UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
***CAMPUS* CERRO LARGO**
CURSO DE AGRONOMIA

PATRICK RIBEIRO

MODELOS NÃO DESTRUTIVOS PARA ESTIMATIVA DE ÁREA FOLIAR EM ARATICUNZEIRO E PITANGUEIRA

CERRO LARGO
2025

PATRICK RIBEIRO

MODELOS NÃO DESTRUTIVOS PARA ESTIMATIVA DE ÁREA FOLIAR EM ARATICUNZEIRO E PITANGUEIRA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Sidinei Zwick Radons

CERRO LARGO

2025

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Ribeiro, Patrick
MODELOS NÃO DESTRUTIVOS PARA ESTIMATIVA DE ÁREA FOLIAR EM ARATICUNZEIRO E PITANGUEIRA / Patrick Ribeiro. -- 2025.
30 f.:il.

Orientador: Dr. Sidinei Zwick Radons

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de Bacharelado em Agronomia, Cerro Largo,RS, 2025.

I. Radons, Sidinei Zwick, orient. II. Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

Elaborada pelo sistema de Geração Automática de Ficha de Identificação da Obra pela UFFS com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

PATRICK RIBEIRO

MODELOS NÃO DESTRUTIVOS PARA ESTIMATIVA DE ÁREA FOLIAR EM ARATICUNZEIRO E PITANGUEIRA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em 04/12/2025.

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
gov.br
SIDINEI ZWICK RADONS
Data: 15/12/2025 13:53:30-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Dr. Sidinei Zwick Radons – UFFS
Orientador

Documento assinado digitalmente
gov.br
DEBORA LEITZKE BETEMPS
Data: 15/12/2025 12:53:09-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof.ª Dr.ª Débora Leitzke Betemps– UFFS
Avaliadora

Documento assinado digitalmente
gov.br
LANA BRUNA DE OLIVEIRA ENGERS
Data: 15/12/2025 13:08:47-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof.ª Dr.ª Lana Bruna de Oliveira Engers– UFFS
Avaliadora

Dedico este trabalho aos meus pais e irmã, por todo o incentivo e ajuda para que esse trabalho fosse possível. A todos que contribuíram de qualquer forma para a conclusão deste.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, por sempre estar comigo me dando forças e proteção todos os dias, agradeço por ter colocado pessoas incríveis e dedicadas no meu caminho durante esse período.

Agradeço a Universidade Federal da Fronteira Sul - *Campus* Cerro Largo pela oportunidade que me concedeu de cursar o curso de Bacharel em Agronomia.

Ao meu orientador Profº. Dr. Sidinei Zwick Radons, pelo profissionalismo, ensinamentos e apoio que concedeu a mim durante a construção desse trabalho, agradeço por sempre estar disposto a me orientar, ajudar e tirar dúvidas que surgiam ao longo do processo de construção do trabalho.

A minha família (pai, mãe e irmã) por todo apoio e incentivo durante esse período de graduação, por estarem comigo. E também a todas as pessoas que de alguma forma ou outra contribuíram na minha formação, tanto como pessoa, como também um bom profissional.

Meus agradecimentos.

“Quem é sábio procura aprender, mas os tolos estão satisfeitos com a sua própria ignorância. ”

Rei Salomão

RESUMO

O araticunzeiro (*Annona neosalicifolia*) e pitangueira (*Eugenia uniflora* L.) são plantas encontradas nas florestas de mata atlântica, plantas bem recorrentes nesse ambiente e possuem um grande potencial socioeconômico de exploração dos frutos para o comércio e de partes para as indústrias não alimentares. O índice de área foliar é um parâmetro que está relacionado a processos fotossintéticos, utilizados em estudos fisiológicos sobre transpiração, crescimento da planta e pesquisas relacionados a danos de pragas e doenças. O objetivo é identificar através de métodos matemáticos não destrutivos a área foliar do araticunzeiro e da pitangueira. Foram avaliados dimensões lineares de comprimento (C), largura (L) e comprimento x largura (CxL), utilizando 400 folhas coletadas de ramos intermediários das plantas no início da primavera. Para avaliar o desempenho, as estatísticas utilizadas foram o coeficiente de determinação da regressão (R^2) e raiz quadrada do erro (RQME). Valor R^2 maior e RQME menor, o modelo tem maior precisão. O modelo que utilizou CxL apresentou valor de R^2 maior e raiz quadrada do erro menor que os modelos de apenas uma dimensão C e L, assim o produto da dimensão linear da área foliar CxL é a mais adequada em comparação às outras, nas duas espécies testadas, porém o produto de largura da folha tem uma adequada precisão.

Palavras-chave: Indice de Área foliar, frutíferas nativas, *Annona neosalicifolia, Eugenia uniflora L.*

ABSTRACT

The araticunzeiro (*Annona neosalicifolia*) and pitangueira (*Eugenia uniflora L.)* are plants found in the Atlantic Forest, very common in this environment and with great socioeconomic potential for the exploitation of their fruits for trade and other parts for non-food industries. The leaf area index is a parameter related to photosynthetic processes, used in physiological studies on transpiration, plant growth, and research related to pest and disease damage. The objective is to identify the leaf area of the araticunzeiro and pitangueira trees using non-destructive mathematical methods. Linear dimensions of length (C), width (L), and length x width (CxL) were evaluated using 400 leaves collected from intermediate branches of the plants in early spring. To evaluate performance, the statistics used were the regression coefficient of determination (R^2) and root mean square error (RMSE). The higher the R^2 value and the lower the RMSE, the more accurate the model. The model that used CxL had a higher R^2 value and lower root mean square error than the models with only one dimension, C and L. Thus, the product of the linear dimension of the leaf area CxL is the most appropriate in comparison to the others in the two species tested, but the product of leaf width has adequate accuracy.

Keywords: Leaf area index, native fruit trees, *Annona neosalicifolia, Eugenia uniflora L.*

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Mensuração do comprimento de folhas de pitangueira com régua graduada.....19
Figura 2 – Determinador de área foliar WinDias 3.....20
Figura 3 – Relação da área foliar (cm²) do araticunzeiro com as dimensões do comprimento (A), largura (C) e produto da largura e do comprimento do limbo foliar (E) e suas respectivas relações da área foliar estimada e com a área foliar observada (B, D e F).....21
Figura 4 – Relação da área foliar (cm²) do araticunzeiro com as dimensões do comprimento (A), largura (C) e produto da largura e do comprimento do limbo foliar (E) e suas respectivas relações da área foliar estimada e com a área foliar observada (B, D e F).....24

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

EMBRAPA Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

RQME – Quadrado Médio do Erro

R^2 – Coeficiente de determinação

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....12
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....14
2.1 FRUTÍFERAS NATIVAS..... 14
2.2 ARATICUNZEIRO.....15
2.3 PITANGUEIRA..... 16
2.4 ÁREA FOLIAR.....17
2.5 ESTIMATIVA DE ÁREA FOLIAR..... 17
3 MATERIAL E MÉTODOS.......19
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....21
4.1 ARATICUNZEIRO.....21
4.2 PITANGUEIRA.....22
5 CONCLUSÕES..... 25
6 REFERÊNCIAS.....26

INTRODUÇÃO

Na mata atlântica, em áreas do sul do Brasil, ocorrem frutas nativas com inúmeros benefícios e potencial de mercado. Porém, ocorre uma falta de informações que acarreta em uma menor comercialização, mesmo sendo fontes de vitaminas e compostos químicos que são essenciais para uma boa saúde humana (HENRIQUES et al, 2004; MEYTRE et al, 2020). Dentre as frutíferas nativas, no Rio Grande do Sul o araticunzeiro (*Annona neosalicifolia)* e a pitangueira (*Eugenia uniflora* L.) são comuns e tem potencial de exploração.

O araticunzeiro pertence à família das Annonaceae, sendo uma espécie arbórea. Esta planta produz frutos que possuem uma boa aceitação pelo público, pois apresenta um sabor agradável, sendo frutos com grande e promissor potencial para fins comerciais, bem como árvore adequada para fins ornamentais e ecológicos (SILVEIRA, 2020).

Cultivo de pitangueira comercial tem um aumento nos últimos anos, pela sua utilização para fins ornamentais e para a utilização de seus frutos na indústria alimentícia e farmacêutica. O potencial econômico da pitangueira na fruticultura brasileira tem seu papel e está em expansão, com a utilização de outras partes da planta além dos frutos (GATTO, 2023).

No ambiente agrícola, a inserção de espécies nativas encontra algumas dificuldades, sendo identificado como impedimento a reprodução vegetativa, variedade genética em mudas por sementes maior que de plantas tipicamente cultivadas, mudas com um desenvolvimento lento que requerem um maior tempo de espera, falta e dificuldade no controles de pragas e doenças, estudos sobre manejo fitotécnico e a conservação dos frutos devem aumentar para uma melhor aceitação e conhecimento por parte dos agricultores (GOMES et al, 2007).

O uso de pesquisas básicas voltadas à frutíferas nativas é importante, voltadas para fatores como o a fenometria e a quantificação de área foliar. Esses estudos poderiam facilitar lançamentos de cultivares com uma melhor qualidade dos frutos, capacidade produtiva das plantas e outros fatores que facilitariam a resposta dessas plantas em cultivos em pomares (PIROLA, 2017).

Para se avaliar o desenvolvimento e crescimento das plantas a estimativa de área foliar é empregada, sendo muito utilizada por estudos agronômicos e fisiológicos, onde se tem vários métodos utilizados para medição, sendo eles com o emprego de medidores eletrônicos ou técnicas de planimétria. As equações matemáticas são um método fácil e rápido de ser executado, sendo facilmente utilizado a campo e podendo ter várias avaliações durante o desenvolvimento da cultura, sendo que são métodos não destrutivos. A limitação de muitos

pesquisadores em conseguir adquirir aparelhos medidores de alto valor financeiro, faz com que modelos matemáticos sejam uma ferramenta importante no contexto cientifico (ZUCOLOTO, LIMA E COELHO).

Atualmente o desenvolvimento de modelos estatísticos através de medições lineares de folhas para se obter dados sobre área foliar, tem se mostrado de grande valia no estudo do crescimento e desenvolvimento de plantas, eliminando assim o uso de medidas de reconstrução geométricas e medidores de área foliar (SCHMILDT et al, 2013)

O objetivo do trabalho é identificar através de métodos matemáticos não destrutivos a área foliar do araticunzeiro e da pitangueira, árvores nativas presente em matas da cidade de Cerro Largo no Rio Grande do Sul.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 FRUTÍFERAS NATIVAS

Segundo Heiden, Barbieri e Stumpf (2006) espécies nativas são plantas que ocorrem dentro de uma área natural de dispersão potencial, área onde se tem uma ocupação sem a introdução direta ou indireta por seres humanos, tornando-se assim planta de um sistema nativo natural.

Das espécies arbóreas conhecidas no mundo, o Brasil tem aproximadamente 20%, tendo nessas espécies um grande potencial para os mais variados fins (VIANI et al, 2005). Existem poucos estudos voltados à conservação, informações nutricionais, potencial medicinal e consumo, porém nos últimos anos a busca por materiais voltados à frutíferas exóticas tem aumentado no Brasil (SILVA et al, 2022).

Matas nativas possuem uma diversidade em espécies de arbustos, ervas e árvores. Essas matas têm como característica o crescimento mais lento e abrigo de animais de variadas espécies, outro fator importante das florestas é a prevenção de erosões, também possuem um elevado armazenamento de carbono, fator importante (CESAR, 2022). Espécies nativas principalmente as frutíferas tem um potencial na manutenção da biodiversidade das florestas, pois é fonte de alimento para a fauna e suas sementes auxiliam na restauração de áreas degradadas (SILVA et al, 2022).

Nas florestas as frutas nativas possuem inúmeros benefícios, porém a falta de informação da população em geral acarreta em uma baixa comercialização e uma dificuldade no escoamento da produção. Para ocorrer a popularização desses frutos na sociedade, necessita-se de estratégias para um bom marketing, canais de vendas e informações adequados (MEYTRE et al, 2020).

Na região sul do Brasil possui inúmeras frutas nativas que tem um bom potencial de mercado. Sendo que elas apresentam sabores novos que o mercado e a população procura, além de serem fontes de vitaminas e compostos químicos importantes para o ser humano (HENRIQUES et al, 2004).

O Brasil tem uma biodiversidade propícia a ser explorada para agroindústria de frutas, sendo elas com um alto valor nutritivo, encontradas nas matas, possuindo novos sabores e aromas que podem ser apreciados para a alimentação, também a utilização dessas plantas para fins farmacêuticos e terapêuticos, mercado muito buscado e rentável atualmente. Frutíferas nativas podem melhorar a alimentação e saúde da população, sendo que muitas delas são fontes

de fibras, as quais são de suma importância e extremamente benéficas, além das fibras possuem também atividades antioxidantes, vitaminas e outros compostos s que trazem mais benefícios e saúde ao ser humano (NEGRI; BERNI; BRAZACA, 2016).

A inserção de espécies nativas em um ambiente agrícola se deve ser planejada, pois possui dificuldade de reprodução vegetativa, além de uma grande variabilidade genética em mudas produzidas por sementes, sendo necessário a busca de alternativas com pesquisas, se tem também desenvolvimento demasiadamente tardio das mudas e plantas quando levadas a campo, outros fatores é manejo de pragas, doenças que dificultam sua expansão em um âmbito mais agrícola e com foco no comércio o manejo e a conservação deve-se ser melhor estudado e avaliado para se ter uma melhor adaptação (GOMES et al, 2007).

2.2 ARATICUNZEIRO

O araticunzeiro (*Annona neosalicifolia*) é uma espécie arbórea nativa, pertencentes à família Annonaceae (SILVEIRA, 2020), família que compreende um grande número de gêneros e espécies, sendo a maioria nativa de regiões tropicais e subtropicais (SILVA et al, 2009), o araticum tem por característica principal a oxidação da casca amarela, processo esse que ocorre rapidamente após a colheita, deixando o fruto com uma coloração mais escura, próximo ao preto, porém a qualidade da polpa se mantém por um maior período (MUNIZ, 2019).

As anonáceas têm como destaque se comparada a outras frutíferas, a aceitação do público por ter um agradável sabor referente a frutos, mostrando-se uma família de arbóreas promissoras para fins comerciais no potencial frutífero, ornamental e ecológico (SILVEIRA, 2020). Porém as espécies dessa família são consideradas subutilizadas, com escassas informações, um crescimento de áreas de explorações maior em relação à pesquisa e tecnologias voltadas a estas espécies ainda com pequenos avanços (SANTOS, 2017).

Árvore de casca lisa e marrom, caducifólia, com folhas de 13 centímetros de comprimento e 3,5 centímetros de largura, sendo folhas simples. Frutos apresentam saliências hexagonais e sendo de formato globoso. A frutificação deste araticum ocorre de fevereiro a abril, sendo que a sua floração ocorre no período de outubro a dezembro (LORENCETT, 2011).

Esta árvore possui uma distribuição geográfica que abrange áreas do norte da Argentina, parte do Paraguai, além dos estados brasileiros do Mato Grosso ao Rio Grande do Sul (LORENCETT, 2011). Esta espécie arbórea nativa possui uma ampla distribuição no estado do Rio Grande do Sul, mais especificamente em áreas de florestas das bacias dos rios Jacuí-

Ibicuí e do Camaquã, além na floresta do Alto Uruguai, onde essa planta tem importância sobretudo nas razões ecológicas (SILVEIRA, 2020).

Uma característica importante é a presença de dormência das sementes de Araticum, que tem sua causa mais provável a impermeabilidade da casca, imaturidade do embrião, dificuldade de trocas gasosas e entrada de ar, o que acaba por retardar a germinação da semente (SILVEIRA, 2020).

Uma forma bastante eficiente de propagação é a natural, sendo por brotação da raiz ou sementes, onde se tem a dispersão pela megafauna do local. Quando por sementes, a germinação ocorre aproximadamente de 20 a 30 dias e pode ser transplantada quando atingir 50 centímetros de altura (LORENCETT, 2011).

2.3 PITANGUEIRA

Eugenia uniflora L., popularmente conhecida como pitangueira, pitanga ou pitanga-vermelha recebe seu nome da palavra tupi "pi'tãg", que significa vermelho, em referência à cor de seu fruto (BEZERRA *et al*., 2018). Esta planta é da classe Magnoliopsida, subclasse Rosidae, ordem Myrtales, família Myrtaceae, gênero Eugenia e espécie *E. uniflora* L. (PIROLA, 2017).

A família Myrtaceae, onde a pitangueira pertence, tem 130 gêneros e 4.000 espécies, sendo encontradas em regiões tropicais e subtropicais. Na mata atlântica essa família tem grande representatividade, sendo que em vários estudos essa família tem grande importância para a flora e fauna de florestas do Sul e Sudeste (PIROLA, 2017), com importância ornamental (GATTO, 2023).

Árvore com altura de 3 a 12 metros, com troncos de 20 a 50 cm de diâmetro, sendo tortuosos, com casca em sua maior parte lisa, porém ocorre a incidência de casca rugosa, com uma característica de fácil identificação que é manchas claro-acinzentadas (PIROLA, 2017). Sistema radicular pivotante e profundo, copa no formato mais arredondado e quando só, tem uma boa projeção galhos e folhas, com diâmetro de parte área de 3 a 5 metros (LATTUADA, 2010).

Suas folhas são opostas, sendo elas simples, com bordas lisas e nervuras central aparentes na parte inferior, formato mais próximo ao ovalado, com tamanhos de 2,5 a 7 cm de comprimentos por 1 a 3 cm de largura em média, sua coloração tende a um verde mais escuro (LATTUADA, 2010). Flores hermafroditas na cor branco-creme, com 6 a 8mm de comprimento (PIROLA, 2017).

De outubro a janeiro ocorre sua frutificação, mas possui variações, resultado da região onde está localizada, também pode ocorrer a floração e frutificação 2 vezes ao ano, sendo uma floração ocorrendo de fevereiro a julho e outra de agosto a dezembro, essa última com frutificação de abril a julho (GATTO, 2023). Os frutos são variações da formação globoso do tipo baga, sua coloração pode variar, com frutos indo do laranja a frutos vermelhos, com diâmetro de 1,5 cm a 3 cm (MOREIRA, 2024).

2.4 ÁREA FOLIAR

A área foliar depende do tamanho e do número de folhas, assim como o tempo que permanece na planta (MONTEIRO et. al., 2005), também é um fator de suma importância pois ela é um parâmetro que indica a produtividade da planta (FAVARIN et. al., 2002), tendo ação sobre processos na planta, como fotossíntese, balanço da radiação da superfície e transpiração, fatores esses que são importantes no desenvolvimento e produção da planta, sendo importante várias medições durante o desenvolvimento da planta (CARVALHO, 2017).

Conforme Alquino et al (2011), um dos processos mais importantes e que determinam a produtividade de uma cultura é a fotossíntese, sendo que para isso a planta depende da interceptação de energia luminosa, onde o índice de área foliar tem seu papel e expressa a relação da área das folhas com a ocupada pela planta. Além de processos fotossintéticos, a área foliar é de grande importância para estudos fisiológicos envolvendo a análise de transpiração, crescimento e pesquisas voltadas para quantificar danos de doenças foliares e pragas. Sendo assim é utilizada para estimar perdas de água pela planta, sendo a folha o órgão principal na transpiração (RODRIGUES; ALMEIDA, 2016).

O manejo de irrigação em plantas, espaçamento entre plantas, poda e outros fatores, são melhor manejados quando se tem o valor da área foliar da cultura, onde se tem uma melhor avaliação referente a perda de água da planta, processo esse que ocorre pelas folhas. Tendo um melhor controle sobre a taxa de crescimento, área foliar da planta eficiência fotossintética e padrões gerais de desenvolvimento (RODRIGUES; ALMEIDA, 2016).

2.5 ESTIMATIVA DE ÁREA FOLIAR

A determinação da área foliar é realizada por vários métodos, sendo eles destrutivo ou não destrutivo e também direto ou indireto. Métodos destrutivos tem como fator importante a retirada das folhas e ou partes da planta, já o não destrutivo não se tem uma coleta de partes da

planta, preservando a área amostrada para outras atividades. Métodos diretos são diretamente nas folhas realizadas e os indiretos tem base em correlações conhecidas entre uma variável biométrica mensurável e área foliar real (FLUMIGNAN et al., 2008).

A determinação foliar de forma direta, requer equipamentos mais caros e ou utilização de técnicas destrutivas, resultando em um empecilho para a comparação dentro da mesma planta, sendo assim tem por preferência métodos que estimem a área foliar, sendo pratico (BIANCO).

Foram descritos por Xavier, Soares e Almeida (2002), diferentes métodos diretos de medições, sendo eles o método de delineamento da planta, o com base na combinação de formas e tamanhos padrão, o método de cálculo com base em medidas lineares, métodos com relação entre a área e massa foliar e o método de planimétria óptica.

Nos métodos não destrutivos a área foliar é estimada através de medidas como o comprimento x maior largura, utilizando uma equação de regressão linear com as medidas adquiridas nas folhas. Utilizando a equação de regressão entre a área foliar e parâmetro dimensionais lineares da folha, sendo uma das alternativas para métodos não destrutivos. Em método destrutivo ou de laboratório se tem o uso de imagem digitalizada, onde se é utilizado um programa computacional com o processamento de imagens, tendo o cálculo desejado área da folha (CUNHA, 2010).

Os métodos para estimar a área foliar são através de medições do comprimento ao longo da nervura central, comprimento da folha e a largura máxima, podendo ser um método não destrutivo (GODOY, 2007). De acordo com Cabanez et al. (2014) a estimativa por equações matemáticas é rápida e fácil, sendo de grande importância para avaliação a campo.

Já na estimativa da área foliar, os parâmetros utilizados em várias culturas são o comprimento, largura e comprimento x largura, esses métodos tem se mostrado muito eficientes, onde se obteve em vários estudos um alto grau de precisão e sua utilização está cada vez mais presente nos estudos e avaliações de plantas a campo (CABANEZ et al, 2014).

Desta forma é de interesse em diferentes setores agrários a determinação da área foliar, pois com esses variados modelos desenvolvidos para essa avaliação, sobretudo métodos não destrutivos, pode-se acompanhar a área foliar durante o crescimento e expansão da árvore, com parâmetros já definidos que tem uma boa correlação com superfície foliar (QUEIROZ, SILVA E NETO, 2013).

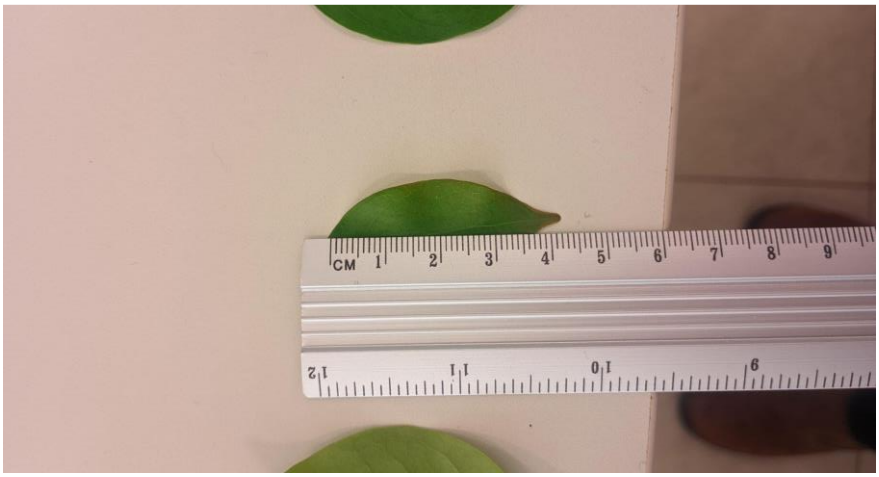
3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento teve seu desenvolvimento em laboratório no segundo semestre de 2025, no dia 30 de setembro de 2025, período de primavera, sendo utilizado duas espécies de árvores nativas, araticunzeiro e pitangueira. O desenvolvimento da pesquisa foi realizado no laboratório de sementes da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) - *campus* Cerro Largo.

Para a realização do experimento realizou-se a retirada de folhas de araticunzeiro e pitangueira, sendo 400 folhas fotossinteticamente ativas para cada espécie, com tamanhos variados e não danificadas, coletadas de ramos da parte média da copa das árvores. As plantas de onde foram coletadas as folhas se encontram na mata nativa do município de Cerro Largo, região noroeste do Rio Grande do Sul, pertencendo ao bioma de mata atlântica com clima subtropical úmido. O solo da mata é latossolo vermelho distroférico típico (EMBRAPA, 2006)

No mesmo dia da coleta, as folhas foram organizadas sobre uma mesa, onde ocorreu a medição das dimensões máximas do limbo foliar, com a utilização de uma régua graduada em centímetros (Figura 1). O comprimento foi medido ao longo da nervura central da folha e a maior largura da mesma foi determinada perpendicularmente a esta nervura.

Figura 1 - Mensuração do comprimento de folhas de pitangueira com régua graduada.

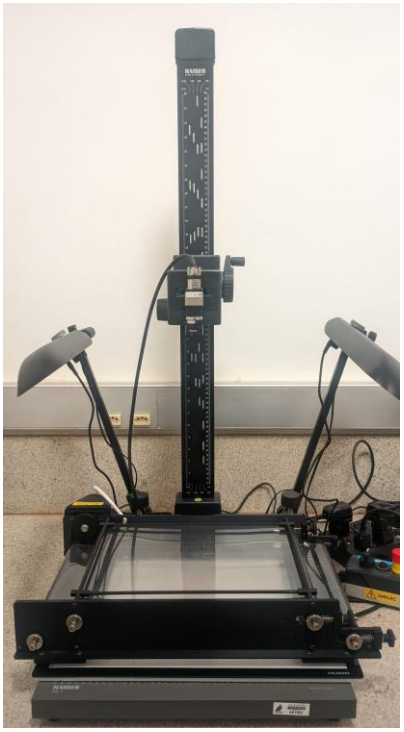


Fonte: elaborado pelo autor (2025).

Para a análise de imagens as folhas passaram pelo determinador de área foliar WinDIAS 3, equipamento próprio para a medição da área foliar (Figura 2), onde se tem auxílio de um computador para executar a análise das imagens e dados. As folhas foram submetidas à análise

do equipamento uma a uma, sempre buscando evitar dobras ou algo que poderia acarretar em erros nas medições.

Figura 2 - Determinador de área foliar WinDias 3.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

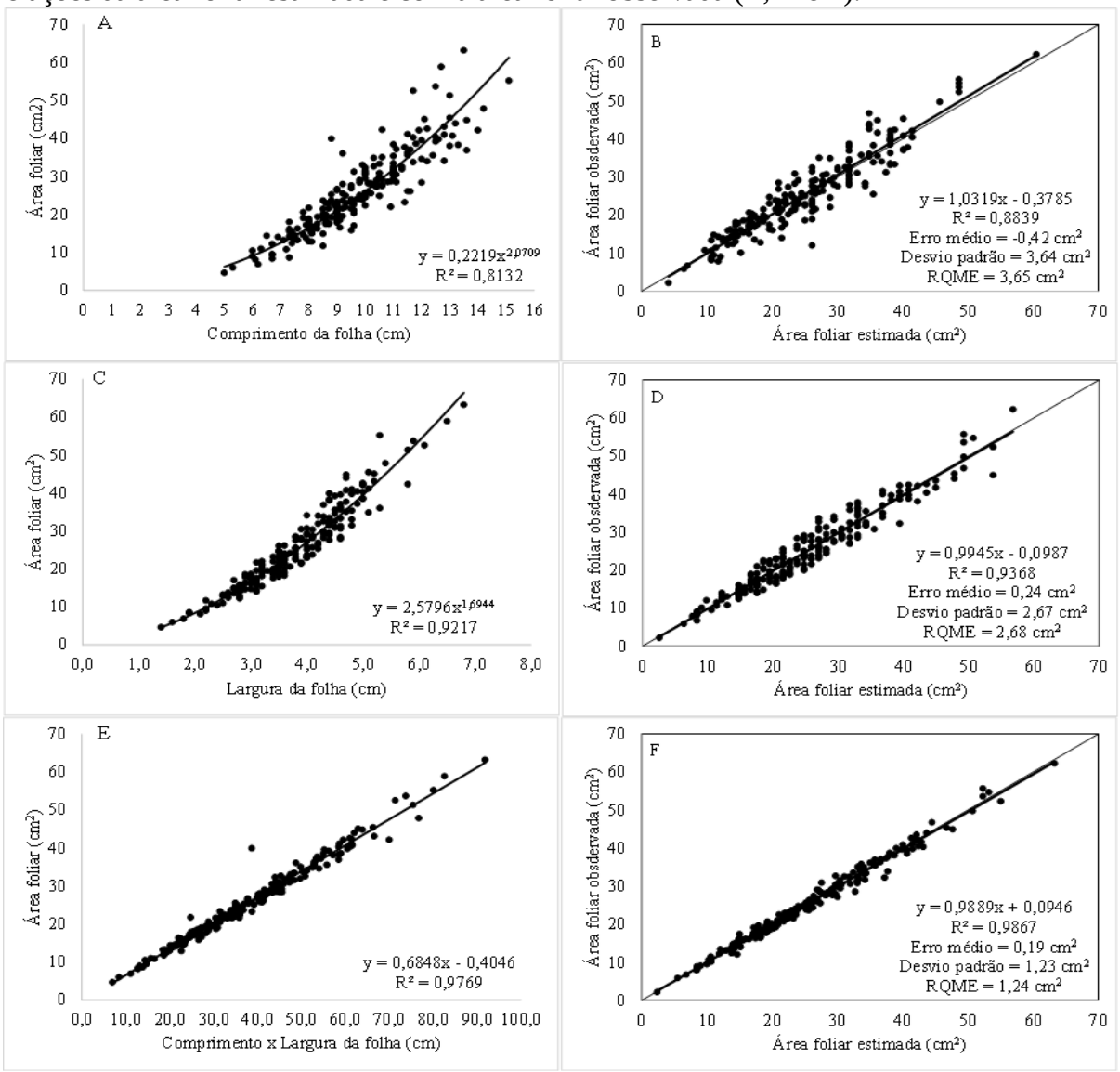
Com a área do limbo foliar já medida, foram separados dois conjuntos de 200 folhas por espécie. Em um primeiro conjunto foi estabelecida a relação comprimento x largura, por meio da análise de regressão entre área foliar e as medidas de comprimento e largura da folha, além do seu produto. Após ajustados os modelos, o segundo conjunto de 200 folhas foi usado para o teste dos mesmos, por meio de análise de regressão entre os valores estimados e observados e estatísticas como o coeficiente de determinação da regressão, desvio padrão, desvio médio e raiz do quadrado médio do erro. Para a análise de estatística, ocorreu o uso da ferramenta Microsoft Excel, onde se obteve os resultados dos testes com o auxílio deste software.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ARATICUNZEIRO

Com as regressões em relação ao comprimento (C), largura (L) e também largura comprimento x largura (CxL), onde os coeficientes de determinação foram superiores a 0,80, porém o modelo CxL teve um valor mais satisfatório, com 0,9867 e com o menor valor de raiz do quadrado médio do erro com 1,24 cm³, indicando um bom ajuste e um valor de erro médio de 0,19 cm² (Figura 3).

Figura 3 - Relação da área foliar (cm²) do araticunzeiro com as dimensões do comprimento (A), largura (C) e produto da largura e do comprimento do limbo foliar (E) e suas respectivas relações da área foliar estimada e com a área foliar observada (B, D e F).



R² = coeficiente de determinação da regressão; RQME = raiz do quadrado médio do erro.

Fonte: elaborado pelo autor (2025).

Com modelos baseado no comprimento (B) e baseado em largura (D), ocorre uma superestimação em folhas menores, com valores de 10 a 15cm², já em folhas com tamanhos maiores que 40 cm² ocorre uma subestimação com tendência a ter uma área menor que a real, pois as folhas são de comprimento e largura variadas. No modelo comprimento x largura (F), se tem uma baixa superestimação, com poucas folhas maiores que 50 cm² e uma subestimação mínima (Figura 3).

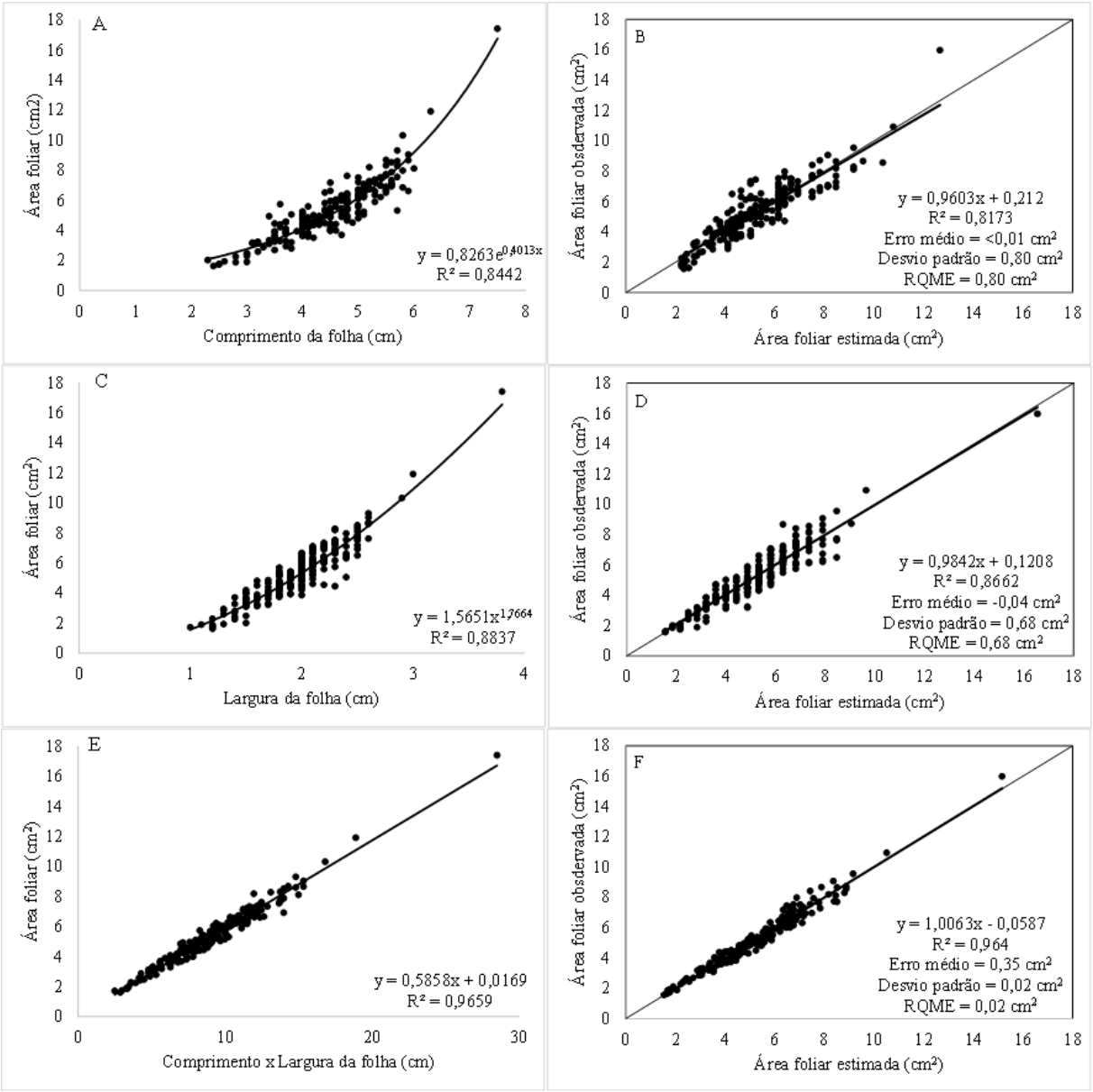
A área foliar estimada por Cabanez et al., (2014) em biribazeiro (Annonaceae), também obteve um resultado semelhante ao deste trabalho, onde o comprimento x largura das folhas foi o melhor modelo matemático testados para estimar a área foliar, apresentando valores adequados em R^2 e com maior precisão para a estimativa da área foliar em planta dessa família.

Outro trabalho, voltado para a área foliar das anonáceas, foi desenvolvido por Almeida et al., (2005), onde todos os valores obtiveram valores satisfatórios, porém os melhores valores foram observados nas equações que utilizam o comprimento x largura (CxL), permitindo obter uma estimativa mais precisa da área foliar da gravioleira. Conforme o autor, essa medida é de melhor uso a campo com uma fácil utilização e não altera significativamente a soma dos quadrados do resíduo e o coeficiente de determinação.

4.2 PITANGUEIRA

As regressões em relação ao comprimento (C), largura (L) e também largura comprimento x largura (CxL), onde os coeficientes de determinação foram superiores a 0,80, porém o modelo CxL teve um valor mais satisfatório, com 0,964 e com o menor valor de raiz do quadrado médio do erro com 0,02 cm³, valor esse que indica que o modelo está próximo dos valores reais e desvio padrão de 0,02 cm² (Figura 4). Salimena et al. (2021) realizaram a estimativa de área foliar realizada em uma Myrtaceae (*Myrcia variabilis*), gerando resultados entre vários métodos avaliados o menor erro no produto do comprimento x largura, com um coeficiente de determinação superior a 95%, demonstrando que a estimativa de área de folha das myrtaceae são mais precisas e com um bom ajuste quando usadas as dimensões de comprimento e de largura.

Figura 4 - Relação da área foliar (cm²) da pitangueira com as dimensões do comprimento (A), largura (C) e produto da largura e do comprimento do limbo foliar (E) e suas respectivas relações da área foliar estimada e com a área foliar observada (B, D e F).



R² = coeficiente de determinação da regressão; RQME = raiz do quadrado médio do erro.
Fonte: elaborado pelo autor (2025).

Resultados semelhantes onde se buscava medir a área foliar de *Eugenia uniflora L.*, foram encontrados por Oliveira et al., (2019), onde a melhor equação para estimar a área foliar, foi o modelo que usou comprimento e largura da superfície foliar (CxL). Essa equação atendeu os critérios estatísticos, demonstrando grande precisão e boa agilidade no processo, sem a destruição das folhas. Porém também os outros modelos tiveram valores aceitáveis em variáveis

como o coeficiente de determinação (R^2), sendo que quanto maior o R^2 menor é o valor de RQME, sendo esse de grande importância ser observado, pois valor de RQME baixo indica um melhor ajuste ao modelo e com valores se aproximando do real, sendo um dos valores a ser observado.

Os modelos de medição de área foliar têm boa precisão, sendo a de comprimento x largura o que apresenta maior precisão, porém o tempo empregado em sua elaboração é maior, sendo os modelos comprimento ou largura, mais rápidos de realizar a campo e com um menor números de dados coletados (MALDANER et al., 2009).

O modelo baseado em comprimento (B) (Figura 4), tem uma maior superestimação em valores de 4 a 8 cm^2 e uma subestimação de valores próximos a 10 cm^2. No modelo com avaliação da área foliar apenas com a largura das folhas valores até 3 cm^2 tem uma subestimação e valores próximos a 8 cm^2 uma superestimação. O modelo com a utilização de medidas de comprimento x largura (F) se tem uma leve superestimação próximo à área de 7 cm^2, porém neste modelo a superestimação e subestimação é baixa, sendo o mais preciso.

Para Schmildt et al (2016), com avaliação de área foliar em eucalipto se obteve também o produto do comprimento máximo pela largura máxima (CXL) como o que permitiu maiores estimativas da área foliar da planta de eucalipto, isso em todas as variantes avaliadas, sendo indicada o modelo indicado linear. No trabalho se buscou a equação com o menor valor do quadrado médio do desvio, com a obtenção de valores de R^2 maiores e RQME baixo, sendo que quando a raiz quadrada do erro é baixa, indica melhor precisão de valores próximos ao real da folha.

5 CONCLUSÕES

Neste trabalho, tanto para o araticunzeiro quanto para a pitangueira, o melhor desempenho na estimativa de área foliar foi obtido com modelos que abrangem o comprimento e a largura da folha. Entretanto, a área foliar pode ser estimada utilizando-se apenas uma das dimensões foliares. Nesse caso, a largura máxima do limbo foliar, observada transversalmente à nervura central, apresenta maior exatidão na estimativa, em relação ao comprimento do limbo foliar.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Gustavo Dias de Almeida et. al., Estimativa de área foliar de graviola (*annona muricata l.*) por meio de dimensões lineares do limbo foliar. **Universidade do Vale do Paraíba**, 2005 Disponível em:<https://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2006/inic/inic/01/INIC0000700%20ok.pdf>. Acesso em : 22 de nov 2025.

AQUINO, Leonardo Angelo de *et. al*. Estimativa da área foliar do girassol por método não destrutivo. **Fitotecnia**. Disponível em:< https://www.scielo.br/j/brag/a/7YCZjhmGpFgXxY5t3dTfjSC/?format=html&lang=pt>. Acesso em: 06 de Dez 2025.

BEZERRA, João Emmanoel Fernandes *et. al*., *Eugenia uniflora*: pitanga. In: CORADIN, Lidio *et al*. Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: região nordeste. Brasilia: Mma, 2018. Cap. 5. p. 155-168.

BIANCO, S. Bianco. Métodos para estimativa da area foliar de plantas daninhas. 2: Wissadula subpeltata (Kuntze) Fries. **Planeta Daninha**. Disponivel em: < https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/84714955-24ad-47d6-ad74-94014b2581ba/content#:~:text=MATERIAIS%20E%20M%C3%89TODOS&text=A%20seguir%20as%20fo>. Acesso em: 07 de Dez 2025.

CARVALHO, Thayslan Renato, et. al. Revista Conexão: **Ciências e Tecnologia**. Fortaleza - CE, v. 11, n. 1, p. 35 - 42, mar. 2017. Disponível em: <https://conexoes.ifce.edu.br/index.php/conexoes/article/view/1070/923>. Acesso em 24 out. 2025.

CABANEZ, Patricia Alvarez Cabanez *et. al*., Estimativa da área foliar do biribazeiro através de modelos de regressão. Revista de **Ciências Agroambientais**, Alta Floresta, MT, v.12, n.1, p.51-55, 2014. Disponível em: <https://www.unemat.br/revistas/rcaa/docs/vol12-1/7_artigo_rcaa_v12n1a2014.pdf>. Acesso em 22 nov 2025.

CESAR, E. A vantagem das florestas nativas. **Pesquisa Fapesp**, São Paulo, n. 314, p. 13-13, abr. 2022. Disponível em: https://revistapesquisa.fapesp.br/wp-content/uploads/2022/04/012-017_Notas_314-1.pdf . Acesso em: 03 mai 2024.

COLECIONANDO FRUTAS. *Annona Neosalicifolia*, família das Annonaceae. Disponível em: https://www.colecionandofrutas.com.br/annonaneosalicifolia.htm. Acesso em: 04 de mai 2024.

CUNHA, Jorge Luis Xavier Lins, *et. al* . Comparação de métodos de área foliar em *Chrysobalanus icaco L.* **ACSA - Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v.06,n 03 jul/set 2010 p. 22 - 27 Disponível em:<acsa.revistas.ufcg.edu.br/acsa/index.php/ACSA/article/view/88>. Acesso em 24 out 2025.

EMBRAPA, Centro Nacional e Pesquisa em Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília: **Embrapa** - SPI; Rio de Janeiro: Embrapa - Solos, 2006

FAVARIN, José Laércio, *et.al*.Equações para a estimativa do índice de área foliar do cafeeiro. São Paulo, Junho 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/wnvbzKh4Fd5CBbK7MgQYh4m/?format=html&lang=pt>. Acesso em 24 out. 2025.

FLUMIGNAN, Danilton Luiz; ADAMI, Marcos; FARIA, Rogério Teixeira de. Área foliar de folhas íntegras e danificadas de cafeeiro determinada por dimensões foliares e imagem digital. **Coffee Science**, v.3, p.1-6, 2008.

GATTO, Marcelo Batistella. Propagação vegetativa de Eugenia uniflora L. Ibirubá, 2023. Disponível em:<https://dspace.ifrs.edu.br/handle/123456789/1330>. Acesso em 3 nov. 2025.

GODOY, Leandro José Grava, *et. al.* Análise da imagem digital para estimativa da área foliar em plantas de laranja "Pêra". **Revista Brasileira de Fruticultura**. 2007. Disponível em:<https://www.scielo.br/j/rbf/a/5r6Nbfk8sbQF4rF6ytNY63C/?format=html&lang=pt>.Acesso em 17 nov 2025.

GOMES, Gustavo C. *et al*. Conservação de frutíferas nativas: localização, fenologia e reprodução - Pelotas: **Embrapa Clima Temperado**, 2007.

HEIDEN, Gustavo, BARBIERI, Rosalía, STRUMPF, Elisabeth Regina Tempel. Considerações sobre o uso de plantas ornamentais nativas. **Ornamental Horticulture**, Vol. 12 No. 1 (2006). Disponível em:<https://ornamentalhorticulture.com.br/rbho/article/view/60> Acesso em: 23 de nov 2025.

LATTUADA, Daiane Silva. Micropropagação e miniestaquia de pitangueira (Eugenia uniflora L.). Porto Alegre, Março 2010. Disponível em em:<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/24513> . Acesso em 5 nov. 2025.

LORENCETT, Fernando Roberto. Viabilidade econômica do cultivo de frutíferas nativas em áreas degradadas e de preservação permanente. 2011. 113 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em **Ciência e Tecnologia de Sementes**, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2011.

MALDANER, Ivan Carlos *et al*. Modelos de determinação não destrutiva da área foliar em girassol. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 5, p. 1356-1361, set. 2009. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S0103-84782009000500008. Acesso em: 25 de nov 2025.

MEYTRE JUNIOR, Alexander Georges *et al*. Desconhecimento e indisponibilidade das frutas nativas da mata atlântica contribuem com hábitos alimentares restritos e sem diversidade. **South American Development Society Journal**, São Paulo, v. 06, n. 17, p. 269-285, 24 ago. 2020. Disponível em: https://www.sadsj.org/index.php/revista/article/view/334/292 . Acesso em: 03 mai 2024.

MONTEIRO, José Eduardo B.A *et. al*., Estimação da área foliar do algodoeiro por meio de dimensões e massa das folhas. **USP Piracicaba-SP**, 2005. Disponível em:<www.scielo.br/j/brag/a/yHm4KNnJcmFdwGh6MXFw44H/?lang=pt#>. Acesso em: 22 de nov 2025.

MOREIRA, Ygor Nunes. Estudo da diversidade química dos óleos essenciais de pitangueira (*eugenia uniflora l.*) acessados no litoral norte fluminense-rj e da atividade fungicida. Junho 2024. Disponível em:<https://rima.ufrrj.br/jspui/handle/20.500.14407/20071>. Acesso em 3 nov. 2025.

NEGRI, Talita Costa; BERNI, Paulo Roberto de Araújo; BRAZACA, Solange Guidolin Canniatti. A vantagem das florestas nativas. **Biosaúde**, Londrina, v. 18, n. 2, p. 82-96, 2016. Disponível em:<ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/biosaude/article/view/27615> . Acesso em: 03 mai 2024.

OLIVEIRA, Vinicius de Sousa et. al. Uso de imagens digitalizadas para elaboração de equações que estime a área foliar de mudas de Eugenia uniflora L.. **International Journal of Development Research.**Vol. 09, Issue, 11, Novembro, 2019. Disponível

em:<https://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/bitstream/123456789/4067/1/uso-imagens-arantes.pdf>. Acesso em: 23 de nov 2025.

PIROLA, Kelli. Caracterização e frutificação de um acesso apirênico de pitangueira. Pato Branco, março 2017. Disponível em:<https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/2373/1/PB_PPGAG_D_Pirola%2C%20Kelli_2017.pdf>. Acesso em 5 nov. 2025.

QUEIROZ, José Elenildo, SILVA, Girlânio Holanda da, NETO, Aristides Gonçalves de Sousa. Avaliação estatística da área foliar através de modelos de equações em duas espécies florestais. **Revista Verde** (Mossoró – RN - Brasil), v. 8, n. 1, p. 146 - 153, jan/mar de 2013. Disponível em:<dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7392976>. Acesso em: 31 de out 2025.

SALIMENA, Juliana Pace et. al. Modelo matemático para estimativa da área foliar de *myrcia variabilis*(myrtaceae). **Recima** 21 -2021. Disponível em:<https://recima21.com.br/index.php/recima21/article/view/814>. Acesso em: 22 de nov 2025.

SANTOS, Leandro Lima Casado dos Santos. Avaliação do crescimento de mudas de araticum-do-brejo (*annona glabra l.*) e graviola (*annona muricata l.*) submetidas à inundação sob diferentes níveis de salinidade. Rio Largo-AL. Disponível em: <www.repositorio.ufal.br/handle/riufal/5944>. Acesso em: 23 de novembro de 2025.

SCHMILDT, Edison Romais et al. Análise comparativa de equações para estimativa da área foliar em cafeeiros.**Coffe Science**. Disponível em: https://coffeescience.ufla.br/index.php/Coffeescience/article/view/573 Acesso em: 06 Dez 2025.

SCHMILDT, Edison Romais et al. Equações para estimar

área foliar em eucalipto. Revista Cientifica **Eletronica de Engenharia Florestal**. Disponivel em: < http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/djz30fJrWYU5qqC_2017-1-10-8-36-9.pdf>. Acesso em: 12 de Dez 2025.

SILVA, Jaciely Gabriela Melo da *et al*. Espécies frutíferas nativas do bioma Mata Atlântica: Panorama dos estudos sobre a temática no período de 2014 - 2021. **Society and Development**, v.11, n.3, março 2022.

SILVEIRA, R. S. Propagação vegetativa do araticum (*Annona neosalicifolia* H. Rainer) utilizando diferentes tipos de estacas e substratos. **Braz. J. Anim. Environ. Res.**, Curitiba, v. 3, n. 4, p. 4257-4262, out./dez. 2020.Disponível em:< https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJAER/article/view/21860>. Acesso em 09 de nov 2025.

XAVIER, Alexandre Cândido, SOARES, João Vianei, ALMEIDA, Auro Campi. Variação do índice de área foliar em clones de eucalipto ao longo de seu ciclo de crescimento. **Revista Árvore**. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rarv/a/tfxXfJwPcMvs7JTcyTDWGjn/?lang=pt. Acesso em: 07 de Dez 2025.

ZUCOLOTO, Moises, LIMA, Julião Soares de Sousa, COELHO, Ruimario Inacio. Modelo matemático para estimativa da área foliar total de bananeira 'Prata-anã'. **Revista Brasileira de Fruticultura.** Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbf/a/LZfp8MLgR6XvHMWYnNBk6vh/?lang=pt > Acesso em: 06 de dez. 2025.