

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

Thais Gois de Sousa

**QUANTIFICAÇÃO DE BIOMASSA AÉREA E DETERMINAÇÃO DO
MODELO ARQUITETURAL DOS REGENERANTES DE *Cordia
ecalyculata* Vell. EM UM FRAGMENTO SECUNDÁRIO DE FLORESTA
ESTACIONAL DECIDUAL, NO MUNICÍPIO DE SILVEIRA MARTINS,
RS**

Santa Maria, RS
2021

Thais Gois de Sousa

QUANTIFICAÇÃO DE BIOMASSA AÉREA E DETERMINAÇÃO DO MODELO ARQUITETURAL DOS REGENERANTES DE *Cordia ecalyculata* Vell. EM UM FRAGMENTO SECUNDÁRIO DE FLORESTA ESTACIONAL DECIDUAL, NO MUNICÍPIO DE SILVEIRA MARTINS, RS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, área de concentração em Manejo Florestal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Engenharia Florestal**.

Orientador: Prof^o. Dr. Frederico Dimas Fleig

Santa Maria, RS
2021

de Sousa, Thais Gois
QUANTIFICAÇÃO DE BIOMASSA AÉREA E DETERMINAÇÃO DO
MODELO ARQUITETURAL DOS REGENERANTES DE *Cordia*
ecalyculata Vell. EM UM FRAGMENTO SECUNDÁRIO DE FLORESTA
ESTACIONAL DECIDUAL, NO MUNICÍPIO DE SILVEIRA MARTINS,
RS / Thais Gois de Sousa.- 2021.
58 p.; 30 cm

Orientador: Frederico Dimas Fleig
Coorientador: Maristela Machado Araújo
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós
Graduação em Engenharia Florestal, RS, 2021

1. Arquitetura de planta 2. Variáveis categóricas 3.
Quantificação de biomassa I. Dimas Fleig, Frederico II.
Machado Araújo, Maristela III. Título.

Sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFSM. Dados fornecidos
pelo autor(a). Sob supervisão da Direção da Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca
Central. Bibliotecária responsável Paula Schoenfeldt Patta CRB 10/1728.

© 2021

Todos os direitos autorais reservados a Thais Gois de Sousa. A
reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita
mediante a citação da fonte.

E-mail: thaisgois.tg@gmail.com

Thais Gois de Sousa

QUANTIFICAÇÃO DE BIOMASSA AÉREA E DETERMINAÇÃO DO MODELO ARQUITETURAL DOS REGENERANTES DE *Cordia ecalyculata* Vell. EM UM FRAGMENTO SECUNDÁRIO DE FLORESTA ESTACIONAL DECIDUAL, NO MUNICÍPIO DE SILVEIRA MARTINS, RS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, área de concentração em Manejo Florestal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Engenharia Florestal**.

Aprovado em 31 de maio de 2021:

Documento assinado digitalmente

gov.br

Frederico Dimas Fleig

Data: 21/11/2021 21:53:12-0300

Verifique em <https://verificador.iti.br>

Frederico Dimas Fleig, Dr. (UFSM) - Videoconferência
(Presidente/Orientador)

Documento assinado digitalmente

gov.br

Elder Eloy

Data: 22/11/2021 08:53:13-0300

Verifique em <https://verificador.iti.br>

Elder Eloy, Dr. (UFSM) - Videoconferência



Sandro Vaccaro, Dr. (CERAN) - Videoconferência

Santa Maria, RS
2021

Adoração e louvor ao Abba! Amor aos sonhos e promessas que Ele compartilha comigo. Dedico-lhe!

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu Senhor, Mestre, Abba e meu Deus por ter me sustentado e provido alimento espiritual para concluir com êxito esse processo.

Em especial sou grata à minha família, grata a minha Rede de Sustentação dada a mim pelo Abba, minhas Cristiane e Debora, pelo incentivo e por estarem sempre ao meu lado me apoiando.

Ao meu orientador Frederico Dimas Fleig pelo aprendizado, parceria, dedicação e confiança durante esses anos de orientação. Por me instigar a olhar além, obrigada.

Aos membros da banca de defesa, Elder Eloy e Sandro Vaccaro, por dispor de seu tempo e conhecimento, notáveis contribuições com esta dissertação, agradeço.

À Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), e ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal, pela oportunidade e estrutura para a realização deste estudo. À CAPES pela concessão de bolsa de estudo.

À panelinha: Agradeço a minha amiga Fran pelas conversas e aprendizado, pelo enorme coração, por sempre achar um tempo mesmo não tendo (risos de nervoso) e por ser um exemplo de profissional a ser seguido. Em especial a parceira do “Bora? Bora mana!”, Ju. Para esses dois anos de parceria eu só digo, ÉGUA! A minha mineirinha Nayara, “Óh fia brigadão”.

Aos meus colegas de laboratório aos quais sem o auxílio, com certeza não teria capacidade de realizar este trabalho: Tascila, Cristine, Kassya e Noé.

A todos os amigos e família que fiz em Santa Maria, irei para sempre levar vocês em meu coração. Vocês me ajudaram nessa etapa da minha vida, obrigada pelo privilégio da aventura de folhear páginas da minha vida junto de cada um. Cheirinho de um livro novo é a lembrança que guardo de vocês e, foram vários livros de aventuras inesquecíveis: Andri, Lu, Hugo, Vitor, Beto, Carol, Yasmim, Helena, Cassio, Julio...

Obrigada!

RESUMO

QUANTIFICAÇÃO DE BIOMASSA AÉREA E DETERMINAÇÃO DO MODELO ARQUITETURAL DOS REGENERANTES DE *Cordia ecalyculata* Vell. EM UM FRAGMENTO SECUNDÁRIO DE FLORESTA ESTACIONAL DECIDUAL, NO MUNICÍPIO DE SILVEIRA MARTINS, RS

AUTORA: Thais Gois de Sousa
ORIENTADOR: Frederico Dimas Fleig

O objetivo deste estudo foi definir o modelo arquitetural dos regenerantes de uma população *Cordia ecalyculata* (Vell.) e, estimar a biomassa de parte aérea dos indivíduos selecionados da população. Em uma área particular, município de Silveira Martins – RS, foi realizado censo em área de aproximadamente 0,5ha, com aplicação do método de amostragem não probabilística intencional por caminhamento livre, tendo como unidade amostral 21 indivíduos regenerantes de *C. ecalyculata*. As plantas foram analisadas em campo visualmente, considerando critérios morfológicos e arquiteturas, para avaliar a produção de biomassa de parte aérea uma amostragem dos ramos foi realizada. Em laboratório nos ramos foram mensurados as seguintes variáveis: Diâmetro da base dos ramos (DB); Comprimento total (CT), somatório dos comprimentos dos compartimentos dos eixos rameais; e Biomassa seca dos ramos (BS), obtida em estufa com circulação de ar à temperatura de 50 °C por 72 horas até atingir peso constante. A relação da biomassa seca (BS) quanto ao padrão de ramificação da espécie, foi estudada utilizando o procedimento GLM. Para verificar a adequação dos modelos estimadores de BS utilizou-se a análise dos resíduos em gráfico: BS observada x BS estimada. A espécie foi classificada conforme o modelo arquitetônico de Prévost. A biomassa seca dos ramos apresentou estreita relação com as classes de ramificação avaliadas. Os valores médios de biomassa seca dos ramos para as classes A2 (1,34g), A3 (3,33g) e A4 (8,77g) podem ser utilizados para estimar o volume de um ramo particular. A biomassa seca (BS) da parte aérea de regenerantes de *Cordia ecalyculata* pode ser estimada com elevada precisão e qualidade utilizando as dimensões dos ramos. A transformação quadrática do DB mostrou-se superior, com modelo: $BS = 43,57 DB^2 - 0,6221$. O CT mostrou inferior para estimativa da BS, com modelo $BS = 0,0675 CT - 1,0433$. A variável transformada $(DB^2CT)^{0,5}$ estimou a BS satisfatoriamente, gerando modelo: $BS = 1,8092 (DB^2CT)^{0,5} - 0,9852$. Concluindo que o padrão característico de ramificação, que particulariza a espécie, pode ser utilizado para estimativas de biomassa seca dos ramos e folhas (BS) em inventários florestais.

Palavras-chave: Arquitetura de planta. Variáveis categóricas. Quantificação de biomassa.

ABSTRACT

QUANTIFICATION OF AERIAL BIOMASS AND DETERMINATION OF THE ARCHITECTURAL MODEL OF THE REGENERANTS OF *Cordia ecalyculata* Vell. IN A SECONDARY FRAGMENT OF DECIDUAL SEASONAL FOREST, IN THE MUNICIPALITY OF SILVEIRA MARTINS, RS

AUTHOR: Thais Gois de Sousa
ADVISOR: Frederico Dimas Fleig

The aim of the study was to define the architectural model of these regenerants from a *Cordia ecalyculata* (Vell.) population and to estimate the aerial biomass of those selected from the selected population. In a particular area, municipality of Silveira Martins - RS, a census was carried out in an area of approximately 0.5 ha, with application of the intentional non-probabilistic sampling method by free walking, having as sample unit 21 regenerating individuals of *C. ecalyculata*. The plants were visually analyzed in the field, considering morphological and architectural criteria, to evaluate the aerial biomass production, a sampling of the branches was carried out. The following variables were measured in the laboratory in the branches: Diameter of the base of the branches (DB); Total length (CT), sum of the lengths of the branch axes compartments; and Dry biomass of branches (BS), obtained in an oven with air circulation at a temperature of 50 °C for 72 hours until reaching constant weight. The relationship between dry biomass (BS) and the branching pattern of the species was studied using the GLM procedure. To verify the adequacy of the BS estimating models, the residual analysis was used in a graph: observed BS x evaluated BS. The species was published according to the architectural model of Prévost. The dry biomass of the branches presents a close relationship with the evaluated branching classes. The mean values of dry biomass of branches for classes A2 (1.34g), A3 (3.33g) and A4 (8.77g) can be used to estimate the volume of a particular branch. The dry biomass (BS) of shoots of *Cordia ecalyculata* regenerants can be estimated with high precision and quality using the branch dimensions. The quadratic transformation of DB was superior, with model: $BS = 43.57 DB^2 - 0.6221$. CT shown- lower for BS estimation, with BS model = $0.0675 CT - 1.0433$. The transformed variable $(DB^2CT)^{0.5}$ satisfactorily estimated the BS, generating a model: $BS = 1.8092 (DB^2CT)^{0.5} - 0.9852$. Concluding that the characteristic branching pattern, which particularizes a type, can be used for the use of dry biomass of branches and leaves (BS) in forest inventories.

Keywords: Plant architecture. Categorical variables. Quantification of biomass.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1– Ramos de folhas compostas de <i>C. ecalyculata</i> (Vell) (a); Detalhes dos folíolos (b); Caule com casca avermelhado de apresentação reticulada (c, d).....	17
Figura 2 – Ramo com fruto (a) e inflorescências de <i>C. ecalyculata</i> (Vell.) (b).....	17
Figura 3 – Diásporos de <i>C. ecalyculata</i> , amostras de frutos vermelhos (a), frutos alaranjados (b), frutos verdes (c) e pirênios (d).....	18
Figura 4 – Mapa de localização - município de Silveira Martins/RS.....	29
Figura 5 – Vista aérea da localidade de Val Feltrina, Silveira Martins/RS; Localização dos pontos de coleta (A); Estrada antiga de acesso à área de estudo (B)..	31
Figura 6 – Modelos arquitetônicos segundo Hallé, Oldeman e Tomlinson (1978).....	32
Figura 7 – Caracteres dos eixos usados nas análises arquitetônicas (VESTER, 2002).....	33
Figura 8 – Módulo verticilar em série de eixos superpostos quiescentes A, conspecto superior dos eixos rameais (copa composta por três ramos) B.....	36
Figura 9 – Regenerante de <i>C. ecalyculata</i> com presença de três ramos por verticilo (a, b) e lançamentos das raques (c,d).	37
Figura 10 – Classes de expansão do padrão ramificação observado na população de plantas de <i>C. ecalyculata</i>	37
Figura 11 – Biomassa seca dos ramos e classes de ramificação de regenerantes de <i>C. ecalyculata</i> , Silveira Martins – RS.....	38
Figura 12 – Valores observados e estimados de biomassa seca dos ramos como função da área transversal da base dos ramos de regenerantes da <i>Cordia ecalyculata</i> em formações secundárias da Floresta Estacional Decidual, Silveira Martins – RS.	41
Figura 13 – Valores observados e estimados de biomassa seca dos ramos como função do comprimento dos ramos de regenerantes da <i>Cordia ecalyculata</i> em formações secundárias da Floresta Estacional Decidual, Silveira Martins – RS.....	42
Figura 14 – Valores observados e estimados de biomassa seca dos ramos como função da raiz quadrada da área transversal da base e comprimento dos ramos de regenerantes da <i>Cordia ecalyculata</i> em formações secundárias da Floresta Estacional Decidual, Silveira Martins –RS.....	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Comparação de médias da biomassa seca dos ramos de regenerantes de <i>C. ecalyculata</i> em função das classes de ramificação, Silveira Martins – RS.....	39
Tabela 2 – Estatística descritiva das variáveis dimensionais e biomassa seca dos ramos de regenerantes de <i>C. ecalyculata</i> , Silveira Martins – RS.....	39
Tabela 3 – Modelos de regressão ajustados para estimar a biomassa seca dos ramos de regenerantes da <i>Cordia ecalyculata</i> em formações secundárias da Floresta Estacional Decidual, Silveira Martins - RS.....	40

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	HIPÓTESES	14
3	OBJETIVOS	15
3.1	OBJETIVO GERAL	15
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
4	REVISÃO DE LITERATURA	16
4.1	<i>CORDIA ECALYCVLATA</i> (VELL.)	16
4.1.1	Características da espécie	16
4.1.2	Ocorrência e usos	18
4.2	REGENERAÇÃO NATURAL	20
4.3	PADRÃO DE FORMAÇÃO ARQUITETURAL DA ÁRVORE	22
4.4	PRODUÇÃO DE BIOMASSA FLORESTAL	25
4.5	O MÉTODO DE AMOSTRAGEM NA AVALIAÇÃO DE PLANTAS	28
5	MATERIAL E MÉTODOS	29
5.1	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	29
5.2	LEVANTAMENTO E ANÁLISE DE DADOS	31
5.2.1	Procedimentos de campo	32
5.2.1.1	<i>Identificação do modelo arquitetural de C. ecalyculata</i>	32
5.2.1.2	<i>Coleta do material vegetal</i>	33
5.2.2	Procedimentos de laboratório	33
5.2.2.1	<i>Mensurações e determinações de biomassa</i>	33
5.3	ANÁLISE DOS DADOS	34
5.3.1	Análise da estatística descritiva	34
5.3.2	Modelagem de biomassa verde e seca em função das variáveis contínuas	34
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
6.1	CARACTERIZAÇÃO DA POPULAÇÃO DE <i>CORDIA ECALYCVLATA</i> (VELL.) E DESCRIÇÃO DO MODELO ARQUITETÔNICO	35
6.2	BIOMASSA SECA DOS RAMOS E PADRÃO DE RAMIFICAÇÃO DE <i>C. ECALYCVLATA</i>	38
6.3	BIOMASSA SECA E DIMENSÕES DOS RAMOS	39
7	CONCLUSÃO	45
8	RECOMENDAÇÕES	45
	REFERÊNCIAS	46

1 INTRODUÇÃO

O sistema complexo adaptativo da dinâmica e estrutura das formações vegetais da Mata Atlântica, confere a esse bioma uma extensa biodiversidade. Na região sul do Brasil, com a chegada dos imigrantes europeus, essas formações vegetais sofreram um histórico de diminuição e fragmentação de suas florestas primárias.

Apesar disso, nas últimas décadas, a cobertura florestal dessas áreas tem aumentado em tamanho, com o processo de regeneração natural, pela sucessão das florestas secundárias (KILKA; LONGHI, 2011; CHAZDON, 2012; HIGUCHI et al., 2013, 2014).

No estado do Rio Grande do Sul, a Floresta Estacional Decidual (FED) exibe florestas secundárias com áreas de diferentes tamanhos, estágios de regeneração e tipos de graus de perturbação. Esta tipologia florestal representa, atualmente, cerca de 1,8% das florestas naturais do estado e, se estende pelas regiões noroeste e central (KILKA; LONGHI, 2011; MARCUZZO; ARAÚJO; LONGHI, 2013; SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO, 2020).

Nas áreas de ocorrência das florestas estacionais, conhecidas por sua diversidade florística, as mudanças sucessionais possibilitam o ingresso de novas espécies e o estabelecimento de outras (SCHUMACHER et al., 2011; ALMEIDA et al., 2015; SCHAEFER et al., 2015). Entre as quais pode ser observado espécies da família *Boraginaceae* e, gênero *Cordia*, como a espécie *Cordia ecalyculata* (Vell.).

Várias espécies da família *Boraginaceae* apresentam o aspecto característico de restabelecimento em áreas severamente perturbadas e, dentre as quais algumas espécies são utilizadas na medicina popular (SANTOS et al., 2006; BARROSO; DE OLIVEIRA; CIARELLI, 2009).

A *C. ecalyculata* (Vell.) é uma espécie não madeireira com potencial medicinal e econômico, essa planta é utilizada popularmente por suas propriedades diurética, anti-inflamatória e cicatrizante. Alguns estudos elaborados com os extrativos de parte aérea (folhas e galhos) dessa planta, exercidos pelos autores Saito e De Oliveira (1986) e Saito, Oliveira e Alvarenga (1985) asseveram o interesse farmacoterapêutico da espécie.

Contudo, outros estudos apontam dificuldades na produção de mudas dessa planta, o que pode estimular o seu extrativismo em populações naturais (DIAS, 2005; DUARTE, 2006). Visto que, atualmente, os fitoterápicos procedem direta ou

indiretamente de plantas medicinais, obtidas principalmente pelo extrativismo (LAPA, 2006; RODRIGUES; AMARAL, 2012).

O extrativismo, embora conceda renda às comunidades, o interesse econômico pode implicar em um processo predatório, e ocasionar a diminuição e fragmentação das populações naturais e a perda de variabilidade genética da espécie explorada (SEBBENN et al., 2008; REIS; SIMINSKI, 2011; RATNAM et al., 2014).

Assim, a busca pela utilização das plantas medicinais e a necessidade de equilíbrio das populações naturais, torna básico o conhecimento de aspectos como as suas características adaptativas e quanto a alocação de biomassa dessas plantas. Em relação, por exemplo, a arquitetura da planta na formação da copa e a quantificação de biomassa dos galhos e folhas.

Em termos adaptativos, em seu desenvolvimento as plantas adquirem um design mecânico específico, à medida que suportam a sua própria biomassa e as pressões do ambiente (HALLÉ; OLDEMAN; TOMLINSON, 1978; COSTA, 2014). Além de apresentarem habilidades de acumular biomassa por unidade de área, a maioria dessas plantas constituem o dossel das florestas (SATOO; MADGWICK, 1982).

Como estratégia de crescimento as plantas exibem diferentes modelos arquiteturais, que ajudam a descrever a organização das copas, e diferentes padrões de alocação de biomassa seja para manutenção, reprodução, sobrevivência ou crescimento inicial (HALLÉ; OLDEMAN; TOMLINSON, 1978; WEINER, 2004; WRIGHT et al., 2006).

Assim, a biomassa das plantas pode ser vista tanto como uma medida de produção quanto como medida do tamanho dos indivíduos arbóreos; pois, reflete não só a planta como um todo, mas também os seus diferentes componentes ou unidades arquitetônicas, como galhos, folhas e raízes (BATISTA et al., 2014).

Segundo McMahon (1973) a aplicação de equações alométricas é uma opção exequível para estimar o crescimento das plantas por modelo arquitetônico. Outros estudos encontraram significativas correlações, entre o padrão de alocação de biomassa e a mudança na estrutura dos galhos e folhas, em seu processo de construção da copa (OSADA, 2006; 2011).

As estimativas de biomassa da planta podem ser obtidas mediante o método não destrutivo, com a aplicação de equações alométricas que auxiliam no levantamento de dados sem extrair os componentes da planta. Esse método é, portanto, necessário para estimativas de biomassa da planta no tempo, pois torna-se

aplicável e produtivo para o manejo adequado, além de permitir ao técnico avaliar a produção atual; e facilitar a realização de inventários florestais, com boa precisão e baixo custo da produção (FLEIG, 2002; TEIXEIRA, 2003).

Portanto, dado a carência de informações que visem o planejamento de manejo adequado de *Cordia ecalyculata* (Vell.) em populações naturais, estudos direcionados as suas características arquiteturais e a biomassa de parte aérea (galhos e folhas) em áreas com histórico de perturbações antrópicas e, que se encontram em processo de regeneração natural, são expressivos. Visto que, esses estudos de investigação contribuem para o ganho científico e econômico.

2 HIPÓTESES

A presente pesquisa foi construída e desenvolvida considerando, duas hipóteses, para a estimativa da biomassa de parte aérea (ramos e folhas) de *Cordia ecalyculata*:

- a) Utilizando o padrão de ramificação da espécie;
- b) Utilizando relações alométricas.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Definir o modelo arquitetural dos regenerantes de uma população *Cordia ecalyculata* (Vell.) e estimar a biomassa de parte aérea dos indivíduos selecionados da população, em um fragmento secundário de Floresta Estacional Decidual, na região central do Rio Grande do Sul.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Conhecer o comportamento arquitetônico da parte aérea de uma população de regenerantes de *C. ecalyculata*, em um fragmento secundário de floresta estacional;
- b) Avaliar as variáveis dendrométricas, morfológicas e categóricas de uma população de regenerantes de *C. ecalyculata*;
- c) Determinar as variáveis dendrométricas, morfológicas e/ou categóricas que proporcione estimativa da biomassa da parte aérea de regenerantes de *C. ecalyculata*;

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 *Cordia ecalyculata* (Vell.)

A *C. ecalyculata* é uma árvore heliófila nativa e perenifólia pertencente à família *Boraginaceae*, que possui aproximadamente 2.500 espécies distribuídas em cerca de 130 gêneros, constituída principalmente de ervas; contudo, podem ser encontrados arbustos, árvores e algumas lianas (MELO; ANDRADE, 2007; SILVA et al., 2019).

Um atributo ecológico peculiar da família *Boraginaceae* é o seu potencial de estabelecimento em áreas severamente perturbadas, observado em várias de suas espécies. Das espécies encontradas no Brasil, o gênero *Cordia* é evidenciado constituindo áreas em regime de alterações degradativas (BARROSO; OLIVEIRA; CIARELLI, 2009).

O gênero *Cordia* é um dos mais numerosos e abrangentes da família *Boraginaceae*, constituído por aproximadamente 320 espécies distribuídas globalmente por regiões tropicais e subtropicais (SANTOS et al., 2006; SPOON; KESSELI, 2008). Para o Brasil são identificadas cerca de 65 espécies. A relevância deste gênero é dada às suas características botânicas, químicas, farmacológicas e econômica (BARROSO et al., 2003).

Alguns autores verificaram a presença de extrativos vegetais adquiridos em espécies distintas de *Cordia*, algumas das quais utilizadas na medicina popular por apresentarem propriedades bioativas (SANTOS et al., 2006; OZA; KULKARNI, 2017; SILVA et al., 2019).

4.1.1 Características da espécie

A *C. ecalyculata* Vell. (sinonímias *C. salicifolia*, *C. coffeoides*, *C. dygnia*, *C. leptocaula* e *C. glaziovii*) é popularmente conhecida por café-de-bugre, café-do-mato, cafezinho, chá-de-bugre, chá-de-frade, claraíba, louro-mole, louro-salgueiro e porangaba (LORENZI, 2002; BACKES; IRGANG, 2009).

A planta adulta possui porte arbóreo, arvoreta ou árvore, podendo atingir até vinte metros de altura. O tronco tem fuste longo de 4 à 12 m de altura, com casca de coloração escura e de apresentação reticulada de superfície irregular, com até trinta

centímetros de diâmetro na base do tronco. A copa é arredondada, com as pontas dos ramos decumbentes (SAITO, 1984).

A espécie é caracterizada por Saito (1984) pelas folhas alternas dísticas, papiráceas, lanceoladas ou oblongo-lanceoladas, com base cuneada e ápice acuminado ou agudo, margem lisa e sem pelos, planas, membranáceas, glabras, com nervação peninérvea e estípulas ausentes, conforme Figura 1.

Figura 1– Ramos de folhas compostas de *C. ecalyculata* (Vell) (a); Detalhes dos folíolos (b); Caule com casca avermelhado de apresentação reticulada (c, d).



Fonte: A autora (2021).

Segundo esse autor, as inflorescências são corimbosas com 7 a 22 cm de comprimento, com pedúnculos (haste floral) terminais de no máximo 6 cm de comprimento em cujas flores agrupadas em número de 5 a 17, pendentes, no ápice da inflorescência (Figura 2).

Figura 2 – Ramo com fruto (a) e inflorescências de *C. ecalyculata* (Vell.) (b).



Fonte: Alexandre et al., (2018).

Os frutos são do tipo drupáceo nuculânios globosos, pequenos e redondos e, possuem uma substância espessa e viscosa semelhante a uma cola, de sabor adocicado. De coloração vermelha quando maduros semelhantes ao grão de café (BARROSO et al., 1999; PAOLI, 2010). As sementes são arredondadas de coloração castanha clara a brancas, pequenas e reticuladas protegidas por endocarpo pétreo esclerosado, denominado pirênio (CARVALHO, 2008), que pode ser observado na Figura 3.

Figura 3 – Diásporos de *C. ecalyculata*, amostras de frutos vermelhos (a), frutos alaranjados (b), frutos verdes (c) e pirênios (d).



Fonte: Lima, Michetti e Shinozaki, (2018).

4.1.2 Ocorrência e usos

É encontrada principalmente no Brasil com indivíduos bem distribuídos pelas florestas Estacional Semidecidual e Decidual, Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Mista, da Bahia ao Rio Grande do Sul e, identificada ainda nas florestas da Argentina e Paraguai (SAITO; DE OLIVEIRA, 1986; LORENZI; MATOS, 2008; GILBERT; FAVORETO, 2012).

A *C. ecalyculata* é uma espécie que apresenta interesses ecológicos, ornamental e econômico. Seus frutos suculentos, de gosto adocicado e coloração vermelha, são atrativos à fauna e servem de alimento para algumas espécies de aves. Estas se encarregam de dispersar as sementes de *C. ecalyculata*, conduzindo a regeneração natural de áreas que sofreram ações antrópicas (SAITO, 1984; LORENZI, 1992).

Segundo Lorenzi (1992) esta espécie tem potencial para recomposição de matas ciliares em áreas degradadas e de preservação permanente. O caráter ornamental das folhas e da copa arredondada conferem potencial para arborização urbana (KINUPP, 2007). Com relação ao atributo madeireiro, a *C. ecalyculata*

apresenta madeira de peso moderado, macia e compacta; no entanto, por possuir menor resistência, apresentando utilidade apenas para áreas internas, confecção de caixotes, palitos e brinquedos (LORENZI, 1992).

Dentre a variedade de usos destinados a esta espécie, a aplicação medicinal é a mais difundida no Brasil, sendo uma espécie florestal não madeireira com potencial terapêutico, uma vez que apresenta diferentes substâncias identificadas em suas partes aéreas que são caracterizadas como fitoterápicas (LORENZI; MATOS, 2008; FREGNANI; SALVI JÚNIOR, 2020).

Dos estudos já realizados com os extratos de partes aéreas de *C. ecalyculata*, alguns autores detectaram em sua composição química a presença de alguns alcaloides, como: cafeína, alantoína e ácido alantóico, e também glicosídeos, como a consolidina, entre outros tipos, como taninos, flavonoides, saponinas e, mucilagens nos extratos fluidos, pigmentos e, na parte de compostos inorgânicos, o potássio (SAITO; DE OLIVEIRA; ALVARENGA; 1985; SAITO, DE OLIVEIRA, 1986; ASSONUMA, 2009; VIANA, et al., 2018).

Suas sementes quando beneficiadas, podem ser empregadas como substituintes do café, dada a significativa quantidade de cafeína encontrada (LORENZI; MATOS, 2008; VIANA et al., 2018). Quanto a alantoína, experimentos científicos atribuem a ela ação regeneradora, suavizante, anti-irritante, umectante e até diurética, ações de interesse farmacêutica e cosmética (SAITO, DE OLIVEIRA, 1986).

Foi verificado, ainda, ácidos graxos de interesse terapêutico e nutricional, como o gama-linolênico, constituinte químico identificado nas folhas ou ramos, que confere ação diurética e tem efeitos positivo no tratamento e prevenção de doenças cardiovasculares, diabetes e redução de colesterol, sendo utilizada popularmente como infusos emagrecedores e para tratar feridas externas (SAITO; DE OLIVEIRA; ALVARENGA; 1985; AMORIM, 1996; LORENZI; MATOS, 2002; SUGANUMA et al., 2008; MENGHINI et al., 2008).

Os registros literários das propriedades químicas de *C. ecalyculata* sobre a atividade biológica são ainda insuficientes. Alguns estudos verificaram a atuação do extrato etanólico das partes aéreas de *C. salicifolia* (*C. ecalyculata*) na inibição do vírus do herpes simplex tipo 1 e efeito ínfimo na diminuição do crescimento de *Helicobacter pylori in vitro* (HAYASHI et al., 1990; MENGHINI et al., 2008).

As características fitoterápicas e a aplicação empírica dos extrativos de *C. ecalyculata* por comunidades locais, entre outras espécies nativas consideradas medicinais no Brasil, despertou não só o interesse científico como intensificou o extrativismo destas espécies. Conseqüentemente, acarretou na interrupção da regeneração natural, devido as coletas em seu lugar de ocorrência natural sem o adequado manejo florestal, diminuindo a dispersão de sementes (SUGANUMA, et al., 2008; GIRALDI; HANAZAKI, 2010; MESSIAS et al., 2015).

4.2 REGENERAÇÃO NATURAL

A regeneração natural intercorre de processos naturais de recomposição do ecossistema florestal, por meio da sucessão que ocorre após distúrbios antrópicos ou naturais; é, portanto, parte do ciclo de crescimento dos indivíduos jovens de espécies arbustivo-arbóreas até atingirem os estratos superiores da floresta (KLEIN, 1980; MARTINS; RIBEIRO, 2002; FRANCO et al., 2014).

O termo regeneração também se refere as fases iniciais do estabelecimento e desenvolvimento de uma comunidade florestal na ausência de distúrbios, como parte do ciclo natural de crescimento das florestas, constituindo o estrato regenerativo que se desenvolve sob a sombra do dossel das árvores (CARVALHO, 1982; GAMA; BOTELHO; BENTES-GAMA, 2002).

A regeneração é um processo dinâmico e variável, no tempo e no espaço (RICHARDS, 1996). Oposta à sucessão que ocorre logo após os distúrbios naturais, a regeneração após distúrbios antrópicos varia bastante em capacidade e presteza (SCHEFFER et al., 2012; CHAZDON; ARROYO, 2013).

Em relação, por exemplo, ao uso do solo para finalidades agrícolas, por longos períodos pode retardar ou interromper a regeneração pós abandono da área. O uso excessivo do solo por longo espaço de tempo pode dificultar a resiliência dos ecossistemas florestais tropicais, levando a condições alternativas estáveis (SCHEFFER et al., 2012; CHAZDON; ARROYO, 2013).

O processo de sucessão secundária de áreas antropizadas e clareiras naturais possuem características semelhantes, ambas dependem de fatores análogos aos remanescentes florestais, pois são fontes de propágulos e de dispersores de sementes (CASTELLANI; STUBBLEBINE, 1993; WHITMORE, 1989; REIS; KAGEYAMA, 2003).

Contudo, para Reis e Kageyama (2003), uma área que se regenera por sua própria capacidade de resiliência, embora lentamente, se torna estável mais rapidamente devido à possibilidade de migração gênica entre a área perturbada e os fragmentos próximos. Então, é possível reputar estas áreas como o processo natural de sucessão secundária, assegurando a preservação e conservação das comunidades circundantes.

A sucessão em áreas perturbadas com fontes de sementes próximas e solos levemente alterados, evidencia uma rápida colonização da vegetação após distúrbios antrópicos, com pouca ou nenhuma interrupção (CHAZDON, 2003). A diversidade de espécies e a biomassa aumentam rapidamente quando os distúrbios florestais são pequenos (KASSI; DECOCQ, 2008; PIOTTO et al., 2009).

O remanescente florestal – que pode ser constituído por trechos de vegetação, árvores, sebes, cercas vivas e rebrotas – é a base da “memória ecológica”. Esta é concernente a herança biológica interna ou externa de uma floresta em regeneração e representa as espécies presentes anteriormente na paisagem (BENGTSSON et al., 2003; CHAZDON, 2016).

Em florestas estacionais tropicais a complexidade da regeneração se acentua, pois, devido à sazonalidade climática, a germinação das sementes e sobrevivência das plântulas depende principalmente, da disponibilidade de umidade no solo e, do nível de luminosidade que chega ao solo da floresta (LIEBERMAN; LIEBERMAN, 1994; ZAHAWI; AUGSPURGER, 1999).

As florestas secundárias, em suas fases de sucessão, são influenciadas por fatores fisiológicos e ecológicos que atuam no crescimento florestal, no estoque de biomassa, na estrutura e na composição da floresta. O ambiente remanescente e a condição do distúrbio exercido na área são variantes determinantes no desempenho desses processos (RIOS et al., 2001; ARAÚJO; ALMEIDA; GUERRA, 2012; MARTINS, 2012; CHAZDON, 2016; AZEVEDO et al., 2018; SECCO; BLUM; VELAZCO, 2019).

Quando somente uma fração da biomassa florestal é perdida em áreas perturbadas e ainda ocorre regenerantes, o restabelecimento da cobertura vegetal possui favorecimento. No caso dos remanescentes florestais próximos a extensas áreas agropastoris ocorre pouca dispersão de sementes, dessa forma, o banco de sementes do solo e a rebrota são os processos fundamentais de regeneração do

ecossistema florestal (VIEIRA; PESSOA, 2001; SAMPAIO, 2006; MYERS; HARMS, 2009; MARTINS, 2012).

O conhecimento do processo de regeneração natural fornece informações sobre o desenvolvimento e desempenho póstero da floresta, visto que concede dados sobre a distribuição, a relação, a qualidade e a quantidade de espécies que constituem o estoque florestal (GAMA; BOTELHO; BENTES-GAMA, 2002; SOUZA et al., 2002).

E ainda, permite o reconhecimento dos potenciais usos das espécies de florestas secundárias, além de evitar a perda de recursos relevantes para as comunidades tradicionais, e auxiliar no planejamento adequado do manejo das espécies de interesse. Logo, o interesse de compreensão da capacidade regenerativa e produtiva, além da dinâmica sucessional dos estratos da floresta, é necessário para o uso sustentável dos recursos florestais (FACHIM; GUARIM, 1995; GAMA; BOTELHO; BENTES-GAMA, 2002; SOUZA et al., 2002).

Os diferentes estágios sucessionais das florestas secundárias e suas informações quantitativas permitem estimativas do seu potencial de utilização econômico, o que torna pertinente a investigação das espécies nos diferentes estratos, pois cada espécie tem seu lugar assegurado na estrutura vertical e composição da floresta (CHAZDON, 2016).

Com isso, estimativas de biomassa são necessárias na avaliação da estrutura vertical da floresta que compreende os atributos de cada espécie, pois fornece parâmetros para compreensão dos mecanismos da regeneração natural (FINOL, 1975; SANQUETTA, 1995; SIMINSKI et al., 2011a; 2011b).

4.3 PADRÃO DE FORMAÇÃO ARQUITETURAL DA ÁRVORE

Os estudos da arquitetura de plantas foram encetados a cerca de 40 anos, como um método de investigação e entendimento do desenvolvimento e crescimento das árvores (HALLÉ; OLDEMAN, 1970; OLDEMAN, 1974; HALLÉ; TOMLINSON; ZIMMERMANN, 1978). Sustentadas em noções morfológicas e ferramentas computacionais, a planta é observada como um todo, consolidando conceitos inerentes as investigações arquitetônicas como os sistemas ontogênicos na formação estrutural das árvores (KING, 1996; BARTHÉLÉMY; CARAGLIO, 2007).

Uma particularidade dos estudos arquitetônicos é a sua iniciação em regiões tropicais, com análise voltada a estrutura aérea vegetativa das árvores (HALLÉ;

OLDEMAN, 1970). Estes estudos forneceram instrumentos que auxiliam a interpretar a dinâmica da comunidade florestal, a partir do reconhecimento dos padrões de desenvolvimento individual da arquitetura das árvores (OLDEMAN, 1974; VESTER, 1997; VESTER; CLEEF, 1998).

A estrutura complexa do dossel das florestas tropicais concedido pela heterogeneidade dos ambientes, permite a coexistência de espécies com histórias de vida distintas (O'BRIEN et al., 1995; RICHARDS, 1996; PEARCY; YANG, 1998; VALLADARES; SKILLMAN; PEARCY, 2002). Essas histórias caracterizam processos distintos de captura eficiente de luz, padrões de alocação de biomassa, estratégia de crescimento em altura e realização de trocas gasosas (PEARCY et al., 2004; KITAJIMA; MULKEY; WRIGHT, 2005; ISHII; ASANO, 2010).

Os conceitos arquitetônicos, desde sua introdução, reconhecem o desenvolvimento modular das plantas, i.e., o ajustamento da arquitetura em módulos, dado às condições ambientais e à disponibilidade de recursos. Logo, a constituição estrutural básica de uma planta (raiz, caule e folhas) é, a qualquer momento, a expressão de um equilíbrio entre os processos de crescimento endógeno e as restrições exógenas exercidas pelo meio ambiente; i.e., a arquitetura de uma planta depende da ontogenia e do arranjo concernente as suas partes (AGUIAR, 2014; COSTA, 2014; SCHMITZ et al., 2014).

O objeto da investigação arquitetônica vegetal é reconhecer esses processos e, distingui-los da plasticidade de sua expressão decorrente das limitações externas, mediante observação e ou experimentação. Para cada espécie, em cada estágio de desenvolvimento e em cada condição ambiental, cuidadosas observações morfológicas qualitativas e quantitativas ou mesmo anatômicas são feitas em vários indivíduos, dependendo da complexidade da arquitetura (BARTHÉLÉMY; CARAGLIO, 2007).

Plantas jovens podem ser analisadas, observadas e manipuladas diretamente, em árvores que atingem vários metros de altura algumas observações qualitativas, apesar de mais difíceis, podem ser realizadas a partir do nível do solo (BARTHÉLÉMY et al., 1989; MILLET; BOUCHARD; EDELIN, 1998; NICOLINI, 1998); no entanto a aplicação de métodos destrutivos é comumente determinada para maior precisão da coleta e análise dos dados precisas (HEURET et al., 2000; 2002; PASSO; PUNTIERI; BARTHÉLÉMY, 2002).

A análise visual dos caracteres arquiteturais das plantas dispensa a aplicação de métodos destrutivos. Nesse método, as plantas são estudadas quanto às expressões externas, assim é possível fazer inferências quanto aos componentes caule, folhas, galhos, copa e raízes (SILVA et al., 2006). Esses mesmos autores ainda acrescentam, que a categorização das variáveis externas estudadas pode ser avaliada quanto a qualidade dos componentes das plantas.

Aplicável a qualquer tipo de planta, a análise arquitetônica tem expressado êxito no estudo e compreensão da complexa organização e construção das copas das árvores, consoante à sua aplicação a qualquer indivíduo ou população de plantas. Pesquisas recentes neste campo aumentaram enormemente nossa compreensão da estrutura e desenvolvimento das plantas e levaram ao estabelecimento de uma estrutura conceitual e metodológica real para a análise e compreensão da forma das plantas (BARTHÉLÉMY et al., 1997; BOUCHON; DE REFFYE; BARTHÉLÉMY, 1997; CARAGLIO et al., 1997; GODIN; CARAGLIO, 1998; GUÉDON et al., 2001; 2003; HU; JAEGER, 2003; YAN et al., 2004).

Um constituinte base no estudo da arquitetura de plantas é o reconhecimento inicial de um padrão de ramificação primordial, que se evidencia entre a germinação e a floração, e pode ser descrito como um modelo arquitetônico ou unidades arquitetônicas (HALLÉ; OLDEMAN; TOMLINSON, 1978; PERRETA; VEGETTI, 2005).

Com base no modelo arquitetônico qualquer árvore pode ser examinada, em sua história de vida; com auxílio de um diagrama ou chaves de identificação do padrão de desenvolvimento de uma espécie, da plântula até a sua senescência. Se usam conceitos como o de reiteração, significando a repetição de um modelo dentro do mesmo modelo, total ou parcialmente, de acordo com pressões ambientais, e o de metamorfose, processo de reiteração programada de acordo com o desenvolvimento da árvore, que modifica os eixos secundários ao logo do eixo principal (HALLÉ; OLDEMAN; TOMLINSON, 1978; TORQUEBIAU, 1979; OLDEMAN, 1990).

Com isso, para compreender a arquitetura de uma planta se analisa a atividade dos meristemas, principalmente os apicais. A base para a análise das árvores são os eixos de crescimento, produto da atividade de apenas um meristema apical caulinar, com suas respectivas características quanto à orientação e posição dos órgãos, como as folhas e as flores. As características do eixo principal de uma planta e suas ramificações de primeira ordem forma uma combinação particular para cada espécie,

a qual se conhece como modelo arquitetônico. Hallé, Oldeman e Tomlinson (1978) citam a possibilidade de 24 modelos teóricos possíveis, dos quais apenas 23 foram reconhecidos.

Os modelos arquitetônicos não são categorias ou classes, mas sim áreas de sobreposição em um contínuo da construção arquitetural da planta. Desta maneira, a plagiotropia e a ortotropia, por exemplo, são limiares de uma sucessiva discriminação. A continuidade desses limiares agregados a reiteração, é causa da existência de modelos intermediários (HALLÉ; OLDEMAN; TOMLINSON, 1978).

Segundo Hallé, Oldeman e Tomlinson (1978), a presença de modelos arquitetônicos é menor à medida que as pressões ambientais forem maiores, por isso esperam-se encontrar menor riqueza de modelos em florestas estacionais, devido a pronunciada estação seca, em comparação com florestas pluviais. Ainda mais, em floresta estacional, a estação de frio intenso, o qual ocasiona seca fisiológica, provocar a perda das folhas em algumas espécies vegetais (LEITE; KLEIN, 1990).

4.4 PRODUÇÃO DE BIOMASSA FLORESTAL

Em florestas secundárias, o histórico no uso do solo é um dos fatores que causam maior perturbação na quantidade de biomassa florestal. As condições edafoclimáticas, assim como a composição e a idade das espécies, também exercem influência no acúmulo de biomassa aérea e radicular dos ecossistemas florestais (CHAZDON, 2014; MARÍN-SPIOTTA; OSTERTAG; SILVER, 2007; GRISCOM; ASHTON, 2011; CHAZDON, 2016).

Para isso, muitos estudos estão voltados a compreensão das variáveis adaptativas das plantas, porquanto, modificam a estrutura e o acúmulo de biomassa florestal; de fato, são de grande importância para a tomada de decisões no manejo dos recursos florestais (TIEPOLO; CALMON; FERETTI, 2002; PÁSCOA et al., 2004; VIEIRA et al., 2011). A biomassa florestal pode ser compreendida como todo recurso renovável originado da matéria orgânica, viva ou morta, animal ou vegetal, que possui um papel fundamental comercial e social (SANQUETTA; BALBINOT, 2004; SANQUETTA et al., 2015). Bem como, é responsável pela produção de energia, serviços ambientais e estoque de carbono nos distintos compartimentos da árvore como as folhas, os galhos, tronco e raízes (SANQUETTA; DALLA CORTE; MAAS, 2011; MIRANDA; MELO; SANQUETTA, 2011; HENRY et al., 2014).

Segundo Rocha Júnior, (2013) as investigações de biomassa florestal têm várias finalidades, como a produção sustentável para fins os energéticos. Essas pesquisas utilizam estimativas de biomassa que podem ser efetuadas com base em modelos de crescimento dos compartimentos de árvores individuais (tronco, folhas, ramos e raízes), por meio da obtenção de variáveis dendrométricas.

Em consonância, a identificação das relações alométricas entre a biomassa e as variáveis biométricas ou morfométricas da árvore individual pode proporcionar uma ferramenta flexível para obter estimativas dos diversos compartimentos. Ainda mais, essa relação empregada entre variáveis de difícil obtenção (biomassa) e variáveis obtidas em campo (diâmetro e altura), possibilita o estudo do crescimento de uma parte da planta em relação à planta inteira (SANQUETTA et al., 2014; SCHIKOWSKI et al., 2013; MACHADO et al., 1994; FINGER et al., 2000).

Com base nessas relações, foram propostos modelos para explicar como se combinam as forças em um caule para que este mantenha a estrutura e arquitetura do espécime (MCMAHON, 1973; STERCK; BONGERS, 1998; NIKLAS, 2000). Dessarte, os caracteres morfológicos de muitas espécies nos ambientes e suas estratégias de alocação de recursos devem ser estudadas para uma melhor compreensão de suas respostas adaptativas e o desenvolvimento de suas estruturas mecânicas (CRAWLEY, 1997; GRACE, 1997).

A quantificação da biomassa pode ser obtida por meio de métodos diretos, que consiste na amostragem destrutiva do indivíduo, ou seja, corte, separação e pesagem de toda a biomassa; técnica essa necessária para que se possa conhecer os caracteres da vegetação, seja de uma população ou de uma comunidade florestal. No entanto, amostragens destrutivas em áreas extensas são onerosas e demandam muito tempo (TEIXEIRA, 2003; WATZLAWICK, 2003; SANQUETTA; BALBINOT, 2004).

Como uma alternativa, os métodos indiretos podem ser utilizados com o auxílio de equações alométricas fazendo uso de variáveis preditivas. Estes métodos permitem estimativas repetidas da biomassa vegetal individual no tempo, visto que as mensurações na planta são obtidas por meio de avaliações não destrutivas (CANADELL; RIBA; ANDRÉS, 1988; SANQUETTA; BALBINOT, 2004; SANQUETTA et al., 2015).

A forma de mensuração da biomassa florestal como meio de predição do potencial produtivo da floresta, pode ser dada pela possibilidade de geração de

modelos preditivos de fácil aplicação. Predizer a biomassa acima do solo através da estimativa é uma ferramenta que confere bases necessárias para o entendimento da produtividade e alocação de nutrientes na planta, e o planejamento adequado do manejo florestal (FRANCO et al., 2014).

O manejo florestal, por sua vez, busca assegurar a produção sustentável dos recursos florestais e, concomitantemente, assegurar a demanda por produtos madeireiros e não-madeireiros para uso comercial e social (HIGUCHI et al., 1998). Independentemente do método aplicado às estimativas de biomassa florestal, todos dependem da quantificação individual de biomassa das árvores (MITCHARD et al., 2014; NGOMANDA et al., 2014).

Os métodos indiretos são aplicados, principalmente, em dados de inventário florestal, fazendo uso de fatores e equações de biomassa que transformam dados de diâmetro, altura ou volume em tais estimativas (SOMOGYI et al., 2006). As equações mais empregadas para estimar a biomassa, dos distintos componentes das árvores, são os modelos logaritmos cujas variáveis preditoras comumente aplicadas são o diâmetro à altura do peito e a altura total das árvores (CAMPOS; VALENTE, 1993).

Essas variáveis podem inclusive ser correlacionadas, alguns estudos verificaram que a combinação das variáveis diâmetro médio da copa ao quadrado multiplicado pela altura total proporcionou, de forma satisfatória a variação da biomassa comercial e residual (FLEIG, 2002; ORELLANA; KOEHLER, 2008).

Bem como, é possível utilizar modelos de regressão para transformar dados de diâmetro de caule em estimativas de biomassa; pois, o teor de carbono presente na planta consiste em cerca da metade do peso seco da biomassa viva da parte aérea, este sendo altamente correlacionado com variáveis preditivas como o diâmetro (BROWN, 1997; HIGUCHI et al., 1998; MALHI; GRACE, 2000).

Um atributo esperado dos modelos de regressão para estimativa da biomassa dos componentes das plantas, é que a soma da biomassa mensurada para cada componentes seja igual àquela calculada para a planta inteira (PARRESOL, 1999). Isto posto, evidencia que as investigações dos compartimentos da biomassa verde, assim como da biomassa seca, também podem ser consideradas nas mensurações como busca da variável resposta (TIEPOLO et al., 2002; VIEIRA et al., 2011).

4.5 O MÉTODO DE AMOSTRAGEM NA AVALIAÇÃO DE PLANTAS

De modo geral, os distintos fatores inerentes ao crescimento das plantas e, a expressão destes na forma das árvores e nos padrões de alocação de biomassa, são trabalhosos e de difícil determinação. Com isso, o monitoramento das variações dessas expressões, no espaço e no tempo requer procedimentos de amostragem pré-definidos (SCHNEIDER, 1993; FREITAS; MELLO; CRUZ, 2005).

O procedimento de amostragem intencional é um método fundamentado no controle da seleção amostral, sempre que houver conhecimento suficiente para garantir boas inferências, de quantidades conhecidas e de alguma forma correlacionadas com as que são desconhecidas de interesse (NAGAE, 2007).

Neste método um subgrupo da população, com base nas informações disponíveis, é selecionado como representativo de toda a população. A consonância na existência da forte relação entre as características conhecidas e as que se deseja conhecer de um indivíduo ou de uma população, envolve um procedimento subjetivo parcial no emprego do método de amostragem aplicado. Entende-se por um procedimento subjetivo aquele que permite o pesquisador usar seus julgamentos na seleção da amostra (MARCONI; LAKATOS, 1996; ARIBONI; PERITO, 2004).

A seleção de amostras intencionais é realizada de acordo com o julgamento do pesquisador. Se forem adotados critérios razoáveis de julgamento, pode-se chegar a resultados favoráveis. A abordagem dessa amostragem pode ser útil quando é necessário incluir um pequeno número de unidades na amostra (OLIVEIRA, 2001).

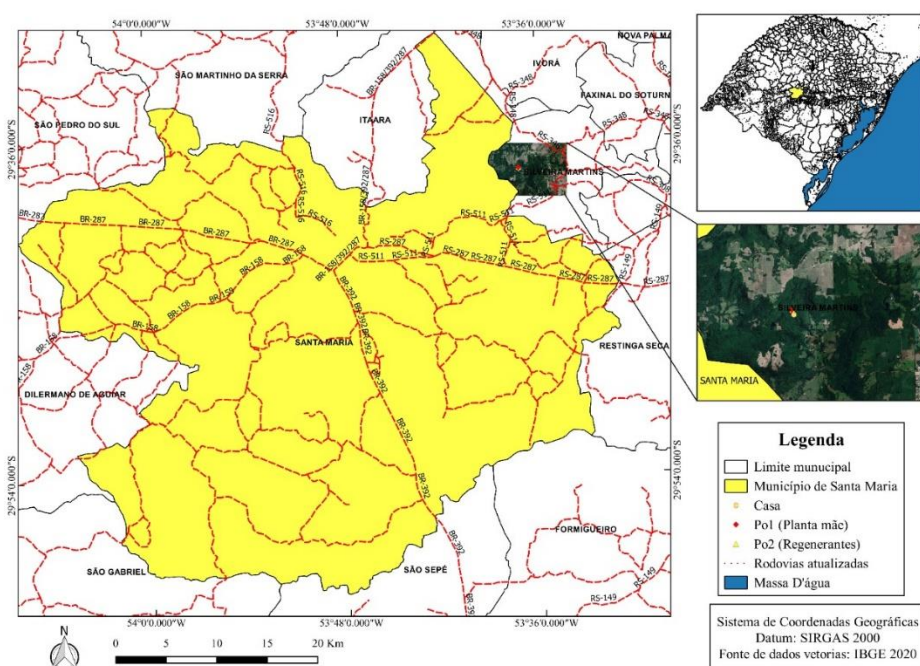
No procedimento de seleção cada componente da amostra pode ser selecionado, mas a probabilidade de seleção depende da relação entre as características da unidade amostral, isto é, do componente e, da população em estudo, uma vez que, o intuito da seleção é otimizar a relação existente (NAGAE, 2007). Para alguns autores o emprego desse método é adequado quando é preciso obter uma “amostra deliberadamente enviesada”. Assim, quando se deseja avaliar uma alteração dos indivíduos ou da população de interesse, uma categoria ou um estrato pode ser identificado para representar a relação entre a alteração observada (AAKER et al., 1995; HANSEN et al., 1996).

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado em um fragmento de vegetação secundária da Floresta Estacional Decidual (FED) situado na localidade de Val Feltrina, no município de Silveira Martins/RS, distante aproximadamente 20 km da Universidade Federal de Santa Maria, na região Central do Estado do Rio Grande do Sul. O local da pesquisa foi posicionado nas coordenadas latitude S 29°37'38.618" e longitude W 53°37'7.593" (Figura 4).

Figura 4 – Mapa de localização - município de Silveira Martins/RS.



Fonte: Autora (2021).

O clima da região é do tipo Cfa, subtropical úmido, com temperaturas máximas de 18 °C no inverno e acima de 22 °C no verão, e precipitação anual média de 1700 mm com chuvas bem distribuídas ao longo do ano, podendo apresentar episódios de déficit hídrico principalmente nos meses mais quentes do ano, entre dezembro e fevereiro (DALMOLIN et al., 2008; ALVARES et al., 2013).

Silveira Martins possui área total de 119,285 Km² e 2.449 habitantes, sendo que destes 1.091 residem na zona urbana e 1.358 na zona rural (IBGE, 2020). O município é constituinte da Quarta Colônia de Imigração Italiana, está situado na transição geomorfológica entre a Depressão Periférica e o Planalto da Serra Geral, entre os Biomas Mata Atlântica e Pampa (IBGE, 2014).

O Município é caracterizado pela pequena propriedade com predominância de atividades agropecuárias, com a presença das lavouras temporárias os principais produtos cultivados são a batata-inglesa, soja, milho, feijão, fumo, seguido de outros produtos de subsistência como cana-de-açúcar, mandioca, alfafa e azevém. , totalizando 91% das áreas cultivadas (IBGE, 2006; MEYER, 2011).

Atualmente, a localidade de Val Feltrina é evidenciada pelo cultivo da uva, no qual cada agricultor possui o próprio parreral para renda familiar e para consumo. Comercializado e consumido na forma in natura ou então derivados da uva, como chimia, licor, vinhos, etc. A viticultura, herança familiar dos imigrantes italianos, trouxe ainda notoriedade para Val Feltrina na rota turística da Quarta Colônia.

O município de Silveira Martins apresenta uma cobertura florestal de 37,60 km² (30,7% do território), a vegetação da região é formada por fragmentos em diferentes estágios sucessionais (BRENA; LONGHI, 2002). A vegetação natural era constituída pela floresta subtropical sub caducifólia, presente na atualidade nos locais de relevo mais íngreme.

A região apresenta relevo ondulado a fortemente ondulado em nível descontínuo, declividade menor que 25° (89,8%) não havendo restrição de uso nas áreas consolidadas. As áreas com declividade maior que 47% apresentam relevo montanhoso e acidentado não utilizáveis para a agricultura e, necessitam de controle de erosão. Os tipos de solos predominantes no município são classificados como Argissolo e Cambissolo associado ao Neossolo Litólico típico, pouco profundos e com afloramentos rochosos visíveis (PEDRON; DALMOLIN, 2011; ROVANI; VIEIRA, 2017; EMBRAPA, 2018).

A área de estudo apresenta um estrato superior caducifólio típico de FED, onde segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2012) mais de 50% das árvores perdem suas folhas no período desfavorável ao crescimento, esses estratos são observados em vegetação secundária com relevo declivoso, acidentado e pedregoso.

Quanto ao histórico de uso, na área de estudo ocorreu há cerca de 28 anos corte raso com queima, seguido do preparo do solo para cultivo agrícola, com o plantio de milho. Após a colheita a área foi abandonada e o processo de regeneração natural teve início.

Por ser um envoltório de encostas e de fragmentos de FED, árvores adultas de Cedro, Ipê-roxo, Cabriúva, Figueiras, Canelas, Canjeranas, Angico-vermelho e demais espécies de dispersão anemocórica e zoocórica contribuíram para a sucessão vegetal da área (Figura 5).

Figura 5 – Vista aérea da localidade de Val Feltrina, Silveira Martins/RS; Localização dos pontos de coleta (A); Estrada antiga de acesso à área de estudo (B).



Fonte: (A) Google Earth (2021); (B) A autora (2021).

5.2 LEVANTAMENTO E ANÁLISE DE DADOS

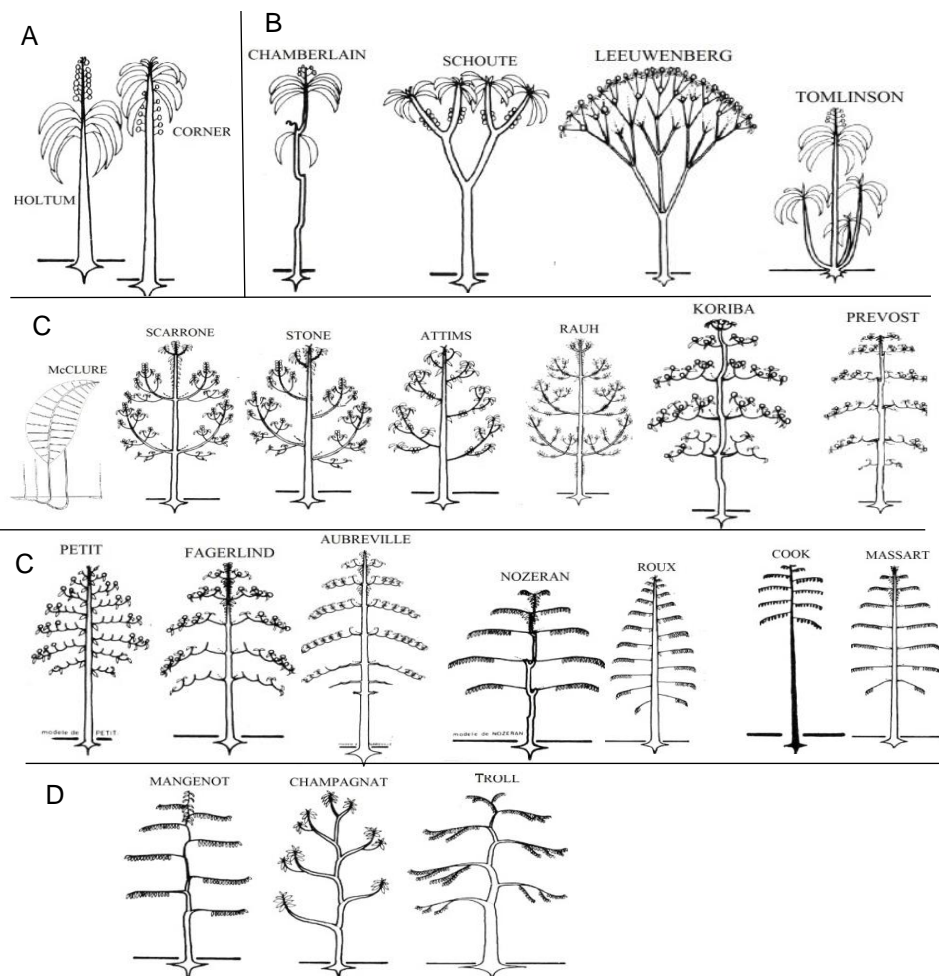
A amostra foi obtida utilizando censo em área de aproximadamente 0,5ha. Foi aplicado o método de amostragem não probabilística intencional por caminhamento livre, tendo como unidade amostral os regenerantes de *C. ecalyculata*, selecionados considerando o gregarismo na dispersão de sementes, decorrentes da autocoria e da zoocoria. Os regenerantes selecionados eram íntegros e sãos, com o mínimo de danos abióticos e bióticos:

5.2.1 Procedimentos de campo

5.2.1.1 Identificação do modelo arquitetural de *C. ecalyculata*

Em campo foram selecionadas 21 plantas regenerantes de *C. ecalyculata*, em estágios distintos de desenvolvimento, de acordo com os critérios de seleção pré-definidos. Os indivíduos selecionados foram analisados visualmente, critérios morfológicos e arquiteturais foram considerados, para a determinação dos padrões vigentes nas plantas da espécie em estudo (Figura 6), conforme classificações de modelos arquiteturais examinados na literatura de Hallé, Oldeman e Tomlinson, (1978); Vester e Saldarriaga, (1993); Vester, (1997).

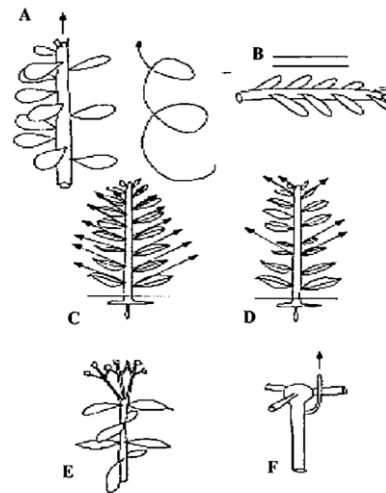
Figura 6 – Modelos arquitetônicos segundo Hallé, Oldeman e Tomlinson (1978).



Sendo: A= Modelos sem ramificação; B= Modelos sem diferenciação entre eixos; C= Modelos com diferenciação entre eixos; D=Modelos com eixos mistos. Fonte: Adaptada de Costa e Longhi, (2018).

Além disso, foram utilizadas as seguintes características para distinguir os diferentes tipos de eixo de uma planta (Figura 7):

Figura 7 – Caracteres dos eixos usados nas análises arquitetônicas (VESTER, 2002).



Sendo: A) O eixo ortotrópico: desenvolvimento vertical e a orientação das folhas em espiral; B) O eixo plagiotrópico: orientação horizontal e as folhas em um mesmo plano, em filas; C) Ramificação contínua; D) Ramificação rítmica; E) Crescimento determinado, com o eixo terminando em uma inflorescência; F) Crescimento determinado, como no modelo de Prévost, quiescente. Fonte: Adaptada de OLDEMAN (1990) e VESTER (2002).

5.2.1.2 Coleta do material vegetal

Para avaliar a produção de biomassa de parte aérea uma amostragem dos ramos foi realizada aplicando o método destrutivo. Para cada indivíduo de *C. ecalyculata* selecionado para extração de parte aérea foi realizada a coleta de até 3 (três) ramos do primeiro verticilo. Os materiais receberam adesivos de identificação e foram acondicionados em sacos plásticos e encaminhados para o laboratório.

5.2.2 Procedimentos de laboratório

5.2.2.1 Mensurações e determinações de biomassa

No laboratório de Manejo Florestal da Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, nos ramos coletados foram mensurados e determinados as seguintes variáveis: Diâmetro da base dos ramos (DB), com auxílio de paquímetro (cm);

Comprimento total (CT), utilizando trena (cm), somatório dos comprimentos dos compartimentos dos eixos rameais; e Biomassa seca dos ramos (BS), determinadas em balança digital com precisão de 0,01 g, após serem acondicionadas em sacos de papel e secas em estufa com circulação de ar à temperatura de 50 °C por 72 horas até atingir peso constante.

5.3 ANÁLISE DOS DADOS

5.3.1 Análise da estatística descritiva

Foram avaliados um número total de 57 ramos. Com auxílio do programa SAS (*Statistical Analysis System*) Versão 9.1 (SAS Institute, 2004), foi feita uma estatística descritiva das variáveis dendrométricas e morfométricas das amostras para melhor caracterização dos dados de *C. ecalyculata* (Vell.) As diferenças estatísticas entre as médias foram determinadas pelo teste t de Student a 5% de probabilidade de erro.

5.3.2 Modelagem de biomassa verde e seca em função das variáveis contínuas

Para estudar a relação da biomassa seca (BS) com as categorias A1, A2, A3, e A4, foi utilizado o procedimento GLM (*General Linear Models Procedure*), gráficos e estatística BOX-PLOT, no sistema estatístico SAS (*Statistical Analysis System*) Versão 9.1 (SAS INSTITUTE, 2004).

Para verificar a adequação dos modelos estimadores de BS utilizou-se a análise dos resíduos em gráfico: BS observada x BS estimada. Os critérios de seleção dos modelos foram os coeficientes de determinação ajustado (R^2_{aj}), o coeficiente de variação dos resíduos em porcentagem (CV%), significância dos coeficientes de regressão pelo teste t e análise gráfica dos resíduos padronizados.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 CARACTERIZAÇÃO DA POPULAÇÃO DE *Cordia ecalyculata* (Vell.) E DESCRIÇÃO DO MODELO ARQUITETÔNICO

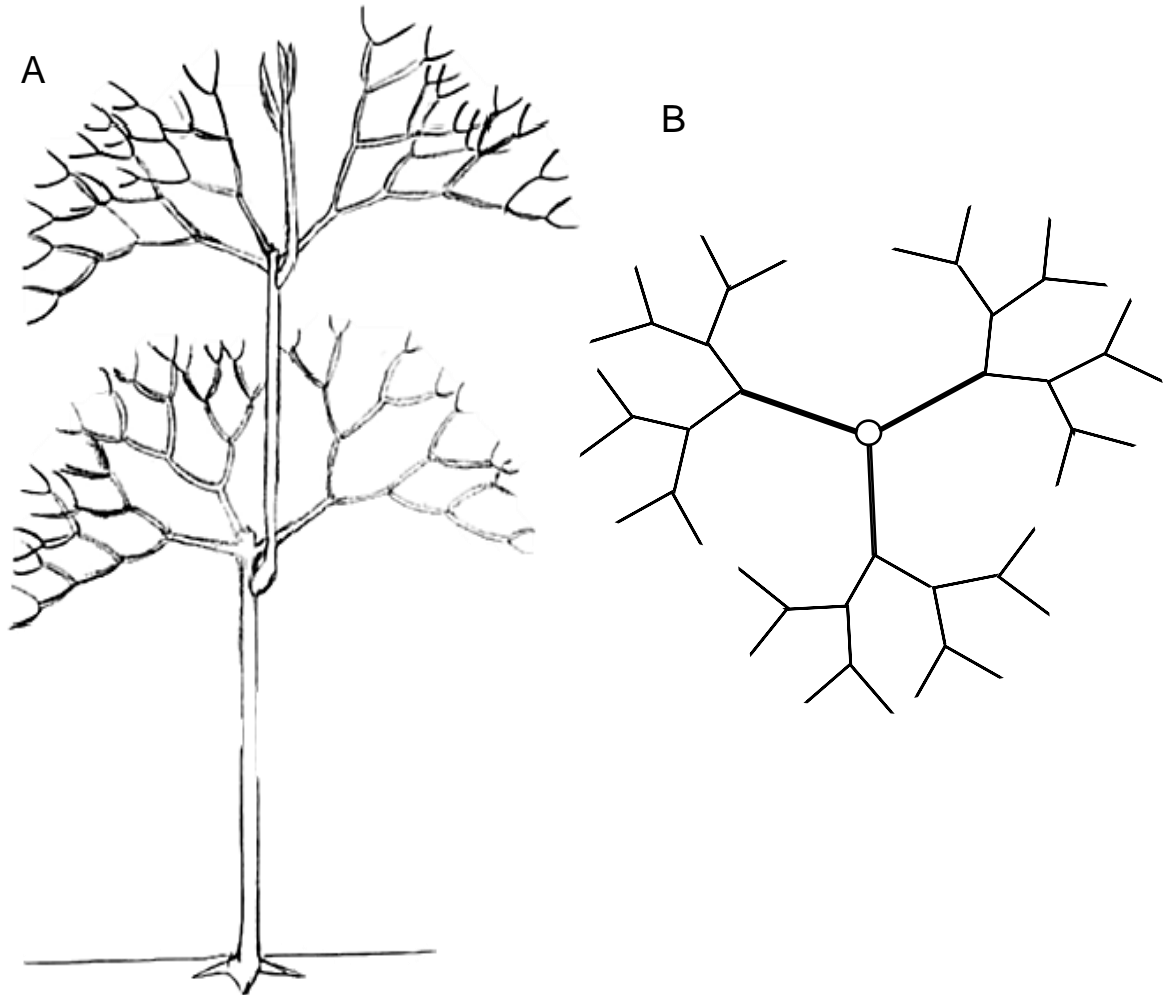
Foi inventariado um total de 21 (vinte e um) indivíduos de *C. ecalyculata* na posição sociológica de regenerantes naturais em relação ao dossel da área estudada. A espécie foi classificada no modelo Prévost, com diferenciação entre eixos; modelo arquitetônico listado entre os 23 modelos especificados na descrição arquitetural de árvore dos autores Hallé, Oldeman e Tomlinson (1978) e Oldeman (1990).

Foi observada uma arquitetura modular e repetitiva em todos os indivíduos de *C. ecalyculata*, formando por prolepsia um caule (verticilo) ortotrópico e simpodial, com eixos que crescem de forma determinada e rítmica. Os verticilos apresentaram perda de dominância com a interrupção das atividades do meristema apical (quiescência), por aborto do ápice no início do inverno, período desfavorável ao crescimento de espécies perenes.

A interrupção ou diminuição (repouso/dormência) do desempenho dos meristemas serve como uma estratégia para evitar perdas e danos excessivos durante períodos desfavoráveis ao crescimento da espécie, principalmente de indivíduos jovens. Pois, ao manter os órgãos vegetativos, as condições edafoclimáticas ofertadas requerem da planta empenho no seu funcionamento para assegurar sua sobrevivência e o abrolhamento (retomada das atividades meristemáticas) no período favorável ao crescimento.

Os entrenós apresentaram anel cicatricial na base, com iniciação do abrolhamento do verticilo subsequente aos 30 dias antes do fim da estação. Os módulos observados na espécie são bem diferenciados e dispostos em uma série linear de eixos superpostos e verticilo diferenciando-se no próximo módulo verticilar abaixo dos eixos rameais. Na composição da copa foi observado desenvolvimento dos ramos, em consonância ao alongamento do eixo caulinar, os eixos rameais exibiram um alongamento simpodial na formação dos ramos silépticos, geralmente três, com comportamento de eixos mistos plágio-ortotrópicos e crescimento determinado (plagiotropia por substituição) conforme Figura 8.

Figura 8 – Módulo verticilar em série de eixos superpostos quiescentes A, conspecto superior dos eixos rameais (copa composta por três ramos) B.



Fonte: A autora (2021).

Com relação a produção de ramos, uma planta completa apresentou três ramos por verticilo. Observou-se que na construção da copa das plantas os ramos em expansão denotaram lançamentos de 2 (dois) compartimentos (raques) para cada pecíolo anterior (Figura 9).

Figura 9 – Regenerante de *C. ecalyculata* com presença de três ramos por verticilo (a, b) e lançamentos das raques (c,d).

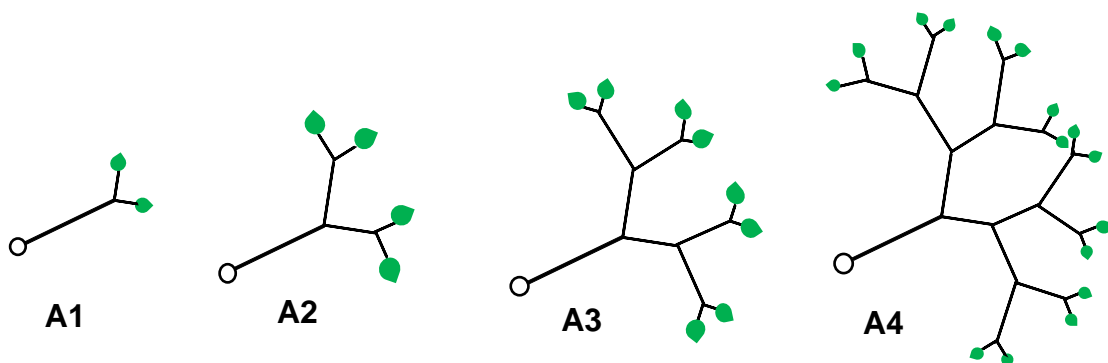


Fonte: A autora (2021).

Todas as plantas foram avaliadas considerando a posição central do eixo verticilar, dos quais 16 plantas apresentaram três ramos, 4 apresentaram dois ramos e 1 (uma) apresentou um ramo totalizando 57 compartimentos.

A população de 21 (vinte e uma) plantas estudadas expuseram um padrão de expansão das raques ou padrão de ramificação determinado, este foi analisado em quatro categorias: A1, A2, A3 e A4, conforme Figura 10:

Figura 10 – Classes de expansão do padrão ramificação observado na população de plantas de *C. ecalyculata*.

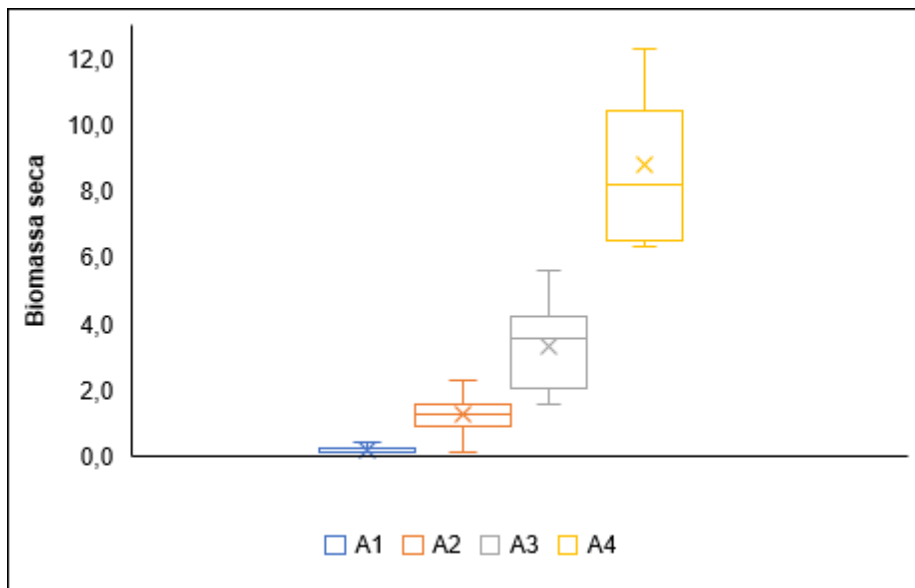


Fonte: A autora (2021).

6.2 BIOMASSA SECA DOS RAMOS E PADRÃO DE RAMIFICAÇÃO DE *C. ecalyculata*.

A biomassa seca dos ramos apresentou estreita relação com as classes de ramificação avaliadas, como pode-se observar na Figura 11.

Figura 11 – Biomassa seca dos ramos e classes de ramificação de regenerantes de *C. ecalyculata*, Silveira Martins – RS.



Fonte: A autora (2021).

Para os ramos maiores, pertencentes a classe A4, apesar de apresentarem a maior amplitude, não foram observadas sobreposições com a demais classes. A classe A3, com a segunda maior amplitude, apresenta sobreposição com a classe A2, contudo, é estatisticamente divergente desta. As classes A1 e A2, apesar de apresentarem médias numericamente distintas, são estatisticamente semelhantes a probabilidades superiores a 10%, decorrentes da completa sobreposição da A2 com a A1, sendo esta inclusive não significativa, ou seja, não difere de zero, Tabela 1, não recomendado utilizar para estimar a BS quando os ramos estão em seu primeiro estágio de desenvolvimento, possuindo pequena biomassa.

Tabela 1 – Comparação de médias da biomassa seca dos ramos de regenerantes de *C. ecalyculata* em função das classes de ramificação, Silveira Martins – RS.

Classe dos ramos	BS (g)	EP	P > t
A1	0,17 a*	0,452	0,7140
A2	1,34 a	0,217	< 0,000
A3	3,33 b	0,261	< 0,000
A4	8,77 c	0,419	< 0,000

Sendo: BS = biomassa seca dos ramos; EP = erro padronizado; P > t = probabilidade da hipótese de nulidade, *Médias seguidas por letras iguais não diferem significativamente entre si pelo Tukey-Kramer para (Prob. > 0,05). Fonte: A autora (2021).

Os valores médios de biomassa seca dos ramos para as classes de ramificação A2, A3 e A4 pode ser utilizada para estimar o volume de um ramo particular, sendo recomendado para inventários, e planejamentos do manejo florestal.

6.3 BIOMASSA SECA E DIMENSÕES DOS RAMOS

Os resultados da análise estatística descritiva para os dados levantados, dos 21 indivíduos de *C. ecalyculata*, que geraram 57 amostras de ramos, estão apresentados na Tabela 2. Observa-se que as variáveis medidas nos ramos (DB) e (CT) apresentam valores de coeficiente de variação menores que a biomassa seca (BS), os valores de mínimos e máximos apresentados oferecem uma concepção da expansão das dimensões dos ramos da espécie estudada.

Tabela 2 – Estatística descritiva das variáveis dimensionais e biomassa seca dos ramos de regenerantes de *C. ecalyculata*, Silveira Martins – RS.

Variáveis	Média	DP	CV %	Mínimo	Máximo
DB (cm)	0,26	0,096	36,8	0,122	0,564
CT (cm)	56,3	37,82	67,1	16,9	155,6
BS (g)	2,759	2,727	98,82	0,1	12,3

Sendo: DB = diâmetro da base do ramo (cm); CT = comprimento total dos ramos (cm); BS = biomassa seca (g); DP = desvio padrão; CV = coeficiente de variação (%). Fonte: A autora (2021).

A biomassa seca (BS) da parte aérea de regenerantes de *Cordia ecalyculata* pode ser estimada com elevada precisão e qualidade utilizando as dimensões dos ramos, Tabela 3.

Tabela 3 – Modelos de regressão ajustados para estimar a biomassa seca dos ramos de regenerantes da *Cordia ecalyculata* em formações secundárias da Floresta Estacional Decidual, Silveira Martins - RS.

Modelo	Coefficientes	Prob > t	R ² aj	CV%
BS = b0 + b1 DB ²	b0 = -0,6221 b1 = 43,569	< 0,0001 < 0,0001	0,96	19,4
BS = b0 + b1 CT	b0 = -1,0433 b1 = 0,06752	< 0,0001 < 0,0001	0,87	32,2
BS = b0 + b1 (DB ² CT) ^{0,5}	b0 = -0,9852 b1 = 1,8092	< 0,0001 < 0,0001	0,97	18,2

Sendo: BS (Biomassa seca), b0 e b1 (coeficientes estimadores), DB (diâmetro da base do ramo), CT (comprimento total do ramo). Fonte: A autora (2021). Fonte: A autora (2021).

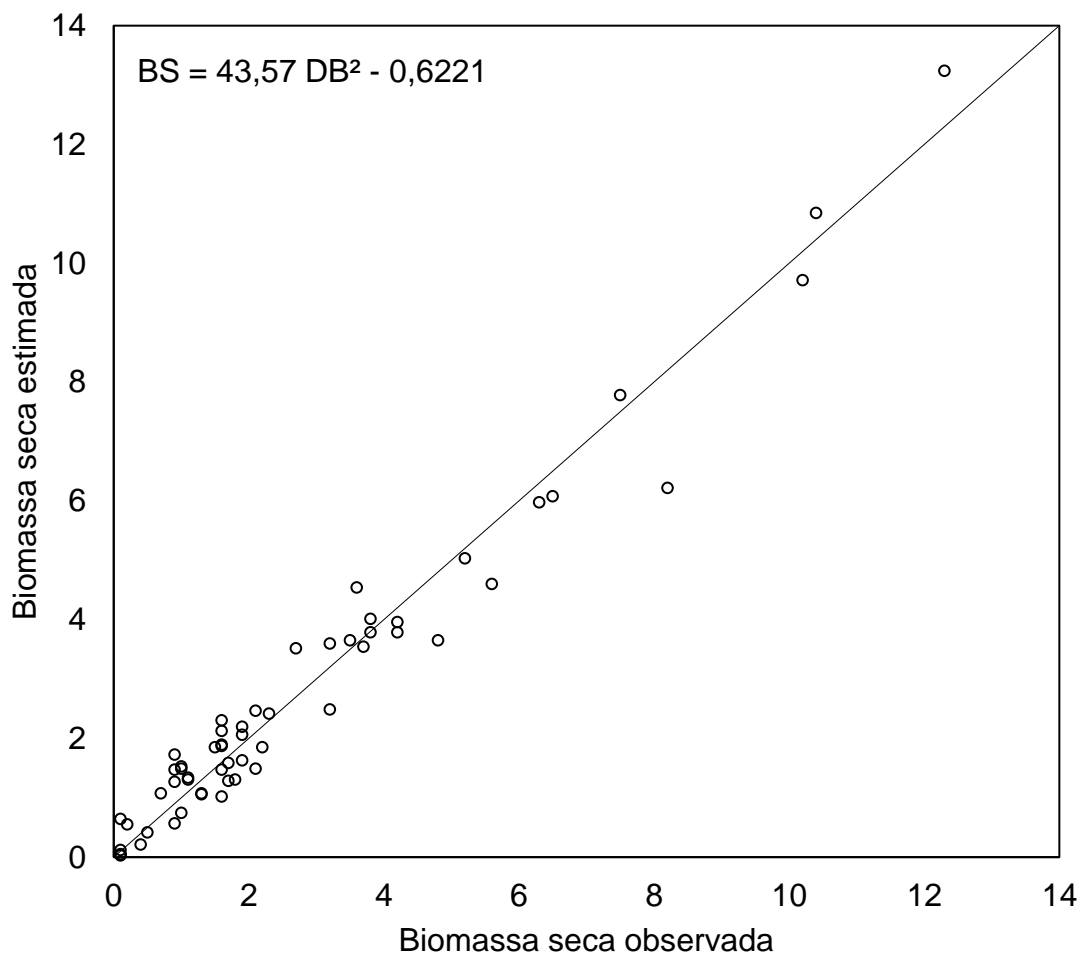
Como esperado, o diâmetro da base dos ramos (DB) mostrou-se capaz de estimar a BS, contudo, o uso desta variável na sua forma linear mostrou-se superestimadora nos limites da distribuição, mostrando-se satisfatória somente para os valores centrais próximos da média, gerando erros com distribuição não normal e correlacionados em série. Das transformações testadas para a variável dependente BS e independente DB a transformação quadrática da DB mostrou-se superior e atendeu as condicionantes da regressão, ou seja, resíduos normalmente distribuídos e sem correlação em série significativa, bem como, variância homogênea como pode ser constatado na Figura 12.

A medida do diâmetro é largamente utilizada como determinador indireto ou estimador da biomassa e/ou volume de árvores. Esta qualidade foi reportada inicialmente por Shinozaki et al., (1964a; 1964b), em que a biomassa seca das folhas de diversas espécies vegetais mostrou-se relacionada com a área transversal dos caules ou dos ramos, ou seja, o quadrado do diâmetro.

A biomassa seca mostrou uma forte relação com diâmetro de base no estudo realizado por Mognon et al., (2014), com o gênero *Guadua*, para a estimar de biomassa seca total. Os modelos com aplicação da variável diâmetro para estimar biomassa demonstram de forma satisfatória a biomassa seca e, o emprego dessa variável isoladamente não é dispendioso as estimativas (SANQUETTA et al., 2015).

A transformação da variável diâmetro foi utilizada para estimar a biomassa total de *Bambusa bamboos* (SHANMUGHAVEL; FRANCIS, 1996). Já Torezan e Silveira (2000), utilizaram ajustes de equações polinomiais com a diâmetro para estimar biomassa total dos compartimentos de *Guadua weberbaueri* Pilger.

Figura 12 – Valores observados e estimados de biomassa seca dos ramos como função da área transversal da base dos ramos de regenerantes da *Cordia ecalyculata* em formações secundárias da Floresta Estacional Decidual, Silveira Martins – RS.

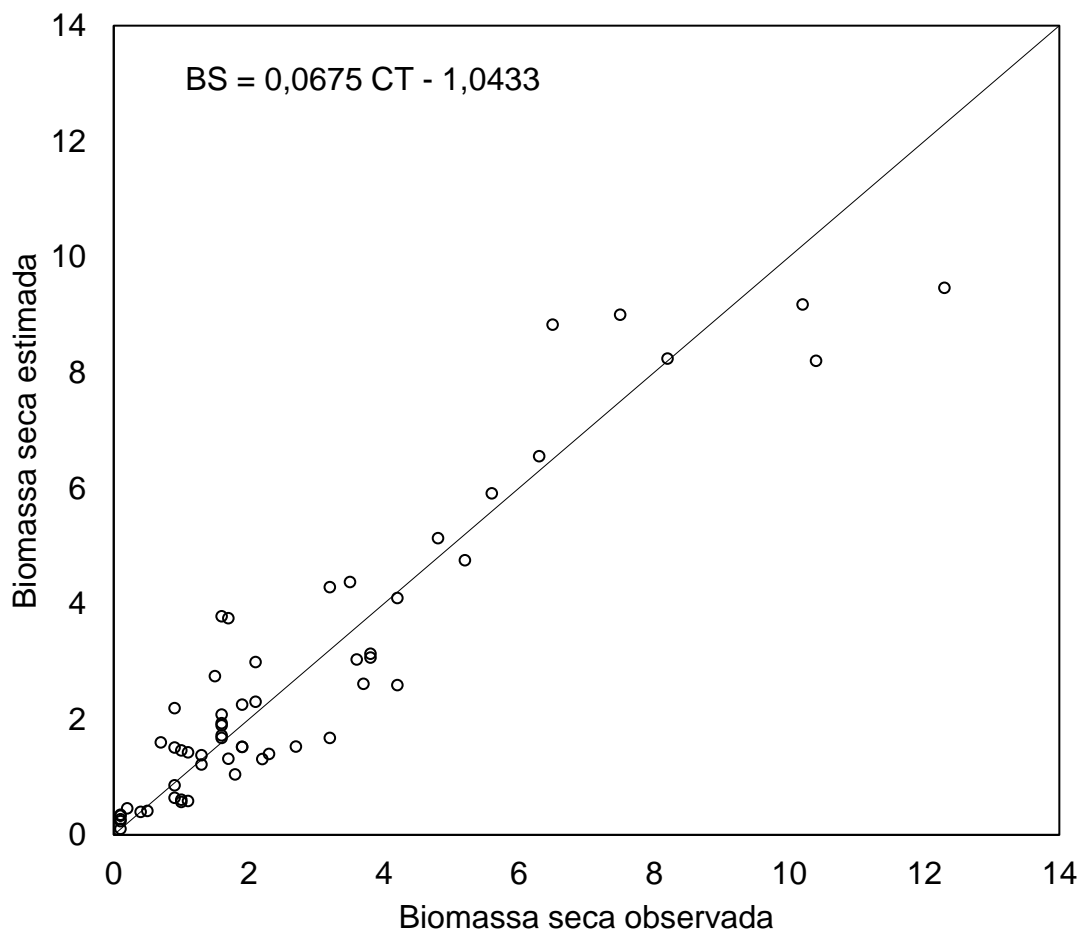


Fonte: A autora (2021).

O comprimento dos ramos (CT) mostrou-se uma variável com qualidade inferior para estimativa da BS. Este comportamento pode estar relacionado com o padrão dicotômico de formação da ramificação, característico desta espécie, dificultando a mensuração do CT. Na Figura 13 nota-se uma maior amplitude nas diferenças entre

os valores observados e os estimados de BS, bem como no coeficiente de variação, muito superior quando comparado ao DB² e sua combinação com o CT. Este comportamento era esperado, pois o CT apresenta maior variação que o DB para uma mesma biomassa, Tabela 2.

Figura 13 – Valores observados e estimados de biomassa seca dos ramos como função do comprimento dos ramos de regenerantes da *Cordia ecalyculata* em formações secundárias da Floresta Estacional Decidual, Silveira Martins – RS



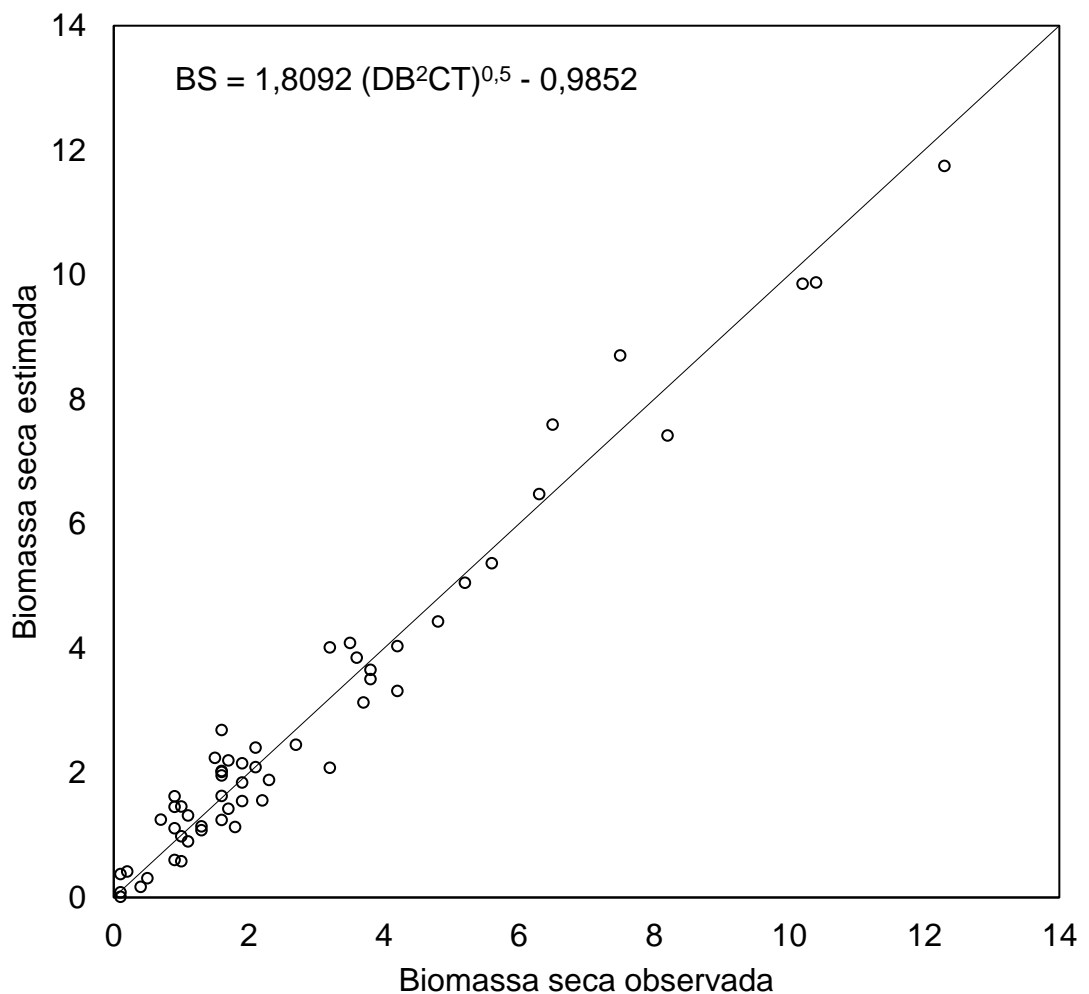
Fonte: A autora (2021).

A combinação das variáveis quadrado do diâmetro e altura é largamente utilizada na determinação do volume e biomassa e é conhecida como modelo de SPURR (SPURR, 1952), e tem apresentado os melhores resultados como estimador da biomassa em modelos lineares para diferentes espécies vegetais, como o bambu

Phyllostachys aurea (MONASTIER et al, 2015), Pinhão Manso (*Jatropha curcas* L.) (TOLEDO et. al., 2012) e para diversas espécies arbóreas (LIMA et. al., 2020).

Neste estudo a altura foi substituída pelo comprimento do ramo (CT), gerando a variável (DB²CT) que atendeu parcialmente as condicionantes da regressão. Para melhorar o ajuste foi transformada para (DB²CT)^{0,5}, ou seja, foi extraída a raiz quadrada. Com a transformação a BS foi satisfatoriamente estimada (Figura 14), gerando o modelo com o maior valor de coeficiente de determinação e o menor CV%, Tabela 3.

Figura 14 – Valores observados e estimados de biomassa seca dos ramos como função da raiz quadrada da área transversal da base e comprimento dos ramos de regenerantes da *Cordia ecalyculata* em formações secundárias da Floresta Estacional Decidual, Silveira Martins –RS.



Fonte: A autora (2021).

Os ganhos gerados por esta combinação de variáveis podem não ser vantajosa quando da realização de inventários florestais, pois, a mensuração do diâmetro (DB), utilizando paquímetro digital, mostrou-se satisfatória e muito eficiente para estimativa indireta da biomassa seca dos ramos e folhas (BS) de *Cordia ecalyculata*.

7 CONCLUSÃO

Para regenerantes de *Cordia ecalyculata* em Floresta Estacional Decidual Secundária conclui-se que:

O padrão característico de ramificação, que particulariza a espécie, pode ser utilizado para estimativas de biomassa seca dos ramos e folhas (BS) em inventários florestais;

A biomassa seca dos ramos e folhas (BS) pode ser estimada, utilizando modelos de regressão lineares e as dimensões do ramo, como a área transversal do ramo, representada pelo quadrado do diâmetro da base do ramo (DB^2), o comprimento do ramo (CT); e o modelo de SPURR adaptado para $(DB^2CT)^{0.5}$.

8 RECOMENDAÇÕES

A aplicação da variável diâmetro de base, utilizada na forma isolada é indicada, por sua simples mensuração em campo e devido ser uma variável preditora contínua completa, estimando proporcionalmente a biomassa.

As noções de modelo arquitetônico podem ser usadas como recursos no planejamento do manejo para produção de biomassa com auxílio de técnicas que deem longevidade aos remanescentes florestais. Visto isso, torna-se importante estudos mais aprofundados da espécie, para seu melhor aproveitamento pela comunidade de interesse de modo sustentável.

REFERÊNCIAS

- AAKER, D.; KUMAR, V.; DAY, G. S. Marketing research. Hoboken, NJ: Wiley, 1995.
- AGUIAR, C. Arquitetura de Plantas. Instituto Politécnico de Bragança, Escola Superior Agrária. ISBN: 978-972-745-178-4, 2014.
- ALEXANDRE, K. P. et al. Guaçatonga (*Casearia sylvestris* SW) e porangaba (*Cordia salicifolia* ou *Cordia ecalyculata* Vell /Boraginaceae) possuem ação no emagrecimento? Brazilian Journal of Natural Sciences | Versão On-line ISSN 2595 – 0584, Edição nº 1- vol. 3 - outubro 2018.
- ALMEIDA, C.M. et al. Análise de agrupamentos em remanescente de floresta estacional decidual. **Ciência Florestal**, v. 25, n. 3, p. 781- 789, 2015.
- ALVARES, C. A. et al., Mapa de classificação climática de sparovek g. Köppen para o BRASIL. **Meteorologische zeitschrift**. v. 28, p. 711, 2013.
- AMORIM, I. L. **Morfologia de frutos, sementes, germinação, plântula e mudas de espécies florestais de Lavras**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1996.
- ARAUJO, G. H. S.; ALMEIDA, J. R.; GUERRA, A. J. T. Gestão ambiental de áreas degradadas. **Bertrand Brasil**, 8. ed. Rio de Janeiro, p. 322, 2012.
- ARIBONI, S.; PERITO, R. Guia prático para um projeto de pesquisa –exploratória, experimental, descritiva. **São Paulo: Unimarco**, 2004.
- ASSONUMA, M.M. **Determinação de alantoína e avaliação farmacológica de Cordia ecalyculata Vell (Chá de Bugre)**. Dissertação de Mestrado - Universidade Estadual Paulista. Araraquara-SP, 2009.
- AZEVEDO, A. D. et.al., Estoque de carbono em áreas de restauração florestal da Mata Atlântica. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 48, n. 2, p. 183-194, abr. - jun. 2018
- BACKES, P.; IRGANG, B. Árvores do sul: **guia de identificação e interesse ecológico**. Porto Alegre: Paisagem do Sul, p. 332, 2009.
- BARTHÉLÉMY, D.; CARAGLIO, Y. Plant architecture: a dynamic, multilevel and comprehensive approach to plant form, structure and ontogeny. **Annals of Botany**, London, v. 99, n. 3, p. 375-407, 2007.
- BARTHÉLÉMY, D. et al. Conceitos arquitetônicos para árvores tropicais, Florestas tropicais: dinâmica botânica, especiação e diversidade. **Londres Academic Press**, 1989.
- BARTHÉLÉMY, D. et al. Arquitetura, gradientes morphogénétiques et âge physiologique chez les végétaux, Modélisation et simulação de l'architecture des végétaux. Paris, **Inra Editeur**, 1997.

BARROSO, I. C. E. et al., O gênero *Cordia* L.: botânica, química e farmacologia. **Revista Lecta**, Bragança Paulista, v. 20, n. 1, p. 15-33, 2003.

BARROSO, G.M. et al. Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas. Viçosa: Editora UFV, 1999.

BARROSO, I. C. E.; OLIVEIRA, F. DE; CIARELLI, D. M. Morphology of the dispersion unit and germination of *Cordia sellowiana* Cham. and *Cordia myxa* L. **Bragantia**, v. 68, n.1, Campinas, 2009.

BATISTA, J. L. F. et al. Quantificação de recursos florestais: árvores, arvoredos e florestas. São Paulo: Oficina de Textos, p.384, 2014.

BENGTSSON, J. et al. Reserves and Dynamic Landscapes. **AMBIO: A Journal of the Human Environment**, p. 389-396, 2003.

BOUCHON, J.; DE REFFYE, P.; BARTHÉLÉMY, D. *Modélisation et simulation de l'architecture des végétaux*, **Inra Editeur**, 1997.

BRENA, D.; LONGHI, S. J. Inventário florestal. In: Itaquí J, editor. Quarta colônia: inventários técnicos da flora e fauna. **Condesus**, Santa Maria, Quarta Colônia; p. 35-136, 2002.

BROWN, S. Estimating biomass and biomass change of tropical forests: a primer. **FAO Forestry Paper** 134, 55 f. Roma, Itália, 1997.

CAMPOS, J. C. C.; VALENTE, O. F. Considerações sobre o inventário de povoamentos florestais com ênfase na biomassa e na sua transformação em carvão vegetal. Viçosa: SIF, p. 19, **Boletim Técnico**, 1993.

CANADELL, J.; RIBA, M.; ANDRÉS, P. Biomass equations for *Quercus ilex* L. in the Montseny, northeastern Spain. **Forestry**, v. 61, n. 2, p. 137-147, 1988.

CARAGLIO, Y. et al. Revue critique des termes relatifs à la croissance et à la ramification des tiges des végétaux vasculaires, *Modélisation et simulation de l'Architecture des végétaux*. **Inra Editeur**, 1997.

CARVALHO, P.E.R. **Espécies Arbóreas Brasileiras**. v.3. Brasília: Embrapa, p.593, 2008.

CARVALHO, J. O. P. Análise estrutural da regeneração natural em floresta tropical densa na região do Tapajós no Estado do Pará. Curitiba: UFPR, Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, 128p., 1982.

CASTELLANI, T.T; STUBBLEBINE, W.H. Sucessão secundária inicial em mata tropical mesófila, após perturbação por fogo. **Revista Brasileira de Botânica**, v.16, n.2, p. 181-203, 1993.

CHAZDON, R.L. Tropical forest recovery: legacies of human impact and natural disturbances., **Elsevier**, v.6, p. 51-71, 2003.

CHAZDON, R.L. Regeneração de florestas tropicais. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, v. 7, n. 3, p. 195- 218, 2012.

CHAZDON, R. L. Second growth: The promise of tropical forest regeneration in an age of deforestation. **University of Chicago Press**, Chicago, IL, 2014.

CHAZDON R.L. **Renascimento de Florestas: regeneração na era do desmatamento**. São Paulo: Oficina de textos; 2016.

CHAZDON, Robin L.; ARROYO, Juan Pablo. Tropical forests as complex adaptive systems. In: **Managing Forests as Complex Adaptive Systems**. Routledge, p. 49-73, 2013.

COSTA, M. P. Arquitetura e alometria de espécies arbóreas em uma floresta estacional subtropical. Tese (doutorado), Universidade Federal de Santa Maria, RS, 2014.

COSTA, M. P.; LONGHI, S. J. Architectural models of the tree species of the subtropical seasonal forest in the state of Rio Grande do Sul, Brazil. **Ci. Fl.**, v. 28, n. 4, out. - dez., 2018.

CRAWLEY, M. J. Life History and Environment. In: CRAWLEY, M. J. (Org.). **Plant Ecology** – 2nd ed. Oxford: Blackwell Science, p. 75-131,1997.

DALMOLIN, R. S. D. et al. Solos do município de Silveira Martins: características, classificação, distribuição geográfica e aptidão agrícola. **Orium**, Santa Maria, 2008.

DIAS, A. C. Composição florística, fitossociologia, diversidade de espécies arbóreas e comparação de métodos de amostragem na floresta ombrófila densa do Parque Estadual Carlos Botelho/SP-Brasil. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 184 p., 2005.

DUARTE, M. C. T. Atividade antimicrobiana de plantas medicinais e aromáticas utilizadas no Brasil. **Revista Multiciência**, n.7, 2006.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

FACHIM, E.; GUARIM, V.L.M. S. Conservação da biodiversidade de espécies da flora de Mato Grosso. **Acta Bot. Bras.**, v. 9, n. 2, p. 281-287, 1995.

FINOL, U. H. et al. La silvicultura en la Orinoquia Venezolana. **Rev. For. Venez.**, v.18, n.25, p.37-114, 1975.

FLEIG, F. D. **Morfometria e quantificação da biomassa comercial e residual da poda de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) em reflorestamentos**. 140 f. Tese

(Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2002.

FRANCO, B. K. S. et al. Natural regeneration layer of a semideciduous forest fragment in Viçosa, Minas Gerais state, Brazil. **Rev. Árvore**, v.38, n. 1, Viçosa, 2014.

FREGNANI, J.; SALVI JÚNIOR, A. Profile of phytotherapics dispensed in a magistral pharmacy of the municipality of Jacutinga-MG. **Revista Fitos**. Rio de Janeiro, 2020.

FREITAS, S.R.; MELLO, M.C.S.; CRUZ, C.B.M. Relationships between forest structure and vegetation indices in Atlantic Rainforest. **Forest Ecology and Management**, Wisconsin, v.218, n. 1/3, p.353-362, 2005.

GAMA, J. R. V.; BOTELHO, S. A.; BENTES-GAMA, M. M. Composição florística e estrutura da regeneração natural de floresta secundária de Várzea Baixa no Estuário Amazônico. **Revista Árvore**, v.26, n.5, p.559-566, 2002.

GILBERT, B.; FAVORETO, R. *Cordia verbenacea* DC. *Boraginaceae*. **Revista Fitos**, v. 7, n. 1, p. 17–25, 2012.

GIRALDI, M.; HANAZAKI, N. Uso e conhecimento tradicional de plantas medicinais no Sertão do Ribeirão, Florianópolis, SC, Brasil. **Acta bot. bras.**, p.395-406. 2010.

GRACE, J. Towards Models of Resource Allocation by Plants. In: BAZZAZ, F. A.; GRACE, J. (Ed.) **Plant Resource Allocation**. São Diego: Academic Press, p. 279-289, 1997.

GRISCOM, H.P., ASHTON, M.S. Restoration of dry tropical forests in Central America: a review of pattern and process. **Forest Ecology and Management**, 261, 1564– 1579, 2011.

GODIN, C.; CARAGLIO, Y. A multiscale model of plant topological structures, **Journal of Theoretical Biology**, vol. 191 (pg. 1 - 46), 1998.

GUÉDON, Y. et al. Pattern analysis in branching and axillary flowering sequences. **Journal of Theoretical Biology**, vol. 212 (pg. 481 - 520), 2001.

HAYASHI, K. et al. Antiviral activity of an extract of *Cordia salicifolia* on herpes simplex virus type 1. **Planta Medica**, 56, 439-443, 1990.

HALLÉ, F.; OLDEMAN, R. A. A.; TOMLINSON, P. B. Tropical trees and forests: an architectural analysis. New York. **Springer-Verlag.**, 1978.

HALLÉ, F.; OLDEMAN, R. A. A. *Essai sur l'architecture et la dynamique de croissance des arbres tropicaux*. **Paris Masson**, 1970.

HALLÉ, F.; TOMLINSON, P. B.; ZIMMERMANN, M. H. Architectural variation at specific level of tropical trees. *Tropical trees as living systems*, **Cambridge University Press** (pg. 209 – 221), 1978.

HENRY, M. H. et al. Recommendations for the use of tree models to estimate national forest biomass and assess their uncertainty. **Annals of Forest Science**, v. 72, n. 6, p. 1-9, 2014.

HEURET, P. et al. Analyse des composantes de la croissance en hauteur et de la formation du tronc chez le chêne sessile (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl., Fagaceae) en sylviculture dynamique. **Canadian Journal of Botany**, vol. 78, (pg.361-373), 2000.

HEURET, P. et al. Synchronism in growth, branching and flowering processes on the individual and stand level in the South American tropical tree *Cecropia obtusa* Trécul (Cecropiaceae), **American Journal of Botany**, vol.89, (pg.1180-1187), 2002.

HIGUCHI, P. et al. Floristic composition and structure of the tree component and environmental analysis of a fragment of a highland araucaria forest in the municipality of painel, santa catarina state. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 23, n. 1, p. 153-164, 2013.

HIGUCHI, P. et al. Participação espacial de espécies arbóreas em função da drenagem da drenagem do solo em um fragmento de Floresta com araucária no Sul Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 24, n. 2, p. 421-429, 2014.

HIGUCHI, N. et al., Biomassa da parte aérea da vegetação da floresta tropical úmida de terra-firme da Amazônia brasileira. **Acta Amazonica**, v. 28, p. 153-166, 1998.

HU, B.G.; JAEGER, M. Plant growth modelling and applications (PMA03), 2003. Proceedings of the International Symposium on Plant Growth Modeling, Simulation, Visualization and Their Applications. Chine Beijing Tsinghua University Press, **Springer**, 2003.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Censo agropecuário**. Tabelas [online]. Rio de Janeiro: IBGE; 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Censo demográfico**. Banco de dados agregados. Rio de Janeiro: IBGE; 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Censo demográfico**. Banco de dados agregados. Rio de Janeiro: IBGE; 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE; p.275, 2012.

ISHII, H.; ASANO, S. The role of crown architecture, leaf phenology and photosynthetic activity in promoting complementary use of light among coexisting species in temperate forests. **Ecological Research**, 25: 715-722, 2010.

KASSI, J.K.; DECOCQ, N.G. Successional patterns of plant species and Community diversity in a semi-deciduous tropical forest under shifting cultivation. **Journal of Vegetation Science**, v.19, p.809-820, 2008.

KITAJIMA, K.; MULKEY, S.S.; WRIGHT, J. Variation in crown light utilization characteristics among tropical canopy trees. **Annals of Botany**, 95: 535-547, 2005.

KLEIN, R. M. Ecologia da flora e vegetação do vale do Itajaí. **Sellowia**, v.32, n.1, p.165-389, 1980.

KILCA, R.V.; LONGHI, S. J. A composição florística e a estrutura das florestas secundárias no rebordo do Planalto Meridional. In: SCHUMACHER, M.V.; LONGHI, S. J.; BRUN, E.J.; KILCA, R.V. (Eds.). A Floresta Estacional Subtropical: caracterização e ecologia no rebordo do Planalto Meridional. Santa Maria: **Pallotti**, cap. 4, p. 53-83, 2011.

KING, D.A. Allometry and life story of tropical trees. *Journal of tropical Ecology*, Cambridge, v. 12, n. 1, p. 25-44, Jan. 1996.

KINUPP, V.F. **Plantas alimentícias não-convencionais da Região Metropolitana de Porto Alegre**, RS. 562 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

LAPA, F. S. ***Cordia curassavica* (JACQ.) ROEM. & SCHULT. Influência de fatores ambientais no crescimento e na produção de metabólitos**. 59p. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

LEITE, P. F.; KLEIN, R. M. Vegetação. In: IBGE. **Geografia do Brasil: Região Sul**. Rio de Janeiro: IBGE, 1990. p. 113-150.

LIEBERMAN, M.; LIEBERMAN, D. **Patterns of density and dispersion of forest trees**. In: Mcdade LA, Bawa KS, Hespdenheide HA, Hartshorn GS (eds) *La Selva – ecology and natural history of a neotropical rain forest*. University of Chicago Press Publ, Chicago, p. 90-105, 1994.

LIMA, C. B.; MICHETTI, C. A.; SHINOZAKI, G. A. Emergence and seedling establishment of *Cordia ecalyculata* Vell. from seeds obtained in forest remnant in water catchment of Água do Caixão, Bandeirantes/PR. **Cadernos de Agroecologia** – ISSN 2236-7934 – Anais do VI CLAA, X CBA e V SEMDF – Vol. 13, n.1, 2018.

LIMA, et al. Ajuste de equações hipsométricas, volumétricas, de biomassa e carbono do fuste de árvores utilizadas na arborização urbana no Parque da Maternidade em Rio Branco-Acre. **Scientia Naturalis**, v. 2, n. 2, p. 569-582, 2020.

LORENZI, H. Árvores Brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. **Nova Odessa: Plantarum**, 1992. 352 p.

LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil, volume 2. 2. **Ed. Nova Odessa/SP: Instituto Plantarum**, 2002.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas cultivadas. **Nova Odessa: Instituto Plantarum**, p. 98, 2002.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. Plantas medicinais no Brasil – Nativas e exóticas. **Nova Odessa: Instituto Plantarum**, 2^a ed - pg 183, 2008.

MALHI, Y.; GRACE, J. Tropical forests and atmospheric carbon dioxide. **Trends in Ecology & Evolution**. v. 15, n. 8, p. 332–337, 2000.

MARCUZZO, S.B.; ARAUJO, M.M.; LONGHI, S.J. Estrutura e relações ambientais de grupos florísticos em fragmento de Floresta Estacional Subtropical. **Revista Árvore**, Viçosa, v.37, n.2, p.275-287, 2013.

MARÍN-SPIOTTA, E., OSTERTAG, R., SILVER, W. L. Long-term patterns in tropical reforestation: Plant community composition and aboveground biomass accumulation. **Ecological Applications**, 17:828-839, 2007.

MARTINS, S. V. Ecologia de florestas tropicais do Brasil. Ed: UFV, 2.ed. **Rev.ampl.**, p.37, Viçosa, MG, 2012.

MARTINS, S. V.; RIBEIRO, G. A. Initial secondary succession in a forest fragment disturbed by fire in Viçosa-MG, Brasil. In: VIEGAS, D. X. (Ed.). **Forest Fire Research & Wildland Fire Safety**. Rotterdam: Milpress, p.1-9, 2002.

MCMAHON, T. Size and Shape in Biology: Elastic criteria impose limits on biological proportions, and consequently on metabolic rates. **Science**, v.179, n.4079, p.1201-4, 1973.

MELO, J. I. M.; ANDRADE, W. M. *Boraginaceae* s.l. A. Juss. em uma área de Caatinga da ESEC Raso da Catarina, BA, Brasil. **Acta Bot. Bras.**, v. 21, n. 2, p. 369-378, 2007.

MENGHINI, L.; et al. Phytochemical Investigation on Leaf Extract of *Cordia salicifolia* Cham. **Journal of American Food**. v. 11, p. 193–194, 2008.

MESSIAS, M.C.T.B. et al. Uso popular de plantas medicinais e perfil socioeconômico dos usuários: um estudo em área urbana em Ouro Preto, MG, Brasil. **Rev. Bras. Pl. Med.**, Campinas, v.17, n.1, p.76-104, 2015.

MILLET, J.; BOUCHARD, A; EDELIN, C. Plagiotropic architectural development and successional status of four tree species of the temperate forest. **Canadian Journal of Botany**, vol. 76, (pg.2100-2118), 1998.

MIRANDA, D. L. C.; MELO, A. C. G.; SANQUETTA, C. R. Allometric equations for biomass and carbon stock estimation in trees of forest restoration areas. **Rev. Árvore**, vol.35 no.3 supl.1 Viçosa, 2011.

MITCHARD, E.T.A., et al. Markedly divergent estimates of Amazon forest carbon density from ground plots and satellites. **Glob. Ecol. Biogeogr.** 23, 935–946, 2014.

MOGNON, F. et al. Biomass estimation for *Guadua* bamboo plants. **Rev. Ceres**, vol.61, no.6 Viçosa, 2014.

MONASTIER, et al. Modelagem da biomassa individual de *Phyllostachys aurea* Carr. ex A. & C. Rivière. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.11 n.21; p. 1290-1297, 2015.

MYERS, J. A.; HARMS, K. E. Seed arrival, ecological filters, and plant species richness: a meta-analysis. **Ecology Letters**, Malden, v. 12, n. 11, p. 1250-1260, 2009.

NGOMANDA, A. et al. Site specific versus pantropical allometric equations: which option to estimate the biomass of a moist central Africa forest? *For Ecol M anage* 312:1–9, 2014.

NICOLINI, E. Architecture et gradients morphogénétiques chez de jeunes hêtres (*Fagus sylvatica* L. Fagaceae) en milieu forestier, **Canadian Journal of Botany**, vol.76, (pg.1232-1244), 1998.

NIKLAS, K. J. Computing factors of safety against wind-induced tree stem damage. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 51, n. 345, p. 797-806, Apr. 2000.

O'BRIEN, S.T. et al. Diameter, height, crown, and age relationships in eight neotropical tree species. **Ecology**, 76: 1926-1939, 1995.

OLDEMAN, R. A. A. **Forests**: elements of silvology. Berlin: **Springer-Verlag**, 624 p., 1990.

OLDEMAN, R.A.A., *L'architecture de la forêt guyanaise*, Paris O.R.S.T.O.M. **Mémoire** no., 73, 1974.

ORELLANA, E.; KOEHLER, A. B. Relações morfométricas de *Ocotea odorifera* (Vell.) Rohwer. *Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais*, Curitiba, v. 6, n. 2, p. 229-237, 2008.

OSADA, M. et al. Catalytic gasification of wood biomass in subcritical and supercritical water, **Combustion Science and Technology**, V.178, 2006.

OSADA, N. Height-dependent changes in shoot structure and tree allometry in relation to maximum height in four deciduous tree species. **Functional Ecology**, v.25, p.777-786, 2011.

OZA, M. J.; KULKARNI, Y. A. Traditional uses, phytochemistry and pharmacology of the medicinal species of the genus *Cordia* (*Boraginaceae*). **Journal of Pharmacy and Pharmacology**, p. 755–789, 2017.

PAOLI, A. A. S. Caracterização morfológica do diásporo e plântulas de *Cordia ecalyculata* Vell. e de *Cordia abyssinica* R. BR. (*Boraginaceae*). **Naturalia**, Rio Claro, v.33, p.20-33, 2010.

PARRESOL, B. Assessing tree and stand biomass: a review with examples and critical comparisons. **Forest Science**, v.45, n.4, p.573-593, 1999.

PASSO, A.; PUNTIERI, J.; BARTHÉLÉMY, D. Trunk and main-branch development. in: *Nothofagus pumilio* (*Nothofagaceae*): a retrospective analysis of tree growth based on the size and structure of its annual shoots. **Canadian Journal of Botany**, vol. 80 (pg. 763-772), 2002.

PEARCY, R.W.; YANG, W. The functional morphology of light capture and carbon gain in the Redwood forest understory plant *Adenocaulon bicolor* Hook. **Functional Ecology**, 12: 543-552, 1998.

PEARCY, R.W. et al. A functional analysis of the crown architecture of tropical forest *Psychotria* species: Do species vary in light capture efficiency and consequently in carbon gain and growth? **Oecologia**, 139: 163–167., 2004.

PEDRON, F. A, DALMOLIN, R. S. Solos da região do Rebordo do Planalto Meridional no Rio Grande do Sul. In: SCHUMACHER MV, LONGUI SJ, BRUN EJ, KILKA, R.V. (eds.). **A Floresta Estacional Subtropical: caracterização e ecologia no Meridional Rebordo do Planalto**. Santa Maria: Editora Pallotti; 2011.

PERRETA, M. G.; VEGETTI, A. C. Patrones estructurales em las plantas vasculares: una revision. **Gayana Botanica**, Concepcion, v. 62, n. 1, p. 9-19, 2005.

PIOTTO, D. et al. Forest recovery after swidden cultivation across a 40-year chronosequence in the Atlantic forest of southern Bahia, Brazil. **Plant Ecology**, v. 205, p. 261–272, 2009.

RATNAM, W. et al. Genetic effects of forest management practices: global synthesis and perspectives. **Forest Ecology and Management**, v. 333, p. 52-65, 2014.

REIS, A.; KAGEYAMA, P.Y. **Restauração de áreas degradadas utilizando interações interespecíficas**. In: KAGEYAMA, P.Y. et al. (Org.). Restauração ecológica de ecossistemas naturais. Botucatu: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, p.91-110, 2003.

REIS, M.S; SIMINSKI, A. Espécies Medicinais Nativas da Região Sul do Brasil. In: CORADIN, L.; SIMINSKI, A. e REIS, A. ed. **Espécies Nativas da Flora Brasileira de Valor Econômico Atual ou Potencial Plantas para o Futuro** - Região Sul. Brasília: Ministério do Meio, Biodiversidade 40, 936p, 2012.

RICHARDS, P. W. **The tropical rainforest: an ecological study**. 2.ed. Cambridge, Cambridge University Press, 1996.

RIOS, M. et al. Benefícios das plantas da capoeira para a comunidade de Benjamin Constant, Pará, Amazônia Brasileira. **CIFOR**, Belém, 54 p., 2001.

ROCHA JÚNIOR, D.B. Quantificação da biomassa foliar de *Nectandra megapotamica* (Spreng.) Mez. **Dissertação (mestrado)** - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, RS, 110 p., 2013.

RODRIGUES, A.G.; AMARAL A.C.F. Aspectos sobre o desenvolvimento da fitoterapia. In: Ministério da saúde. Práticas integrativas e complementares, n 31. Plantas medicinais e fitoterapia na atenção básica. Brasília, p.13-17, 2012.

ROVANI, F. F. M.; VIERA, M. Natural Soil Vulnerability of Silveira Martins-RS. *Floresta Ambient.*, v.23, n.2, **Seropédica**, 2017.

SAITO, M. L. **Farmacognosia de *Cordia ecalyculata* Vell. (Boraginaceae)**. Dissertação (Mestrado em Controle de Medicamentos e Matérias Primas) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1984.

SAITO, M. L.; DE OLIVEIRA, F. Morfodiagnose e identificação cromatográfica em camada delgada de chá de bugre – *Cordia ecalyculata* Vell. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 67, p. 1-16, 1986.

SAITO, M. L.; DE OLIVEIRA, F.; ALVARENGA, M. A. Allantoin and other chemical constituents of *Cordia ecalyculata* Vell. **Revista de Farmacia e Bioquímica da Universidade de São Paulo**. v. 21, p. 14-19, 1985.

SAMPAIO, A. B. **Restauração de Florestas Estacionais Deciduais de terrenos planos no norte do Vão do Rio Paraná - GO**. Tese (Doutorado em Ecologia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

SANQUETTA, C.R.; DALLA CORTE, A.P.; MAAS, G.C.B. The role of forests in climate change. *Quebracho*, v. 19, n.1/2, p. 84-96, 2011.

SANQUETTA, C.R. Análise da estrutura vertical de florestas através do Diagrama h-M. **Ciência Florestal**, v.5, n.1, p.55-68, 1995.

SANQUETTA, C. R; BALBINOT, R, Z. MAB. Fixação de carbono: atualidades, projetos e pesquisas. Curitiba: UFPR; 2004.

SANQUETTA, C. R.et al. Modeling the apparent volume of bamboo culms from Brazilian plantation. **African Journal of Agricultural Research**, v.10, n.42, p.3977-3986, 2015.

SANQUETTA, C. R. et al. Estimativa de carbono individual para *Araucaria angustifolia*. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.44, n.1, p.1-8, jan./mar. 2014.

SANTOS, R. P. et al. Chemical Composition and Larvicidal Activity of the Essential Oils of *Cordia leucomalloides* and *Cordia curassavica* from the Northeast of Brazil. **J. Braz. Chem. Soc.**, v. 17, n. 5, p. 1027-1030, 2006.

SAS INSTITUTE. Statistical analysis system 2004: versão 9.1 Cary, USA. 2004.

SATOO, T.; MADGWICK, H. Forest biomass. The Hague, Martinus Nighoff/Dr W. Junk, 152p., 1982.

- SCHAEFER, C. E. G. R. et al. Relação solo-vegetação em formações vegetacionais brasileiras: metodologia e estudos de caso. In: EISENLOHR, P.V. et al. Fonoaudiólogos no Brasil: métodos estudos de caso. v.2., p. 322-343, Viçosa: Ed UFV, 2015.
- SCHEFFER, M. et al. Anticipating Critical Transitions. v.338, n. 6105, p.344-348, **Science**, 2012.
- SHINOZAKI, K.; YODA, K.; HOZUMI, K.; KIRA, T. A quantitative analysis of plant form – the pipe model theory. I. Basic analyses. **Japanese Journal of Ecology**, 14:97–105, 1964a.
- SHINOZAKI, K.; YODA, K.; HOZUMI, K.; KIRA, T. A quantitative analysis of plant form-the pipe model theory. II. Further evidence of the theory and its application in forest ecology. **Japanese Journal of Ecology**, 14:133–139, 1964b.
- SCHIKOWISKI, A. B. et al. Modelagem do crescimento e de biomassa individual de Pinus. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v.33, n.75, p.269-278, jul./set. 2013.
- SCHNEIDER, P. R. Introdução ao Manejo Florestal. Santa Maria: UFSM. 348p.,1993.
- SCHMITZ, J., et al. The essential role of sugar metabolism in the acclimation response of *Arabidopsis thaliana* to high light intensities. Journal of experimental botany, v. 65, n. 6, p. 1619-1636, 2014.
- SCHUMACHER, M. V. et al. A Floresta Estacional Subtropical: caracterização e ecologia no rebordo do Planalto Meridional. Santa Maria: Pallotti, 320p.,2011.
- SEBBENN, A.M. et al. Modelling the long-term impacts of selective logging on genetic diversity and demographic structure of four tropical tree species in the Amazon forest. **Forest ecology and management**, v. 254, n. 2, p. 335-349, 2008.
- SECCO, R. T.; BLUM, C. T.; VELAZCO, S. J. E. Influência de povoamento de *Pinus taeda* sobre o banco de sementes na região de Floresta Ombrófila Mista. **Rodriguésia**, p. 15, 2019.
- SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO - SFB. Inventário Florestal Nacional: principais resultados: Rio Grande do Sul. Brasília, **Série Relatórios Técnicos** - IFN. DF: MMA, 2018.
- SHANMUGHAVEL, P.; FRANCIS, K. Aboveground Biomass Production and Nutrient Distribution in Growing *Bamboo* (*Bambusa bamboo* (L.) Voss). Biomass and **Bioenergy**, v.10, n.5/6, p. 383 - 391, 1996.
- SILVA, A. R. R. A. et al. Constituintes Químicos de *Cordia rufescens* A. DC. (*Boraginaceae*). **Rev. Virtual Quim.**, 2019.
- SILVA, A. G. et al. Comparação de três métodos de obtenção de dados para avaliação quali-quantitativa da arborização viária, em Belo Horizonte - MG. **Revista da**

Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, Piracicaba – SP, v.1, n.1, p.31-44, 2006.

SIMINSKI, A. et al. Secondary forest succession in the Mata Atlântica, Brazil: floristic and phytosociological trends. **ISRN Ecology**, 2011a.

SIMINSKI, A. et al. Recursos florestais nativos e a agricultura familiar em Santa Catarina - Brasil. **Bonplandia**, v. 20, n. 2, p. 371-389, 2011b.

SOUZA, A. L. et al. Dinâmica da regeneração natural em uma floresta ombrófila densa secundária, após corte de cipós, Reserva Natural da Companhia Vale do Rio Doce S.A., Estado do Espírito Santo, Brasil. **Revista Árvore**, v.26, n.4, p.411-419, 2002.

SOMOGYI, Z. et al. Indirect methods of large forest biomass estimation. **Europe Journal Forest Research**, 2006.

SPOON, T. R.; KESSELI, R. V. Development of microsatellite markers in *Cordia bifurcate* (*Boraginaceae*) and cross-species amplification in *Cordia inermis* and *Cordia pringlei* **Molecular Ecology Resources**, v. 8, p. 989–992, 2008.

SPURR, S.H. Forest Inventory. **Ronald Press**, New York. 476 p, 1952.

SUGANUMA, M. S. et al. Uso popular de plantas medicinais e perfil socioeconômico dos usuários: um estudo em área urbana em Ouro Preto, MG, Brasil. **Acta Sci. Biol. Sci.**, Maringá, v. 30, n. 2, p. 151-158, 2008.

STERCK, F. J.; BONGERS, F. Ontogenetic changes in size, allometry, and mechanical design of tropical rain forest trees. **American Journal of Botany**, Chicago, v. 85, n. 266, p. 266-272, Feb. 1998.

TEIXEIRA, L. M. Influência da intensidade de exploração seletiva de madeira no crescimento e respiração do tecido lenhoso das arvores em uma floresta tropical de terra-firme na região de Manaus. Dissertação (Mestrado) – INPA/UFAM, Manaus, 2003.

TIEPOLO, G.; CALMON, M.; FERETTI, A.R. Measuring and Monitoring Carbon Stocks at the Guaraqueçaba Climate Action Project, Paraná, Brazil. In: International Symposium on Forest Carbon Sequestration and Monitoring. Extension Serie Taiwan **Forestry Research Institute** 153:98-11, 2002.

TOLEDO, D. P et al. Equação de biomassa e estoque de carbono do pinhão manso, no município de Viçosa, MG. **Ciência Rural**, Santa Maria, p.1998-2004, v.42, n.11, 2012.

TOREZAN, J. M. D.; SILVEIRA, M. The biomass of bamboo (*Guadua weberbaueri* Pilger) in open forest of the southwestern Amazon. **Ecotropica**, 2:71-76, 2000.

TORQUEBLAU, E. F. **The reiteration of the architectural model, a demographic approach to the tree**. 1979. 55 f. Tesis (Maestría) - Academie de Montpellier, Montpellier, 1979.

VALLADARES, F.; SKILLMAN J.B.; PEARCY R.W. Convergence in light capture efficiencies among tropical forest understory plants with contrasting crown architectures: a case of morphological compensation. *American Journal of Botany*, 89: 1275-1284., 2002.

VESTER, H. F. M. Modelos arquitectônicos em La Flora arbórea de La península de Yucatán. **Boletín de la Sociedad Botánica de México**, Distrito Federal, n. 71, p. 45-57, 2002.

VESTER, H. F. M. The trees and the forest. The role of tree architecture in canopy development; a case study in secondary forests (Araracuara, Colombia). 180 f. Tesis (Doctoral) - Universiteit van Amsterdam, Amsterdam, 1997.

VESTER, H. F. M.; SALDARRIAGA, J. Algunas características estructurales, arquitectónicas y florísticas de la sucesión secundaria sobre Terrazas Bajas em la región de Araracuara (Colombia). **Revista de La Facultad Nacional de Agronomía**, Medellín, v. 1, n. 2, p. 15-45, 1993.

VESTER, H. F. M.; CLEEF, A.M. Tree architecture and secondary tropical rain forest development: a case study in Araracuara, Colombian Amazonia. **Elsevier**, 1998.

VIANA, C. ET AL., detection and determination of undeclared synthetic caffeine in weight loss formulations using hplc-dad and UHPLC-MS/MS. **Journal of pharmaceutical analysis**, v. 8, ed. 6, p. 366-372, 2018.

VIEIRA, S. A. et al. Stocks of carbon and nitrogen and partitioning between above- and belowground pools in the Brazilian coastal Atlantic Forest elevation range. **Ecology and Evolution**, New Jersey, v. 1, n. 3, p. 421 - 434, 2011.

VIEIRA, C. M.; PESSOA, S. V. A. Estrutura e composição florística do estrato herbáceo subarbustivo de um pasto abandonado na Reserva Biológica de Poço das Antas, município de Silva Jardim, RJ. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 52, n. 80, p. 17-30, 2001.

WATZLAWICK, L. F. Estimativa de biomassa e carbono em Floresta Ombrófila Mista e plantações florestais a partir de dados de imagens do satélite Ikonos II. 2003. 120 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003.

WEINER, J. Allocation, plasticity and allometry in plants. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 6: 207-215, 2004.

WHITMORE, T.C. Canopy gaps and the two major groups of forest trees. **Ecology**, v.70, n.3, p. 536-538, 1989.

- WRIGHT, I.J. et al. Cross-species patterns in the coordination between leaf and stem traits, and their implications for plant hydraulics. *Physiologia Plantarum*, 127: 445-456, 2006.
- ZAHAWI, R.A.; AUGSPURGER, C.K. Early Plant Succession in Abandoned Pastures in Ecuador. **Biotropica**, v.31, p. 540-552, 1999.
- YAN, H. P. et al. A dynamic, architectural plant model simulating resource-dependent growth, **Annals of Botany**, vol. 93 (pg.591 - 602), 2004.