



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
RODRIGO ANTONIO PEREIRA JUNIOR**

***Vouacapoua americana* Aublet: Subsídios para a conservação da espécie pelo Manejo Florestal na Amazônia.**

**BELÉM
2021**

RODRIGO ANTONIO PEREIRA JUNIOR

***Vouacapoua americana* Aublet: Subsídios para a conservação da espécie pelo Manejo Florestal na Amazônia.**

Tese apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia como parte das exigências do Curso de doutorado em Ciências Florestais, para obtenção do título de **Doutor**.

Orientador: Dr. ADEMIR ROBERTO RUSCHEL

Coorientador: Dr. DENIS CARLOS LIMA COSTA

BELÉM

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas da Universidade Federal Rural da Amazônia
Gerada automaticamente mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

P436v Pereira Junior, Rodrigo Antonio
 Vouacapoua americana Aublet: Subsídios para a conservação da espécie pelo Manejo Florestal na
 Amazônia. / Rodrigo Antonio Pereira Junior. - 2021.
 132 f. : il. color.

 Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais (PPGCF), Campus
 Universitário de Belém, Universidade Federal Rural Da Amazônia, Belém, 2021.
 Orientador: Prof. Dr. Ademir Roberto Ruschel
 Coorientador: Prof. Dr. Denis Carlos Lima Costa.

 1. Manejo florestal. 2. Vouacapoua americana. 3. Conservação de espécies. 4. Dinâmica de florestas. 5.
 Uso Sustentável. I. Ruschel, Ademir Roberto, *orient.* II. Título

CDD 634.92

RODRIGO ANTONIO PEREIRA JUNIOR

***Vouacapoua americana* Aublet: Subsídios para a conservação da espécie pelo Manejo Florestal na Amazônia.**

Tese apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia como parte das exigências do Curso de Doutorado em Ciências Florestais, para obtenção do título de Doutor.

Aprovada em 21 de Dezembro de 2021

BANCA EXAMINADORA



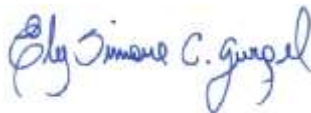
Dr. Ademir Roberto Ruschel - Orientador
Embrapa Amazônia Oriental



Dr. Edson Vidal - 1º Examinador
Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ/USP



Dr. Marcelino Carneiro Guedes – 2º Examinador
Embrapa Amazônia Oriental



Dra. Ely Simone Cajueiro Gurgel – 3º Examinador
Museu Paraense Emílio Goeldi - MPEG



Dr. Roberto Porro - 4º Examinador
Embrapa Amazônia Oriental

DEDICATÓRIA

À Deus, que no seu infinito amor, guia-me por todos os dias da minha vida.

A minha mamãe, Francisca Souza, por todo o seu amor, educação, compreensão e fé dedicados a sua família. Mesmo sem ter chegado fisicamente ao fim de mais essa caminhada comigo, sei que ainda assim está me acompanhando e feliz por esse momento. Te amamos sempre! (*in memoriam*)

AGRADECIMENTOS

A minha esposa Aline e filhos Bento e Alice, pelo apoio sem o qual esse momento não seria possível.

Agradeço à Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) pela formação científica e acadêmica.

Aos colegas de turma, todos os professores e coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais (PPGCF/UFRA) pelos ensinamentos, amizades e oportunidade do doutorado.

Ao Instituto Federal de Ciências, Tecnologia e Educação – IFPA Ananindeua pelo apoio nessa jornada do doutorado.

A Empresa Brasileira de pesquisa Agropecuária (Embrapa Amazônia Oriental) pela oportunidade de desenvolver esse trabalho a partir do projeto “Governança local e sustentabilidade do manejo florestal de base comunitária nos Projetos de Desenvolvimento Sustentável em Anapu, Transamazônica”.

Ao orientador e amigo, Dr. Ademir Ruschel, por acreditar na tese e principalmente, pelas discussões técnicas e científicas no decorrer do seu desenvolvimento.

Ao meu coorientador, Dr. Denis Carlos Lima Costa, por toda a disponibilidade e auxílio nessa caminhada.

Ao amigo de doutoramento, Ulisses Sidnei da Conceição Silva, por toda parceria durante a realização dessa tese.

A todos os colegas do Laboratório do Bom Manejo (Embrapa), representados pelo amigo Márcio Hofmann.

A todos que, direta ou indiretamente, me apoiaram, auxiliaram e incentivaram nessa caminhada.

Muito obrigado!

“Ama ao próximo como a ti mesmo.”

“Quem fala menos ouve melhor, e quem ouve melhor aprende mais.”

Francisco Cândido Xavier

RESUMO

A espécie *Vouacapoua americana* Aublet (acapu ou acapuzeiro), apresenta grande importância madeireira e, ecologicamente se destaca na composição das florestas onde ocorre. Na Amazônia brasileira, a espécie está sendo muito explorada sem levar em consideração o conhecimento de suas variáveis ecológicas, estruturais, dinâmicas, silviculturais, de uso, economia, entre outras. O objetivo deste estudo foi contribuir para o estabelecimento do manejo sustentável de *V. americana*. As populações estudadas encontram-se distribuídas na zona de ocorrência da espécie na Amazônia Oriental. Os dados dendrométricos, dendrológicos e de localização das árvores foram obtidos de Inventários Florestais Pré-Colheita (IFPC) e Inventários Florestais Contínuos (IFC). De cada sítio de estudo foram obtidas as informações da estrutura diamétrica, basal, volumétrica e hipsométrica da espécie. Para a avaliação do padrão de distribuição espacial foi utilizada a função $K(h)$ de Ripley. Para identificar o grupo ecológico da espécie acapu, considerou-se dois grupos: espécies pioneiras e não pioneiras ou tardias. Para a dinâmica foram considerados três estágios: regeneração (muda a vareta, altura total ≤ 30 cm até $DAP < 2,5$ cm), estrato arvoreta (vara a arvoreta, $2,5 \text{ cm} \leq DAP < 10$ cm) e estrato arbóreo ($DAP \geq 10$ cm), sendo calculadas as taxa de Regeneração Natural (TR%), Ingresso (I%) e Mortalidade (M%). A partir das características estruturais e de dinâmica, definiu-se as diretrizes para o manejo sustentável de *V. americana*. Foram registrados 36.609 árvores com diâmetro variando entre 10 cm e 127,32 cm. A densidade entre 6,31 árv.ha^{-1} e 25,55 árv.ha^{-1} . A distribuição diamétrica, mostrou-se decrescente das menores para as maiores classes de diâmetro e quando ajustada apresentou curva de distribuição, assemelhando-se a um “J-reverso”, num comportamento relatado em outros estudos com a espécie e em florestas primárias sem perturbação antrópica, indicando esse tipo de distribuição diamétrica como característica estrutural da espécie. A área basal variou entre 0,5063 m^2/ha e 3,4521 m^2/ha , essa variação foi influenciada, principalmente, pela densidade da espécie do que pelos DAP apresentados. A altura comercial variou de 2,00 m a 25,00 m, predominando alturas medianas de 10 a 16m, valores semelhantes a esses observados em outros estudos com a espécie. O volume variou de 1,664 m^3/ha a 32,169 m^3/ha , as maiores concentrações foram observadas nas classes diamétricas entre 40 a 80cm. *V. americana* foi caracterizada no grupo sucessional das espécies tolerantes, tendo como arranjo espacial das

árvores o padrão agregado ou agrupado, sendo este influenciado pela síndrome de dispersão da espécie. A dinâmica nos níveis de mudas, varas e arvoretas, apresentou variação das taxas de ingresso e mortalidade, e na população arbórea o número de árvores não variou muito entre as mensurações, indicando adaptação da espécie às condições de sombreamento na floresta. A população arbórea apresentou um crescimento diamétrico variando de 0,22 a 0,29cm/ano, sendo considerado baixo, porém, em conformidade com outros estudos para a espécie. As características de estrutura, dinâmica, ecologia, fenologia e uso de *V. americana* proporcionaram a definição de diretrizes para o manejo sustentável da espécie: inventário florestal pré-exploratório deve ser realizado para todas as árvores com no mínimo o DAP ≥ 30 cm; o período de exploração do produto madeira deve ser os meses do verão amazônico na região de ocorrência da espécie, antes das fenofase de floração, frutificação e disseminação de sementes; o diâmetro mínimo de corte (DMC) 40,00cm e o diâmetro máximo de corte (DMxC) até 80,00cm; intensidade de exploração deve ser baseada na distribuição diamétrica ajustada e a distribuição diamétrica observada; o ciclo de corte deve ser definido pela razão entre o intervalo de classe da distribuição diamétrica e o seu crescimento em diâmetro; a seleção de árvores a explorar devem estar contidas nas classes diamétricas do intervalo de exploração, entre o DMC e DMxC, e a densidade dessa seleção não deve exceder a intensidade de exploração; e os tratamentos silviculturais devem ser baseados em estudos de dinâmica da população da espécie.

Palavra-chave: Estrutura e dinâmica populacional, manejo sustentável de espécie, diretrizes de manejo sustentável.

ABSTRACT

The species *Vouacapoua americana* Aublet (acapu or acapuzeiro), has great wood importance and, ecologically, stands out in the composition of the forests where it occurs. In the Brazilian Amazon, the species is being heavily explored without taking into account the knowledge of its ecological, structural, dynamic, silvicultural, use, economic variables, among others. The aim of this study was to contribute to the establishment of sustainable management of *V. americana*. The distribution zone of the *V. americana* populations occur

in the Eastern Amazon. Dendrometric, dendrological and tree location data were obtained from Pre-Harvest Forest Inventories (IFPC) and their Continuous Forest Inventories (IFC). Information on the diametric, basal, volumetric and hypsometric structure of the species was obtained from each studied population. To evaluate the spatial distribution pattern, Ripley's $K(h)$ function was used. To identify the ecological group of the *V. americana* species, two groups were considered: pioneer and non-pioneer (later successional state). For the dynamics, three stages were considered, regeneration (total height ≤ 30 cm to $DBH < 2.5$ cm), shrub stratum ($2.5 \text{ cm} \leq DBH < 10$ cm) and arboreal stratum ($DBH \geq 10$ cm), and the Natural Regeneration rate (TR) was calculated. (%), Ingress/recruitment (I%) and Mortality (M%). Based on the structural and dynamic characteristics, guidelines for the sustainable management of *V. americana* were defined. A total of 36,609 trees with a diameter varying between 10 cm and 127.32 cm were registered. Density between 6.31 trees/ha and 25.55 trees/ha. Diametric distribution showed decrease from the smallest to the largest diameter classes and when adjusted presented a distribution curve resembling a "reverse-J", a behavior reported in other studies with the species and in primary forests without disturbance anthropogenic, indicating this type of diametric distribution as a structural characteristic of the species. The basal area ranged between $0.5063 \text{ m}^2/\text{ha}$ and $3.4521 \text{ m}^2/\text{ha}$, this variation was mainly influenced by the density of the species than by the DAP presented. The commercial height ranged from 2.00 m to 25.00 m, with median heights from 10 to 16 m predominating, values similar to these were observed in other studies with the species. The volume ranged from $1.6645 \text{ m}^3/\text{ha}$ to $32.169 \text{ m}^3/\text{ha}$, the highest concentrations were observed in diameter classes between 40 and 80 cm. *V. americana* was characterized in the successional group of non pioneer species, having as the spatial arrangement of the trees the aggregated or grouped pattern, which was influenced by the dispersal syndrome of the species. The dynamics in the levels of seedlings, canes and trees showed variation in ingress and mortality rates, and in the arboreal population the number of trees did not vary much between measurements, indicating adaptation of the species to shading conditions in the forest. The tree population presented a diameter growth ranging from 0.22 to 0.29 cm/year, being considered low, however, in accordance with other studies for the species. The characteristics of structure, dynamics, ecology, phenology and use of *V. americana* provided the definition of guidelines for the sustainable management of the

species: pre-exploratory forest inventory must be carried out for all trees with at least DBH ≥ 30 cm; the period of exploitation of the wood product must be the months of the Amazonian summer in the region where the species occurs, before the phenophase of flowering, fruiting and seed dissemination; the minimum cut diameter (DMC) 40.00 cm and the maximum cut diameter (DMxC) up to 80.00 cm; exploration intensity should be based on the adjusted diametric distribution and the observed diametric distribution; the cutting cycle must be defined by the ratio between the class interval of the diameter distribution and its growth in diameter; the selection of trees to be logged must be contained in the diameter classes of the logging interval, between the DMC and DMxC, and the density of this selection must not exceed the logging intensity; and silvicultural treatments should be based on population dynamics studies of the species.

Keywords: Population structure and dynamics, sustainable species management, sustainable management guidelines.

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

Tabela 1: Descrição física dos sítios de estudo da espécie acapu (<i>Vouacapoua americana</i> Aublet) nos estados do Pará e Amapá, Brasil.	26
Tabela 2: Características contrastantes de dois grupos ecológicos de espécies tropicais.	35
Tabela 3: Dados da estrutura horizontal da espécie acapu (<i>Vouacapoua americana</i> Aublet) relativos às árvores com DAP $\geq 10,00$ cm, inventariadas nas áreas estudadas nos estados do Pará e Amapá, Brasil.	40
Tabela 4: densidade absoluta (Da), área basal (G) e volume (V) da espécie acapu referente a estudos realizados na região amazônica.	41
Tabela 5: Distribuição diamétrica de indivíduos por hectare da espécie acapu (<i>Vouacapoua americana</i> Aublet) em classes diamétrais com intervalo de 10cm, iniciando-se com DAP $\geq 10,00$ cm, para a área estudada nos estados do Pará e Amapá, Brasil.	42
Tabela 6: quociente 'q' de Liocourt da espécie acapu (<i>Vouacapoua americana</i> Aublet) em classes diamétrais com intervalo de 10cm, iniciando-se com DAP $\geq 10,00$ cm, para a área estudada nos estados do Pará e Amapá, Brasil.	43
Tabela 7: Distribuição da área basal da espécie acapu (<i>Vouacapoua americana</i> Aublet) em classes diamétrais com intervalo de 10cm, iniciando-se com DAP $\geq 10,00$ cm, para as populações estudadas nos estados do Pará e Amapá, Brasil.	48
Tabela 8: Distribuição de altura e de indivíduos por hectare da espécie acapu (<i>Vouacapoua americana</i> Aublet) em classes altura com intervalo de 2,00 m, iniciando-se com altura $\geq 2,00$ m, para as populações estudadas nos estados do Pará e Amapá, Brasil.	52
Tabela 9: Distribuição do volume da espécie acapu (<i>Vouacapoua americana</i> Aublet) em classes diamétrais com intervalo de 10cm, iniciando-se com DAP $\geq 10,00$ cm, para a área estudada nos estados do Pará e Amapá, Brasil.	53
Tabela 10: Características da espécie <i>Vouacapoua americana</i> Aublet em relação aos grupos ecológicos de espécies tropicais.	62
Tabela 11: Regeneração (TR), ingresso (I) e mortalidade (M) de <i>Vouacapoua americana</i> Aublet, em quatro populações estudadas, no estado do Pará.	65

Tabela 12: Distribuição diamétrica de árvores de acapu (<i>Vouacapoua americana</i> Aublet) no primeiro e último ano de monitoramento e incremento periódico diamétrico (IPAdap) por classes diamétrais, das populações estudadas nos estados do Pará, Brasil.	66
---	-----------

CAPÍTULO II

Tabela 1: Dados da estrutura populacional de acapu (<i>Vouacapoua americana</i> Aublet) relativos às árvores com DAP $\geq 10,00$ cm, inventariadas nas áreas estudadas nos estados do Pará e Amapá, Brasil.	110
--	------------

Tabela 2: Distribuição diamétrica de indivíduos por hectare da espécie acapu (<i>Vouacapoua americana</i> Aublet) em classes diamétrais com intervalo de 10cm, iniciando-se com DAP $\geq 10,00$ cm, das populações estudadas nos estados do Pará e Amapá, Brasil.	111
--	------------

Tabela 3: Regeneração (TR), ingresso (I) e mortalidade (M) de <i>Vouacapoua americana</i> Aublet, em quatro populações estudadas, no estado do Pará.	114
---	------------

Tabela 4: Distribuição diamétrica de árvores de acapu (<i>Vouacapoua americana</i> Aublet) no primeiro e último ano de monitoramento e incremento periódico diamétrico (IPAdap) por classes diamétrais, das populações estudadas nos estados do Pará, Brasil.	115
--	------------

Tabela 5: Resumo das características ecológicas, de estrutura e dinâmica de acapu (<i>Vouacapoua americana</i> Aublet).	115
--	------------

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

Figura 1: Localização e distribuição das populações de <i>Vouacapoua americana</i> Aublet objeto de estudo, nos estados do Pará e Amapá, Brasil.	27
---	-----------

Figura 2: Croqui da distribuição geográfica da espécie acapu (<i>Vouacapoua americana</i> Aublet) no norte da América do Sul.	39
--	-----------

Figura 3a: Distribuição diamétrica sem salto ou descontinuidade, observada e estimada, das árvores de acapu (<i>Vouacapoua americana</i> Aublet) com DAP ≥ 10cm, nas áreas estudadas.	45
--	-----------

Figura 3b: Distribuição diamétrica com um salto ou descontinuidade, observada e estimada, das árvores de acapu (<i>Vouacapoua americana</i> Aublet) com DAP ≥ 10cm, nas áreas estudadas.	46
---	-----------

Figura 3c: Distribuição diamétrica com dois saltos ou descontinuidade,	47
---	-----------

observada e estimada, das árvores de acapu (*Vouacapoua americana* Aublet) com DAP ≥ 10 cm, nas áreas estudadas.

Figura 4: Distribuição de área basal das populações de acapu (*Vouacapoua americana* Aublet) com DAP $\geq 10,00$ cm, inventariadas nas áreas estudadas. 49

Figura 5: Distribuição da altura comercial das árvores das populações de acapu (*Vouacapoua americana* Aublet) com DAP $\geq 10,00$ cm, inventariadas nas áreas estudadas. 51

Figura 6: Distribuição de volume comercial das árvores em pé com casca das populações de acapu (*Vouacapoua americana* Aublet) com DAP $\geq 10,00$ cm, inventariadas nas áreas estudadas. 54

Figura 7: Valores da função Ripley K(h) univariados estimados e transformados (L estimado) para as populações estudadas *Vouacapoua americana* Aublet. 64

Figura 8: Distribuição diamétrica de árvores de acapu (*Vouacapoua americana* Aublet) com DAP $\geq 10,00$ cm, no primeiro e último ano de monitoramento das populações estudadas nos estados do Pará, Brasil. 67

CAPÍTULO II

Figura 1: Distribuição diamétrica das árvores de acapu (*Vouacapoua americana* Aublet) com DAP $\geq 10,00$ cm, das populações estudadas. 111

Figura 2: Distribuição de altura máxima, média e mínima do fuste das árvores de acapu (*Vouacapoua americana* Aublet) com DAP $\geq 10,00$ cm, das populações estudadas. 112

Figura 3: Distribuição diamétrica, basal e volumétrica das populações de acapu (*Vouacapoua americana* Aublet) com DAP $\geq 10,00$ cm. 113

SUMÁRIO

1. CONTEXTUALIZAÇÃO	15
REFERÊNCIAS	19
2. CAPÍTULO I - CARACTERIZAÇÃO DA ESTRUTURA E DINÂMICA POPULACIONAL DE ACAPU (<i>Vouacapoua americana</i> Aublet) PARA O MANEJO SUSTENTÁVEL DA ESPÉCIE	21
RESUMO	21
ABSTRACT	22
2.1. Introdução	24
2.2. Materiais e Métodos	25
2.2.1. Áreas de estudo	25
2.2.2. Coleta de Dados	27
2.2.2.1. Revisão de Literatura	27
2.2.2.2. Dados Campo	28
2.2.3. Análise de dados	29
2.2.3.1. Distribuição geográfica	29
2.2.3.2. Inventário pré-exploração e inventário contínuo	29
2.2.3.3. Estimação de parâmetros e análise estatística	30
2.2.3.4. Estrutura horizontal	30
2.2.3.4.1. Densidade	30
2.2.3.4.2. Dominância	31
2.2.3.4.3. Distribuição diamétrica	31
2.2.3.4.4. Distribuição de área basal	31
2.2.3.4.5. Distribuição de volume	32
2.2.3.4.6. Distribuição espacial	32
2.2.3.5. Estrutura Vertical	34
2.2.3.5.1. Distribuição de Altura	34
2.2.3.6. Grupo Ecológico	34
2.2.3.7. Dinâmica populacional	35
2.2.4. Convenções e conceituações	37
2.3. Resultados	38
2.3.1. Distribuição Geográfica	38
2.3.2. Estrutura das Populações	40
2.3.2.1. Densidade	40
2.3.2.2. Distribuição Diamétrica	42
2.3.2.3. Dominância e Distribuição de área basal	47
2.3.2.4. Distribuição de Altura	50
2.3.2.5. Distribuição de volume	52
2.3.2.6. Grupo Ecológico	55

2.3.2.7. Distribuição espacial	62
2.3.2.8. Dinâmica populacional	65
2.4. Discussão	68
2.4.1. Distribuição Geográfica	68
2.4.2. Estrutura populacional	68
2.4.2.1. Densidade	68
2.4.2.2. Distribuição Diamétrica	69
2.4.2.3. Dominância e Distribuição de área basal	74
2.4.2.4. Distribuição de Altura	75
2.4.2.5. Distribuição de volume	76
2.4.3. Grupo Ecológico	76
2.4.4. Distribuição espacial	81
2.4.5. Dinâmica populacional	84
2.5. Conclusão	86
REFERÊNCIAS	87
3. CAPÍTULO II - DIRETRIZES PARA O MANEJO SUSTENTÁVEL DA ESPÉCIE ACAPU (<i>Vouacapoua americana</i> Aublet)	101
RESUMO	101
ABSTRACT	102
3.1. Introdução	103
3.2. Material e Métodos	105
3.2.1. Áreas de estudo, coleta e análise de dados	105
3.2.2. Caracterização da espécie	105
3.2.3. Elaboração das diretrizes	105
3.3. Resultados	106
3.3.1. Botânica, uso e ecologia da espécie	106
3.3.1.1. Características botânicas	106
3.3.1.2. Uso	106
3.3.1.3. Fenologia	107
3.3.1.4. Dispersão	108
3.3.1.5. Germinação	109
3.3.1.6. Solos	109
3.3.2. Estrutura e dinâmica populacional	109
3.3.2.1. Densidade	109
3.3.2.2. Distribuição Diamétrica	110
3.3.2.3. Distribuição de Altura	112
3.3.2.4. Distribuição de volume	112
3.3.2.5. Grupo Ecológico e Distribuição espacial	113
3.3.2.6. Dinâmica populacional	113
3.4. Discussões	117

3.4.1. Diretrizes para o manejo sustentável da espécie <i>Vouacapoua americana</i> Aublet	117
3.4.1.1. Inventário florestal pré-exploratório	117
3.4.1.2. Período de exploração do produto madeira	117
3.4.1.3. Diâmetros mínimo e máximo de exploração (Intervalo de exploração)	118
3.4.1.4. Intensidade de exploração	119
3.4.1.5. Definição do ciclo de corte	121
3.4.1.6. Seleção de Árvores a Explorar	122
3.4.1.7. Seleção de árvores remanescentes	122
3.4.1.8. Tratamentos Silviculturais	124
3.5. Conclusão	126
REFERÊNCIAS	127

1. CONTEXTUALIZAÇÃO¹

¹ Este capítulo segue as normas de apresentação da UFRA

A espécie *Vouacapoua americana* Aublet, popularmente conhecida como acapu ou acapuzeiro foi intensamente utilizada no estado do Pará em pisos e estruturas devido a sua reconhecida beleza e resistência mecânica. Porém, segundo Homma (2014), nas últimas décadas, a comercialização de acapu tem tido como principal destino a produção de mourões e esteios para cercas e currais, e lascas para tutores da cultura da pimenteira ou do maracujazeiro. Apesar dessa demanda pelo uso da madeira do acapu, os relatórios de Extração e Comércio de toras de Madeira Nativa por Essência, da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade (Semas-PA) para o período 2006 a 2011, demonstram que nesse período a espécie participou de forma irrelevante no mercado de madeiras nativas do estado do Pará, representando menos de 1% da produção de madeira em tora comercializada neste período (SEMAS, 2017).

A partir da classificação da espécie *V. americana*, na "Lista Nacional Oficial de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção, na categoria “Em Perigo (EN), A2cd” (MARTINELLI & MORAES, 2013) e por meio da portaria do Ministério do Meio Ambiente (MMA) nº 443 de 17 de dezembro de 2014, ficou proibida a coleta, corte, transporte, armazenamento, manejo, beneficiamento e comercialização dessa espécie, inclusive em planos de manejo florestal. Assim, os órgãos ambientais competentes deixaram de autorizar a exploração florestal da espécie acapu, mesmo por meio de planos de manejo florestal sustentável (PMFS).

Apesar dessa restrição integral da exploração da espécie, a comercialização dos produtos madeireiros de acapu continua ocorrendo na forma de mourões, esteios para cercas e currais, e lascas para tutores de culturas agrícolas, tanto na região amazônica como em outras regiões do Brasil. A proibição da exploração de *V. americana* mesmo que por meio de manejo sustentável, aliada ao incipiente e falho controle e fiscalização por parte dos órgãos governamentais perante a exploração e comercialização ilegal de produtos

madeireiros da espécie, criou um ambiente propício que fez aumentar o comércio ilegal e consequentemente a pressão sobre a espécie. Esse cenário não favorece a proteção e conservação, tendo um efeito contrário ao classificar *V. americana* como “Em Perigo (EN), A2cd”. Esses fatores agindo separadamente ou em conjunto criaram um paradoxo no qual o mecanismo utilizado para a proteção e conservação de *V. americana* pode acelerar sua extinção.

Por outro lado, a própria Portaria MMA nº 443 de 17 de dezembro de 2014 apresenta a solução para este paradoxo quando deixa uma possibilidade de manejo sustentável de espécies, pois, de acordo com seu Art. 3º, para as espécies da Lista, classificadas na categoria Vulnerável (VU), poderá ser permitido o manejo sustentável, a ser regulamentado por este Ministério e autorizado pelo órgão ambiental competente, e atendendo minimamente os seguintes critérios:

- I - não ser objeto de proibição em normas específicas, incluindo atos internacionais;
- II - estar em conformidade com a avaliação de risco de extinção de espécies;
- III - existência de dados de pesquisa, inventário florestal ou monitoramento que subsidiem tomada de decisão sobre o uso e conservação da espécie; e
- IV - adoção de medidas indicadas nos Planos de Ação Nacionais para Conservação de Espécies Ameaçadas (PAN), quando existentes.

O caminho para a proteção e conservação de *V. americana* é a mudança de classificação da espécie de “Em Perigo (EN)” para “Vulnerável (VU)”, e consequentemente, o manejo florestal sustentável de espécie (MFSe). Somente o manejo florestal é capaz de garantir uma produção sustentável de madeira da espécie, ganho econômico e social na região de abrangência dos planos de manejo florestal sustentáveis.

O manejo florestal pode combinar produção madeireira e conservação dos ecossistemas (MALHEIROS, 2000). Para Amaral & Amaral Neto (2000) é possível manejar economicamente e ecologicamente as florestas para a produção de madeira. A

garantia de uma produção contínua de madeira, associada à conservação da biodiversidade de florestas nativas, pode ser alcançada mediante o manejo florestal sustentável (GAMA et al., 2005). Para o manejo florestal sustentável, voltado para a produção de madeira, as diferenças regionais envolvendo os parâmetros de fitofisionomia das florestas, considerando a autoecologia das espécies e no contexto socioeconômico em que o manejo é praticado, tornam de grande importância a quantidade de informações geradas em áreas poucos estudadas (CONDÉ; TONINI, 2013).

As florestas tropicais nativas da Amazônia possuem elevada diversidade de espécies e estrutural, com indivíduos de diferentes idades e tamanhos e, sobretudo, características ecofisiológicas distintas, o que torna o seu manejo uma tarefa muito complexa (SOUZA; SOUZA, 2005). Os estudos da composição florística e estrutura fitossociológica de populações florestais são imprescindíveis para a compreensão da estrutura e da dinâmica destas formações, parâmetros essenciais para o manejo e regeneração dos distintos grupos de vegetais (CHAVES, 2013).

Para analisar as possibilidades de aproveitamento dos recursos florestais, é necessário conhecer a estrutura da floresta (GAMA et al., 2005). A análise estrutural da floresta pode ser feita a partir da estrutura horizontal que considera a abundância, frequência e dominância das espécies (CAIN & CASTRO, 1959). Segundo Carvalho (1999), outro fator que deve ser considerado também na análise das estruturas é a posição sociológica das espécies na comunidade, ou seja, a distribuição das plantas em estratos verticais, além da regeneração natural.

O conhecimento da fitossociologia e dinâmica das florestas tropicais são de grande importância para ajudar nas tomadas de decisão quanto ao melhor sistema silvicultural a ser empregado, com base na regeneração natural (CARVALHO *et al.*, 1999). O conhecimento da dinâmica de uma floresta permite avaliar, entre outros, o crescimento, a mortalidade e o recrutamento (SALOMÃO *et al.*, 2002). O conhecimento da dinâmica da floresta e a biologia reprodutiva das espécies são de extrema importância para o manejo sustentável do recurso florestal e para a preservação dos diversos ecossistemas florestais e da diversidade biológica a eles intrínseca e do bioma como um todo (PIRES & SALOMÃO, 2000). O monitoramento da dinâmica pode resumir-se no entendimento do comportamento das taxas

de crescimento, recrutamento e mortalidade dos indivíduos arbóreos, em condições naturais ou sob manejo (BEZERRA et al., 2018).

Assim, para efetivamente conservar *V. americana* nas florestas naturais da Amazônia é imprescindível conhecer a espécie para assim desenvolver técnicas ou um sistema de manejo florestal sustentável. Desse contexto surgem as seguintes questões: 1) quais as características de *V. americana* são necessárias conhecer para o manejo sustentável?; e 2) É possível explorar e manter populações de *V. americana* viáveis para futuras colheitas?

Baseado em inventários florestais amostrais, inventários florestais pré-colheita (inventário a 100%) e inventários florestais, realizados em Áreas de Manejo Florestal (AMF), além de revisão bibliográfica e análise de dados de outros inventários florestais realizados na Amazônia brasileira, buscar-se-á responder as questões acima, testando-se as seguintes hipóteses: 1) Para o manejo sustentável do acapu é necessário o conhecimento de suas características: botânicas, estruturais, dinâmicas e de uso; e 2) A exploração de *V. americana* baseada em critérios que considere suas características botânicas, fenológicas, estruturais, dinâmicas e de uso do acapu, proporcionam a conservação da espécie.

Desta forma, este trabalho tem por objetivo principal contribuir para o estabelecimento do manejo sustentável de *V. americana*. E, os seguintes objetivos específicos: OE1) Caracterizar a estrutura e dinâmica da população de *V. americana* visando sua utilização no manejo sustentável da espécie; e OE2) Definir diretrizes para o manejo sustentável da espécie, que proporcione a manutenção dos padrões da estrutura e dinâmica das populações de acapu e a viabilidade de colheitas futuras.

Finalmente, para alcançar os objetivos específicos seguido das hipóteses a tese terá os seguintes capítulos: Capítulo 1) Caracterização da estrutura e dinâmica populacional de acapu (*Vouacapoua americana* Aublet) para o manejo sustentável da espécie; e Capítulo 2) Diretrizes para o manejo sustentável de acapu (*Vouacapoua americana* Aublet).

REFERÊNCIAS

AMARAL, P.; AMARAL NETO, M. Manejo florestal comunitário na Amazônia brasileira: situação atual, desafios e perspectivas. Brasília: IIEB, 2000. 57p.

CAIN, S.A.; CASTRO, G.M.O. Manual of vegetation analysis. New York: Harper & Row, 1959.

CARVALHO, J.O.P. de. Dinâmica de floresta natural e suas implicações para o manejo florestal. IN: *Simpósio Silvicultura na Amazônia Oriental: Contribuição do Projeto EMBRAPA/DF, D, 1999, Belém. Resumos Expandidos*. Belém. EMBRAPA/DF, D, 1999. 304p. p.174-179. (EMBRAPA/CPATU. Documentos, 123).

CARVALHO, J.O.P. de; LOPES, J.C.A.; SILVA, N.M. Dinâmica da diversidade de espécies em uma floresta de terra firme na Amazônia Brasileira relacionada à intensidade de exploração. IN: *Simpósio Silvicultura na Amazônia Oriental: Contribuição do Projeto EMBRAPA/DF, D, 1999, Belém. Resumos Expandidos*. Belém. EMBRAPA/DF, D, 1999. 304p. p.167-173. (EMBRAPA/CPATU. Documentos, 123).

CHAVES, A. D. C. G. A. Importância dos levantamentos florístico e fitossociológico para a conservação e preservação das florestas. ACSA – Agropecuária Científica no Semiárido, 9, 43-48. 2013.

CONDÉ, T. M.; TONINI, H. Fitossociologia de uma Floresta Ombrófila Densa na Amazônia Setentrional, Roraima, Brasil. Revista Acta Amazonica, v. 43, p. 247-260, 2013.

GAMA, J. R. V.; BENTES-GAMA, M. M.; SCOLFORO, J. R. S. Manejo Sustentado para Floresta de Várzea na Amazônia Oriental. R. Árvore, v.29, n.5, p.719-729, 2005.

HOMMA. A. K. O. Extrativismo vegetal na Amazônia : história, ecologia, economia e domesticação. Embrapa, Brasília, DF, 2014. 468 p.

LEITE, A.M.C. & LLERAS, E. Áreas prioritárias na Amazônia para conservação dos recursos genéticos de espécies florestais nativas: fase preliminar/ Priority areas for genetic resources conservation of native forest species: Preliminary phase. Acta Botânica Brasilica, vol.7 (1): jul/1993.

MALHEIROS, A.F. Análise estrutural da floresta tropical úmida do município de Alta Floresta, Mato Grosso, Brasil. Manaus. INPA/UNEMAT, 2000. 68p. (Dissertação de Mestrado pela Universidade do Amazonas – UA, Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia – INPA, e Universidade do Estado do Mato Grosso – UNEMAT).

MARTINELLI, G.; MORAES, M. A. Livro vermelho da flora do Brasil. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2013. 1ª ed., Rio de Janeiro, RJ, 1100 p.

PIRES, J. M.; SALOMÃO, R. P. Dinâmica da diversidade arbórea de um fragmento de floresta tropical primária na Amazônia oriental – 1. período: 1956 a 1992. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Série Botânica, v.16, n.1, p.63-107, 2000.

SALOMÃO, R.P.; MATOS, A.H. de; ROSA, N.A. Dinâmica do sub-bosque e do estado arboreo de floresta tropical primaria fragmentada na Amazônia Oriental. Acta Amazônica, 32(3):387-419. 2002.

Secretaria de Estado de Meio Ambiente. Governo do Estado do Pará. Extração e Comércio de toras de madeira nativa por essência. Anos 2006 a 2016. Endereço da página na internet: <http://monitoramento.sema.pa.gov.br/sisflora/index.php/relatorios>. Documentos acessados dia 16 de março de 2017.

SOUZA, D. R.; SOUZA, A. L. Emprego do Método *Bdq* de Seleção Após a Exploração Florestal em Floresta Ombrófila Densa de Terra Firme, Amazônia Oriental. R. Árvore, v.29, n.4, p.617-625, 2005.

2. CARACTERIZAÇÃO DA ESTRUTURA E DINÂMICA POPULACIONAL DE ACAPU (*Vouacapoua americana* Aublet) PARA O MANEJO SUSTENTÁVEL DA ESPÉCIE ²

² Este capítulo segue as normas da revista Forest Ecology and Management

RESUMO

A espécie *Vouacapoua americana* Aublet (acapu ou acapuzeiro), apresenta grande importância madeireira e, ecologicamente, destaca-se na composição das florestas onde ocorre. Na Amazônia brasileira, a espécie está sendo muito explorada sem levar em consideração o conhecimento de suas variáveis ecológicas, estruturais, dinâmicas, silviculturais, de uso, economia, entre outras. O objetivo deste estudo foi caracterizar a estrutura e dinâmica das populações de *V. americana* visando sua utilização no manejo sustentável de espécie. As populações estudadas encontram-se distribuídas na zona de ocorrência da espécie na Amazônia Oriental. Os dados dendrométricos, dendrológicos e de localização das árvores foram obtidos de Inventários Florestais Pré-Colheita (IFPC) e seus Inventários Florestais Contínuos (IFC). De cada sítio de estudo foram obtidas as informações da estrutura diamétrica, basal, volumétrica e hipsométrica da espécie. A avaliação do padrão de distribuição espacial foi realizada pela função $K(h)$ de Ripley. Para identificar o grupo ecológico da espécie acapu, considerou-se dois grupos: espécies pioneiras e não pioneiras ou tardias. Na dinâmica populacional considerou-se três estágios, regeneração ($h \leq 30$ cm até $DAP < 2,5$ cm), estrato arbustivo ($2,5 \text{ cm} \leq DAP < 10$ cm) e estrato arbóreo ($DAP \geq 10$ cm), sendo calculadas as taxas de Regeneração Natural (TR%), Ingresso (I%) e Mortalidade (M%). A partir das características estruturais e de dinâmica, definiram-se as diretrizes para o manejo sustentável de *V. americana*. Foram registradas 36609 árvores com diâmetro variando entre 10 cm e 127,32 cm. A densidade entre 6,31 árv.ha⁻¹ e 25,55 árv.ha⁻¹. A distribuição diamétrica mostrou-se decrescente das menores para as maiores classes de diâmetro e quando ajustada apresentou curva de distribuição, assemelhando-se a um “J-reverso”, num comportamento relatado em outros estudos com a espécie e em florestas primárias sem perturbação antrópica, indicando esse tipo de distribuição diamétrica como característica estrutural da espécie. A área basal variou entre

0,5063m²/ha e 3,4521m²/ha essa variação foi influenciada, principalmente, pela densidade absoluta da espécie. A altura comercial variou de 2,00 m a 25,00 m, predominando alturas medianas de 10 a 16m, valores semelhantes foram observados em outros estudos com a espécie. O volume variou de 1,6645m³/ha a 32,169m³/ha, as maiores concentrações foram observadas nas classes diamétricas entre 40 a 80cm. *V. americana* foi caracterizada no grupo sucessional das espécies tolerantes, tendo como arranjo espacial das árvores o padrão agregado ou agrupado, sendo este influenciado pela síndrome de dispersão da espécie. A dinâmica nos níveis de mudas, varas e arvoretas, apresentou variação das taxas de ingresso e mortalidade, e na população arbórea o número de árvores não variou muito entre as mensurações, indicando adaptação da espécie às condições de sombreamento na floresta, reforçando seu comportamento tolerante à sombra. A população arbórea apresentou um crescimento diamétrico de 0,22 a 0,29cm/ano, sendo considerado baixo, porém, em conformidade com outros estudos para a espécie.

Palavra-chave: manejo sustentável de espécie, distribuição diamétrica, distribuição espacial, grupo sucessional.

ABSTRACT

The species *Vouacapoua americana* Aublet (acapu or acapuzeiro), presents great wood importance and, ecologically, stands out in the composition of the forests where it occurs. In the Brazilian Amazon, the species is being heavily explored without taking into account the knowledge of its ecological, structural, dynamic, silvicultural, use, economic variables, among others. The aim of this study was to characterize the structure and dynamics of the population of *V. americana* aiming its use in the sustainable management of the species. The studied populations are distributed in the species' occurrence zone in the Eastern Amazon. Dendrometric, dendrological and tree location data were obtained from Pre-Harvest Forest Inventories (IFPC) and their Continuous Forest Inventories (IFC). Information on the diametric, basal, volumetric and hypsometric structure of the species was obtained from each studied population. To evaluate the spatial distribution pattern,

Ripley's $K(h)$ function was used. To identify the ecological group of the acapu species, two groups were considered: pioneer and non-pioneer or late species. For the dynamics, three stages were considered, regeneration ($h \leq 30\text{cm}$ to $\text{DBH} < 2.5\text{cm}$), shrub stratum ($2.5\text{cm} \leq \text{DBH} < 10\text{cm}$) and arboreal stratum ($\text{DBH} \geq 10\text{cm}$), and the Natural Regeneration rate (TR) was calculated. (%), Intake (I%) and Mortality (M%). Based on the structural and dynamic characteristics, guidelines for the sustainable management of *V. americana* were defined. A total of 36609 trees with a diameter varying between 10cm and 127.32cm were registered. Density between 6.31 trees/ha and 25.55 trees/ha. Diametric distribution showed decreasing from the smallest to the largest diameter classes and when adjusted presented a distribution curve, resembling a "reverse-J", a behavior reported in other studies with the species and in primary forests without disturbance anthropogenic, indicating this type of diametric distribution as a structural characteristic of the species. The basal area ranged between $0.5063\text{m}^2/\text{ha}$ and $3.4521\text{m}^2/\text{ha}$, this variation was mainly influenced by the density of the species than by the DBH presented. The commercial height ranged from 2.00 m to 25.00 m, with median heights from 10 to 16 m predominating, values similar to these were observed in other studies with the species. The volume ranged from $1.6645\text{m}^3/\text{ha}$ to $32.169\text{m}^3/\text{ha}$, the highest concentrations were observed in diameter classes between 40 and 80cm. *V. americana* is characterized in the successional group of tolerant species, having as the spatial arrangement of the trees the aggregated or grouped pattern, which is influenced by the dispersal syndrome of the species. The dynamics in the levels of seedlings, canes and arbors showed variation in ingress and mortality rates, and in the arboreal population the number of trees did not vary much between measurements, indicating adaptation of the species to shading conditions in the forest, reinforcing its tolerant behavior the shadow. The tree population showed a diameter growth ranging from 0.22 to 0.29 cm/year, being considered low, however, in accordance with other studies for the species.

Keywords: sustainable species management, diametric distribution, spatial distribution, successional group.

2.1. Introdução

O manejo de espécie demanda o conhecimento de suas variáveis ecológicas, estruturais, silviculturais, uso, economia, entre outras, tornando-se uma alternativa conservacionista e economicamente viável capaz de manter as espécies e as florestas da Amazônia. A espécie comumente chamada de acapu é cientificamente classificada e denominada de *Vouacapoua americana* Aublet, apresenta grande importância madeireira e, destaca-se ecologicamente na composição das florestas tropicais (FRANCEZ et al., 2009). No entanto, na Amazônia brasileira, a exploração de *V. americana* considera nenhum ou poucos critérios ecológicos relacionados à espécie.

A estrutura da floresta amazônica é complexa e, para o manejo florestal essa complexidade é um fator de dificuldade na conservação das espécies manejadas (MACIEL et al. 2000). O manejo florestal tem, no conhecimento da autecologia das espécies arbóreas, o suporte para sua execução em bases sustentáveis (JARDIM et al., 2007).

Conhecer a distribuição diamétrica das árvores permite descrever a estrutura horizontal dos povoamentos florestais (CARVALHO et al., 2016). É de fundamental importância que sejam desenvolvidos estudos voltados para o conhecimento da distribuição diamétrica de espécies analisadas individualmente, com o objetivo de avaliar a regeneração natural ou, mesmo, definir critérios de exploração, tendo em foco o manejo sustentável (ORELLANA et al. 2014).

Estudos de crescimento diamétrico são importantes para o manejo florestal de espécies, principalmente por permitir prever o tempo que a espécie levará para atingir o diâmetro mínimo de colheita, determinar o ciclo de corte e preconizar tratamentos silviculturais apropriados. Estudos de crescimento, mortalidade e dinâmica das florestas neotropicais são, ainda hoje, em número reduzido (JARDIM & SILVA, 2003). O conhecimento da dinâmica de crescimento das espécies de interesse na floresta precede a adoção de técnicas adequadas de manejo florestal (JARDIM & SOARES, 2010).

Dados sobre crescimento, mortalidade e incremento de diâmetro são necessários para prever futuras tabelas de povoamento em florestas tropicais. A taxa de crescimento é

um dos fatores primordiais a serem considerados no planejamento do manejo florestal. Existem muitas opiniões diferentes sobre a correlação entre taxa de crescimento e mortalidade (CARVALHO et al., 2004).

O conhecimento do processo sucessional das florestas tropicais é uma importante informação para a elaboração dos planos de manejo (CARVALHO et al., 1999). Os conhecimentos do estoque potencial e dos processos de dinâmica de sucessão, crescimento e produção são fundamentais para a utilização, em bases ecologicamente sustentáveis, dos recursos florestais, juntamente com estudos sobre sua viabilidade técnica e econômica (SOUZA et al., 2002).

Para o manejo do acapu é necessário o conhecimento de sua ecologia, estrutura, dinâmica, silvicultura, uso, economia, entre outras. O presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de caracterizar a estrutura e dinâmica de população, a fim de subsidiar ações de manejo e conservação de *V. americana* em florestas naturais da Amazônia.

2.2. Materiais e métodos

2.2.1. Áreas de estudo

As áreas de estudo ou sítios de estudo de acapu (*Voucapoua americana* Aublet) foram 15 Unidades de Produção Anual (UPAs) de nove (9) Áreas de Manejo Florestal (AMF) nos municípios de Almerim, Anapú, Breu Branco, Mojú, Novo Repartimento, Paragominas e Portel no estado do Pará, e em Mazagão no estado do Amapá, Brasil (Figura 1), representando, assim, a região de ocorrência da espécie na Amazônia Oriental. A caracterização desses sítios de estudo (Tabela 1) foi elaborada a partir de dos seus Planos de Manejo Florestal (PMF) e seus respectivos Planos Operacionais Anuais (POAs). O clima dessas áreas foi classificado pelo sistema de classificação de Köppen como (Am) clima tropical úmido, apresentando temperatura média do mês mais frio sempre superior a 18°C, uma estação seca de pequena duração e totais elevados de precipitação. A base de classificação de solos predominantes foi o sistema brasileiro de classificação de solos

(Embrapa, 2018) e a classificação da vegetação baseada no manual técnico da vegetação brasileira (IBGE, 2012).

Tabela 1: Descrição física dos sítios de estudo da espécie acapu (*Vouacapoua americana* Aublet) nos estados do Pará e Amapá, Brasil.

Municípios (População)	Área (ha)	Latitude	Longitude	Clima*	Precipitação anual (mm)	Solos Predominantes	Vegetação**
Paragominas/PA (Paragominas)	969	-3.52	-48.79	Am	1700	Latossol Vermelho/Amarelo, Distrófico	FOD Submontana.
Moju/PA (Moju)	200	-2.127	-48.78	Am	2500	Latossolo Amarelo e Argissolo Vermelho-Amarelo.	FOD Submontana.
Breu Branco/PA (Breu)	21,8	-3.6628	-49.2849	Am	2000	Argissolos Amarelos, Argissolos Vermelho-Amarelos distrófico, Latossolos Amarelos	FOD Submontana.
Novo Repartimento/PA (Repartimento)	167,41	-4.1448	-50.149	Am	2000	Argissolo Vermelho Amarelo, Latossolo Vermelho Amarelo	FOA Submontana com palmeiras.
Anapu/PA (Anapu2, Anapu6 e Anapu7)	1387,56	-2.96	-51.29	Am	2000	Latossolo vermelho e amarelo.	FOD Submontana.
Portel/PA (Portel1, Portel2 e Portel3)	5280,41	-2.16	-51.72	Am	2200	Latossolo vermelho e amarelo.	FOD de terras baixas.
Mazagão/AP (Mazagão)	25	0.22	-51.865	Am	2100	Latossolo vermelho amarelo	FOD Submontana.
Laranjal do Jari/PA (Jari)	6	-1.22	-52.55	Am	2200	Latossolo amarelo e Argissolo vermelho-amarelo.	FOD Submontana.
Almerim/PA (Almerim4, Almerim5 e Almerim6)	15968,21	-0.95	-53.38	Am	2100	Latossolo amarelo e Argissolo vermelho-amarelo.	FOD Submontana.

*(Am) clima tropical úmido, apresentando temperatura média do mês mais frio sempre superior a 18°C, uma estação seca de pequena duração e totais elevados de precipitação; ** (FOD) Floresta Ombrófila Densa; (FOA) Floresta Ombrófila Aberta; base de classificação.



Figura 1: Localização e distribuição das populações de *Vouacapoua americana* Aublet objeto de estudo, nos estados do Pará e Amapá, Brasil.

Fonte: Autor, 2021.

2.2.2. Coleta de dados

2.2.2.1. Revisão de literatura

A pesquisa de literatura foi realizada por meio de um levantamento do máximo de artigos científicos produzidos e relacionados a espécie acapu, publicados até 2021, indexados nas bases de dados da Scopus SciVerse, Web of Science, SciELO (Scientific Electronic Library Online) e BDPA (Base de dados da Pesquisa Agropecuária). Foram identificados os autores, o número de artigos publicados e os periódicos que veiculam esses artigos, para dimensionar a produção científica. As palavras-chave utilizadas no processo de pesquisa bibliográfica foram: “acapu”, “*Vouacapoua americana*”, “*Vouacapoua americana* Aubl.” e “*Vouacapoua americana* Aublet”, dentre outras relacionadas ao tema da tese. Com base na análise bibliográfica, foram selecionados os artigos que contenham informações que auxiliem na caracterização da espécie, quanto aos parâmetros da: botânica

(nome e sinonímia, hábito, características gerais da madeira e a distribuição geográfica da espécie); ecologia (germinação, polinização/dispersão, solos, fenologia, biologia reprodutiva, grupo ecológico, raridade, associação entre espécies e alelopatia); dinâmica (ingresso, mortalidade, incremento médio anual); uso (produtos da madeira e produtos não madeireiros); e economia (cadeia produtiva, valor da madeira e valor de produtos não madeireiros).

2.2.2.2. Dados de campo

Cada um dos 15 sítios de estudo (Tabela 1 e Figura 1) representou uma amostra dos dados.

Dos 15 sítios de estudo (Tabela 1 e Figura 1) foi obtido o Inventário Florestal Contínuo (IFC), realizado nas parcelas permanentes, sendo estas estabelecidas na forma quadrada (50m x 50 m ou 100m x 100m) ou retangular (10m x 250m), sendo sub-divididas em sub-parcelas de 10m x 10m, para facilitar a localização e o controle de cada árvore a ser medida e monitorada. Nos IFCs foram registradas e mensuradas todas as árvores com DAP $\geq$ 10cm que estavam dentro da parcela. Cada árvore recebeu uma plaqueta de alumínio, com um número que a identifica “(Ex.: número com seis dígitos onde os dois primeiros identificam a parcela, o terceiro e quarto a sub-parcela e os dois últimos a árvore)” (SILVA e LOPES, 1984; SILVA et. al., 2006).

De 11 sítios de estudo (Tabela 1), obteve-se o inventário florestal pré-colheita das árvores *V. americano* com DAP $\geq$ 40 cm, sendo registrado de cada árvore as seguintes informações:

- numeração de identificação da árvore - cada árvore inventariada recebeu uma plaqueta com uma numeração indicando: o número da Unidade de Produção Anual (UPA), o número da Unidade de Trabalho (UT), e o número da árvore.
- Circunferência a Altura do Peito (CAP) – mensurado a 1,3m acima do solo, em todas as árvores inventariadas a partir de 110,00 cm;

- a altura do fuste - estimada para a altura comercial do fuste.
- a localização com suas coordenadas (X, Y) - “X” variando de acordo com a largura da faixa (0 a 50 m) e “Y” variando de acordo com o comprimento da faixa (0 a 1000 m).
- a qualidade do fuste (QF) - classificada em 1- árvores com fuste reto e livre de quaisquer defeitos e que permite ter toras de aproveitamento total; 2- árvores com tortuosidade e sem outros defeitos, permitindo assim o aproveitamento parcial das toras; e 3- árvores com tortuosidade e defeitos, ocos, atacados por insetos e fungos, com aproveitamento mínimo das toras.

2.2.3. Análise de dados.

2.2.3.1. Distribuição geográfica

Todos os sítios de pesquisa (Figura 1) foram georreferenciados. A partir dos dados secundários e da ocorrência da espécie registrada nos inventários foram elaborados mapas de distribuição geográfica, usando-se o software QGis versão 3.20.1-Odense e o programa Google Earth na versão WEB 9.148.0.0. Os padrões de distribuição geográfica da espécie acapu foram estabelecidos no âmbito do domínio fitogeográfico Amazônia Brasileira.

2.2.3.2. Inventário pré-exploração e inventário contínuo

Para inferir sobre a estrutura populacional considerando as árvores com $DAP \geq 10\text{cm}$, fez-se a análise conjunta dos dados do IFPC e IFC. Do IFPC utilizou-se as informações de todas as árvores com $DAP \geq 40\text{cm}$ e do IFC as árvores com DAP entre 10cm e 40cm ($10 \leq DAP < 40$).

2.2.3.3. Estimação de parâmetros e análise estatística

Cada um dos 15 sítios de estudo (Tabela 1) representou uma amostra dos dados. A partir da união das informações do IFPC e IFC de cada sítio, e devido a esses sítios de estudo apresentarem áreas de tamanhos diferentes, adotou-se a densidade de árvores, área basal e volume por hectare.

As informações preliminares da estrutura diamétrica, basal, volumétrica e hipsométrica da espécie foram obtidas por meio das estatísticas descritivas: frequência, mínimo e máximo, média, erro padrão, variância, desvio padrão, moda, mediana, quartis, assimetria, curtose, média geométrica e CV (MACHADO *et. al.*, 2010).

As análises dos dados, o cálculo dos parâmetros e a análise estatística foram realizados com o auxílio dos softwares Microsoft Office Excel, BROFFICE, plataforma R 3.6.0 (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2019) e Past 4.03.

2.2.3.4. Estrutura horizontal

A estrutura populacional da espécie foi avaliada por meio dos parâmetros a seguir.

2.2.3.4.1. Densidade

Para quantificar a participação da espécie na floresta manejada foi utilizada a densidade absoluta (Da) que indica o número médio de indivíduos por área (hectare). Esse parâmetro será calculado de acordo com Lamprecht (1962).

$$Da = \frac{\text{Nº de plantas da espécie}}{\text{Área amostra}}$$

2.2.3.4.2. Dominância

Para inferir sobre a potencialidade produtiva da espécie na floresta foi utilizada a dominância, de acordo com Lamprecht (1962), Vega (1966) e Finol (1971) onde a dominância absoluta (Doa) é a somatória das áreas transversais (g_i) de todos os indivíduos da i -ésima espécie pela unidade de área amostrada, ou simplesmente a área basal (G) da espécie, expressando-se em m^2/ha .

Doa = G_i Onde: $G = \sum g_i/N$, expressa em m^2/ha ; sendo $g = 0,7854 \times DAP^2$, expressa em m^2 e; N = área amostrada.

2.2.3.4.3. Distribuição diamétrica

O valor acumulado da variável densidade absoluta (ind/ha) foi agrupado em classes de diâmetro com amplitude de classe de 10,00 cm, conforme Barros (1980), iniciando-se do DAP mínimo de 10,00 cm. Essas distribuições diamétricas foram submetidas à verificação da suposição de normalidade e homocedasticidade de variâncias de seus dados, utilizando-se os testes de Shapiro-Wilk (W) e de Levene, respectivamente. Em caso de não apresentarem distribuição normal, foram transformados por meio do logaritmo comum e submetidos novamente aos testes de normalidade e homocedasticidade de variâncias.

Com base nos dados da distribuição diamétrica foi calculado o quociente 'q' de De Liocourt (DE LIOCOURT, 1898), obtido pela divisão do número de indivíduos numa classe diamétrica pelo número de indivíduos da classe diamétrica imediatamente superior. Nesse estudo o quociente “q” de De Liocourt foi utilizado para identificar o balanceamento da distribuição diamétrica da espécie.

Para verificar se a distribuição diamétrica se ajustava a uma curva exponencial negativa conforme o padrão esperado para espécies nativas (SCOLFORO, 1998), estas foram ajustadas pela função de distribuição de Meyer (1952) tipo I linearizada (eq. 1). (ALVES JUNIOR et al., 2009; ALVES JUNIOR et al., 2010; HESS et al., 2014; MEIRA et al., 2016; SANTOS et. al., 2018).

$$\ln(y_i) = \beta_0 + \beta_1.X_i + \varepsilon_i \quad [\text{Eq.1}]$$

onde: y_i = número de árvores por hectare por classe de diâmetro, e para viabilizar os cálculos nas classes em que houve inexistência de indivíduos, somou-se o número 1 como constante a todas as classes; X_i = centro de classe de diâmetro; β_0 , β_1 = parâmetros dos ajustes do modelo, exprimem a estrutura da vegetação em relação à distribuição dos diâmetros; ε_i = erro aleatório. Seu ajuste foi verificado pelo critério do coeficiente de determinação ajustado ($R^2_{aj.}$) e erro padrão relativo.

A partir da função de distribuição ajustada (eq. 1), foi obtido o quociente ‘q’ intrínseco da vegetação por meio da equação 2, sendo utilizada a razão entre as frequências de uma classe de diâmetro qualquer (X_i) pela classe imediatamente acima (X_{i+1}) (HESS et al., 2014).

$$q = \frac{e(\beta_0 + \beta_1.X_i)}{e(\beta_0 + \beta_1.X_{i+1})} \quad [\text{Eq. 2}]$$

Para comparar os valores das variáveis entre os sítios de estudo e verificar se existia semelhança entre distribuições diamétricas foram utilizados, para as variáveis originalmente normais e as normalizadas por meio da transformação logarítmica, análise de variância (ANOVA), e se necessário, seguido pelo pós-teste de comparações de Tukey. As variáveis que mesmo após a transformação logarítmica não apresentaram distribuição normal foram analisadas pelo teste não paramétrico de Kruskal-Wallis (teste H) com um nível de significância de 5%, se necessário seguido pelo pós-teste de comparações múltiplas de Dunn (SIEGEL; CASTELLAN, 2006).

2.2.3.4.4. Distribuição de área basal

A distribuição de área basal de *V. americana* foi obtida pela mesma metodologia da distribuição diamétrica, considerando-se neste caso a variável área basal.

2.2.3.4.5. Distribuição de volume

A distribuição de volume de *V. americana* foi obtida pela mesma metodologia da distribuição diamétrica, considerando-se neste caso a variável volume.

2.2.3.4.6. Distribuição espacial

Os padrões de distribuição espacial de uma espécie podem ser estudados em escala macro (biogeográfico), meso (comunidades) ou micro (distribuição espacial dos indivíduos dentro da comunidade) (HAY et al., 2000). Para identificar o padrão de distribuição espacial de *V. americana* foi considerada a micro escala, utilizando-se o Inventário Florestal Pré-Colheita (IFPC) de 12 sítios de estudo. A partir do IFPCs foram selecionadas todas as árvores de acapu de cada sítio de estudo, Paragominas: $DAP \geq 20$ cm; Anapu2: $DAP \geq 20$ cm; Mazagão: $DAP \geq 30$ cm; Anapu6: $DAP \geq 40$ cm; Anapu7: $DAP \geq 40$ cm; Portel1: $DAP \geq 40$ cm; Portel2: $DAP \geq 40$ cm; Portel3: $DAP \geq 40$ cm; Almerim6: $DAP \geq 40$ cm; Almerim4: $DAP \geq 50$ cm; e Almerim5: $DAP \geq 50$ cm (Tabela 1 e Figura 1).

Para a avaliação do padrão de distribuição espacial de *V. americana* foi utilizada a função $K(h)$ de Ripley (1976), no caso univariado. A função $K(h)$ é uma função de densidade de probabilidade que considera a variância de todas as distâncias entre todos os eventos (ANJOS et. al., 2004). Neste estudo, cada árvore de *V. americana* foi considerada como um evento dentro do sítio estudado e o conjunto destes pontos originou um padrão espacial pontual. Basicamente, um círculo de raio h foi centrado em cada árvore (evento) e o número de árvores dentro de cada círculo foi contado. Devido não haver uma regra para ser determinada a distância h , assumiu-se o valor de $h = 5$ metros para todas as análises realizadas (ANJOS et. al., 2004; SOUZA et. al. 2021), até uma distância máxima de 1.500 m (SOUZA et. al., 2021).

A análise foi realizada graficamente, para facilitar a visualização dos desvios em relação à hipótese nula, foi gerado um gráfico onde a abscissa representa a amplitude de avaliação em metros e a ordenada a função transformada $L(m)$ da função K (RIPLEY, 1976). O envelope de confiança formado pela distância entre as duas linhas pontilhadas, as

quais foi construído estimando a função K sob padrão de completa aleatoriedade espacial (CAE). A hipótese nula (H_0) para a função K é que ocorre a completa aleatoriedade espacial (CAE) (SCALON et al., 2012), ou seja, os indivíduos apresentam distribuição espacial aleatória.

Assim, para valores observados dentro dos envelopes construídos, aceita-se (H_0) para completa aleatoriedade espacial e o padrão espacial é aleatório; para valores fora dos envelopes com valores positivos (acima das linhas pontilhadas) e valores negativos (abaixo das linhas pontilhadas), H_0 deve ser rejeitado e a hipótese alternativa de um padrão agregado deve ser aceita (CAPRETZ et al., 2012; MEIRA JUNIOR et al., 2017).

Os dados foram analisados usando o pacote *splan* no programa *R project* 3.2.6 for Windows. Para este estudo, a CAE foi testada com envelopes de confiança construídos através de 1000 simulações de *Monte Carlo* com 95% de probabilidade.

2.2.3.5. Estrutura Vertical

2.2.3.5.1. Distribuição de Altura

Todos os indivíduos mensurados em cada sítio de estudo foram organizados em ordem crescente de altura total e agrupados em classes de altura com amplitude de 2 m, iniciando-se na altura comercial mínima de 2,00m adaptados a partir dos estudos de Meira et al. (2016) e Souza et al. (2003). A partir desse agrupamento, distribuição hipsométrica da espécie acapu foi obtida pela mesma metodologia da distribuição diamétrica, considerando-se neste caso a variável altura.

2.2.3.6. Grupo Ecológico

Para identificar o grupo ecológico da espécie acapu, utilizou-se a classificação pioneira/clímax proposta por Whitmore (1990) com base em 16 características das espécies tropicais (Tabela 2), complementada por dados quantitativos da espécie: regeneração

natural, densidade mudas, varas e arvoretas, distribuição diamétrica de árvores com $DAP \geq 10\text{cm}$, e distribuição de altura em grupos de altura (inferior, médio e superior).

Assim como Oliveira *et al.* (2018) a classificação da espécie no grupo ecológico se deu de acordo com suas características. Dessa forma, baseando-se na relação entre os atributos qualitativos (Tabela 2) obtidos de estudos realizados com a espécie e nos dados quantitativos obtidos das populações estudadas, foi identificado o grupo ecológico ao qual a espécie acapu mais se adequa.

Tabela 2: Características contrastantes de dois grupos ecológicos de espécies tropicais.

Sinônimos	Intolerantes, demandantes de luz, pioneiras, espécies secundárias.	Tolerantes, resistentes a sombra, clímax, espécies primárias.
Sementes	Abundantes, pequenas, produção contínua durante todo o ano	Pouco abundantes, grande produção anual
Dispersão	Vento ou animais, por distâncias consideráveis	Diversas, inclusive gravidade, às vezes somente no local
Dormência	Quase sempre presente, nunca recalcitrante	Quase sempre ausente, quase sempre recalcitrante
Banco de sementes	Presente	Ausente
Crescimento em altura	Rápido	Lento
Madeira	Geralmente clara, baixa densidade, sem sílica	Normalmente escura, alta densidade, às vezes com sílica
Crescimento	Indeterminado	Determinado
Bifurcação	Alta	Baixa
Folhas	Vida curta	Vida longa
Raízes	Superficiais	Algumas profundas
Taxa de mortalidade/raiz	Baixa	Alta
Taxa fotossintética	Alta	Baixa
Toxidade química	Baixa	Alta
Susceptibilidade às folhas predação	Alta	Baixa
Distribuição geográfica	Ampla	Geralmente restrita
Plasticidade fenotípica	Alta	Baixa

Fonte: Whitmore (1990)

2.2.3.7. Dinâmica populacional

Para o estudo da dinâmica populacional de *V. americana* foram utilizados os dados das parcelas permanentes das populações Paragominas, Moju, Anapu6 e Jari (Figura 1), por serem essas populações as com mais anos de mensurações, enquanto que as demais se apresentavam com apenas a primeira mensuração.

Esse estudo da dinâmica de *V. americana* foi realizado em três estágios: a regeneração, o estrato arbustivo e o estrato arbóreo. Como regeneração considerou-se as mudas ($h \leq 30\text{cm}$ até $\text{DAP} < 2,5\text{cm}$). O estrato arbustivo considerou as varas ($2,5\text{cm} \leq \text{DAP} < 5\text{cm}$) e arvoretas ($5\text{cm} \leq \text{DAP} < 10\text{cm}$). E, como estrato arbóreo foram consideradas as árvores, aqueles indivíduos com $\text{DAP} \geq 10\text{cm}$.

Para a regeneração e o estrato arbustivo, foram calculadas as variáveis: taxa de Regeneração Natural (TR%), Ingresso (I%) e Mortalidade (M%). A regeneração natural (TR) foi avaliada pela equação proposta por Mory (2000):

$$\text{Tr} = \left(\frac{A_1 - A_0}{A_1 + A_0} \right) \times 100$$

Onde: Tr – taxa de regeneração natural em percentagem; A – abundância absoluta; A₀ – abundância absoluta no início do período; A₁ – abundância absoluta no final do período;

$$A_1 = A_0 + n_i - n_s$$

Onde: n_i – número de indivíduos que ingressaram no estudo, por germinação ou mudança de categoria de tamanho devido ao crescimento; e n_s – número de indivíduos que saíram do estudo, por morte ou mudança de categoria de tamanho devido ao crescimento.

O comportamento do ingresso, mortalidade e sobrevivência de *V. americana* foi avaliado pelas equações:

$$I = n_i / A_0$$

$$M = n_m / A_0$$

Onde: I – taxa de ingresso em percentagem; M – taxa de mortalidade em percentagem; e n_m – número de indivíduos que morreram durante o período.

A população de árvores com $\text{DAP} \geq 10\text{cm}$ foi avaliada através das taxas de Ingresso (I%) e Mortalidade (M%), pelas equações descritas anteriormente. O crescimento diamétrico dos indivíduos da espécie foi avaliado pelo Incremento Periódico Anual (IPA).

Os cálculos dos incrementos periódicos médios anuais em diâmetro (IPA_{DAP}) foram efetuados considerando a primeira e a última medição em cada população de *V. americana*, conforme a fórmula seguinte:

$$IPA_{DAP} = (DAP_1 - DAP_0) / (ANO_1 - ANO_0)$$

Onde: IPA_{DAP} : Incremento periódico anual em diâmetro; DAP_0 : Diâmetro no início do período; DAP_1 : Diâmetro no final do período; ANO_0 : Ano no início do período; e ANO_1 : Ano no final do período.

Os dados foram analisados com o auxílio dos softwares Microsoft Office Excel, Broffice, plataforma R 3.6.0 (R Development Core Team, 2019) e Past 4.03.

2.2.4. Convenções e conceituações

- Quando da coleta de dados nos IFPC e IFC, as áreas de estudo eram florestas primárias sem ter sofrido perturbação antrópica recente, dessa forma, assumiu-se no presente estudo que os sítios de estudo sofreram apenas perturbações naturais.
- Descontinuidade na distribuição diamétrica - distribuição diamétrica que apresenta inexistência de indivíduos numa ou mais classes diamétricas.
- Salto na classe diamétrica - aumento repentino do número de árvores numa classe diamétrica em relação à classe anterior, resultando numa descontinuidade da diminuição do número de indivíduos à medida que aumenta a classe diamétrica. O Salto do número de árvores na classe diamétrica é um amortecimento no decrescimento da função.
- Distribuição diamétrica truncada - distribuição diamétrica que apresenta pelo menos um “salto” no número de arvores numa classe diamétrica.

2.3. Resultados

2.3.1. Distribuição Geográfica

O gênero *Vouacapoua* Aublet, distribui-se no norte da América do Sul, apresentando duas espécies (COTA, 2020), *Vouacapoua americana* Aublet e *Vouacapoua pallidior* Ducke. De acordo com Rodrigues *et. al.* (2012), *V. americana* foi descrita por Aublet no apêndice da sua obra p. 9-11 e ilustrada pela estampa 373. A espécie *Vouacapoua americana* Aublet é razoavelmente distribuída na região Amazônica, sendo encontrada na Guiana, Suriname e Guiana Francesa (DUCKE, 1949; ULIBARRI 2008). Na Amazônia brasileira distribui-se desde o nordeste do estado do Maranhão, Pará e Amapá (SILVA *et al.*, 1989; RIZZINI, 1990; RIZZINI; MORS, 1995; VIANA, *et al.*, 2011). A espécie *V. americana* apresenta uma relação de afinidade com a espécie *Vouacapoua pallidior* Ducke, sendo esta uma espécie endêmica do Brasil (COTA, 2020). Segundo Rizzini (1990), *V. americana* é semelhante morfológicamente a *V. pallidior*, mas se separam, pelo fato de *V. americana* apresentar flores menores, madeira escura e brácteas e bractéolas superando em tamanho o pedicelo.

Dependendo da região em que é encontrado, *V. americana* pode ser chamado de Bruinhart; Vacapon; Black Heart; Acapu (Brasil); Brown Heart; Amazon Wood; Wacapou; Sarebebeballi; Partridge Wood, entre outros (IBDF, 1981 e CAMARGO, 1996).

V. americana ocorre, naturalmente, nas florestas primárias da terra firme da Amazônia Oriental, onde é medianamente frequente, porém de dispersão irregular e descontínua; ocorre, preferencialmente, no interior da mata primária, em terrenos planos com solos argilosos, argilo-arenosos ou sílico argilosos, bem supridos de umidade, geralmente próximos às margens dos rios (SOUZA *et. al.*, 2000; LORENZI, 2002; SILVA; LEÃO, 2006).

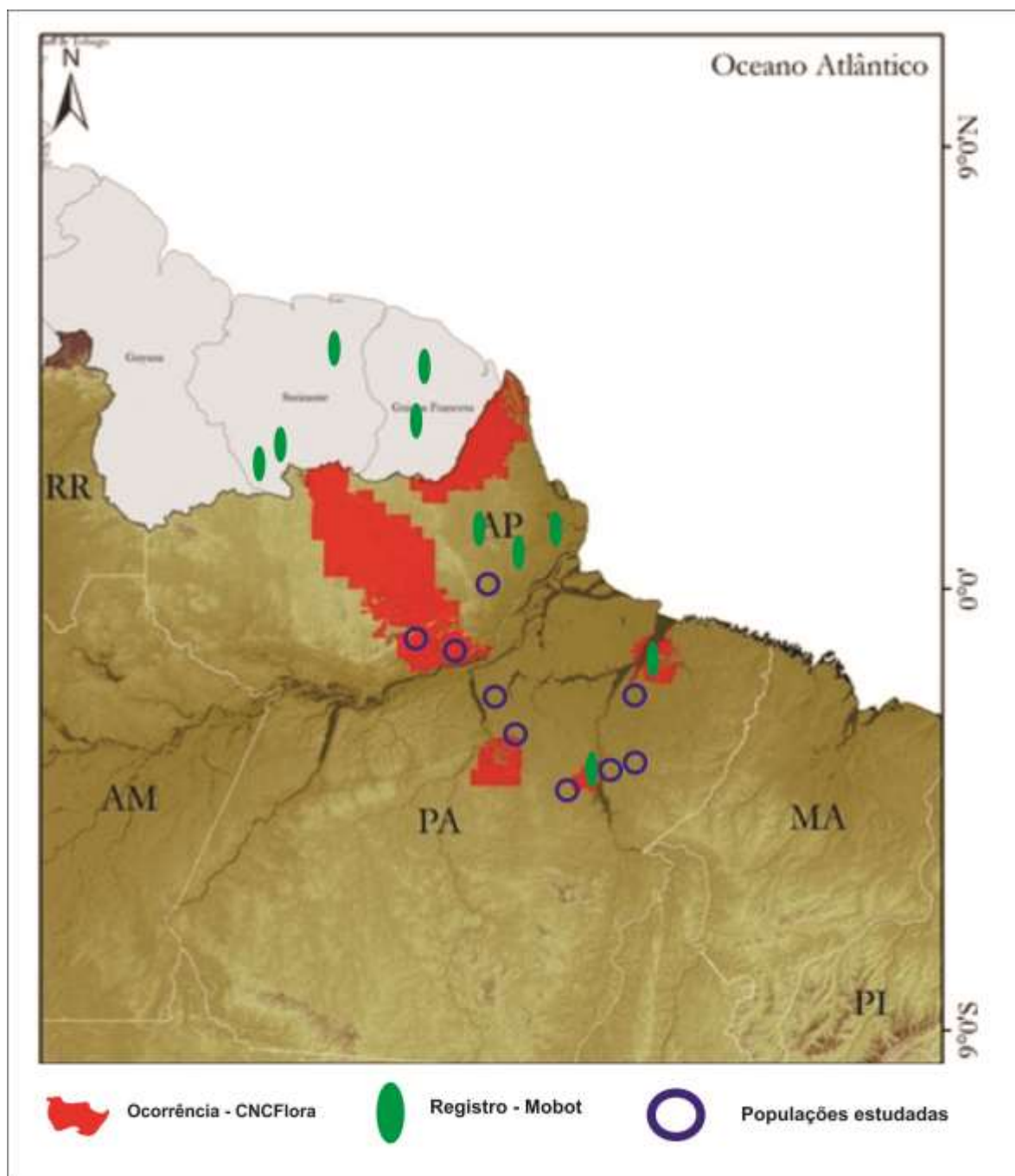


Figura 2: Croqui da distribuição geográfica da espécie acapu (*Vouacapoua americana* Aublet) no norte da América do Sul.

Fonte: Adaptado pelo Autor, a partir do mapas do CNCFlora, Mobot e das populações estudadas.

2.3.2. Estrutura das Populações

2.3.2.1. Densidade

A tabela 3 apresenta a descrição das variáveis dendrométricas de *V. americana* para 36609 árvores registradas em toda a área de estudo, os diâmetros variaram entre 10cm e 127,32cm, com média de 48,08cm, a mediana de 49,02cm e moda de 50,93cm. Os valores de altura variaram entre 2,00 m e 25,00 m, com média de 11,61 m, mediana de 12,00m e moda de 12,00m. *V. americana* Aublet apresentou alta densidade de árvores em todas as áreas estudadas, variando de 6,31 árv/ha a 25,55 árv/ha, com média de 15,79 árv/ha.

Tabela 3: Dados da estrutura horizontal da espécie acapu (*Vouacapoua americana* Aublet) relativos às árvores com DAP $\geq 10,00$ cm, inventariadas nas áreas estudadas nos estados do Pará e Amapá, Brasil.

AMF/UPA	Inventário	Nº Árvores	DAP (cm)			Altura (m)			Da (ind/ha)	G (m²/ha)	V (m³/ha)
			Mínimo	Médio	Máximo	Mínimo	Médio	Máximo			
Paragominas	IFC+IFPC	9288	10,30	38,59	108,23	3,00	10,32	22,00	13,55	1,3359	10,006
Moju	IFC	131	10,00	29,24	94,90	4,00	8,70	14,00	11,91	1,0911	9,060
Breu	IFC	557	10,00	26,55	74,17	4,00	8,62	14,00	25,55	1,7497	13,641
Repartimento	IFC+IFPC	1411	10,03	37,25	92,63	4,00	10,76	14,00	21,32	1,5581	12,343
Anapu2	IFC+IFPC	7111	17,51	40,49	125,99	4,00	10,67	23,00	22,99	2,6044	20,709
Anapu6	IFC+IFPC	2174	10,00	54,48	127,32	4,00	12,38	25,00	20,75	1,8221	14,778
Anapu7	IFC+IFPC	2619	10,50	55,08	114,59	2,00	12,81	22,00	12,65	1,5476	13,264
Portel1	IFC+IFPC	3396	14,01	56,04	111,41	6,00	13,16	18,00	14,70	1,0126	7,888
Portel2	IFC+IFPC	2628	10,03	57,33	105,04	2,00	13,72	18,00	20,30	1,3348	10,392
Portel3	IFC+IFPC	1493	10,03	55,86	98,68	2,00	13,51	18,00	16,14	0,6159	4,188
Mazagão	IFC+IFPC	99	12,41	49,24	92,31	5,00	13,40	18,00	6,31	0,9101	8,858
Jari	IFC	149	10,28	37,27	100,90	7,00	12,03	17,00	24,83	3,4521	32,169
Almerim4	IFC+IFPC	1228	11,46	66,11	120,96	4,00	12,89	18,00	7,30	0,5063	1,665
Almerim5	IFC+IFPC	1686	10,50	60,52	114,59	4,00	12,46	18,00	7,83	0,5548	1,923
Almerim6	IFC+IFPC	2639	10,31	61,36	108,23	4,00	11,73	18,00	9,80	0,7757	2,786
Total		36609	10,00	48,08	127,32	2,00	11,61	25,00	15,73	1,3914	10,911
Contagem			36609			36609			15	15	15
Mínimo			10			2			6,31	0,5063	1,665
Máximo			127,32			25,00			25,55	3,4521	32,169
Intervalo			117,32			23,00			19,24	2,9458	30,504
Soma			1760214,67			425158,00			235,92	20,8712	163,670
Média			48,08			11,61			15,73	1,3914	10,911
Erro padrão			0,08			0,01			1,69	0,2072	2,039
Variância da amostra			259,34			7,75			42,62	0,6442	62,376
Desvio padrão			16,10			2,78			6,53	0,8026	7,898
Mediana			49,02			12,00			14,70	1,3348	10,006
Modo			50,93			12,00			-	-	-
Primeiro Quartil			36,00			10,00			9,80	0,7757	4,188
Terceiro Quartil			58,57			14,00			21,32	1,7497	13,641
Assimetria			0,11			-0,35			0,07	1,3544	1,379
Curtose			-0,11			0,19			-1,39	2,0401	2,842
Geom. mean			45,05			11,22			14,35	1,2061	8,232
Coeff. var			33,49			23,98			41,51	57,6855	72,382

A tabela 4 apresenta a densidade absoluta da espécie acapu referente a outros estudos realizados na região amazônica.

Tabela 4: densidade absoluta (Da), área basal (G) e volume (V) da espécie acapu referente a estudos realizados na região amazônica.

Estudos	Local	Tipologia Predominante	DAP inicial	Da (ind/ha)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)
Presente estudo	15 sítios	floresta de terra firme (FOD)	DAP≥10cm	6,31 a 25,55	0,5063 a 3,4521	4,036 a 32,169
Abreu et al. (2018)	Anapu/PA		DAP≥20cm			
Almeida et al. (1993)	Caixiuana, Melgaço/Pa		DAP≥10cm	2		
Alves & Miranda (2008)	Jari, Almeirim/PA	floresta de terra firme (FOD)	DAP≥30cm	6,104 a 16,43	1,114 a 2,963	
Alves & Miranda (2008)	Acapu-Angelim	floresta de terra firme (FOD)		6,104	1,114	
Alves & Miranda (2008)	Acapu-Cupiuba	floresta de terra firme (FOD)		16,43	2,963	
Alves & Miranda (2008)	Acapu-tachi preto	floresta de terra firme (FOD)		7,439	1,188	
Alves & Miranda (2008)	Angelim-Muiraubá	floresta de terra firme (FOD)		0,004		
Alves & Miranda (2008)	Cupiuba-Maparajuba	floresta de terra firme (FOD)		0,204		
Alves & Miranda (2008)	Cupiuba-Cariperana	floresta de terra firme (FOD)		0,241		
Amaral et al. (2009)	RMB		DAP≥10cm	2,27 a 11,50		
Amaral et al. (2009)	ilha Trambioca – Barcarena		DAP≥10cm	11,5		
Amaral et al. (2009)	Reserva do Mocambo		DAP≥10cm	2,27		
Amaral et al. (2009)	Gunma		DAP≥10cm	5,1		
Amaral et al. (2009)	Bosque Rodrigues Alves/Jardim Botânico da Amazônia		DAP≥10cm	4,07		
Amaral et al. (2009)	Reserva Florestal da Amafrutas		DAP≥10cm	6,4		
Batista et al. (2015)	Amapá	Floresta de Terra Firme Densa Submontana (FTFDSm) e		0,96	0,24	
		Floresta de Terra Firme Densa de Baixo Platô (FTFDBP)				
Carim et al. (2013)	Calçoene/AP e Oiapoque/AP	floresta de terra firme (FOD)	DAP≥10cm	4,41	1,0645	
Carim et al. (2015)	RDS Iratapuru, Laranjal do Jari/AP	floresta de terra firme (FOD)	DAP≥10cm	8,5	0,437	
Coelho et al. (2017)	Anapu/PA	floresta de terra firme (FOD)	DAP≥10cm	21	1,84	
Costa et. al. (1998)	Moju/PA	floresta de terra firme (FOD)	DAP≥45cm	1,72	0,4984	6,5407
Costa et. al. (1998)	Moju/PA	floresta de terra firme (FOD)	DAP≥25cm	4,22	1,0597	14,011
Filho (2004)	estado do Amapá (Radam 1974)	Floresta Ombrófila Densa Submontana		3,2616	2,8408	6,83
Francez et al. (2009)	Paragominas/PA	floresta de terra firme (FOD)	DAP≥10cm	10,33	0,99	
Gonçalves et al (2010)	Portel e Pacajá	floresta de terra firme (FOD)	DAP≥15cm	9,75		
Lima et al. (2019)	RDS Iratapuru, Laranjal do Jari/AP	floresta de terra firme (FOD)	DAP≥20cm	18	4,7	
Lopes et al. (2009)	Jari, Almeirim/PA (UPA 2004)	floresta de terra firme (FOD)	DAP≥35cm	5,2	0,9843	
Maestri et al. (2021)	Anapu/PA (UPA 6 VJ)	floresta de terra firme (FODSm)	DAP≥40cm	5	1,1194	8,4
MPEG (2008)	médio-baixo rio Xingu		DAP≥10cm	8,62		
Salomão et al. (2007)		floresta ombrófila densa, floresta ombrófila aluvial, floresta ombrófila aberta com palmeira, floresta ombrófila aberta com cipó e palmeira	DAP≥10cm	16,12		
Salomão et al. (2007)	Belo Monte-Altamira, Anapu, Senador José Porfírio e Vitória do Xingu/PA	floresta ombrófila densa		12,91		
Salomão et al. (2007)	Belo Monte-Altamira, Anapu, Senador José Porfírio e Vitória do Xingu/PA	floresta ombrófila aluvial		3,08		
Salomão et al. (2007)	Belo Monte-Altamira, Anapu, Senador José Porfírio e Vitória do Xingu/PA	floresta ombrófila aberta com palmeira		28		
Salomão et al. (2007)	Belo Monte-Altamira, Anapu, Senador José Porfírio e Vitória do Xingu/PA	floresta ombrófila aberta com cipó e palmeira		13,33		
Salomão et al. (2007)	Belo Monte-Altamira, Anapu, Senador José Porfírio e Vitória do Xingu/PA	Floresta ombrófila densa com exploração seletiva de madeira		15,5		
Silva et al. (2013)	Paragominas/PA	floresta de terra firme (FOD)	DAP≥10cm	5,33		
Silva et al. (2017)	Paragominas/PA	floresta de terra firme (FOD)	DAP≥10cm	10,67		
Silva et al. (2017)	Paragominas/PA	floresta de terra firme (FOD)	DAP≥10cm	8,67		
Souza et al. (2011)	FLOTA-AP, Porto Grande/AP	floresta de terra firme (FOD)	DAP≥10cm	13,13		22,92

2.3.2.2. Distribuição Diamétrica

A elevada amplitude (117,32cm) e dispersão dos diâmetros (CV=33,49%) demonstrados na tabela 2 resultou numa grande amplitude de classes de diâmetro (12 classes), nas quais foram distribuídos os valores observados e acumulados da densidade absoluta (Tabela 5), esses valores quando submetidos ao teste de Shapiro-Wilk (W), não apresentaram normalidade, mesmo após a aplicação de transformação logarítmica.

As distribuições diamétricas das populações estudadas (Tabela 5) analisadas pelo teste de Kruskal-Wallis, não apresentaram diferença significativa entre as medianas amostradas ($H=15,45$ e $p=0,3479$).

Tabela 5: Distribuição diamétrica de indivíduos por hectare da espécie acapu (*Vouacapoua americana* Aublet) em classes diamétricas com intervalo de 10cm, iniciando-se com DAP $\geq 10,00$ cm, para a área estudada nos estados do Pará e Amapá, Brasil.

CDAP	CC	Paragominas	Breu	Anapu2	Anapu6	Moju	Repartimento	Anapu7	Portel1	Portel3	Almerim4	Almerim5	Almerim6	Portel2	Mazagão	Jari
10-20	15	4,0000	9,7706	6,0000	7,8000	4,6364	9,2667	3,6000	6,6667	12,0000	3,2000	3,1111	3,6364	7,4286	1,6667	6,0000
20-30	25	3,1094	6,8807	4,6452	6,4000	3,2727	4,5239	2,8000	4,6667	2,6667	1,6000	2,2222	2,9091	5,1429	1,0000	4,3333
30-40	35	2,5913	3,9908	4,4718	1,8000	1,0909	2,5681	1,4000	1,3333	0,6667	1,2000	1,7778	2,1818	6,2857	0,8800	4,8333
40-50	45	1,9267	3,5321	3,7032	1,7918	0,8182	3,5071	1,7813	0,5013	0,1765	0,8000	0,1235	0,1580	0,2677	1,1200	3,3333
50-60	55	1,1486	1,1927	2,3708	1,4720	1,2727	1,1214	1,7381	0,9082	0,3829	0,1544	0,2396	0,3657	0,6613	0,5200	2,6667
60-70	65	0,4964	0,1376	1,2384	0,8664	0,5455	0,2357	0,7900	0,4550	0,1909	0,1618	0,1936	0,2984	0,3503	0,7200	2,0000
70-80	75	0,2105	0,0459	0,3783	0,4808	0,0909	0,0714	0,3800	0,1352	0,0535	0,1279	0,1226	0,1777	0,1291	0,2400	0,6667
80-90	85	0,0413		0,1253	0,0862	0,0909	0,0143	0,1110	0,0240	0,0050	0,0377	0,0301	0,0521	0,0233	0,0800	0,8333
90-100	95	0,0206		0,0337	0,0272	0,0909	0,0071	0,0376	0,0054	0,0022	0,0141	0,0060	0,0176	0,0044	0,0800	
100-110	105	0,0031		0,0169	0,0091			0,0113			0,0041	0,0026	0,0037	0,0022		0,1667
110-120	115			0,0024	0,0113			0,0038	0,0006		0,0008	0,0004				
120-130	125			0,0024	0,0045						0,0004					
Total (árv/ha)		13,55	25,55	22,99	20,75	11,91	21,32	12,65	14,70	16,14	7,30	7,83	9,80	20,30	6,31	24,83

CDAP: classe diamétrica; CC: Centro de Classe Diamétrica.

A distribuição diamétrica da espécie *V. americana* (Tabela 5 e Figura 3) mostrou em todas as populações estudadas que o número de árvores por hectare é maior nas menores classes diamétricas (10-40cm) e vai diminuindo à medida que o diâmetro aumenta (≥ 40 cm), apontando um comportamento decrescente da distribuição diamétrica da espécie. Somente nas populações Caix-1 e Jari não foram observados indivíduos em todas as suas

classes diamétricas, apresentando descontinuidade da distribuição em uma classe diamétrica (Tabela 5 e Figura 3). A exceção das populações Cikel, Breu, Anapu2 e Anapu6, nas outras 11 populações, a espécie apresentou em pelo menos uma classe de diâmetro um “salto”, um aumento do número de árvores em relação à classe anterior, resultando numa descontinuidade da diminuição do número de indivíduos à medida que aumenta a classe diamétrica (Tabela 5). Ainda assim, ficou evidente nas populações estudadas que as primeiras classes diamétricas (10 a 40cm) apresentaram alta densidade, concentrando o número de árvores por hectare (Tabela 5), sendo as árvores dessas classes consideradas como árvores finas.

O comportamento da espécie em apresentar pelo menos um salto na distribuição diamétrica em 11 das 15 populações estudadas (Tabela 5) foi evidenciado pelos resultados do Quociente de Liocourt “q”, os quais não demonstraram uma constância ou proximidade em seus valores, apresentando variações entre 0,4 a 23,48 (Tabela 6). A maior variação nos valores de “q” ocorreu do q4 ao q7 (Tabela 6), correspondente às classes diamétricas nas quais ocorreu o maior número de salto (Tabela 5). Em todas as populações estudadas, a maioria dos valores de ‘q’ se apresentou abaixo do seu respectivo valor médio (Tabela 6).

Tabela 6: Quociente 'q' de Liocourt da espécie acapu (*Vouacapoua americana* Aublet) em classes diametraais com intervalo de 10cm, iniciando-se com DAP $\geq 10,00$ cm, para a área estudada nos estados do Pará e Amapá, Brasil.

CDAP	Cq	Paragominas	Breu	Anapu2	Anapu6	Moju	Repartimento	Anapu7	Portel1	Portel3	Almerim4	Almerim5	Almerim6	Portel2	Mazagão	Jari
10-20	q1	1,29	1,42	1,29	1,22	1,42	2,05	1,29	1,43	4,50	2,00	1,40	1,25	1,44	1,67	1,38
20-30	q2	1,20	1,72	1,04	3,56	3,00	1,76	2,00	3,50	4,00	1,33	1,25	1,33	0,82	1,14	0,90
30-40	q3	1,34	1,13	1,21	1,00	1,33	0,73	0,79	2,66	3,78	1,50	14,40	13,81	23,48	0,79	1,45
40-50	q4	1,68	2,96	1,56	1,22	0,64	3,13	1,02	0,55	0,46	5,18	0,52	0,43	0,40	2,15	1,25
50-60	q5	2,31	8,67	1,91	1,70	2,33	4,76	2,20	2,00	2,01	0,95	1,24	1,23	1,89	0,72	1,33
60-70	q6	2,36	3,00	3,27	1,80	6,00	3,30	2,08	3,36	3,57	1,27	1,58	1,68	2,71	3,00	3,00
70-80	q7	5,10		3,02	5,58	1,00	5,00	3,42	5,63	10,78	3,40	4,07	3,41	5,55	3,00	0,80
80-90	q8	2,00		3,71	3,17	1,00	2,00	2,95	4,44	2,25	2,68	5,00	2,95	5,25	1,00	
90-100	q9	6,67		2,00	3,00			3,33			3,40	2,33	4,78	2,00		
100-110	q10			7,00	0,80			3,00			5,00	6,00				
110-120	q11			1,00	2,50						2,00					
Total (árv/ha)		13,55	25,55	22,99	20,75	11,91	21,32	12,65	14,70	16,14	7,30	7,83	9,80	20,30	6,31	24,83
Média de (q)		2,66	3,15	2,46	2,32	2,09	2,84	2,21	2,95	3,92	2,61	3,78	3,43	4,84	1,68	1,44
"q" intrínseca		2,17	2,45	2,21	2,05	1,70	2,53	1,96	2,47	2,64	2,24	2,31	2,02	2,53	1,46	1,46

CDAP: classe diamétrica; Cq: Classes do Quociente de Liocourt “q”.

A partir da verificação da presença ou ausência de salto e descontinuidade na distribuição diamétrica da espécie, identificou-se três grupos de distribuição diamétrica nas populações de *V. americana*: a) sem presença de salto ou descontinuidade (Paragominas, Breu e Anapu2) (Figura 3a); b) com presença de salto do n° ind/há em pelo menos uma classe de DAP (Moju, Repartimento, Anapu6, Anapu7, Portel1, Portel3, Almerim4, Almerim5 e Almerim6) (Figura 3b); e c) com presença de salto e ou descontinuidade do n° ind/há em pelo menos duas classes de DAP (Portel2, Mazagão e Jari) (Figura 3c).

Apesar de algumas populações estudadas terem apresentado distribuição diamétrica descontinua ou distribuição diamétrica truncada (Tabela 5 e Figura 3), ainda assim, observou-se, que todas as populações apresentaram uma distribuição diamétrica de comportamento decrescente das menores para as maiores classes de DAP. Esse comportamento foi ratificado quando a distribuição diamétrica ajustada a partir do modelo de Meyer em sua forma linearizada, apresentou uma curva, assemelhando-se a um “J-reverso” (Tabela 5 e Figuras 3a, 3b e 3c).

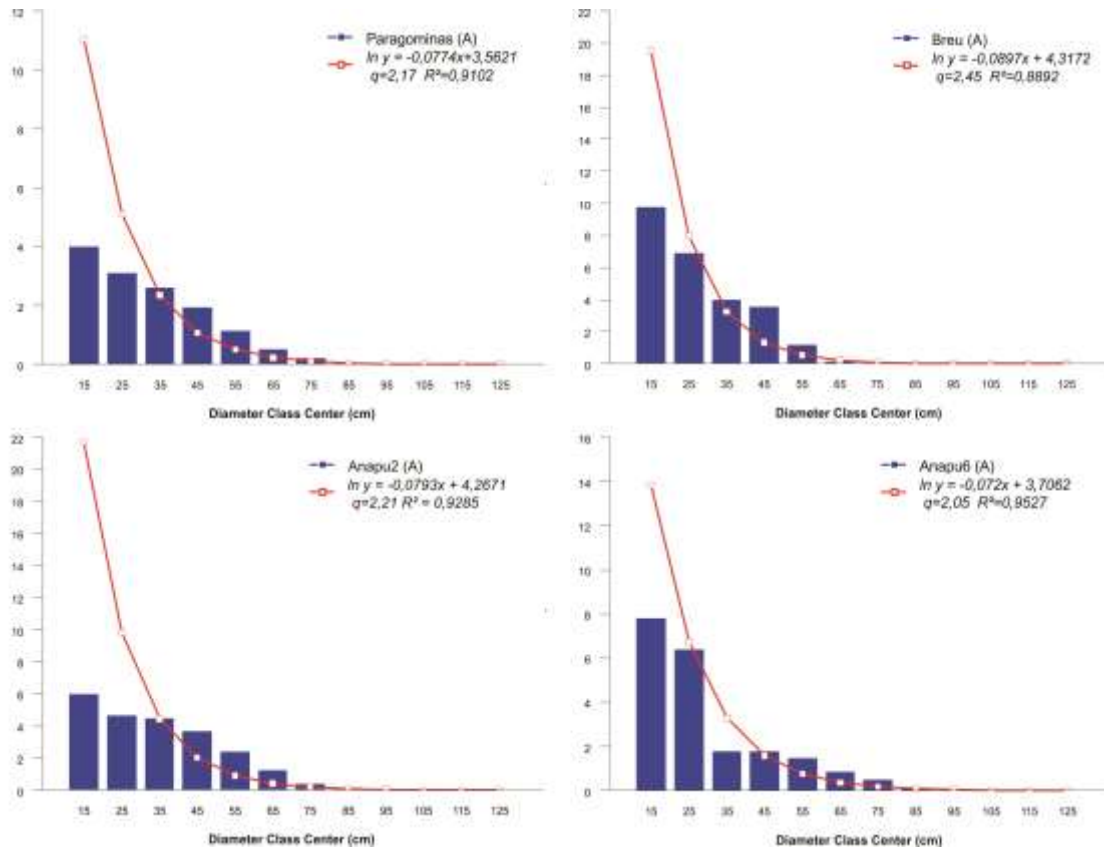


Figura 3a - Distribuição diamétrica sem salto ou descontinuidade, observada e estimada, das árvores de acapu (*Vouacapoua americana* Aublet) com DAP ≥ 10 cm, nas áreas estudadas.

Fonte: Autor, 2021.

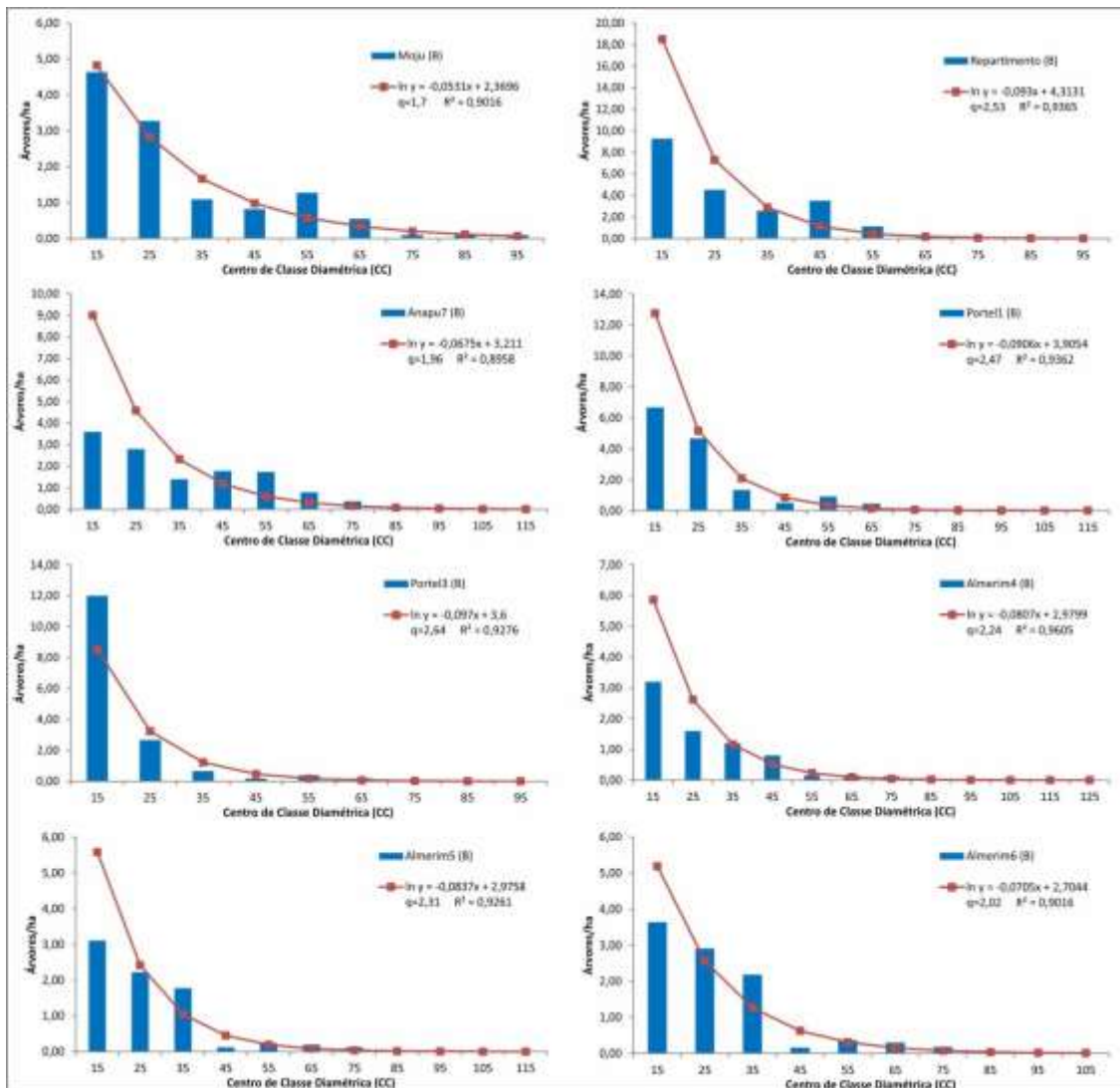


Figura 3b - Distribuição diamétrica com um salto ou descontinuidade, observada e estimada, das árvores de acapu (*Vouacapoua americana* Aublet) com DAP ≥ 10cm, nas áreas estudadas.

Fonte: Autor, 2021.

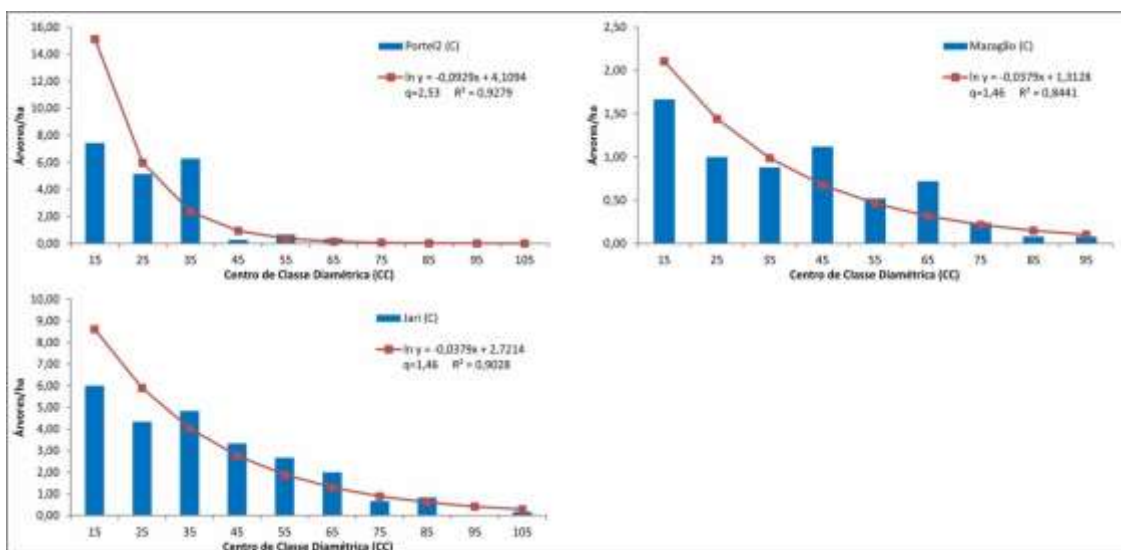


Figura 3c - Distribuição diamétrica com dois saltos ou descontinuidade, observada e estimada, das árvores de acapu (*Vouacapoua americana* Aublet) com DAP ≥ 10cm, nas áreas estudadas.

Fonte: Autor, 2021.

2.3.2.3. Dominância e Distribuição de área basal

A área basal das populações da espécie *V. americana* Aublet variou entre 0,5063m²/ha a 3,4521m²/ha, com média de 1,3914 m²/ha (sd=0,8). Os maiores valores de área basal foram apresentados nas populações Jari, Anapu2 e Anapu6, respectivamente, enquanto os sítios Almerim4, Almerim5 e Portel3 apresentaram os menores valores (Tabela 3).

A tabela 7 apresenta as classes de diâmetro com os valores acumulados da dominância absoluta (m²/ha) observada. Esses valores, quando submetidos ao teste de Shapiro-Wilk (W), não apresentaram normalidade, mesmo após a aplicação de transformação logarítmica.

As distribuições de área basal das populações estudadas (Tabela 7) avaliadas pelo teste de Kruskal-Wallis apresentaram diferença significativa entre as medianas amostradas ($H=32,9$ e $p=0,003$). Em seguida, o pós-teste de comparações múltiplas de Dunn revelou

que as populações Jari, Almerim4 e Almerim5 formam três grupos diferentes (Tabela 7 e Figura 4).

Tabela 7: Distribuição da área basal da espécie acapu (*Vouacapoua americana* Aublet) em classes diametraais com intervalo de 10cm, iniciando-se com DAP $\geq 10,00$ cm, para as populações estudadas nos estados do Pará e Amapá, Brasil.

Classes de DAP (CDAP)	CC	Paragominas	Moju	Breu	Repartimento	Anapu2	Anapu6	Anapu7	Portel1	Portel2	Portel3	Mazagão	Jari	Almerim4	Almerim5	Almerim6
10-20	15	0,0719	0,0789	0,1592	0,1583	0,1334	0,1354	0,0629	0,1516	0,1273	0,2155	0,0324	0,1134	0,0410	0,0489	0,0584
20-30	25	0,1531	0,1603	0,3306	0,2089	0,2404	0,3041	0,1344	0,2488	0,2729	0,1299	0,0538	0,2216	0,0674	0,1062	0,1525
30-40	35	0,2487	0,1015	0,3825	0,2769	0,4275	0,1716	0,1283	0,0961	0,5485	0,0630	0,0886	0,4581	0,1098	0,1835	0,2326
40-50	45	0,3038	0,1227	0,5467	0,5407	0,5768	0,2892	0,3005	0,0861	0,0466	0,0302	0,1888	0,5259	0,1079	0,0214	0,0274
50-60	55	0,2690	0,2940	0,2704	0,2558	0,5523	0,3450	0,4011	0,2107	0,1552	0,0894	0,1225	0,6186	0,0370	0,0568	0,0867
60-70	65	0,1593	0,1824	0,0406	0,0745	0,3985	0,2779	0,2557	0,1451	0,1117	0,0608	0,2275	0,6515	0,0524	0,0621	0,0963
70-80	75	0,0906	0,0372	0,0198	0,0302	0,1627	0,2050	0,1617	0,0567	0,0546	0,0227	0,0999	0,2857	0,0551	0,0522	0,0769
80-90	85	0,0225	0,0498		0,0079	0,0693	0,0489	0,0632	0,0132	0,0130	0,0028	0,0430	0,4440	0,0213	0,0170	0,0295
90-100	95	0,0143	0,0643		0,0048	0,0236	0,0197	0,0266	0,0038	0,0031	0,0016	0,0535		0,0097	0,0041	0,0124
100-110	105	0,0027				0,0144	0,0080	0,0093		0,0018			0,1333	0,0035	0,0022	0,0031
110-120	115					0,0024	0,0116	0,0038	0,0006					0,0008	0,0004	
120-130	125					0,0030	0,0055							0,0005		
Contagem	9288	131	557	1411	7111	2094	2699	3377	2595	1545	99	149	1211	1670	2672	
Mínimo	0,0083	0,0079	0,0079	0,0079	0,0241	0,1263	0,0079	0,1263	0,1284	0,0079	0,0121	0,0083	0,1987	0,1345	0,0084	
Máximo	0,9199	0,7073	0,4320	0,6739	1,2466	1,2732	1,0313	0,9748	0,8666	0,7647	0,6692	0,7997	1,1491	1,0313	0,9199	
Intervalo	0,9116	0,6995	0,4242	0,6660	1,2226	1,1469	1,0235	0,8485	0,7382	0,7568	0,6571	0,7914	0,9504	0,8968	0,9116	
Soma	1225,3760	12,0017	38,1423	175,1567	1027,4400	533,9006	654,3304	858,7539	696,5673	379,2067	20,8561	20,7128	435,5718	502,4724	812,2346	
Média	0,1319	0,0916	0,0685	0,1241	0,1445	0,2550	0,2424	0,2543	0,2684	0,2454	0,2107	0,1390	0,3597	0,3009	0,3040	
Erro padrão	0,0010	0,0100	0,0027	0,0021	0,0013	0,0026	0,0022	0,0014	0,0018	0,0023	0,0133	0,0115	0,0037	0,0028	0,0024	
Variação da amostra	0,0097	0,0132	0,0041	0,0064	0,0112	0,0139	0,0130	0,0069	0,0080	0,0082	0,0175	0,0198	0,0164	0,0133	0,0157	
Desvio padrão	0,0986	0,1149	0,0644	0,0801	0,1059	0,1180	0,1140	0,0833	0,0894	0,0908	0,1321	0,1408	0,1280	0,1152	0,1255	
Mediana	0,1016	0,0445	0,0448	0,1243	0,1146	0,2300	0,2140	0,2300	0,2493	0,2300	0,1839	0,0877	0,3279	0,2783	0,2843	
Moda	0,0796	0,0314	0,1560	0,0963	0,0963	0,1790	0,1790	0,2037	0,2037	0,2037	0,3183	0,0828	0,3183	0,2873	0,2578	
Primeiro Quartil	0,0589	0,0186	0,0189	0,0566	0,0660	0,1743	0,1790	0,1987	0,2037	0,1962	0,1127	0,0326	0,2665	0,2166	0,2166	
Terceiro Quartil	0,1767	0,1170	0,1019	0,1657	0,1912	0,3151	0,2873	0,2934	0,3183	0,2873	0,2964	0,2050	0,4210	0,3678	0,3678	
Assimetria	1,8201	2,4030	1,4677	0,9908	1,9468	2,3917	1,6083	1,5983	1,6584	0,6132	1,2033	1,7490	1,4511	1,3921	1,0703	
Curtose	4,9030	7,4376	2,3609	3,3501	6,8045	10,5963	5,0126	4,7480	4,6876	2,8972	1,9188	3,6076	3,1732	3,2715	1,9544	
Média Geométrica	0,1036	0,0484	0,0435	0,0903	0,1146	0,2348	0,2145	0,2428	0,2560	0,2218	0,1680	0,0815	0,3405	0,2820	0,2765	
Coefficiente de Variação	74,7689	125,4638	93,9828	64,4987	73,3150	46,2793	47,0075	32,7719	33,2929	36,9886	62,7214	101,2959	35,5808	38,2728	41,2724	

CDAP: classe diamétrica; CC: Centro de Classe Diamétrica.

Apesar de nas primeiras classes diamétricas (10 a 40cm) haver alta densidade da espécie (Tabela 3), as árvores nessas classes são mais finas, o que resulta numa menor concentração de área basal (Tabela 7 e Figura 4) no entanto, as populações Caxiuanã 2, Caxiuanã 3, Almerim5 e Almerim6, apresentaram as maiores concentrações de área basal da espécie nas classes diamétricas entre 10 a 40cm. As 11 populações restantes apresentaram as maiores concentrações de área basal da espécie nas classes diamétricas entre 40 a 80cm, caracterizadas por uma densidade de árvores muito menor que nas classes diamétricas entre 10 a 40cm, porém, com árvores de tamanho mediano. Por outro lado, as classes acima de 80cm apesar de apresentarem árvores mais grossas, concentram menor número de árvores por hectare em cada população (Tabela 3), resultando numa baixa concentração de área basal (Tabela 7).

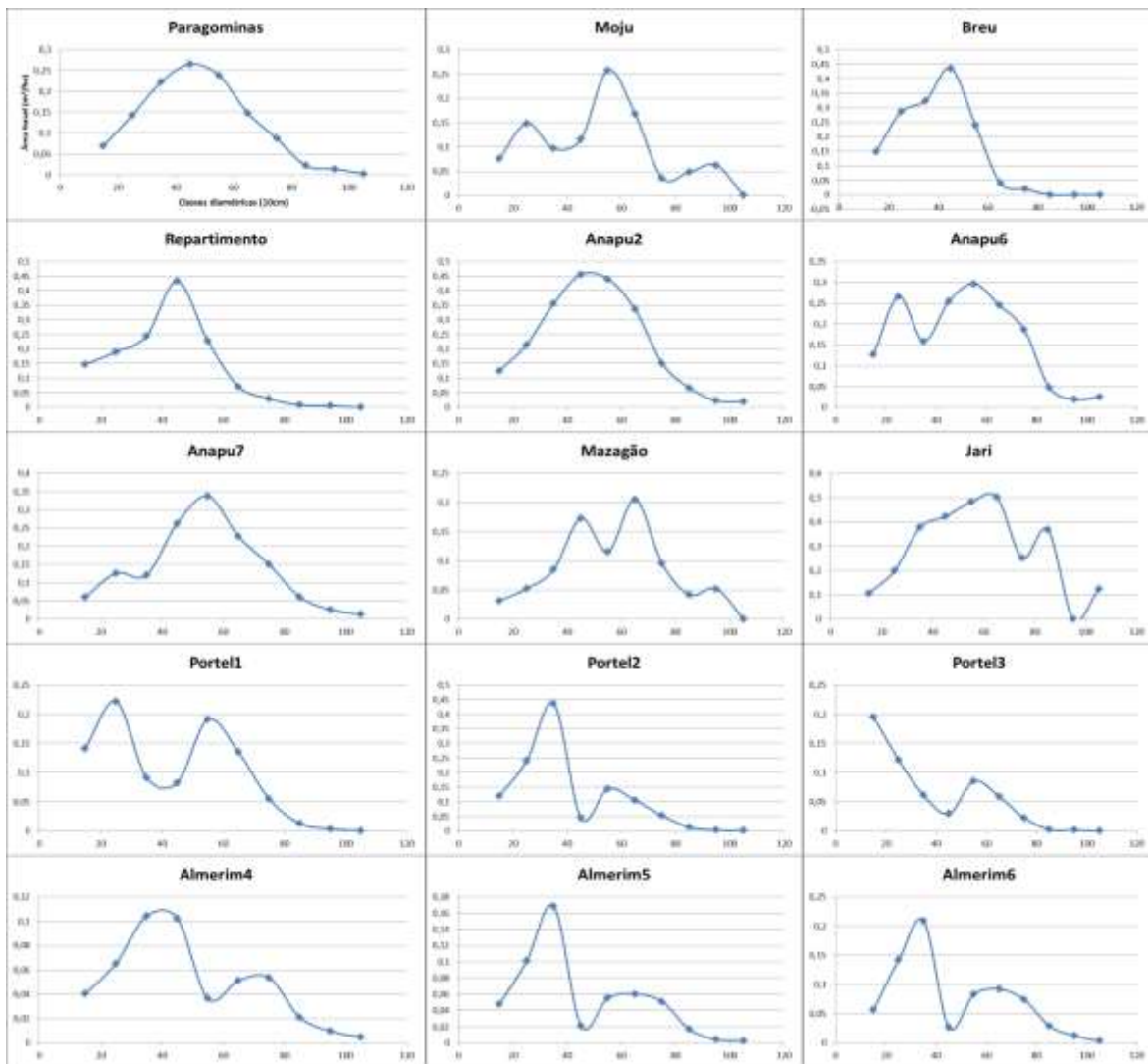


Figura 4: Distribuição de área basal das populações de acapu (*Vouacapoua americana* Aublet) com DAP $\geq 10,00$ cm, inventariadas nas áreas estudadas.

Fonte: Autor, 2021.

Somente a população Portel3 apresentou a distribuição da área basal com redução acentuada e contínua do nº ind/ha das menores para as maiores classes de DAP (Figura 4) as outras 14 populações estudadas apresentaram tendência de aumento da dominância da primeira classe diamétrica até aquela que apresenta o ponto de máxima elevação da área basal (Figura 4), a distribuição da área basal dessas populações apresentou tendência

unimodal, com achatamento da curva e deslocamento para a esquerda à medida que os diâmetros das árvores vão aumentando (Figura 4).

2.3.2.4. Distribuição de Altura

A altura comercial de *V. americana* Aublet nas populações estudadas variou de 2m, nos sítios Anapu7, Caxiuanã2 e Caxiuanã3, a 25m no sítio Anapu6, com média variando de 8,62m na população Breu, a 13,72m na população Caxiuanã2. Os menores valores de altura máxima, alturas inferiores a 15m foram observadas nas populações Moju, Breu e Repartimento. Somente, as populações Paragominas, Anapu2, Anap6 e Anapu7 apresentaram alturas superiores a 20m (Tabelas 3 e 8 e Figura 5). Essa elevada amplitude (23m) e dispersão dos diâmetros ($CV=23,98\%$) resultou em 12 classes de altura (Tabelas 3 e 8).

Os valores da altura comercial distribuídos nas classes de altura (Tabela 8), quando submetidos ao teste de Shapiro-Wilk (W), apresentaram normalidade de seus dados. As distribuições de altura comercial das populações estudadas (Tabela 8) analisadas por meio de ANOVA, não apresentaram diferença significativa entre as medias das alturas das populações amostradas ($F=0,5626$ e o $p=0,888$).

Nenhum sítio de estudo apresentou árvores em todas as 12 classes de altura, porém, nos sítios Paragominas, Anapu7, Caxiuanã2 e Caxiuanã3, apresentaram uma distribuição contínua desde a primeira classe de altura até a última classe presente em cada população (Tabela 8). Todas as populações estudadas apresentaram árvores nas classes de altura entre 10 a 16m, sendo essas as classes mais representativas das alturas de fuste da espécie (Tabela 8). As alturas comerciais das árvores presentes nessas classes são as de maior ocorrência em suas populações, uma vez que em todos os sítios a moda está presentes nessas classes, exceção para o sítio Moju, onde a moda está na classe de 6-8m (Tabela 8 e Figura 5).

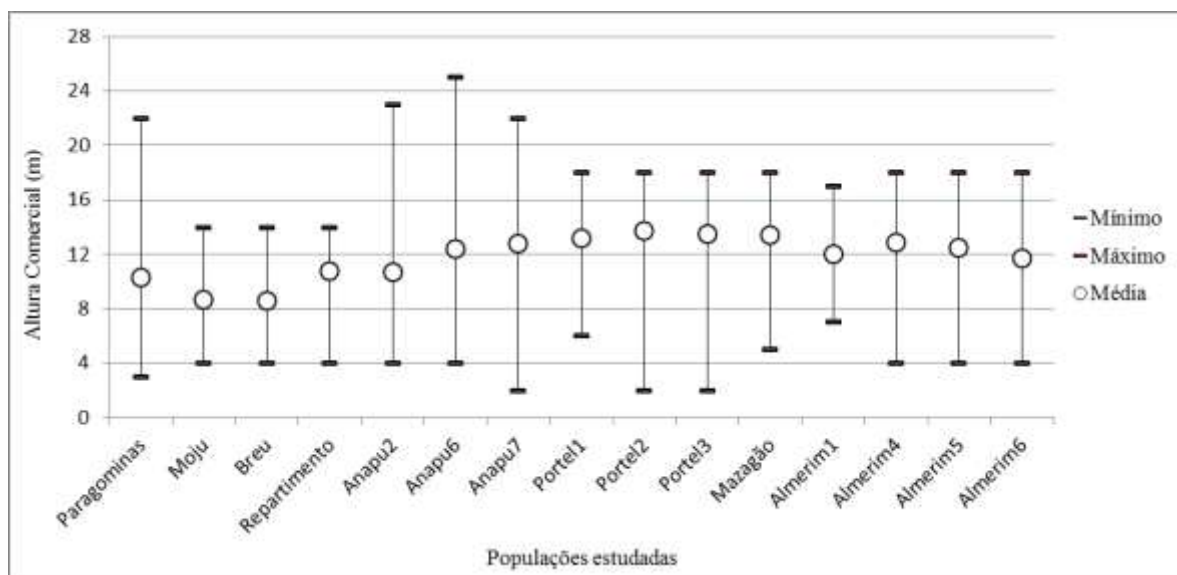


Figura 5: Distribuição da altura comercial das árvores das populações de acapu (*Vouacapoua americana* Aublet) com DAP $\geq 10,00$ cm, inventariadas nas áreas estudadas.

Fonte: Autor, 2021.

Tabela 8: Distribuição de altura e de indivíduos por hectare da espécie acapu (*Vouacapoua americana* Aublet) em classes de altura com intervalo de 2,00 m, iniciando-se com altura $\geq 2,00$ m, para as populações estudadas nos estados do Pará e Amapá, Brasil.

Classe de Altura (m)	Paragominas	Moju	Breu	Repartimento	Anapu2	Anapu6	Anapu7	Portel1	Portel2	Portel3	Mazagão	Jari	Almerim4	Almerim5	Almerim6	Geral
2-4	3,00						2,00		2,50	2,33						2,89
4-6	4,60	4,00	4,00	4,00	4,72	4,00	4,45		4,40	4,33	5,00		4,00	4,00	4,00	4,51
6-8	6,27	6,60	6,50	6,48	6,34	6,60	6,62	6,77	6,50	6,70		7,00	6,71	6,75	6,65	6,40
8-10	8,29				8,34	8,63	8,54	8,47	8,10	8,60	8,67	8,64	8,20	8,37	8,73	8,36
10-12	10,28	11,00	11,00	11,00	10,24	10,46	10,38	10,57	10,20	10,28	10,31	10,48	10,26	10,41	10,46	10,34
12-14	12,25	12,56	12,27	12,29	12,30	12,46	12,56	12,37	12,27	12,32	12,32	12,46	12,33	12,23	12,30	12,32
14-16	14,18	14,00	14,00	14,00	14,75	14,41	14,50	14,65	14,50	14,43	14,74	14,56	14,32	14,21	14,26	14,49
16-18	16,18				16,33	16,28	16,46	16,12	16,24	16,28	16,60	16,40	16,32	16,18	16,34	16,31
18-20	18,09				18,04	18,53	18,10	18,00	18,00	18,00			18,00	18,00	18,00	18,14
20-22	21,00				20,00	20,08	20,16									20,09
22-24	22,00				22,50	22,50	22,00									22,38
24-26						25,00										25,00
Contagem	9288	131	557	1411	7111	2174	2619	3396	2628	1493	99	149	1228	1686	2639	36634
Mínimo	3	4	4	4	4	4	2	6	2	2	5	7	4	4	4	2
Máximo	22	14	14	14	23	25	22	18	18	18	18	17	18	18	18	25
Intervalo	19	10	10	10	19	21	20	12	16	16	13	10	14	14	14	23
Soma	95850	1140	4800	15176	75898	26904	33552	44702	36063	20164	1327	1792	15825	21001	30964	425449
Média	10,32	8,70	8,62	10,76	10,67	12,38	12,81	13,16	13,72	13,51	13,40	12,03	12,89	12,46	11,73	11,61
Erro padrão	0,02	0,29	0,14	0,08	0,04	0,06	0,05	0,03	0,03	0,05	0,24	0,19	0,05	0,04	0,04	0,01
Variância da amostra	5,14	11,09	10,23	7,94	10,42	7,38	7,65	3,67	3,14	3,50	5,63	5,26	3,61	2,77	3,24	7,75
Desvio padrão	2,27	3,33	3,20	2,82	3,23	2,72	2,77	1,92	1,77	1,87	2,37	2,29	1,90	1,66	1,80	2,78
Mediana	10	7	7	12	10	12	13	13	14	14	14	12	13	12	12	12
Moda	10	7	12	12	10	12	13	15	15	14	15	10	12	12	12	
Primeiro Quartil	9	6	6	11	8	10	11	12	12	12	12	10	12	12	10	10
Terceiro Quartil	12	12	12	12	13	14	15	15	15	15	15	14	14	14	13	14
Assimetria	-0,35	0,07	-0,02	-1,28	0,20	0,15	-0,02	-0,70	-1,00	-1,33	-0,50	-0,07	-0,86	-0,74	-0,06	-0,34766
Curtose	0,46	-1,53	-1,59	0,08	-0,25	0,77	-0,06	0,19	2,52	3,79	0,57	-0,74	2,11	2,10	0,62	222230,3
Geom. mean	10,03	8,03	7,97	10,24	10,15	12,06	12,49	13,01	13,59	13,34	13,17	11,80	12,72	12,33	11,59	11,2231
Coeff. var	21,97	38,26	37,11	26,20	30,24	21,96	21,58	14,55	12,91	13,84	17,70	19,06	14,74	13,36	15,34	23,96951

2.3.2.5. Distribuição de volume

As populações de *V. americana* apresentaram um volume (volume árvore em pé com casca) variando entre 1,6645m³/ha a 32,169m³/ha, com média de 10,952m³/ha (sd=7,91), sendo os maiores volumes apresentados nos sítios Jari, Anapu2 e Anapu6, respectivamente, e os menores volumes ocorreram nos sítios Almerim4, Almerim5 e Almerim6, respectivamente (Tabelas 3 e 9).

A tabela 9 apresenta as classes de diâmetro com os valores acumulados de volume (m³/ha) observado. Esses valores, quando submetidos ao teste de Shapiro-Wilk (W), não apresentaram normalidade, mesmo após a aplicação de transformação logarítmica.

Tabela 9: Distribuição do volume da espécie acapu (*Vouacapoua americana* Aublet) em classes diamétricas com intervalo de 10cm, iniciando-se com DAP $\geq 10,00$ cm, para a área estudada nos estados do Pará e Amapá, Brasil.

Classes de DAP (CDAP)	CC	Paragominas	Moju	Breu	Repartimento	Anapu2	Anapu6	Anapu7	Portel1	Portel2	Portel3	Mazagão	Jari	Almerim4	Almerim5	Almerim6
10-20	15	0,297	0,324	0,635	0,652	0,800	0,561	0,261	0,677	0,602	1,158	0,258	0,814	0,148	0,194	0,231
20-30	25	0,988	1,019	2,105	1,292	1,540	1,978	0,834	1,687	2,013	0,594	0,460	1,870	0,398	0,601	1,028
30-40	35	1,817	0,833	3,174	2,318	3,111	1,421	1,056	0,740	4,029	0,441	0,765	3,797	0,922	1,541	1,953
40-50	45	2,346	1,042	4,702	4,648	4,597	2,452	2,607	0,769	0,434	0,271	1,731	4,681	0,906	0,177	0,208
50-60	55	2,160	2,676	2,460	2,328	4,637	3,056	3,711	1,969	1,498	0,853	1,232	5,852	0,318	0,485	0,704
60-70	65	1,307	1,683	0,370	0,683	3,561	2,517	2,363	1,342	1,096	0,600	2,298	6,096	0,474	0,550	0,799
70-80	75	0,748	0,365	0,194	0,296	1,468	1,883	1,478	0,537	0,547	0,226	1,032	2,742	0,516	0,479	0,666
80-90	85	0,202	0,488		0,078	0,624	0,434	0,579	0,128	0,126	0,027	0,482	4,731	0,209	0,163	0,263
90-100	95	0,122	0,630		0,047	0,208	0,194	0,264	0,036	0,030	0,017	0,600		0,096	0,040	0,112
100-110	105	0,020				0,126	0,086	0,077					1,586	0,036	0,021	0,031
110-120	115					0,020	0,135	0,032	0,005					0,009	0,005	
120-130	125					0,017	0,062							0,005		
Contagem		9288	131	557		1411	7111,000	2094,000	2699,000	3377,000	2595,000	1545,000	99	149	1211	2672
Mínimo		0,023	0,022	0,022		0,022	0,088	0,406	0,022	0,711	0,941	0,014	0,079	0,041	1,127	0,023
Máximo		7,727	6,932	4,234		6,604	11,253	15,152	10,107	8,021	9,127	8,030	7,964	9,516	12,066	9,546
Intervalo		7,704	6,910	4,212		6,582	11,165	14,745	10,085	7,311	8,185	8,015	7,885	9,475	10,939	9,522
Soma		9411,041	99,660	297,384		1496,236	8274,533	4769,572	5938,335	7960,903	6761,046	3634,548	205,627	193,010	4016,098	6797,834
Média		1,013	0,761	0,534		1,060	1,164	2,278	2,200	2,357	2,605	2,352	2,077	1,295	3,316	2,544
Erro padrão		0,009	0,098	0,026		0,021	0,013	0,028	0,023	0,015	0,019	0,025	0,151	0,123	0,041	0,030
Variância da amostra		0,770	1,261	0,372		0,597	1,112	1,698	1,448	0,770	0,933	1,000	2,256	2,245	2,060	1,560
Desvio padrão		0,877	1,123	0,610		0,772	1,055	1,303	1,203	0,877	0,966	1,000	1,502	1,498	1,435	1,249
Mediana		0,737	0,218	0,219		1,044	0,832	1,944	1,947	2,166	2,413	2,254	1,695	0,751	2,965	2,413
Moda		0,451	0,154	1,310		0,809	0,674	1,504	1,629	2,139	1,996	2,254	2,707	0,522	2,413	1,504
Primeiro Quartil		0,384	0,078	0,080		0,435	0,422	1,421	1,464	1,755	1,932	1,755	1,028	0,251	2,254	1,770
Terceiro Quartil		1,367	0,983	0,856		1,392	1,554	2,815	2,707	2,707	3,068	2,837	2,897	1,800	3,999	3,235
Assimetria		5,919	8,455	3,091		4,341	7,454	18,032	5,706	3,605	3,104	2,550	2,697	6,946	3,228	3,888
Curtose		2,001	2,556	1,605		1,199	2,169	3,058	1,723	1,469	1,397	0,729	1,434	2,272	1,473	1,528
Média Geométrica		0,728	0,272	0,243		0,648	0,814	2,022	1,843	2,218	2,452	2,035	1,549	0,673	3,057	2,229
Coefficiente de Variação		86,603	147,620	114,166		72,840	90,623	57,217	54,699	37,223	37,066	42,502	72,322	115,656	43,279	49,093

Apesar das árvores nas primeiras classes diamétricas (10 a 40cm) serem consideradas árvores finas, as populações Caxiuanã 2, Caxiuanã 3, Almerim5 e Almerim6, apresentaram as maiores concentrações de volume da espécie nessas classes diamétricas (Tabela 9 e Figura 6). Por outro lado as 11 populações restantes apresentaram as maiores concentrações de volume nas classes diamétricas entre 40 a 80cm, onde as árvores nessas classes diamétricas são consideradas como árvores de tamanho mediano. As classes acima de 80cm apesar de apresentarem árvores maiores, apresentaram baixa concentração de volume (Tabela 9).

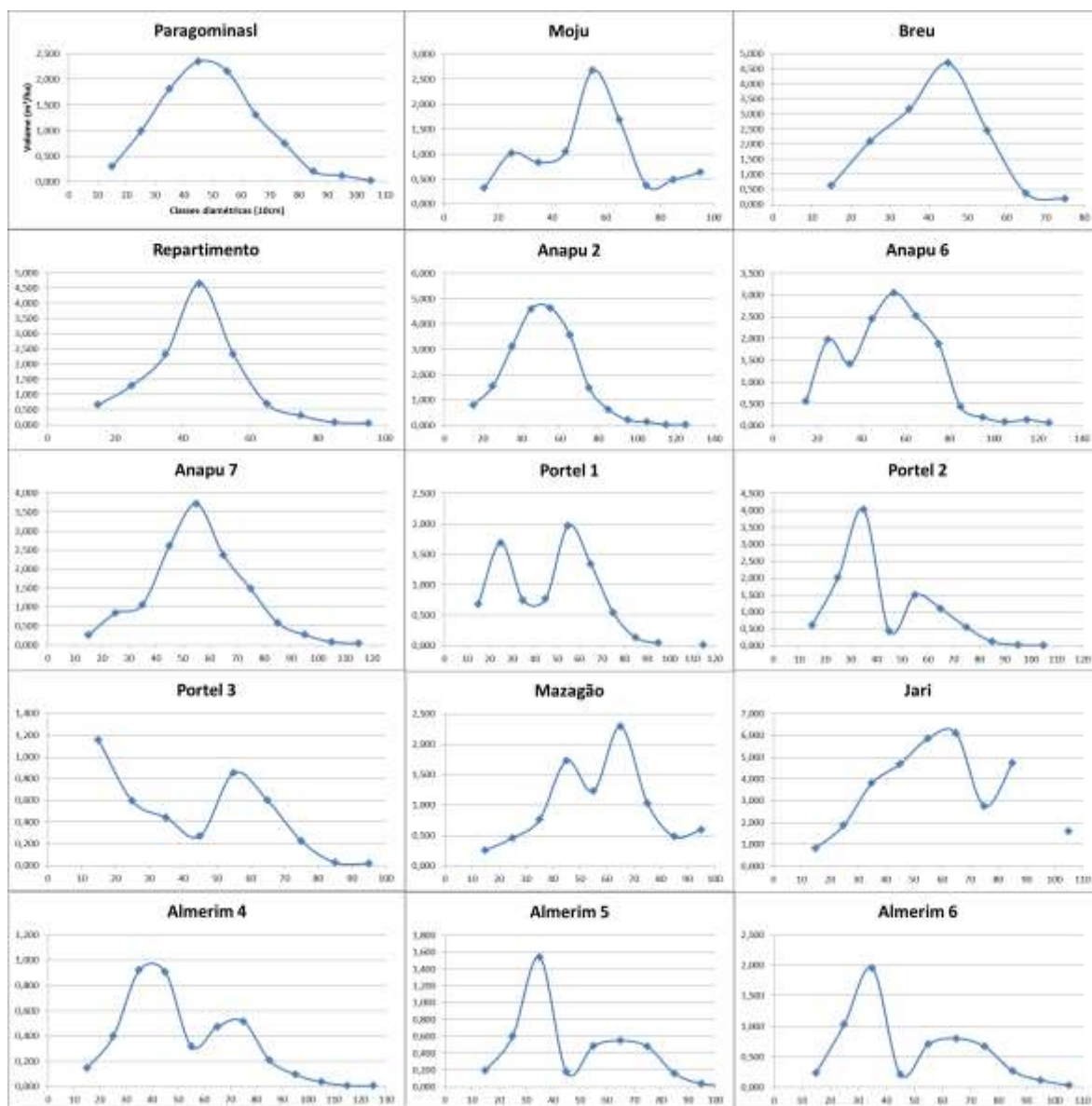


Figura 6: Distribuição de volume comercial das árvores em pé com casca das populações de acapu (*Vouacapoua americana* Aublet) com DAP $\geq 10,00$ cm, inventariadas nas áreas estudadas.

Fonte: Autor, 2021.

2.3.2.6. Grupo Ecológico

Distribuição geográfica

A espécie *Vouacapoua americana* Aublet é restrita ao norte da América do Sul (COTA, 2020), encontrada na Guiana, Suriname e Guiana Francesa (DUCKE, 1949; ULIBARRI 2008), e na Amazônia brasileira nos estados do Maranhão, Pará e Amapá (SILVA *et al.*, 1989; RIZZINI, 1990; RIZZINI; MORS, 1995; VIANA, *et al.*, 2011).

Sementes

O fruto de *Vouacapoua americana* é um legume obovóide à elipsoide, rugoso, velutino. (RODRIGUES *et. al.*, 2012; COTA, 2020). O fruto é um folículo, deiscente, obovado, com pericarpo espesso, externamente verrugoso, longitudinalmente sulcado, apresentando coloração marron e uma semente ovalada e marron brilhante (ARAGÃO; SILVA, 2007). Cada fruto tem uma semente, embora esporadicamente ocorram frutos com duas sementes (CRUZ; PEREIRA, 2016).

As sementes são marrons brilhantes (LOUREIRO *et al.*, 1979), esféricas, testa lisa (RODRIGUES *et. al.*, 2012; COTA, 2020), apresentam comprimento, largura e espessura médios de 48,1 mm, 34,0 mm e 33,9 mm, respectivamente (CRUZ; PEREIRA, 2016). Salomão *et. al.* (2007) classificaram o fruto e a semente de acapu como grande.

Dispersão

A síndrome de dispersão das sementes da espécie acapu é por barocoria (também chamada de autocoria), com os frutos sendo depositados sob a copa das matrizes após a maturação (SOUZA *et. al.*, 2000; VIANA *et. al.*, 2011), seguida de dispersão secundária realizada por roedores, como cutias, pacas, entre outros, que carregam suas sementes por até 22 m de distância da planta matriz (FORGET, 1990; SILVA & LEÃO, 2006).

Dormência

Sementes de acapu não apresentam dormência (CRUZ; PEREIRA, 2016), apresentam comportamento tipicamente recalcitrante (SOUZA, 1999; SOUZA *et al.*, 2000).

Por isso, após a dispersão, entre 30 e 40 dias ocorre período germinativo da semente (SUDAM, 1979; SOUZA *et al.*, 2000), podendo ocorrer a germinação da semente no interior do fruto (CRUZ; PEREIRA, 2016).

Banco de sementes

A espécie não forma banco de sementes, perdendo rapidamente sua capacidade germinativa após a dispersão dos frutos (SOUZA *et al.*, 2000), em torno de 30 dias. Em nenhuma área de estudo, fora da fase de dispersão de frutos e sementes foram encontradas sementes viáveis para germinação, sendo observadas apenas plântulas (regeneração natural) da espécie, demonstrando que o acapu não forma banco de sementes.

Bifurcação

A espécie acapu possui tronco reto, sulcado, sem presença de sapopemas (ARAGÃO; ALMEIDA, 1997). Fuste reto, cilíndrico sem sapopemas basais, com casca fina, cinza, lisa, a espécie é facilmente reconhecida, no campo, por apresentar depressões profundas distribuídas ao longo do tronco (SILVA; LEÃO, 2006; RODRIGUES *et. al.*, 2012). Os sulcos do tronco do acapu são profundos e alongados, formando buracos ou escavações eqüidistantes, e são constatados em indivíduos jovens (SOUZA *et. al.*, 2000). Em geral, as descrições de fustes dessa espécie não citam bifurcação. Considerando-se a altura comercial como a altura do fuste até a primeira bifurcação, observou-se que bifurcação presente abaixo de 4m de fuste ocorreram apenas nas populações Paragominas (0,04ind/ha), Caxiuanã 2 (1,14 ind/ha) e Caxiuanã 3 (2 ind/ha), representando um número muito baixo de árvores bifurcadas em baixas alturas.

Folhas

As folhas de *V. americana* são imparipinadas, pinadas, pecioladas, estípulas caducas. Pecíolo 5,2-11,5 cm comprimento, cilíndrico ou semicilíndrico, pubescente nas folhas jovens e glabro nas folhas adultas. Folíolos com 7-11, 9,4-18 cm de comprimento, 2,8-5,3 cm largura, opostos, ovado-elípticos, ápice acuminado, base arredondada; faces adaxial e abaxial glabras; peciólulos 5-8 mm comprimento, 1,3-2 mm largura, rugosos,

canaliculados, glabros; glândulas interfoliolares presentes (RODRIGUES *et. al.*, 2012; COTA, 2020).

De acordo com Lorenzi (2013) acapu é uma espécie de características decíduas, com perda de folhas anualmente. Essa fenofase também foi observada por Santos *et. al.* (2018) que relatam o padrão decíduo como característico na espécie *Vouacapoua americana*, com maior concentração de queda total de folhas durante o período chuvoso.

Raízes

A espécie acapu não apresenta raízes escoras, sapopemas basais (ARAGÃO; ALMEIDA, 1997; SILVA; LEÃO, 2006; RODRIGUES *et. al.*, 2012). Em geral, nas descrições do hábito da espécie não há citação de raízes superficiais. Durante a coleta de dados, não se observou nas árvores da espécie acapu raízes superficiais, aceitando-se, dessa forma, que o acapu possua raízes profundas.

Crescimento em altura

Incremento médio anual em altura é de 0,64 m/ano (SUDAM, 1979). Lopes *et al.* (2009), estudando o crescimento de mudas de acapu (*Vouacapoua americana* Ducke) plantadas em clareiras de exploração nas áreas de manejo, em Monte Dourado-PA, após 42 meses do plantio obtiveram uma altura média de 150,1 cm (sd: 54,4), com altura mínima de 62,2 cm (muda encontrada quebrada) e altura máxima de 284,7 cm.

Crescimento

Incremento médio anual em diâmetro é de 0,75 cm/ano e; incremento volumétrico médio é de 4,389 m³/ha/ano (SUDAM, 1979). Silva *et. al.* (2017), considerando árvores com DAP $\geq$ 10cm, no período de 2003 a 2011 registrou o Incremento Periódico Anual (IPA) de *Vouacapoua americana* Aublet para a floresta não explorada foi de 0,29cm/ano e para a floresta explorada foi 0,32cm/ano.

Taxa de Mortalidade

Em regime de plantio, a espécie *Vouacapoua americana* apresentou um índice de mortalidade de 10% (SUDAM, 1979). A mortalidade de mudas transplantadas da regeneração natural de *Vouacapoua americana* para clareiras de diferentes tamanhos, atingiu 70,1% em clareiras grandes (JARDIM *et al.*, 2007). Lopes *et al.* (2009), estudando o crescimento de mudas de acapu plantadas em clareira de exploração em área de manejo, obtiveram 3,89%/ano de mortalidade de mudas. Graaf *et al.* (1999) estudando o efeito do tratamento silvicultural no crescimento e mortalidade de árvores de espécies comerciais com DAP > 15 cm em floresta tropical no Suriname observaram para a espécie acapu uma taxa de Mortalidade de 0,5%/ano. Gomes (2018) considerando árvores com diâmetro mínimo de 10 cm observou uma taxa de mortalidade de *Vouacapoua americana* de 9,16% (0,42%/ano).

Madeira

A madeira do acapu apresenta alburno bege, bem diferenciado do cerne marrom escuro tendendo ao negro (CAMARGO *et al.*, 1996; GONZAGA, 2006). É uma madeira pesada e dura, apresentando densidade alta de 0,90 a 1,00 g/cm³, textura média, grã direita, gosto indistinto e cheiro adocicado, pouco acentuado (LOUREIRO & SILVA, 1979; CAMARGO *et al.*, 1996; GONZAGA, 2006). Muito resistente à umidade, ao ataque de xilófagos e fungos, pouco apodrece e é quase impermeável à impregnação preservante (LOUREIRO *et al.*, 1979; SUDAM, 1979; IBDF, 1981; GOMES *et al.*, 1987; GONZAGA, 2006). A densidade da madeira do acapu (0,90 a 1,00 g/cm³, segundo Loureiro & Silva, 1968), provavelmente dificulta a ação mecânica das mandíbulas dos térmitas (GOMES *et al.*, 1987).

Taxa Fotossintética

Ashton e Berlyn (1992) observaram que plantas de ambientes ensolarados tendem a apresentar maiores taxas fotossintéticas e de transpiração, devido às altas taxas de radiação fotossinteticamente ativa e de temperatura a que estão sujeitas. As espécies pioneiras possuem maior taxa fotossintética exigida pelo rápido crescimento (POORTER; BONGERS, 2006; POORTER *et al.*, 2008; 2010). Outro fator a se considerar é que espécies pioneiras possuem uma taxa de renovação foliar e capacidade fotossintética maior

que as espécies secundárias ou tardias (CHIAMOLERA *et al.*, 2011). As espécies não pioneiras apresentam menor atividade fotossintética dada sua suposta menor velocidade de crescimento em relação às pioneiras (KING *et al.*, 2005; POORTER *et al.*, 2008; 2010).

As dimensões do diâmetro do elemento de vaso e lúmen do elemento de vaso são maiores nas espécies pioneiras (MACIEIRA, 2015). O maior diâmetro do elemento de vaso e do lúmen do elemento de vaso também tem sido associados à menor densidade da madeira, como relatado para espécies pioneiras (KING *et al.*, 2005; POORTER *et al.*, 2008; 2010). Espécies de madeira macia também crescem mais rapidamente porque seus vasos de grandes diâmetros aumentam a condutância hidráulica e a capacidade de transporte e, portanto, taxas fotossintéticas (SANTIAGO *et al.*, 2004). *V. americana* apresenta vasos solitários predominantes e múltiplos de até quatro; arranjo oblíquo; pouco abundantes (7-12 mm²); pequenos (48-102µm de diâmetro); parcialmente obstruídos por substância amarelada; e placa de perfuração simples (Santini Junior *et. al.*, 2021).

Plasticidade fenotípica

Ashton e Berlyn (1992) afirmam que todas as diferenças encontradas nos atributos fisiológicos sugerem que uma plasticidade maior é exibida pela maioria das espécies dependentes de luz e pela minoria das espécies tolerantes à sombra. Evans (1989) contradiz isso, afirmando que espécies tolerantes à sombra têm uma plasticidade fotossintética maior em resposta a variações da irradiância do que espécies intolerantes.

Toxidade química

As folhas de acapu provavelmente apresentam efeito alopático sobre outras espécies (GONDIM, 1992). Souza Filho e Alves (2000), estudando o potencial alelopático de plantas de acapu (*Vouacapoua americana*) sobre plantas daninhas de pastagens, identificaram que os extratos aquosos preparados a partir das cascas das plantas de acapu apresentaram atividades potencialmente alelopáticas mais intensas do que os extratos das folhas, efeito esse demonstrado através das inibições mais intensas efetivadas sobre a germinação e o alongamento da radícula das duas plantas invasoras.

Susceptibilidade das folhas predação

A área foliar específica é a área foliar de captura de luz por unidade de biomassa foliar investida (POORTER et. al., 2008). Espécies com área foliar específica alta tendem a ter altas concentrações de nutrientes e fotossíntese baseada em massa e taxas de respiração (POORTER; BONGERS, 2006). Devido a sua maior taxa de renovação foliar e capacidade fotossintética maior que as espécies secundárias ou tardias, as espécies pioneiras são mais suscetíveis a herbivoria, já que são menos esclerófilas e possuem mais nutrientes (CHIAMOLERA et al., 2011). Consequentemente, folhas de baixa área foliar específica tendem a ter vida mais longa, o que por si só pode levar a uma maior longevidade das plantas (POORTER et al., 2008).

Nas populações de *V. americana* estudadas, no sub-bosque das florestas não foi evidenciado nas plântulas da regeneração natural, bem como, nas mudas, varas e arvoretas, qualquer sinal de predação nas suas folhas ou caule.

Regeneração Natural

O recurso principal na determinação do comportamento das espécies, na dinâmica de sucessão, é a luz (MACIEL et. al., 2003). Fatores ambientais também afetam o crescimento das plantas, principalmente o fotoperíodo, radiação, temperatura e a disponibilidade hídrica (RICKLEFS, 2009).

Durante a coleta de dados nos meses de abril a junho, nas áreas de estudo, observou-se a regeneração natural ocorrendo somente no sub-bosque da floresta. Santos e Jardim (2012), em dez anos de monitoramento de *Vouacapoua americana* observaram que nenhum indivíduo ocorreu no centro das clareiras e houve maior número de indivíduos mortos do que recrutamento, deduzindo-se que a radiação solar no centro da clareira não favoreceu a germinação e o crescimento da espécie nessa área. Mudas do sub-bosque adaptadas à sombra podem sofrer uma rápida perda de turgescência e um fechamento estomatal quando completamente iluminadas por longos períodos de tempo, o que faz com que seu balanço diário de carbono seja limitado, afetando o recrutamento e a sobrevivência no sub-bosque (CHIAMOLERA et al., 2011).

V. americana regenerou-se um pouco melhor no eixo leste-oeste, onde a radiação é maior e mais rica em termos de radiação fotossinteticamente ativa, caracterizando-se como uma espécie pertencente ao grupo ecológico das intermediárias, uma vez que ela se beneficia tanto no eixo de maior abundância de radiação solar quanto em área de menor incidência de radiação solar (SANTOS; JARDIM, 2012).

Distribuição diamétrica

A distribuição diamétrica das populações de *Vouacapoua americana* Aublet, tende ao padrão “J”invertido (Tabela 5 e Figura 3), mostrando que o número de indivíduos vai diminuindo acentuadamente das menores classes diamétricas para as maiores.

Distribuição hipsométrica

V. americana se apresentou nos estratos inferior, médio e superior, com maior densidade de indivíduos nos estratos médio, inferior e superior, respectivamente (Tabela 8 e Figura 5), concentrando maior densidade de árvores no grupo médio de altura comercial.

Considerando-se esses resultados e relacionando-os aos parâmetros da tabela 2 (WHITMORE, 1990), nota-se que a espécie *V. americana*, apresentou todos os seus parâmetros na caracterização das espécies tolerantes (Tabela 10).

Tabela 10: Características da espécie *Vouacapoua americana* Aublet em relação aos grupos ecológicos de espécies tropicais.

Sinônimos	Intolerantes, demandantes de luz, pioneiras, espécies secundárias.	Tolerantes, resistentes a sombra, clímax, espécies primárias.
Sementes	() Abundantes, pequenas, produção contínua durante todo o ano	(●) Pouco abundantes, grande produção anual
Dispersão	() Vento ou animais, por distâncias consideráveis	(●) Diversas, inclusive gravidade, às vezes somente no local
Dormência	() Quase sempre presente, nunca recalcitrante	(●) Quase sempre ausente, quase sempre recalcitrante
Banco de sementes	() Presente	(●) Ausente
Crescimento em altura	() Rápido	(●) Lento
Madeira	() Geralmente clara, baixa densidade, sem sílica	(●) Normalmente escura, alta densidade, às vezes com sílica
Crescimento	() Indeterminado	(●) Determinado
Bifurcação	() Alta	(●) Baixa
Folhas	() Vida curta	(●) Vida longa
Raízes	() Superficiais	(●) Algumas profundas
Taxa de mortalidade/raiz	() Baixa	(●) Alta
Taxa fotossintética	() Alta	(●) Baixa
Toxidade química	() Baixa	(●) Alta
Susceptibilidade às folhas predação	() Alta	(●) Baixa
Distribuição geográfica	() Ampla	(●) Geralmente restrita
Plasticidade fenotípica	() Alta	(●) Baixa

(●) Parâmetros correspondentes à espécie *Vouacapoua americana* Aublet.

2.3.2.7. Distribuição espacial

Analisando-se graficamente a distribuição espacial das árvores de acapu, utilizando-se a função transformada L(m) da K de Ripley, observou-se os L (m) estimados produzidos ao longo de toda a escala de distância em cada sítio de estudo. Então, identificou-se nas populações Portel1, Portel2, Portel3, Maicuru 4, Maicuru 5 e Maicuru 6 que os valores

observados se encontram ao longo de toda a escala de distância completamente fora dos envelopes com valores positivos e assim, refuta-se a hipótese (H_0) de completa aleatoriedade espacial (CAE) contra a hipótese alternativa (H_1) de padrão agregado (Figura 7).

As populações Paragominas, Mazagão, Repartimento, Anapu2, Anapu6 e Anapu7 apresentaram os valores observados, inicialmente, fora dos envelopes com valores positivos até mais de 50% da escala de distância, num comportamento de padrão agregado, em seguida, numa pequena parte da escala de distância os valores observados se encontram dentro dos envelopes, num comportamento de padrão aleatório, e no restante da escala de distância os valores observados se encontram fora dos envelopes com valores negativos, num comportamento de padrão aleatório (Figura 7).

O arranjo espacial das árvores de acapu mais observado ao longo da escala de distância e que mais ocorreu nas populações estudadas foi o padrão agregado ou agrupado, presente nas 12 populações avaliadas (Figura 7).

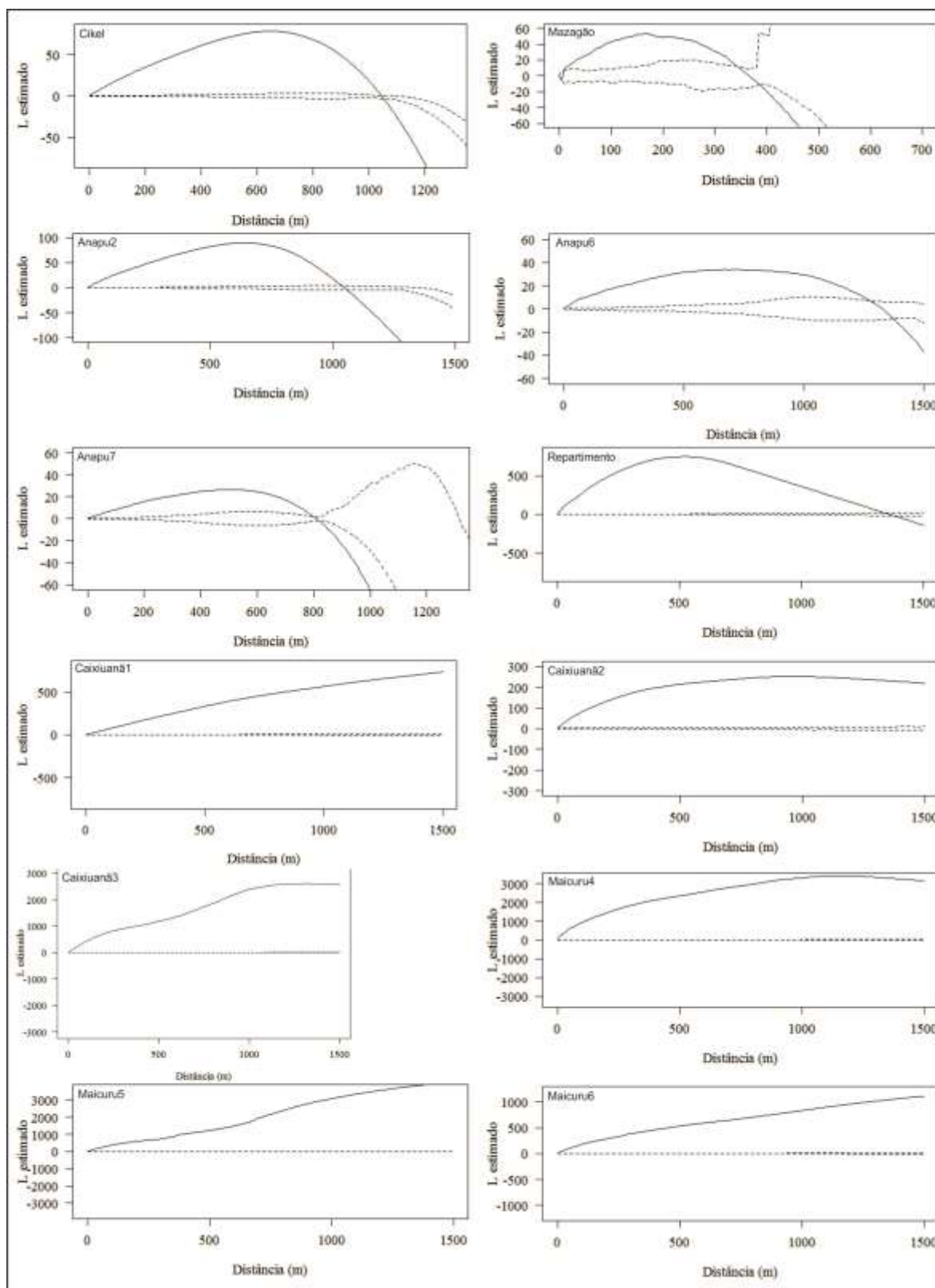


Figura 7: Valores da função Ripley $K(h)$ univariados estimados e transformados (L estimado) para as populações estudadas *Vouacapoua americana* Aublet.

Fonte: Autor, 2021.

2.3.2.8. Dinâmica populacional

A dinâmica da regeneração natural de *V. americana* mostrou para as mudas uma TR% elevada, resultante da inexistente mortalidade e da altíssima taxa de ingresso (Tabela 11). Para as varas e arvoretas mostrou a taxa de regeneração (TR%) positiva somente na população Paragominas, sendo esta população a que apresentou maior taxa de ingresso (I%) e menor taxa de mortalidade (M%), seguida da população Anapu6 nas taxas de regeneração e de ingresso, enquanto a população Moju teve apenas a segunda menor taxa de mortalidade (Tabela 11).

A dinâmica da população arbórea mostrou que o número de árvores de *V. americana* não variou muito entre a primeira e última mensuração nas quatro populações estudadas (Tabela 11), apenas na população Anapu6 foi observada maior variação, refletida na menor taxa de ingresso e maior taxa de mortalidade, quando comparada com as demais populações.

Tabela 11: Regeneração (TR), ingresso (I) e mortalidade (M) de *Vouacapoua americana* Aublet, em quatro populações estudadas, no estado do Pará.

Níveis de abordagem e variáveis			Moju		Paragominas		Anapu6		Jari	
			1995	2010	2003	2011	2015	2017	2003	2019
População arbórea	Árvores	Indivíduos Inventariados	128	117	88	82	165	96	148	121
		Ingresso		20		12		1		12
		Mortalidade	11		6		69		27	
		Remanescentes	117	137	82	94	96	97	121	133
		Taxa de Ingresso (I%)	15,63		13,64		0,61		8,11	
		Taxa de Mortalidade (M%)	8,59		6,82		41,82		18,24	
Regeneração	Varas e Arvoretas	Indivíduos Inventariados	6	3	19	10	19	9		
		Ingresso		2		12		7		
		Mortalidade	3		9		10			
		Remanescentes	3	5	10	22	9	16		
		Taxa de Regeneração (TR%)	-9,09		7,32		-8,57			
		Taxa de Ingresso (I%)	33,33		63,16		36,84			
		Taxa de Mortalidade (M%)	50,00		47,37		52,63			
	Mudas	Indivíduos Inventariados			27	27				
		Ingresso				35				
		Mortalidade			0					
		Remanescentes			27	62				
		Taxa de Regeneração (TR%)			39,33					
		Taxa de Ingresso (I%)			129,63					
		Taxa de Mortalidade (M%)			0,00					

A Tabela 12 mostra a distribuição das árvores monitoradas na primeira e última mensuração, na quais *V. americana* mostrou uma distribuição diamétrica contínua e decrescente, do tipo “J” invertido e truncada com a presença de salto do número de árvores entre uma classe diamétrica e outra imediatamente inferior, nas duas medições, nas quatro populações (Figura 8).

Tabela 12: Distribuição diamétrica de árvores de acapu (*Vouacapoua americana* Aublet) no primeiro e último ano de monitoramento e incremento periódico diamétrico (IPAdap) por classes diamétrais, das populações estudadas nos estados do Pará, Brasil.

Classe		Moju					Paragominas					Anapu6					Jari				
DAP	CC	1995		2010			2003		2011			2015		2017			2003		2019		
		Inv	Morta	Ingresso	Inv	IPAdap	Inv	Morta	Ingresso	Inv	IPAdap	Inv	Morta	Ingresso	Inv	IPAdap	Inv	Morta	Ingresso	Inv	IPAdap
10-20	15	39	4	20	55	0,18	33	1	12	44	0,34	56	20	1	37	0,27	28	4	10	34	0,22
20-30	25	39	5		34	0,31	9			9	0,40	44	14		30	0,23	30	1	2	31	0,24
30-40	35	18			18	0,33	15	3		12	0,24	16	7		9	0,16	28	9		19	0,22
40-50	45	10			10	0,31	14	1		13	0,26	15	8		7	0,10	22	6		16	0,27
50-60	55	13	1		12	0,23	12	1		11	0,19	13	7		6	0,48	19			19	0,17
60-70	65	6	1		5	0,38	3			3	0,27	16	10		6	-0,09	12	5		7	0,12
70-80	75	2			2	0,67	2			2	0,19	4	2		2	0,10	4	2		2	0,33
80-90	85	1			1	0,00						1	1				4			4	0,18
90-100	95																				
100-110	105																1			1	0,06
Total		128	11	20	137	0,26	88	6	12	94	0,29	165	69	1	97	0,22	148	27	12	133	0,22

Inv=Inventário um ano antes da exploração; Morta = árvores que morreram no intervalo de medição; Ingresso = árvores que ingressaram no intervalo de medição; IPAdap = Incremento Periódico Anual em Diâmetro.

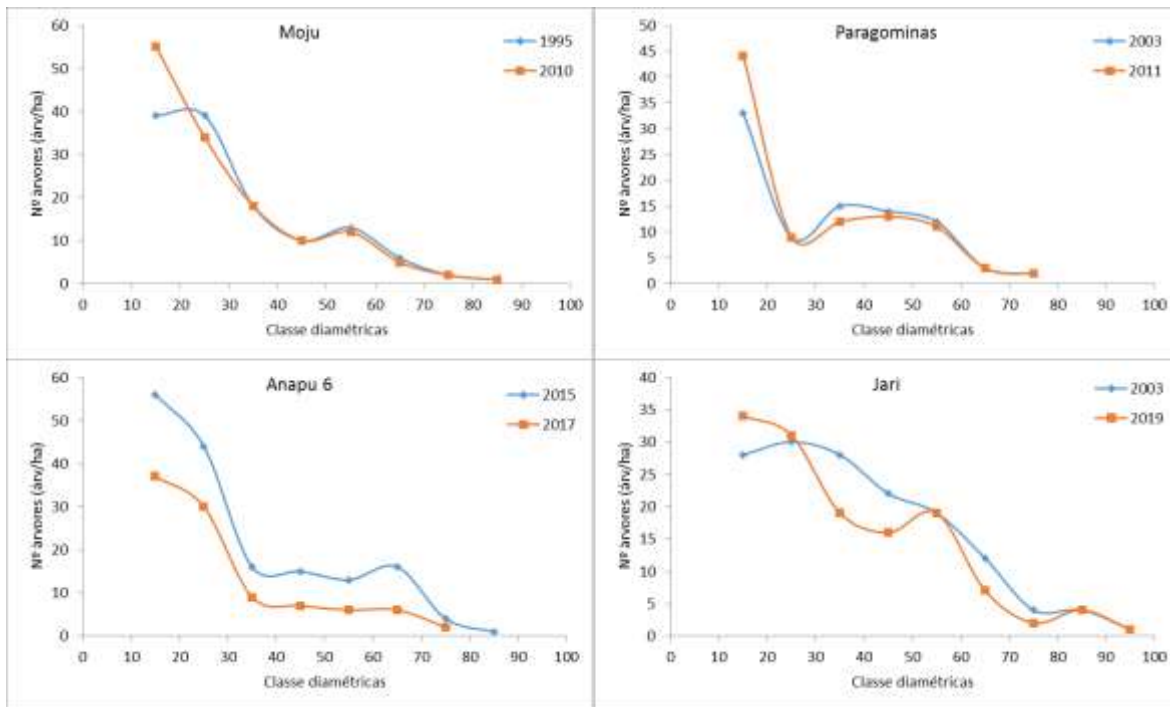


Figura 8: Distribuição diamétrica de árvores de acapu (*Vouacapoua americana* Aublet) com DAP $\geq 10,00$ cm, no primeiro e último ano de monitoramento das populações estudadas nos estados do Pará, Brasil. m

Fonte: Autor, 2021.

O incremento periódico anual diamétrico de *V. americana* foi maior nas três primeiras e nas três últimas classes de DAP, nas quatro populações estudadas (Tabela 12). O IPAdap de *V. americana* foi menor nas populações Anapu6 e Jari em relação as demais (Tabela 12). Considerando-se o ajuste do IPAdap, as populações Paragominas, Anapu6 e Jari apresentaram um comportamento do IPAdap decrescendo a medida que aumenta a classe diamétrica, exceção a população Moju que apresentou um comportamento contrário (Tabela 12 e Figura 8). A população Anapu6 apresentou um IPAdap igual ao da população Jari e próximo ao Moju (Tabela 12).

2.4. Discussão

2.4.1. Distribuição Geográfica

A distribuição geográfica da espécie *Vouacapoua americana* Aublet para a Amazônia brasileira, desde o nordeste do estado do Maranhão, Pará e Amapá (SILVA *et al.*, 1989; RIZZINI, 1990; RIZZINI; MORS, 1995; VIANA, *et al.*, 2011). Tem sido confirmada pela distribuição dos sítios de estudo desse trabalho (AMF), no entanto, durante a pesquisa bibliográfica e coleta de dados desse estudo, não foram encontrados registros que confirmem a ocorrência dessa espécie no nordeste do estado do Maranhão, tanto pelos dados de literatura ou inventários florestais.

Os estudos de Salomão *et al.* (2007) e Alves; Miranda (2008) indicam que a variação da densidade da espécie acapu está associada à tipologia florestal e a formação de comunidades florestais, ambos influenciados pela topografia.

Considerando-se a densidade de indivíduos como um indicador, pode-se correlacionar a distribuição geográfica da espécie, a tipologia florestal, formação de comunidades florestais, a topografia, porém, com acréscimo do solo e pluviosidade.

2.4.2. Estrutura populacional

2.4.2.1. Densidade

Comparando-se a densidade (Tabela 3) aos resultados de outros estudos na região amazônica (Tabela 4), observou-se que para os estudos com $DAP \geq 10\text{cm}$, os valores aqui apresentados foram superiores em relação aos apresentados por Almeida *et al.* (1993); Carim *et al.* (2013); e Silva *et al.* (2017), sendo equivalentes aos valores apresentados por Francez *et al.* (2009); Souza *et al.* (2011); Carim *et al.* (2015); Coelho *et al.* (2017) e Silva *et al.* (2017). E, para os estudos realizados a partir de DAP 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45cm, observou-se que alguns apresentaram valores de densidade inferiores aos do presente estudo (COSTA *et al.*, 1998; FILHO, 2004; LOPES *et al.*, 2009), e os estudos de Gonçalves

et al. (2010); Lima et al. (2019) e Maestri et al. (2021), apresentaram valores equivalentes ao do presente estudo.

Analisando-se a variação da densidade absoluta da espécie acapu (Tabela 3 e Tabela 4), observou-se no estudo de Salomão et al. (2007) que as tipologias floresta ombrófila aluvial e floresta ombrófila aberta com palmeira apresentaram, respectivamente a menor e maior densidade em comparação com o presente estudo, estando os valores de abundância das demais fisionomias de florestas ombrófila dentro da variação apresentados na tabela 2. O estudo de Alves; Miranda (2008) mostrou a variação da densidade, em função das comunidades florestais, o que aparentemente segue um gradiente ambiental bastante influenciado pela topografia.

Pode-se aceitar que a variação da densidade da *V. americana* está associada à tipologia florestal e a formação de comunidades florestais, ambos influenciados pela topografia, porém, deve-se acrescentar outros fatores, principalmente, tipo de solo e pluviosidade.

2.4.2.2. Distribuição Diamétrica

A distribuição diamétrica das populações de acapu mostrou que o número de indivíduos vai diminuindo acentuadamente das menores para as maiores classes diamétricas (Tabela 5 e Figura 3). A aplicação do teste de Kruskal-Wallis demonstrou que não há diferença na distribuição diamétrica entre as populações estudadas. É possível que esse comportamento esteja em função do estado de conservação das áreas de estudo, as quais eram áreas de floresta primária sem ainda ter sofrido perturbação antrópica. Segundo Gomide et al. (2009), as distribuições diamétrica e hipsométrica são altamente dependentes do grau de conservação do habitat. Esse comportamento da distribuição diamétrica semelhante entre as populações estudadas mostrou que independentemente da densidade de indivíduos e da fitofisionomia da sua área de ocorrência a espécie tende a um padrão de distribuição diamétrica.

Apesar da distribuição diamétrica do acapu ter apresentando um comportamento decrescente e acentuado do número de indivíduos das menores para as maiores classes diamétricas, em algumas populações foi observado descontinuidade na distribuição diamétrica ou um salto no número de árvores numa classe diamétrica (Tabela 5 e Figura 3).

A descontinuidade na distribuição diamétrica observada em duas das 15 populações estudadas (Tabela 5 e Figura 3), pode ser considerada como comum e previsível quando se analisa a distribuição diamétrica por espécie. Segundo Barros (1996) uma análise das distribuições diamétricas por espécie pode apresentar descontinuidade na sua curva representativa. Alves Junior et al., (2009) analisando a distribuição diamétrica da espécie *Plathymenia foliolosa* identificaram descontinuidade em mais de uma classe e/ou em classes sucessivas, podendo indicar que alguns locais sofreram alterações na sua estrutura pelo corte seletivo de árvores de menor porte, para a produção de energia. Segundo Felfili (1997) a existência de grandes descontinuidades ou achatamentos nas distribuições chegando, por vezes, à ausência quase que total de indivíduos jovens em algumas espécies, está relacionada à ecologia populacional de cada espécie. Considerando-se que a descontinuidade na distribuição diamétrica ocorreu em um número reduzido de populações e que as populações estudadas encontravam-se num ambiente de floresta primária, pode-se considerar que a espécie acapu possui um comportamento de continuidade na sua distribuição diamétrica, sendo esta uma característica de estrutura da espécie. Porém, não se pode desconsiderar que a continuidade ou descontinuidade na distribuição diamétrica da espécie esteja relacionada à tipologia florestal e a formação de comunidades florestais, ambos influenciados pela topografia.

O salto no número de árvores em pelo menos uma classe de diâmetro (Tabela 5) observado na distribuição diamétrica da maioria das populações estudadas (11), pode ser um indicador da ocorrência e influência de perturbações naturais na floresta, o que pode ter promovido: uma alta taxa de mortalidade na classe diamétrica inferior, ou condições ambientais (luz e espaço) que possibilitaram um considerável ingresso de indivíduos da classe inferior para a classe imediatamente superior porém estas mesmas condições não foram criadas para o ingresso nas demais classes, resultando assim, no salto na distribuição diamétrica da espécie. Oliveira et al. (2003) propõem que o comportamento decrescente da

curva indica comunidades com pouca ou nenhuma pressão antrópica. Esse salto na distribuição diamétrica, também, foi observado em vários estudos realizados com a mesma espécie (SOUZA et al., 2011; CARIM et al., 2013). Como os sítios de estudo são áreas de florestas primárias, contíguas (não fragmentadas) e de considerável extensão (Tabela 1), esses também são fatores a serem considerados quanto a densidade e facilidade de ingresso e recrutamento em relação a mortalidade nas três primeiras classes de DAP, em contraste a Machado et al. (2004) que relacionaram a dificuldade de algumas espécies em recrutarem novos indivíduos nas classes de menor diâmetro com fatores inerentes à fragmentação como agentes dispersores, forma e tamanho das áreas.

A ocorrência de descontinuidade na distribuição diamétrica e de salto no número de árvores numa classe diamétrica, resultou na elevada variação (0,4 a 23,48) do Quociente de Liocourt “q”, não demonstrando uma constância ou proximidade em seus valores dentro de cada sítio de estudo (Tabela 6). O valor do quociente “q” De Liocourt, quando constante em todas as classes, indica que a população está em equilíbrio ou balanceada (MEYER, 1952). Quando o quociente “q” não é constante, verifica-se discrepância entre as taxas de mortalidade e recrutamento, que pode levar a mudanças na estrutura da floresta (FELFILI et al., 1998; NASCIMENTO et al., 2004). A variação dos valores calculados para o Quociente de Liocourt “q” mostraram que as distribuições diamétricas da espécie, em todas as populações estudadas, não se apresentaram equilibradas na relação recrutamento e mortalidade ao longo do tempo (Tabela 6).

Os valores calculados para o Quociente de Liocourt “q1, q2 e q3” nas três primeiras classes de DAP (10cm a 40cm), apresentaram algumas ocorrências acima do valor médio dos quocientes, e não mostraram constância ou proximidade em seus valores (Tabela 6). Ainda assim, pode-se afirmar que em todos os sítios estudados a espécie apresentou sua distribuição diamétrica balanceada nessas classes de DAP. Essa característica observada para *V. americana* em apresentar distribuição diamétrica balanceada nas menores classes de DAP está em conformidade com as afirmações de Santos et al., (2016) que a estrutura diamétrica da floresta caracterizada por árvores de pequeno porte nas menores classes de diâmetro, indica tendências de distribuição balanceada, devido a capacidade de regeneração das espécies vegetais. E, que o elevado número de indivíduos observado nas classes de

menor diâmetro indica que a espécie possui grande potencial regenerativo e de manutenção dos níveis atuais de densidade (LEHN et al., 2008).

Porém, alguns autores consideram que variação dos valores do quociente “q” De Liocourt pode indicar que a área sofreu perturbação no passado e, quanto maior a variação do quociente, mais severa foi a perturbação (ALVES JUNIOR, 2010). Segundo Machado *et al.* (2004), a grande quantidade de indivíduos nas classes de menor diâmetro pode indicar que o regime de perturbação na área é relativamente intenso e contínuo. De acordo com Nunes et al. (2003), as áreas que sofreram perturbações mais severas no passado possuem maior densidade de árvores finas e baixas, caracterizando estágio de regeneração inicial. Considerando que as populações estudadas estavam em área de floresta primária, sem ter sofrido perturbação antrópica, somente perturbações naturais, pode-se aceitar as afirmações anteriores de Alves Junior (2010), Machado *et al.* (2004) e Nunes et al. (2003), no sentido de que as perturbações naturais que afetaram as áreas de estudo, contribuíram para modelar o salto na distribuição diamétrica e a variação nos valores de ‘q’, resultando no comportamento da espécie quanto a sua dinâmica/balanceamento, em especial no recrutamento e mortalidade nas suas classes diamétricas.

Todavia, o intervalo de DAP de 40cm a 80cm, apresentou a maior variação nos valores de ‘q’ e o maior número de descontinuidade da distribuição diamétrica (Tabelas 5 e 6). É provável que a frequência e intensidade das perturbações naturais nas áreas de estudo promovam a mortalidade das árvores numa velocidade e quantidade superior ao ingresso nas classes diamétricas posteriores dos indivíduos oriundos da classe imediatamente inferior. Segundo Gomide et al (2009), a grande densidade de indivíduos nas menores classes de diâmetro, é capaz de fornecer parte de seus representantes para as classes subsequentes. Para Ricklefs (2009), a maior densidade de indivíduos nas primeiras classes caracteriza também que a floresta é detentora de um estoque suficiente de árvores finas para substituir as árvores de maior porte que venham a ser eliminadas no espaço temporal ou em planos de manejo, sendo essa uma estratégia ecológica da população de manter a autopropagação da floresta. O desequilíbrio no balanço entre recrutamento e mortalidade nesse intervalo de DAP de 40cm a 80cm, gera o salto na distribuição diamétrica nesse

intervalo de DAP, resultando numa distribuição diamétrica desbalanceada, (Tabelas 5 e 6 e Figura 3).

Já no intervalo de $DAP \geq 80\text{cm}$, a variação nos valores de 'q' e o salto na distribuição diamétrica foram menores que nos intervalos anteriores, assim como a baixa densidade de árvores. A mesma forma e consequências das perturbações naturais descritas para o intervalo de DAP de 40cm a 80cm, afetam da mesma forma as árvores desse intervalo de DAP. É possível que a espécie não tenha conseguido estabelecer um maior número de árvores nas classes de maior diâmetro devido poucas dessas árvores conseguirem vencer a competição com indivíduos de outras espécies. Segundo Delonga et al. (2018) o menor número de árvores nas classes de maior diâmetro, segue a dinâmica natural da floresta, onde a competição por melhores condições para o crescimento permite que apenas poucos indivíduos atinjam grandes dimensões. Nesse intervalo de $DAP \geq 80\text{cm}$, o reduzido número de árvores por hectare demonstrou um problema no recrutamento e uma provável elevada taxa de mortalidade. Para Martins (2002), as maiores classes de diâmetro apresentam um número reduzido de indivíduos, devido à grande mortalidade recorrente nas classes inferiores ao longo do tempo.

As distribuições diamétricas das populações de *V. americana*, ainda que tenham apresentando três grupos de distribuições diamétricas resultantes da presença ou ausência de salto e descontinuidade (Tabela 5 e Figura 3), quando ajustadas pelo modelo de Meyer resultaram numa distribuição semelhante a um “J-reverso” (Figura 2), indicando que a espécie apresentou um comportamento previsto para florestas inequidâneas, no qual o número de árvores diminui exponencialmente nas classes de diâmetro crescente (DE LIOCOURT, 1898; MEYER, 1952; CAMPOS et al., 1983; DELLA-BIANCA & BECK, 1985; GRAZ, 2004; MACHADO et al., 2004; SOUZA & SOUZA, 2005; ALVES JUNIOR et al., 2009; CARVALHO et al., 2016). A distribuição de diâmetro das espécies na forma típica de J-invertido, sugere capacidade de auto-regeneração e manutenção dos níveis atuais de densidade (NASCIMENTO et al., 2004).

Distribuições diamétricas equilibradas, nas quais o recrutamento compensa a mortalidade ao longo do tempo, indicando um padrão de distribuição dos diâmetros tendendo ao padrão de “J” invertido, apresentam valores relativamente constantes de q

(MEYER et al., 1961; Felfili et al., 1998; Nascimento et al., 2004; Lehn et al., 2008). Essa relação dos valores relativamente constantes de q com um padrão de distribuição dos diâmetros tendendo ao padrão de “J” invertido, pode ser aplicada para distribuições diamétricas de povoamentos florestais, no entanto, para distribuições diamétricas de espécies, como no caso do presente estudo, o que se observou foi que mesmo sem o aparente desbalanceamento entre mortalidade e recrutamento, e a consequente variação do quociente “ q ” De Liocourt, a espécie, ainda assim, mostrou-se tendendo ao “J” reverso.

Entretanto, não se pode afirmar, apenas por meio da distribuição diamétrica da espécie, que a mesma se encontra ou não em equilíbrio, sem que se analise, também, outros aspectos de sua ecologia, como a estrutura vertical, grupo ecológico, dinâmica e outros. O comportamento em “J invertido”, mostrou-se característico da distribuição diamétrica da espécie, sendo este mesmo comportamento relatado em outros estudos com florestas primárias (Campos et al., 2002; Souza et al., 2011)

2.4.2.3. Dominância e Distribuição de área basal

Os resultados de dominância (Tabela 3) são equivalentes aos padrões apresentados por outros estudos na Amazônia (Costa et al., 1998; Filho, 2004; Alves & Miranda, 2008; Francez et al., 2009; Lopes et al., 2009; Carim et al., 2013; Coelho et al., 2017; Lima et al., 2019; Maestri et al., 2021) conforme, observa-se na tabela 4.

Comparando-se os resultados das populações estudadas com estudos no mesmo município e mesmo DAP, observou-se que: Alves & Miranda (2008) numa área de floresta primária, município de Almeirim, estado do Pará, para indivíduos com $DAP \geq 30\text{cm}$ encontraram a dominância variando $1.114 \text{ m}^2/\text{ha}$ a $2.963 \text{ m}^2/\text{ha}$; Costa et al. (1998) utilizando dados de IFPC identificaram área basal de $0.4984 \text{ m}^2/\text{ha}$ com $DAP \geq 45\text{cm}$ e $1.0599 \text{ m}^2/\text{ha}$ com $DAP \geq 25\text{cm}$; Coelho et al (2017) estudando a diversidade e composição florística em um trecho de floresta de terra firme no município de Anapú-PA, para

indivíduos de acapu com $DAP \geq 10\text{cm}$ encontraram $1,84\text{m}^2/\text{ha}$ de área basal; e Maestri et. al. (2021) no município de Anapu/PA, estudando cenários para a exploração de *V. americana*, identificaram $1,1194\text{m}^2/\text{ha}$ de área basal para indivíduos de acapu com $DAP \geq 40\text{cm}$. Essa comparação mostra a proximidade da dominância apresentada pelas populações estudadas como as dos estudos anteriormente citados.

Observa-se que os resultados desse estudo e de outros na região amazônica, mostram que há uma variação na área basal entre as regiões de ocorrência de *V. americana*. Essa variação da área basal (dominância) nas populações estudadas está sendo influenciada, principalmente, pela densidade da espécie do que pelos DAP apresentados (Tabelas 4, 5 e 7).

A exceção da população Portel3, as outras 14 populações estudadas apresentaram tendência de aumento da área basal da primeira classe diamétrica até aquela que apresenta seu ponto de máxima (Figura 4), aparenta estar relacionado a alta densidade de indivíduos nessas classes onde predominam árvores de caules de diâmetros medianos. A partir do ponto de máxima elevação da área basal (Figura 4), o número de indivíduos nas classes subsequentes vai diminuindo, mesmo essas classes apresentando indivíduos com maiores DAP, a dominância diminui acompanhando a tendência da densidade. Outros estudos relacionados à distribuição de área basal, também observaram a tendência unimodal, com achatamento da curva e deslocamento para a esquerda a medida que as classes diamétricas aumentam (LEITE et al., 2005; NOGUEIRA et al., 2006; MIGUEL et al., 2010).

2.4.2.4. Distribuição de Altura

A altura comercial encontrada nas populações estudadas (Tabela 8) apresentou proporcionalidade com a altura total descrita em outros estudos realizados com a espécie que a descrevem por árvores de grande porte, que alcançam posição superior ou emergente no dossel de florestas primárias, freqüentemente atingindo de 15-40 m de altura total (SANTOS; JARDIM, 2012; RODRIGUES et. al., 2012; COTA, 2020). Predominam na espécie alturas comerciais medianas variando de 10 a 16m (Tabela 8), valores semelhantes

a esses foram observados em outros estudos com a espécie (ABREU et. al., 2018). Nas populações Paragominas, Anapu2, Anapu6 e Anapu7 o acapu apresentou altura comercial superior a 20m (Tabelas 3 e 8 e Figura 5), sendo possível que a espécie esteja presente no estrato superior da floresta.

2.4.2.5. Distribuição de volume

Os valores de volume da espécie acapu apresentados nesse estudo (Tabela 9) estão em consonância com outros estudos realizados na Amazônia. Costa *et al.* (1998) utilizando dados de inventários florestal pré-colheita (censo) em floresta de terra firme em Moju/PA, encontraram 6,541m³/ha e 14,11 m³/ha, para árvores com DAP $\geq$ 45cm e com DAP $\geq$ 25cm, respectivamente. Souza *et al.* (2011) estudando a estrutura populacional da espécie *Vouacapoua americana* Aublet em floresta de terra firme na Floresta Estadual do Amapá, encontrou 22.92 m³/ha para árvores com DAP $\geq$ 10cm. Maestri *et al.* (2021) utilizando dados de inventários florestal pré-colheita (censo) em floresta de terra firme em Anapu/PA, encontrou 8,4m³/ha para árvores com DAP $\geq$ 40cm.

A espécie apresentou as maiores concentrações de volume nas classes diamétricas entre 40 a 80cm (Figura 6). Este comportamento pode estar diretamente relacionado a essas classes diamétricas apesar de não concentrarem as maiores ocorrências de árvores (arv/ha) apresentaram árvores de tamanho mediano, concentrando a área basal e as árvores com altura entre 10m e 14,44m. *V. americana* apresentou na sua distribuição de volume nas classes diamétricas (Figura 6) um comportamento idêntico ao da distribuição da área basal (Figura 4), o que pode ser uma característica estrutural da espécie.

2.4.3. Grupo Ecológico

A distribuição geográfica da espécie acapu (*Vouacapoua americana* Aublet) é restrita ao norte da América do Sul (COTA, 2020).

A espécie apresenta grande produção de sementes, sendo as sementes consideradas como grandes (SALOMÃO et. al., 2007; CRUZ; PEREIRA, 2016).

A síndrome de dispersão de *V. americana* é por barocoria (SOUZA et. al., 2000; VIANA et. al., 2011), seguida de dispersão secundária realizada por roedores (FORGET, 1990; SILVA & LEÃO, 2006).

As sementes de *V. americana* apresentam comportamento recalcitrante, com sua germinação ocorrendo poucos dias após a dispersão (SUDAM, 1979; MAUÉS et. al., 1999; SOUZA, 1999; SOUZA et al., 2000; CRUZ; PEREIRA, 2016). Este comportamento foi observado nas populações estudadas, quando durante a coleta de dados realizada no período de inverno amazônico, observou a germinação de sementes e plântulas no sub-bosque das florestas, e durante o verão amazônico, encontrou-se apenas plântulas e sementes sem viabilidade germinativa.

Nas populações estudadas não se identificou banco de sementes da espécie *Vouacapoua americana*, corroborando com Souza et al., (2000). Whitmore (1989) relata que o banco de sementes do solo abriga, basicamente, sementes de espécies pioneiras e secundárias iniciais, sendo fator essencial para a regeneração da primeira fase de ocupação e cicatrização de grandes clareiras. Espécies tolerantes à sombra se caracterizam pelo contínuo recrutamento, devido à grande disponibilidade de sementes com curto período de viabilidade, não permitindo acúmulo no banco de sementes (MORY; JARDIM, 2001).

Durante a coleta de dados, observou-se as árvores da espécie acapu com o fuste reto e cilíndrico, sem bifurcação e sem raízes escoras (sapopemas), porém, apresentando sulcos longitudinais, principalmente em indivíduos com diâmetros superiores a 50cm. Essas observações corroboram com a descrição de diversos autores (ARAGÃO; ALMEIDA, 1997; SOUZA et. al., 2000; SILVA; LEÃO, 2006; RODRIGUES et. al., 2012). Caracterizando o acapu como uma espécie de fuste reto, com baixa incidência de fustes bifurcados.

Lorenzi (2013) e Santos et. al. (2018) classificaram o acapu como espécie decídua, no entanto, Santos et. al., (2018) ressaltam que houve perda total de folhas

somente em alguns indivíduos. É possível que algumas árvores numa população, durante o período de troca foliar perca todas as suas folhas, no entanto, isso não significa que a espécie seja decídua. Outros estudos apresentaram como comportamento mais comum em árvores de acapu a mudança foliar sem a perda total de folhas (MAUÉS *et. al.*, 1999; ARAÚJO, 1970; ALENCAR *et al.*, 1979). Dessa forma, é razoável aceitar que as folhas de acapu possuam vida longa.

Não foram encontrados estudos citando a espécie acapu com raízes superficiais, bem como, durante a coleta de dados, não foram encontradas ou registradas árvores da espécie acapu com esse tipo de raiz, aceitando-se, então, que o acapu possui raízes profundas.

Pode-se considerar *V. americana* como uma espécie de lento crescimento em altura, quando comparada com as espécies pioneiras que nos cinco primeiros anos chegam a apresentar crescimento cerca de oito vezes maior que o acapu. Barbosa *et. al.*, (2003) no terceiro ano após o plantio registrou que o pau-de-balsa (*Ochroma lagopus* Sw.) chegou a 11,85 m (3,95 m/ano) de altura e 11,42 cm de diâmetro. E a caroba (*Jacaranda copaia* D. Don) chegou a 8,37 m (2,79 m/ano) de altura e 11,18 cm de diâmetro.

O crescimento do acapu de 0,75 cm/ano em plantação (SUDAM, 1979) e de 0,29cm/ano e 0,32cm/ano em floresta não explorada e floresta explorada, respectivamente (SILVA *et. al.*, 2017) caracterizam a espécie com de crescimento lento, corroborando com Loureiro *et al.*(1979) classificaram o acapuzeiro como de crescimento lento, não se comportando bem em plantios em plena abertura. E, se comparada com espécies pioneiras que chegam a apresentar crescimento muito superior como: pau-de-balsa (*Ochroma lagopus* Sw.) e caroba (*Jacaranda copaia* D. Don) que cresceram em diâmetro 11,42 (3,81) cm e 11,18 (3,72) cm, respectivamente (BARBOSA *et. al.*, 2003).

A espécie acapu apresentou alta taxa de mortalidade de mudas de acapu, principalmente em clareiras grandes, conforme Jardim *et al.*, (2007) e Lopes *et al.* (2009), e baixa taxa de mortalidade de árvores a partir de 10cm de DAP (GRAAF *et al.*, 1999; GOMES, 2018), caracterizando-se com uma espécie de comportamento típico tolerante.

A madeira do acapu é pesada e dura, apresentando densidade alta de 0,90 a 1,00 g/cm³, escura, variando do marrom escuro ao negro (LOUREIRO & SILVA, 1968; CAMARGO et al., 1996; GONZAGA, 2006).

De acordo com Macieira (2015) as dimensões do diâmetro do elemento de vaso e lúmen do elemento de vaso são maiores nas espécies pioneiras. Elementos de vaso maiores são associados ao maior fluxo de água e nutrientes típico de espécies de crescimento rápido (COSTA et al., 2009; POORTER et al., 2010; ZANNE et al., 2010). A eficiência no transporte de água permite maior condutância estomática, o que, consequentemente, proporciona aumento na taxa fotossintética, no ganho de carbono e no crescimento destes indivíduos (POORTER et al., 2010; ZANNE et al., 2010; MACIEIRA, 2015). Segundo Santini Junior et. al., (2021) *Vouacapoua americana* apresenta vasos pequenos (48-102µm de diâmetro). Dessa forma, pode-se aceitar a hipóteses de que *V. americana* apresenta baixa eficiência no transporte de água, baixa condutância estomática e consequentemente baixa taxa fotossintética.

Considerando-se os estudos de Gondim (1992) e Souza Filho; Alves (2000), pode-se aceitar que *Vouacapoua americana* é uma espécie que apresenta alta toxidade química em suas folhas e casca. Um indicativo desta toxidade de *Vouacapoua americana* pode ser o fato de que nas plântulas da regeneração natural, bem como, as mudas, varas e arvoretas das populações estudadas não foram encontrados sinais de predação.

Folhas com baixa área foliar específica tendem a ser grossas e densas e, portanto, fisicamente robustas e menos atraentes para os herbívoros do que as folhas com alta área foliar específica (COLEY, 1983; WRIGHT e WESTOBY, 2002; POORTER et. al., 2008).

Assim, como Santos & Jardim (2012), nas populações estudadas não se encontrou regeneração natural da espécie acapu em clareiras, sendo observada somente no subbosque da floresta. Segundo Souza et al. (2000) a regeneração natural da espécie acapu requer sombra. Com base na sobrevivência de mudas e desempenho de crescimento em microhabitats contrastantes, padrões de recrutamento *V. americana* foram descritos como tolerantes a sub-bosque (FORGET, 1997).

Para Rollet (1978) e Maciel et al. (2003) a análise da distribuição diamétrica de uma espécie dá uma informação preliminar do caráter dessa espécie, com relação à luz. Espécies tolerantes são aquelas com distribuição diamétrica na forma exponencial negativa (j invertido). Espécies com ausência de indivíduos nas classes menores são chamadas de pioneiras, fortemente heliófilas. Espécies com comportamentos intermediários são chamadas de oportunistas, podendo ser de grande ou de pequenas clareiras, conforme sejam mais ou menos heliófilas.

Para Oliveira et al. (2018), Schaaf et al. (2006), a distribuição em "J invertido" é resultado de características intrínsecas de cada espécie e de características ecológicas como tamanho limite, longevidade, crescimento e competição entre os indivíduos. Oliveira et al. (2018) identificaram que o grupo ecológico não pioneiro apresentou distribuição em "J invertido". Observando-se o padrão de distribuição diamétrica de *Vouacapoua americana* Aublet, tendendo ao "J" invertido (Tabela 5 e Figura 3), pode-se afirmar que a espécie pode ser classificada quanto ao grupo ecológico como espécie tolerante.

V. americana se apresentou nos estratos inferior, médio e superior, em todas as populações estudadas (Tabela 8 e Figura 5). A abundante presença de acapu no estrato inferior demonstra um comportamento parecido com o comportamento típico de espécies não pioneiras (CURTO et al., 2013). A elevada densidade de acapu no estrato intermediário ratifica um comportamento comum às espécies tanto pioneiras quanto não pioneiras, que se destacam nesse estrato (CURTO et al., 2013). A menor densidade da espécie no estrato superior em relação aos demais estratos demonstrou mais uma vez seu comportamento de espécie tolerante. De modo geral, a presença do acapu nos três estratos verticais ratifica seu comportamento como espécie tolerante, tendo seu desenvolvimento adaptado à ambientes com pouca luminosidade direta (ambientes sombreados), mas, que também pode se adaptar bem a ambientes de alta luminosidade, como no estrato superior.

Considerando-se os resultados e a discussão dos parâmetros relacionados à tabela 10 (WHITMORE, 1990) em relação a *V. americana*, pode-se afirmar que a espécie se enquadra no grupo sucessional das espécies tolerantes de acordo com a classificação proposta por Whitmore (1978).

2.4.4. Distribuição espacial

Constatou-se por meio da Função $k(h)$ de Ripley (1976) que a distribuição espacial de *V. americana* predominantemente segue o padrão agregado ou agrupado, sendo observado nas 12 populações analisadas (Figura 7). Os organismos se agregam, quando e onde encontram condições favoráveis à reprodução e a sua sobrevivência (TOWNSEND *et al.*, 2010). Um padrão agregado de distribuição é característico de espécies vegetais dispersas por animais ou que realizam sua dispersão por autocoria (barocoria) e está relacionado com a quantidade de sementes produzidas e a duração do período de frutificação (JANZEN, 1976). A elevada densidade da espécie nas populações estudadas (Tabela 5) pode ser considerada como indicador e resultante da produção de grandes quantidades de sementes. Meira *et al.* (2016) comentam que essa distribuição está relacionada ao fato da espécie ser predominantemente barocórica (dispersão dos diásporos por gravidade), resultando em maior concentração de indivíduos nas proximidades das plantas matrizes.

Segundo Souza *et al.* (2000) e Viana *et al.* (2011) a dispersão de *V. americana* é inicialmente por gravidade (barocórica), com os frutos sendo depositados sob a copa das matrizes. A dispersão secundária é realizada por grandes mamíferos e por roedores, como cutias, pacas, entre outros, que carregam suas sementes por até 22 m de distância da planta matriz (FORGET, 1990; SILVA & LEÃO, 2006). Populações de plantas dispersas por pequenos animais, tendem a apresentar distribuição espacial agrupada (SEIDLER; PLOTKIN, 2006). A síndrome de dispersão de sementes de *V. americana* (barocoria e pequenos animais), aliada a germinação de suas sementes em ambientes de pouca luminosidade direta, muitas vezes sombreados pela copa da própria matriz, ou mais afastado de clareiras (SANTOS; JARDIM, 2012), resulta no processo de regeneração natural da espécie, promovendo a formação de populações com indivíduos próximos um dos outros. Campos *et al.* (2002) identificaram a maior densidade de indivíduos de acapu nas áreas de melhores condições de sombreamento. Lehn *et al.* (2008) observaram situação semelhante para a espécie *Trichilia elegans* A. Juss. que também apresentou distribuição espacial agregada.

O sistema reprodutivo do acapu é misto (alógamo e autógamo) e sua polinização é entomófila realizada na maioria das vezes por sirfídeos e meliponíneos que são polinizadores de curto alcance de vôo (MAUÉS *et. al.*, 1999). A proximidade entre os indivíduos da espécie, resultante do seu processo de regeneração natural possibilita aos seus polinizadores mais frequentes e de curto alcance de vôo a realização de sua polinização e assim garantir sua reprodução.

Então, a dinâmica entre duração do período de frutificação, quantidade de sementes produzidas, síndrome de dispersão de sementes e germinação, pode ser um fator direto de influência sobre o padrão de distribuição espacial agregado, e assim, a distribuição agregada seria uma resultante da estratégia da espécie acapu para garantir sua reprodução, colonização e perpetuação.

Considerando-se os estudos citados e os resultados deste estudo, pode-se afirmar que, no caso do acapu, a dominância da distribuição agregada é influenciada pela sua síndrome de dispersão, uma vez que devido à distância em que suas sementes são carregadas na dispersão secundária, estas têm grandes chances de germinarem próximas da sua planta matriz. Porém, fatores como disponibilidade de nutrientes no solo, topografia, competição, predação, abertura e ou descontinuidade de dossel, clareiras e áreas sombreadas, em grau maior ou menor de intensidade influenciam tanto quanto a dispersão.

Transições do padrão de dispersão agregado para o padrão aleatório foram observadas ao longo de toda a escala de distância nas populações Paragominas, Mazagão, Repartimento, Anapu2, Anapu6 e Anapu7 (Figura 7).

De acordo com Oliveira e Amaral (2005) a distribuição aleatória é rara em populações vegetais. Muitos autores concordam que os padrões de distribuição espacial aleatório e uniforme são raros em populações de plantas (FREITAS; MAGALHÃES, 2014), e a maioria das populações tem algum grau de agregação dos indivíduos no espaço (SCALON *et. al.*, 2012). Para Bernasol e Lima-Ribeiro (2010) o padrão aleatório, em que a localização de um indivíduo não interfere na localização de outro da mesma espécie, se opõem ao padrão de distribuição agrupado (ou agregado), em que a presença de um recurso (tipo de solo) tem alta probabilidade de influenciar a localização dos indivíduos de uma

mesma espécie, apresentando assim baixos índices de dispersão. Já Townsend *et al.* (2010) salientam que algumas espécies mostram-se distribuídas aleatoriamente em ambientes onde recursos se encontram limitados devido à saturação de sítios, promovendo assim, uma severa competição (FREITAS; MAGALHÃES, 2014).

É possível que as transições do padrão agregado para aleatório e uniforme, observados para o acapu, nesse estudo, não sofreu influencia da sua síndrome de dispersão. Porém, provavelmente foi bastante influenciada pela limitação de recursos: nutrientes do solo, maior abertura ou descontinuidade do dossel, maior número de clareiras, redução de áreas sombreadas, topografia, competição e predação, ocorrendo de forma isolada ou concomitantemente. Forget *et al.* (1999) estudando a distribuição espacial de *C. procera* observou que a abertura do dossel pode afetar o padrão de ocorrência da espécie favorecendo um padrão completamente aleatório, guiado fortemente pela abertura estocástica de clareiras na floresta e não apenas pelo modo de dispersão.

Aceitando-se que as transições do padrão agregado para aleatório (Figura 7) apresentadas por *V. americana* sejam uma resposta a limitação de recursos em determinados locais da floresta, esse comportamento da espécie mostra sua adaptabilidade e resiliência às limitações do ambiente em que ocorre.

Os resultados para a distribuição espacial das populações de acapu apresentados nesse estudo corroboram com outros realizados na mesma região, uma vez que diversos estudos apresentaram o padrão de distribuição espacial agregada (ARAGÃO; ALMEIDA, 1997; CAMPOS *et al.*, 2002; MAESTRI *et al.*, 2021), enquanto, Souza *et al.* (2011) identificaram o padrão de distribuição espacial aleatório para *V. americana*. E, Souza *et al.* (2021) aplicando a função K de Ripley (1976) relataram a espécie acapu com distribuição agregada, porém, assim como nesse estudo, observaram transições do padrão agregado para o aleatório.

2.4.5. Dinâmica populacional

A inexistência de mortalidade e a elevada taxa de ingresso observadas no estrato de mudas (Tabela 11) pode ser um indicativo de que passaram os anos da exploração florestal que ocorreu na área, o dossel já está fechado e a espécie encontra as melhores condições ambientais para a germinação de suas sementes e manutenção de suas plântulas. Isso confirma o observado por Santos e Jardim (2012) quando registraram a maior taxa de mortalidade de *V. americana* em clareiras. Outro fator que vale ressaltar é que este comportamento pode confirmar a toxicidade química da espécie o que inibe a herbivoria, ação que resultaria em mortalidade nesse nível.

As altas taxas de mortalidade e baixas taxas de ingresso observadas na população Anapu6, tanto na regeneração quanto no estrato arbóreo pode estar relacionado a medição final ter ocorrido um ano após a exploração da área (Tabela 11). Os efeitos das atividades operacionais (construção de estradas, pátios e derrubada de árvores) da exploração florestal e queda de árvores pós-exploração, devido a ação dos intempéries, favoreceram a formação de clareiras e o aumento da entrada de luz na floresta. Esses efeitos da exploração recente podem ter contribuído com a morte de várias árvores e a baixa taxa de ingresso nessa população. Silva et. al. (2017), registraram ingresso de duas árvores ($DAP \geq 10\text{cm}$) de *V. americana* apenas na floresta não explorada (testemunha), pode ser devido a abertura de clareiras resultante da exploração na área manejada. Os resultados obtidos por Santos e Jardim (2012) em dez anos de monitoramento de clareiras, indicam que *V. americana* apresentou maior número de indivíduos mortos do que recrutamento, permitindo deduzir que a radiação solar no centro da clareira não favoreceu a germinação e o crescimento da espécie nessa área.

Observou-se na Tabela 12 e Figura 8 que mesmo após a exploração florestal nas áreas das populações estudadas, a espécie manteve ou recuperou sua distribuição diamétrica decrescente em “J” invertido. Considerando a composição de espécies Naves et al., (2020) observaram que o manejo florestal não causou mudanças na estrutura de abundância de comunidades. A presença de saltos do número de árvores entre classes na distribuição diamétrica, tanto na primeira quanto na última medição, reforça a observação de que é uma característica da espécie esse padrão de distribuição diamétrica truncada pelos saltos, mas,

em “J” invertido. Para Freitas (2004) esse tipo de distribuição indica que a espécie é fortemente tolerante e pode regenerar sob o dossel, crescendo até a maturidade. Segundo Jardim et al. (1996) na floresta natural, as espécies com distribuição na forma decrescente e contínua são aquelas chamadas tolerantes.

Comparando-se a distribuição diamétrica inicial e final de cada população (Figura 8), observa-se que mesmo *V. americana* sendo uma espécie tolerante e assim se desenvolver em condições de dossel fechado e sub-bosque, a abertura do dossel produzido pela exploração florestal e pelos distúrbios naturais ao longo dos anos, beneficiou a espécie em seu crescimento, como pode-se observar nos valores do IPAdap (Tabela 12 e Figura 8). Segundo FREEDEN; FIELD (1991), espécies tolerantes, beneficiam-se de radiação solar proveniente de clareiras, assim como dos chamados “sunflecks”, pequenas nesgas de luz direta que atravessam o dossel florestal e atingem o solo.

A população arbórea de *V. americana* mostrou variação no IPAdap nas quatro populações estudadas (Tabela 12 e Figura 8). Porém, seus valores estão em conformidade com outros estudos para a espécie. Silva et. al. (2017), registraram para *V. americana* um IPA de 0,29cm/ano para a floresta não explorada e de 0,32cm/ano para a floresta explorada.

A população Anapu6 mesmo tendo seu último monitoramento um ano após a exploração florestal, mostrou um IPAdap igual ao da população Jari com cerca de 16 anos de monitoramento. Essa recuperação da população Anapu6 observada na sua distribuição diamétrica pós-exploração e em seu IPAdap mostra que *V. americana*, mesmo sendo uma espécie tolerante se adapta e se beneficia da formação de clareiras produzidas pela exploração.

Já na população Paragominas passados mais de cinco anos da exploração florestal e possivelmente com o fechamento das clareiras e do dossel, abertos por essa exploração, *V. americana* se mostrou adaptada a condição de menos luminosidade, e assim, mantém seu padrão de estrutura e dinâmica de crescimento. O comportamento das quatro populações aqui estudadas, representadas pelo comportamento da população Anapu6 e Paragominas, mostram a adaptabilidade *V. americana* a ambientes de pouco luminosidade quanto aos

ambientes de maior oferta de luz. Demonstração clara de alta plasticidade fenotípica e aponta para a necessidade de estudos ecofisiológicos para essa espécie.

2.5. CONCLUSÃO

- A espécie *Vouacapoua americana* Aublet apresenta elevada densidade e dominância em seus locais de ocorrência.
- Em geral as populações de *V. americana* não se encontram com sua distribuição diamétrica balanceada, apresentando salto e ou descontinuidade nas classes diamétricas, porém, ainda assim, a espécie mostrou o comportamento em "J invertido" como seu padrão de distribuição diamétrica.
- *V. americana* apresenta altura mediana, e mesmo não sendo considerada uma espécie emergente no dossel da floresta, por vezes chega a alcançar o dossel da floresta.
- O arranjo da distribuição espacial de *V. americana* é predominantemente o padrão de distribuição agregado, porém, devido a limitação de recursos no ambiente, pode ocorrer o padrão aleatório.
- *V. americana* é uma espécie do grupo sucessional das tolerantes ou climax.
- A espécie *V. americana* pode ser manejada com facilidade, pois, seu padrão de distribuição diamétrica em "J invertido" garante a capacidade de regeneração e ingresso, permitindo a exploração das árvore com DAP superior a 50cm.

REFERÊNCIAS

- ABREU, S. C.; HERRERA, R. C.; MENEZES, M. C.; LEO, F. M.; SOUZA, O. P. S. Árvores matrizes de *vouacapoua americana* aubl. em plano de manejo florestal comunitário. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.15 n.28; p.112, 2018.
- ALENCAR, J. C.; ALMEIDA, R. A.; FERNANDES, N. P. Fenologia de espécies florestais em floresta tropical úmida de terra firme na Amazônia Central. Acta Amazonica, 9(1): 163-198. 1979.
- ALMEIDA, S. S.; LISBOA, P. L. B.; SILVA, A. S. L. Diversidade florística de uma comunidade arbórea na estação científica “Ferreira Penna”, em Caxiuanã (Pará). Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Série Botânica. Belém, 9(1): 93-188. 1993.
- ALVES JUNIOR, F. T.; FERREIRA, R. L. C.; SILVA, J. A. A. da; MARANGON, L. C.; COSTA JUNIOR, R. F. Estrutura diamétrica de um fragmento de Floresta Atlântica em matriz de cana-de-açúcar, Catende, Pernambuco. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 13, n. 3, p. 328-333, 2009.
- ALVES JUNIOR, F. T.; FERREIRA, R. L. C.; SILVA, J. A. A. da; MARANGON, L. C.; COSTA JUNIOR, R. F.; SILVA, S. de O. Utilização do quociente de De Liocourt na avaliação da distribuição diamétrica em fragmentos de floresta ombrófila aberta em Pernambuco. Ciência Florestal, Santa Maria, v. 20, n. 2, p. 307-319, 2010.
- ALVES, J.C.Z.O.; MIRANDA, I. DE S. Análise da estrutura de comunidades arbóreas de uma floresta amazônica de terra firme aplicada ao manejo florestal. Acta Amazonica, 38: 657-666. 2008.
- AMARAL, D. D.; VIEIRA, I. C. G.; ALMEIDA, S. S.; SALOMÃO, R. P.; SILVA, A. S. L.; JARDIM, M. A. G. Checklist da flora arbórea de remanescentes florestais da região metropolitana de Belém e valor histórico dos fragmentos, Pará, Brasil. Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Cienc. Nat., Belém, v. 4, n. 3, p. 231-289, set.- dez. 2009
- ANJOS, A.; MAZZA, M. C. M.; SANTOS, A. C. M. C.; DELFINI, L. T. Análise do padrão de distribuição espacial da araucária (*Araucaria angustifolia*) em algumas áreas no Estado do Paraná, utilizando a função K de Ripley. SCIENTIA FORESTALIS. n. 66, p. 38-45, dez. 2004.
- ARAGÃO, I. L. G.; ALMEIDA, S. S. Estrutura ecológica comparada de populações de acapu (*Vouacapoua americana* Aubl., Caesalpiniaceae) em duas florestas de terra firme na Amazônia Oriental. In: Lisboa, P. L. B. org. Caxiuanã. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, v. I, p. 273 - 290, 1997.
- ARAGÃO, I. L. G.; SILVA, P. J. D. Análise morfológica de frutos e sementes de acapu (*Vouacapoua americana* Aubl., Caesalpiniaceae) procedentes de duas áreas de floresta de terra firme do estado do Pará. In: GOMES, J.I.; MARTINS, M.B.; MARTINS-DA-SILVA,

R.C.V.; ALMEIDA, S.S. (Ed.). Mocambo: Diversidade e dinâmica Biológica da Área de Pesquisa Ecológica do Guamá (Apeg). Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi/Embrapa Amazônia Oriental, 454 p. 2007.

ARAÚJO, V.C. Fenologia de essências florestais amazônicas. Boletim do INPA. (4) : 25 p. 1970.

ASHTON, P. M. S.; BERLYN, G. P. Leaf adaptations of some *Shorea* species to sun and shade. New Phytologist, Cambridge, v. 121, p. 587 - 596, 1992.

ÁVILA, F. (Ed.). Árvores da Amazônia. São Paulo: Empresa das Artes, 2006. 243 p.

BARBOSA, A. P.; CAMPOS, M. A. A.; SAMPAIO, P. T. B.; NAKAMURA, S.; GONÇALVES, C. Q. B. O crescimento de duas espécies florestais pioneiras, pau-de-balsa (*Ochroma lagopus* sw.) E caroba (*Jacaranda copaia* d. Don), usadas para recuperação de áreas degradadas pela agricultura na Amazônia central, Brasil. Acta Amazonica, 33 (3): 477-482. 2003.

BARRETO, P.; AMARAL, P.; VIDAL, E.; UHL, C. Costs and benefits of forest management for timber production in estern Amazon. Forest Ecology and Manegement, v.108, p.9-26, 1998.

BARROS, A.V. de. Análise Estrutural de uma Floresta Situada no Planalto de Curuá-Una-Pará. FCAP, Belém. Dissertação de Mestrado, 114p, 1996.

BARROS, P. L. C. Estudo das distribuições diamétricas de florestas do planalto Tapajós-PA. 1980. 123 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1980.

BATISTA, A. P. B ; APARÍCIO, W. C. S.; APARÍCIO, P. S.; SANTOS, V. S.; LIMA, R. B.; MELLO, J. M. Caracterização estrutural em uma floresta de terra firme no estado do Amapá, Brasil. *Pesq. flor. bras.*, Colombo, v. 35, n. 81, p. 21-33, jan./mar. 2015.

BERNASOL, W. P.; LIMA-RIBEIRO, M. S. Estrutura espacial e diamétrica de espécies arbóreas e seus condicionantes em um fragmento de cerrado sentido restrito no sudoeste goiano. Hoehnea, v. 37, n. 2, p. 181 - 198, 2010.

BOLTZ, F.; CARTER, D.R.; HOLMES, T.P.; PEREIRA JUNIOR, R. Financial returns under uncertainty for conventional and reduced-impact logging in permanent production forests of the Brazilian Amazon. Ecological Economics, v.39, n.3, p.387-398, 2001.

CAMARGO, J. A A.; CZARNESKI, C.M.; MEGUERDITCHIAN, I.; OLIVEIRA, D. de. Catálogo de árvores do Brasil. Brasília: IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis); Laboratório de Produtos Florestais. 1996. 887p.

CAMPOS, J. C. C.; RIBEIRO, J. C.; COUTO, L. Emprego da distribuição diamétrica na determinação da intensidade de corte em matas naturais submetidas ao sistema de corte em matas naturais submetidas ao sistema de seleção. Revista Árvore, v.7, n.2, p.110-122, 1983.

CAMPOS, J. S.; FONSECA, T. Q.; CONTENTE, F. A. S.; LEÃO, N. V. M. Distribuição Espacial de *Vouacapoua americana* aubl. (acapú), em um Fragmento de Floresta Urbana, Jardim Botânico Bosque Rodrigues Alves. Anais, XII Seminário de Iniciação Científica da FCAP, VIIISeminário de Iniciação Científica da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, Pará. 2002.

CAPRETZ RL, Batista JLF, Sotomayor JFM, Cunha CR, Nicoletti MF, Rodrigues RR. Padrão espacial de quatro formações florestais do estado de São Paulo, através da função K de Ripley. *Ciência Florestal* 2012; 7 (3): 551-565.

CARIM, M. J. V.; GUIMARÃES, J. R. S.; TOSTES, L. C L.; TAKIYAMA, L. R.; WITTMANN, F. Composition, structure and floristic diversity in dense rain forest in the Eastern Amazon, Amapá, Brazil. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, Maringá, v. 37, n. 4, p. 419-426, Oct.-Dec., 2015.

CARIM, M. J. V.; GUIMARÃES, J. R. S.; TOSTES, L. C. L. Composição e Estrutura de Floresta Ombrófila Densa do extremo Norte do Estado do Amapá, Brasil. *Biota Amazônia*, v. 3, p. 1-10, 2013.

CARVALHO, J.O.P. de. Análise estrutural da regeneração natural em floresta tropical densa na região do Tapajós no Estado do Pará. Curitiba, 1982. 129p. Tese de Mestrado.

CARVALHO, J.O.P. de. Dinâmica de floresta natural e suas implicações para o manejo florestal. IN: *Simpósio Silvicultura na Amazônia Oriental: Contribuição do Projeto EMBRAPA/DF, D, 1999, Belém. Resumos Expandidos*. Belém. EMBRAPA/DF, D, 1999. 304p. p.174-179. (EMBRAPA/CPATU. Documentos, 123).

CARVALHO, J.O.P. de.; SILVA, J.N.M.; LOPES, J.C.A.; MONTAGNER, L.H.; CARVALHO, M.S.P. de. Composição florística de uma mata secundária no planalto de Belterra no Pará. IN: *Simpósio do Trópico Úmido, 1, 1984. Belém. Anais*. Belém: EMBRAPA/CPATU, 1986. 6v. 493p. p. 197-205. (EMBRAPA/CPATU. Documento, 36).

CARVALHO, J.O.P. de; LOPES, J.C.A.; SILVA, N.M. Dinâmica da diversidade de espécies em uma floresta de terra firme na Amazônia Brasileira relacionada à intensidade de exploração. IN: *Simpósio Silvicultura na Amazônia Oriental: Contribuição do Projeto EMBRAPA/DF, D, 1999, Belém. Resumos Expandidos*. Belém. EMBRAPA/DF, D, 1999. 304p. p.167-173. (EMBRAPA/CPATU. Documentos, 123).

CARVALHO, M. C.; GOMIDE, L. R.; Ferraz Filho, A. C.; Lacerda, W. S.; Silva, C. S. J. Modelagem da distribuição diamétrica de florestas tropicais. *ENCICLOPÉDIA BIOSFERA*, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.13 n.24; p. 731, 2016.

CARVALHO, J.O.P.; SILVA, J.N.M; LOPES, J.C.A. Growth rate of a terra firme rain forest in brazilian amazonia over an eight-year period in response to logging. *Acta Amazonica*. v. 34, n. 2, p. 209 – 217, 2004.

CHIAMOLERA, L. B.; ÂNGELO, A.C.; BOEGER, M. R.; ARAÚJO, F. C. Aspectos anatômicos e fisiológicos de folhas de *Mimosa scabrella* de áreas com diferentes graus de sucessão. FLORESTA, Curitiba, PR, v. 41, n. 3, p. 435-450, jul./set. 2011.

COELHO, F. A.; SOUZA, J. B. S.; CASTRO, A. C. J.; NASCIMENTO, A. M.; SOARES, M. H. M.; RUSCHEL, A. R. Diversidade e composição florística em um trecho de floresta de terra firme no município de Anapú-PA. VI Simpósio de Estudos e Pesquisas em Ciências Ambientais na Amazônia, 2017, Anais, Trabalho Completos, V-1, p. 469-478, ISSN 2316-7637.

COLEY, P. D. 1983. Herbivory and defensive characteristics of tree species in a lowland tropical forest. Ecological Monographs 53:209–233.

CONDÉ, T. M.; TONINI, H. Fitossociologia de uma Floresta Ombrófila Densa na Amazônia Setentrional, Roraima, Brasil. Acta Amazonica, v. 43, p. 247-260, 2013.

COSTA, C.G.; CALLADO, C.H.; CORADIN, V.T.R.; CARMELLO GUERREIRO, S.M. Xilema. In: APEZZATO-DA-GLÓRIA, B.; CARMELLO-GUERREIRO, S.M. Anatomia Vegetal. 2. ed., Viçosa: Ed. UFV, 2009. 438p.

COSTA, D.H.M.; FERREIRA, C.A.P.; SILVA, J.N.M.; LOPES, J. do C.A.; CARVALHO, J.O.P. de. Potencial madeireiro de floresta densa no município de Moju, Estado do Pará. Belém: Embrapa-CPATU, 1998. 33p. (Embrapa-CPATU. Documentos, 121).

COTA, M.M.T. *Vouacapoua* in Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB83869>>. Acesso em: 15 Jan. 2020.

CRUZ, E. D.; PEREIRA, A. G. Germinação de sementes de espécies amazônicas: acapu (*Vouacapoua americana* Aubl.). Comunicado Técnico 288. Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA. 2016. p.4.

CURTO, R. A.; SILVA, G. F.; SOARES, C. P. B.; MARTINS, L. T.; DAVID, H. C. Métodos de estimação de altura de árvores em Floresta Estacional Semidecidual. Revista Floresta, Curitiba, PR, v.43, n.1, p.105-116, 2013. DOI: 10.5380/rev.v43i1.26791

DE LIOCOURT, F. De l'aménagement des sapinières. Paris: Société Forestière de Franche-Comté et Belfort, 1898.

DELLA-BIANCA, L.; BECK, D. E. Selection management in Southern Appalachian Hardwoods. Southern Journal of Applied Forestry, v.9, n.3, p.191-197, 1985.

DELONGA, R.; MACHADO, S. A.; PÉLLICO NETTO, S.; RIOS, R. C. Caracterização da Estrutura Diamétrica em Três Períodos de Medição para o Parque Nacional do Iguaçu, Paraná. Scientia Agraria Paranaensis – Sci. Agrar. Parana. ISSN: 1983-1471, v. 17, n. 1, jan./mar., p. 51-58, 2018.

DUCKE, A. 1949. As leguminosas da Amazônia brasileira. Archivos do Jardim Botânico do Rio de Janeiro 18: 1-248.

DYKSTRA, D.P; HEINRICH, R. Código modelo de practicas de aprovechamiento florestal de la FAO. Roma: FAO, 1996. 85p.

EVANS, J. R. Photosynthesis and nitrogen relationships in leaves of C3 plants. Oecologia, v. 78, p. 9 - 19, 1989.

FELFILI, J. M. Diameter and height distributions in a gallery forest tree community and some of its main species in central Brazil over a six-year period (1985-1991). Revta brasil. Bot., São Paulo, V.20, n.2, p.155-162, dez. 1997.

FELFILI, J.M.; SILVA JUNIOR, M.C.; NOGUEIRA, P.E. 1998. Levantamento da vegetação arbórea na região de Nova Xavantina, MT. Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer 3: 63-81.

FILHO, L. C. O. Contribuição ao conhecimento das florestas do estado do Amapá – Potencial florestal e características fitossociológicas. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Relatório Técnico. 50p. 2004.

FINEGAN, B. Bases ecológicas de la silvicultura y la agroforesteria. Turrialba - Costa Rica, Centro Agronômico Tropical de Investigacion y Ensenanza - CATIE, 1992. 153 p.

FINOL, U.H. Nuevos parametros a considerarse en el analisis estructural de las sevas virgenes tropicales. R. For. Venez. 14 (21):29-42, 1971.

FORGET, P. M. 1997. Effect of microhabitat on seed fate and seedling performance in two rodent-dispersed tree species in rainforest in French Guiana. *Journal of Ecology* 85:693±703.

FORGET, P. -M. Seed-dispersal of *Vouacapoua americana* (Caesalpiniaceae) by caviomorph rodents in French Guiana. *Journal of Tropical Ecology*, v. 6, n. 4, p. 459-468, 1990.

FORGET, P.M.; MERCIER, F.; COLLINET, F. (1999). Spatial patterns of two rodent-dispersed rain forest trees *Carapa procera* (Meliaceae) and *Vouacapoua americana* (Caesalpiniaceae) at Paracou, French Guiana. *JOURNAL OF TROPICAL ECOLOGY*. 15. 301-313. 10.1017/S0266467499000838.

FRANCEZ, L. M. B.; CARVALHO, J. O. P.; JARDIM, F. C. S.; QUANZ, Beatriz.; PINHEIRO, K. A. O. Efeito de duas intensidades de colheita de madeira na estrutura de uma floresta natural na região de Paragominas, Pará. *Acta Amazonica*, vol. 39(4) 2009: 851 – 864.

FREDEEN, A. L., FIELD, C. B. Leaf respiration in *Piper* species native to a Mexican rain forest. *Physiologia Plantarum*, n. 82, p. 85-92. 1991.

FREITAS, J. V. de. 2004. Improving Tree Selection for Felling and Retention in Natural Forest in Amazonia Through Spatial Control and Targeted Seed Tree Retention: A Case Study of a Forest Management Project in Amazonas State, Brazil. PhD Thesis, University of Aberdeen, Aberdeen. 207p

FREITAS, W. K.; MAGALHÃES, L. M. S. Florística, diversidade e distribuição espacial das espécies arbóreas de um trecho de floresta estacional semidecidual da serra da Concórdia, RJ. FLORESTA, Curitiba, PR, v. 44, n. 2, p. 259 - 270, abr. / jun. 2014.

GOMES, J. M. Dinâmica das populações de três espécies madeireiras ameaçadas de extinção na Amazônia oriental. 2018. 91f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2018.

GOMES, J.I.; LISBOA, P. L. B.; ROSA, N. A. Notas sobre a durabilidade natural do acapu (*Vouacapoua americana* Aubl.) em ambiente de igapó. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Série Botânica 3(1). 1987.

GOMIDE, L. R.; SCOLFORO, J. R. S.; OLIVEIRA, A. D. de, Análise das estruturas diamétrica e hipsométrica de fragmentos florestais localizados na bacia do rio São Francisco, em Minas Gerais, Brasil. FLORESTA, Curitiba, PR, v. 39, n. 2, p. 239-251, abr./jun. 2009.

GONÇALVES, D. A.; SCHWARTZ, G.; POKORNY, B.; ELDIK, TV. O Uso da Classificação de Copa de Dawkins como Indicador do Comportamento Ecológico de Espécies Arbóreas Tropicais. Floresta, 40(1): 175-182, 2010.

GONDIM, C. J. E. Presença de substancias inibidoras do crescimento no acapuzeiro (*Vouacapoua americana* Aubl.). Silvicultura em S. Paulo, v. 16A, pt. 1, p. 532-535, 1992. Edição dos Anais do Congresso Nacional Sobre Essências Nativas, 1992, Campos do Jordão, 1992.

GONZAGA, L. A. Madeira: uso e conservação. Brasília, DF: IPHAN/MONUMENTA, 2006. 246p.: il.; 28cm. (Cadernos Técnicos; 6).

GRAAF, N.R.; POELS, R.L.H.; Van ROMPAEY, R.S.A.R. Effect of silvicultural treatment on growth and mortality of rainforest in Surinam over long periods. Forest Ecology and Management, 124: 123:135, 1999.

GRAZ, F. P. Structure and diversity of the dry woodland savanna of northern Namibia. Göttingen: Georg-August-Universität, 2004. 178p. Philosophy Doctor Thesis.

GRETZINGER, S. P. Evaluación de impactos ambientales en concesiones forestales en la reserva de la biosfera Maya, Peten, Guatemala. Turrialba: CATIE, 1996. 58p.

HAY, J. D.; BIZERRIL, M. X.; CALOURO, A. M.; COSTA, E. M. N.; FERREIRA, A. A.; GASTAL, M. L. A.; GOES JUNIOR, C. D.; MANZAN, D. J.; MARTINS, C. R.; MONTEIRO, J. M.G.; OLIVEIRA, S. A.; RODRIGUES, M. C. M.; SEYFFARTH, J. A. S.; WALTER, B. M. T. Comparação do padrão da distribuição espacial em escalas

diferentes de espécies nativas do cerrado, em Brasília, DF. *Revta brasil. Bot.*, São Paulo, V.23, n.3, p.341-347, set. 2000.

HENTZ, Â. M. K.; DALLA CORTE, A. P.; SANQUETTA, C. R.; BLUM, C. T.; CADORI, G. C. Edge effect on a tree community in an araucaria forest fragment in Brazil. *Revista Floresta*, Curitiba, v. 47, n.4, p.407-416, 2017.

HESS, A. F.; MINATTI, M.; FERRARI L.; PINTRO, B. A. MANEJO DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA PELO MÉTODO DE LIOCOURT, MUNICÍPIO DE PAINEL, SC. *CERNE* | v. 20 n. 4 | p. 575-580 | 2014. DOI: 10.1590/01047760201420041230.

HIGUCHI, N.; SANTOS, J. dos; VIEIRA, G.; RIBEIRO, R.J.; SAKURAI, S.; ISHIZUKA, M.; SAKAI, T.; TANAKA, N.; SAITO, S. Análise estrutural da floresta primária da bacia do rio Cuieiras, ZF-2, Manaus – AM-Brasil. IN: *Pesquisas Florestais para a Conservação da Floresta e Habilitação de Áreas degradadas da Amazônia*. Manaus: INPA, 1998. p. 53-81. (Projeto Jacarandá).

HOLMES, T. P.; BLATE, G. M.; ZWEEDE, J. C.; PEREIRA JUNIOR, R.; BARRETO, P., BOLTZ, F.; BAUCH, R. Financial and ecological indicators of reduced impact logging performance in the eastern Amazon. *Forest Ecology e Manegement*, 163:93-110. 2002.

IBDF – Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal. *Madeiras de Tucuruí, Características e Utilização*. 1981.

JANZEN, D.H. 1976. Why bamboos take so long to flower. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 7: 347-391.

JARDIM, F. C. da S.; SERRÃO, D. R.; NEMER, T. C. Efeito de diferentes tamanhos de clareiras sobre o crescimento e a mortalidade de espécies arbóreas em Moju - PA. *Acta Amazônica*, v. 37, p. 37 - 38, 2007.

JARDIM, F.C.S.; SOARES, M.S. Comportamento de *Sterculia pruriens* (Aubl.) Schum. em floresta tropical manejada em Moju-PA. *Acta Amazonica*, v. 40, p. 535-542, 2010.

JARDIM, F.C.S.; SOUZA, A.L. de; SILVA, A.F. da; BARROS, N. F. de; SILVA, E.; MACHADO, C.C. Dinâmica da vegetação arbórea com dap maior ou igual a 5,0 cm: comparação entre grupos funcionais e ecofisiológicos na estação experimental de silvicultura tropical do INPA – MANAUS – AM. *Revista Árvore*. v. 20, n. 3. p.267 – 278, 1996.

JARDIM, F.C.S.; SILVA, G.A.P. da. Análise da variação estrutural da floresta equatorial úmida da estação experimental de silvicultura tropical do instituto nacional de pesquisa da amazônia – INPA, Manaus – AM. IN: *Revista de Ciências Agrárias*. n. 31. jan.\jun., 1999. pp. 25-54. Belém: UFRA, 2003.

LAMPRECHT, H. Ensaio sobre unos metodos para el analisis estructural de los bosques tropicales. *Acta cient. Venez.*, 13 (2):57-65, 1962.

LEHN, C. R.; SALIS, S. M.; MATTOS, P. P.; DAMASCENO JUNIOR, G. A. Estrutura e distribuição espacial de *Trichilia elegans* A. Juss. (Meliaceae) em uma floresta sem idecídua no Pantanal da Nhecolândia, Mato Grosso do Sul, Brasil. *Rev. Biol. N*

LEITE, H.G.; NOGUEIRA, G.S.; CAMPOS, J.C.C.; SOUZA, A.L.; CARVALHO, A. Avaliação de um modelo de distribuição diamétrica ajustado para povoamentos de *Eucalyptus* sp. submetidos a desbaste. *Revista Árvore*, Viçosa, v.29, n.2, p.271-280, 2005.

LIMA, R. C.; SILVA e SILVA, B. M.; SOTTA, E. D.; COUTERON, P.; APARÍCIO, P S.; SANTOS, V. F.; BUENO, R. L.; SANTOS, Y. K. S.; RAMOS, M. B. B. Análise fitossociológica de um trecho de floresta ombrófila densa na Amazônia Oriental. *Revista Arquivos Científicos (IMMES)*. Macapá, AP, Ano 2019, v. 2, n. 2, p. 89-100 - ISSN 2595-4407.

LOPES, J. C. A.; SCHWARTZ, G.; SILVA, K. R. Crescimento de mudas de Acapu (*Vouacapoua americana* Ducke) plantadas em clareiras de exploração nas áreas de manejo da Orsa Florestal S/A, em Monte Dourado-PA. *Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Oriental. Belém-PA, p.2, 2009,*

LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2002. 394 p. v.2.

LORENZI, H., 2013. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil, Nova Odessa: Plantarum 2, 4ª edição.

LOUREIRO, Arthur A.; SILVA, Marlene F. da; ALENCAR, Jurandir da Cruz. *Essências madeiras da Amazônia*. Manaus, Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia. 1979. 245p. v. 1.

MACHADO, E. L. M.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; CARVALHO, W. A. C.; SOUZA, J. S.; BORÉM, R. A. T.; BOTEZELLI, L. Análise Comparativa da Estrutura e Flora do Compartimento Arbóreo-Arbustivo de um Remanescente Florestal na Fazenda Beira Lago, Lavras, Mg. R. *Árvore*, Viçosa-MG, v.28, n.4, p.499-516, 2004.

MACHADO, S. A.; SANTOS, A. A. P. dos; NASCIMENTO, R. G. M. do; AUGUSTYNCZIK, A. L. D.; ZAMIN, N. T. Modelagem da Distribuição Diamétrica de Quatro Espécies de *Lauraceae* em um Fragmento de Floresta Ombrófila Mista. *Revista Ciências Exatas e Naturais*, Vol.12 nº 1, Jan/Jun 2010.

MACIEIRA, B. P. B. Atributos quantitativos de espécies arbóreas pioneiras e não pioneiras da floresta atlântica. 2015. 100f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2015.

MACIEL, M. N. M.; WATZLAWICK, L. F.; SCHOENINGER, E. R.; YAMAJI, F. M. Classificação Ecológica das Espécies Arbóreas. *Revista Acadêmica: ciências agrárias e ambientais*, Curitiba, v.1, n.2, p. 69-78, abr./jun. 2003.

MACIEL, M.N.M.; QUEIROZ, W.T. de; OLIVEIRA, F.A. Parâmetros fitossociológicos de uma floresta tropical de terra firme na floresta nacional de Caxiuanã (PA). IN: *Revista de Ciências Agrárias*. n. 34. jul./dez., Belém: FCAP, 2000, 160 p. p. 67-80.

MAESTRI, M. P.; RUSCHEL, A. R.; PORRO, R.; AQUINO, Marina G. C.; Miléo, R. C. Manejo Florestal Comunitário do Projeto de Desenvolvimento Sustentável Virola Jatobá: Cenários para a Exploração de Vouacapoua americana Aublet. *Biodiversidade Brasileira*, 11(1): 1-17, 2021.

MARTINS, F. R. Aspectos da organização de uma comunidade arbórea florestal: um estudo prático. [S.l.: s.n.], 2002. p. 64. Apostila do curso de ecologia vegetal, BT-682.

MAUÉS, Márcia Motta; SANTOS, Luiz F. Couto dos; MACQUEEN, Duncan; SILVA, Regina Célia Viana Martins da. Biologia da polinização do acapu (*Vouacapoua anzericana* Aubl. LEGUMINOSAE), uma essência florestal amazônica. In: Simpósio Silvicultura na Amazônia Oriental: contribuições do projeto Embrapa/DFID. 1999. Belém, PA. Resumos expandidos. Belém: Embrapa-CPATU/DFID, 1999. p15-19.

MEIRA JUNIOR, M S.; MOTA, S. L. L.; MACHADO, E. L. M.; PEREIRA, I. M. Distribuição espacial de *Eremanthus incanus* (Less.) Less. (Asteraceae) em duas áreas com diferentes níveis de conservação. *Revista Brasileira de Biociências*. Porto Alegre, v. 15, n.1, p. 27-31, jan./mar. 2017.

MEIRA, M. R.; CABACINHA, C. D.; GAMA, A. T. da; MARTINS, E. R.; FIGUEIREDO, L. S. de. CARACTERIZAÇÃO ESTRUTURAL DO BARBATIMÃO (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville) NO CERRADO DO NORTE DE MINAS GERAIS. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 26, n. 2, p. 627-638, abr.-jun., 2016, ISSN 0103-9954.

MEYER, H. A. Structure, growth, and drain in balanced unevenaged forests. *Journal of forestry*, 50:85-92. 1952.

MIGUEL, E. P.; MACHADO, S. A.; FIGUEIREDO FILHO, A.; ARCE, J. E. Using the Weibull function prognosis of yield by diameter class in *Eucalyptus urophylla* stands. *Cerne*, v. 16, n. 1, p. 94-104, 2010.

MORY, A. de M.; JARDIM, F. C. da S. Comportamento de *Eschweilera odora* (Poepp.) Miers (matamata-branco) em diferentes níveis de desbaste por anelamento. *Revista de Ciências Agrárias*, Belém, n.36, p. 29 - 53, 2001.

NASCIMENTO, A. R. T., Felfili J. M.; Meirelles, E. M. Florística e estrutura da comunidade arbórea de um remanescente de floresta estacional decidual de encosta, Monte Alegre, GO, Brasil. *Acta Bot. Bras.* 18: 659-669, 2004.

NAVES, R. P.; GRØTAN, V.; PRADO, P. I.; VIDAL, E.; BATISTA, J. L. F. Tropical forest management altered abundances of individual tree species but not diversity. *Forest Ecology and Management*, 475 (2020) 118399.

NEPSTAD, D.C.; VERÍSSIMO, A.; ALENCAR, A.; NOBRE, C.; LIMA, E.; LEFEBVRE, P.; SCHLESINGER, P.; POTTER, C.; MOUTINHO, P.; MENDOZA, E.; COCHRANE, M.; BROOKS, V. Large-scale impoverishment of Amazonian forests by logging and fire. *Nature* v.398, p.505-508, 1999.

NOGUEIRA, G.S.; LEITE, H.G.; CAMPOS, J.C.C.; TAKIZAWA, F.H.; COUTO, L. Avaliação de um modelo de distribuição diamétrica ajustado para povoamentos de *Tectona grandis* submetidos a desbaste. *Revista Árvore*, Viçosa, v.30, n.3, p.377-387, 2006.

NUNES, Y. R. F. et al. Variação da fisionomia, diversidade e composição de guildas da comunidade arbórea em um fragmento de floresta semidecidual em Lavras, MG. *Acta Botanica Brasílica*, v. 17, n. 2, p. 215-231, 2003.

OLIVEIRA, A. N.; AMARAL, I. L. Aspectos florísticos, fitossociológicos e ecológicos de um sub-bosque de terra firme na Amazônia Central, Amazonas, Brasil. *Acta Amazônica*, v. 35, n. 1, p. 1 - 16, 2005.

OLIVEIRA, A. N.; AMARAL, I. L.; NOBRE, A. D.; COUTO, L. B.; SADO, R. M. Composition and floristic diversity in one hectare of a upland forest dense in Central Amazonian, Amazonas, Brazil. *Biodiversity and Conservation* (in press). 2003.

OLIVEIRA, L.C. de; SILVA, J.N.M. Dinâmica de uma floresta secundária no planalto de Belterra, Santarém – Pará. IN: *Simpósio Silvicultura na Amazônia Oriental: Contribuição do Projeto EMBRAPA/DF, D, 1999, Belém. Resumos Expandidos*. Belém. EMBRAPA/DF, D, 1999. 304p. p.156-160. (EMBRAPA/CPATU. Documentos, 123).

OLIVEIRA, T. W. G.; SCHMITZ, R.; CAMAÑO, J. D. Z.; DALLA CORTE, A. P.; SANQUETTA, C. R. Behavior of the Diametric Distribution of Ecological Groups in a Mixed Ombrophilous Forest Fragment. *FLORESTA*, Curitiba, PR, v. 48, n.3, p. 413-424, jul/set. 2018. DOI: 10.5380/rev.v48i3.56466

ORELLANA, E., FILHO, A.F., PÉLLICO NETTO, S., DIAS, A.N. Modelagem da distribuição diamétrica de espécies florestais em um fragmento de floresta ombrófila mista. *Revista Árvore*, v.38, n.2, p.297-308, 2014.

PIRES, J. M.; SALOMÃO, R. P. Dinâmica da diversidade arbórea de um fragmento de floresta tropical primária na Amazônia oriental – 1. período: 1956 a 1992. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Série Botânica*, v.16, n.1, p.63-107, 2000.

PIRES, J.M. Tipos de vegetação da Amazônia. Belém: Publ. Avulsa Mus. Paraense Emílio Goeldi: n.20. p179-202. 1973.

POORTER, L., BONGERS, F. 2006. Leaf traits are good predictors of plant performance across 53 rain forest species. *Ecology* 87:1733–1743.

POORTER, L.; MCDONALD, I.; ALARCÓN, A.; FICHTLER, E.; LICONA, J.; PEÑACLAROS, M.; STERCK, F.; VILLEGAS, Z.; SASS-KLAASEN, U. The importance of

wood traits and hydraulic conductance for the performance and life history strategies of 42 rainforest tree species. *New Phytologist*, v. 185, p. 481-492, 2010.

POORTER, L.; WRIGHT, S.J.; PAZ, H.; ACKERLY, D.D.; CONDIT, R.; IBARRA-MANRÍQUEZ, G.; HARMS, K.E.; LICONA, J.C.; MARTÍNEZ-RAMOS, M.; MAZER, S.J.; MULLER-LANDAU, H.C.; PEÑA-CLAROS, M.; WEBB, C.O.; WRIGHT, I.J. Are functional traits good predictors of demographic rates? Evidence from five neotropical forests. *Ecology*, v. 89, n. 7, p. 1908-1920, 2008.

PUTZ, F.E.; PINARD, M.A. Reduced impact logging as a carbon-offset method. *Conservation Biology*, v.7, p.755-759, 1993.

RICKLEFS, R. E. *A Economia da Natureza*. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2009. 503 p.

RIPLEY, B. D. The Second-Order Analysis of Stationary Point Processes. *Journal of Applied Probability* 1976; 13 (2): 255-266.

RIZZINI, C.T. & Mors, W.B. *Botânica econômica brasileira*. Âmbito Cultural, Rio de Janeiro. 1995.

RIZZINI, C.T. *Árvores e madeiras úteis do Brasil: manual de dendrologia brasileira*. Edgard Blucher, São Paulo. 1990.

RODRIGUES, M. S., MARTINS-DA-SILVA, R. C. & SECCO, R. S. *Caesalpinieae (Leguminosae-Caesalpinioideae) do Campo Experimental da Embrapa Amazônia Oriental, Município de Moju, PA, Brasil*. *Hoehnea* 39(3): 489-516. 2012.

ROLLET, B. *Arquitetura e crescimento das florestas tropicais*. s.1., s.ed., 1978. 30p.

SALOMÃO, R.P. *Uso de parcelas permanentes para estudos da vegetação da floresta tropical úmida. i. município de Marabá - Pará*. Belém: MPEG, 1991.

SALOMÃO, R.P.; SILVA, M..F.F.; ROSA, N.A. Inventário ecológico em floresta pluvial tropical de terra firme, Serra Norte, Carajás, Pará. IN: *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi*. Botânica. n.1, v.4. jul, 1988. p. 1-46.

SALOMÃO, R.P.; VIEIRA, I.C.G.; SUEMITSU, C.; ROSA, N.A.; ALMEIDA, S.S; AMARAL, D.D.; MENEZES, M.P.M. As florestas de Belo Monte na grande curva do rio Xingu, Amazônia Oriental. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi*, 2: 57-153. 2007.

SANTIAGO, L. S., GOLDSTEIN, G.; MEINZER, F. C.; FISHER, J. B.; MACHADO, K.; WOODRUFF, D.; JONES, T. 2004. Leaf photosynthetic traits scale with hydraulic conductivity and wood density in Panamanian forest canopy trees. *Oecologia* 140: 543–550.

SANTINI JUNIOR, L. *Anatomia e identificação da madeira de 90 espécies tropicais comercializadas em São Paulo*. Ponta Grossa - PR: Atena, 2021. 231p.

SANTOS, A. C.; FREITAS, J. L., SANTOS, E. S. Comportamento Fenológico de Espécies Florestais com Potencial Madeireiro em Ecossistema de Terra Firme, Amazônia Oriental. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v.11, n.03, p. 924-933, 2018.

SANTOS, C. A. N.; JARDIM, F. C. S. Dinâmica da Regeneração Natural de *Vouacapoua Americana* com Diâmetro <5 cm, Influenciada por Clareiras, em Moju, Pará. *FLORESTA*, Curitiba, PR, v. 42, n. 3, p. 495 - 508, jul./set. 2012.

SANTOS, R. O.; ABREU, J. C.; LIMA, R. B.; APARÍCIO, P S.; SOTTA, E. D.; LIMA, R. C. Distribuição diamétrica de uma comunidade arbórea na Floresta Estadual do Amapá, Brasil. *Biota Amazônia*, Macapá, v. 6, n. 2, p. 24-31, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v6n2p24-31>

SCALON, J. D.; OLIVEIRA, C. A. P.; MELLO, J. M. Análise espacial de um fragmento florestal baseada no mosaico de dirichlet. *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v.36, n.4, p.733-740, 2012.

SCHAAF, L.B; FIGUEIREDO FILHO A.; GALVÃO F.; SANQUETTA C. R. Alteração na estrutura diamétrica de uma floresta ombrófila mista no período entre 1979 e 2000. *Revista Árvore*, Viçosa, v.30, n.2, p.283-295, 2006.

SCOLFORO, S. R. Manejo Florestal. Lavras: UFLA/FAEPE. 1998. 443 p.

SEIDLER, T. G.; PLOTKIN, J. B. Seed Dispersal and Spatial Pattern in Tropical Trees. *PLoS BIOLOGY*, v. 4, n. 11: 2132-2137, 2006.

SIEGEL, S.; CASTELLAN Jr., N. John. Estatística não-Paramétrica Para Ciências do Comportamento. Estatística Não-Paramétrica Para Ciências Do Comportamento. – 2. ed. – Porto Alegre: Artmed, 2006. 448 p.

SILVA, J. L.; BATISTA, F. J.; FRANCEZ, L. M. B.; SILVA, J. O.; CARVALHO, J. O. P. Efeito da exploração florestal no incremento de *Vouacapoua americana* Aubl. em uma floresta de terra firme na fazenda rio capim, Paragominas, Pará. 65ª Reunião Anual da SBPC. 2017. Disponível em: <http://www.sbpnet.org.br/livro/65ra/resumos/resumos/2025.htm>. Acesso em: 15 Jan. 2020.

SILVA, M.F., CARREIRA, L.M.M., TAVARES, A.S., RIBEIRO, I.C., JARDIM, M.A.G., LOBO, M.G.A. & OLIVEIRA, J.O. As leguminosas da Amazônia Brasileira. Lista prévia. *Acta Botanica Brasilica* 2: 193-237. 1989.

SILVA, S.; LEÃO, N.V.M. Árvores da Amazônia. Empresa das Artes, São Paulo, 2006. 243p.

SILVA, W. A. S.; CARIM, M. J. V.; GUIMARÃES, J. R. S.; TOSTES, L. C. L. Composição e diversidade florística em um trecho de floresta de terra firme no sudoeste do Estado do Amapá, Amazônia Oriental, Brasil. *Biota Amazônia*, v. 4, n. 3, p. 31-36, 2014.

SOUZA, A.L., SCHETTINO, S., JESUS, R.M., VALE, A.B. 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. R. Árvore, v.26, n.4, p.411-419, 2002.

SOUZA FILHO, A.P.S.; ALVES, S.M. Potencial Alelopático de Plantas de Acapu (*Vouacapoua Americana*): Efeitos Sobre Plantas Daninhas de Pastagens. Planta Daninha, Viçosa-MG, v.18, n.3, p.435-441, 2000.

SOUZA, D. R. de; SOUZA, A. L. de; GAMA, J. R. V.; LEITE, H. G. Emprego de análise multivariada para estratificação vertical de florestas inequidâneas. Revista Árvore, Viçosa-MG, v.27, n.1, p.59-63, 2003.

SOUZA, D. R.; SOUZA, A. L. Emprego do Método *Bdq* de Seleção Após a Exploração Florestal em Floresta Ombrófila Densa de Terra Firme, Amazônia Oriental. R. Árvore, Viçosa-MG, v.29, n.4, p.617-625, 2005.

SOUZA, D.V.; FERRARI, L. S.; COUTINHO, V. M.; SANTOS, J. X.; PÉLLICO NETTO, S.; SANQUETTA, C. R.; DALLA CORTE, A. P. Diameter Structure, Spatial Pattern, and Management Scenarios of Acapu Trees: A Case Study. Floresta e Ambiente 2021; 28(1):e20190023.

SOUZA, L. A. G. de. Acapu (*Vouacapoua americana*). In: CLAY, J. W.; CLEMENT, C. R.; SAMPAIO, P. de T. B. (Ed.). Biodiversidade Amazônica: exemplos e estratégias de utilização. Manaus: INPA: SEBRAE, 1999. p. 317-324.

SOUZA, L. A. G., DANTAS, A. R., MATOS, R. B., SILVA, M. F., SAMPAIO, P. T. B. Período de frutificação e viabilidade das sementes do "acapu" (*Vouacapoua americana* Aubl. - leg. caesalp.) da região do médio rio Tocantins, Pará, Brasil. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Série Botânica, v16, n1, p. 3-21, 2000.

SOUZA, L. A.; APARÍCIO, P. S.; APARÍCIO, W. C. S.; SOTTA, E. D.; GUEDES, M. C.; OLIVEIRA, L. P. S. Estrutura populacional da espécie *Vouacapoua americana* aubl. em floresta de terra firme no estado do Amapá, Brasil. In: 5 simpósio latino-americano de manejo florestal, 2011, Santa Maria, RS. 5 simpósio latino-americano de manejo florestal: sustentabilidade ambiental, p. 679-685. 2011.

SUDAM - Departamento de Recursos Naturais - Centro de Tecnologia da Madeira - Pesquisas e Informações sobre espécies florestais da Amazônia. Belém, 1979. p 42-44.

SWAINE, M. D. ; WHITMORE, T. C. On definition of ecological species groups in tropical rain forests. Vegetation, (75) 81-86, 1988.

TOWNSEND, C.R.; BEGON, M.; HARPER, J. L. 2010. Fundamentos em ecologia. Editora Artmed, São Paulo.

UHL, C.; BARRETO, P.; VERÍSSIMO, A.; VIDAL, E.; AMARAL, P.; BARROS, A.; SOUZA JUNIOR, C.; JOHNS, J.; GERWING, J. Natural resource management in the Brazilian Amazon. *BioScience* v.47, n.3, p.160-168, 1997.

UHL, C.; VIEIRA, I.G.C. Ecological impacts of selective logging in the Brazilian Amazon: A case study from the Paragominas region of the state of Pará. *Biotropica* n.21, p.98-106, 1989.

ULIBARRI, E.A. Los géneros de Caesalpinioideae (Leguminosae) presentes en Sudamerica. *Darwiniana* 46: 69-163. 2008.

VEGA C. L. Observaciones ecologicas sobre los bosques de roble de la sierra Boyacá, Colombia. *Turrialba*, 16 (3):286-96, 1966.

VERÍSSIMO, A.; BARRETO, P.; MATTOS, M.; TARIFA, R.; UHL, C. Logging impacts and prospects for sustainable forest management an old Amazonian frontier: the case of Paragominas. *Forest Ecology and Management* v.55, p.169-199, 1992.

VIANA, C.A.; PAIVA, A.O.; JARDIM, C.V.; RIOS, M.N.S.; ROCHA, N.M.S.; PINAGE, G.R.; ARIMORO, O.A.S.; SUGANUMA, E.; GUERRA, C.D.; ALVEZ, M.M.; PASTORE, J.F. Plantas da Amazônia: 450 espécies de uso geral. Brasília: Universidade de Brasília, Biblioteca Central, 2011. 3140 p. Livro digital, disponível em: <http://leunb.bce.unb.br/>. Acessado em 26/08/18.

WHITMORE, T. C. An introduction to tropical rain forest. Oxford: Oxford University Press, 1990.

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

WHITMORE, T. C. Gaps in the forest canopy. In: TOMLINSON, Zimmerman. Tropical trees as living systems. London, Cambridge Univ. Press, 1978. p. 639-55.

WHITMORE, T. C. Tropical Rain Forest dynamics and its implications for management. In: GOMESPOMPA, A.; WHITMORE, T. C.; HADLEY, M. Rain forest regeneration and management. Paris, UNESCO and The Part Eeon Publishing Group, 1990. p.67-89.

WRIGHT, I. J.; WESTOBY, M. Leaves at low versus high rainfall: coordination of structure, lifespan and physiology. *New Phytologist* 155:403–416. 2002.

ZANNE, A.E.; WESTOBY, M.; FALSTER, D.S.; ACKERLY, D.D.; LOARIE, S.R.; ARNOLD, S.E.J.; COOMES, D.A. Angiosperm wood structure: Global patterns in vessel anatomy and their relation to wood density and potential conductivity. *American Journal of Botany*, v. 97, n. 2, p. 207-215, 2010.

3. CAPÍTULO II - DIRETRIZES PARA O MANEJO SUSTENTÁVEL DA ESPÉCIE ACAPU (*Vouacapoua americana* Aublet)³.

³ Este capítulo segue as normas da revista Forest Ecology and Management

RESUMO

O objetivo deste estudo foi definir diretrizes para o manejo sustentável de *V. americana* a partir da sua estrutura e dinâmica populacional, utilizando os dados dendrométricos das árvores obtidos de Inventários Florestais Pré-Colheita (IFPC) e Inventários Florestais Contínuos (IFC) das populações distribuídas na zona de ocorrência da espécie na Amazônia Oriental. A partir das características: ecológicas, botânica, estrutura, dinâmica e uso, discutiu-se sua efetiva e prática aplicação na definição de diretrizes para o manejo sustentável da espécie *V. americana*. As diretrizes foram elaboradas como orientações gerais e organizadas em: referencial, princípio, critério, aplicação e efeito da aplicação. Os resultados possibilitaram a elaboração das diretrizes para: inventário florestal pré-exploratório (deve ser realizado para todas as árvores com no mínimo o DAP ≥ 30 cm), período de exploração do produto madeira (deve ser os meses do verão amazônico na região de ocorrência da espécie, antes das fenofase de floração, frutificação e disseminação de sementes), diâmetros mínimo e máximo de exploração (deve ter como diâmetro mínimo de corte (DMC) 40,00cm e o diâmetro máximo de corte (DMxC) igual a 80,00cm), intensidade de exploração (deve ser realizada utilizando-se a distribuição diamétrica ajustada e a distribuição diamétrica observada), definição do ciclo de corte (deve ser definido pela razão entre o intervalo de classe da distribuição diamétrica e o seu crescimento em diâmetro), seleção de árvores a explorar (devem estar contidas nas classes diamétricas do intervalo de exploração (entre o DMC e DMxC) e a densidade dessa seleção não deve exceder a intensidade de exploração), seleção de árvores remanescentes (devem ser selecionadas populações ou subpopulações remanescentes), e tratamentos silviculturais (deve ser baseada em estudos de dinâmica da população da espécie). *V. americana* apresenta em suas características ecológicas, botânicas, estrutura, dinâmica e uso, as

condições de ser manejada, produzindo madeira e mantendo populações viáveis para futuras explorações, contemplando a sua sustentabilidade e conservação.

Palavras-chave: Manejo de espécie, Manejo sustentável de *Vouacapoua americana* Aublet, Critérios de seleção para a exploração.

CHAPTER II - GUIDELINES FOR THE SUSTAINABLE MANAGEMENT OF THE ACAPU SPECIES (*Vouacapoua americana* Aublet).

ABSTRACT

The aim of this study was to define guidelines for the sustainable management of *V. americana* from its structure and population dynamics, using dendrometric data from trees obtained from Pre-harvest Forest Inventories (IFPC) and Continuous Forest Inventories (IFC) of populations distributed in the species' zone of occurrence in the Eastern Amazon. From the characteristics, ecological, botanical, structure, dynamics and use, its effective and practical application in the definition of guidelines for the sustainable management of the species *V. americana* was discussed. The guidelines were elaborated as general guidelines and organized into: framework, principle, criterion, application and application effect. The results enabled the elaboration of guidelines for: pre-exploratory forest inventory (must be carried out for all trees with at least $DBH \geq 30\text{cm}$), period of exploitation of the wood product (must be the Amazon summer months in the region where the species, before flowering phenophase, fructification and seed dissemination), minimum and maximum exploration diameters (must have as minimum cut diameter (DMC) 40.00 cm and maximum cut diameter (DMxC) equal to 80.00 cm), exploration intensity (must be carried out using the adjusted diameter distribution and the observed diameter distribution), definition of the cutting cycle (must be defined by the ratio between the diameter distribution class interval and its diameter growth), selection of trees to be logged (must be contained in the diameter classes of the logging interval (between the DMC and DMxC) and the density of this selection must not exceed the logging intensity), selection of

remnant trees (remaining populations or subpopulations must be selected), and silvicultural treatments (should be based on population dynamics studies of the species). *V. americana* presents in its characteristics, ecological, botanical, structure, dynamics and use, the conditions to be managed, producing wood and maintaining viable populations for future exploration, considering its sustainability and conservation.

Keywords: Species management, Sustainable management of *Vouacapou americana* Aublet, Selection criteria for the harvest.

3.1. Introdução

As florestas tropicais nativas da Amazônia possuem elevada diversidade de espécies e estrutural, com indivíduos de diferentes idades e tamanhos e, sobretudo, características ecofisiológicas distintas, o que torna o seu manejo uma tarefa muito complexa (SOUZA & SOUZA, 2005). A exploração florestal torna a floresta mais dinâmica, considerando que em floresta não explorada há um equilíbrio entre recrutamento e mortalidade, enquanto que em floresta explorada o recrutamento é maior que a mortalidade (CARVALHO, 2002). As melhores práticas florestais reduzem os efeitos da extração de madeira, independentemente da intensidade. Portanto, as intensidades de extração nem sempre são indicativas dos níveis reais de perturbação resultantes da exploração madeireira. Assim, os gestores florestais e conservacionistas devem defender práticas que ofereçam danos colaterais reduzidos através de métodos de extração de melhores práticas, tais como as utilizadas na exploração madeireira de impacto reduzido (BICKNELL et al., 2014).

Nos últimos anos a execução dos planos de manejo florestal na Amazônia brasileira tem adotado várias técnicas operacionais e silviculturais que vêm reduzindo os impactos da exploração madeireira sobre a estrutura e serviços da floresta. A eficiência e sustentabilidade do manejo das florestas tropicais naturais estão associadas à qualidade das operações de colheita da floresta e dos tratamentos silviculturais, bem como à conservação da base de recursos florestais que lhes dão sustentações ecológica, econômica e social

(SOUZA & SOUZA, 2005). A regeneração das florestas exploradas retêm alto valor de conservação, preservando a biodiversidade e a maioria dos processos ecológicos, e continua a armazenar e seqüestrar carbono, regula o clima e mantém em grande escala os processos hidrológicos (EDWARDS, TOBIAS, et al., 2014).

Por isso é fundamental que as diretrizes do manejo e da exploração florestal seja definida com base no conhecimento botânico das espécies (qualidade da floresta), no potencial produtivo da floresta (quantidade), na sua estrutura e dinâmica sucessional, na autoecologia, ecofisiologia, fenologia, biologia floral e reprodutiva das espécies manejadas, entre outros. Sabogal *et al.* (2000) indicam como padrões mínimos para a seleção das árvores a serem exploradas: a) selecionar as espécies de acordo com o DMC por espécie; b) definir um limite de volume total/ha a ser explorado; c) usar a distribuição das espécies por classe de diâmetro para definir o limite de volume por espécie a ser explorado. O primeiro passo para manejar uma floresta é o conhecimento de sua composição, estrutura, dinâmica e crescimento (CARVALHO, 2002).

No processo de seleção das espécies e árvores para a exploração florestal, a maioria dos planos de manejo em execução na Amazônia brasileira, de algum modo considera: a seleção de espécies baseada na sua comercialização (mercado interno e externo); o diâmetro mínimo de corte, sendo praticado a partir do DAP igual ou superior 50,00 cm; a qualidade do fuste sendo normalmente preferidos aqueles sem oco, podridões ou defeitos aparentes; um volume máximo explorado de 30m³/ha; a manutenção de um estoque mínimo de árvores; e a proteção de espécies raras ou de baixa densidade na área de manejo florestal.

Se durante a seleção de árvores para exploração não forem considerados aspectos ecológicos, fitossociológicos, silviculturais e dinâmica e crescimento das espécies manejadas, não será possível a minimização dos impactos da exploração florestal sobre o ecossistema manejado, nem tão pouco, garantir colheitas futuras, baseadas em ciclos de cortes previstos num período de 25 a 35 anos.

Nesse sentido, É provável que em muitas áreas de manejo florestal ou em áreas de exploração madeireira na Amazônia brasileira, onde, no processo de seleção de árvores

para exploração, a não consideração dessas variáveis pode estar levando a: a) muitas espécies desapareceram ou estão em risco de desaparecer nessas áreas durante a exploração florestal; b) o número de árvores remanescentes pós-exploração de algumas espécies pode ser insuficiente, não mantendo sua estrutura e distribuição, comprometendo a manutenção do seu fluxo gênico e a conseqüente reprodução sexuada dessas espécies e; c) finalmente, o comprometimento do funcionamento do ecossistema e dos serviços oferecidos pela floresta.

Assim, considerando-se o manejo florestal com ferramenta de conservação de espécies e de florestas, o objetivo deste estudo foi definir diretrizes para o manejo sustentável de *V. americana* a partir da sua estrutura e dinâmica populacional.

3.2. Material e Métodos

3.2.1. Áreas de estudo, coleta e análise de dados

As áreas de estudo, coleta e análise de dados foram caracterizadas no Capítulo II.

3.2.2. Caracterização da espécie

A partir das variáveis: Uso, Botânica, Ecologia da espécie, Estrutura horizontal, Estrutura Vertical, Estrutura Interna e Dinâmica, apresentadas e discutidas no capítulo II, discutiu-se sua efetiva e prática aplicação na definição de diretrizes para o manejo sustentável da espécie *V. americana*.

3.2.3. Elaboração das diretrizes

As diretrizes foram elaboradas como orientações gerais, indicações para contribuir com o estabelecimento do manejo sustentável da espécie *Vouacapoua americana* Aublet., e foram organizadas da seguinte forma:

1. construiu-se um referencial sobre o item tratado na diretriz;
2. a partir do referencial, elaborou-se o princípio e o critério;
3. com base no critério, apresentou-se uma aplicação prática e efeito da aplicação.

Assim, os princípios constituem-se em normas-síntese, gerais para o manejo da espécie. Os critérios estabelecem o padrão específico que deve ser realizado para o manejo de *V. americana*.

3.3. Resultados

3.3.1. Botânica, uso e ecologia da espécie

3.3.1.1. Características botânicas

A espécie comumente chamada de acapu é cientificamente classificada e denominada de *Vouacapoua americana* Aublet, pertencente à família Leguminosae (Fabaceae) e subfamília Caesalpinioideae. Árvore de grande porte, que alcança posição superior ou emergente no dossel de florestas primárias, frequentemente atinge de 15-36 m (SANTOS; JARDIM, 2012; RODRIGUES *et. al.*, 2012; COTA, 2020). Folhas imparipinadas, inflorescência racemo composto (racemos laterais e terminal), flores bissexuadas. Fruto legume obovóide à elipsoide, rugoso, velutino. Sementes esféricas, testa lisa (RODRIGUES *et. al.*, 2012; COTA, 2020). Fuste reto, cilíndrico sem sapopemas basais e sulcado, com casca fina, cinza, lisa, segundo, a espécie é facilmente reconhecida, no campo, por apresentar depressões profundas distribuídas ao longo do tronco (SILVA; LEÃO, 2006; RODRIGUES *et. al.*, 2012). Os sulcos do tronco do acapu são profundos e alongados, formando buracos ou escavações eqüidistantes, e são constatados em indivíduos Jovens (SOUZA *et. al.*, 2000).

3.3.1.2. Uso

A madeira dessa espécie é empregada como tutor em plantios de pimenta do reino, bem como, para a construção de cerca, carpintaria (construção civil e naval), marcenaria,

produção de tacos, assoalhos, bilhar e outros objetos decorativos (RIZZINI, 1990; RIZZINI; MORS, 1995; HOMMA, 2014). Acapu foi recomendado para uso na construção naval (GONZAGA, 2006).

Nas regiões de ocorrência da espécie no estado do Pará e Amapá, as populações locais, principalmente, as comunidades tradicionais utilizam a madeira do acapu para construção de casas, mais especificamente como esteios e vigamentos, raramente como tábuas em assoalhos. Normalmente esses produtos são lavrados por machado ou serrados com motosserras, raramente a madeira é serrada em serrarias. As estacas para a agricultura e os mourões para cercas, também são produzidos por meio de lavra por machado. Em entrevistas, detentores de concessões florestais, PMFS em áreas privadas e industriais disseram ter interesse em explorar e serrar a madeira de acapu, devido a suas qualidades, mas, não o fazem em função da proibição de manejá-la, ainda que a espécie seja bastante abundante em seus PMFS.

As árvores de diâmetros menores, entre 10 a 40cm apresentam muito alburno (brancal), o que reduz o aproveitamento da madeira, uma vez que este é susceptível ao ataque de agentes xilófagos. Por outro lado, árvores com diâmetro muito elevado, árvores grossas, apresentam o fuste com muitos sulcos e sulcos profundos, o que também reduz o aproveitamento da madeira para os produtos a que se destina. Desse modo, a espécie é utilizada a partir de 120cm até 240cm de rodo (circunferência), o que equivale a aproximado de 38cm a 78cm de DAP .

A casca de *V. americana* é considerada medicinal (LORENZI, 2002; LIMA et al., 2011), sendo um dos ingredientes de garrafadas (AMOROZO; GÉLY, 1988). Ávila (2006) cita o uso do chá da casca sendo usado no tratamento de diarreia e úlceras crônicas.

3.3.1.3. Fenologia

Conforme constatado nos estudos de fenologia (LOUREIRO *et al.*, 1979; SOUZA et. al., 2000; LEÃO et al., 2011; SANTOS et. al., 2018), a espécie apresenta um padrão fenológico anual, com a floração ocorrendo em janeiro e fevereiro, a frutificação de

fevereiro a julho e a disseminação dos frutos de maio a julho. Outros trabalhos também identificaram para a maioria das espécies arbóreas tropicais a frutificação ocorrendo na estação chuvosa (ALENCAR, 1994; FREITAS et al., 2015). Essa forte influencia dos fatores climáticos, principalmente precipitação pluviométrica, nos processos fenológicos de espécies arbóreas em florestas tropicais, também foi relatada por Pires et al. (2016). O início e o fim de cada fenofase pode variar em um ou até dois meses de região para região, dependendo das condições ambientais de cada microrregião de ocorrência da espécie. Dessa forma, pode-se afirmar que a espécie *Vouacapoua americana* apresenta um padrão fenológico regido pelo inverno amazônico, período das chuvas, com a floração iniciando no final do verão e início do inverno (início do período chuvoso), a frutificação nos meses de maiores índices de precipitação pluviométrica (período mais chuvoso) e a disseminação de sementes finalizando no início do verão (início da estação seca).

Durante a coleta de dados nos meses de abril a junho, na área de estudo da população Mazagão, observou-se, no sub-bosque da floresta, frutos predados e muitos germinando e plântulas em abundância (regeneração natural) de acapu. Já nas Populações Caxiuanã 1, 2 e 3, no mês de agosto, observou-se apenas a regeneração natural no sub-bosque da floresta. Na UMF Moju, no mês de outubro, encontrou-se apenas a regeneração natural. Na população Paragominas, encontrou-se apenas vestígios de frutos, porém, elevada quantidade de mudas (plântulas) de até 30cm de altura.

3.3.1.4. Dispersão

A síndrome de dispersão das sementes da espécie acapu é por barocoria (também chamada de autocoria), com os frutos sendo depositados sob a copa das matrizes após a maturação (SOUZA et. al., 2000). Segundo Viana *et. al.* (2011) a dispersão é inicialmente por gravidade (barocórica), e Silva & Leão (2006) citam a dispersão secundaria realizada por grandes mamíferos. Após o desprendimento dos frutos da planta, a dispersão é realizada por roedores, como cutias, pacas, entre outros, que carregam suas sementes por até 22 m de distância da planta matriz (FORGET, 1990). A coleta dos frutos deve ser realizada logo após a sua queda natural, quando geralmente são marrom-claros, para evitar

a predação pela fauna. Cada fruto tem uma semente, embora esporadicamente ocorram frutos com duas sementes (CRUZ; PEREIRA, 2016).

3.3.1.5. Germinação

Souza et. al. (2000) verificaram que as sementes do acapu apresentaram viabilidade curta e pouca capacidade de conservação após a coleta. Cruz & Pereira (2016) ressaltam que sementes são viáveis por pouco tempo quando armazenadas. As sementes de acapu não apresentam dormência (CRUZ & PEREIRA, 2016), apresentam comportamento tipicamente recalcitrante (SOUZA et. al., 2000).

De acordo com Loureiro *et al.* (1979) o início da geminação do acapu ocorre entre nove a dez dias após a sementeira, entre os seis e os doze dias (SOUZA et. al., 2000). Cruz & Pereira (2016) encontraram os melhores resultados de germinação até o 23º dia após a sementeira. De acordo com Souza et. al. (2000) o período germinativo do acapu ocorre entre os 30 e 40 dias. SUDAM (1979) registrou um período germinativo de 30 dias para esta espécie.

3.3.1.6. Solos

As árvores do acapuzeiro ocorrem, naturalmente, nas florestas primárias da terra firme da Amazônia Oriental, em solos argilosos, argilo-arenosos ou sílico argilosos, geralmente próximos às margens dos rios (SOUZA et. al., 2000). Segundo Lorenzi (2002) essa espécie é característica de terrenos planos com solos argilosos bem supridos de umidade.

3.3.2. Estrutura e dinâmica populacional

3.3.2.1. Densidade

Os diâmetros das árvores de *V. americana* variaram entre 10cm e 127,32cm, com média de 48,08cm (Tabela 1). A espécie apresentou alta densidade de árvores em todas as áreas populações estudadas, variando de 6,31 árv/ha a 25,55 árv/ha, com média de 15,79 (Tabela 1).

A área basal das populações da espécie *V. americana* Aublet variou entre 0,5063m²/ha a 3,4521m²/ha, com média de 1,3914 m²/ha (Tabela 1). As maiores concentrações de área basal da espécie nas classes diamétricas entre 40 a 80cm.

Tabela 1: Dados da estrutura populacional de acapu (*Vouacapoua americana* Aublet) relativos às árvores com DAP $\geq 10,00$ cm, inventariadas nas áreas estudadas nos estados do Pará e Amapá, Brasil.

AMF/UPA	N° Árvores	DAP (cm)			Altura (m)			Da (ind/ha)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)
		Mínimo	Médio	Máximo	Mínimo	Médio	Máximo			
Paragominas	9288	10,30	38,59	108,23	3,00	10,32	22,00	13,55	1,3359	10,006
Moju	131	10,00	29,24	94,90	4,00	8,70	14,00	11,91	1,0911	9,060
Breu	557	10,00	26,55	74,17	4,00	8,62	14,00	25,55	1,7497	13,641
Repartimento	1411	10,03	37,25	92,63	4,00	10,76	14,00	21,32	1,5581	12,343
Anapu2	7111	17,51	40,49	125,99	4,00	10,67	23,00	22,99	2,6044	20,709
Anapu6	2174	10,00	54,48	127,32	4,00	12,38	25,00	20,75	1,8221	14,778
Anapu7	2619	10,50	55,08	114,59	2,00	12,81	22,00	12,65	1,5476	13,264
Portel1	3396	14,01	56,04	111,41	6,00	13,16	18,00	14,70	1,0126	7,888
Portel2	2628	10,03	57,33	105,04	2,00	13,72	18,00	20,30	1,3348	10,392
Portel3	1493	10,03	55,86	98,68	2,00	13,51	18,00	16,14	0,6159	4,188
Mazagão	99	12,41	49,24	92,31	5,00	13,40	18,00	6,31	0,9101	8,858
Jari	149	10,28	37,27	100,90	7,00	12,03	17,00	24,83	3,4521	32,169
Almerim4	1228	11,46	66,11	120,96	4,00	12,89	18,00	7,30	0,5063	1,665
Almerim5	1686	10,50	60,52	114,59	4,00	12,46	18,00	7,83	0,5548	1,923
Almerim6	2639	10,31	61,36	108,23	4,00	11,73	18,00	9,80	0,7757	2,786
Total	36609	10,00	48,08	127,32	2,00	11,61	25,00	15,73	1,3914	10,911

3.3.2.2. Distribuição Diamétrica

A distribuição diamétrica de *V. americana* (Tabela 2 e Figura 1) mostrou em todas as populações estudadas que o número de árvores por hectare é maior nas menores classes diamétricas (10-40cm) e vai diminuindo à medida que o diâmetro aumenta (≥ 40 cm), apontando, um comportamento decrescente da distribuição diamétrica da espécie. Esse comportamento foi ratificado quando a distribuição diamétrica ajustada a partir do modelo

de Meyer em sua forma linearizada, a qual apresentou uma curva de distribuição, assemelhando-se a um “J-reverso” (Tabela 2 e Figura 1).

Tabela 2: Distribuição diamétrica de indivíduos por hectare da espécie acapu (*Vouacapoua americana* Aublet) em classes diamétrais com intervalo de 10cm, iniciando-se com DAP $\geq 10,00$ cm, das populações estudadas nos estados do Pará e Amapá, Brasil.

Classes DAP	CC	Paragominas	Breu	Anapu2	Moju	Repartimento	Anapu6	Anapu7	Portel1	Portel3	Almerim4	Almerim5	Almerim6	Portel2	Mazagão	Jari
10-20	15	4,0000	9,7706	6,0000	4,6364	9,2667	7,8000	3,6000	6,6667	12,0000	3,2000	3,1111	3,6364	7,4286	1,6667	6,0000
20-30	25	3,1094	6,8807	4,6452	3,2727	4,5239	6,4000	2,8000	4,6667	2,6667	1,6000	2,2222	2,9091	5,1429	1,0000	4,3333
30-40	35	2,5913	3,9908	4,4718	1,0909	2,5681	1,8000	1,4000	1,3333	0,6667	1,2000	1,7778	2,1818	6,2857	0,8800	4,8333
40-50	45	1,9267	3,5321	3,7032	0,8182	3,5071	1,7918	1,7813	0,5013	0,1765	0,8000	0,1235	0,1580	0,2677	1,1200	3,3333
50-60	55	1,1486	1,1927	2,3708	1,2727	1,1214	1,4720	1,7381	0,9082	0,3829	0,1544	0,2396	0,3657	0,6613	0,5200	2,6667
60-70	65	0,4964	0,1376	1,2384	0,5455	0,2357	0,8664	0,7900	0,4550	0,1909	0,1618	0,1936	0,2984	0,3503	0,7200	2,0000
70-80	75	0,2105	0,0459	0,3783	0,0909	0,0714	0,4808	0,3800	0,1352	0,0535	0,1279	0,1226	0,1777	0,1291	0,2400	0,6667
80-90	85	0,0413		0,1253	0,0909	0,0143	0,0862	0,1110	0,0240	0,0050	0,0377	0,0301	0,0521	0,0233	0,0800	0,8333
90-100	95	0,0206		0,0337	0,0909	0,0071	0,0272	0,0376	0,0054	0,0022	0,0141	0,0060	0,0176	0,0044	0,0800	
100-110	105	0,0031		0,0169			0,0091	0,0113			0,0041	0,0026	0,0037	0,0022		0,1667
110-120	115			0,0024			0,0113	0,0038	0,0006		0,0008	0,0004				
120-130	125			0,0024			0,0045				0,0004					
Total (árv/ha)		13,55	25,55	22,99	11,91	21,32	20,75	12,65	14,70	16,14	7,30	7,83	9,80	20,30	6,31	24,83

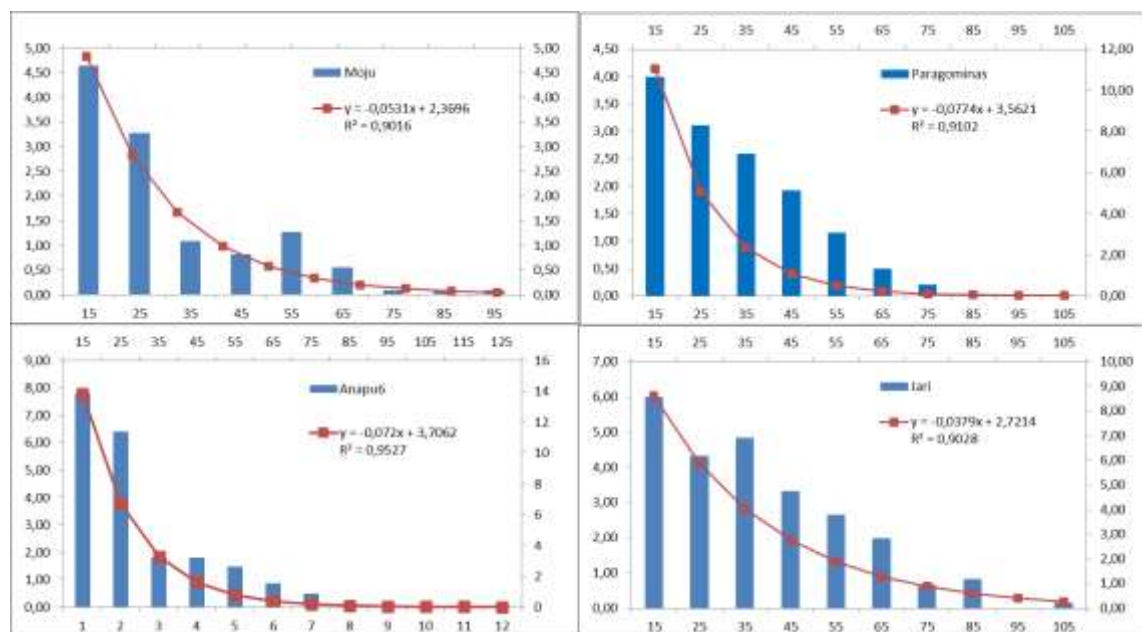


Figura 1: Distribuição diamétrica das árvores de acapu (*Vouacapoua americana* Aublet) com DAP $\geq 10,00$ cm, das populações estudadas.

Fonte: Autor, 2021.

3.3.2.3. Distribuição de Altura

A altura comercial de *V. americana* nas populações estudadas variou de 2m, nos sítios Anapu7, Caxiuanã2 e Caxiuanã3, a 25m no sítio Anapu6, com média variando de 8,62m na população Breu, a 13,72m na população Caxiuanã2. Todas as populações estudadas apresentaram árvores nas classes de altura entre 10 a 16m, sendo essas as classes mais representativas das alturas de fuste da espécie (Figura 2).

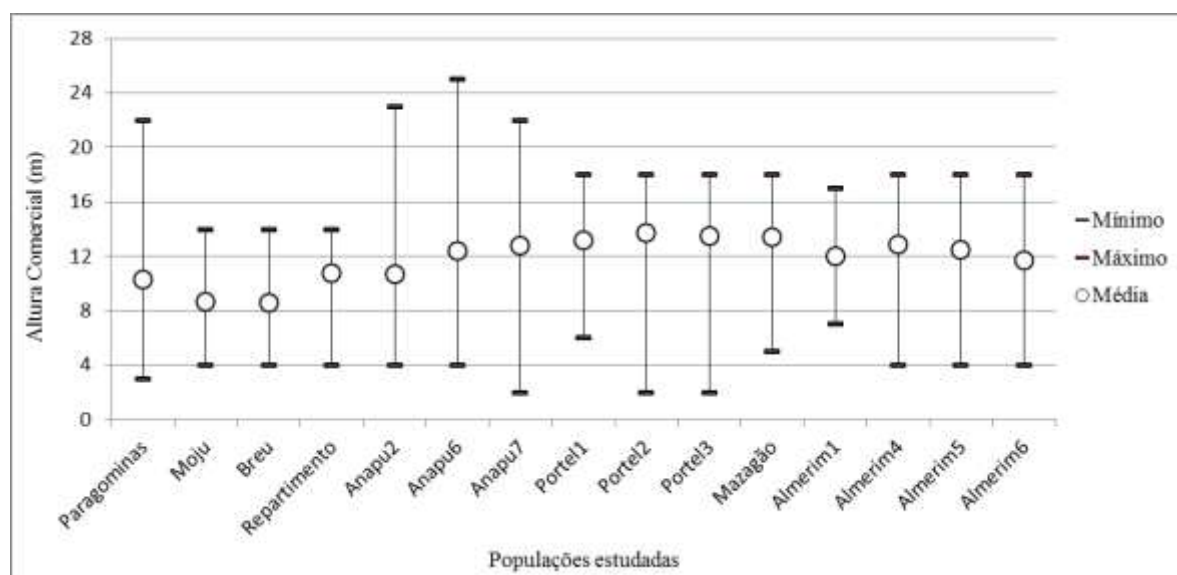


Figura 2: Distribuição de altura máxima, média e mínima do fuste das árvores de acapu (*Vouacapoua americana* Aublet) com DAP $\geq 10,00$ cm, das populações estudadas.

Fonte: Autor, 2021.

3.3.2.4. Distribuição de volume

As populações de *V. americana* apresentaram um volume variando entre 1,6645m³/ha a 32,169m³/ha, com as maiores concentrações de volume nas classes diamétricas entre 40 a 80cm, onde as árvores nessas classes diamétricas são consideradas como árvores de tamanho mediano.

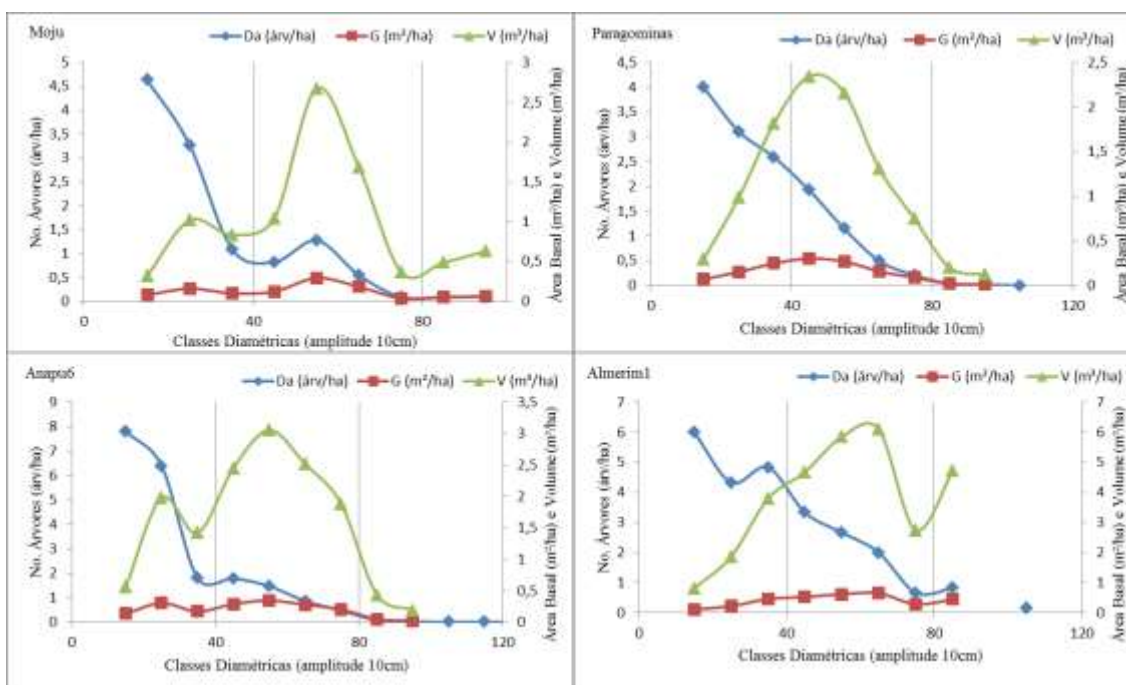


Figura 3: Distribuição diamétrica, basal e volumétrica das populações de acapu (*Vouacapoua americana* Aublet) com DAP $\geq 10,00$ cm.

Fonte: Autor, 2021.

3.3.2.5. Grupo Ecológico e Distribuição espacial

A espécie *V. americana* apresentou todos os parâmetros propostos por Whitmore (1990) que a classificam com espécie do grupo ecológico das tolerantes. O arranjo espacial das árvores de acapu mais observado ao longo da escala de distância e que mais ocorreu nas populações estudadas foi o padrão agregado ou agrupado.

3.3.2.6. Dinâmica populacional

A dinâmica da regeneração natural de *V. americana* mostrou para as mudas uma TR% elevada, resultante da inexistente mortalidade e da altíssima taxa de ingresso. Para as varas e arvoretas mostrou a taxa de regeneração (TR%) e a taxa de ingresso (I%) variando

entre positiva e negativa, entre as populações. A dinâmica da população arbórea mostrou que o número de árvores de *V. americana* não variou muito entre a primeira e última mensuração nas quatro populações estudadas (Tabela 3), apenas na população Anapu6 foi observada maior variação, refletida na menor taxa de ingresso e maior taxa de mortalidade, quando comparada com as demais populações.

Tabela 3: Regeneração (TR), ingresso (I) e mortalidade (M) de *Vouacapoua americana* Aublet, em quatro populações estudadas, no estado do Pará.

Níveis de abordagem e variáveis			Moju		Paragominas		Anapu6		Jari	
			1995	2010	2003	2011	2015	2017	2003	2019
População arbórea	Árvores	Indivíduos Inventariados	128	117	88	82	165	96	148	121
		Ingresso		20		12		1		12
		Mortalidade	11		6		69		27	
		Remanescentes	117	137	82	94	96	97	121	133
		Taxa de Ingresso (I%)	15,63		13,64		0,61		8,11	
		Taxa de Mortalidade (M%)	8,59		6,82		41,82		18,24	
Regeneração	Varas e Arvoretas	Indivíduos Inventariados	6	3	19	10	19	9		
		Ingresso		2		12		7		
		Mortalidade	3		9		10			
		Remanescentes	3	5	10	22	9	16		
		Taxa de Regeneração (TR%)	-9,09		7,32		-8,57			
		Taxa de Ingresso (I%)	33,33		63,16		36,84			
		Taxa de Mortalidade (M%)	50,00		47,37		52,63			
	Mudas	Indivíduos Inventariados			27	27				
		Ingresso				35				
		Mortalidade			0					
		Remanescentes			27	62				
		Taxa de Regeneração (TR%)			39,33					
		Taxa de Ingresso (I%)			129,63					
		Taxa de Mortalidade (M%)			0,00					

O incremento periódico anual diamétrico de *V. americana* foi maior nas três primeiras e nas três últimas classes de DAP, nas populações estudadas (Tabela 4). Comparando-se a distribuição diamétrica inicial e final de cada população (Tabela 4), observa-se que mesmo *V. americana* sendo uma espécie tolerante e assim se desenvolver em condições de dossel fechado e sub-bosque, a abertura do dossel produzido pela exploração florestal e pelos distúrbios naturais ao longo dos anos, beneficiou a espécie em seu crescimento, como pode-se observar nos valores do IPAdap (Tabela 4).

Tabela 4: Distribuição diamétrica de árvores de acapu (*Vouacapoua americana* Aublet) no primeiro e último ano de monitoramento e incremento periódico diamétrico (IPAdap) por classes diamétrais, das populações estudadas nos estados do Pará, Brasil.

DAP	CC	Moju			Paragominas			Anapu6			Jari		
		1995	2010	IPAdap	2003	2011	IPAdap	2015	2017	IPAdap	2003	2019	IPAdap
10-20	15	39 (-4)	35 (20)	0,18	33 (-1)	32 (12)	0,34	56 (-20)	36 (1)	0,27	28 (-4)	24 (10)	0,22
20-30	25	39 (-5)	34	0,31	9	9	0,40	44 (-14)	30	0,23	30 (-1)	29 (2)	0,24
30-40	35	18	18	0,33	15 (-3)	12	0,24	16 (-7)	9	0,16	28 (-9)	19	0,22
40-50	45	10	10	0,31	14 (-1)	13	0,26	15 (-8)	7	0,10	22 (-6)	16	0,27
50-60	55	13 (-1)	12	0,23	12 (-1)	11	0,19	13 (-7)	6	0,48	19	19	0,17
60-70	65	6 (-1)	5	0,38	3	3	0,27	16 (-10)	6	-0,09	12 (-5)	7	0,12
70-80	75	2	2	0,67	2	2	0,19	4 (-2)	2	0,10	4 (-2)	2	0,33
80-90	85	1	1	0,00				1 (-1)			4	4	0,18
100-110	95										1	1	0,06
Total		128 (-11)	137	0,26	88 (-6)	94	0,29	165 (69)	97	0,22	48 (27)	133	0,22

A tabela 5 apresenta um resumo das variáveis e informações consideradas mais relevantes para a definição dos critérios de seleção de árvores para a exploração no manejo sustentável de *V. americana*.

Tabela 5: Resumo das características ecológicas, de estrutura e dinâmica de acapu (*Vouacapoua americana* Aublet).

Variáveis	Padrão da espécie
Produtos da madeira	Diâmetro mínimo de corte praticado de 38 a 76 cm.
Germinação	Germina em sombra, sementes recalcitrantes.
Polinização	Sistema reprodutivo misto (alógamo e autógamo); Síndrome de polinização entomófila, Por insetos de curto alcance de voo.
Dispersão de frutos e sementes	Inicialmente barocórica, Secundariamente por roedores que carregam as sementes até 22 m de distância da planta matriz.

Fenologia	Padrão fenológico anual, regido pelo inverno amazônico. Floração iniciando no final do verão (início do período chuvoso); Frutificação nos meses mais chuvosos; e Disseminação de sementes finalizando no início do verão.
Biologia Reprodutiva	Flores bissexuadas Polinização cruzada
Grupo Ecológico	Tolerante a sombra (climax)
Raridade	Não é rara
Alelopatia	Presente
Densidade (número de árvores/ha)	Elevada, variando de 6,31 árv/ha a 25,55 árv/ha.
Distribuição espacial	Agregada (agrupada)
Regeneração natural – Mudanças (h≤30cm até DAP<2,5cm)	Em floresta primária, 240 ind/ha.
Estrato Arbustivo – Varas (2,5cm ≤ DAP < 5cm)	Em floresta primária, 17,78 ind/ha Em floresta pós-exploração, 19,31 ind/ha.
Estrato Arbustivo – Arvoretas (5cm ≤ DAP < 10cm)	Em floresta primária, variando de 5,50 a 6,11 ind/ha Em floresta pós-exploração, 12,00 ind/ha.
Estrato Arbóreo – Árvores (DAP≥10cm)	Em floresta primária, variando de 6,31 a 25,55 ind/ha Em floresta pós-exploração, 20,75 ind/ha.
Qualidade de Fuste	Fuste reto, baixo índice de bifurcação. Em J-invertido
Distribuição diamétrica	Densidade é maior nas classes DAP ≤40cm e vai diminuindo à medida que o diâmetro aumenta. Área basal elevada, variando de 0,5063m²/ha a 3,4521m²/ha.
Distribuição de área basal	As maiores concentrações de área basal da espécie nas classes diamétricas entre 40 a 80cm
Distribuição de altura	Variando de 2m a 25m e média de 10,61m.
Distribuição de volume	Volume elevado, variando de 1,6645m³/ha a 32,169m³/ha e média de 10,952m³/ha. Maiores concentrações nas classes DAP ≤40cm.
Mortalidade	Em floresta primária, variando de 6,82% a 8,59% Em floresta pós-exploração, 41,82%.
Ingresso	Em floresta primária, variando de 8,11% a 15,63% Em floresta pós-exploração, 0,61%.
IMA(DAP)	Variando de 0,22cm/ano a 0,29cm/ano

3.4. Discussão

3.4.1. Diretrizes para o manejo sustentável da espécie *Vouacapoua americana* Aublet

3.4.1.1. Inventário florestal pré-exploratório

Referencial: *V. americana* atinge sua maturidade de produção de frutos a partir do $DAP \geq 24\text{cm}$ (ONF, 2010).

Princípio: O inventário florestal pré-colheita deve proporcionar condições de se conhecer a população abaixo do DMC.

Critério: O inventário florestal pré-colheita de *V. americana* deve ser realizado para todas as árvores com no mínimo o $DAP \geq 30\text{cm}$.

Aplicação do P&C: A adoção do inventário pré-colheita para todas as árvores com $DAP \geq 30\text{cm}$, proporciona uma melhor visualização da distribuição diamétrica da espécie, demonstra um melhor estoque inicial e, principalmente, contempla a inclusão de árvores em maturidade de produção de sementes.

Efeito do P&C: Com esse diâmetro mínimo de inventário (DMI) é possível quantificar a população madura inicial e a população madura remanescente pós-exploração, capaz de produzir frutos e sementes para manter a dinâmica da regeneração natural.

3.4.1.2. Período de exploração do produto madeira

Referencial: *V. americana* apresentou um Padrão fenológico anual, regido pelo inverno amazônico, com floração iniciando no final do verão e início do período chuvoso (MAUÉS & SANTOS, 2003; LEÃO et al., 2011; SANTOS et. al., 2018), frutificação nos meses mais chuvosos (LOUREIRO et al., 1979; SOUZA et. al., 2000; MAUÉS & SANTOS, 2003); e dispersão de frutos e sementes finalizando no início do verão (MAUÉS & SANTOS, 2003; LEÃO et al., 2011; SANTOS et. al., 2018).

Princípio: O manejo sustentável de *V. americano* deve definir um período de exploração do produto madeira com base na fenologia da espécie, na região ou na área do PMFS espécie.

Critério: O Período de exploração do produto madeira *V. americano* deve ser os meses do verão amazônico na região de ocorrência da espécie, antes das fenofase de floração, frutificação e disseminação de sementes.

Efeito do P&C: A adoção deste período de exploração fará com que a colheita ou exploração de *V. americano* sempre ocorra no período antes da dispersão de frutos e sementes, no inverno, possibilitando a regeneração natural.

3.4.1.3. Diâmetros mínimo e máximo de exploração (Intervalo de exploração)

Referencial: Em geral as árvores de *V. americana* não atingem diâmetros muito elevados, são raros os exemplares inventariados acima de 130cm (Tabela 1). A espécie é caracterizada por árvores de tamanho mediano com média de DAP em torno de 48,08 cm (Tabela 1). Em determinados locais é perfeitamente visível a forte dominância do acapu (FRANCEZ et al., 2009). O estoque inicial de Densidade, área basal e volume de *V. americana* são elevados. A maior concentração de densidade (árv/ha) e Volume (m³/há) estão nas classes de DAP<40cm (Tabela 2). Segundo Gomide et al (2009), a grande densidade de indivíduos nas menores classes de diâmetro é capaz de fornecer parte de seus representantes para as classes subsequentes. Para Ricklefs (2009), a maior densidade de indivíduos nas primeiras classes caracteriza também que a floresta é detentora de um estoque suficiente de árvores finas para substituir as árvores de maior porte que venham a ser eliminadas no espaço temporal ou em planos de manejo, sendo essa uma estratégia ecológica da população de manter a autoperpetuação da floresta. A área basal (m²/ha) apresentou-se concentrada nas classes de DAP de 40cm a 80cm (Figura 3), estando este comportamento em consonância com outros estudos na Amazônia (COSTA et al., 1998; FILHO, 2004; ALVES & MIRANDA, 2008; FRANCEZ et al., 2009; LOPES et al., 2009; CARIM et al., 2013; COELHO et al., 2017; LIMA et al., 2019; MAESTRI et al., 2021). A

distribuição diamétrica de *V. americana* apresentou o número de árvores maior nas menores classes diamétricas (10-40cm) e vai diminuindo à medida que o diâmetro aumenta, assemelhando-se a um “J-reverso” (Tabela 2 e Figura 1). A distribuição de diâmetro das espécies na forma típica de J-invertido, sugere capacidade de auto-regeneração e manutenção dos níveis atuais de densidade (NASCIMENTO et al., 2004). Nas regiões de ocorrência, a espécie é tradicionalmente utilizada (explorada) num intervalo aproximado de 38cm a 78cm de DAP (Tabela 5).

Princípio: O Limite de exploração de *V. americana* deve ser definido em função do estoque inicial da densidade, área basal e volume, a distribuição diamétrica e o diâmetro mínimo e máximo de corte praticado nas regiões de ocorrência da espécie.

Critério: *V. americana* deve ter como diâmetro mínimo de corte (DMC) 40,00cm e o diâmetro máximo de corte (DMxC) igual a 80,00cm.

Nota: O intervalo de classes diamétricas de 40cm a 80cm de DAP apresentaram as maiores concentrações de árvores e área basal, o que permite uma exploração nesse intervalo. E, é o intervalo de exploração tradicional da espécie.

Nota: O DMxC poderá ser alterado em função dos parâmetros de estrutura e dinâmica da espécie na região do manejo da espécie.

Efeito do P&C: As maiores concentrações de árvores e área basal no intervalo do DMC ($DAP \geq 40cm$) ao DMxC ($DAP < 80cm$) e a distribuição diamétrica em J invertido, possibilitam a exploração *V. americana* nesse intervalo de classe, pois a dinâmica da espécie (TR, I e M) promove a recuperação das classes de DAP exploradas (Tabela 3 e Figura 3).

3.4.1.4. Intensidade de exploração

Referencial: A distribuição diamétrica de *V. americana* quando ajustada pelo modelo de Meyer resultou numa distribuição semelhante a um “J-reverso” (Tabela 2 Figura 1), no qual o número de árvores diminui exponencialmente nas classes de diâmetro crescente (DE

LIOCOURT, 1898; MEYER, 1952; MACHADO et al., 2004; SOUZA & SOUZA, 2005; ALVES JUNIOR et al., 2009). A intensidade de exploração deve ser limitada ao intervalo de exploração (entre o DMC e o DMxC) e deve consistir na retirada das árvores em todas as classes de diâmetros dentro desse intervalo, a partir da relação entre distribuição diamétrica ajustada e a distribuição diamétrica observada (distribuição do estoque inicial).

Princípio: A intensidade de exploração deve ser definida com base na densidade e na distribuição diamétrica da espécie.

Critério: A intensidade de exploração de *V. americana* deve ser realizada utilizando-se a distribuição diamétrica ajustada e a distribuição diamétrica observada.

Nota: O ajuste da curva de distribuição diamétrica pode ser realizado pelo modelo de Meyer linearizado, método BDq ou outro método que ajuste a curva de distribuição.

Aplicação do P&C: Tomando-se como exemplo a população Paragominas que apresentou um estoque inicial de 13,55 árv/ha, e no intervalo de exploração (Ie) um estoque de exploração (Ee) de 3,78 árv/ha (27,92% de todo o estoque inicial). A partir da distribuição diamétrica ajustada pelo modelo de Meyer e a distribuição diamétrica observada, calculou-se a diferença entre ambas, onde os valores negativos observados nas classes de DAP dentro do Ie são os valores de árvores por hectare que podem ser explorados em cada classe diamétrica (Tabela 2 Figura 1). A somatória desses valores resultou na intensidade de exploração que foi de 1,76 árv/ha (12,97% do estoque inicial). Este mesmo processo foi realizado utilizando-se o método BDq, ajustando-se a curva de distribuição diamétrica a partir do quociente intrínseco “q”. As distribuições diamétricas ajustadas pelo modelo de Meyer e pelo método BDq, quando avaliadas pelo teste U de Mann-Whitney ($U=0,34017$ e $p=0,7337$) revelou não haver diferenças significativas entre ambas (Tabela 4 e figura 5). Assim, a intensidade de exploração foi definida pelo resultado da diferença da densidade absoluta (árv/ha) entre a distribuição ajustada e distribuição observada (estoque inicial) no intervalo de exploração ($40\text{cm} \leq \text{DAP} < 80\text{cm}$).

Efeito do P&C: A intensidade de exploração definida por essa metodologia promove o balanço da densidade absoluta nas classes de DAP do IE e não altera a densidade nas

demais classes diamétricas, deixando a população pós-exploração com sua estrutura diamétrica balanceada, ao mesmo tempo, que favorece a produção sustentável de madeira. Essa metodologia evita uma possível exploração excessiva da espécie no IE, no qual todas as árvores já se encontram maduras para a reprodução. A exploração intensa pode acarretar problemas de baixa taxa de cruzamento e, conseqüentemente, diminuição na formação de sementes (MAUÉS; SANTOS, 2003).

3.4.1.5. Definição do ciclo de corte

Referencial/Fundamentação: *V. americana* apresentou crescimento em diâmetro variando de 0,22cm/ano a 0,29cm/ano (média =0,25cm/ano), estando esses valores em conformidade com outros estudos para a espécie (SILVA et. al., 2017; SANTOS, 2010), e próximos aos encontrados para outras espécies do grupo ecológico das espécies tolerantes (JARDIM & SOARES, 2010; COSTA, 2006; NEMER & JARDIM, 2004; NASCIMENTO, 2003).

Princípio: O ciclo de corte de *V. americana* deve ser baseado no seu crescimento em diâmetro, Incremento Periódico Anual em Diâmetro (IPAdap) ou no Incremento Médio Anual (IMAdap).

Critério: O ciclo de corte de *V. americana* deve ser definido pela razão entre o intervalo de classe da distribuição diamétrica e o seu crescimento em diâmetro (IPA ou IMA).

Nota: O ciclo de corte será considerado como tempo que uma árvore leva para passar de uma classe diamétrica para outra, num intervalo de classe diamétrica.

Aplicação do P&C: Tomando-se como exemplo a população Paragominas, aonde o crescimento em diâmetro foi 0,29cm/ano e o intervalo de classe da distribuição diamétrica foi 10cm, o ciclo de corte de *V. americana* foi calculado, inicialmente em 35 anos. Assim, estima-se que para a população Paragominas o tempo que uma árvore levará para passar de uma classe diamétrica para outra será de 35 anos.

3.4.1.6. Seleção de Árvores a Explorar

Referencial: As populações de *V. amaericana* apresentaram elevada densidade e dominância nas áreas aonde ocorrem, tendo seu estoque inicial variando de 6,31 árv/ha a 25,55 árv/ha (média = 15,79 árv/ha), área basal variou de 0,5063m²/ha a 3,4521m²/ha (média = 1,3914 m²/ha) e volume variando de 1,6645m³/ha a 32,169m³/ha (média = 10,952m³/ha) (Tabela 2).

Princípio: A Seleção de Árvores a Explorar deve ser limitada à intensidade de exploração.

Critério: As Árvores Seleccionadas para a exploração devem estar contidas nas classes diamétricas do intervalo de exploração (entre o DMC e DMxC) e a densidade dessa seleção não deve exceder a intensidade de exploração.

Nota: As árvores a serem seleccionadas para a exploração devem ser limitadas ao quantitativo de intensidade de exploração na sua respectiva classe diamétrica.

Nota: O total da densidade absoluta das árvores seleccionadas não pode ultrapassar a densidade definida na intensidade de exploração.

Aplicação do P&C: Observando-se que o estoque de exploração foi de 3,78 ávr/ha, conferiu-se a *V. americana* a condição de passível de exploração, considerando-se o que preconiza o inciso II do Art. 8º da IN 05 MMA/2006.

3.4.1.7. Seleção de árvores remanescentes

Referencial: As populações de *V. amaericana* apresentaram elevada densidade e dominância nas áreas aonde ocorrem, tendo seu estoque inicial variando de 6,31 árv/ha a 25,55 árv/ha (média = 15,79 árv/ha), área basal variou de 0,5063m²/ha a 3,4521m²/ha (média = 1,3914 m²/ha) e volume variando de 1,6645m³/ha a 32,169m³/ha (média = 10,952m³/ha) (Tabela 2). *V. americana* apresentou o padrão de distribuição espacial agregado, seus polinizadores tem curto alcance de voo (MAUÉS et al., 1999) e a dispersão secundária atinge em média distâncias de aproximadamente 22m (FORGET, 1990). *V.*

americana atinge sua maturidade de produção de sementes a partir do $DAP \geq 24\text{cm}$ (ONF, 2010). Aplicando-se essas características ao manejo de *V. americana*, indica-se para a manutenção da estrutura e dinâmica da espécie, a seleção e manutenção de populações ou subpopulações remanescentes.

Princípio: A Seleção de árvores remanescentes deve ser realizada com base na biologia reprodutiva, polinização, dispersão de frutos e sementes e distribuição espacial.

Critério: No manejo sustentável de *V. americana* devem ser selecionadas populações ou subpopulações remanescentes.

Aplicação do P&C: Considerando-se como estoque remanescente a resultante da diferença entre o estoque inicial e o estoque de exploração selecionado ($E_{rem} = E_i - E_{se}$), pode-se dizer que árvores remanescentes são todas as árvores que não foram selecionadas para a exploração e que constituem a população remanescente pós-exploração. Assim, tomando-se todas as árvores inventariadas que constituem o estoque inicial (13,55 árv/ha), retirando-se o estoque de exploração selecionado (1,76 árv/ha), restaram 11,79 árv/ha que compõem a população de árvores remanescentes e mantém a distribuição diamétrica da na sua tendência de J-invertido (Tabela 2 e Figura 1). Considerando-se as árvores com $DAP \geq 30\text{cm}$ como aquelas com maturidade de produção de sementes, têm-se um estoque de maturidade reprodutiva de 6,44 árv/ha, e excetuando-se o estoque de exploração selecionado (1,76 árv/ha), resultou em 4,68 árv/ha que constituem a população remanescentes madura para produção de frutos e sementes. Devido a essa considerável população remanescente madura para produção de frutos e sementes, concluiu-se não ser necessário selecionar porta-sementes, porém, torna-se fundamental proteger e manter as árvores remanescentes com $DAP \geq 30\text{cm}$, as quais constituem a população produtora de sementes. Todavia, o estoque de árvores maduras para a produção de sementes (4,68 árv/ha) contido na população remanescente seria capaz de manter a grande produção de frutos e sementes, e consequentemente de mudas.

Efeito do P&C: Os elevados estoques iniciais de árvores (13,55 árv/ha) e árvores em maturidade reprodutiva (6,44 árv/ha com $DAP \geq 30\text{cm}$) possibilitou a produção de grandes quantidades de frutos e sementes, promovendo o surgimento e manutenção de uma densa

regeneração natural (240 ind/ha). Esse banco de mudas proporcionou a formação de uma grande população de varas (17,78 ind/ha), que por sua vez, abastece a elevada população de arvoretas (6,11 ind/ha). Sendo, esta responsável pelo ingresso e manutenção da população de árvores ou estoque inicial. Assim, conclui-se que numa fase pós-exploração a elevada densidade de árvores remanescentes (11,79 árv/ha) será capaz de manter a estrutura e dinâmica da população remanescente e o estoque remanescente de maturidade de produção de sementes (4,68 árv/ha) poderá garantir a continuamente da dinâmica populacional da espécie.

3.4.1.8. Tratamentos Silviculturais

Referencial: *V. americana* é uma espécie tolerante e apresenta germinação na sombra, no sub-bosque da floresta. Apresenta toxidade nas folhas e um certo grau de alelopatia (GONDIM, 1992; SOUZA FILHO; ALVES, 2000). A dinâmica populacional de *V. americana* apresentou taxa de mortalidade variando de 6,82% a 8,59% em floresta primária e 41,82% em floresta pós-exploração, taxa de ingresso variando de 8,11% a 15,63% em floresta primária e 0,61% em floresta pós-exploração (Tabela 3), e crescimento em diâmetro variando de 0,22 cm/ano a 0,29cm/ano (Tabela 3).

Princípio: Em alguma fase do manejo sustentável de espécie deve ser adotado tratamento silvicultural.

Critério: Para o manejo sustentável de *V. americana* a definição e adoção ou não de tratamentos silviculturais pós-colheita deve ser baseada em estudos de dinâmica da população da espécie.

Nota: Análise e incorporação dos estudos de dinâmica da população da espécie deve ser apresentado a partir do terceiro POA.

Aplicação do P&C: Considerando-se o fato de *V. americana* ser uma espécie tolerante e germina na sombra, para garantir a manutenção da condição de sombreamento no sub-

bosque pós-exploração é imprescindível que a exploração da espécie seja considerada como um tratamento silvicultura (TS). Portanto, recomenda-se como TS exploratório:

- 1) identificação e proteção das árvores da espécie durante a colheita (proteger da construção de infraestrutura e derruba); e
- 2) redução do número e tamanho de clareiras abertas durante a exploração.

A adoção desse TS exploratório pode viabilizar o mínimo de distúrbio na regeneração, ingresso, recrutamento e mortalidade. Uma opção de TS exploratório seria a adoção da exploração de impacto reduzido (EIR).

Analisando-se as condições da floresta pós-exploração, após a análise da dinâmica e se constatando uma baixa taxa de regeneração (TR%), pode-se definir a adoção de pelo menos os seguintes TS pós-exploratórios:

- 1) monitoramento e a condução da regeneração natural;
- 2) plantio de enriquecimento nas trilhas de arraste, principalmente nas secundárias e terciárias, e
- 3) plantio de enriquecimento nas bordas de pequenas clareiras.

O elevado estoque remanescente (11,79 árv/ha), a distribuição diamétrica em J invertido e a dinâmica da espécie com as taxas de mortalidade, ingresso e crescimento diamétrico nos mesmos níveis de florestas primárias sem exploração. Esse conjunto de variáveis resulta nas condições de promoção da recuperação das classes de DAP exploradas. Esses fatores justificam a opção de não aplicação de tratamentos silviculturais pós-exploratórios, num chamado tratamento “explorar e deixar”.

Efeito do P&C: A exploração florestal (construção de infraestrutura, derruba e arraste) produz clareiras e danifica ou mesmo elimina muitas árvores jovens ($DAP < 30\text{cm}$) e maduras produtoras de sementes ($DAP \geq 30\text{cm}$), o que poderá comprometer a regeneração da espécie e consequentemente afetar o ingresso, recrutamento nas classes de DAP (Tabela 3). Pode ser que nos primeiros anos após a exploração florestal, a regeneração, ingresso e recrutamento da espécie nas primeiras classe de DAP seja severamente afetada (Tabela 3). Porém, se mantidas as árvores das populações remanescentes pós-colheita, passados esses

primeiros anos pós-exploração, assim que as clareiras sejam colonizadas e a incidência de luz seja reduzida, a regeneração, ingresso e recrutamento da espécie deve voltar ao balanceamento nas primeiras classe de DAP (Tabela 3).

Nas populações estudadas o tratamento silvicultura adotado foi “explorar e deixar” e nessas populações as taxas (TR, I e M) e o crescimento em diâmetro estão nos mesmos níveis de florestas primárias sem exploração, o que justifica a adoção do tratamento silvicultural adotado, porém, o ciclo de corte nessas populações não é inferior a 35 anos.

3.5. Conclusão

As características ecológicas, botânicas, estrutura, dinâmica e de uso de *V. americana*, quando utilizadas de forma técnica e racional, oferecem as condições de manejo sustentável da espécie.

As diretrizes para o manejo de *V. americana* demonstram que a integração dos conhecimentos de ecologia, botânica, estrutura, dinâmica e uso são fundamentais para manejar a espécie para uma estrutura balanceada e que, ao mesmo tempo, harmonize os conceitos de produção sustentável de madeira com conservação da espécie, em conformidade com a legislação florestal e ambiental.

REFERÊNCIAS

- ALENCAR, J. C. Fenologia de Cinco Espécies Arbóreas Tropicais de Sapotaceae Correlacionada a Variáveis Climáticas na Reserva Ducke, Manaus, AM. *Acta Amazônica*, 24(3/4):161-182. 1994.
- ALVES JUNIOR, F. T.; FERREIRA, R. L. C.; SILVA, J. A. A. da; MARANGON, L. C.; COSTA JUNIOR, R. F. Estrutura diamétrica de um fragmento de Floresta Atlântica em matriz de cana-de-açúcar, Catende, Pernambuco. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 13, n. 3, p. 328-333, 2009.
- ALVES, J.C.Z.O.; MIRANDA, I. DE S. Análise da estrutura de comunidades arbóreas de uma floresta amazônica de terra firme aplicada ao manejo florestal. *Acta Amazonica*, 38: 657-666. 2008.
- AMOROZO, M. C. M.; GÉLY, A. Uso de plantas medicinais por caboclos do baixo Amazonas, Barcarena, PA, Brasil. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Série Botânica*, v. 4, n. 1, p. 47-131, 1988.
- ÁVILA, F. (Ed.). *Árvores da Amazônia*. São Paulo: Empresa das Artes, 2006. 243 p.
- BICKNELL, J. E., STRUEBIG, M. J., EDWARDS, D. P., & DAVIES, Z. G. Improved timber harvest techniques maintain biodiversity in tropical forests. *Current Biology*, 24(23), R1119-R1120, 2014.
- CARIM, M. J. V.; GUIMARÃES, J. R. S.; TOSTES, L. C. L. Composição e Estrutura de Floresta Ombrófila Densa do extremo Norte do Estado do Amapá, Brasil. *Biota Amazônia*, v. 3, p. 1-10, 2013.
- CARVALHO, J.O.P. de. Tree recruitment and mortality over eight years after logging in a terra firme rain forest in Brazilian amazonia. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DA IUFRO, 2000, Belém. Manejo integrado de florestas úmidas neotropicais por indústria e comunidades – aplicando resultados de pesquisa, envolvendo atores e definindo políticas públicas: atas... Belém: Embrapa Amazônia Oriental/CIFOR, 2002. p114-123.
- COELHO, F. A.; SOUZA, J. B. S.; CASTRO, A. C. J.; NASCIMENTO, A. M.; SOARES, M. H. M.; RUSCHEL, A. R. Diversidade e composição florística em um trecho de floresta de terra firme no município de Anapú-PA. VI Simpósio de Estudos e Pesquisas em Ciências Ambientais na Amazônia, 2017, Anais, Trabalho Completos, V-1, p. 469-478, ISSN 2316-7637.
- COSTA, S. C. C. Dinâmica Populacional de *Protium pallidum* Cuatrec. (breu branco) em uma floresta tropical de terra - firme explorada seletivamente no estado do Pará, Brasil. 2006. 67f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2006.

COSTA, D.H.M.; FERREIRA, C.A.P.; SILVA, J.N.M.; LOPES, J. do C.A.; CARVALHO, J.O.P. de. Potencial madeireiro de floresta densa no município de Moju, Estado do Pará. Belém: Embrapa-CPATU, 1998. 33p. (Embrapa-CPATU. Documentos, 121).

COTA, M.M.T. *Vouacapoua* in Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB83869>>. Acesso em: 15 Jan. 2020.

CRUZ, E. D.; PEREIRA, A. G. Germinação de sementes de espécies amazônicas: acapu (*Vouacapoua americana* Aubl.). Comunicado Técnico 288. Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA. 2016. p.4.

DE LIOCOURT, F. De l'aménagement des sapinières. Paris: Société Forestière de Franche-Comté et Belfort, 1898.

EDWARDS, D. P., TOBIAS, J. A., SHEIL, D., MEIJAARD, E., & LAURANCE, W. F. Maintaining ecosystem function and services in logged tropical forests. *Trends in ecology & evolution*, 29(9), 511-520, 2014.

FILHO, L. C. O. Contribuição ao conhecimento das florestas do estado do Amapá – Potencial florestal e características fitossociológicas. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Relatório Técnico. 50p. 2004.

FORGET, P. -M. Seed-dispersal of *Vouacapoua americana* (Caesalpiniaceae) by caviomorph rodents in French Guiana. *Journal of Tropical Ecology*, v. 6, n. 4, p. 459-468, 1990.

FRANCEZ, L. M. B.; CARVALHO, J. O. P.; JARDIM, F. C. S.; QUANZ, Beatriz.; PINHEIRO, K. A. O. Efeito de duas intensidades de colheita de madeira na estrutura de uma floresta natural na região de Paragominas, Pará. *Acta Amazonica*, vol. 39(4) 2009: 851 – 864.

FREITAS, J.L., SILVA, R.B.L., FILHO, M.N.B., CANTUÁRIA, P.C., CRUZ JÚNIOR, F.O., Fenologia reprodutiva de cinco espécies arbóreas em ecossistema de terra firme na Amazônia Brasileira. *Biota Amazônia*, v. 5, n. 2, p. 38-44, 2015. Disponível em <http://periodicos.unifap.br/index.php/biota>.

GOMIDE, L. R.; SCOLFORO, J. R. S.; OLIVEIRA, A. D. de, Análise das estruturas diamétrica e hipsométrica de fragmentos florestais localizados na bacia do rio São Francisco, em Minas Gerais, Brasil. *FLORESTA*, Curitiba, PR, v. 39, n. 2, p. 239-251, abr./jun. 2009.

GONDIM, C. J. E. Presença de substâncias inibidoras do crescimento no acapuzeiro (*Vouacapoua americana* Aubl.). *Silvicultura em S. Paulo*, v. 16A, pt. 1, p. 532-535, 1992. Edição dos Anais do Congresso Nacional Sobre Essências Nativas, 1992, Campos do Jordão, 1992.

GONZAGA, L. A. Madeira: uso e conservação. Brasília, DF: IPHAN/MONUMENTA, 2006. 246p.: il.; 28cm.-(Cadernos Técnicos; 6).

HOMMA, A. K. O. Extrativismo vegetal na Amazônia : história, ecologia, economia e domesticação. Embrapa, Brasília, DF, 2014. 468 p.

JARDIM, F. C. S.; SOARES, M. S. Comportamento de *Sterculia pruriens* (Aubl.) Schum. em floresta tropical manejada em Moju-PA. Acta Amazonica. VOL. 40(3) 2010: 535 – 542.

LEÃO, N. V. M.; OHASHI, S. T.; FREITAS, A. D. D.; NASCIMENTO, M. R. S. M.; SHIMIZU, E. S. C.; REIS, A. R. S.; GALVÃO FILHO, A. F.; SOUZA, D. Colheita de Sementes e Produção de Mudanças de Espécies Florestais Nativas. Documentos374. Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA. 2011. 47 p. ISSN 1517-2201.

LIMA, P. G. C.; COELHO-FERREIRA, M.; OLIVEIRA, R. Plantas medicinais em feiras e mercados públicos do Distrito Florestal Sustentável da BR-163, Estado do Pará, Brasil. Acta Botanica Brasilica, v. 25, n. 2, p. 422-434, 2011.

LIMA, R. C.; SILVA e SILVA, B. M.; SOTTA, E. D.; COUTERON, P.; APARÍCIO, P S.; SANTOS, V. F.; BUENO, R. L.; SANTOS, Y. K. S.; RAMOS, M. B. B. Análise fitossociológica de um trecho de floresta ombrófila densa na Amazônia Oriental. Revista Arquivos Científicos (IMMES). Macapá, AP, Ano 2019, v. 2, n. 2, p. 89-100 - ISSN 2595-4407.

LOPES, J. C. A.; SCHWARTZ, G.; SILVA, K. R. Crescimento de mudas de Acapu (*Vouacapoua americana* Ducke) plantadas em clareiras de exploração nas áreas de manejo da Orsa Florestal S/A, em Monte Dourado-PA. *Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Oriental. Belém-PA, p.2, 2009,*

LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2002. 394 p. v.2.

LOUREIRO, Arthur A.; SILVA, Marlene F. da; ALENCAR, Jurandir da Cruz. *Essências madeireiras da Amazônia*. Manaus, Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia. 1979. 245p. v. 1.

MAESTRI, M. P.; RUSCHEL, A. R.; PORRO, R.; AQUINO, Marina G. C.; Miléo, R. C. Manejo Florestal Comunitário do Projeto de Desenvolvimento Sustentável Virola Jatobá: Cenários para a Exploração de *Vouacapoua americana* Aublet. Biodiversidade Brasileira, 11(1): 1-17, 2021.

MACHADO, E. L. M.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; CARVALHO, W. A. C.; SOUZA, J. S.; BORÉM, R. A. T.; BOTEZELLI, L. Análise Comparativa da Estrutura e Flora do Compartimento Arbóreo-Arbustivo de um Remanescente Florestal na Fazenda Beira Lago, Lavras, Mg. R. Árvore, Viçosa-MG, v.28, n.4, p.499-516, 2004.

MAUÉS, M. M.; SANTOS, L. F. C.; MACQUEEN, D.; SILVA, R. C. V. M. Biologia da polinização do acapu (*Vouacapoua anzericana* Aubl. LEGUMINOSAE), uma essência florestal amazônica. In: Simpósio Silvicultura na Amazônia Oriental: contribuições do projeto Embrapa/DFID. 1999. Belém, PA. Resumos expandidos. Belém: Embrapa-CPATU/DFID, 1999. p15-19.

MAUÉS, M. M.; SANTOS, L. F. C. dos. Fenologia, polinização e biologia reprodutiva de *Vouacapoua americana* Aubl. Leguminosae (acapu). In: VI CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 6., 2003, Fortaleza. Anais de trabalhos completos. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2003. p. 96-98.

MEYER, H. A. Structure, growth, and drain in balanced unevenaged forests. *Journal of forestry*, 50:85-92. 1952.

NASCIMENTO, Z. P. D. do. 2003. Dinâmica populacional de *Lecythis idatimon* Aublet após corte seletivo em floresta tropical de terra firme. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências Agrárias do Pará.

NASCIMENTO, A. R. T., FELFILI J. M.; Meirelles, E. M. Florística e estrutura da comunidade arbórea de um remanescente de floresta estacional decidual de encosta, Monte Alegre, GO, Brasil. *Acta Bot. Bras.* 18: 659-669, 2004.

NEMER, T. C., JARDIM, F.C. da S. 2004. Avaliação da taxa de crescimento do diâmetro em uma população de *Eschweilera odora* (Poepp.) Miers com DAP $\geq$ 5cm em uma floresta tropical explorada, Moju, estado do Pará, Brasil. *Revista de Ciências Agrárias*, 41: 77-88.

ONF Guyane, ETUDE DE SENSIBILITE DE VOUACAPOUA AMERICANA. ONG Guyane. 2010. p.100.

PIRES, H. C. G.; ROSA, L. S.; CABRAL, B. S.; SILVA, V. M.; NOGUEIRA, G. A.; FERREIRA, P. R. N. Padrão Fenológico de *Attalea maripa* (Aubl.) Mart. em Áreas de Pastagens na Amazônia Oriental. *Floresta e Ambiente* 2016; 23(2): 170-179. <http://dx.doi.org/10.1590/2179-8087.048313>.

RICKLEFS, R. E. A Economia da Natureza. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2009. 503 p.

RIZZINI, C.T. & Mors, W.B. Botânica econômica brasileira. Âmbito Cultural, Rio de Janeiro. 1995.

RIZZINI, C.T. Árvores e madeiras úteis do Brasil: manual de dendrologia brasileira. Edgard Blucher, São Paulo. 1990.

RODRIGUES, M. S., MARTINS-DA-SILVA, R. C. & SECCO, R. S. 2012. Caesalpinieae (Leguminosae-Caesalpinioideae) do Campo Experimental da Embrapa Amazônia Oriental, Município de Moju, PA, Brasil. *Hoehnea* 39(3): 489-516.

SABOGAL, C.; SILVA, J.N.M.; ZWEEDE, J.; PEREIRA JUNIOR, R.; BARRETO, P.; GUERREIRO, C.A. Diretrizes técnicas para a exploração de impacto reduzido em operações florestais de terra firme na Amazônia brasileira. Belém: EMBRAPA. 2000. 52p. (Amazônia Oriental – EMBRAPA. Documento, 64).

SANTOS, C. A. N. Dinâmica populacional de *vouacapoua americana* aubl. (acapu) em áreas de floresta tropical úmida de terra firme, influenciada por clareiras no município de Moju, (PA.), Brasil. 2010. 91f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2010.

SANTOS, A. C., FREITAS, J. L., SANTOS, E. S. Comportamento Fenológico de Espécies Florestais com Potencial Madeireiro em Ecossistema de Terra Firme, Amazônia Oriental. Revista Brasileira de Geografia Física, v.11, n.03, p. 924-933, 2018.

SANTOS, C. A. N.; JARDIM, F. C. S. Dinâmica da Regeneração Natural de *Vouacapoua Americana* com Diâmetro <5 cm, Influenciada por Clareiras, em Moju, Pará. FLORESTA, Curitiba, PR, v. 42, n. 3, p. 495 - 508, jul./set. 2012.

SANTOS, R. O.; SOARES, R. N.; ROSÁRIO, B. C.; LIMA, R. B.; ABREU, J. C. Estrutura e dinâmica em uma floresta densa de terra firme, Sudeste do Amapá, Brasil. Nativa, Sinop, v. 6, n. especial, p. 802-814, dez. 2018, ISSN: 2318-7670.

SILVA, J. L.; BATISTA, F. J.; FRANCEZ, L. M. B.; SILVA, J. O.; CARVALHO, J. O. P. Efeito da exploração florestal no incremento de *Vouacapoua americana* Aubl. em uma floresta de terra firme na fazenda rio capim, Paragominas, Pará. 65ª Reunião Anual da SBPC. 2017. Disponível em: <http://www.sbpnet.org.br/livro/65ra/resumos/resumos/2025.htm>. Acesso em: 15 Jan. 2020.

SILVA, S.; LEÃO, N.V.M. Árvores da Amazônia. Empresa das Artes, São Paulo, 2006. 243p.

SOUZA FILHO, A.P.S.; ALVES, S.M. Potencial Alelopático de Plantas de Acapu (*Vouacapoua Americana*): Efeitos Sobre Plantas Daninhas de Pastagens. Planta Daninha, Viçosa-MG, v.18, n.3, p.435-441, 2000.

SOUZA, D. R.; SOUZA, A. L. Emprego do Método *Bdq* de Seleção Após a Exploração Florestal em Floresta Ombrófila Densa de Terra Firme, Amazônia Oriental. R. Árvore, Viçosa-MG, v.29, n.4, p.617-625, 2005.

SOUZA, L. A. G., DANTAS, A. R., MATOS, R. B., SILVA, M. F., SAMPAIO, P. T. B. Período de frutificação e viabilidade das sementes do "acapu" (*Vouacapoua americana* Aubl. - leg. caesalp.) da região do médio rio Tocantins, Pará, Brasil. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Série Botânica, v16, n1, p. 3-21, 2000.

SUDAM - Departamento de Recursos Naturais - Centro de Tecnologia da Madeira - Pesquisas e Informações sobre espécies florestais da Amazônia. Belém, 1979. p 42-44.

VIANA, C.A.; PAIVA, A.O.; JARDIM, C.V.; RIOS, M.N.S.; ROCHA, N.M.S.; PINAGE, G.R.; ARIMORO, O.A.S.; SUGANUMA, E.; GUERRA, C.D.; ALVEZ, M.M.; PASTORE, J.F. Plantas da Amazônia: 450 espécies de uso geral. Brasília: Universidade de Brasília, Biblioteca Central, 2011. 3140 p. Livro digital, disponível em: <http://leunb.bce.unb.br/>. Acessado em 26/08/18.

WHITMORE, T. C. An introduction to tropical rain forest. Oxford: Oxford University Press, 1990.