

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
DE MINAS GERAIS - CAMPUS SÃO JOÃO EVANGELISTA  
BACHARELADO EM AGRONOMIA

João Vitor Vilarino Nunes

**USO DE DIMENSÕES LINEARES PARA DETERMINAÇÃO DE ÁREA  
FOLIAR EM ESPÉCIES FLORESTAIS DE MATA ATLÂNTICA**

São João Evangelista

2021

JOÃO VITOR VILARINO NUNES

**USO DE DIMENSÕES LINEARES PARA DETERMINAÇÃO DE ÁREA FOLIAR  
DE ESPÉCIES FLORESTAIS DE MATA ATLÂNTICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para obtenção do grau de bacharel em Agronomia, no Instituto Federal de Minas Gerais campus São João Evangelista (IFMG/SJE).  
Orientador: Prof. Dr. Mateus Marques Bueno

São João Evangelista

2021

## FICHA CATALOGRÁFICA

N972u Nunes, João Vitor Vilarino.

Uso de dimensões lineares para determinação de área foliar em espécies florestais de Mata Atlântica

41 f. : il.

Orientador: Mateus Marques Bueno

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) – Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus São João Evangelista

1.Paineira. 2.Guapuruvu. 3. Pau Viola.  
I.Título.

CDD 502 7

Catálogo: Nirley Dias Leandro-CRB-6/2394

JOÃO VITOR VILARINO NUNES

**USO DE DIMENSÕES LINEARES PARA DETERMINAÇÃO DE ÁREA FOLIAR DE  
ESPÉCIES FLORESTAIS DE MATA ATLÂNTICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para obtenção do grau de bacharel em Agronomia, no Instituto Federal de Minas Gerais campus São João Evangelista (IFMG/SJE).

Aprovado em: 26/07 /2021 pela banca examinadora:



---

Prof. Dr. Mateus Marques Bueno – IFMG (Orientador)



---

Prof.<sup>a</sup> Dr. Alisson José Eufrásio De Carvalho– IFMG



---

Prof.<sup>a</sup> Dr. João Paulo Lemos – IFMG

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pela presença constante em minha vida e amparo em todos os momentos.

Aos meus pais Nadia e Josino, e minha Irmã Nayara e ao meu sobrinho Bernardo, pelo apoio e incentivo ao longo dos anos.

Ao meu orientador, Doutor Mateus Marques Bueno, pelo voto de confiança, incentivo e orientações ao longo de minha formação acadêmica e na elaboração deste trabalho e a todos os professores do campus por todos esses anos de aprendizado.

A toda minha família que sempre esteve ao meu lado.

A minha namorada Laís, que esteve ao meu lado, sempre me apoiando.

A todos os amigos e companheiros que estiverem comigo em toda essa caminhada, principalmente ao Eduardo pelo companheirismo em todos esses anos.

A república kaxasamba o meu muito obrigado pelos anos de convivência.

Ao Instituto Federal de Minas Gerais – Campus São João Evangelista, e a todos os servidores e funcionários a qual fazem parte.

E a todos que me acompanharam neste caminho, e contribuíram para o sucesso desta etapa de formação

## RESUMO

O acompanhamento da área foliar é importante para verificação das taxas de crescimento e desenvolvimento de espécies florestais, principalmente nos estágios iniciais. O presente trabalho busca calibrar equações que permitam mensuração da área foliar, através de formas não destrutivas, que consiste na medição das maiores dimensões da folha. O experimento foi realizado no período de agosto a novembro de 2020, utilizando-se da medição foliar em três espécies nativas da Mata Atlântica *Schizolobium Parahyba* (Guapuruvu); *Cytharexylum myrianthum Chamiaó* (Pau Viola); e *Ceiba speciosa* (St.-Hill) *Ravenna* (Paineira), de onde foram coletadas 493 folhas divididas entre as espécies, completamente expandidas, não danificadas, sem deformação, de diferentes tamanhos e de duas fases fenológicas, mudas e adultas, as folhas foram avaliadas, obtendo-se a área estimada a partir dos parâmetros lineares da maior largura e maior comprimento das folhas. Estes valores foram comparados com a medição direta da área foliar. Desta maneira foi possível gerar equações de regressões, que foram testadas quanto à adequabilidade, através dos testes *F* modificado e teste *t*. Foram encontrados modelos de equações válidos para utilização em todas as espécies, mas o melhor resultado foi proporcionado pela espécie *Ceiba speciosa* (St.-Hill) *Ravenna* (Paineira) a qual apresentou adequação a regressão, tanto para a fase de desenvolvimento de muda e quanto na fase adulta.

**Palavras-chave:** Paineira. Guapuruvu. Pau Viola.

## ABSTRACT

Monitoring the leaf area is important to verify the growth and development rates of forest species, especially in the early stages. The present work seeks to calibrate equations that allow the measurement of the leaf area, through non-destructive ways, which consists in measuring the largest dimensions of the leaf. The experiment was carried out from August to November 2020, using leaf measurement in three species natives of the Atlantic Forest *Schizolobium Parahyba* (Guapuruvu); *Cytherexylum myrianthum* Chamiáo (Pau Viola); and *Ceiba speciosa* (St.-Hill) Ravenna (Paineira), from where 493 leaves were collected, divided among species, completely expanded, undamaged, without deformation, of different sizes and of two phenological stages, seedlings, and adults, the leaves were evaluated, obtaining the estimated area from the linear parameters of greater width and greater length of leaves. These values were compared with direct leaf area measurement. In this way, it was possible to generate regression equations, which were tested for suitability, through modified F-tests and t-tests. Valid equation models were found for use in all species, but the best result was provided by the species *Ceiba speciosa* (St.-Hill) Ravenna (Paineira), which presented adequacy to regression, both for the seedling development phase and in adulthood.

**Keywords:** Paineira. Guapuruvu. Pau Viola.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1-Mudas de Guapuruvu (A), Paineira(B) e Pau Viola (C), com cerca de 20 dias após emergências (DAE) utilizadas para coleta de folhas.....26
- Figura 2-Folhas de Guapuruvu (A), (B) e (C) retiradas de plantas adultas para medição foliar, retirada de plantas adultas na área da Mata Atlântica...27
- Figura 3-Folhas de Pau Viola(A), com detalhe para as folhas provenientes de mudas (B) e de plantas adultas (C).....27
- Figura 4-Folhas de Paineira completas e proveniente de mudas (A), completa e proveniente de árvores adultas (B) e detalhe do folíolo(C)...28
- Figura 5-Medidor de área foliar-Área Meter LI-3100C, utilizado para aferição da área real das folhas.....28
- Figura 6- Variação dos parâmetros lineares (largura e comprimento) em relação à área medida para a fase fenológica espécie adulta Guapuruvu.....35
- Figura 7- Variação dos parâmetros lineares (largura e comprimento) em relação à área medida para a fase fenológica espécie adulta Guapuruvu.....35
- Figura 8- Variação dos parâmetros lineares (largura e comprimento) em relação à área medida para a fase fenológica de mudas para a espécie Pau Viola.....36
- Figura 9- Variação dos parâmetros lineares (largura e comprimento) em relação à área medida para a fase fenológica espécie muda para a Paineira.....36
- Figura 10- Variação dos parâmetros lineares (largura e comprimento) em relação à área medida para a fase fenológica espécie adulta para a Paineira.....37
- Figura 11- Variação dos parâmetros lineares (largura e comprimento) em relação à área medida para a fase fenológica espécie adulta para a Paineira.....37

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1– Características morfológicas das folhas das espécies Guapuruvu, Pau Viola e Paineira.....	30
Tabela 2– Área foliar medida, valores máximos, mínimos e médios para as espécies Guapuruvu, Pau Viola e Paineira, nas fases fenológicas de mudas e adultas.....	31
Tabela 3– Parâmetros lineares medidos máximos, mínimos e médios da largura e comprimento medidos para as espécies Guapuruvu, Pau Viola e Paineira, nas fases fenológicas de mudas e adultas, utilizados na geração dos modelos.....	31
Tabela 4– Parâmetros de regressão das espécies Guapuruvu, Pau Viola e Paineira, nas fases fenológicas de mudas e adultas.....	33
Tabela 5- Equações para estimativa da área foliar em função das medidas do comprimento (C) e da largura (L) para o modelo linear e quadrático para as três espécies estudadas.....	34

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	11
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	12
<b>2.1 Importância do bioma Mata Atlântica</b> .....	12
<b>2.2 Processos de recuperação de áreas degradadas</b> .....	14
<b>2.3 Produção de mudas para regeneração</b> .....	15
<b>2.4 Aspectos morfológicos de qualidade de mudas</b> .....	18
<b>2.5 Caracterização das espécies</b> .....	19
2.5.1 <i>Schizolobium parahyba</i> (Guapuruvu).....	19
2.5.2 <i>Cytherexylum myrianthum</i> Chamíáo (Pau Viola).....	20
2.5.3 <i>Ceiba speciosa</i> (St.-Hill.) Ravenna (Paineira).....	22
<b>2.6 Estudos de área foliar em espécies vegetais</b> .....	23
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	25
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	29
<b>4.1 Aspectos morfológicos e parâmetros biométricos foliares</b> .....	29
<b>4.2 Modelos analíticos de área foliar</b> .....	31
<b>4.3 Desempenho dos modelos</b> .....	35
<b>5 CONCLUSÕES</b> .....	38
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	39

## 1 INTRODUÇÃO

A medição da área foliar é uma técnica fundamental para os estudos agronômicos e fisiológicos. O acompanhamento da área foliar ao longo do tempo permite que se façam inferências de crescimento e desenvolvimento das plantas. Além das correlações sobre a percentagem de interceptação luminosa pela planta, a eficiência fotossintética, a evapotranspiração da cultura e as respostas a insumos agrícolas. O acompanhamento evolutivo da área foliar, ao longo do tempo, de forma não destrutiva, são informações que podem melhorar as técnicas de plantio em viveiros comerciais de mudas. Principalmente para espécies florestais, pela sua diversidade e, muitas vezes, ausências de informações específicas sobre seu crescimento.

O plantio de mudas de espécies florestais da Mata Atlântica tem diversos desafios para que se torne uma atividade eficiente. Dentre eles, destaca-se a identificação de sombreamento ideal para o crescimento de cada espécie, na fase inicial de desenvolvimento. Cada espécie pode responder às condições de estresse, especificamente as causadas pela taxa de luminosidade recebida. Desta forma, a evolução do crescimento foliar é um dos principais indicadores externos desse processo. Assim é fundamental se ter o acompanhamento, ao longo do tempo, da evolução da área foliar.

A garantia de mudas de espécies florestais de qualidade é uma etapa determinante no processo de regeneração de áreas degradadas, especialmente em biomas nos quais houve grande conversão de sua área original para uso antrópico e que possui alta biodiversidade, como é o caso da Mata Atlântica. Entretanto, o plantio de mudas florestais em meios artificiais é um processo de plantio tão pouco estudado, visto que, a diversidade de espécies produzidas limita o conhecimento de particularidades.

Mudas florestais com padrão adequado de qualidade, no momento de serem plantadas no campo, entre outras características, devem apresentar sistema radicular bem formado, com raiz principal reta sem enovelamento e raízes secundárias bem distribuídas, propiciando uma maior resistência destas a fatores adversos, já a utilização de tecnologia visa obter melhores efeitos quanto ao comprimento da parte aérea, diâmetro de colo, o peso da parte aérea e da raiz, e a relação da parte aérea/raiz e formação do sistema radicular, apresentando melhores condições de crescimento e de competição por fatores como água, luz e nutrientes, quando plantadas em campo. A medição da área foliar pode ser um importante parâmetro em estudos relacionados com morfologia, anatomia e ecofisiologia vegetal, pois permite a obtenção de

um indicador fundamental para a compreensão das respostas da planta a fatores ambientais específicos.

Desta forma, procurou-se, neste estudo, desenvolver equações que possibilitem a mensuração da área foliar de forma não destrutivas, utilizando as maiores dimensões foliares. Para tal, foram testadas folhas de três espécies florestais nativas da Mata Atlântica: *Schizolobium Parahyba* (Guapuruvu); *Cytherexylum myrianthum* Chamião (Pau Viola); e *Ceiba speciosa* (St.-Hill) *Ravenna* (Paineira), em dois diferentes estágios de desenvolvimento, inicial ou muda e adulta.

## 2.REFERENCIAL TEÓRICO

### ▪ 2.1 Importância do bioma Mata Atlântica

A Mata Atlântica é um dos mais importantes ecossistemas do planeta Terra, levando em consideração sua grande biodiversidade, na qual se verifica diferentes formações vegetais e ecossistemas associados com riqueza excepcional de espécies e endemismo (MYERS et al., 2000). A cobertura florestal atual deste bioma é altamente fragmentada e menos de 20% dos remanescentes florestais sobreviventes têm mais de 50 ha de tamanho (OVERBECK et al., 2015). Hoje, devido às diversas atividades antrópicas nas regiões de ocorrência natural, restam apenas 12,4% da floresta que existia originalmente (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, 2019).

Por isso, políticas públicas que incentivem a conservação da Mata Atlântica e protegem os povos tradicionais que vivem nesse bioma, são de extrema importância para a sua manutenção e sobrevivência. Por ser uma das regiões de maior diversidade biológica, onde detém elevada taxa de endemismo e apresenta altos níveis de ameaça a espécies, o bioma Mata Atlântica é considerado um *hotspot* mundial, sendo prioritário para a conservação da biodiversidade (CUNHA; GUEDES, 2013). Quando os primeiros europeus chegaram ao Brasil, em 1500, a Mata Atlântica cobria aproximadamente 15% do território brasileiro, área equivalente a 1.296.446 km<sup>2</sup>. Sua região de ocorrência original abrangia integralmente ou parcialmente atuais 17 estados brasileiros: Alagoas, Bahia, Ceará, Espírito Santo, Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Paraná, Rio de Janeiro, Rio Grande do Norte, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, São Paulo e Sergipe, além de outros países como Argentina e Paraguai. (CAMPANILI; SHAFFER, 2010).

A Mata Atlântica está entre as mais importantes florestas tropicais do mundo, sendo considerada prioridade em termos de conservação devido a seu grau de ameaça e diversidade. Mesmo reduzida e muito fragmentada, estima-se que a Mata Atlântica possua cerca de 20.000 espécies vegetais (algo entre 33% e 36% das espécies existentes no Brasil) (CAMPANILI; SHAFFER, 2010). Até se comparada com a Floresta Amazônica, a Mata Atlântica apresenta, proporcionalmente ao seu tamanho, maior diversidade biológica. Estudos realizados no Parque Estadual da Serra do Conduru, no sul da Bahia, mostraram uma diversidade de 454 espécies de árvores por hectare, número que superou o recorde de 300 espécies por hectare registrado na Amazônia peruana em 1986 e pode significar que de fato a Mata Atlântica possui a maior diversidade de árvores do mundo por unidade de área. (CAMPANILI; SHAFFER, 2010).

Considerado patrimônio nacional pela Constituição Federal de 1988, a Mata Atlântica é essencial para a manutenção da vida no litoral brasileiro e em algumas áreas interioranas de sua ocorrência. Além de conter a árvore que deu origem ao Brasil, esse bioma possui importantes bacias que servem desde a navegação fluvial, como o rio Tietê, e rios que geram grandes quantidades de energia, como o rio Paraná. A Usina de Itaipu está localizada nesse rio, por exemplo.

Isso mostra a importância das águas da Mata Atlântica, tanto para o consumo humano quanto para atividades industriais e agrícolas, sendo fundamentais no desenvolvimento das grandes cidades brasileiras. Em função de sua grande importância, foi sancionada a Lei da Mata Atlântica (2006), que rege políticas públicas relacionadas à proteção e conservação da floresta, além de regulamentar a exploração apenas quando tal ação não prejudique a vegetação, conforme consta no artigo 20:

*“O corte e a supressão da vegetação primária do Bioma Mata Atlântica somente serão autorizados em caráter excepcional, quando necessários à realização de obras, projetos ou atividades de utilidade pública, pesquisas científicas e práticas preservacionistas. (Lei n. 11.428, de 22 de dezembro de 2006)”.*

A restauração ecológica é uma atividade intencional que inicia ou acelera a recuperação de um ecossistema quanto ao seu estado de conservação, integridade e sustentabilidade, e uma tentativa de retornar o ecossistema a sua trajetória histórica e conduzi-lo a uma condição autossustentável, uma vez que se toma a decisão de restaurar, o projeto requer um planejamento cuidadoso e sistemático, além de um plano de acompanhamento

dirigido ao restabelecimento do ecossistema. A necessidade de planejamento é ainda maior quando a unidade a ser restaurada é uma paisagem complexa de ecossistemas contíguos(SOCIETY FOR ECOLOGIAL RESTORATION, 2004).

## ■ 2.2 Processos de recuperação de áreas degradadas

O homem, desde os primórdios de sua existência necessita da terra e de seus recursos naturais para a sua sobrevivência, os quais são utilizados em escala superior a sua capacidade natural de reposição. Com isso, muitas áreas ficam desprotegidas, sujeitas a degradação, tornando necessária a tomada de medidas de recuperação. Levando em conta o alto nível de degradação da Mata Atlântica, criou-se então a primeira norma legal específica para a Mata Atlântica o decreto nº 99.547, 25 de setembro de 1990, que proibiu toda e qualquer supressão de vegetação nativa na Mata Atlântica, substituído pelo Decreto nº 750, de 10 de fevereiro de 1993, que definiu legalmente o domínio, incluindo diferentes formações florestais e ecossistemas associados, e determinou a proteção dos remanescentes da vegetação primária nativa, bem como da vegetação secundária em regeneração (CAMPANILI; SHAFFER, 2010).

A recuperação de áreas degradadas, inicialmente, se concentra no replantio para a proteção da água e dos recursos do solo. Posteriormente, para restauração rápida da floresta, progredindo para o uso de um número limitado de espécies nativas de rápido crescimento. Alguns proprietários de terras começaram a adotar abordagens mais funcionais, usando um maior número de espécies nativas na tentativa de restaurar o funcionamento ecológico básico, mantendo a diversidade genética florística e intraespecíficas (BLIGNAUT et al., 2014).

As causas pela devastação da natureza, muitas vezes não são notadas de imediato, mas são extremamente graves. A alteração ou redução das áreas naturais afeta a própria sustentabilidade dos processos ecológicos, comprometendo o fornecimento dos serviços ambientais. A recuperação de ecossistemas degradados vem recebendo importância crescente diante do quadro cada vez mais drástico de crise ambiental e diminuição da qualidade de vida das populações humanas e naturais.

As áreas que requerem algum tipo de recuperação, em diferentes ecossistemas degradados do Brasil, atingem cerca de 21 milhões de hectares e são caracterizadas como déficit legal da vegetação nativa (SANSEVERO et al., 2018). Grande parte dessa área está localizada no bioma Mata Atlântica, considerado o mais alterado no Brasil, com estimativa de apenas 12,5% de sua cobertura original (SANTOS et al., 2019). Quando uma área perde a sua

capacidade de resiliência após sofrer impacto de alta intensidade esta é considerada uma área degradada (MARTINS et al., 2015). As atividades antrópicas, quando desenvolvidas de forma desordenada, acarretam na degradação dos ecossistemas, podendo acelerar processos erosivos, deslizamentos e o esgotamento dos recursos naturais (VALCARCEL; SILVA, 2004).

Caso a vegetação dessa área apresentar limitações no recrutamento de espécies, não apresentando disponibilidade de auto recuperação apresenta um nível significativo que não de resiliência local, o uso da restauração passiva não se torna uma estratégia indicada. Neste caso, é preciso intervir com estratégias que auxiliem no processo restaurativo, evidenciando a necessidade do uso da restauração ativa (MARTINS et al., 2015), como por exemplo a técnica de plantio em núcleos de diversidade.

O monitoramento das estratégias de restauração é considerado etapa fundamental para a avaliação do sucesso ou insucesso do projeto. Em etapas iniciais, poucos processos ecológicos se expressarão sendo necessária a aplicação de indicadores mais simples, como, por exemplo, taxa de sobrevivência e medições dendrométricas (NOGUEIRA; BRANCALION, 2016). Assim é fundamental para o desenvolvimento do novo plantel florestal a inserção de mudas de qualidade e resiliência, que podem estar vinculado a fatores como qualidade das mudas plantadas. Desta forma, uma vez selecionada, dada as características específicas das áreas a serreflorestado, o plantio direto de espécies nativas é fundamental o conhecimento do sistema de produção em viveiros e das necessidades de cada espécie.

### ▪ **2.3 Produção de mudas para regeneração**

Pesquisadores ambientais de várias instituições vêm se dedicando ao máximo em dinamizar atividades de restauração de ecossistemas degradados, sobretudo nas áreas de domínio da Mata Atlântica, no sentido de conter o processo acelerado de desmatamento (OLIVEIRA et al., 2018). Aliado a isso, o interesse na propagação de espécies arbóreas nativas tem aumentado significativamente com o objetivo de recompor a paisagem, recuperar áreas degradadas e conservar as espécies (RAMALHO et al., 2019).

A demanda criada por meio da expansão dos projetos de restauração florestal vem aumentando a busca por sementes de espécies nativas. No entanto, boa parte dessas espécies ainda não possui métodos adequados para a coleta, beneficiamento, armazenamento e

germinação, o que limita a disponibilidade e uso das sementes, além de dificultar a produção de mudas e a implantação de áreas de restauração florestal (BRANCALION et al., 2011).

Reflorestar exige mudas de boa qualidade, envolvendo processos de germinação de sementes, início e formação do sistema radicular e da parte aérea. Para tal desenvolvimento, o substrato em que as sementes são colocadas para germinar deve ter características que lhe forneçam eficiência na germinação, tais como: aeração, drenagem, retenção de água e disponibilidade balanceada de nutrientes. Este substrato deve oferecer características químicas e físicas adequadas ao crescimento de cada espécie e proporcionar que as mudas sobrevivam e apresentem altos índices de crescimento quando levadas às condições de campo (GONÇALVES; POGGIANI, 1996; FONSECA, 2005).

Segundo Bueno et al.(2020), que estudou o crescimento de 3 espécies arbóreas em substrato composto por bio-sólido puro e controle total da irrigação e concluíram que 80 dias após a emergência, mudas de Guapuruvu, Pau-Brasil e Paineira receberam, respectivamente, 2,40, 1,08 e 0,85 L de água por planta. Os mesmos autores acompanharam o crescimento inicial destas plantas e após a fase de crescimento (230 dias após o crescimento - DAE), os volumes totais de água foram, respectivamente, 70,0, 50,3 e 52,7 L por planta. Além disso, neste experimento se concluiu que os fatores de crescimento da planta, que relaciona a dependência das espécies a restrições hídricas, encontrados foram inferiores a 0,5 para todas as espécies, indicando baixa sensibilidade ao crescimento, tanto em altura quanto em diâmetro, em resposta ao déficit de água.

Desta forma, verifica-se a necessidade de estudos mais aprofundados em outros parâmetros além dos tradicionais de crescimento em termos de altura e diâmetro do coleto para se aferir sobre a qualidade de mudas produzidas em viveiros. A qualidade das mudas plantadas pode influenciar na percentagem de sobrevivência, na velocidade de crescimento e consequentemente no sucesso do plantio. Além disso, mudas de melhor qualidade, por terem maior potencial de crescimento, exercem uma melhor competição com a vegetação invasora, reduzindo os custos dos tratamentos culturais (MORGADO, 2000).

A produção de mudas florestais com qualidade, quantidade e diversidade suficiente é uma das fases fundamentais para o estabelecimento de bons povoamentos com espécies florestais nativas (GONÇALVES et al., 2000). O desenvolvimento de pesquisas demonstra que há grande viabilidade da produção de mudas destinadas a futuros plantios como estratégia a ser utilizada para a recuperação das populações naturais de espécies ameaçadas e para a

restauração de áreas degradadas (ZAMITH; SCARANO, 2004). Mas por outro lado há uma carência de estudos que mostrem métodos alternativos de qualificação e acompanhamento da qualidade da muda ao longo do processo de produção de mudas e no crescimento inicial, quando parâmetros tradicionais como a área coberta, não fazem muito sentido.

Surge então a necessidade de buscar métodos específicos para qualificar o crescimento de espécies arbóreas para utilização em programas de reflorestamento e reconstituição de áreas para preservação vegetal (SCARPINELLA, 2002). As espécies florestais nativas apresentam potencial de uso para a produção madeireira e multiprodutos da floresta, resultando em uma demanda crescente por estudos silviculturais dessas espécies, a começar pela produção de mudas de qualidade para o estabelecimento de plantios comerciais (ROSSA et al., 2013).

A crescente quantidade de trabalhos desenvolvidos sobre produção de mudas de espécies florestais mostra uma procura por alternativas que visam à redução dos custos de manejo dessas espécies e uma grande preocupação com a qualidade das mudas produzidas, uma vez que a qualidade das mudas constitui um aspecto importante no sucesso do estabelecimento dos povoamentos de espécies nativas (CALDEIRA et al., 2008).

A necessidade de produzir mudas com características específicas e controladas, se deve ao fato de serem elas geralmente frágeis, precisando de proteção inicial e de manejos especiais, de maneira a obter maior uniformização de crescimento, tanto da altura quanto do sistema radicular, e promovendo um endurecimento tal que, após o plantio, permite que elas resistam às condições adversas lá encontradas, sobrevivam e depois cresçam satisfatoriamente, evitando replantios e consequentes gastos desnecessários, proporcionando maior rendimento. (GOMES et al., 2002).

O crescimento e qualidade das mudas das espécies florestais *Dalbergia nigra* (Vell.) Allemão ex Benth., *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F. Macbr e *Hymenaea courbaril* L., em quatro níveis de luminosidade, foram avaliados por Bueno et al., (2021). Neste experimento a altura, o diâmetro do coleto, a área foliar e a biomassa foram avaliadas, assim como o índice de qualidade de Dickson (IQD) foi calculado. As mudas foram transplantadas em tubetes de 280 cm<sup>3</sup>, preenchidos com bio-sólido puro, e irrigadas por gotejamento com manejo automático. Os índices de crescimento, confirmados pelo IQD, indicam que os sombreamentos de 37 e 58 % para *D. nigra*, 37 % para *A. leiocarpa* e a pleno sol para *H. courbaril* são os mais recomendados. Estes autores concluíram que a medição da área foliar apenas no final do

período experimental não é capaz de indicar alterações que podem ocorrer ao longo do processo de crescimento, indicando a necessidade desse acompanhamento ao longo do tempo, que somente seria possível através de métodos não destrutivos.

#### ▪ **2.4 Aspectos morfológicos de qualidade de mudas**

A produção de mudas em viveiros constitui uma das fases mais importantes do processo de implantação de povoamentos florestais, pois mudas de baixa qualidade podem comprometer todas as operações seguintes (COSTA et al., 2008). Mudas com padrão adequado de qualidade apresentam melhores condições de crescimento e de competição por fatores como água, luz e nutrientes. Segundo Paiva; Gomes (1995), tais mudas devem apresentar, no momento de serem plantadas no campo, entre outras características, sistema radicular bem formado, com raiz principal reta sem enovelamento e raízes secundárias bem distribuídas, propiciando uma maior resistência destas a fatores adversos.

Segundo Simões (1987), o emprego de tecnologia utilizada nos processos de produção de mudas visa obter melhores efeitos sobre o comprimento da parte aérea, diâmetro de colo, o peso da parte aérea e da raiz, e a relação da parte aérea/raiz e formação do sistema radicular.

O sombreamento artificial é uma técnica utilizada que visa obter ganhos a diferentes fatores do ambiente, em especial a luz e sua relação com a ação danosa dos raios solares, especialmente em períodos com alta disponibilidade energética, bem como contribui igualmente para amenizar a temperatura do vegetal. A diversidade de respostas das plantas à luminosidade é grande, sobretudo quanto ao crescimento e ao desenvolvimento vegetativo da parte aérea e à sobrevivência das mudas. Dessa maneira, a eficiência do crescimento das plantas pode ser relacionada com a habilidade de adaptação das plântulas às condições luminosas do ambiente (SCALON e ALVARENGA, 1993).

A escolha dos parâmetros que avaliam a sua qualidade não é bem definida e, quase sempre, a sua mensuração não é operacional na maioria dos viveiros. Na determinação da qualidade das mudas prontas para o plantio, os parâmetros utilizados baseiam-se ou nos aspectos fenotípicos, denominados de morfológicos, ou nos internos das mudas, denominados de fisiológicos. Entre estes, os parâmetros morfológicos são os mais utilizados na determinação do padrão de qualidade das mudas (GOMES et al., 2002).

## ▪ 2.5 Caracterização das espécies

### 2.5.1 *Schizolobium parahyba* (Guapuruvu)

A espécie *Schizolobium parahyba*, conhecida popularmente como garapuvu, guapuruvu, garapivu, guaburuvu, fcheira, bacurubu, badarra, bacuruva, birosca, faveira, pau-de-vintém, pataqueira, pau-de-tamanco ou umbela, pertence à família das *Fabaceae*, e é uma espécie com distribuição predominantemente tropical, principalmente na América do Sul. O Brasil apresenta 177 espécies endêmicas e é considerado o centro de diversidade da família, com 32 gêneros e 391 espécies ocorrendo em vários tipos de ambiente, do norte do país até o sul.

Apresenta árvore de grande porte, árvore semicaducifólia, com 10 a 40 m de altura e 30 a 120 cm de DAP, na idade adulta. A casca apresenta espessura de até 5 mm, a casca externa é quase lisa, cinzenta quando adulta e verde quando jovem provida de marcas conspícuas transversais ovaladas, em relevo, deixadas pela queda das folhas, e com presença de lenticelas. A casca interna é esbranquiçada, com textura fibrosa. Folhas pinadas com aproximadamente 50 folíolos de 3 cm. A folha completa mede até 1 metro. As flores amarelas, dispostas em cachos, muito vistosas. Apresenta florescimento entre os meses de julho a novembro, no Estado de São Paulo; de agosto a novembro, no Estado do Rio de Janeiro; de setembro a outubro, em Minas Gerais; de setembro a dezembro, no Paraná; de outubro a dezembro, em Santa Catarina e no Rio Grande do Sul, e de janeiro a fevereiro, em Pernambuco (CARVALHO, 1976).

O fruto apresenta uma vagem dura achatada, coloração marrom, com um tamanho de 15 cm, que se abre liberando uma única semente alada, amadurece entre os meses de março até agosto, no Paraná; de abril a agosto, em Santa Catarina e no Rio Grande do Sul; de abril a outubro, no Estado de São Paulo, e de julho a agosto, em Minas Gerais e em Pernambuco (CARVALHO, 1976). A semente a qual é de fácil retirada, porém extremamente dura. As sementes devem ser coletadas antes da deiscência dos frutos, mas com os pedúnculos já secos (GUERRA et al., 1982).

As sementes de Guapuruvu apresentam dormência devido à impermeabilidade do tegumento à água. Nesse caso, a ruptura deste é imediatamente seguida de embebição e início do processo germinativo. As sementes do Guapuruvu mostram comportamento ortodoxo em relação ao armazenamento. Sementes com início de germinação em 90% mantêm a viabilidade integral por 22 anos, em armazenamento em câmara fria (3°C a 5°C e 92% de

UR). A areia é o melhor substrato para germinação, nas temperaturas de 25 ou 30°C (RAMOS; BIANCHETTI, 1984).

Duarte (1978) relata que a espécie Guapuruvu apresenta pouca exigência no que concerne à fertilidade química do solo, já que o mesmo ocorre naturalmente em todo o Vale do Paraíba, onde as terras primam pelo baixo teor em nutrientes, causado em parte pela exaustão consequente às culturas que datam desde os tempos coloniais. Entretanto, em plantios, o Guapuruvu cresce melhor em solos de fertilidade química boa, profundos e úmidos, bem drenados e com textura que varia de franca a argilosa. Solos rasos, de baixa fertilidade, de textura arenosa ou demasiadamente seca são inadequados para a espécie.

Por apresentar crescimento rápido e copa ampla, recomenda-se espaçamento mínimo de 16 m<sup>2</sup> por planta ou densidade inicial não superior a 300 árvores/ha. Brota após corte, não só da base como em qualquer altura do tronco, principalmente quando afeta do por geadas.

A espécie é recomendada para sistema silviagrícola, associado com culturas perenes como bananeira, ou de ciclo curto como a mandioca. Nesse sistema, pode ser usado no Sul do Brasil, produzindo madeira para desdobro, com rotação provável para corte de dez a quinze anos (BAGGIO; CARVALHO, 1990). Ele é recomendado, também, para proteção do cafeeiro contra geadas, no Norte do Paraná. Foi plantado para sombrear os cacauzeiros no Sul da Bahia, mas não é espécie adequada para tal fim, pois em virtude de seu rápido crescimento e alto porte, brevemente atinge tal altura que não mais projeta a necessária sombra (CORRÊA, 1926; AGUIAR SOBRINHO, 1996).

### **2.5.2 *Cytharexylum myrianthum* Chamíáo (Pau Viola)**

A espécie é vulgarmente conhecida como PauViola, tarumã-branco e tucaneira, é uma espécie nativa pertencente à família *Verbenaceae*, com cerca de 175 gêneros e 2800 espécies difundidas (BARROSO, 1984). É de ocorrência natural no nordeste, sudeste e sul do Brasil, estendendo-se na faixa litorânea da Bahia ao Rio Grande do Sul (LORENZI, 2014), sendo encontrada também no nordeste da Argentina e no Paraguai.

O PauViola é uma árvore caducifólia, de 6-15 metros de altura e 20-40 centímetros de DAP, podendo atingir até 25 metros de altura e 70 centímetros de DAP na fase adulta. Possui tronco reto ou levemente curvo, com fuste de até 5 metros de comprimento. A casca possui até 10 milímetros de espessura, sendo a casca externa de coloração marrom-escura e levemente áspera e descamante, e a interna branco-amarelada (LORENZI, 2014).

Sua copa é larga e paucifoliada, possui folhas simples, opostas, bastante variáveis quanto à forma, com até 20 centímetros de comprimento e 7 centímetros de largura. Atinge 8-20 metros de altura e floresce junto ao surgimento de novas folhas, durante os meses de outubro a dezembro, apresentando frutos maduros a partir do mês de janeiro (LORENZI, 2014). Sua inflorescência é reunida por flores pequenas, de coloração branca, dióicas (ROCCA; SAZIMA, 2006), com odor adocicado, o que atrai seus vetores de polinização, que são mariposas, borboletas, e várias espécies de beija-flor, tornando de grande importância para processos iniciais de regeneração.

Para produção de mudas, as sementes são colocadas para germinar logo que colhidas, preferencialmente em sementeiras, (CARVALHO, 2003), sendo irrigadas duas vezes ao dia (LORENZI, 2014), para posterior repicagem, que deverá ser feita 2 a 3 semanas após a germinação. A emergência ocorre em 15-75 dias após a sementeira, com taxa de germinação superior a 80%. As mudas atingem porte adequado para plantio cerca de 6 meses após a sementeira. Em alguns casos esta espécie propaga-se também facilmente por brotação de raízes, respeitando-se condições de temperatura, umidade e irradiação solar (CARVALHO, 2003).

A espécie Pau Viola descrita na literatura como uma planta pioneira, ocorrendo frequentemente na vegetação secundária, situando-se em várzeas úmidas e planícies, tendo funcionalidade socioecológica de charcos temporários durante as chuvas de verão. A espécie não tolera solos ácidos e com alumínio, como os do Cerrado, no qual obteve 100% de mortalidade em plantios experimentais (DURIGAN et al., 1997). Sua madeira é leve a moderadamente densa (0,50 a 0,70 g.cm<sup>-3</sup>), com superfície ligeiramente áspera ao tato, de textura média, e irregularmente lustrosa.

Com diversas finalidades, a espécie possui queima lenda de qualidade regular, sendo assim, é utilizada para gerar energia; sua forragem apresenta até 12,5% de proteína bruta, sendo fonte protéica para alimentação animal; suas flores produzem pólen e néctar, sendo utilizada também para fim apícola; as folhas apresentam propriedades antivirais e antifúngicas, tendo seu uso com fim medicinal; além do reflorestamento para recuperação ambiental.

### **2.5.3 *Ceiba speciosa* (St.-Hill.) ravenna (Paineira)**

Conhecida popularmente como Paineira ou Paineira-rosa é uma espécie arbórea tropical pertencente à família *Malvaceae*, que anteriormente pertencia à família *Bombacaceae* e era denominada de *Chorisia speciosa*. Esta espécie ocorre naturalmente entre Bahia, Espírito Santo, Paraná, Rio Grande do Sul, apresentando porte de até 30 metros de altura, sendo que sua época de floração ocorre nos meses de dezembro a abril (JUNIOR; LIMA, 2010).

A Paineira quando adulta, as árvores podem medir até 30 metros de altura e o tronco, até 120 cm de diâmetro, com tronco arredondado, coloração verde-acinzentada, cuja característica principal é a presença de espinhos nas partes mais jovens. As folhas são digitadas, compostas por folíolos de comprimento variado entre 4 e 17 cm, com bordas serrilhadas.

As flores da Paineira possuem o interior branco com pontuações vermelhas e mais externamente, as pétalas apresentam colorações rosa (podendo apresentar diversas tonalidades), reunidas em uma inflorescência tipocápítulo na porção terminal dos ramos. Os frutos são grandes, secos, de coloração parda e medindo entre 17 e 20 cm de comprimento, com cinco lóculos internos que armazenam até 200 sementes pequenas, de colorações marrons e cobertas por longos pelos (paina) que facilitam sua dispersão.

Os frutos devem ser colhidos quando iniciarem abertura espontânea, o que é facilmente observado pela presença de bolas de plumas brancas. Em seguida, levá-los ao sol para completarem a liberação das sementes envoltas pelas plumas (LORENZI, 2002). A coleta deve ser realizada quando os frutos estiverem fechados, com coloração parda. Em seguida, colocá-los para secar em área limpa, até a sua abertura espontânea (CARVALHO, 2003). A colheita dos frutos deve ser realizada quando maduros (verde-claros) antes de sua abertura natural, devendo ser secos ao sol para a liberação das sementes (DURIGAN et al., 1997).

Para a produção de mudas recomenda-se a punção do tegumento como tratamento para a superação da dormência das sementes (FOWLER; MARTINS, 2001). As sementes devem ser imersas em água fria, durante duas horas, antes da semeadura (DURIGAN et al., 1997). A imersão em água deve ser feita a temperatura ambiente por 24 a 48 horas (MORI et al., 2012). As sementes podem germinar tanto em canteiros quanto em recipientes individuais (DURIGAN et al., 1997; LORENZI, 2002). Recomenda-se semear em sementeiras para posterior repicagem em sacos de polietileno, com 20 cm de altura e 70 cm de diâmetro, ou em

tubetes de polipropileno de tamanho médio. A repicagem deve ser realizada 2 a 3 semanas após a germinação (CARVALHO, 2003).

Esta espécie apresenta importância ecológica e ornamental, sendo usada na restauração de ecossistemas degradados e no paisagismo, sua madeira é considerada leve, com  $0,34 \text{ g/cm}^3$ , empregada na confecção de canoas, cochos, forros de móveis, fabricação de aeromodelos, caixotaria e produção de pasta celulósica, e a sua paina é bastante utilizada para o enchimento de almofadas, cobertores e travesseiros (SILVA JÚNIOR; LIMA, 2010; NETO, 2014).

## ■ 2.6 Estudos de área foliar em espécies vegetais

A determinação da área foliar é fundamental para estudar aspectos fisiológicos que envolvam análise de crescimento e fotossíntese, transpiração, bem como quantificar os danos causados por pragas e doenças foliares. No aspecto prático, pode-se estimar a perda de água (FAVARIN et al., 2001), contribuindo, assim, para maior eficiência econômica na utilização da água, uma vez que se trata de recurso escasso, por meio do manejo adequado da irrigação. A folha é o principal órgão no processo transpiratório, responsável pelas trocas gasosas entre a planta e o ambiente (PEREIRA et al., 1997), razão pela qual o conhecimento da superfície foliar é de grande utilidade para a avaliação de outras técnicas culturais como poda, adubação, densidade de plantio e aplicação de defensivos.

A medição da área foliar pode ser um importante parâmetro em estudos relacionados com morfologia, anatomia e ecofisiologia vegetal, pois permite a obtenção de um indicador fundamental para a compreensão das respostas da planta a fatores ambientais específicos (LOPES et al. 2004). Segundo Monteiro et al. (2005), a área foliar é um indicador de grande importância, sendo utilizada para investigar adaptação ecológica, competição com outras espécies e efeitos do manejo, além de ser usada para a determinação do índice de área foliar, que pode estimar a produtividade de um ecossistema vegetal, seu crescimento e desenvolvimento das folhas.

Existem vários procedimentos para medição da área foliar incluindo métodos destrutivos (planímetro, scanners, foto gravimétrica, disco de folha e massa foliar) e métodos não destrutivos usando folha linear medidas (MONTEIRO et al., 2005). Estes métodos apresentam vantagens e desvantagens, mas o principal determinante para a produção de espécies florestais é o fato de que o método selecionado não cause danos à planta em estudo.

Métodos destrutivos de medição permitem obter área foliar de forma rápida e precisa, mas para realizar medições, a amostra é destruída. É por isso que a busca por métodos não destrutivos, como comprimento de folha e medição de largura, torna-se muito importante. Este é especialmente importante com experimentos no campo e para fins de avaliação de crescimento e desenvolvimento onde a medição da área foliar eficiente é necessária (MONTEIRO et al., 2005).

A área foliar (AF) é uma variável chave para a maioria dos estudos agrônômicos e fisiológicos envolvendo crescimento de plantas, interceptação de luz, eficiência fotossintética, evapotranspiração e respostas a fertilizantes e irrigação (ANTUNES et. al., 2008). Portanto, a AF influencia fortemente o crescimento de mudas florestais, e a estimativa da AF é um componente fundamental para avaliar o desempenho de viveiros florestais. No entanto, a medição da área superficial de folhas em escala é muitas vezes dispendiosa, demorada e destrutiva. Uma abordagem de modelagem envolvendo relações lineares entre a AF e uma ou mais dimensões da folha é uma alternativa barata, rápida, confiável e não destrutiva para medir com precisão a AF (LU et al., 2004). Estes métodos, em síntese, baseiam-se na criação de modelos matemáticos baseados na relação entre as maiores dimensões (comprimento e largura) foliares e a área foliar medida por métodos destrutivos. As equações geradas devem levar em conta a morfologia foliar de cada espécie e fase de desenvolvimento.

A estimativa da área foliar é comumente empregada em estudos agrônômicos e fisiológicos com o intuito de se avaliar o crescimento das plantas. Vários métodos têm sido utilizados para a medição da área foliar, normalmente com o emprego de medidores eletrônicos e técnicas de planimetria (KVET; MARSHALL, 1971), os quais apresentam custos elevados e são complexos e de difícil acesso.

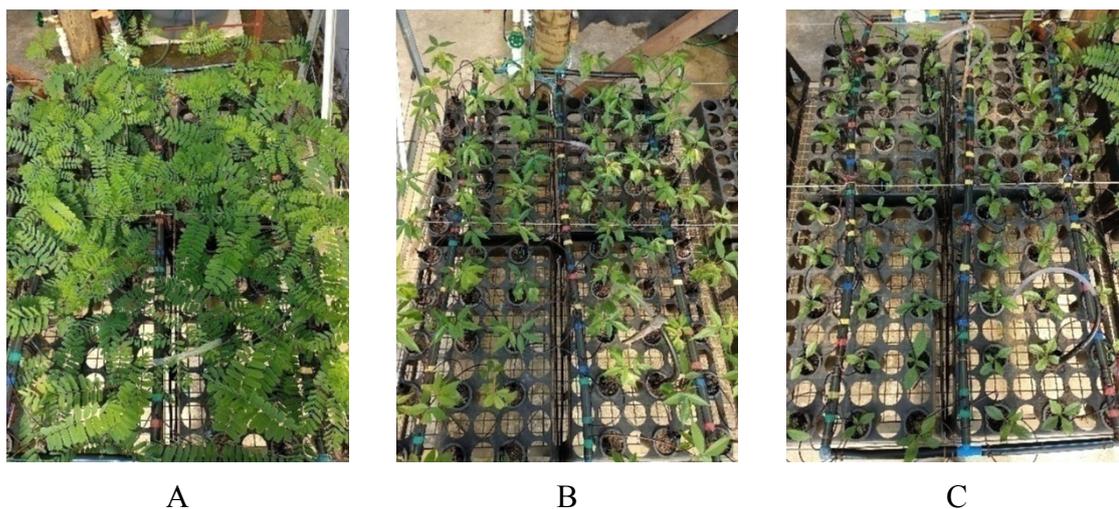
A determinação da equação mais adequada para estimar a área foliar das espécies estudadas deve ser realizada a partir de regressões envolvendo as dimensões foliares medidas em laboratório, sendo a mais comum do tipo linear ( $Y = a + bx$ ). O valor Y estima a área do limbo foliar em função de X, cujos valores podem ser o comprimento (C), a largura (L) ou o produto (C x L). Os valores de a e b representados pelo coeficiente linear e angular da reta obtida. A escolha do modelo de melhor ajuste deve ser testada e validada, empregando-se o teste *t* de Student.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado em duas fases, sendo a primeira a coleta de folhas, realizada nas dependências da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), localizada no município de Seropédica, RJ. O clima regional é do tipo Aw segundo a classificação climática de Köppen, com médias anuais de precipitação e temperatura variando de 1.300 a 1.600 mm e de 22 a 24 °C, respectivamente (ALVARES et al., 2013).

Três espécies de florestais nativas, na fase de mudas e adultas, *Schizolobium parahyba* – Guapuruvu, *Cytharexylum myrianthum* Chamião – Pau-viola e *Ceiba speciosa* Ravenna – Paineira, foram utilizadas para coleta de folhas. A coleta e os ensaios foram realizados durante os meses de agosto a novembro de 2020. Coletou-se 493 folhas, completamente expandidas, não danificadas, sem deformação, de diferentes tamanhos e em duas fases fenológicas, mudas e adultas, das espécies: Guapuruvu; Pau Viola; e Paineira (Figura 1).

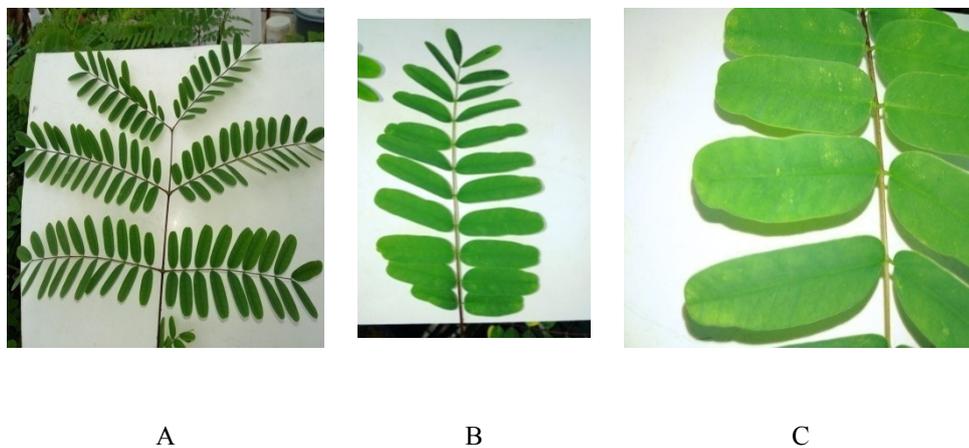
As folhas foram coletadas com 20 dias após emergência (Figura 1) em árvores matrizes com bom estado fitossanitário. Para as fases adultas foram utilizados 3 a 5 matrizes por espécie. Além destas folhas usadas no desenvolvimento do modelo, outras 100 folhas foram coletadas para o teste de validação do modelo. Não houve separação das folhas utilizadas na construção e calibragem do modelo, sendo que a divisão aconteceu de forma aleatória.



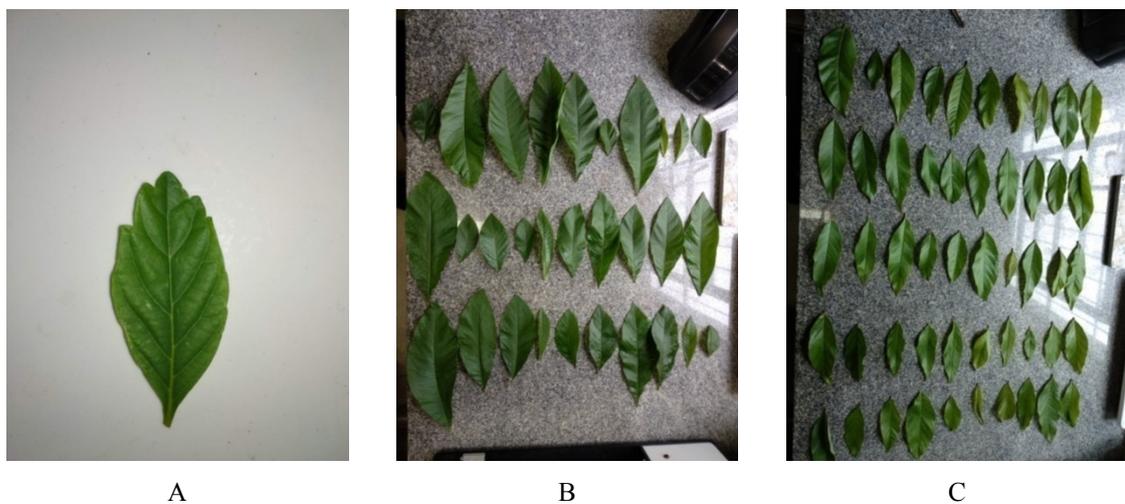
**Figura 1.** Mudanças de Guapuruvu(A), Paineira(B) e Pau Viola(C), com cerca de 20 dias após emergências (DAE) utilizadas para coleta de folhas.

As folhas das espécies de Guapuruvu (Figura 2), Pau Viola (Figura 3) e Paineira (Figura 4) foram coletadas e levadas ao Laboratório de Pesquisas e Estudos em

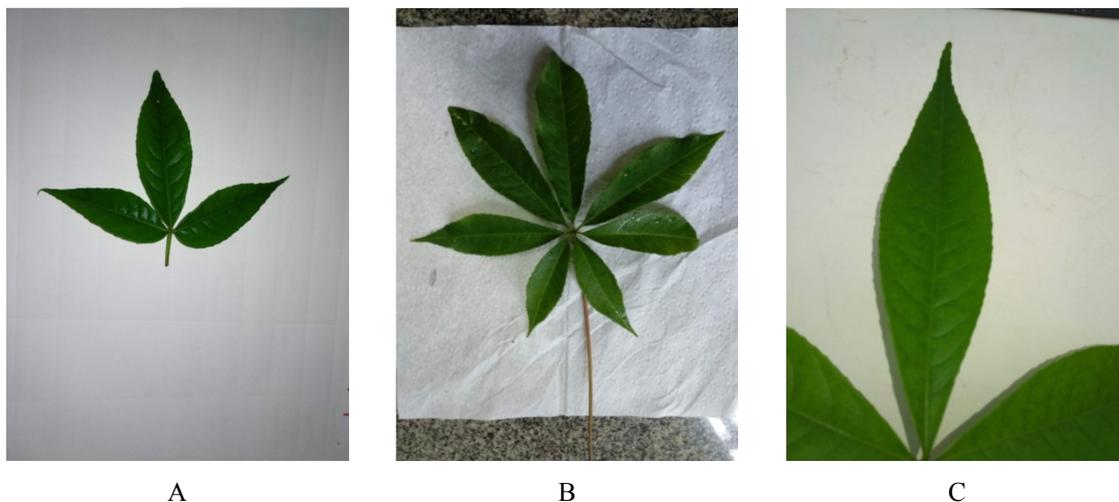
Reflorestamentos (LAPER), onde se realizaram as medições descritas na sequência. Os parâmetros lineares da maior largura (L) e maior comprimento (C) das folhas (Pau Viola) ou folíolos (Guapuruvu e Paineira), em cm, foram realizados com o auxílio de trena, régua e fita métrica. As medições de comprimento não consideraram o pecíolo, iniciando com o limbo foliar, tanto para as folhas quanto para folíolos. Com estes valores obteve-se o primeiro valor de área estimada (LC), através da multiplicação direta. Na sequência à tomada de medidas lineares, determinou-se a área foliar real (A), obtida através do Medidor de Área Foliar LI-3100C (leitura direta - método destrutivo) (Figura 5)



**Figura 2.** Folhas de Guapuruvu (A), (B) e (C) retiradas de plantas adultas para medição foliar, retirada de plantas adultas na área da Mata Atlântica.



**Figura 3.** Folhas de Pau Viola(A), com detalhe para as folhas provenientes de mudas (B) e de plantas adultas (C).



**Figura 4.** Folhas de Paineira completas e provenientes de mudas (A), completa e proveniente de árvores adultas (B) e detalhe do folíolo (C).



**Figura 5.** Medidor de área foliar– Área Meter LI-3100C, utilizado para aferição da área real das folhas.

Na segunda fase do experimento, utilizaram-se os valores de A e LC para estimativas de modelos, através de regressões lineares com e sem intercepto. Os coeficientes de cada equação gerados foram utilizados para correção da área estimada, gerando dois novos valores: AC1, área corrigida um, cujo fator de correção foi proveniente da regressão linear sem intercepto; e AC2, área corrigida dois, cujo fator de correção foi proveniente da regressão linear com intercepto.

Realizou-se os testes F modificado e *t* entre os valores de área considerado real e os estimados, para verificar a homogeneidade dos dados (MONTEIRO et. al., 2016). Uma vez confirmado foi realizado o teste de média ANOVA com nível de significância de 0,5 %. Também foram calculados os seguintes indicativos estatísticos, para fins de suportar a decisão

sobre o uso de ajustes para cálculo da área foliar, assim como em caso positivo qual usar: coeficiente de correlação (r); e erro padrão médio (epm), conforme metodologia ajustada por Leite; Andrade (2002).

O coeficiente de correlação pode assumir valor entre -1 e +1 e quanto maior for o seu valor absoluto, maior adesão entre os valores estimados e observados. Já o erro padrão médio avalia o desempenho do modelo relativo à sua superestimação (valores positivos) ou subestimação (valores negativos). Quanto menor for o valor absoluto do erro padrão médio, melhor é considerado o modelo.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### **4.1 Aspectos morfológicos e parâmetros biométricos foliares**

A espécie Guapuruvu(Tabela1) apresenta folha recomposta e alongada, estrutura parapinada e folíolos. O tamanho médio da folha adulta é de 22 x 40 cm (respectivamente para comprimento e largura) e folíolos, para a fase fenológica de mudas, de 1,1 x 2,6 cm (respectivamente para comprimento e largura), e para a fase adulta 0,8 x 1,9 cm (respectivamente para comprimento e largura). A cor dos folíolos varia de verde para verde claro.

A espécie Pau Viola(Tabela 1) apresenta folha simples, com forma lanceolada e tamanho médio, para a fase fenológica de mudas, de 2,74 x 7,39 cm (respectivamente para comprimento e largura), e para a fase adulta 4,09 x 17,83 cm (respectivamente para comprimento e largura). A folha apresenta cor variável, entre verde mais escura (em condições de sombreamento) e mais clara (pleno sol), na face axial da folha aparece uma coloração mais clara e com nervuras pubescentes e de coloração marrom-clara. Na fase de mudas observou-se apenas folhas verde escuro.

A espécie Paineira(Tabela 1) apresenta folha composta, digitada e lanceolada, com tamanho médio da folha de 4,3 a 7,2 cm (respectivamente para comprimento e largura) e folíolos, para a fase fenológica de mudas, de 2,7 x 6,9 cm (respectivamente para comprimento e largura), e para a fase adulta 3,6 x 9,8 cm (respectivamente para comprimento e largura). Em ambas as fases fenológicas, apresentam margem serrilhada e não têm cheiro nem sabor distintos.

Tabela 1– Características morfológicas das folhas das espécies Guapuruvu, Pau Viola e Paineira

Guapuruvu– Folha recomposta		
Folha recomposta	Folha composta	Folíolo
		
Pau Viola– Folha simples lanceolada		
		
Paineira– Folha composta		
Folha composta	Folíolo	
		

Os parâmetros lineares área foliar (A) máximo, mínimo e médio para as espécies Guapuruvu, Pau Viola e Paineira nas fases fenológicas de mudas e adultas, para as 493 folhas mensuradas no Medidor de Área Foliar LI-3100C (Tabela 2). Os valores mensurados de largura (L) e comprimento (C) para as mencionadas espécies e fases são apresentados na Tabela 3.

**Tabela 2**– Área foliar medida, valores máximos, mínimos e médios para as espécies Guapuruvu, Pau Viola e Paineira, nas fases fenológicas de mudas e adultas.

Espécie	Fase fenológica	Área foliar (A, cm <sup>2</sup> )		
		Máxima	Mínima	Média
Guapuruvu	Mudas	6,63	1,06	2,51
	Adultas	1,47	0,71	1,19
Pau Viola	Mudas	51,61	1,28	15,83
	Adultas	64,61	10,24	34,81
Paineira	Mudas	35,90	1,17	10,89
	Adultas	48,58	5,79	25,39

**Tabela 3**– Parâmetros lineares medidos máximos, mínimos e médios da largura e comprimento medidos para as espécies Guapuruvu, Pau Viola e Paineira, nas fases fenológicas de mudas e adultas, utilizados na geração dos modelos.

Espécie	Fase fenológica	Parâmetros lineares medidos					
		Largura (L, cm)			Comprimento (C, cm)		
		Máximo	Mínimo	Médio	Máxima	Mínima	Média
Guapuruvu	Mudas	1,90	0,70	1,07	3,80	1,70	2,63
	Adultas	1,00	0,50	0,78	2,20	1,10	1,88
Pau Viola	Mudas	5,20	0,90	2,74	17,50	2,00	7,39
	Adultas	6,00	2,10	4,09	15,20	6,60	11,83
Paineira	Mudas	4,60	1,00	2,26	13,00	1,70	6,90
	Adultas	5,50	1,50	3,57	13,80	4,50	9,75

#### 4.2 Modelos analíticos de área foliar

Os modelos testados e que apresentaram melhor adequabilidade para o ajuste da área foliar, em função das maiores direções lineares, para as espécies de Guapuruvu; Pau Viola; e Paineira, nas fases fenológicas de mudas e plantas adultas (Tabela 4) foram obtidos através da regressão linear e quadrática. Ambos com nível de significância de 0,05%. Os parâmetros da regressão, linear e quadrática, mostram que, de forma geral há uma boa adequabilidade e que, para as condições testadas, o uso das medidas lineares pode ser utilizado para inferência da área foliar nas duas fases fenológicas. As equações das regressões lineares com intercepto não foram consideradas pelo fato de que não representam a realidade de campo.

As fases fenológicas foram testadas, ao observar os resultados, um dos resultados observado é a não significância dos valores, conforme ilustra a Tabela 4. A validação do modelo baseou na significância dos modelos linear e quadrático, apresentando resultados não significativos para as espécies Guapuruvu (fase de muda, modelo linear e quadrática), Pau Viola (fase de muda, modelo linear; e na fase adulta, modelo linear e quadrática), e Paineira (fase muda, modelo quadrática).

As regressões não significativas apresentaram os resultados que podem ser relacionados a vários fatores, como tamanho de folhas, sombreamento e local de coleta. Segundo Larcher (2004), as plantas que crescem sob forte radiação desenvolvem folhas espessas e apresentam um metabolismo mais ativo, apresentando a área foliar significativamente reduzida e menor área foliar específica em relação às plantas que se desenvolvem em ambiente sombreado. Segundo Boeger et al. (2006) a luz não é o único fator ambiental capaz de influenciar características foliares sendo que a temperatura, características do solo e disponibilidade hídrica podem exercer influência sobre a área foliar.

O parâmetro de regressão apresentou resultados importantes, tanto no modelo linear, quanto no modelo quadrática. Para a espécie Guapuruvu, na fase adulta os valores do coeficiente de  $R^2 = 0,8056$  e  $0,8105$ , respectivamente para os modelos lineares e quadráticas. Na espécie Pau Viola apresentou coeficiente de  $R^2 = 0,9960$  na fase de muda no modelo linear, já a espécie Paineira apresentou significância nos modelos lineares e quadráticos, na fase de muda apresentou coeficiente  $R^2 = 0,9818$  no modelo linear, já na fase adulta apresentou coeficiente  $R^2 = 0,9515$  e  $R^2 = 0,9516$  no modelo linear e no modelo quadrática, respectivamente, todos esses valores foram calculados e obtidos pelo processo digital. O coeficiente  $R^2$  apresentou importante resultado, pois todos os valores foram obtidos acima de coeficiente  $R^2 = 0,80$ , apresentando uma elevada correlação entre os valores (Tabela 4).

**Tabela 4**– Parâmetros de regressão das espécies Guapuruvu, Pau Viola e Paineira, nas fases fenológicas de mudas e adultas.

<b>Espécie</b>	<b>Fase fenológica</b>	<b>LINEAR (<math>R^2</math>)</b>	<b>QUADRÁTICA (<math>R^2</math>)</b>
Guapuruvu	Muda	97,30 <sup>ns</sup>	98,24 <sup>ns</sup>

	Adulta	80,56	81,05
Pau Viola	Muda	99,48 <sup>ns</sup>	99,60
	Adulta	97,69 <sup>ns</sup>	97,73 <sup>ns</sup>
Paineira	Muda	98,18	98,24 <sup>ns</sup>
	Adulta	95,15	95,16

Legenda: <sup>ns</sup>:Valores não significativo.

A validação do modelo baseou nas equações das regressões. As equações foram desenvolvidas em busca de um método mais simples e rápido para a execução das regressões e apresentadas na Tabela 5. Segundo Moraes et al. (2013), a melhor equação ajustada para cada espécie, deve ser validada. Este mesmo autor utilizou equações diferentes para cálculo de área foliar das espécies estudadas nos ambientes de mata e borda. Monteiro et al. (2005) afirmam que, na prática, além da medida das folhas, a sua separação em classes dificultaria o trabalho de determinação da área foliar, já que a cada fase do ciclo, a planta emite novas folhas enquanto outras se desenvolvem.

**Tabela 5-** Equações para estimativa da área foliar em função das medidas do comprimento (C) e da largura (L) para o modelo linear e quadrático para as três espécies estudadas.

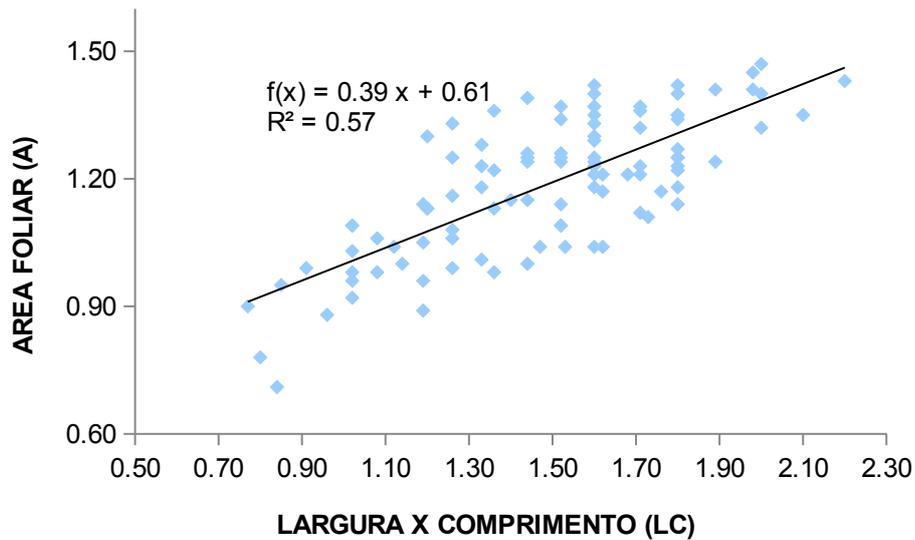
Espécie	Fase fenológica	Regressão linear		Regressão quadrática	
		Equação	R <sup>2</sup>	Equação	R <sup>2</sup>
Guapuruvu	Muda	NS	-	NS	-
	Adulta	AF: 0,39*LC + 0,61	0,805	AF: -0,164*LC <sup>2</sup> + 0,860*LC + 0,286	0,810
Pau Viola	Muda	NS	-	AF: 0,001*LC <sup>2</sup> +0,54*LC+0,72	0,996
	Adulta	NS	-	NS	-
Paineira	Muda	AF: 0,65*LC - 0,56	0,981	NS	-
	Adulta	AF: 0,716*LC - 0,992	0,957	AF: 8E-05*LC <sup>2</sup> + 0,71*LC - 0,88	0,96

Legenda: NS: valores não significativos a regressão, AF: área foliar e LC: resultado da multiplicação do maior comprimento e largura da folha.

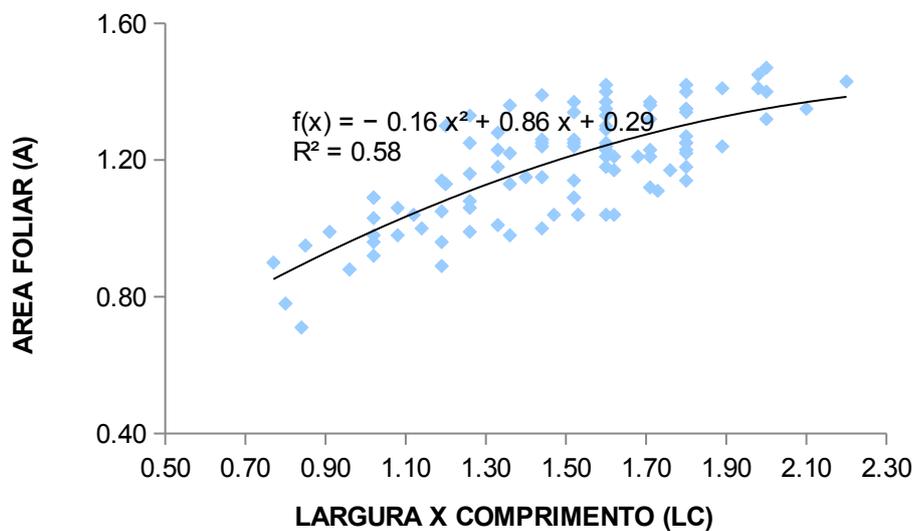
### 4.3 Desempenho dos modelos

O desempenho dos modelos de regressão é apresentado nas Figuras 6,7,8,9,10,11. Estas figuras apresentam a relação entre os parâmetros lineares (LC - largura e comprimento) em relação a área medida para cada fase. Apresentando a equação do modelo e o coeficiente  $R^2$  de cada fase.

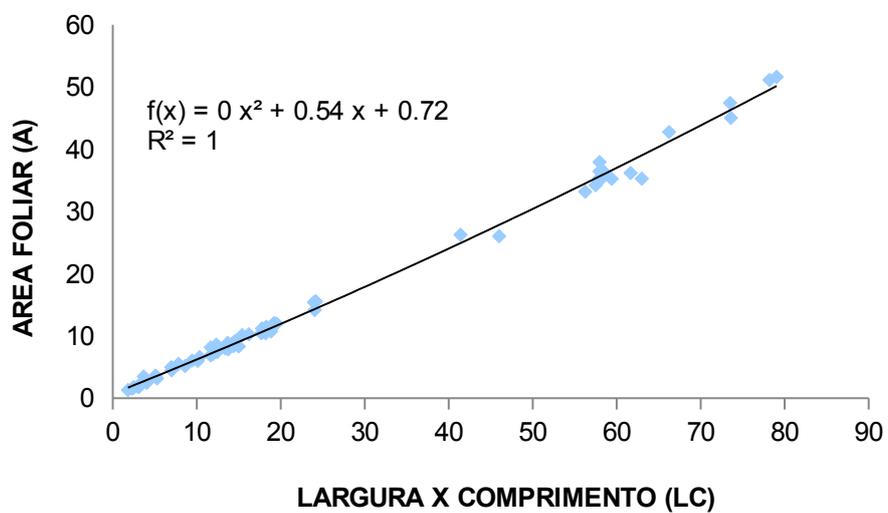
**Figura 6.** Variação dos parâmetros lineares (largura e comprimento) em relação a área medida para a fase fenológica espécie adulta Guapuruvu



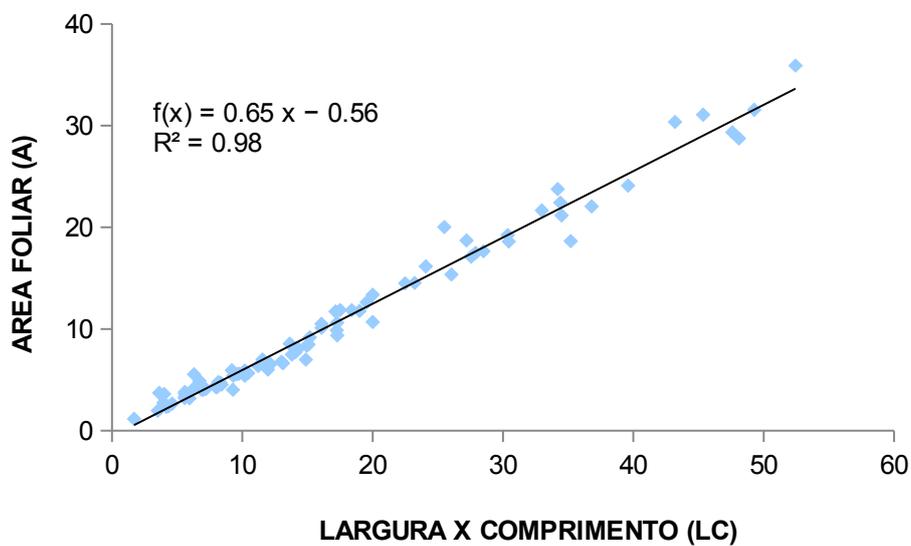
**Figura 7.** Variação dos parâmetros lineares (largura e comprimento) em relação a área medida para a fase fenológica espécie adulta Guapuruvu.



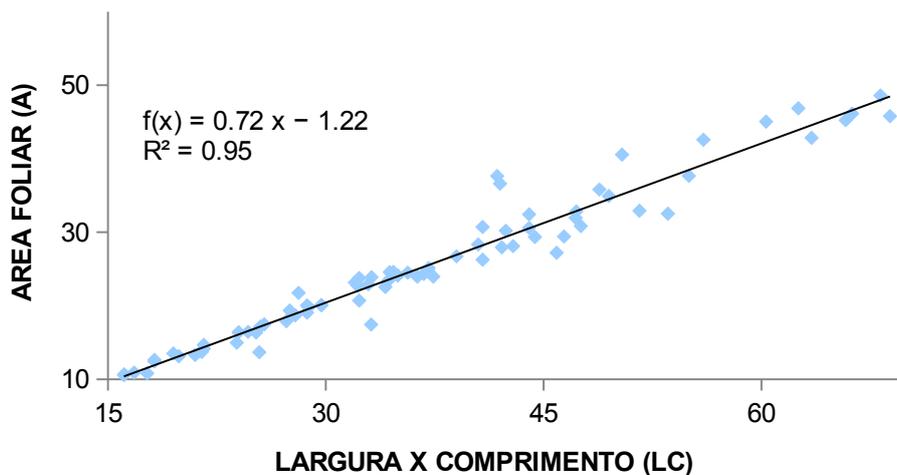
**Figura 8.**Variação dos parâmetros lineares (largura e comprimento) em relação a área medida para a fase fenológica de mudas para a espécie Pau Viola.



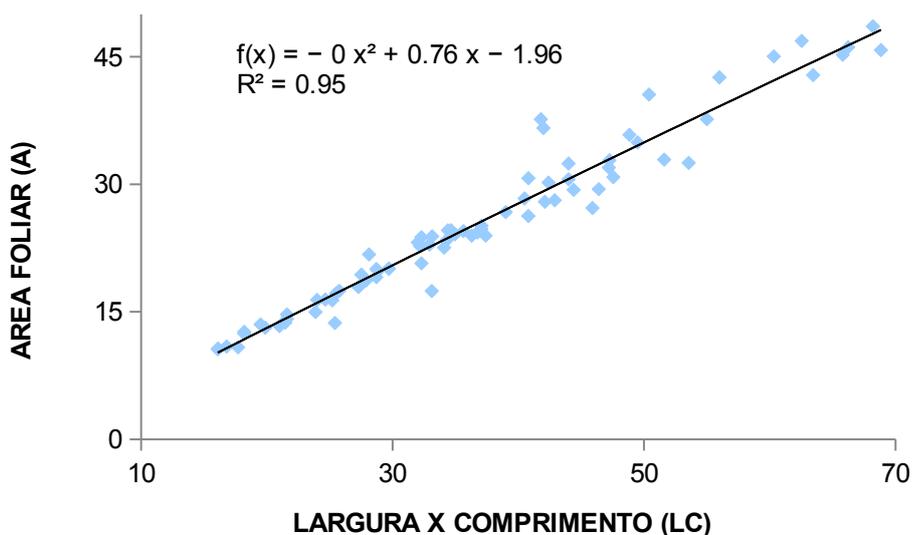
**Figura 9.**Variação dos parâmetros lineares (largura e comprimento) em relação a área medida para a fase fenológica espécie muda para a Paineira



**Figura 10.**Variação dos parâmetros lineares (largura e comprimento)em relação a área medida para a fase fenológica espécie adulta para a Paineira.



**Figura 11.**Variação dos parâmetros lineares (largura e comprimento)em relação a área medida para a fase fenológica espécie adulta para a Paineira



A pesquisa partiu da hipótese de desenvolver métodos de dimensão foliar em espécies florestais da Mata Atlântica, durante o trabalho verificou-se que as dimensões foliares eram diferentes entre si, constatou que essa diferença de dimensões resultou em resultados de não significância para alguns casos. Em outros casos a modelagem mostrou-se eficiente.

Para Queiroga et al. (2003), a variação do formato da folha é uma característica da espécie e está associada às condições ambientais de crescimento. Assim, a precisão de equações para estimativa de área foliar, dentre as várias possibilidades ou de

combinações entre parâmetros dimensionais e modelos de regressão, relaciona-se não só com o formato da folha, mas também com a sua variação durante o crescimento da planta.

Para Moraes et al (2013). a obtenção da área foliar estimada, observa-se que em três (*P. cattleianum*, *M. sellowiana* e *P. suterella*) das cinco espécies estudadas houve maior grau de correlação ao utilizar o produto comprimento/largura na determinação da melhor equação ajustada. Pires et al. (1999) e Strik&Proctor (1985) testaram diferentes métodos para calcular a área foliar do morangueiro por meio das dimensões das folhas e em ambos os trabalhos se obteve melhores resultados quando analisados comprimento e largura conjuntamente., Monteiro et al. (2005), ao estimar a área foliar do algodoeiro, observaram nas suas análises menores graus de correlação de regressão da área foliar com o comprimento e a largura das folhas realizadas separadamente quando comparado com aquela realizada com o produto das duas dimensões.

A utilização da relação comprimento e largura mostram, desta forma, ser normalmente a melhor opção para a avaliação da área foliar através de equações matemáticas, possivelmente porque trazem um maior número de informações das dimensões foliares, considerando inclusive efeito da variação métrica de ambas as variáveis, uma vez que a folha é um órgão altamente plástico, apresentando variações nas suas proporções em resposta ao ambiente em que se encontra (BOEGER, et al. 2009).

As principais limitações encontradas para a avaliação foram as diferenças de tamanho das áreas foliares, pois apresentam resultados não significativos, mas com este trabalho constatou mesmo assim ainda ser possível a utilização destes parâmetros para algumas espécies e fases. Esta constatação também mostra a importância deste tipo de estudo, visto que não há um consenso entre as espécies.

A metodologia de medição foliar demonstrou resultados que comprovam que com maiores estudos podemos condicionar resultados significativos aos métodos não destrutivos, mesmo levando em conta alguns resultados não significativos, os resultados foram satisfatórios. Leva-se em conta que a AF é um parâmetro importante para a mensuração do crescimento das espécies, influenciando nos estudos de desenvolvimento e crescimento das mudas florestais, sendo um componente fundamental para viveiros.

## **5 CONCLUSÕES**

O uso de dimensões lineares, maior comprimento e largura, para o cálculo do parâmetro área foliar, mostrou-se eficiente e com altos níveis de significância e de coeficiente.

A fase de muda apresentou significância para as espécies Pau Viola e Paineira nos modelos quadrático e linear respectivamente. Já na fase adulta as equações apresentaram significância para as espécies Guapuruvuno modelo linear e Paineira nos modelos lineares e quadráticos, sendo que em todas as fases apresentaram alto nível de coeficiente.

O melhor resultado foi proporcionado pela espécie Paineira a qual apresentou regressão para espécie de muda e adulta no modelo linear, apresentando assim um bom parâmetro para maiores estudos nessa espécie.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR SOBRINHO, J. Guapuruvu (*Schizolobium parahyba*(Vee.) Blake) uma espécie de rápido crescimento. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, n. 3, p. 184-185, 1996.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; DE MORAES, G.; LEONARDO, J.; SPAROVEK, G..Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, 22(6), p. 711-728, 2013.
- ANTUNES, W. C.; POMPELLI, M. F.; CARRETERO, D. M.;& DAMATTA, F. M.Allometric models for nondestructive leaf area estimation in coffee (*Coffea arabica* and *Coffea canephora*). **Annals of Applied Biology**, 153(1), 33-40, 2008.
- BAGGIO, A. J.; CARVALHO, P. E. R. Técnicas agroflorestais. In: IPARDES. Fundação Edison. **Macrozoneamento da APA de Guaraqueçaba**. Curitiba, 1990. v. 1, p. 241-248.
- BARROSO, G.M.. (1984) Sistemática de angiospermas do Brasil. Viçosa, MG: **UFV/Imprensa Universitária**, v. 3, p. 90.
- BLIGNAUT, J.; ARONSON, J.; DE WIT, M.. The economics of restoration: looking back and leaping forward. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 1322, n. 1, p. 35-47, 2014.
- BRANCALION, P. H. S.; NOVENBRE, A. D. L. C.; RODRIGUES, R. R. Temperatura ótima de germinação de sementes de espécies arbóreas brasileiras. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 4, p.15-21, 2010.
- BRASIL. **Ministério do Meio Ambiente (MMA)**. Lei n. 11.428, de 22 de dezembro de 2006. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. Presidência da República, Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos, Brasília, DF, 2006. Acesso em: Junho. 2021.
- BOEGER, M. R. T.; KAEHLER, M.; MELO JÚNIOR, J. C. F.;GOMES, M. Z.; OLIVEIRA, L. S., CHAVES, M. C. R. & SCHOTTZ, E. S. 2006. Estrutura foliar de seis espécies do subosque de um remanescente de Floresta Ombrófila Mista, **Hoehnea**, 33(4): 521-531.
- BUENO, M. M.; LELES, P. S. S.; GONÇALVES ABREU, J. F.; SANTOS, J. J. S.;& CARVALHO, D. F. Water requirement and growth indicators of forest tree species seedlings produced with automatedirrigation management. **Plosone**, 15(11), e0238677,2020.
- BUENO, M. M; LELES, P. S. S; PINTO, M. F; RESENDE, A. S; COUTO, B. R. M; CARVALHO, D. F. Water use in the growth of Atlantic Forest tree species seedlings under different shading levels. **Ciência e Agrotecnologia**. 2021 <http://dx.doi.org/10.1590/1413-7054202145025220>.
- CALDEIRA, M. V. W.; VITORINO, M. D.; SCHAADT, S. S.; MORAES, E.; BALBINOT, R. Quantificação de serapilheira e de nutrientes em uma Floresta Ombrófila Densa.**Semina: Ciências Agrárias, Londrina**, v. 29, n. 1, p. 53-68, 2008.
- CAMPANILI, M.;SCHAFFER, W. B. (Org.).Mata Atlântica: patrimônio nacional dos brasileiros.**Biblioteca(s):Embrapa Cerrados; Embrapa Florestas; Embrapa Meio Ambiente; Embrapa Pantanal; Embrapa Pecuária Sul; Embrapa Semiárido**.Brasilia, DF: **Ministério do Meio Ambiente**,. 408 p. il. (Biodiversidade, 34), 2010.
- CARVALHO, P. E. R.Espécies arbóreas brasileiras. **EMBRAPA Informação Tecnológica**, Brasília, v. 1, p. 869-873,2003.
- CARVALHO, R. F. DE. Alguns dados fenológicos de 100 espécies florestais, ornamentais e frutíferas, nativas ou introduzidas na EFLEX de Saltinho, PE. **Brasil Florestal**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 25, p. 42-44, 1976.
- COSTA, E. C.. Entomologia **florestal**. Santa Maria, RS: Ed. da UFSM, 2008. 240 p.
- CORRÊA, M. P. Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas. Rio de Janeiro: **Serviço de Informação Agrícola**, 1926. v. 1.
- CUNHA, A. A.; GUEDES, F. B. 2013. Mapeamentos para conservação e recuperação da biodiversidade na Mata Atlântica: em busca de uma estratégia espacial integradora para orientar ações aplicadas. **Ministério do Meio Ambiente (MMA), Secretaria de Biodiversidade e Florestas**. Brasília, DF. 216p

- DURIGAN, G.; LEITÃO, H. F.; RODRIGUES, R. R. (1994), Phytosociology and structure of a frequently burnt cerrado vegetation in SE-Brazil. **Flora**, 189, 153-160.
- FAVARIN, J.L.; VILLA NOVA, N.A.; ANGELOCCI, L.R.; DOURADO-NETO, D.; BERNARDES, M.S. Estimativa do consumo hídrico do cafeeiro em função de parâmetros climatológicos. **Simpósio de pesquisa dos cafés do Brasil**, 2., 2001, Vitória. Brasília: Embrapa Café, 2001. p.47-48.
- FONSECA, F. A. Produção de mudas de *Acacia mangium* Wild. e *Mimosa artemisiana* Heringer & Paula, em diferentes recipientes, utilizando compostos de resíduos urbanos, para a recuperação de áreas degradadas. 2005. 61p. **Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: 2005.
- FOWLER, J. A. P.; MARTINS, E. G. Manejo de sementes de espécies florestais. **Colombo: Embrapa Florestas**, 2001. 76 p. (Documentos, 58).
- FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. **Atlas da Mata Atlântica**. 2019. Disponível em: <https://www.sosma.org.br/conheca/mata-atlantica/>
- GOMES, J. M. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 26, n. 6, p. 655- 664, 2002.
- GONÇALVES, J. L. M.; POGGIANI, F. Substratos para produção de mudas florestais. **Congresso latino americano de ciência do solo**, 13. Águas de Lindóia, 1996. Resumos. Piracicaba, Sociedade Latino Americana de Ciência do Solo, 1996.
- GONÇALVES, J. L. M.; SANTARELLI, E. G.; MORAES NETO, S. P.; MANARA, M. P. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V., Eds. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba, IPEF, 2000. p.309-350.
- GUERRA, M. P.; NODARI, R. O.; REIS, A.; PEDROTTI, E. L. Comportamento de mudas de *Schizolobium parahyba* (Velloso) Blake, em viveiro, submetidas a diferentes métodos de quebra de dormência e sistemas de semeadura. **Insula**, Florianópolis, n. 12, p. 39-52, 1982.
- KVET, J.; ONDOK, J.P. ; NECAS J. ; JARVIS, P.G. 1971. Methods of growth analysis. **Plant photosynthetic production: manual of methods**. The Hague: N. V. Publishers. p. 343-384.
- LARCHER, W. 2004. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RIMA Artes e Textos. 531 p.
- LEITE, H. G.; ANDRADE, V. C. L. A method for conducting forest inventories without using volumetric equations. **Revista Árvore**, v. 26, n. 3, p. 321-328, Viçosa, 2002.
- LOPES, M. C., ANDRADE, I., PEDROSO, V. & MARTINS, S. 2004. Modelos empírico para estimativa da área foliar da videira na casta Jaen. **Ciência e Tecnologia Vitivinicultura**, 19(2): 61-75.
- LORENZI, H.; Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. **Instituto Plantarum de Estudos da Flora**, Nova Odessa, SP. ed.: 6; v. 1, p. 361, 2014.
- LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil. 4 ed. Nova Odessa: **Instituto Plantarum**, 2002. v.1, 368 p.
- LU, H.Y.; LU, C.T.; WEI, M.L.; CHAN, L.F.; (2004) Comparison of different methods for nondestructive leaf area estimation in taro. **Agronomy Journal**, 96, 448–453, 2004.
- MARTINS, J. V. DA S.; ARAÚJO, D. B.; SILVA, P. D.; SILVA, B. M. DA.; SOUZA, F. M. C. DE.; CELEDÔNIO, W. F. Qualidade fisiológica de sementes e crescimento inicial de mudas de *Ceiba speciosa* (A. St.-Hil.) Ravenna. **Revista Craibeiras de Agroecologia**, v.4, n.2, p.1-5, 2019.
- MONTEIRO, E. B.; DA SILVA, A. C.; DE SOUZA, A. P.; DA SILVA, C. C.; KAZAMA, V. S.; & TANAKA, A. A. Statistical parameter to estimate the leaf area of native forest seedlings of genus *Tabebuia* and *Handroanthus*. **Bioscience Journal**, v. 33, n. 4, p. 956-967, 2017.
- MONTEIRO, J. E. B. A.; SENTELHAS, P. C.; CHIAVEGATO, E. J.; GUISELINI, C.; SANTIAGO, A. V.; PRELA, A. Estimação da área foliar do algodoeiro por meio de dimensões e massa das folhas. **Bragantia**, Campinas, v. 64, n. 1, p. 15-24, 2005.
- MORAES, L. .. Avaliação da área foliar a partir de medidas lineares simples de cinco espécies vegetais sob diferentes condições de luminosidade. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 11, n. 4, p. 381-387, dez. 2013.

- MORI, E. S.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; Freitas, N. P. Sementes florestais Guia para germinação de 100 espécies nativas. São Paulo: **Instituto Refloresta**, n.1, 2012.
- MORGADO, I. F.; CARNEIRO, J. G. A.; LELE, S. P. S. S.; BARROSO, D. G. Nova metodologia de produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden utilizando resíduos prensados como substrato. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.24, n.1, p.27-35, 2000
- MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; & KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, p. 853-858, 2000. <https://doi.org/10.1038/35002501>
- NOGUEIRA, C. S.JR.; BRANCALION, P.H.S..Sementes e mudas: guia para propagação de árvores brasileiras– São Paulo: **Oficina de textos**, 2016, 463p.
- OLIVEIRA, T. J. F.; BARROSO, D. G.; ANDRADE, A. G.; FREITAS, I. L. J.; AMIM, R. T. Banco de sementes do solo para uso na recuperação de matas ciliares degradadas na região noroeste fluminense. **Ciência Florestal**, v. 28, n. 1, p. 206–217, 2018
- OVERBECK, G. E.; MARTIN, E. V.; GANADE, G. Conservation in Brazil needs to include non-forest ecosystems. **Diversity and Distributions**, v. 21, n. 12, p. 1455-1460, 2015. <https://doi.org/10.1111/ddi.12380>
- PAIVA, H. N.; GOMES, J. M. **Viveiros florestais**. Viçosa: UFV, 1995. 56 p.
- PEREIRA, A.R.; VILLA NOVA, N.A.; SEDIYAMA, R. Evapotranspiração. Piracicaba: **FEALQ/ESALQ/USP**, 1997. 70p.
- PIRES, R.C.M., FOLEGATTI, M.V.; PASSOS, F.A.. Estimativa da área foliar do morangueiro. **Horticultura Brasileira**, 17(2): 86-90. 1999
- QUEIROGA, J.L.; ROMANO, E.D.U.; SOUZA, J.R.P.; MIGLIORANZA, E. Estimativa da área foliar de feijão vagem (*Phaseolus vulgaris* L.) por meio da largura máxima do folíolo central. **Horticultura Brasileira**, Brasília, 21 (1): 64-68, 2003.
- RAMALHO, C. I.; CAMILO, F. L.; PARANAGUÁ, L. A. M. N.; GOMES, G. L. S. Avaliação de diferentes tratamentos pré-germinativos para sementes de Jatobá do Cerrado (*Hymenaea stigonocarpa* L.). **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 7, n. 2, p. 2–9, 2019.
- RAMOS, A.; BIANCHETTI, A. Influência da temperatura e do substrato na germinação de sementes florestais. In: **SIMPÓSIO INTERNACIONAL: métodos de produção e controle de qualidade de sementes e mudas florestais**, 1984, Curitiba. Trabalhos. Curitiba: Universidade Federal do Paraná; IUFRO, 1984. p. 252-276.
- ROCCA, M.A. & SAZIMA, M. 2006. The dioecious, sphingophilous species *Citharexylum myrianthum* (Verbenaceae): Pollination and visitor diversity. **Flora**, 201(6): 440-450.
- ROVERI NETO, A. Divergência Genética entre Árvores Matrizes de *Ceiba speciosa* St. Hil. Para Características de Frutos e Sementes. 2014. 79 f. **Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias**, Jaboticabal, 2014.
- ROSSA, U. B.; ANGELO, A. C.; NOGUEIRA, A. C. et al. Fertilização de liberação lenta no crescimento de mudas de paricá em viveiro. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 33, n. 75, p. 227-234, 2013
- SANSEVERO, J. B.; ALONSO, & VALCARCEL, R. On the teaching of ecological restoration in Brazil: an analysis of postgraduate courses. **Restoration ecology**, v. 26, n. 5, p. 997-1004, 2018. <https://doi.org/10.1111/rec.12662>
- SANTOS, J.F.C.; GLERIANI, J.M.; & REIS, M. Wildfires as a major challenge for natural regeneration in Atlantic Forest. **Science of The Total Environment**, v. 650, p. 809-821, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.09.016>
- SCALON, S. P. Q.; ALVARENGA, A. A. Efeito do sombreamento sobre a formação de mudas de pau-pereira (*Playcnyamus regnellii* Benth.). **Revista Árvore**, v.17, n.3, p.265-270, 1993.
- SCARPINELLA, G.A. Reflorestamento no Brasil e o Protocolo de Quioto. 2002. 162 f. **Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado)–Programa Inter unidades de Pós Graduação em Energia, Universidade de São Paulo**, São Paulo-SP, 2002.

SER. Society for Ecological Restoration. Princípios da SER International sobre a restauração ecológica, 2004. **SER and Tucson: Society for Ecological Restoration International**. Disponível em: <<http://www.ser.org>> Acesso em: 7 de junho de 2021

SILVA JÚNIOR, M.C. DA; LIMA, R.M.C..100 Árvores Urbanas: Brasília: Guia de Campo. Brasília: **Rede de Sementes do Cerrado**, 2010. 280 p

SIMÕES, J. W. Problemática na produção de mudas de essências florestais. **Série Técnica**, Piracicaba, v. 4, n. 13, p. 1-29, dez. 1987.

STRIK, B.C.; PROCTOR, J.T.A. Estimating the area of trifoliolate and unequally imparipinnate leaves of strawberry. **HortScience**, Alexandria, v.20, n.6, p.1072-1074, 1985.

VALCARCEL, R.; SILVA, Z. S. A eficiência conservacionista de medidas de recuperação de áreas degradadas: proposta metodológica. **Floresta e Ambiente**, v. 27, p. 101-114, 2004.

ZAMITH, L. R.; SCARANO, F. R. Produção de mudas de espécies das restingas do município do Rio de Janeiro, RJ, Brasil. **Acta bot. bras.** 18(1): p.161-176. 2004