

Dinâmica populacional de *Vouacapoua americana* Aubl., em duas áreas de florestas naturais na Amazônia Oriental

Population dynamics of *Vouacapoua americana* Aubl. in two natural forest areas in Eastern Amazonia

Dinámica poblacional de *Vouacapoua americana* Aubl. en dos áreas de bosque natural en la Amazonía Oriental

DOI: 10.54033/cadpedv22n12-272

Originals received: 9/19/2025

Acceptance for publication: 10/1/2025

Luciana Maria de Barros Francez

Doutora em Ciências Florestais

Instituição: Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)

Endereço: Paragominas, Pará, Brasil

E-mail: luciana.francez@ufra.edu.br

Valéria Silva Barbosa

Graduada em Engenharia Florestal

Instituição: Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)

Endereço: Paragominas, Pará, Brasil

E-mail: valeriasbarbosa1902@gmail.com

Fábio de Jesus Batista

Doutor em Ciências Florestais

Instituição: Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)

Endereço: Paragominas, Pará, Brasil

E-mail: fabio.batista@ufra.edu.br

Paulo Cezar Gomes Pereira

Mestre em Ciências Florestais

Instituição: Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)

Endereço: Paragominas, Pará, Brasil

E-mail: paulo.pereira@ufra.edu.br

Almir Lima do Mar

Mestre em Ciências Florestais

Instituição: Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)

Endereço: Belém, Pará, Brasil

E-mail: almir.mar@ufra.edu.br

Ademir Roberto Ruschel

Doutor em Biologia

Instituição: Embrapa Florestas

Endereço: Colombo, Paraná, Brasil

E-mail: ademir.ruschel@embrapa.br

Marcos Samuel Matias Ribeiro

Doutor em Ciências Climáticas

Instituição: Universidade Federal Rural da Amazônia

Endereço: Paragominas, Pará, Brasil

E-mail: marcos.matias@ufra.edu.br

RESUMO

Este estudo investigou a produtividade e a dinâmica populacional de *Vouacapoua americana* Aubl. em florestas naturais manejadas da Amazônia Oriental, nos municípios paraenses de Paragominas e Moju. Ressalta-se que a espécie não foi explorada nas áreas de colheita. Empregou-se delineamento inteiramente casualizado, com dois tratamentos em Paragominas (T0 - floresta não explorada e T1 - floresta explorada). Em Moju, as parcelas foram instaladas exclusivamente em área explorada, no entanto a análise considerou as medições realizadas antes e após a exploração. Foram inventariadas todas as árvores com DAP ≥ 10 cm, sendo calculado o quociente “q” de Liocourt, ingresso, mortalidade e incremento diamétrico. As diferenças entre os tratamentos foram testadas mediante U de Mann-Whitney e Wilcoxon. Em Paragominas, “q” variou de 1,43 a 1,51 em T0 e de 1,40 a 1,45 em T1. Em Moju, os valores de “q” oscilaram entre 1,75 e 1,59. As maiores taxas de ingresso ocorreram em T0 de Paragominas (5,56 % ano⁻¹) e no pós-exploração de Moju (3,50 % ano⁻¹). As taxas de mortalidade foram superiores nas áreas exploradas em ambos os municípios, evidenciando efeito indireto da colheita sobre a espécie, ainda que não tenha sido cortada. O incremento diamétrico variou da seguinte forma: em Paragominas, T0 teve menor incremento em 2003-2005 (0,2766 cm ano⁻¹) e maior em 2008-2011 (0,3819 cm ano⁻¹), enquanto T1 apresentou maior incremento em 2003-2005 (0,5632 cm ano⁻¹). Em Moju, o menor incremento coincidiu com o período de exploração (0,1696 cm ano⁻¹). *V. americana* manteve saldo positivo entre recrutamento e mortalidade, indicando viabilidade de conservação, especialmente se forem adotados tratamentos silviculturais pós-exploração mais efetivos.

Palavras-chave: Exploração Florestal. Monitoramento. Incremento Diamétrico. Acapu.

ABSTRACT

This study investigated the productivity and population dynamics of *Vouacapoua americana* Aubl. in managed natural forests of the Eastern Amazon, in the municipalities of Paragominas and Moju, Pará. It should be noted that the species was not explored in the harvest areas. A completely randomized design was used, with two treatments in Paragominas (T0 - unlogged forest and T1 - logged

forest). In Moju, the plots were installed exclusively in logged areas, however the analysis considered the measurements taken before and after logging. All trees with DBH ≥ 10 cm were inventoried, and the Liocourt quotient “q”, ingress, mortality and diameter increase were calculated. The differences between treatments were tested using Mann-Whitney U and Wilcoxon. In Paragominas, “q” ranged from 1.43 to 1.51 in T0 and from 1.40 to 1.45 in T1. In Moju, the “q” values ranged from 1.75 to 1.59. The highest entry rates occurred in T0 of Paragominas (5.56% year⁻¹) and in the post-exploitation period of Moju (3.50% year⁻¹). Mortality rates were higher in the logged areas in both municipalities, evidencing an indirect effect of harvesting on the species, even though it was not cut. The diameter increase varied as follows: in Paragominas, T0 had the smallest increase in 2003-2005 (0.2766 cm year⁻¹) and the largest in 2008-2011 (0.3819 cm year⁻¹), while T1 had the largest increase in 2003-2005 (0.5632 cm year⁻¹). In Moju, the smallest increase coincided with the logging period (0.1696 cm year⁻¹). *V. americana* maintained a positive balance between recruitment and mortality, indicating conservation viability, especially if more effective post-exploitation silvicultural treatments are adopted.

Keywords: Forest Exploitation. Monitoring. Diametric Increase. Acapu.

RESUMEN

Este estudio investigó la productividad y la dinámica poblacional de *Vouacapoua americana* Aubl. en bosques naturales manejados de la Amazonia Oriental, en los municipios de Paragominas y Moju, Pará. Cabe señalar que la especie a no fue explorada en las áreas de cosecha. Se utilizó un diseño completamente aleatorizado, con dos tratamientos en Paragominas (T0 - bosque no talado y T1 - bosque talado). En Moju, las parcelas se instalaron exclusivamente en áreas taladas, sin embargo, el análisis consideró las mediciones tomadas antes y después de la tala. Todos los árboles con DBH ≥ 10 cm fueron inventariados y se calculó el cociente de Liocourt “q”, el ingreso, la mortalidad y el aumento del diámetro. Las diferencias entre los tratamientos se probaron utilizando la U de Mann-Whitney y Wilcoxon. En Paragominas, “q” varió de 1,43 a 1,51 en T0 y de 1,40 a 1,45 en T1. En Moju, los valores de “q” variaron de 1,75 a 1,59. Las mayores tasas de entrada ocurrieron en T0 de Paragominas (5,56% año⁻¹) y en el periodo post-explotación de Moju (3,50% año⁻¹). Las tasas de mortalidad fueron mayores en las áreas taladas en ambos municipios, evidenciando un efecto indirecto de la cosecha sobre la especie, aun cuando esta no fue cortada. El incremento del diámetro varió de la siguiente manera: en Paragominas, T0 tuvo el menor incremento en 2003-2005 (0,2766 cm año⁻¹) y el mayor en 2008-2011 (0,3819 cm año⁻¹), mientras que T1 tuvo el mayor incremento en 2003-2005 (0,5632 cm año⁻¹). En Moju, el menor incremento coincidió con el periodo de tala (0,1696 cm año⁻¹). *V. americana* mantuvo un balance positivo entre reclutamiento y mortalidad, indicando viabilidad de conservación, especialmente si se adoptan tratamientos silvícolas post-explotación más efectivos.

Palabras clave: Explotación Forestal. Escucha. Incremento Diametral. Acapu.

1 INTRODUÇÃO

A Amazônia é o maior bioma brasileiro, possui a bacia hidrográfica mais extensa do mundo, ocupando 58,9% do território nacional o que compreende a aproximadamente 5,0 milhões de quilômetros quadrados (Ibge, 2020). Este vasto ecossistema abriga grande parte das espécies terrestres do planeta, além de uma rica diversidade florística, minerais e matéria-prima (Ferreira, 2020).

Estudos apontam a importância da floresta amazônica por dispor de inúmeros produtos madeireiros e não-madeireiros, além de ofertar serviços ecossistêmicos, que por vezes são explorados de forma irracional e sem planejamento (Pastana, 2016). Segundo Francez (2006), esse cenário decorre de diversos fatores, como a abertura de estradas, a exemplo da rodovia Belém-Brasília, que ampliou o acesso à região. Esse processo, aliado à escassez de madeira nas regiões Sul e Sudeste do Brasil, motivou a migração de diversos grupos para a Amazônia, gerando grande pressão sobre a floresta e, consequentemente, aumento das áreas desmatadas.

A exploração florestal intensiva, sem planejamento e sem o uso de técnicas adequadas, pode ocasionar sérios danos ao ecossistema, dificultando sua regeneração. Por isso, é fundamental otimizar as técnicas de manejo e monitoramento, a fim de minimizar os impactos ambientais e garantir a preservação da floresta (Locks; Matricardi, 2019).

O manejo florestal sustentável apresenta-se como uma boa alternativa, reduzindo os impactos da exploração e assegurando a sustentabilidade da produção florestal por meio de planejamento e monitoramento contínuos (Barreto et al., 1998).

O planejamento da produção deve considerar o conhecimento detalhado da estrutura florestal, facilitando as tomadas de decisões que promovam o crescimento das espécies e o aproveitamento eficiente dos recursos (Francez, 2006). O Inventário Florestal Contínuo (IFC) e o uso de parcelas permanentes fornecem dados essenciais para o desenvolvimento de estratégias eficazes de manejo (Santos et al., 2018; Bezerra et al., 2018).

Os dados obtidos a partir das parcelas permanentes permitem levantar

informações sobre as características ecológicas e sin ecológicas das espécies, bem como sobre a distribuição diamétrica, mortalidade, ingresso e taxas de crescimento da floresta, parâmetros importantes para o manejo da mesma (Jardim; Quadros, 2016). O monitoramento contínuo otimiza o manejo, determina a intensidade ideal de colheita e minimiza danos, garantindo a produtividade e a conservação da floresta (Vatr az, 2012).

O conhecimento sobre a taxa de crescimento da floresta, obtido por meio do incremento diamétrico das árvores, é primordial para a definição de ciclos de corte e colheita baseados na capacidade de suporte da floresta, além de subsidiar tratamentos silviculturais mais eficazes (Machado, 2021).

A espécie *Vouacapoua americana* Aubl., popularmente conhecida como Acapu, exemplifica os desafios enfrentados, que devido à grande demanda de exploração apresentou redução em suas reservas (Homma, 2014), o que resultou em sua inserção na “Lista Nacional Oficial de Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção” na categoria “Em Perigo (EN)” (MMA, 2022).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a produtividade e a manutenção de *Vouacapoua americana* Aubl. em duas áreas de florestas naturais manejadas na Amazônia Oriental. A hipótese testada é que a exploração florestal aumenta a produtividade dessa espécie em áreas de floresta natural manejadas na região.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

2.1.1 Paragominas

O município de Paragominas apresenta clima quente e úmido do tipo “Aw”, com temperatura média anual de 26 °C e umidade relativa de 81% (Giuliatti *et al.*, 2019). A região possui relevo suavemente ondulado, formada por chapadões sedimentares e planícies aluviais, inserida no Planalto Setentrional do Pará-Maranhão (Pimentel, 2016), sendo drenada por diversas bacias hidrográficas como as do rio Capim, Surubiju, Candiru-Açu, Potiritá, Água Boa,

Cauaxi, Timbó-Açu, Matamatá, Piriá e Uraim (Vatraz, 2012).

Os solos predominantes são Latossolos Amarelos, de baixa fertilidade, além de outros tipos como Argissolo, Plintossolo, Neossolo e Gleissolo (Martins *et al.*, 2018). Até 2008, 45% da floresta tropical original foi desmatada para atividades agropecuárias, restando 55% de cobertura florestal, composta por diferentes subtipos de floresta densa (submontana, terra baixa e aluvial) (Pimentel, 2016).

2.1.2 Moju

O clima da região, segundo Köppen, é do tipo Ami, mesotérmico e úmido, com temperatura média anual entre 25 e 27 °C, alta umidade (85%) e precipitação anual de 2.000 a 3.000 mm, com período chuvoso de fevereiro a abril e seco de agosto a outubro (Jardim; Quadros, 2016; Figueiredo, 2017).

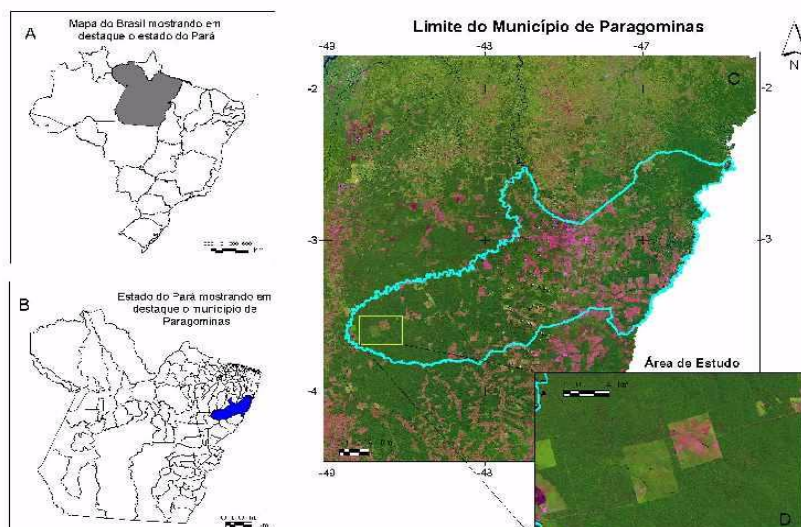
O relevo é plano com pequenas ondulações, inserido no Tabuleiro da Zona Bragantina. A área é drenada pela bacia do Rio Moju, que ocupa mais de 10% do Estado, abrangendo outros municípios (Almeida, 2018). Os solos predominantes são Latossolos e Argissolos Amarelos, além de outros tipos, possibilitando extração de materiais para cerâmica e seixo (Figueiredo, 2017; Almeida, 2018). A vegetação é composta por floresta ombrófila densa com árvores com altura variando entre 25 a 35 m de altura, com presença de algumas palmeiras no sub-bosque (Lopes *et al.*, 2001).

2.2 AMOSTRAGEM E REGISTRO DOS DADOS

2.2.1 Paragominas

Em Paragominas, o estudo foi realizado na Fazenda Rio Capim (Figura 1), que possui uma área de 140.658 ha, distante cerca de 320 km de Belém, pertencente ao grupo Keilla Florestal (Francez, 2006).

Figura 1. Localização da área de estudo (Fazenda Rio Capim), município de Paragominas, PA.



Legenda: A - Mapa do Brasil destacando o Estado do Pará; B - Estado do Pará destacando o município de Paragominas; C - Limite do município de Paragominas; D - Área de estudo.

Fonte: Francez (2006)

A pesquisa foi conduzida na Unidade de Trabalho 02 da Fazenda Rio Capim, entre as coordenadas 03°31'19,06" e 48°47'34,02", abrangendo 108 ha, utilizando um delineamento inteiramente casualizado com dois tratamentos: floresta não-explorada (T0) e floresta explorada sob impacto reduzido (T1) (Francez, 2006). Foram instaladas 36 parcelas permanentes (12 para T0 e 24 para T1) de 50 m x 50 m cada, segundo metodologia de Silva *et al.* (2005).

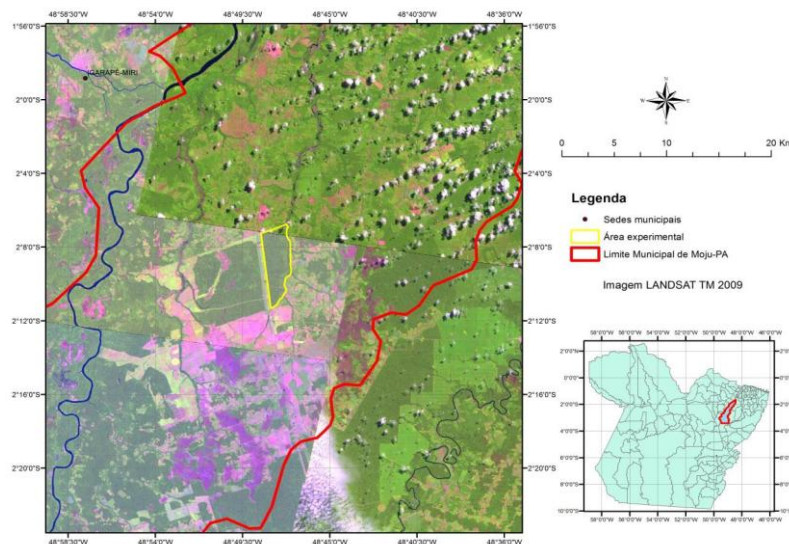
A exploração florestal ocorreu em 2003, exceto nas áreas de controle (T0), com média de 4,33 árvores.ha⁻¹ de 17 espécies comerciais. A espécie *V. americana* não foi colhida. Todas as árvores com DAP ≥ 10 cm foram medidas. As medições ocorreram em 2003, 2005, 2008 e 2011. A identificação das espécies foi feita principalmente por parobotânicos da Embrapa e do grupo Keila Florestal, com apoio do Herbário IAN da Embrapa Amazônia Oriental para as espécies menos comuns e que suscitaram dúvidas.

2.2.2 Moju

O estudo foi efetuado no campo experimental da Embrapa Amazônia Oriental, estado do Pará, com uma área de 1.050ha, localizada entre as coordenadas geográficas 02°08'14" e 02°12'26" de latitude Sul e 48°47'34" e

48°48'14" de longitude a Oeste de Greenwich, entre o km 30 da Rodovia PA-150 e o Rio Ubá (Figura 2) (Reis, 2012).

Figura 2. Área experimental da Embrapa Amazônia Oriental no município de Moju, PA.



Fonte: Reis (2012)

Em 1995, foram instaladas aleatoriamente 22 parcelas permanentes de 0,5 ha (50 m x 100 m) em uma área experimental de 200 ha, totalizando 11 ha amostrados. Em 1997, toda a área foi submetida à exploração florestal de impacto reduzido, com a extração média de 3,3 árvores comerciais por hectare, abrangendo 25 espécies, considerando um diâmetro mínimo de corte de 65cm (Reis, 2012). Assim como em Paragominas, a espécie *V. americana* não foi colhida.

Todas as árvores com DAP ≥ 10 cm foram medidas em três ocasiões: 1995 (antes da exploração), 2004 e 2015 (após a exploração). A identificação das espécies foi realizada por parobotânicos da Embrapa Amazônia Oriental. Nos anos de 2010 e 2011, foram coletadas amostras botânicas para confirmação no Herbário IAN (Reis, 2012).

2.3 ANÁLISE DOS DADOS

2.3.1 Distribuição diamétrica

Para a determinação da frequência, estabeleceu-se uma amplitude de classes de diâmetro de 10 cm. Os dados de frequência por classes de diâmetro foram ajustados conforme a equação proposta por Campos; Ribeiro; Couto (1983):

$$\text{Lny}_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \varepsilon_i \quad (1)$$

Em que:

Lny_i = Logaritmo natural da média da frequência por classes de diâmetro de 10 cm, por hectare;

X = Centro da classe de diâmetro;

β_0 e β_1 = Parâmetros que exprimem a estrutura da vegetação em relação à distribuição dos diâmetros.

A distribuição diamétrica foi avaliada por meio do coeficiente 'q' de Liocourt, que descreve as características de uma floresta considerada "normal" a partir da análise de florestas inequidâneas. Esse coeficiente determina a forma da curva de distribuição diamétrica, permitindo inferências sobre o ingresso e a mortalidade da comunidade arbórea. Considera-se que a distribuição está regular ou equilibrada quando existe uma razão constante entre as classes de diâmetro, e quando as taxas de ingresso e mortalidade são semelhantes (Felfili; Silva Junior; Nogueira, 1998; Reis *et al.*, 2014).

O coeficiente 'q' de Liocourt foi calculado utilizando a seguinte equação:

$$q = \frac{e^{(\beta_0 + \beta_1 X_i)}}{e^{(\beta_0 + \beta_1 X_{i+1})}} \quad (2)$$

Em que:

q = razão entre a frequência de uma classe de diâmetro qualquer (X_i) pela frequência da classe imediatamente acima (X_{i+1});
 β_0 e β_1 = coeficientes da equação.

2.3.2 Ingresso e mortalidade

Para a obtenção das estimativas de ingresso, considera-se como ingresso a árvore viva que, na ocasião i de monitoramento, apresenta DAP inferior ao nível de inclusão e, na ocasião subsequente ($i+1$), apresenta DAP igual ou superior a esse limite. As estimativas são realizadas com base no número de árvores que ingressaram, por hectare, de determinada espécie e por classe diamétrica (Souza; Soares, 2013). O ingresso foi estimado a partir da seguinte equação:

$$I_i = \left(\frac{n_i}{N_i + 1} \right) \times 100 \quad (3)$$

Em que:

n_i = número de árvores que ingressaram da i -ésima espécie, entre duas medições sucessivas;
 N_{i+1} = número de árvores vivas da i -ésima espécie, na segunda ocasião.

Considera-se que uma árvore está morta quando ela é registrada como viva na i -ésima ocasião de monitoramento e como morta na ocasião seguinte. A partir das estimativas do número de árvores mortas por hectare, espécie e classe de diâmetro (Souza; Soares, 2013). A taxa de mortalidade foi calculada utilizando-se a seguinte fórmula:

$$M_i = \left(\frac{n_i}{N_i} \right) \times 100 \quad (4)$$

Em que:

n_i = número de árvores mortas da i -ésima espécie, entre duas medições sucessivas;
 N_{i+1} = número de árvores vivas da i -ésima espécie, na primeira ocasião.

2.3.3 Dinâmica de crescimento

O crescimento de qualquer variável dendrométrica é avaliado a partir das alterações e dos ganhos apresentados pela espécie ao longo do tempo, sendo esse crescimento também denominado de incremento (Imaña-Encinas; Silva; Pinto, 2005). O incremento diamétrico periódico anual (IPA) foi estimado conforme a equação abaixo:

$$\text{IPA} = (Y_{(t+n)} - Y_t)/n \quad (5)$$

Onde:

Y = dimensão da variável considerada;

t = ano de medição;

n = período de tempo.

Inicialmente foi realizada a avaliação da normalidade e da homogeneidade de variância do incremento periódico anual da espécie, respectivamente, pelos testes de Shapiro-Wilk (Shapiro; Wilk, 1965) e Levene (Levene, 1960), ambos ao nível de 5% de significância. Dado que as pressuposições de normalidade e/ou homogeneidade de variância não foram atendidas, aplicaram-se testes não paramétricos: (1) o teste U de Mann-Whitney para duas amostras independentes e (2) o teste de Wilcoxon para amostras pareadas (Mann; Whitney, 1947; Wilcoxon, 1945).

Todas as análises foram conduzidas com o auxílio do Microsoft Office Excel, versão 2018, e da linguagem R, versão 4.3.1 (R Core Team, 2023).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Em Paragominas, a densidade de *Vouacapoua americana* Aubl. aumentou de 10,67 para 12,00 indivíduos.ha⁻¹ no T0 e de 9,50 para 9,83 indivíduos.ha⁻¹ no T1, entre 2003 e 2011. Em Moju, os valores passaram de 11,82 indivíduos.ha⁻¹ antes da exploração para 13,00 indivíduos.ha⁻¹ após a

exploração (Tabela 1), indicando que a espécie foi favorecida e não sofreu danos pela atividade florestal.

Tabela 1. Densidade e área basal de *Vouacapoua americana* Aubl. em duas áreas de florestas naturais manejadas na Amazônia Oriental.

Local	Tratamento	Ano	Área basal (m ² .ha ⁻¹)	Densidade (ind.ha ⁻¹)
Paragominas	T0	2003	0,9763 ± 0,9422	10,67 ± 0,00
		2005	1,0046 ± 0,9452	11,00 ± 0,00
		2008	1,0547 ± 0,0959	11,33 ± 0,00
		2011	1,1011 ± 0,0941	12,00 ± 0,16
	T1	2003	1,0155 ± 0,1030	9,50 ± 0,02
		2005	0,9521 ± 0,1048	9,33 ± 0,32
		2008	0,9762 ± 0,1062	9,83 ± 0,27
		2011	1,0145 ± 0,1070	9,83 ± 0,26
Moju	Antes da exploração ¹	1995	1,0268 ± 0,1017	11,82 ± 0,29
	Após a exploração ¹	2004	1,0552 ± 0,1048	12,55 ± 0,07
		2015	1,2839 ± 0,1130	13,00 ± 0,05

Fonte: Elaboradas pelos próprios autores.

Lenda: T0 - área não explorada (3ha); T1 - área explorada (6ha); ¹Área amostral de 11ha.

Francez *et al.* (2009) observaram uma leve redução de 3,20% na densidade de *Vouacapoua americana* em áreas de exploração de impacto reduzido em Paragominas (10,67 para 10,33 indivíduos.ha⁻¹).

Para Ricklefs (2003), florestas com maior densidade de indivíduos possuem estoque suficiente de árvores jovens para substituir as maiores, garantindo a manutenção da população.

Em Paragominas, a área basal da espécie em T0, variou de 0,98 a 1,10 m².ha⁻¹ entre 2003 e 2011, enquanto em T1 houve diminuição após a exploração (2003: 1,02 m².ha⁻¹ para 2005: 0,95 m².ha⁻¹), seguida de recuperação nas medições seguintes (2008: 0,9762 m².ha⁻¹ e 2011: 1,0145 m².ha⁻¹). Em Moju, houve aumento de 25,04% na área basal após a exploração (1,28 m².ha⁻¹). Esses resultados são consistentes com os encontrados por Lopes; Schwartz; Silva (2010) e Maestri (2021) para a mesma espécie em florestas de terra firme.

3.1 DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA

Em Paragominas, o Quociente de Liocourt (“q”) variou de 1,43 a 1,51 em T0 e de 1,40 a 1,45 em T1 entre 2003 e 2011, indicando pouca diferença entre

os tratamentos. Em Moju, os valores de “q” diminuíram de 1,75 em 1995 para 1,59 em 2015 (Tabela 2).

Tabela 2. Equações de estimativa da frequência por classe de diâmetro e quociente q de Liocurt de *Vouacapoua americana* Aubl. em duas áreas de florestas naturais manejadas na Amazônia Oriental.

Local	Tratamento	Ano	Equação	q de Liocurt	R ² _{aj}	Syx
Paragominas	T0	2003	lnY= 1,70424 - 0,03595X	1,43	0,4943	0,6198
		2005	lnY= 1,75188 - 0,03687X	1,45	0,4982	0,6317
		2008	lnY= 1,9407 - 0,03926X	1,48	0,6702	0,4916
		2011	lnY= 2,08724 - 0,04144X	1,51	0,7139	0,4722
	T1	2003	lnY= 1,516016 - 0,03366X	1,40	0,6271	0,5349
		2005	lnY= 1,543242 - 0,03469X	1,41	0,7427	0,4288
		2008	lnY= 1,53653 - 0,03463X	1,41	0,6354	0,5414
		2011	lnY= 1,661919 - 0,037223X	1,45	0,5801	0,6463
Moju	Antes da exploração*	1995	lnY= 2,4829 - 0,05605X	1,75	0,8652	0,5359
	Após a exploração*	2004	lnY= 2,44154 - 0,05264X	1,69	0,9510	0,2916
		2015	lnY= 2,32581 - 0,04661X	1,59	0,9728	0,1905

Fonte: Elaboradas pelos próprios autores.

Legenda: T0 - área não explorada (3ha); T1 - área explorada (6ha); * área amostral de 11ha; R²_{aj} - coeficiente de determinação ajustado; Syx - erro padrão da estimativa.

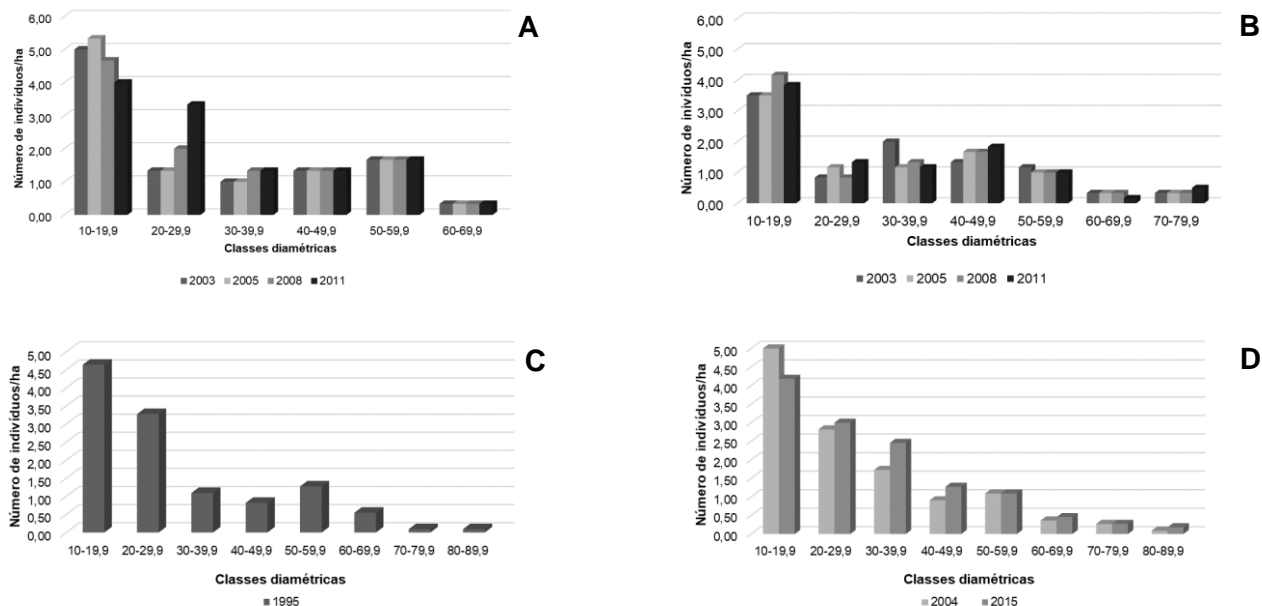
Os valores do quociente "q" encontrados nas áreas estudadas são semelhantes aos relatados por Maestri *et al.* (2020), que observaram um padrão de distribuição diamétrica estável para *V. americana*, com “q” igual a 2 após o manejo. As equações para estimativa de frequência apresentaram bom ajuste, especialmente em Paragominas (T1), possivelmente devido ao maior tamanho amostral, com destaque para T0 em 2011 e T1 em 2005, que apresentaram melhores valores de R²_{aj} e menores Syx. Em Moju, os ajustes também foram satisfatórios, principalmente em 2015, favorecidos pelo maior número de amostras (Tabela 2).

O desempenho inferior de alguns modelos pode estar relacionado à variação biológica da espécie, influenciada por fatores como competição, idade e condições ambientais (Stepka, 2008). Além disso, as equações apenas aproximam a realidade dos fenômenos biológicos (Gotelli, 2009). Em ambas as áreas, a distribuição diamétrica de *V. americana* manteve o padrão de *j*-invertido antes e após a exploração, com maior concentração de indivíduos nas menores classes de diâmetro (10-19,9 cm) (Figura 4).

O maior número de indivíduos foi registrado na primeira classe diamétrica (10-19,9 cm) em todas as áreas analisadas. Em T0, observou-se um aumento no número de indivíduos em 2005, seguido de redução nos anos posteriores. Já em T1, houve crescimento a partir de 2008 (Figuras 4A e 4B). A diminuição de indivíduos em T0 entre 2008 e 2011 pode estar relacionada à transição natural dos indivíduos para classes superiores, evidenciada pelo crescimento constante nas classes seguintes, ou ainda à mortalidade natural de parte desses indivíduos.

Em Moju, a distribuição diamétrica do *Acapu* também permaneceu equilibrada após a exploração florestal, com predominância de indivíduos na primeira classe, comportamento semelhante ao observado em Paragominas (T1). Houve um leve aumento no número de indivíduos logo após a exploração (2004), seguido por uma redução na medição seguinte (2015) (Figuras 4C e 4D).

Figura 4. Distribuição diamétrica de *Vouacapoua americana* Aubl. em duas áreas de florestas naturais manejadas na Amazônia Oriental.



Fonte: Elaboradas pelos próprios autores.

Legenda: A - Área não explorada (T0) em Paragominas; B - Área explorada (T1) em Paragominas; C - Antes da exploração em Moju; D - Após a exploração em Moju.

Segundo Silva (1989), em florestas exploradas, a mortalidade nas classes inferiores tende a ser maior, mas se estabiliza com o tempo. Gonçalves; Santos

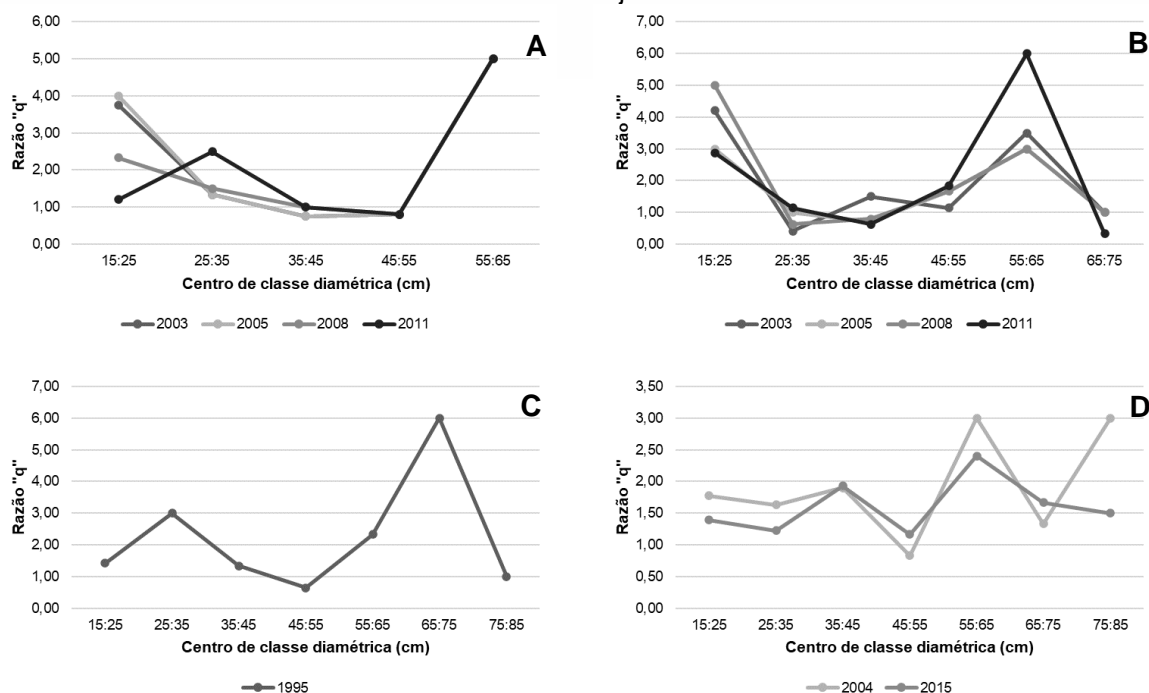
(2008) destacam que a predominância de indivíduos nas classes iniciais sugere um balanço entre ingresso e mortalidade, o que explica o observado nas duas áreas de estudo: a abertura de clareiras pela exploração inicialmente favoreceu o recrutamento de indivíduos, seguido por uma leve redução posterior.

Meyer (1952) e Scolforo (1998) ressaltam que nem toda distribuição diamétrica em forma de *j*-invertido segue uma progressão geométrica constante, podendo variar conforme características da espécie e do ambiente, como observado em Paragominas. No presente estudo, observa-se uma curva desigual, indicando um rápido avanço para a classe intermediária, especialmente em Paragominas (Figuras 4A e 4B). Esse fenômeno foi documentado nos estudos de Pereira et al. (2023).

Em Paragominas, tanto em T0 quanto em T1, o maior número de indivíduos nas classes superiores concentrou-se no intervalo de 50 a 59,9 cm. Em T1, após a exploração, observou-se redução nessas classes, além da migração de indivíduos para classes superiores, como a de 70-79,9 cm (Figuras 4A e 4B). Em Moju, a exploração resultou em dinâmica nas maiores classes diamétricas (Figuras 4C e 4D). Conforme Carpanezzi (2003), a abertura do dossel após a exploração favorece o desenvolvimento de indivíduos nas classes de maior diâmetro, fato constatado em Moju (Figura 4D).

Analisando o período de 2003 a 2008 em Paragominas (T0), houve acúmulo de indivíduos nas menores classes de diâmetro, sendo 2011 o ano que mais evidenciou a transição entre classes, principalmente nas faixas de 25-35 cm e 45-55 cm. Em T1, verificou-se variação nos valores do quociente “q”, indicando maior transição de indivíduos para as classes superiores de 45-55 cm e 65-75 cm entre 2003 e 2011 (Figuras 5A e 5B).

Figura 5. Quociente 'q' de Liocurt (observado) de *Vouacapoua americana* Aubl. em duas áreas de florestas naturais manejadas na Amazônia Oriental.



Fonte: Elaboradas pelos próprios autores.

Legenda: A - Área não explorada (T0) em Paragominas; B - Área explorada (T1) em Paragominas; C - Antes da exploração em Moju; D - Após a exploração em Moju.

Apesar da ausência de constância no acúmulo de indivíduos nas menores classes em ambas as áreas (explorada e não explorada) de Paragominas, é possível afirmar que as populações de *V. americana* estão em equilíbrio nos dois tratamentos (T0 e T1) (Figuras 5A e 5B). Isso se deve à dinâmica entre ingresso e saída de indivíduos, indicando uma população estável e em processo de autorregeneração, com equilíbrio entre recrutamento e mortalidade (Santos *et al.*, 2016).

Em Moju, a razão 'q' foi mais elevada nas classes diamétricas de 55-65 cm e 75-85 cm em 1995 (pré-exploração) e apresentou variações após a exploração (2004-2015), mantendo os maiores valores nessas mesmas classes em 2004. Isso sugere que a exploração florestal influencia a dinâmica das classes superiores. De acordo com Schaaf (2001), O elevado número de indivíduos nas classes superiores indica o acúmulo de árvores adultas, que se concentram na classe de maior diâmetro. Essas árvores pertencem a diferentes gerações e idades, característica que define uma floresta madura.

3.2 INGRESSO E MORTALIDADE

Em Paragominas, T0 apresentou balanço positivo entre ingresso e mortalidade de 2003 a 2011, com destaque para o ingresso elevado (5,56% ao ano) entre 2008 e 2011 e ausência de mortalidade. Já em T1, a mortalidade causada pelos danos e efeitos resultantes da exploração (1,75% ao ano) superou o ingresso entre 2003 e 2005. No entanto, nos anos seguintes o ingresso aumentou (5,08% ao ano), ultrapassando a mortalidade (1,79% ao ano) (Tabela 3).

Tabela 3. Ingresso e mortalidade de *Vouacapoua americana* Aubl. em duas áreas de florestas naturais manejadas na Amazônia Oriental.

Local	Tratamento	Período	Ingresso (%.ano ⁻¹)	Mortalidade (%.ano ⁻¹)
Paragominas	T0	2003-2005	3,03	0,00
		2005-2008	2,94	0,00
		2008-2011	5,56	0,00
	T1	2003-2005	0,00	1,75
		2005-2008	5,08	1,79
		2008-2011	0,00	0,00
Moju	-	1995-2004	5,80	2,31
		2004-2015	3,50	0,72

Fonte: Elaboradas pelos próprios autores.

Legenda: T0 - área não explorada; T1 - área explorada.

Em Moju, as maiores taxas de ingresso e mortalidade ocorreram entre 1995 e 2004, período em que a exploração florestal aumentou ambos os índices devido à abertura de clareiras e aos danos causados pela extração. Estudos anteriores (Oliveira, 2005; Lopes, 1993) indicam que a mortalidade tende a ser elevada logo após a exploração, principalmente devido à derrubada de árvores, mas pode ser minimizada com manejo adequado. Segundo Graaf (1986), essa mortalidade tende a diminuir e se estabilizar após cerca de 10 anos.

As taxas de ingresso observadas neste estudo diferem das encontradas por Santos (2010) para *Vouacapoua americana* em áreas de clareira, variando de 1,64% a 36,07%, dependendo da posição em relação ao centro da clareira. Por sua vez, Pereira Júnior (2021) identificou variações nas taxas de ingresso e mortalidade entre Moju e Paragominas, com valores de 15,63% e 13,64% para ingresso, respectivamente, e 8,59% e 6,82% para mortalidade. Esses resultados

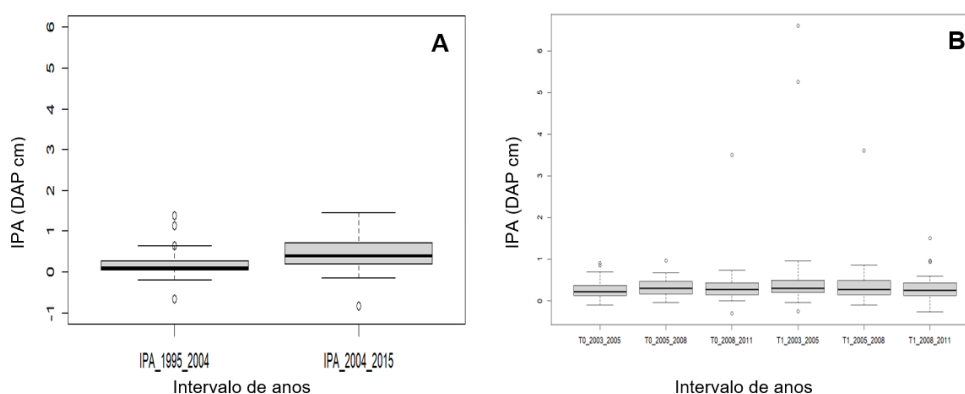
são distintos dos obtidos neste estudo, que considerou um período de monitoramento mais longo.

3.3 DINÂMICA DE CRESCIMENTO

A área de estudo em Moju mostrou maior variabilidade e dispersão dos dados de incremento (Figura 6A), apesar da ocorrência de vários outliers nas unidades amostrais de Paragominas (Figura 6B).

V. americana apresentou variação no incremento periódico anual (IPA) nos dois tratamentos em Paragominas. No tratamento T0 (área não explorada), o IPA aumentou de 0,28 cm.ano⁻¹ (2003-2005) para 0,38 cm.ano⁻¹ (2008-2011). Em T1 (área explorada), ocorreu o oposto: o IPA foi maior em 2003-2005 (0,56 cm.ano⁻¹) e diminuiu para 0,30 cm.ano⁻¹ nos anos seguintes (Figura 7A). Segundo Silva (1989), esse padrão é esperado, pois o crescimento tende a se reduzir com o tempo após a exploração, aproximando-se dos valores observados em áreas não exploradas.

Figura 6. Dados do incremento periódico anual (IPA) de *Vouacapoua americana* Aubl. em duas áreas de florestas naturais manejadas na Amazônia Oriental.



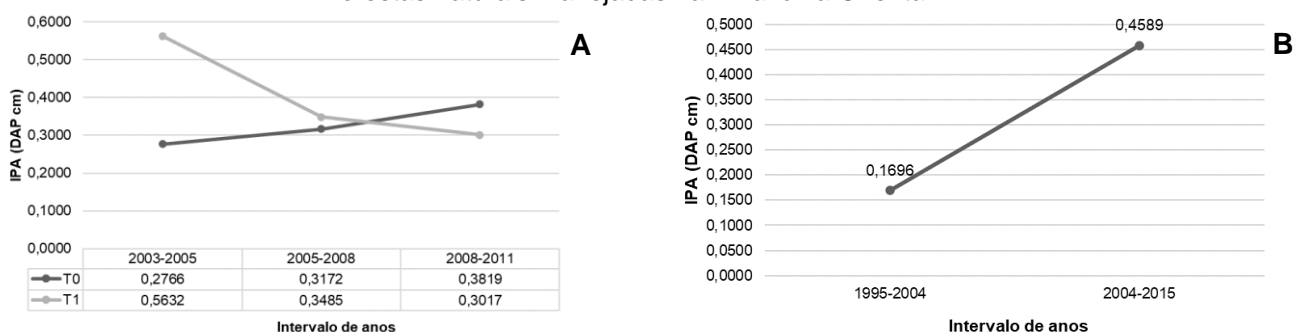
Fonte: Elaboradas pelos próprios autores.

Legenda: A - Área amostral em Moju; B - Área amostral em Paragominas; T0 - Área não explorada; T1 - Área explorada.

Lucena *et al.* (2021) registraram um incremento diamétrico de 0,48 cm.ano⁻¹ para *V. americana* em floresta não manejada em Anapu (PA), valor superior ao encontrado neste estudo para T0 (2003-2011) e inferior ao

observado em T1 (2003-2005). Em Moju, o IPA da espécie foi menor durante o período de exploração florestal ($0,17 \text{ cm.ano}^{-1}$), aumentando posteriormente ($0,46 \text{ cm.ano}^{-1}$), comportamento distinto de Paragominas (Figuras 7A e 7B). Ressalta-se que o intervalo de tempo analisado em Moju foi mais longo que em Paragominas, o que pode influenciar os resultados.

Figura 7. Incremento periódico anual (IPA) de *Vouacapoua americana* Aubl. em duas áreas de florestas naturais manejadas na Amazônia Oriental.



Fonte: Elaboradas pelos próprios autores.

Legenda: A - Área amostral em Paragominas; B - Área amostral em Moju; T0 - Área não explorada; T1 - Área explorada.

Esses achados são parcialmente compatíveis com Silva *et al.* (2017), que registraram IPA de $0,29 \text{ cm.ano}^{-1}$ em floresta não explorada e $0,32 \text{ cm.ano}^{-1}$ em área explorada para a mesma espécie. Em Paragominas, não houve diferença significativa no IPA entre os períodos avaliados para um mesmo tratamento (Tabela 4). Já em Moju, o incremento diamétrico do Acapu foi significativamente menor no período de 1995-2004 ($0,17 \pm 0,24 \text{ cm.ano}^{-1}$), sugerindo que o tempo de monitoramento e o estágio sucessional das árvores podem influenciar o crescimento observado.

Tabela 4. Comparação do IPA de *Vouacapoua americana* Aubl., em duas áreas de florestas naturais manejadas na Amazônia Oriental.

Local	Período	Tratamento	IPA Mediana (Mín-Máx)	Período ¹		
				2003-2005	2005-2008	2008-2011
Paragominas	2003-2005	T0	0,22 (-0,10 - 0,90)	-	0,51	0,80
	2005-2008		0,30 (-0,03 - 0,97)	-	-	0,58
	2008-2011		0,27 (-0,30 - 3,50)	-	-	-
Paragominas	2003-2005	T1	0,30 (-0,25 - 6,60)	-	0,09	0,08
	2005-2008		0,27 (-0,10 - 3,60)	-	-	0,99
	2008-2011		0,25 (-0,27 - 1,50)	-	-	-
Local	Período	Tratamento	IPA Mediana (Mín-Máx)	1995-2004	2004-2015	-
Moju	1995-2004	-	0,11 (-0,67 - 1,39)	-	1,14e-10*	-
	2004-2015		0,40 (-0,84 - 1,46)	-	-	-

Fonte: Elaboradas pelos próprios autores.

Legenda: T0 - área não explorada (3ha); T1 - área explorada (6ha); Mín - valor mínimo de IPA; Máx - valor máximo de IPA; ¹Teste de Wilcoxon para amostras pareadas. Quando o valor for não significativo deve-se aceitar a hipótese nula em que a mediana das diferenças entre os tratamentos é igual a 0; * - significativo

Ao comparar os dois tratamentos estabelecidos na floresta em Paragominas foi observado diferença estatística significativa pelo teste U de Mann Whitney somente para o período de 2003-2005 (médias T0: $0,28 \pm 0,24$ cm.ano⁻¹ e T1: $0,56 \pm 1,11$ cm.ano⁻¹). A exploração florestal favoreceu o aumento de incremento em T1 devido a maior disponibilidade de luz (Tabela 5). Nesse contexto, verifica-se, em Paragominas, uma tendência a estabilidade nas taxas de incrementos da floresta explorada e não explorada a partir de 2005.

Santos (2010), ao estudar a dinâmica populacional de *V. americana* Aubl. em áreas de floresta tropical úmida de terra firme me Moju, PA sob influência de clareiras, encontrou IPA variando de 0,22 a 0,37 cm.ano⁻¹, valores inferiores aos observados em ambos os tratamentos deste estudo.

Tabela 5. Comparação do incremento periódico anual de *Vouacapoua americana* Aubl. em floresta natural, Paragominas, PA.

Período	IPA Mediana (Mín-Máx)		Teste U de Mann Whitney ¹
	T0	T1	
2003-2005	0,22 (-0,10 - 0,90)	0,30 (-0,25 - 6,60)	0,038*
2005-2008	0,30 (-0,03 - 0,97)	0,27 (-0,10 - 3,60)	0,78
2008-2011	0,27 (-0,30 - 3,50)	0,25 (-0,27 - 1,50)	0,76

Fonte: Elaboradas pelos próprios autores.

Legenda: T0 - área não explorada (3ha); T1 - área explorada (6ha); Mín - valor mínimo de IPA; Máx - valor máximo de IPA; ¹Teste U de Mann Whitney para amostras não pareadas. Quando o valor for não significativo deve-se aceitar a hipótese nula em que a mediana das diferenças entre os tratamentos é igual a 0; * - significativo

4 CONCLUSÃO

- A distribuição diamétrica de *V. americana* apresentou um padrão contínuo de 'j-invertido', indicando alta resiliência, capacidade de regeneração e potencial para a manutenção da espécie na comunidade florestal ao longo do tempo, mesmo diante dos impactos ocasionados pela exploração madeireira.
- A população de *V. americana* apresentou um crescimento em diâmetro mais expressivo nas duas áreas exploradas. Esse crescimento acelerado, observado logo após a intervenção, estabiliza-se à medida que a estrutura da floresta se recupera.
- *V. americana* apresentou um balanço positivo para o ingresso em relação a mortalidade nas duas áreas estudadas, evidenciando sua resiliência diante de práticas de manejo florestal sustentável.
- É fundamental realizar estudos sobre o manejo de *V. americana*, pois, apesar de sua proibição legal, a demanda ilegal continua alta. Essa questão ainda representa uma lacuna no conhecimento, especialmente considerando a alta demanda por essa espécie, para utilização como estacas em cercas de pastagens e na formação de cultivos de pimenta-do-reino. Recomenda-se que pesquisas futuras foquem em estratégias que equilibrem a conservação da espécie.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, T. E. G. **Risco de desastre por incêndios florestais: um mapeamento do município de Moju (PA)**. 2018. 134f. Dissertação (Mestrado em Gestão dos Recursos Naturais e Desenvolvimento) - Universidade Federal do Pará, Belém. 2018.
- BARRETO, P.; AMARAL, P.; VIDAL, E.; UHL, C. Costs and benefits of forest management for timber production in eastern Amazonia. **Forest Ecology and Management**, n. 108, p. 9–26, 1998.
- BEZERRA, T. G. *et al.* Estrutura e dinâmica de uma área manejada na floresta nacional do Tapajós. **Revista Agroecossistemas**, [S.l.], v. 10, n. 2, p. 94-112, nov. 2018.
- 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 seleção. **Revista Árvore**, v. 7, n. 2, p. 110-122, 1983.
- CARPANEZZI, A. A. Fundamentos para a reabilitação de ecossistemas florestais. *In: Seminário Restauração Florestal*, 2003, Curitiba. Fundamentos e estudo de casos. Colombo: Embrapa Florestas, 2003. p.87-97.
- FELFILI, J. M.; SILVA JUNIOR, M. C.; NOGUEIRA, P. E. levantamento da vegetação arbórea na região de Nova Xavantina, MT. **Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringe**, Brasília, n. 3, p.63-81, 1998.
- FRANCEZ, L. M. de B. **Impacto da exploração florestal na estrutura de uma área de floresta na região de Paragominas, PA, considerando duas intensidades de colheita de madeira**. 2006. 203f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém. 2006.
- 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 Amazônica**, vol. 39, n. 4, p. 851-864, 2009.
- FERREIRA, J. V. de S. **Monitoramento da exploração florestal planejada com séries temporais landsat no município de Paragominas, Pará**. 2020. 58f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém. 2020.
- FIGUEIREDO, B. M. de. **Efeito de clareiras na dinâmica populacional de espécies arbóreas em floresta manejada no município de Moju-Pará**. 2017. 102f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais/Manejo de Ecossistemas Florestais) - Universidade Federal Rural da Amazonia, Belém. 2017.

GRAAF, N.R. **A silvicultural system for natural regeneration of tropical rainforest in Suriname**. Wageningen, The Netherlands: University of Wageningen. 250p. 1986.

GIULIATTI, N. *et al.* Variabilidade da Precipitação mensal e anual no município de Paragominas-PA. **Enciclopédia Biosfera**, [S. l.], v. 16, n. 29, 2019.

GONÇALVES, F. G.; SANTOS, J. R. Composição florística e estrutura de uma unidade de manejo florestal sustentável na Floresta Nacional do Tapajós, Pará. **Acta Amazônica**, v. 38, n. 2, p. 229-244, 2008.

GOTELLI, N. J. **Ecologia**. 4. ed. Londrina: Editora Planta, 2009. 287p.

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

IMAÑA-ENCINAS, J.; SILVA, G. F.; PINTO, J. R. R. **Idade e crescimento das árvores**. Brasília, Universidade de Brasília- Departamento de Engenharia Florestal, 2005. 43 p. v. 7.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE. **Biomass e Sistemas Costeiro- Marinho do Brasil**: Compatível com a escala 1:250 000. Rio de Janeiro: IBGE, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, v. 45, 2019. 168 p. (Relatórios metodológicos). ISBN: 978-85-240-4510-3.

JARDIM, F. C. de S.; QUADROS, L. C. L. Estrutura de uma floresta tropical dez anos após exploração de madeira em Moju, Pará. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 63, n. 4, p. 427-435, 2016.

LEVENE, H. Robust tests for equality of variances. *In: Contributions to Probability and Statistics: Essays in Honor of Harold Hotelling*, ed. I. Olkin et al., Stanford University Press, p. 278-292, 1960.

LOCKS, C. J.; MATRICARDI, E. A. T. Estimativa de Impactos da extração seletiva de madeiras na Amazônia utilizando dados LIDAR. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 29, n. 2, p. 481-495, 2019.

LOPES, J. C. A. **Demografia e flutuações temporais da regeneração natural após uma exploração florestal**: FLONA do Tapajós- PA. 1993. 133f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade de São Paulo, Piracicaba.1993.

LOPES, J. C. A.; WHITMORE, T. C.; BROWN, N. D.; JENNING, S. B. Efeito da exploração florestal nas populações de mudas em uma floresta tropical úmida no município de Moju, PA. *In: SILVA, J. N. M.; CARVALHO, J. O. P.; YARED, J. G. (Eds.). A silvicultura na Amazônia Oriental: contribuições do projeto*

EMBRAPA/DFID. Belém: Embrapa Amazônia Oriental – DFID, 2001. p. 227-251.

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.** Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2010. 2p.

LUCENA, P.J. *et al.* Fitossociologia e crescimento diamétrico em floresta não manejada, Anapu, Pará, Brasil. **Naturae**, v.3, n.2, p.6-19, 2021.

MACHADO, H. B. **Caracterização do potencial madeireiro de uma floresta intensamente explorada no Sudeste Paraense.** 2021. 92f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém. 2021.

MAESTRI, M. P. *et al.* Manejo Florestal Comunitário do Projeto de Desenvolvimento Sustentável Virola Jatobá: Cenários para a Exploração de *Vouacapoua americana* Aublet. **Biodiversidade Brasileira**, v.11, n.1, p. 1-17, 2020.

MAESTRI, M. P. **Análises e contribuições para o manejo florestal comunitário do projeto de desenvolvimento sustentável jatobá, Anapu, Pará.** 2021. 86f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém. 2021.

MANN, H. B. ; WHITNEY, D. R. On a test of whether one of two random variables is stochastically larger than the other. **Annals of Mathematical Statistics**, v. 18, n. 1, p. 50-60, 1947.

MARTINS, W. B. R. *et al.* Disposição de serrapilheira e nutrientes em áreas de mineração submetidas a métodos de restauração florestal em Paragominas, Pará. **Floresta**, [S.l.], v. 48, n. 1, p. 37-48, mar. 2018.

MEYER, H. A. Structure, growth, and drain in balanced uneven-aged forests. **Journal of Forestry**, v.50, n.2, p.85-92, 1952.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. MMA. **Portaria nº 148, de 7 de julho de 2022, que dispõe sobre a Lista de Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção. Gabinete do Ministério.** 2022. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/2020/P_ma_ma_148_2022_altera_anexos_P_mma_443_444_445_2014_atualiza_especies_ameacadas_extincao.pdf. Acesso em: 11 de out. 2023.

OLIVEIRA, L. C. **Efeito da exploração da madeira e de diferentes intensidades de desbaste sobre a dinâmica da vegetação de uma área de 136 ha na Floresta Nacional do Tapajós.** 2005. 196f. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

PASTANA, D. N. B. **Dinâmica de uma floresta de terra firme, durante 12 anos de avaliação após exploração de impacto reduzido, no município de Moju, Pará.** 2016. 82f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém. 2016.

PIMENTEL, G. M. **Monitoramento das paisagens de Paragominas: uma abordagem geossistêmica.** 2016. 96f. Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais e Desenvolvimento) – Universidade Federal do Pará, Belém. 2016.

PEREIRA JÚNIOR, R. A. ***Vouacapoua americana* Aublet: subsídios para a conservação da espécie pelo Manejo Florestal na Amazônia.** 2021. 135f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2021.

PEREIRA JÚNIOR, R. A.; RUSCHEL, A. R.; COSTA, D. C. L.; PEREIRA, D. C. P.; SILVA, U. S. da C. Diameter Distribution of *Vouacapoua americana* Aublet in the Brazilian Amazon. **Journal of Agricultural Science**, v.15, n. 2, 2023. doi:10.5539/jas.v15n2p82.

R CORE TEAM (2023). **R: A Language and Environment for Statistical Computing.** R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <<https://www.R-project.org/>>. 2023.

REIS, L. P. *et al.* Dinâmica da distribuição diamétrica de algumas espécies de Sapotaceae após exploração florestal na Amazônia Oriental. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 57, n. 3, p. 234-243, 2014.

REIS, L. P. **Efeito da exploração de impacto reduzido na dinâmica da densidade, dominância e crescimento de espécies de Sapotaceae em floresta de terra firme no município de Moju, Estado do Pará.** 2012. 69f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém. 2012.

RICKLEFS, R. E. **A Economia da Natureza.** 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003. 503p.

SANTOS, M. F. *et al.* Estrutura, distribuição espacial e dinâmica florestal de duas espécies nativas após extração manejada de madeira na Flona do Tapajós. **Advances in Forestry Science**, Cuiabá, v. 5, n. 2, p. 351-356, 2018.

SANTOS, R. O. *et al.* Distribuição diamétrica de uma comunidade arbórea na Floresta Estadual do Amapá, Brasil. **Biota Amazônia**, Macapá, v. 6, n. 2, p. 21-31, 2016.

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. 90f. Dissertação

(Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal Rural da Amazonia, Belém. 2010.

STEPKA, T. F. **Modelagem da dinâmica e prognose da estrutura diamétrica de uma floresta ombrófila mista por meio de matriz de transição e razão de movimentação**. 2008.138f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Centro-Oeste, Irati, PR. 2008.

SCHAAF, L. B. **Florística, estrutura e dinâmica no período 1979-2000 de uma Floresta Ombrófila Mista localizada no Sul do Paraná**. 2001. 131f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR. 2001.

SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. An analysis of variance test for normality (complete samples). **Biometrika**, v.52, n.3/4, p. 591-611, 1965.

SILVA, J. N. M.; LOPES, J. do C.A.; OLIVEIRA, L. C. de; SILVA, S. M. A. da; CARVALHO, J. O. P. de; COSTA, D. H. M.; MELO, M. S.; TAVARES, M. J. M. **Diretrizes para Instalação e Medição de Parcelas Permanentes em Florestas Naturais da Amazônia Brasileira**. Belém: Embrapa / ITTO, 2005. 68p.

SILVA, J. N. M. **The behaviour of the tropical rain forest of the Brazilian Amazon after logging**. 1989. 302p. Thesis (Ph. D., Thesis) - University of Oxford, Oxford, UK, 1989

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.html><. Acesso em: 13. ago. 2023.

SOUZA, A. L. D.; SOARES, C. P. B. **Florestas Nativas: estrutura, dinâmica e manejo**. Viçosa, MG: UFV, 2013. 322 p. ISBN: 978-85-7269-463-6.

SCOLFORO, J. R. S. **Modelagem do crescimento e da produção de florestas plantadas e nativas**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1998. 441p.

VATRAZ, S. **Dinâmica de uma área de floresta ombrófila densa no período de oito anos após a colheita de madeira, no município de Paragominas, Pa, Amazônia brasileira**. 2012. 114f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém. 2012.

WILCOXON, F. Individual comparisons by ranking methods. **Biometrics Bulletin**, v. 1, n. 6, p. 80-83, 1945.