo de energia elétrica por refrigeração interna, oportunizando uma economia entre 33,8% a 58,9%.

Por outro lado, o paisagismo vertical também preserva o exterior das edificações de desgastes relativo ao ambiente, como alta incidência de radiação solar e precipitação excessiva (ABU BAKAR; MANSOR; HARUN, 2014). Assim, os jardins verticais possibilitam poupar gastos estruturais das construções, uma vez que, a cobertura vegetativa nas fachadas, estende a vida útil das mesmas, minimizando a deterioração e despesas referentes a manutenção do lado externo (WONG; BALDWIN, 2016).

### **2.3 Espécies ornamentais com potencial para jardins verticais à pleno sol**

Há uma infinidade de espécies que podem ser empregadas nos jardins verticais. Um exemplo é o jardim vertical do “*Caixa Forum Museum*” na cidade de Madrid, na Espanha, arquitetado por Patrick Blanc, contém em torno de 15000 plantas de 250 espécies vegetais diferentes, segundo o próprio site do paisagista (BLANC, 2007).

Contudo, os jardins verticais possuem peculiaridades em relação a um jardim convencional que deve ser considerada na elaboração do mesmo. A escolha das espécies depende de alguns fatores, incluindo aspecto ornamental, acessibilidade às plantas, necessidade hídrica e nutricionais, condições do ambiente e o modelo do conjunto vertical (CRUCIOL BARBOSA; FONTES, 2016). As plantas empregadas nesse sistema podem alcançar grandes dimensões e a diversidade de espécies com aptidão para este fim é bem abrangente, indo desde espécies gramíneas, suculentas, pequenos arbustos, musgos a trepadeiras (MANSO; CASTRO-GOMES, 2015). Espécies suculentas, são resistentes a climas secos, minimizam o uso de irrigação, bem como reduz a manutenção e o peso do arranjo (LUNDHOLM, 2006). O uso de espécies arbustivas e perenes proporciona a produção de um cenário mais íntegro e atrativo, graças à diversidade de texturas, formas, cores que podem acrescentar (MANSO; CASTRO-GOMES, 2015).

Além do mais, espécies que ali serão inseridas se encontram em circunstâncias extremas. O espaço reduzido da estrutura de suporte limita o desenvolvimento das raízes e por consequência, seu crescimento natural. Da mesma forma, a seleção equivocada destas pode causar danos aos recipientes, armações e a construção por conta de suas raízes invasivas. Além disso, em conjunto ao substrato, podem aumentar o peso do sistema (CRUCIOL BARBOSA; FONTES, 2016; MANSO; CASTRO-GOMES, 2015). Não obstante, os autores afirmam ainda que as plantas permanecerão durante bastante tempo num ambiente suspenso, que ao contrário do cultivo no solo, lida de forma acentuada com ventos e incidência solar, deixando o substrato mais seco. Sendo assim, as condições ambientais é o aspecto preponderante na seleção das

espécies. Estas precisam ser rústicas e habituadas a região onde forem instaladas. Na escolha das espécies deve-se levar em consideração as condições climáticas locais (vento, chuva, calor, frio e seca); exposição ao sol (pleno sol, meia-sombra ou sombra); exigência hídrica e necessidade nutricional (baixa ou alta); além da particularidade e comportamento de crescimento.

Dentre as espécies vegetais com potencial para serem cultivadas em jardins verticais, podem-se destacar: o aspargo-pendente (*Asparagus densiflorus* (Kunth) Jessop ‘Sprengeri’), a barba-de-serpente (*Ophiopogon jaburan* (Sieb.) Lodd.), a kalanchoe fantasma (*Kalanchoe fedtschenkoi* Raym. - Hamet e H. Perrier), o ripsális (*Rhipsalis baccifera* J. Miller Stearn) e a russélia (*Russelia equisetiformis* Schlttdl & Cham), dispostas na Figura 1 abaixo, respectivamente.

Figura 1 – Representação das espécies utilizadas no estudo



A) aspargo-pendente; B) barba-de-serpente; C) kalanchoe fantasma; D) ripsális e E) russélia.

Fonte: Do autor, 2017.

### 2.3.1 Asparago pendente

O asparago-pendente (*Asparagus densiflorus* (Kunth) Jessop ‘Sprengeri’) também conhecido como asparago ornamental ou asparago alfinete é nativa da África do sul. É uma planta herbácea, rizomatosa e perene, da família das Asparagaceae (LOURENZI; SOUZA, 2008).

Possui folhas verdadeiras modificadas em espinhos, ao passo que, as pseudo-folhas apresentam aspecto de agulha. As hastes de folhagem volumosas e pendentes, medindo entre 40 a 60 cm, são perfeitas para serem cultivadas em ambientes suspensos, mas também em forrações e contornos. De coloração esbranquiçada, as flores são delicadas e curtas, ocorrendo praticamente o ano todo. Os frutos, são pequenos, arredondados, vermelhos e decorativos (LOURENZI; SOUZA, 2008).

Ainda segundo o autor, precisam ser cultivadas a meia-sombra, em solo fértil com irrigação constante. Resistem bem ao frio e são propagadas por semente ou separação das touceiras. Em um estudo pela Universidade da Geórgia nos Estados Unidos, Dong *et al.*, (2009), avaliaram espécies ornamentais no intuito de determinar a atribuição destas na redução dos níveis de substâncias nocivas à saúde existentes no ar em ambientes internos. Os autores constataram que das 28 espécies, o *Asparagus densiflorus* foi umas das mais eficientes na redução de benzeno, tolueno, octano, tricloroetileno e terpeno, compostos estes que podem comprometer seriamente a saúde das pessoas expostas.

### 2.3.2 Barba de serpente

*Ophiopogon jaburan* (Sieb.) Lodd. pertence à família botânica Rusaceae. Também conhecida popularmente como: barba-de-serpente, ofiopógão, ofiopogo e liriopé, tem como centro de origem o continente asiático, mais precisamente o Japão.

É uma planta herbácea, perene e de ramagem ornamental, similar as gramas. De pequeno porte, atinge entre 20 a 40 cm de altura de crescimento entouceirante. Possui folhas lisas, compridas, finas e curvadas; são coriáceas, ou seja, sua textura é semelhante a couro, e se rompem facilmente. O gênero “*variegada*” é mais usada no paisagismo, justamente, pelo efeito ornamental de suas folhas verdes com estrias brancas nas bordas. As inflorescências brotam no verão, em espiguetas com pequenas flores em formato de sino, de coloração branca, e ainda que elegantes, são pouco apreciadas no paisagismo pelo seu aspecto reduzido (DEPUTY, 1999; FANTZ, 1993; LOURENZI; SOUZA, 2008).

Bastante rústica, é empregada no paisagismo como forração, abaixo das copas de árvores ou em bordaduras, delimitando canteiros (LOURENZI; SOUZA, 2008). A folhagem inclinada e curvada faz-se com que seja bastante estimada em floreiras, quintais e varandas (FANTZ, 1993). Pode ser plantada em sol pleno ou meia-sombra, em terreno fértil e bem drenado, rico em matéria orgânica e irrigado constantemente. Suporta baixas temperaturas e demanda de baixa manutenção. As adubações dessa espécie devem ser realizadas duas vezes ao ano com material orgânico e separação dos tufo, promovem o crescimento e surgimento de flores, além disso não é necessária a realização de podas e se propaga por divisão das touceiras (DEPUTY, 1999; FANTZ, 1993; LOURENZI; SOUZA, 2008).

### 2.3.3 *Kalanchoe-fantasma*

*Kalanchoe fedtschenkoi* Raym. - Hamet e H. Perrier, também chamada popularmente de calanchoê-fantasma, é da família botânica das Crassulaceae, da mesma classe dos cactos e suculentas. De origem africana, mais precisamente Madagascar, é uma planta herbácea, túrgida e de crescimento ereto, atingindo de 40 – 60 cm de altura (LOURENZI; SOUZA, 2008).

As folhas apresentam textura carnosa, que ao decorrer do tempo, adquirem coloração que variam entre cinza a marrom, com bordas rendadas. Durante o outono-inverno, surgem flores de coloração alaranjada, invertidas para baixo, através de inflorescências terminais com o cálice acinzentado (LOURENZI; SOUZA, 2008; SMITH; FIGUEIREDO, 2017).

Possui ampla aplicação paisagística, cultivada de forma isolada, em conjunto formando maciços, ou integrando jardins de pedras. Não tolera condições de temperaturas baixas, devendo ser estabelecida em sol pleno e solos bem drenados. É propagada por divisão de estacas, através dos ramos secundários, restringindo sempre a irrigação (LOURENZI; SOUZA, 2008). Segundo Smith e Figueiredo (2017), também podem se multiplicar mediante às plântulas que se destacam nas margens das folhas.

Ademais do seu uso ornamental, a família das Crassulaceae também é citada como terapêutica, usadas na medicina tradicional. Dentre os componentes importantes estão os flavonoides, elemento este já descrito para a *K. fedtschenkoi*, que apresenta efeitos anti-inflamatórios, curativos e redução ganglionar (MILAD; EL-AHMADY; SINGAB, 2014).

Em algumas regiões da Argentina, por conta de suas flores avermelhadas, a espécie é usada por crianças em brincadeiras conhecida como: “la comidita”, ou seja, a comidinha, já

que se assemelham a “pedaços de carne”, onde é uma das poucas espécies com flores vermelhas no inverno (HURRELL *et al.*, 2012).

#### 2.3.4 Ripsális

O ripsális (*Rhipsalis baccifera* J. Miller Stearn), é uma planta da família das Cactaceae, tendo o centro de origem abrangente, desde a região litorânea da América do Sul até os Estados Unidos. Também chamado popularmente de cacto-macarrão, é uma planta herbácea e epífita.

É composta por numerosos ramos curvados com formato cilíndrico, similar a um macarrão. Entre a estação da primavera até o verão, brotam flores nos artículos, onde posteriormente se desenvolvem pequenos frutos esféricos, que variam do branco à rosa e bastante desejados por pássaros de diferentes espécies. Propagam-se presas em troncos de árvores, rochedos ou jardineiras com substrato como a fibra de coco ou equivalente ao usado em orquídeas. Devem ser cultivadas a meia-sombra e irrigados com intervalos regulares. Toleram climas de temperaturas baixas e se multiplicam via semente ou por estaquia (LOURENZI; SOUZA, 2008). No México, é comum o uso do fruto da ripsális associado a raiz triturada de outra planta medicinal chamada de videira vermelha (*Lonicera pilosa*) no tratamento de fraturas (BIBLIOTECA DIGITAL DA MEDICINA TRADICIONAL MEXICANA, 2009). Também é aplicada no combate da diabetes, no crescimento capilar e regulação da flora intestinal (HERNÁNDEZ-GALICIA *et al.*, 2002). Foi verificado em um estudo no Brasil que o extrato da parte aérea da Ripsális apresenta eficácia na redução do protozoário *Trichomonas vaginalis*, responsável por uma infecção genital transmitida sexualmente (BRANDELLI *et al.*, 2013). Atualmente Bautista *et al.* (2017), revelaram que substâncias presentes tanto na parte aérea quanto nas raízes da planta são capazes de atuar como antimicrobianos, anti-inflamatórios, antioxidantes, anticancerígenas e confirmando ainda seu potencial hipoglicêmico.

#### 2.3.5 Russélia

A Russélia (*Russelia equisetiformis* Schltdl & Cham), também conhecida popularmente como flor-de-coral é originária do México. É uma planta arbustiva com desenvolvimento entouceirante da família das Plantaginaceae (LOURENZI; SOUZA, 2008).

Ainda em concordância com os autores, a espécie possui brotações discretas com folhas reduzidas e por vezes com aparência escamosa. Apresenta ramos pendentes e numerosos

medindo entre 0,80 e 1,0 metros de comprimento. Suas flores de coloração avermelhada, são espalhadas e de formato tubular, ideais para ornamentação em vasos ou jardins, uma vez que suas inflorescências axilares terminas numerosas proporcionam um decaimento dos ramos. Embora cultivada a pleno- sol, é tolerante ao frio e muito apreciada por beija-flores. É propagada via semente ou por segmentação da touceira.

A flor-de-coral é muito utilizada na medicina popular para tratar ou curar algumas enfermidades. Segundo Andrade-Cetto e Heinrich (2005), o extrato da parte aérea da planta apresenta efeito hipoglicêmico comprovado e utilizada no México como alternativa para o tratamento de diabetes mellitus tipo 2. Kolawole e Kolawole (2010), comentam que na Nigéria, além do uso terapêutico contra a diabetes, também é empregada no tratamento de câncer, malária, doenças inflamatórias, bem como no controle de calvície. Na Colômbia, é comum a ingestão da planta fresca inteira para tratar cálculo renal (GÓMEZ-ESTRADA *et al.*, 2011). Em uma pesquisa mais recente, o extrato vegetal da russélia apontou eficiência hematoprotetora contra qualquer dano hepático promovido pela hepatotoxicidade induzida por medicamentos (OJOKUKU, 2017).

#### **2.4 Índice de área foliar (IAF) e métodos de obtenção**

A estimação do índice área foliar é uma ferramenta utilizada em estudos relacionados ao crescimento vegetal que permite inferir sobre importantes parâmetros do seu desenvolvimento (CUNHA *et al.*, 2010). Como a folha é o principal órgão vegetal responsável pela interceptação da radiação solar para o processo fotossintético (LUCENA *et al.*, 2011), corresponde a uma variável diretamente associada ao vigor, produtividade e eficiência na retenção e aproveitamento pela planta (SOUZA *et al.*, 2018). Além do mais, a precisa determinação do IAF possibilita deduzir sobre interferências pertinentes a fatores bióticos e abióticos, aspectos relacionados a espaçamentos e exigência nutricional e hídrica (SILVA *et al.*, 2011). Normalmente, o IAF pode ser determinado por métodos diretos ou indiretos, destrutivos e não-destrutivos. Os métodos diretos são aqueles os quais as medidas ou análises são tomadas diretamente nas plantas, em contrapartida, os métodos indiretos são baseados na correlação conhecida entre uma variável estudada e a área foliar (SOUZA *et al.*, 2013). Ou ainda, por meio de processamento de imagens fotográficas das espécies (COELHO FILHO *et al.*, 2012).



### **2.4.1 Dimensões lineares e medidas de superfície**

Estas medidas podem ser realizadas através de dimensões lineares das plantas (altura, comprimento e diâmetro de caule, comprimento e largura de folhas, entre outros). Apresentam vantagens por não exigirem a destruição do material vegetal, ser de rápida obtenção e de ampla aplicação em condições de campo. No entanto, é necessário que as folhas sejam simples. Na ocasião onde as plantas apresentam folhas compostas, utiliza-se um padrão para cada folíolo de forma definida aproximadamente, que apresenta elevadas correlações com suas dimensões lineares ou massa seca (PEIXOTO; CRUZ; PEIXOTO, 2011).

Segundo os autores, quando as plantas não apresentam folhas funcionais, como é o caso das cactáceas, o aparelho responsável pela fotossíntese são os caules e ramificações. Assim, as medidas são determinadas pela estimativa da extensão da copa destas, que representa uma técnica de medida de superfície.

### **2.4.2 Massa seca**

Corresponde ao acúmulo da massa vegetal de uma determinada amostra, em um tempo e temperatura estipulados. É bastante utilizada quando o objetivo é a determinação da produtividade, em que a relação entre a massa seca e a massa fresca permite compreender sobre a taxa de água presente nos tecidos vegetais. Essa taxa, é um indicativo do crescimento vegetal acompanhado pelo acúmulo do teor de água nos tecidos da planta (PEIXOTO; CRUZ; PEIXOTO, 2011). Embora seja uma técnica mais precisa, necessita da retirada da planta inteira ou partes dela (TOEBE *et al.*, 2010). Sendo assim, se torna uma desvantagem por ser um método destrutivo, que inviabiliza estudos com a mesma planta por não permitir a continuidade do trabalho e por demandar de um longo período de avaliação (SOUZA *et al.*, 2012).

### **2.4.3 Processamento de imagens digitais por redes neurais artificiais (RNAs)**

As RNAs é um campo da computação que reproduz o processamento de informações análoga ao cérebro humano, alcançando conhecimento mediante da experiência (treinamento) e assim, tem a capacidade de supor algo, identificar padrões ou determinar agrupamentos (BRAGA *et al.*, 2011). As RNAs interpretam no processamento da imagem digital através dos pixels, na qual as informações pretendidas nestas, exprime características desejáveis ou não na avaliação (SILVEIRA, 2014). Ou seja, permite distinguir por exemplo,

em uma imagem digital, o que assume classe de vegetação e o que assume classe de céu aberto (TICHÝ, 2016).

Nessa perspectiva, a utilização de redes neurais artificiais (RNAs) surge como um incremento para a obtenção do IAF, em razão ao melhor desempenho em comparação com outros métodos de modelagem, uma vez que possui ajuste universal de aplicações (Gianola *et al.*, 2011). Além do mais, torna-se uma alternativa promissora em diversos setores agrícolas, por ser um método indireto, de baixo custo, de fácil condução e preciso na obtenção da área foliar, sem necessidade da destruição ou remoção de estruturas das plantas (COELHO FILHO *et al.*, 2012)

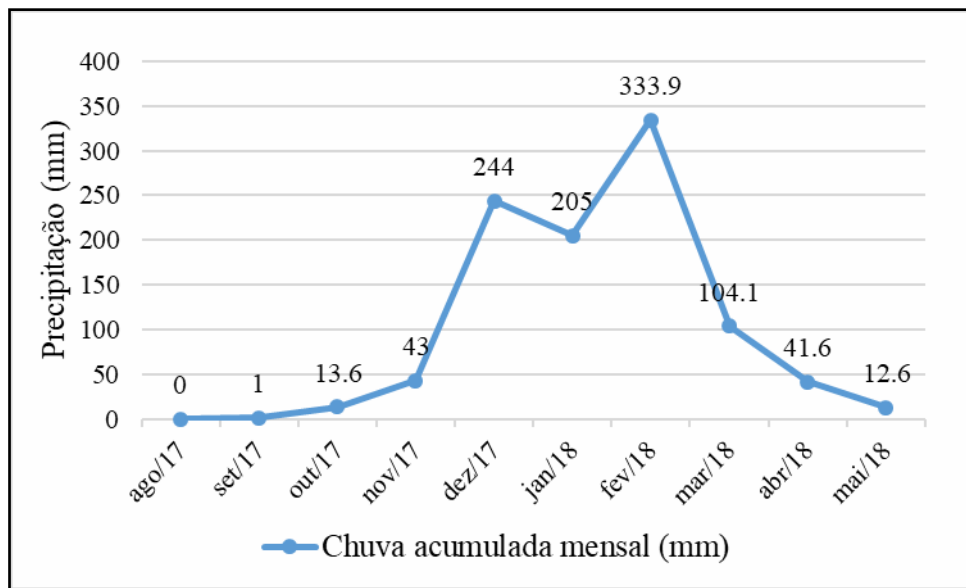
.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 Local e clima

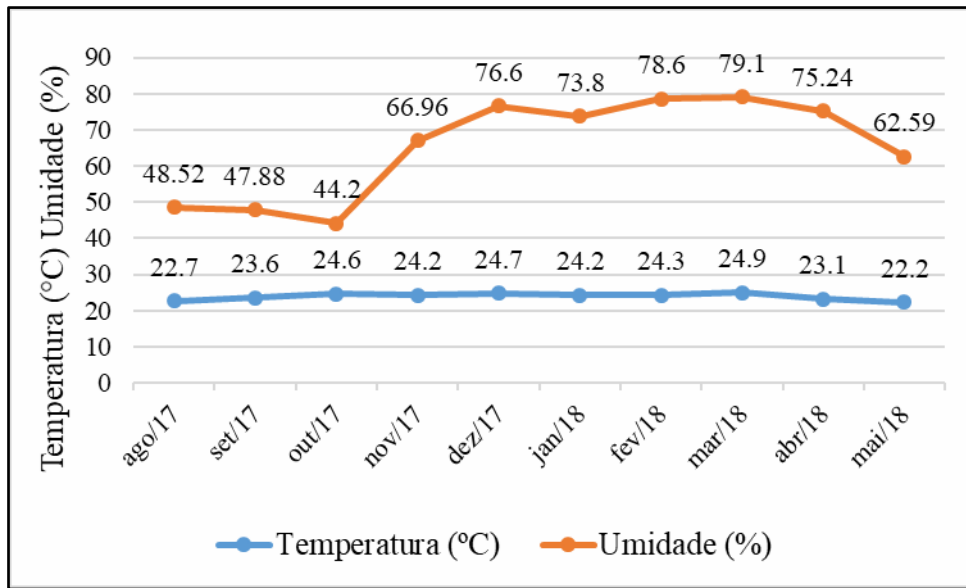
O experimento foi desenvolvido no Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais (ICA/UFMG), *campus* regional de Montes Claros, com localização geográfica de (16°40'21.4"S e 43°50'28.3"W), apresentando altitude média de 639 metros. O clima da região é do tipo Aw, tropical semiárido, quente e seco, com temperatura média anual de 24.4 °C e pluviosidade média anual de 1060 milímetros, conforme a classificação de Köppen-Geiger (1948). Dados de precipitação, temperatura e umidade mensais durante o período do estudo são apresentadas na Figura 2 e 3 respectivamente.

Figura 2 – Valores de precipitação (mm/mês) referentes ao intervalo de estudo



Fonte: INMET, 2018.

Figura 3 - Valores médios de temperatura (°C) e umidade (%) referentes ao intervalo de estudo



Fonte: INMET, 2018.

### 3.2 Caracterização do experimento

As espécies utilizadas nos ensaios foram: aspargo (*Asparagus densiflorus*); barba-de-serpente (*Ophiopogon jaburan*); kalanchoê (*Kalanchoe fedtschenkoi*); ripsális (*Rhipsalis baccifera*) e russélia (*Russelia equisetiformis*). As mesmas foram obtidas do Viveiro de Paisagismo e Plantas Ornamentais do ICA/UFMG e transplantadas em recipientes metálicos de 2 dm<sup>3</sup>, pintados com tinta automotiva na cor azul trator FORD 1976, a fim de evitar oxidação e para efeito estético. Em seguida foram furados para permitir a aeração interna e prevenir o encharcamento.

O plantio das mudas foi realizado no dia 24 de agosto de 2017, em substrato previamente preparado na proporção de 2/1 de solo e esterco bovino respectivamente (1,5m<sup>3</sup>), e incorporado 250 gramas de superfosfato simples. Para cada espécie, foi adicionado substrato equivalente a 1,875 dm<sup>3</sup> em cada recipiente. O experimento foi conduzido a campo (ambiente horizontal) e jardim suspenso (ambiente vertical), permanecendo nestes durante 9 meses (FIGURA 4).

Figura 4 – Disposição da unidade experimental no ambiente horizontal e vertical, respectivamente



Fonte: Do autor, 2017.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas, sendo: 10 tratamentos em 2 ambientes de cultivo (disposição horizontal e vertical), 4 repetições e duas plantas por parcela totalizando 80 parcelas. Os tratamentos foram os seguintes:

Quadro 1 – Tratamentos composto pelas variáveis: espécie x ambiente de cultivo

<b>Tratamentos</b>	<b>Espécies</b>	<b>Ambiente de cultivo</b>
Tratamento 1	Barba de serpente	Jardim vertical
Tratamento 2	Aspargo	Jardim vertical
Tratamento 3	Russélia	Jardim vertical
Tratamento 4	Ripsális	Jardim vertical
Tratamento 5	Kalanchoê	Jardim vertical

Tratamento 6	Barba de serpente	Jardim horizontal
Tratamento 7	Aspargo	Jardim horizontal
Tratamento 8	Russélia	Jardim horizontal
Tratamento 9	Ripsális	Jardim horizontal
Tratamento 10	Kalanchoê	Jardim horizontal

Fonte: Do autor, 2018.

As adubações de cobertura foram efetuadas a partir do vigésimo dia até o final da observação, de forma sólida, repetida quinzenalmente, através da aplicação do formulado 18-06-18 de N-P-K mais micronutrientes (1,0% Mg, 1,5% S, 0,04% B, 0,05% Cu, 0,2% Fe, 0,05% Mg, 0,005 Mo, 0,1% Zn), diretamente dentro dos recipientes de cultivo com auxílio de gabarito, na dosagem de 0,7 gramas por planta (FIGURA 5).

Figura 5 – Demonstração da aplicação de fertilizante N-P-K (18-06-18) mais micronutrientes nas espécies avaliadas



Fonte: Do autor, 2017.

A irrigação foi realizada uma vez ao dia, exceto quando o substrato se encontrava ainda úmido, de forma manual, com auxílio de regadores ou por mangueira.

### 3.2.1 Avaliações realizadas

#### 3.2.1.1 Avaliação de crescimento

Na determinação do crescimento pelo incremento das medidas tomadas diretamente nas plantas (número total de folhas, comprimento da maior folha, dimensão da copa), os valores

foram obtidos individualmente utilizando-se uma trena graduada, em centímetro (cm), em duas avaliações, em um intervalo de dias após o transplântio das mudas. (QUADRO 2).

Quadro 2 - Intervalo em dias das avaliações do incremento do crescimento para as espécies em estudo

Avaliações	Período	Dias após transplântio (DAP)
1ª Avaliação	14 de setembro de 2017	21 dias
2ª Avaliação	14 de março de 2018	237 dias
	15 de março de 2018	
	16 de março de 2018	

Fonte: Do autor, 2018.

Para as espécies barba-de-serpente e kalanchoê que apresentam folhas simples, a mensuração do comprimento correspondeu à distância entre o ponto de inserção do pecíolo no limbo foliar até o ápice da folha, considerando a parte mais larga do limbo da maior folha. Em contrapartida, para as espécies russélia, ripsális e aspargo, que contêm folhas compostas, as medições corresponderam entre a inserção do pecíolo até o ápice do maior folíolo (FIGURA 6).

Figura 6 - Diferença da mensuração do fator comprimento entre as espécies com folhas simples e folhas compostas



A) Determinação do comprimento do limbo foliar nas espécies de folhas simples (Kalanchoe). B) Determinação do comprimento dos folíolos nas espécies de folhas compostas (Aspargo).

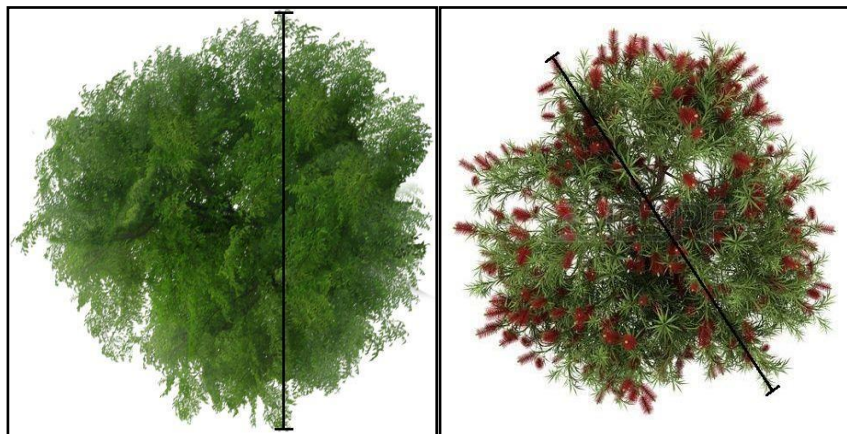
Fonte: Do autor, 2017.

O mesmo critério foi adotado para a contagem do número de folhas onde, para as espécies com folhas simples, a estimativa procedeu pelas folhas (limbo foliar) propriamente

ditas, enquanto nas espécies com folhas compostas, as mesmas foram estimadas através dos folíolos.

Para a estimativa da extensão da copa, a mesma decorreu através da mensuração do maior intervalo entre as extremidades observadas em linha reta, igualmente para todas as espécies, visto que não é um padrão dessemelhante entre elas (FIGURA 7).

Figura 7 – Croqui da estimativa da extensão da copa nas espécies estudadas de uma extremidade a outra da planta em linha reta



Fonte: Do autor, 2018.

As informações reunidas dos dados da diferença entre a última avaliação e a primeira (incremento), de todas as plantas em ambos ambientes de cultivo, foram arquivadas e tabuladas no Microsoft Excel. Em seguida, os dados foram conduzidos para a análise estatística.

### 3.2.1.2 Determinação da massa seca

As análises do acúmulo de massa seca da parte aérea (folhas e caules) foram definidas a partir da retirada das plantas dos recipientes após 258 dias de observação (24 de agosto de 2017 a 08 de maio de 2018), e prontamente separadas, acondicionadas e identificadas em envelopes de papel. Em seguida, as plantas foram pesadas para determinação da massa fresca em balança de precisão e levadas a estufa de ventilação forçada a 65 °C, por 72 horas. Após este período, essas foram pesadas novamente determinando a massa seca. Os dados obtidos foram armazenados e tabulados as médias por repetições dos tratamentos no Microsoft Excel.

Para a definição da massa seca, calculou-se a diferença entre o peso seco e fresco, desconsiderando o peso do envelope, com valores expressos em gramas (g), utilizando a seguinte fórmula:



$$MS(g) = [PS - E] - [PF - E]$$

Onde:

MS = Massa

seca (g) PS =

Peso seco (g)

PF = Peso fresco (g)

E = Peso do envelope (g)

Posteriormente, os dados coletados para às variáveis foram submetidos à avaliação estatística.

### 3.2.1.3 Avaliação do índice de área foliar (NeuroDIC)

O NeuroDIC é um software gratuito elaborado com a finalidade de determinar o volume de pilhas de madeiras que conforme Silveira (2014) e Reis (2015), apresenta múltiplas funções, como: mensuração de toras de madeiras empilhadas, estimação da densidade foliar e de superfícies vegetais atingidas por patologias, dentre outros.

Para as análises envolvendo imagens, foram selecionadas 4 plantas por espécie em ambos ambientes de cultivo, obtendo assim 40 plantas. As imagens foram obtidas frontalmente, com uma câmera digital profissional modelo NIKON D3200, diante de um painel de tamanho estimado (2m<sup>2</sup>) a uma distância de 1,5m entre a planta e a câmera. (FIGURA 8).

Figura 8 – Demonstrativo da mensuração fotográfica da massa vegetativa



Fonte: Do autor, 2018.

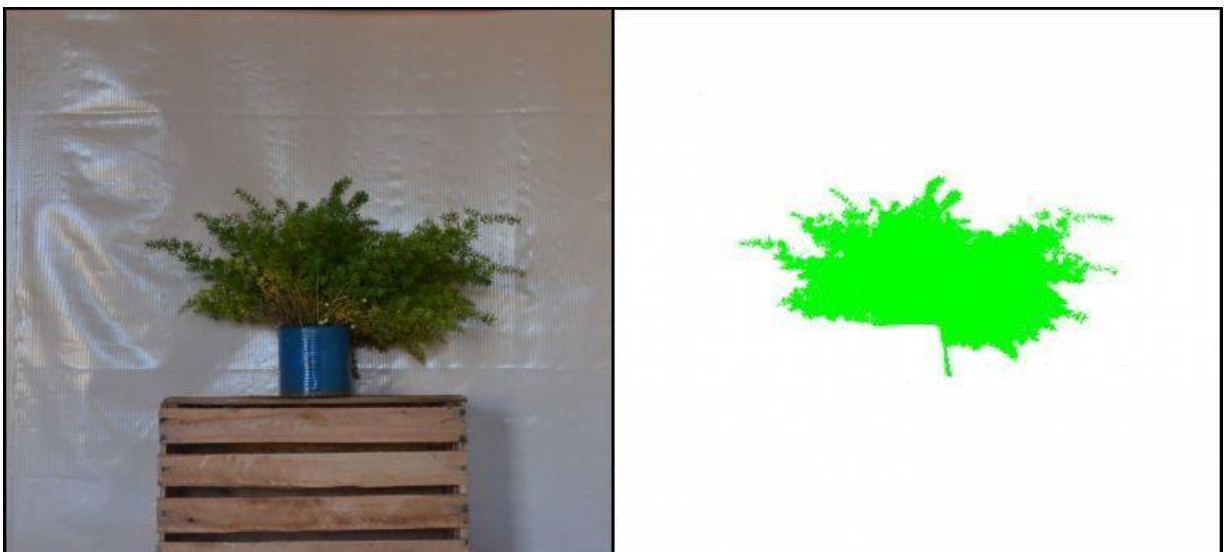
As imagens foram dimensionadas para se enquadrarem somente no painel. O uso do tripé para a câmera, proporcionou um foco exato, evitando com que saísse do enquadro e ocasionasse erros referentes a instabilidade da câmera. Além do mais, as imagens passaram por tratamento a fim de melhorar o contraste entre “planta” e “espaço vazio” para facilitar o processamento das imagens pelo programa.

Originalmente, o *software* foi desenvolvido para determinação de pilhas de madeiras. Sendo assim os elementos para as classes, neste trabalho, foram definidos como: “planta”, toda a massa vegetativa, flores e frutos e, “vazio”, tal como painel, recipiente e suporte de madeira. Após a classificação e especificação para as redes neurais do que é planta e do que é espaço vazio, transcorreu-se o treinamento.

No intuito de agilizar o tratamento das imagens, foram treinadas e salvas 1 rede neural para cada espécie seguindo o padrão de ajuste estabelecido no programa, sendo aplicada a mesma rede neural nas demais imagens para o mesmo grupo de plantas. Isto foi possível, uma vez que, como as plantas do mesmo grupo apresentam padrão anatômico idêntico, não foi necessário o treinamento para todo o conjunto de imagens para o mesmo grupo vegetal.

A escolha da rede neural se deu a que apresentou melhor desempenho na validação, baseados no RQME (raiz quadrada do erro quadrático médio), SQR (soma do quadrado do resíduo), variância e correlação. A rede neural treinada para cada grupo foi aplicada nas imagens resultando em valores percentuais de “planta” e “vazio”, que foi o objetivo principal, obtendo-se também a área de projeção frontal (silhueta) de cada planta (FIGURA 9).

Figura 9 – Comparação das imagens antes e depois do processamento pelo NeuroDic.



Fonte: Do autor, 2018.

Como o painel apresentava dimensão conhecida, foi possível converter os valores em porcentagem da massa vegetativa, estimando-a em cm<sup>2</sup>. Os dados referentes as médias obtidas em cm<sup>2</sup> foram organizados no Microsoft Excel e em seguida submetidos à avaliação estatística.

### **3.3 Análise estatística**

Para os três parâmetros observados, (avaliação do incremento do crescimento, determinação de massa seca e estimativa do índice de área foliar pelo NeuroDic), as médias entre os tratamentos (espécie x ambiente de cultivo) foram submetidas à análise de variância (ANOVA) ( $P < 0,05$ ) e em seguida comparados pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ). A análise estatística foi realizada utilizando o programa Sisvar 5.6.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Avaliação do crescimento

De acordo com a análise de variância dos resultados obtidos para o número total de folhas (NTF) e extensão da copa (EC), ocorreu diferença estatística apenas para a variável espécies dentro de cada nível de ambiente de cultivo.

A espécie kalanchoe apresentou maiores valores estimados de NTF entre as demais em ambos ambientes de cultivo, em particular no ambiente vertical. No entanto, os dados não diferiram das espécies aspargo e barba-de-serpente no ambiente horizontal, enquanto que no ambiente vertical, não diferiu do aspargo. Apesar disso, o ambiente (horizontal ou vertical) não foi condição determinante para os resultados visto que, as médias para os tratamentos foram iguais estatisticamente (TABELA 1).

Tabela 1 - Valores médios do número total de folhas (NTF) em centímetros das cinco espécies estudadas dentro de cada ambiente de cultivo, no intervalo de observação de 237 dias.

Espécie	Jardim horizontal	Jardim vertical
	NTF	NTF
Aspargo	125,75 ABa	196,5 ABa
Barba-de-serpente	126,25 ABa	95,0 BCa
Kalanchoe	220,25 Aa	323,5 Aa
Ripsális	36,0 Ba	95,5 BCa
Russélia	51,25 Ba	20,5 Ca

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Maiúscula na coluna para espécie dentro de cada nível de ambiente de cultivo e minúscula na linha para ambiente de cultivo dentro de cada nível de espécie.

Fonte: Do autor, 2018.

Da mesma forma, para os valores obtidos para a extensão da copa (EC), a kalanchoe obteve melhores médias nos dois ambientes, especialmente no ambiente vertical. Porém, dentro do ambiente horizontal, não diferiu do aspargo, ripsális e russélia, ao passo que no ambiente vertical, nenhuma espécie diferiu estatisticamente, as quais obtiveram médias iguais para a EC. Assim como para o NTF, o ambiente de cultivo não foi fomentador para os resultados, posto que as médias observadas para os níveis de cada ambiente de cultivo foram iguais estatisticamente em relação as espécies. (TABELA 2).

Tabela 2 - Valores médios da extensão da copa (EC) em centímetros das cinco espécies estudadas dentro de cada ambiente de cultivo, no intervalo de observação de 237 dias.

Espécie	Jardim horizontal	Jardim vertical
	EC	EC
Aspargo	3,25 ABa	9,25 Aa
Barba-de-serpente	-16,0 Ba	4,0 Aa
Kalanchoe	38,0 Aa	44,75 Aa
Ripsális	3,5ABa	6,0 Aa
Russélia	2,75 ABa	21,75 Aa

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Maiúscula na coluna para espécie dentro de cada nível de ambiente de cultivo e minúscula na linha para ambiente de cultivo dentro de cada nível de espécie.

Fonte: Do autor, 2018.

Quanto ao comprimento da maior folha (CMF), os resultados por meio da análise de variância revelaram interação significativa entre os fatores espécie e ambiente de cultivo. A barba-de-serpente diferiu das demais espécies, todavia, atingiu média inferior em ambos ambientes de cultivo, em particular no ambiente horizontal. O ambiente de cultivo foi determinante nos resultados de CMF apenas para a espécie barba-de-serpente, que diferenciou estatisticamente no ambiente vertical em relação ao horizontal de forma negativa (TABELA 3).

Tabela 3 - Valores médios do comprimento da maior folha (CMF) em centímetros das cinco espécies estudadas dentro de cada ambiente de cultivo, no intervalo de observação de 237 dias.

Espécie	Jardim horizontal	Jardim vertical
	CMF	CMF
Aspargo	-0,25 Aa	0,75 ABa
Barba-de-serpente	-12,5 Bb	-3,5 Ba
Kalanchoe	2,0 Aa	2,5 Aa
Ripsális	0,25 Aa	0,5 ABa
Russélia	2,5 Aa	1,5 Aa

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Maiúscula na coluna para espécie dentro de cada nível de ambiente de cultivo e minúscula na linha para ambiente de cultivo dentro de cada nível de espécie.

Fonte: Do autor, 2018.

Nas plantas com metabolismo ácido das crassuláceas (CAM), como é o caso da kalanchoe e do ripsális avaliadas nesse trabalho, há modificações fisiológicas que possibilitam o seu pleno desenvolvimento em condições climáticas adversas, como por exemplo, no semiárido. Para isso, os estômatos permanecem fechados durante o dia, para evitar a elevada transpiração e conseqüentemente a perda de água e abrem no decorrer da noite, para permitir a entrada de CO<sub>2</sub> (NEVES *et al.*, 2010). No entanto, essas espécies são pouco produtivas devido a reduzida taxa fotossintética, pois o comportamento CAM não permite um o acúmulo notável de biomassa, ao invés disso, armazenarem água, que pode ser considerado a única via

metabólica de adaptação à seca (OSMOND; HOLTUM, 1981). Porém, algumas espécies CAM podem ser facultativas, ou seja, quando se encontram supridas com água, podem transpor do metabolismo CAM para C<sub>3</sub> e vice e versa. Essa estratégia confere alta produtividade às plantas quando trabalhando com o mecanismo C<sub>3</sub> (MATIZ *et al.*, 2013), pela elevada eficiência na absorção de água para a produção de massa seca (FISHER; TUNER, 1978), o que foi observado em outros trabalhos com *Kalanchoe blossfeldiana* (TAYBI *et al.*, 1995), *Kalanchoe daigremontiana* (OSMOND *et al.*, 1973) e *Guzmania monostachia* (FRESCHI *et al.*, 2007). Dessa forma, pode-se inferir que o maior desenvolvimento da kalanchoe avaliada nesse estudo é decorrente do seu comportamento CAM facultativo que aumenta a eficiência no uso da água para obtenção de biomassa.

No entanto, o resultado do menor desempenho da espécie ripsális pode ser justificado pelo seu comportamento como CAM obrigatória, ou seja, tanto em condições favoráveis de alta disponibilidade de água, quanto em razão a um estresse do ambiente, a concentração de biomassa não é expressiva (MATIZ, 2013).

A barba-se-serpente, que obteve índices não significantes para o EC e CMF, detectou-se por meio de análise fitopatológica por estereoscopia realizada em laboratório, a presença dos fungos do gênero *Colletotrichum* sp. Pode-se inferir que esse fitopatógeno, que é responsável por diversas doenças em olerícolas, frutíferas, leguminosas e cereais tenha prejudicado o desenvolvimento da barba de serpente. O mesmo gênero do patógeno (*Colletotrichum falcatum*) causador da doença conhecida popularmente como antracnose, foi encontrado em espécies *Ophiopogon japonicus* (grama preta, grama japonesa), que também são ornamentais e da mesma família da espécie estudada (RUSSOMANNO; COUTINHO; KRUPPA, 2011). Os sintomas descritos pelos autores são análogos aos observados na espécie *O. jaburan*, descrito por pequenas manchas necróticas nas folhas que, ao longo do tempo, coalescem e provocam uma seca que se inicia do ápice da folha e avança até atingir toda a folha. Como consequência, reduz o tamanho da arquitetura da planta e do limbo foliar (FIGURA 10).

Figura 10 - Sintomas característicos de antracnose (*Colletotrichum falcatum*) em folhas de *Ophiopogon jaburan*. Acérvulos de *C. falcatum* em *O. jaburan* observados em Lupa Estereoscópica.



Fonte: Do autor, 2018.

Em relação ao maior desenvolvimento de algumas espécies estudadas, quando mantidas em posição vertical, verificou-se que o sombreamento proporcionado, ora pela sobreposição das espécies, ora pelo próprio sistema vertical, pode ter possibilitado uma menor temperatura do ambiente quando comparado ao ambiente horizontal. Esta interação ecofisiológica pode ter representado maior produtividade das espécies para estas variáveis estudadas no cultivo vertical.

Pode-se inferir que o menor desenvolvimento da maioria das espécies estudadas no jardim horizontal foi decorrente das condições que as mesmas permaneceram. A radiação solar excessiva, que comumente está relacionada a altas temperaturas e baixa umidade relativa do ar, pode levar a planta a um nível de estresse (Souza *et al.*, 2009), que provoca alterações consideráveis nas condições ótimas de sobrevivência, e estimula a planta a um estado de manutenção e estabilidade (Souza; Oliveira, 2004), reduzindo o seu desenvolvimento.

#### 4.2 Acúmulo de massa seca

Os dados apresentados (TABELA 4) revelaram que houve diferença significativa para o acúmulo de massa seca da parte aérea (MSPA) das espécies em relação ao ambiente de cultivo. A kalanchoe diferiu estaticamente das demais em ambos ambientes de cultivo, em especial no cultivo horizontal para o acúmulo MSPA no período de estudo. No geral, as espécies no cultivo vertical apresentaram maiores valores para MSPA quando confrontado com o cultivo

horizontal, no entanto não diferiram estatisticamente. Isso significa dizer que o ambiente de cultivo não influenciou no acúmulo de MSPA, salvo apenas para a espécie kalanchoe no ambiente horizontal.

Tabela 4 - Valores médios do acúmulo de massa seca em gramas da parte aérea das cinco espécies estudadas dentro de cada ambiente de cultivo, 258 dias após o transplântio (DAT)

Espécie	Jardim horizontal	Jardim vertical
	MSPA	MSPA
Aspargo	37,0 Bb	51,75 Bb
Barba-de-serpente	27,25 BCb	31,50 BCb
Kalanchoe	125,25 Aa	92,25 Ab
Ripsális	7,25 Cb	15,25 Cb
Russélia	25,25 BCb	26,0 BCb

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Maiúscula na coluna para espécie dentro de cada nível de ambiente de cultivo e minúscula na linha para ambiente de cultivo dentro de cada nível de espécie.

Fonte: Do autor, 2018.

A dinâmica do acúmulo de massa seca das espécies vegetais permite estimar o crescimento total da planta. Embora, estas informações são avaliadas num período de tempo regular, entre uma semana, ou a cada 14 dias (Peixoto; Cruz; Peixoto, 2011), quando apenas uma análise é realizada no final do ciclo da cultura, propicia compreender a capacidade adaptativa das espécies e a inter-relação com o ambiente. Há uma correlação direta entre a área foliar e a massa seca, onde a diferença dos valores do peso seco e fresco apontam um parâmetro de absorção de biomassa total das espécies durante o período de estudo, representando um precursor de produtividade (FIGUEIREDO, 2010). Nesse trabalho, quando correlacionado os resultados da avaliação de crescimento sobre o efeito do acúmulo total de massa seca, verifica uma semelhança entre os rendimentos tanto para espécies, quanto para o ambiente de cultivo. O número de folhas e o conseqüente suplemento de assimilados ao longo do percurso vegetal, influencia no volume e no desenvolvimento potencial da planta. Ou seja, a maior quantidade de folhas realizando fotossíntese, proporciona maior produção de carboidratos, e conseqüentemente maior produtividade de biomassa, que afeta de modo promissor na arquitetura da planta (MARCELIS- VAN-ACKER, 1994).

Como dito anteriormente, as espécies que possuem comportamento fisiológico CAM facultativo, apresentam elevada eficiência metabólica quanto a utilização da água para a produção de biomassa, quando em condições favoráveis de disponibilidade de água (FISHER; TUNER, 1978). Essa característica também pode ter levado a espécie kalanchoe a obter maior acúmulo de massa seca nas condições estudadas.



Este acúmulo de massa seca fica mais evidente quando está relacionado com adubação, obtendo rendimentos superiores na aplicação de micronutrientes, também verificado no abacaxizeiro ornamental, que possui o mesmo sistema metabólico CAM da kalanchoe (TANIGUCHI *et al.*, 2017). Durante todo o período experimental as plantas foram quinzenalmente adubadas com todos os macros e micronutrientes necessários para o seu pleno desenvolvimento, o que, juntamente com outros fatores, pode ter influenciado no acúmulo de massa seca das espécies estudadas.

### 4.3 Índice foliar pelo NeuroDic

Os resultados para o índice de área foliar (IAF) através do software NeuroDic (TABELA 5), revelaram diferença significativa para as espécies dentro de cada ambiente de cultivo. A kalanchoe atingiu maiores médias nos dois ambientes. Contudo, no ambiente horizontal a kalanchoe não diferenciou do aspargo e da russélia quanto ao IAF, ao passo que, no ambiente vertical, a kalanchoe não diferiu do aspargo. Quando confrontadas dentro de cada nível do ambiente de cultivo, apenas o aspargo e a ripsális diferenciaram das demais, o que representa que ambas obtiveram maiores IAF no ambiente vertical do que no horizontal. No geral, isso representa que as espécies no cultivo vertical alcançaram maiores IAF quando comparado ao ambiente horizontal.

Tabela 5 - Valores médios do IAF em cm<sup>2</sup> das cinco espécies estudadas dentro do ambiente de cultivo 258 dias após o transplântio (DAT)

Espécie	Jardim horizontal	Jardim vertical
	IAF	IAF
Aspargo	652,75 ABb	1.759,0 Aa
Barba-de-serpente	700,0 Ba	1.054,5 Ba
Kalanchoe	1.858,5 Aa	2.021,0 Aa
Ripsális	52,50 Cb	554,5 Ba
Russélia	430,0 ABa	693,0 Ba

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Maiúscula na coluna para espécie dentro de cada nível de ambiente de cultivo e minúscula na linha para ambiente de cultivo dentro de cada nível de espécie.

Fonte: Do autor, 2018.

Quando confrontado os métodos do acúmulo da massa seca com o IAF pelo NeuroDic, observa-se a correlação dos resultados entre eles. A determinação da massa seca é um método bastante preciso, no entanto, apresenta desvantagem por ser destrutivo, e

impossibilita a continuação dos estudos com a mesma planta (TOEBE *et al.*, 2010). Como a correlação entre os métodos foram semelhantes, coloca o NeuroDic como alternativa viável e precisa na estimação do índice de área foliar sem a necessidade da destruição do material vegetal.

Os resultados obtidos no presente estudo para o IAF por meio de aplicação de redes neurais artificiais através do processamento de imagens, corroboram com os resultados encontrados em diversas culturas de interesse agrônômico, como: antúrio (Silva *et al.*, 2008), brócolis (Stoppani *et al.*, 2003), pimenta (Ahmadian, 2012), morango (Demirsoy *et al.*, 2005), quando comparados com estimativas de áreas foliares observadas por outros métodos.

A seleção adequada das espécies de plantas ornamentais para os sistemas verticais, deve atender a condição de revestir ao máximo a estrutura física e ao mesmo tempo a fachada (CRUCIOL BARBOSA; FONTES, 2016). O conjunto de diferentes espécies (perenes, herbáceas e anuais), devem ser resistentes à seca e capazes de sobreviver em condições desfavoráveis (Dunnett; Kingsbury, 2008), combinadas para alcançar uma melhor estética (formas, texturas e cores), harmonizadas para perdurar nesse ambiente ao longo dos anos (SNODGRASS; SNODGRASS, 2006). O substrato limitado e pouco profundo utilizado nas estruturas dos jardins verticais deve proporcionar as condições ideais de sobrevivência (JIM, 2015). São essas características que definem a aptidão das espécies neste ambiente e consequentemente seus benefícios (DAHANAYAKE; LUN-CHOW; LONG-HOU, 2017). Nesse estudo, foi visto que a kalanchoe e o aspargo foram as espécies que obtiveram melhor desempenho na cobertura vertical. Os resultados revelaram que ambas têm a capacidade de cobrir 2.021,0 cm<sup>2</sup> e 1.759,0 cm<sup>2</sup>, respectivamente, numa superfície vertical de 2m<sup>2</sup>, ou seja, são necessários aproximadamente 10 exemplares da espécie kalanchoe e 12 exemplares da espécie aspargo para revestir integralmente uma parede de 2m<sup>2</sup>.

Nesse contexto, os jardins verticais a pleno sol são um desafio, visto que o grande número e diversidade de espécies utilizadas, cada uma com suas particularidades e fisiologia distintas, associadas ao padrão do modelo vertical e condições ambientais locais intrínsecas são determinantes para o sucesso dos mesmos.

## 5 CONCLUSÃO

As espécies aspargo e kalanchoe são as mais indicadas para o cultivo em jardins verticais visto a adaptabilidade às condições submetidas que resultaram em melhor desenvolvimento e maior área de cobertura verde.

A espécie barba-de-serpente apresentou níveis insignificantes para a avaliação de crescimento e acúmulo de massa seca em virtude a incidência da antracnose. No entanto, obteve bom resultado pelo método do NeuroDic, o que evidencia sua utilização conforme as condições ambientais locais.

Os três métodos empregados houve boa correlação entre si. Porém, o índice de área foliar pelo NeuroDic pode ser ressaltado por ser um método de estimativa indireta, precisa e não destrutiva da área foliar, que poderá ser amplamente utilizado na área paisagística vertical.

## REFERÊNCIAS

ABU BAKAR, N. I.; MANSOR, M.; HARUN, N. Z. Vertical Greenery System as Public Art? Possibilities and challenges in Malaysian urban context. **Procedia-Social and Behavioral Sciences**, v. 153, p. 230-241, 16 out. 2014. Disponível em:<<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042814054998>>. Acesso em: 13 mai. 2018.

AHMADIAN, M. H. Prediction of pepper (*Capsicum annuum*) leaf area using group method of data handling-type neural networks. **International Journal of AgriScience**, v. 2, n. 11, p. 993- 999, nov. 2012. Disponível em:< <https://www.researchgate.net/publication/322024465>>. Acesso em: 18 nov. 2018.

ANDRADE-CETTO, A.; HEINRICH, M. Mexican plants with hypoglycaemic effect used in the treatment of Diabetes. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 99, n. 3, p. 325-348, jul. 2005. Disponível em:<<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378874105003004>>. Acesso em: 22 set. 2018.

AZEVEDO, A. M.; ANDRADE JÚNIOR, V. C.; SOUSA JÚNIOR, A. S.; SANTOS, A. A, CRUZ, C. D.; PEREIRA, S. L.; OLIVEIRA, A. J. M. Eficiência da estimação da área foliar de couve por meio de redes neurais artificiais. **Horticultura Brasileira**, v. 35, n. 1. p. 14-19, 2017. Disponível em:<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S010205362017000100014&lng=en&nrm=iso&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010205362017000100014&lng=en&nrm=iso&tlng=pt)>. Acesso em: 18 nov. 2018.

AZKORRA, Z.; PÉREZ, G.; COMA, J.; CABEZA, L. F.; BURES, S.; ÁLVARO, J. E.; ERKOREKA, A.; URRESTARAZU, M. Evaluation of green walls as a passive acoustic insulation system for buildings. **Applied Acoustics**, v. 89, p. 46-56, mar. 2015. Disponível em:<<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0003682X14002333>>. Acesso em: 14 ago. 2018.

BAESSO, M.; PINTO, F. A. C.; QUEIROZ, D. M.; VIEIRA, L. B.; ALVES, E. A. Determinação do "status" nutricional de nitrogênio no feijoeiro utilizando imagens digitais coloridas. **Engenharia Agrícola**, v. 27, n. 2, p. 520-528, mai-ago. 2007. Disponível em:<<https://www.researchgate.net/publication/240971753>>. Acesso em: 18 nov. 2018.

BAUTISTA, A. S. J.; CIBRIÁN-TOVAR, J.; SALOMÉ-ABARCA, L. F.; SOTO-HERNÁNDEZ, R. M.; DE LA CRUZ-DE LA CRUZ, E. Composición química del aroma de tallos y frutos de *Rhipsalis baccifera* (J. Miller) Stearn. **Revista Fitotecnia Mexicana**, v 40, n. 1, p. 45-54. 2017. Disponível em<<https://www.revistafitotecniamexicana.org/documentos/40-1/5a.pdf>>. Acesso em: 05 set. 2018.

BELLÉ, S. **Apostila de paisagismo**. Bento Gonçalves: IFRS, 2013. Disponível em:<[https://qacademico.bento.ifrs.edu.br/uploads/materiais\\_aulas/50127apostila\\_paisagismo.pdf](https://qacademico.bento.ifrs.edu.br/uploads/materiais_aulas/50127apostila_paisagismo.pdf)>. Acesso em: 06 mar. 2018.

BELLOWS A. C; BROWN, K.; SMIT, J. Health benefits of urban agriculture. **Community Food Security Coalition's North American Initiative on Urban Agriculture**, p. 1-27, 2004.

Disponível em: <<http://www.foodsecurity.org/UAHealthArticle.pdf>>. Acesso em: 17 ago. 2018.

BLANC, P. **Jardins Verticais de Patrick Blanc**. Caixa Forum Museu de Madri. Espanha. 2007. Disponível em: <<https://www.verticalgardenpatrickblanc.com/node/1414>>. Acesso em: 09 jun. 2018.

BRAGA, A. P.; CARVALHO, A. C. P. L. F.; LUDEMIR, T. B. **Redes neurais artificiais: teoria e aplicações**. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2011.

BRANDELLI, C. L. C.; VIEIRA, P. B.; MACEDO, A. J.; TASCA, T. Remarkable anti-trichomonas vaginalis activity of plants traditionally used by the Mbyá-Guarani indigenous group in Brazil. **BioMed Research International**, v. 2013, p. 1-7, 2013. Disponível em: <<https://www.hindawi.com/journals/bmri/2013/826370/cta/>>. Acesso em: 11 set. 2018.

BUTKOVICH, K.; GRAVES, J.; MCKAY, J.; SLOPACK, M. An Investigation into the feasibility of Biowall Technology. **George Brown College Applied Research & Innovation**, jul. 2008. Disponível em: <<https://archive.georgebrown.ca/handle/10299/128>>. Acesso em: 23 jul. 2018.

CASTIGLIA-FEITOSA, R.; WILKINSON, S. Green roofs and green walls and their impact on health promotion. **Cadernos de saúde pública / Ministério da Saúde, Fundação Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública**, v. 34, n. 7, p. 1-4, jul. 2018. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/326304696>>. Acesso em: 11 ago. 2018.

COELHO FILHO, M. A.; ANGELOCCI, L. R.; VASCONCELOS, M. R. B.; COELHO, E. F. Estimativa da área foliar de plantas de lima ácida ‘Tahiti’ usando métodos não-destrutivos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, n. 1, p. 163-167, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbf/v27n1/24592.pdf>>. Acesso em: 04 dez. 2018.

COMA, J.; PEREZ, G.; GRACIA, A.; BURÉS, S.; URRESTARAZU, M.; CABEZA, L. F. Vertical greenery systems for energy savings in buildings: A comparative study between green walls and green facades. **Building and Environment**. v. 111, n. p. 228-237, 01 jan. 2017. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360132316304383>>. Acesso em: 04 ago. 2018.

COSTA, C. S. Jardins Verticais – uma oportunidade para as nossas cidades? **Arquitextos**, São Paulo, ano 12, n. 133.06, jul. 2011. Disponível em: <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/12.133/3941>>. Acesso em: 12 jun. 2018.

CRUCIOL BARBOSA, M.; FONTES, M. S. G. C. Jardins verticais: modelos e técnicas. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, SP, v. 7, n. 2, p. 114-124, jun. 2016. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/316177364>>. Acesso em: 16 jun. 2018.

CUNHA, J. L. X. L.; NASCIMENTO, P. G. M. L.; MESQUITA, H. C.; SILVA, M. G. O.; DOMBROSKI, J.; L. D.; SILVA, I. N. Comparação de métodos de área foliar em *Chrysobalanus icaco* L. ACSA. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 6, n. 3, p. 22-27, 2010. Disponível em: <<http://revistas.ufcg.edu.br/acsa/index.php/ACSA/article/view/88>>.

Acesso em: 04 dez. 2018.

DAHANAYAKE, K. C.; LUN-CHOW, C.; LONG HOU, G. Selection of suitable plant species for energy efficient Vertical Greenery Systems (VGS). **Energy Procedia**, v. 142, p. 2473-2478 dez. 2017. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876610217359192>>. Acesso em: 19 set. 2018.

DAVIS, M. J. M.; RAMÍREZ, F. R.; PÉREZ, M. E. More than just a Green Façade: Vertical Gardens as active air conditioning units. **Procedia Engineering**, v. 145, p. 1250-1257, dec. 2016. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/303398297>>. Acesso em: 14 ago. 2018.

DAVIS, M. J. M.; RAMÍREZ, F.; VALLEJO, A. L. Vertical gardens as swamp coolers. **International Conference on Sustainable Design, Engineering and Construction**, v. 118, p. 145-159, 2015. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705815020688>>. Acesso em: 14 ago. 2018.

DAVIS, M. J. M.; TENPIERIK, M. J.; RAMÍREZ, F. R.; PÉREZ, M. E. More than just a Green Facade: The sound absorption properties of a vertical garden with and without plants. **Building and Environment**, v. 116, mai. 2017, p. 64-72. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360132317300100>>. Acesso em: 12 ago. 2018.

DEMIRSOY, H.; DEMIRSOY, L.; OZTURK, A. Improved model for the non-destructive estimation of strawberry leaf area. **Fruits**, v. 60, n. 1, p. 69-73, jan. 2005. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/41711938>>. Acesso em: 18 nov. 2018.

DEPUTY, J. Liriope The “other” mondo grass. **Cooperative Extension Service, College of Tropical Agriculture and Human Resources, University of Hawaii at Manoa**. p. 1-4, nov. 1999 Asian. Disponível em: <<https://www.ctahr.hawaii.edu/oc/freepubs/pdf/liriope.pdf>>. Acesso em 29 ago. 2018. 05 set. 2018.

DUNNETT, N.; KINGSBURY, N. **Planting Green Roofs and Living Walls**. 2. Ed. Portland: Timber Press, 2008. 328p

FANTZ, P. R. Taxonomic problems in cultivated liriopogons. **HortTechnology**, v. 3, n. 2, p. 146-149, jan/mar. 1993. Disponível em: <http://horttech.ashspublications.org/content/3/2/146.full.pdf>. Acesso em: 29 ago. 2018.

FIGUEIREDO, R. T.; GUISTEM, J. M.; CHAVES, A. M. S.; AGUIAR JUNIOR, R. A.; SILVA, A. G. P.; PAIVA, J. B. P.; SANTOS, F. N. Relação entre a área foliar, número de folhas e biomassa seca e fresca da planta de rúcula. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 2, p. 913-918, jul. 2010. Disponível em: <[http://www.abhorticultura.com.br/eventosx/trabalhos/ev\\_4/A2963\\_T4554\\_Comp.pdf](http://www.abhorticultura.com.br/eventosx/trabalhos/ev_4/A2963_T4554_Comp.pdf)>. Acesso em: 13 set. 2018.

FISHER, R. A.; TUNER, N. C. Plant productivity in the arid and semiarid zones. **Annual Review of Plant Physiology**, v. 29, p. 277-317, jun., 1978. Disponível

em:<<https://www.annualreviews.org/doi/pdf/10.1146/annurev.pp.29.060178.001425>>. Acesso em: 07 dez. 2018.

FRANCO, A.; FERNÁNDEZ-CAÑERO, R.; PÉREZ-URRESTARAZU, L.; VALERA, D. L. Wind Tunnel Analysis of Artificial Substrates Used in Active Living Walls for Indoor Environment Conditioning in Mediterranean Buildings. **Building and Environment**, v. 51, p. 370-378, mai. 2012. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360132311004203>. Acesso em: 11 set. 2018.

FRESCHI, L.; AZEVEDO, L. V. G.; PURGATTO, E.; MERCIER, H. Sinalização Hormonal da Indução da Fotossíntese CAM em Bromélia Epífita C3-CAM Facultativa Submetida ao Estresse Hídrico. **Revista Brasileira de Biociências**, v.5, n.2, p. 468-470, 2007. Disponível em:<<http://www.scielo.br/pdf/abb/v23n2/v23n2a19.pdf>>. Acesso em: 18 nov. 2018.

GENGO, R. C.; HENKES, J. A. A utilização do paisagismo como ferramenta na preservação e melhoria ambiental em área urbana. **Revista gestão e sustentabilidade ambiental**, v. 1, n. 2, p. 55-81, dez. 2012. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/318219913>>. Acesso em: 12 jul. 2018.

GIANOLA, D.; OKUT, H.; WEIGEL, K. A.; ROSA, G. J. M. Predicting complex quantitative traits with Bayesian neural networks: A case study with Jersey cows and wheat. **BMC Genetics**, v.12, n. 87, p.1-14, 2011. Disponível em:<<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3474182/>>. Acesso em: 04 dez. 2018.

GÓMEZ-ESTRADA, H.; DIAZ-CASTILLO, F.; FRANCO, L.; MERCADO, J. E.; GUZMÁN LEDEZMA, J.; MEDINA, J. D.; GAITÁN-IBARRA, R. Folk medicine in the Northern Coast of Colombia: an overview. **Journal of ethnobiology and ethnomedicine**, v. 7, p. 7-17, set. 2011. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/51663041>>. Acesso em: 13 set. 2018.

GONÇALVES, A. **Paisagismo**. Maringá. Centro Universitário de Maringá. Núcleo de educação a distância. 2017. 196 p. Disponível em: <<http://www.ead.cesumar.br/moodle2009/lib/ead/arquivosApostilas/6961.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2018.

GRATANI, L.; VARONE, L.; BONITO, A. Carbon sequestration of four urban parks in Rome. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 19, p. 184-193. 1 set. 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1618866715300911>. Acesso em: 16 Out. 2018.

HERNÁNDEZ-GALICIA, E.; AGUILAR-CONTRERAS, A.; AGUILAR-SANTAMARÍA, L.; RAMAN-RAMOS, R.; CHÁVEZ-MIRANDA, A. A.; GARCÍA-VEJA, L. M.; FLORES-SÁENZ, J. L.; ALARCÓN-AGUILAR, F. J. Studies on hypoglycemic activity of mexican medicinal plants. **Proceedings of the Western Pharmacology Society**, v. 45, p. 118-124. 2002. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/11032309>> Acesso em: 07 set. 2018.

HINDLE, R. L. A vertical garden: Origins of the Vegetation-Bearing Architectonic Structure and System (1938). **Studies in the History of Gardens & Designed Landscapes**, v. 32, n. 2,

p. 99- 110, jun. 2012. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/254237247>>. Acesso em: 29 jul. 2018.

HOPKINS, W. G. *Introduction to Plant Physiology*. 2ed. New York: John Wiley & Sons, Inc., 2000, 512p.

HUNTER, A.M.; WILLIAMS, N.S.G.; RAYNER, J. P.; AYE, L.; HES, D.; LIVESLEY, S.J. Quantifying the Thermal Performance of Green Facades: A Critical Review. **Ecological Engineering**, v. 63, p. 102–113, fev. 2014. Disponível em:<<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925857413005211>>. Acesso em: 13 ago. 2018.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. **Boletim Agroclimatológico: mapas do boletim agroclimatológico. 2018.** Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?=&agrometeorologia/boletinsagroclimatologicos>>. Acesso em: 27 jul. 2018.

JIM, C. Y. Greenwall classification and critical design-management assessments. **Ecological Engineering**, v. 77, n. 2 p. 348-362, 2015. Disponível em:<<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925857415000348>>. Acesso em: 18 nov. 2018.

JIMENEZ, M. S. Green walls: a sustainable approach to climate change, a case study of London, **Architectural Science Review**, v. 61, p. 48-57, 28 nov. 2017. Disponível em:<<https://doi.org/10.1080/00038628.2017.1405789>>. Acesso em: 13 ago. 2018.

KÖHLER, M. Green facades: A view back and some visions. **Urban Ecosystems**, v. 11, p. 423- 436, dez. 2008. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11252-008-0063-x>>. Acesso em: 12 ago. 2018.

KOLAWOLE, O. T.; KOLAWOLE, S. O. Effects of *Russelia equisetiformis* methanol and aqueous extracts on hepatic function indices. **Biology and Medicine**, v. 2, n. 3, p. 38-41, jan. 2010. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/288169969>>. Acesso em: 19 set. 2018.

LIN, H.; XIAO, Y.; MUSSO, F. Shading effect and heat reflection performance of green facade in hot humid climate area: measurements of a residential project in Guangzhou, China. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, v. 146, p. 1-10, mai. 2018. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/324955012>>. Acesso em: 05 set. 2018.

LOURENZI, H. M. SOUSA, H. M. **Plantas ornamentais no Brasil**: 4 ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2008. 1088 p.

LOPES, P.F.; TEIXEIRA, T. R.; OLIVEIRA NETO, R. R.; MAIA, H. M.; COSTA, C. B.; FERNANDES, G. F. S.; FARDIN, L. BINOTI, D. Aplicação de redes neurais artificiais para estimativa de produção florestal utilizando imagens Landsat 7. **VIII Simpósio Brasileiro de Pós-Graduação em Ciências Florestais**, p. 14-18. 2014. Disponível em:<<https://www.researchgate.net/publication/300569892>>. Acesso em 18 nov. 2018.



LUCENA, R. R. M.; BATISTA, T. M. V.; DOMBROSKI, J. L. D.; LOPES, W. A. L.; RODRIGUES, G. S. O. Medição de área foliar de aceroleira. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 2, p. 40-45, 2011. Disponível em: <<https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/caatinga/article/view/1728>>. Acesso em: 04 dez. 2018.

LUNDHOLM, J. T. Green roofs and facades: a habitat template approach. **Urban Habitats**, v. 4, n. 1, p. 87–101, jan. 2006. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/242701921>>. Acesso em: 05 ago. 2018.

MARCELIS-VAN ACKER, C. A. M. Effect of assimilate supply on development and growth potential of axillary buds in roses. **Annals of Botany**, v. 73, n. 4, p. 415-420, 1994. Disponível em: <<https://academic.oup.com/aob/article-abstract/73/4/415/2587277>>. Acesso em 18 nov. 2018.

MARCHI, M.; PULSELLI, R. M.; MARCHETTINI, N.; PULSELLI, F. M.; BASTIANONI, S. Carbon dioxide 660 sequestration model of a vertical greenery system. **Ecological Modelling**, v. 306, p. 46-56, 24 jun. 2015. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304380014003925>>. Acesso em: 04 ago. 2018.

MATIZ, A.; MIOTO, P. T.; MAYORGA, A. Y.; FRESCHI, L.; MERCIER, H. CAM photosynthesis in bromeliads and agaves: what can we learn from these plants. **Photosynthesis: InTech**, p. 91-134. Disponível em: <<https://www.intechopen.com/books/photosynthesis/cam-photosynthesis-in-bromeliads-and-agaves-what-can-we-learn-from-these-plants-#B20>>. Acesso em: 07 dez. 2018.

MILAD, R.; EL-AHMADY, S.; SINGAB, A. N. Genus Kalanchoe (Crassulaceae): A review of its Ethnomedicinal, botanical, chemical and pharmacological properties. **Journal of Medicinal Plants**, v. 4, pag. 86-104, jan, 2014. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/258129686>>. Acesso em: 14 set. 2018.

MOHAMED-ZAID, S.; PERISAMY, E.; HUSSEIN, H.; ELYNA-MYEDA, N.; ZAINON, N. Vertical Greenery System in urban tropical climate and its carbon sequestration potential: A Review. **Ecological Indicators**, v. 91, p. 57-70, ago. 2018. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X18302413>>. Acesso em: 07 ago. 2018.

NEVES, A. L. A.; PEREIRA, L. G. R.; SANTOS, R. D. dos; VOLTOLINI, T. V.; ARAÚJO, G. G. L. de; MORAES, S. A. de; ARAGÃO, A. S. L. de; COSTA, C. T. F. Plantio e uso da palma forrageira na alimentação de bovinos no semiárido brasileiro. Juiz de Fora: **Embrapa Gado de Leite**, 2010. 7 p. (Embrapa Gado de Leite. Comunicado Técnico, 62). Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/32443/1/COT-62Andre.pdf>>. Acesso em: 07 dez. 2018.

OJOKUKU, H. O.; ADEDOKU, K. A.; SHITTU, M. O.; AWE, E. O.; OYENIKE, M. A. Hepatoprotective potential of *Russelia equisetiformis* plant extract on drug-induced hepatotoxicity in experimental models. **Journal of Medical Science and Clinical Research**, v. 5, p. 24808– 24815, jul. 2017. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/318394593>>. Acesso em: 11 set. 2018.

OSMOND, C. B.; HOLTUM, J. A. M. Crassulacean acid metabolism. **Photosynthesis**, v. 8, p. 283-328, 1981. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780126754087500136>>. Acesso em: 18 nov. 2018.

OSMOND, C. B.; ALLAWAY, W. G.; SUTTON, B. G.; TROUGHTON, J. H.; QUEIROZ, O.; LÜTTGE, U.; WINTER, K. Carbon Isotope Discrimination in Photosynthesis of CAM Plants. **Nature**, v. 246, p. 41 – 42, nov. 1973. Disponível em: <<https://www.nature.com/articles/246041a0>>. Acesso em: 07 dez. 2018.

PAIVA, P.D.O. **Paisagismo: conceitos e aplicações**. 1ª Ed. Lavras: Editora UFLA, 2008. 608p.

PECK, S. W.; CALLAGHAN, C.; KUHN, M.E.; BASS, B. **Greenbacks from green roofs: forging a new industry in Canada**, Status report on benefits, barriers and opportunities for green roof and vertical Garden technology diffusion. Environmental adaptation research group. Canadá. 1999. Disponível em: <<https://commons.bcit.ca/greenroof/files/2012/01/Greenbacks.pdf>>. Acesso em: 28 jun. 2018.

PEIXOTO, C. P.; CRUZ, T. V.; PEIXOTO, M. F. S. Análise quantitativa do crescimento de plantas: conceitos e prática. **Enciclopédia Biosfera**, v. 7, n. 13, p. 51-76, 2011. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2011b/ciencias%20agrarias/analise%20quantitativa.pdf>>. Acesso em: 18 nov. 2018.

QUEIROZ, T. N. **Paisagismo**. Revista Especialize On-line IPOG, Goiânia, v. 1, n. 5, p. 1-14, 2013. Disponível em: Acesso em: 12 jun. 2018.

RUSSOMANNO, O. M. R.; COUTINHO, L. N.; KRUPPA, P. C. antracnose em grama-preta (*Ophiopogon japonicus*). **Biológico**, v.73, n.1, p.25-27, jan-jun., 2011. Disponível em: <[http://www.biologico.agricultura.sp.gov.br/uploads/docs/bio/v73\\_1/russomanno2.pdf](http://www.biologico.agricultura.sp.gov.br/uploads/docs/bio/v73_1/russomanno2.pdf)>. Acesso em: 13 set. 2018.

SCHERER, M. J. **Cortinas verdes na arquitetura: desempenho no controle solar e na eficiência energética de edificações**. 2014. 187 f. Tese (Doutorado em Arquitetura). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2014. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/109023>>. Acesso em: 27 jun. 2018.

SCHERER, M. J.; FEDRIZZI, B. Jardins Verticais: Potencialidades para o Ambiente Urbano. **Revista Latino-Americana de Inovação e Engenharia de Produção**, v. 2, n. 2, p.49-61, jan-jun. 2014. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/269200926>>. Acesso em: 19 ago. 2018.

SHARP, R.; SABLE, J.; BERTRAM, F.; MOHAN, E.; PECK, S. Introduction to Green Walls: Technology, benefits and design. **Green Roofs for healthy cities**, 2008. Disponível em: <[http://www.greenroofs.net/components/com\\_lms/flash/Green%20Walls%20Intro%200908b.pdf](http://www.greenroofs.net/components/com_lms/flash/Green%20Walls%20Intro%200908b.pdf)>. Acesso em: 15 jun. 2018.

SHIAH, K. KIM, J. An investigation into the application of vertical garden at the new SUB Atrium. **University of British Columbia**, p. 1-30, nov. 2011. Disponível em:

<<https://open.library.ubc.ca/cIRcle/collections/undergraduateresearch/18861/items/1.0108430>>. Acesso em: 02 jul. 2018.

SILVA, W. L.; COSTA, J. P. R.; CAPUTTI, G. P.; GALZERANO, L.; RUGGIERI, A.C. Medidas lineares do limbo foliar dos capins xaraés e massai para a estimativa da área foliar. **Biotemas**, v. 26, n. 3, p. 11-18, 2013. Disponível em:<<https://periodicos.ufsc.br/index.php/biotemas/article/view/2175-7925.2013v26n3p11>>. Acesso em: 04 dez. 2018.

SILVA, M. L. M.; BINOTI, D. H. B.; GLERIANI, J. M.; LEITE, H. G. Ajuste do modelo de Schumacher e Hall e aplicação de redes neurais artificiais para estimar volume de árvores de eucalipto. R. **Árvore**, Viçosa/MG, v.33, n.6, p.1133-1139, 2009. Disponível em:<<http://www.scielo.br/pdf/rarv/v33n6/a15v33n6.pdf>>. Acesso em: 18 nov. 2018.

SILVA, W. Z.; BRINATE, S. V. B.; TOMAZ, M. A.; AMARAL, J. F. T.; RODRIGUES, W. N. MARTINS, L. D. Métodos de estimativa de área foliar em cafeeiro. **Enciclopédia Biosfera**, v. 7, n. 13, p. 746-759, 2011. Disponível em:<<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2011b/ciencias%20agrarias/metodos.pdf>>. Acesso em: 04 dez. 2018.

SMITH, G.; FIGUEIREDO, E. *Kalanchoe fedtschenkoi* Raym.-Hamet & H.Perrier (Crassulaceae) is spreading in South Africa's Klein Karoo. **Bradleya**, v. 35, p. 80-86, ago. 2017. Disponível em:<<https://www.researchgate.net/publication/322217624>>. Acesso: 11 set. 2018.

SOUZA, A. L. P.; COSTA, M. M.; SENA JUNIOR, D. G.; PAZ, R. B. O. Análise de três métodos de obtenção do índice de área foliar para cultura da soja. **Simpósio mato-grossense de mecanização agrícola e agricultura de precisão – SIMAP**, v. 1, p. 1-4. 2018. Disponível em:<[http://www.lapmec.com.br/upload/mod\\_publicacoes/261/5b3e6809321fe.pdf](http://www.lapmec.com.br/upload/mod_publicacoes/261/5b3e6809321fe.pdf)>. Acesso em: 04 dez. 2018.

SOUZA, G. M.; BALMANT, B. D.; VÍTOLO, H. F.; GOMES, K. B. P.; FLORENTINO, T. M.; CATUCHI, T. A.; VIEIRA, W. D. L. Estratégias de utilização de luz e estabilidade do desenvolvimento de plântulas de *Cordia superba* Cham.(*Boraginaceae*) crescidas em diferentes ambientes luminosos. **Acta Botanica Brasilica**, v. 23, n. 2, p. 474-485, jun. 2009. Disponível em:<<http://www.scielo.br/pdf/abb/v23n2/v23n2a19.pdf>>. Acesso em: 18 nov. 2018.

SNODGRASS, E.C.; SNODGRASS, L. L. **Green Roof Plants: A Resource and Planting Guide**. 1 Ed. Portland: Timber Press, 2006. 204p.

STOPPANI, M. I.; WOLF, R.; FRANCESCANGELI, N.; MARTÍ, H. R. A nondestructive and rapid method for estimating leaf area of broccoli. **Advances in Horticultural Science**, v. 17, n. 3, p. 173-175, jan. 2003. Disponível em:<<https://www.researchgate.net/publication/267715120>>. Acesso em: 18 nov. 2018.

TAKEBAYASHI, H.; MORIYAMA, M. Surface heat budget on green roof and high reflection roof for mitigation of urban heat island. **Building and Environment**, v. 42, n. 8, ago 2007, p. 2971-2979. Disponível em:<<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360132306001752>>. Acesso em: 04 ago. 2018.

TANIGUCHI, C. B. K.; MARTINS, T. D.; FEITOSA, M. M.; CASTRO, A. C. R.; HAWERROTH, F. J. Adubação com micronutrientes para abacaxizeiro ornamental cultivado em vaso. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2017. Disponível em:<<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1072114/1/BPD17015.pdf>>. Acesso em 18 nov. 2018.

TAYBI, T.; SOTTA, B.; GEHRIG, H.; GÜCLÜ, S.; KLUGE, M.; BRULFERT, J. Differential effects of abscisic acid on phosphoenolpyruvate carboxylase and CAM operation in *Kalanchoe blossfeldiana*. **Botanica Acta**, v. 198, n. 3, p. 240-246, 1995. Disponível em:<<https://www.researchgate.net/publication/233400207>>. Acesso em: 18 nov. 2018.

TICHÝ, L. Field test of canopy cover estimation by hemispherical photographs taken with a smartphone. **Journal of vegetation science**. n.2 vol. 27. p. 427–435, mar. 2016. Disponível em:< <https://www.researchgate.net/publication/282940849>>. Acesso em: 04 dez. 2018.

TOEBE, M.; LOPES, S. J.; STORCK, L.; SILVEIRA, T. R.; MILANI, M.; CASAROTTO, G. **Ciência Rural**, v. 40, n. 4, p. 793-799, 2010. Disponível em:<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S010384782010000400008&lng=en&nrm=iso&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010384782010000400008&lng=en&nrm=iso&tlng=pt)>. Acesso em: 04 dez. 2018.

WANG, C.; ER, S.S.; ABDUL-RAHMAN, H. Indoor vertical greenery system in urban tropics. **Indoor Built and Environment**, v.25, n. 2, p. 340-356, 2016. Disponível em:<<http://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/1420326X14550508>>. Acesso em: 13 ago. 2018.

WONG, I.; BALDWIN, A. N. Investigating the potential of applying vertical green walls to high- rise residential buildings for energy-saving in sub-tropical region. **Building and Environment**, v. 97, p. 34-39, fev. 2016. Disponível em:<<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360132315301906>>. Acesso em: 09 ago. 2018.

WONG, N. H.; KWANG-TAN, A. Y.; CHEN, Y.; SEKAR, K.; TAN, P. Y.; CHAN, D.; CHIANG.; WONG, N. C. Thermal evaluation of vertical greenery systems for building walls. **Building and Environment**, v. 45, n. 3, p. 663-672, mar. 2010. Disponível em:<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S036013230900198X>>. Acesso em 16 ago. 2018.

