



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA - UFRA
MESTRADO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS**

KARLA MAYARA ALMADA GOMES

**CARACTERÍSTICAS DENDROMÉTRICAS, ASPECTOS SILVICULTURAIS E
PRODUTIVIDADE DE PLANTIOS DE *Hevea guianensis* Aubl. NA FLORESTA
NACIONAL DO TAPAJÓS, ESTADO DO PARÁ**

**BELÉM
2019**

KARLA MAYARA ALMADA GOMES

**CARACTERÍSTICAS DENDROMÉTRICAS, ASPECTOS SILVICULTURAIS E
PRODUTIVIDADE DE PLANTIOS DE *Hevea guianensis* Aubl. NA FLORESTA
NACIONAL DO TAPAJÓS, ESTADO DO PARÁ**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Ciências Florestais: área de concentração Ciências Florestais, para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Thiago de Paula Protásio.

Coorientador: Prof. Dr. João Ricardo Vasconcellos Gama.

**BELÉM
2019**

Gomes, Karla Mayara Almada
Características dendrométricas, aspectos silviculturais e
produtividade de plantios de *Hevea guianensis* Aubl. na Floresta
Nacional do Tapajós, estado do Pará. / Karla Mayara Almada
Gomes. – Belém, PA, 2018.
80 f.

Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade
Federal Rural da Amazônia, 2018.

Orientador: Thiago de Paula Protásio.

1. Seringueira (*Hevea guianensis* Aubl.) – Manejo Florestal. 2.
Seringueira (*Hevea guianensis* Aubl.) – Silvicultura. 3. Características
Dendrométricas - Seringueiras. 4. Produção de Latex. 5. Produção de
Cernambi. I. Protásio, Thiago de Paula, (orient.) II. Título

CDD – 634.97369

KARLA MAYARA ALMADA GOMES

**CARACTERÍSTICAS DENDROMÉTRICAS, ASPECTOS SILVICULTURAIS E
PRODUTIVIDADE DE PLANTIOS DE *Hevea guianensis* Aubl. NA FLORESTA
NACIONAL DO TAPAJÓS, ESTADO DO PARÁ**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Ciências Florestais: área de concentração Ciências Florestais, para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Thiago de Paula Protásio.


Coorientador: Prof. Dr. João Ricardo Vasconcellos Gama.

Aprovada em 31 de janeiro de 2019.

BANCA EXAMINADORA



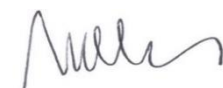
Dr. Thiago de Paula Protásio – Orientador
Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA



Dr. Alvaro Augusto Vieira Soares – 1º Examinador
Universidade Federal de Uberlândia – UFU



Dr. Antônio Cordeiro de Santana – 2º Examinador
Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA



Dr. Jose Natalino Macedo Silva – 3º Examinador
Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida e pela graça de realizar mais um sonho.

Aos meus amados pais Maria de Jesus de Almada Gomes e Salomão Oliveira Gomes, por todo amor, apoio e incentivo em toda a minha trajetória pessoal e acadêmica.

Aos meus queridos irmãos Marlison Jullian Almada Gomes e Saulo Almada Gomes, por sempre estarem ao meu lado, sendo parceiros nesta jornada.

Ao meu amor Igor Maia Gomes, por todo amor, compreensão, dedicação e apoio prestados a mim principalmente do período de distância. Não tenho dúvidas de que foi a pessoa que mais acreditou que o alcance desse sonho seria possível.

À Universidade Federal Rural da Amazônia, especialmente ao Instituto de Ciências Agrárias, pela oportunidade de realização do curso de mestrado no Programa de Pós Graduação em Ciências Florestais.

Ao professor Thiago de Paula Protásio, pelo apoio, incentivo, disponibilidade e pela oportunidade de me orientar durante a pós graduação e colaborar significativamente com a minha formação.

Ao professor João Ricardo Vasconcellos Gama, por continuar a exercer um papel crucial em minha vida desde a graduação em Engenharia Florestal, guiando meus passos na vida acadêmica e profissional.

Aos professores Álvaro Augusto Vieira Soares, Antônio Cordeiro de Santana e Jose Natalino Macedo Silva, grandes referências das Ciências Florestais, por aceitarem fazer parte da banca examinadora, contribuindo com suas críticas e sugestões ao trabalho.

Ao professor Renato Bezerra da Silva Ribeiro, meu orientador da graduação e coordenador do Laboratório de Manejo em Ecossistemas Florestais da Universidade Federal do Oeste do Pará, onde pude contar com estrutura e apoio logístico para a condução desta pesquisa. Estendo meus agradecimentos aos meus colegas de laboratório, que colaboraram na coleta de dados: Andrea Araújo, Deiwisson Santos e Rose Kelly Anjos.

À Cooperativa Mista da FLONA Tapajós, por acreditar na importância da realização desta pesquisa para a população tradicional da Floresta Nacional do Tapajós e financiar o trabalho. Agradeço de modo especial ao presidente Jean Feitosa, ao coordenador do setor de Produtos Florestais Não Madeireiros Arimar Feitosa, ao Engenheiro Ambiental Ângelo Chaves, que motivou e apoiou a condução das atividades, e à equipe de campo composta por Jociney Farias, Ronei Pedroso e Inácio Farias, os quais apoiaram incansavelmente a condução das atividades.

Ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, pelo apoio a essa pesquisa na Floresta Nacional do Tapajós, especialmente ao Analista Ambiental Dárlison Andrade, idealizador do projeto.

Agradeço de modo especial as minhas parceiras de graduação e pós graduação Lizandra Elizeário e Talita Godinho, sem as quais não seria possível chegar até aqui, pois foram essenciais durante minha vivência em Belém, exercendo o papel da minha família. Serei sempre grata por dividirem comigo uma fase tão determinante para nossas vidas.

A minha amiga-irmã Jacira Evely Leão de Andrade, por ser um esteio emocional divino nos momentos mais importantes.

E a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho, meu muito obrigada!

À população tradicional da Floresta Nacional do Tapajós

DEDICO

"Tenha em mente que tudo que você aprende na escola é trabalho de muitas gerações (...) Receba essa herança, honre-a, acrescente a ela e, um dia, fielmente, deposite-a nas mãos de seus filhos".

(Albert Einstein)

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Mapa de localização dos seringais abandonados na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, Pará.	16
Figura 2 - Mapa de localização da Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, Pará.....	18
Figura 3 - Exsicata de <i>Hevea guianensis</i> Aubl., cujo material botânico foi coletado no seringal Terra Rica e seringal do Ponte, na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, Pará.	20
Figura 4 - Representação de variáveis que influenciam a produção de látex.....	22
Figura 5 - Representação das categorias de iluminação da copa em Iluminação total (1), Iluminação parcial (2), Sombreada (3) ou Árvore sem copa (4).	34
Figura 6 - Representação das categorias de estado do painel em Bom estado (A), Estado médio (B) ou Péssimo estado (C).	35
Figura 7 - Representação das categorias de forma das copas em Copa completa normal (1), Copa completa irregular (2), Copa incompleta (3), Rebrotação (4) ou Sem copa (5).....	35
Figura 8 - Coleta e preparação de material botânico para identificação: A – Coleta de material botânico no seringal Terra Rica; B – Confecção de exsicata.	36
Figura 9 - Representação da altura total e do tronco, comprimento de copa e diâmetro de copa.	41
Figura 10 - Percentual de iluminação das copas das seringueiras inventariadas nos anos de 2013 e 2018.	43
Figura 11 - Percentual de estado do painel das seringueiras inventariadas nos anos de 2013 e 2018.	44
Figura 12 - Classificação das seringueiras quanto à forma da copa.	44
Figura 13 - Distribuição diamétrica das seringueiras em 2013 e 2018 nos plantios abandonados na Floresta Nacional do Tapajós.	45
Figura 14 - Representação do Seringal Terra Rica e Seringal do Ponte por classe de diamétrica nos seringais abandonados na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, Pará.....	46
Figura 15 – Registro de árvores caídas e abertura de dossel durante inventário florestal no Seringal Terra Rica e Seringal do Ponte, Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, Pará.....	52
Figura 16 - Atividades realizadas nos seringais abandonados na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, Pará: A – Seringueiros realizando a sangria; B – Seringueira demarcada para coleta de látex; C – Cernambi armazenado em sacola apropriada para o processo de solidificação; D – Balança digital utilizada na mensuração do látex e cernambi; E – Obtenção da massa do látex e cernambi coletados para amostragem da produção.	64
Figura 17 - Produtividade média mensal e precipitação total, no período de janeiro a setembro (2018), nos seringais abandonados na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, Pará. Médias maiúsculas e minúsculas seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste SNK, a 5% de probabilidade. Dados de precipitação foram obtidos da rede de dados do Instituto Nacional de Meteorologia.	69
Figura 18 - Análise gráfica do ajuste da produção de látex em função do diâmetro a 1,30 m do solo (DAP) em seringais abandonados na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, Pará.	70

Figura 19 - Distribuição gráfica dos resíduos para a estimativa da produção de látex em seringais abandonados na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, Pará.	72
Figura 20 - Análise gráfica do ajuste da produção de cernambi em função do diâmetro a 1,30 m do solo (DAP) em seringais abandonados na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, Pará.	73
Figura 21 - Distribuição gráfica dos resíduos para a estimativa da produção de cernambi em seringais abandonados na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, Pará.	74

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dados coletados no inventário 100% dos seringais.	34
Tabela 2 - Classificação quanto à forma da copa, adaptada de Silva & Lopes (1984).	36
Tabela 3 - Índices de competição utilizados na determinação da concorrência em plantios de seringueira abandonados na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, Pará. Adaptado de Silveira et al. (2015).	42
Tabela 4 - Estatística descritiva dos conjuntos de dados de DAP, altura total e altura do tronco em plantios de seringueira abandonados na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, Pará.	43
Tabela 5 - Percentual da estimativa da variável altura total por estrato nos seringais abandonados na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, Pará.	47
Tabela 6 - Caracterização dendrométrica dos seringais abandonados na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, Pará.	47
Tabela 7 - Variáveis morfométricas das árvores principais nos seringais abandonados na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, Pará.	48
Tabela 8 - Índices de competição calculados para os seringais abandonados na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, Pará.	48
Tabela 9 - Variáveis morfométricas das árvores principais dos seringais abandonados na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, Pará.	49
Tabela 10 - Modelos testados para estimar a produção de látex e cernambi nos seringais abandonados na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, Pará.	66
Tabela 11 - Produtividade média de látex e cernambi em g/sangria/árvore no período de janeiro a setembro (2018) em seringais abandonados na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, Pará.	68
Tabela 12 - Produtividade média de látex e cernambi por estrato de altura total no período de janeiro a setembro (2018) em seringais abandonados na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, Pará.	69
Tabela 13 - Matriz de correlação entre as variáveis DAP – diâmetro a 1,30 m do solo, espessura de casca e forma de copa com a produção de látex em seringais abandonados na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, Pará.	70
Tabela 14 - Matriz de correlação entre as variáveis DAP – diâmetro a 1,30 m do solo, espessura de casca e forma de copa com a produção de cernambi em seringais abandonados na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, Pará.	70
Tabela 15 - Resultado dos ajustes dos modelos para estimar a produção de látex em seringais abandonados na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, Pará.	71
Tabela 16 - Resultado dos ajustes dos modelos para estimar a produção de cernambi em seringais abandonados na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, Pará.	73

RESUMO

Na Floresta Nacional do Tapajós, Unidade de Conservação localizada no Oeste do Estado do Pará, região Norte do Brasil, há uma prática comum entre os ribeirinhos que consiste na extração de látex de seringais nativos e plantados presentes nos próprios quintais. No entanto, existem dois grandes seringais plantados denominados de Terra Rica e Seringal do Ponte onde a população despertou interesse em produzir a borracha natural, mas que se encontram abandonados. Dessa forma, surgiu a necessidade de investigar a viabilidade da revitalização dos seringais a fim de reestruturar a atividade, tornando a extração do látex uma alternativa de trabalho à população tradicional. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a situação silvicultural, o crescimento e a produção de látex e cernambi dos plantios. Para avaliar a situação silvicultural e o crescimento foram utilizados dados de dois inventários florestais 100% dos seringais, realizados em 2013 e 2018, e de uma amostragem para investigar a relação de variáveis dendrométricas, morfométricas e de índices de competição com o crescimento em diâmetro, a fim de verificar a existência de correlação a partir da análise de correlação de Pearson (r). Foram inventariadas 2.965 seringueiras em 2013 e 2.927 em 2018, com densidade de 97,9 indivíduos.ha⁻¹ e 96,6 indivíduos.ha⁻¹, respectivamente. O teste t detectou diferença significativa de altura total e altura do fuste das seringueiras entre os inventários de 2013 e 2018, mas em diâmetro os seringais permanecem iguais e, de modo geral, não foi constatado problemas de fitossanidade nos plantios. A correlação entre as variáveis dendrométricas, morfométricas e índices de competição mostrou que o crescimento em diâmetro possui correlações moderadas e fracas com todas as variáveis, mas apresenta correlação significativa com o grau de esbeltez e índice de saliência. Concluiu-se que as características dendrométricas, silviculturais e o crescimento em diâmetro de *Hevea guianensis* são influenciadas pela ausência de intervenção no plantio. Para avaliar a produção de látex e cernambi as seringueiras tiveram a produção analisada por meio de uma amostragem de 105 árvores, jovens e adultas, em todas as classes diamétricas, na época de safra na região. Avaliou-se a produtividade média por classe diamétrica e a produção mensal. Investigou-se, ainda, a existência de possíveis influências na produção: diâmetro a 1,30 m do solo (DAP), espessura da casca, forma de copa e posição sociológica. Através (r) foi calculada a correlação dessas variáveis com a produção e realizada a modelagem da produção de látex e de cernambi (Y) em função da variável de maior correlação (X). Concluiu-se que a produção de látex aumenta com o aumento do diâmetro das seringueiras e a produção apresenta variação sazonal, sendo maior no período de maior registro de chuvas no ano. Quanto às influências na produção de látex e cernambi, estas se correlacionaram positivamente e de forma significativa com o DAP e os modelos Sinusoidal e Logaritmo Recíproco foram selecionados para estimar a produção de látex e cernambi, respectivamente.

Palavras-chave: Seringueira, Manejo Florestal, Amazônia.

ABSTRACT

In the Tapajós National Forest, a Conservation Unit located in the western part of the State of Pará, Northern Brazil, there is a common practice among riparians that consists of the extraction of latex from native and planted rubber trees present in the backyards. However, there are two large planted rubber plantations called Terra Rica and Ponte where the population has aroused interest in producing natural rubber, but they are abandoned. Thus, the need arose to investigate the feasibility of the revitalization of the rubber trees in order to restructure the activity, making the extraction of the latex a working alternative to the traditional population. In this context, the objective of this research was to evaluate the silvicultural situation, the growth, the production and to carry out an economic analysis of the production of latex and natural rubber. In order to evaluate the silvicultural situation and the growth, two forest inventories were used in 100% of the rubber groves, carried out in 2013 and 2018, and a sampling to investigate the relationship of dendrometric, morphometric and competition indices with growth in diameter, where Pearson correlation analysis (r) was used to verify the existence of correlation. 2,965 rubber trees were inventoried in 2013 and 2,927 in 2018, with a density of 97.9 individuals.ha⁻¹ and 96.6 individuals.ha⁻¹, respectively. The t test detected a significant difference in total height and height of the bole of rubber trees between the inventories of 2013 and 2018, but in diameter, the rubber trees remained the same and, in general, there were no problems of plant health in the plantations. The correlation between the dendrometric, morphometric and competition indices showed that growth in diameter has moderate and weak correlations with all variables, but it presents a significant correlation with the degree of slenderness and salience index. It was concluded that the dendrometric, silvicultural characteristics and growth in diameter of *Hevea guianensis* have been influenced by the absence of intervention in planting. To evaluate the production of latex and natural rubber, the production of rubber trees was analyzed by means of a sample of 105 young and adult trees, in all diametric classes, during the harvest season in the region. The average productivity per diameter class and the monthly production were evaluated. It was also investigated the existence of possible influences in the production: diameter at 1.30 m from the soil (DBH), bark thickness, crown form and sociological position. Through (r) the correlation of these variables with the production was calculated and the modeling of the latex and natural rubber production (Y) was calculated as a function of the variable of higher correlation (X). It was concluded that the latex production increases with the increase of the diameter of the rubber trees and the production presents seasonal variation, being greater in the period of greater record of rains in the year. As for the influences on the production of latex and natural rubber, these correlated positively and significantly with the DAP and the Sinusoidal and Reciprocal Logarithm models were selected to estimate the production of latex and natural rubber, respectively.

Key words: Rubber tree, Forest management, Amazon.

SUMÁRIO

RESUMO

ABSTRACT

1 INTRODUÇÃO GERAL	14
2 HIPÓTESES	15
3 OBJETIVOS	15
3.1 Objetivo geral	15
3.2 Objetivos específicos	15
4 ÁREA DE ESTUDO	15
5 REVISÃO DE LITERATURA	17
3.1 A Floresta Nacional do Tapajós	17
3.2 Seringueira	19
3.3 Fatores que influenciam a produção de borracha natural	21
3.4 Avaliação silvicultural e importância da modelagem para o manejo florestal	23
3.5 Importância socioeconômica e o mercado da borracha	24
REFERÊNCIAS	26
CAPÍTULO 1 – CARACTERÍSTICAS DENDROMÉTRICAS E SILVICULTURAIS DE PLANTIOS DE <i>Hevea guianensis</i> Aubl. NA FLORESTA NACIONAL DO TAPAJÓS, ESTADO DO PARÁ	31
RESUMO	31
ABSTRACT	31
1 INTRODUÇÃO	32
2 METODOLOGIA	33
2.1 Caracterização dendrométrica e avaliação silvicultural	33
2.2 Análise do crescimento	38
2.3 Índices de competição e índices morfométricos	38
3 RESULTADOS	42
4 DISCUSSÃO	49
5 CONCLUSÃO	56
REFERÊNCIAS	56
CAPÍTULO 2 – MODELAGEM DA PRODUÇÃO EM PLANTIOS <i>Hevea guianensis</i> Aubl. NA FLORESTA NACIONAL DO TAPAJÓS, ESTADO DO PARÁ	61

RESUMO	61
ABSTRACT	61
1 INTRODUÇÃO	62
2 METODOLOGIA	63
2.1 Avaliação da produção.....	63
2.2 Modelagem da produção de látex e cernambi.....	66
3 RESULTADOS	67
4 DISCUSSÃO	75
5 CONCLUSÃO	76
REFERÊNCIAS	77
CONCLUSÕES GERAIS	80

1 INTRODUÇÃO GERAL

Na Floresta Nacional do Tapajós (FNT), unidade de conservação federal localizada no oeste do Estado do Pará, há três aldeias indígenas e 21 comunidades, cuja população vê na extração de látex, uma atividade econômica de geração de renda e manutenção da cultura e dos costumes (ICMBIO, 2018). A extração é feita por ribeirinhos em diversas comunidades, mas existem dois seringais plantados denominados de Terra Rica e Seringal do Ponte, remanescentes de moradores que residiam no local antes da área ser definida como UC com grande potencial de uso.

Por volta dos anos 1980, os seringais foram abandonados, mas a partir de 2011 a Cooperativa Mista da Floresta Nacional do Tapajós (COOMFLONA), entidade econômica da população tradicional que realiza manejo florestal na unidade de conservação, decidiu apoiar a atividade, intermediando a compra e venda da matéria prima, tornando a extração do látex uma alternativa de trabalho aos moradores da FNT. Embora haja interesse por parte da cooperativa em apoiar a atividade, surgem alguns questionamentos técnico-científicos quanto à viabilidade técnica, ambiental e econômica do seguimento florestal associado à produção de látex: há potencial produtivo nos seringais? a revitalização dos seringais é economicamente viável?

Dessa forma, o presente estudo deverá fornecer subsídios que apontem a reativação dos seringais como uma opção de investimento, os quais, se manejados adequadamente, podem constituir um investimento rentável e sustentável, sendo possível formar, na FNT, um patrimônio de boa liquidez e de grande valorização.

Considerando, portanto, a hipótese de que a estruturação dessa atividade produtiva acarretará impactos positivos com possibilidade de geração de renda para a população tradicional e visando responder aos questionamentos levantados, o objetivo principal deste trabalho será identificar a viabilidade da reativação dos seringais por meio do manejo florestal e práticas silviculturais.

A dissertação está estruturada em dois capítulos: no primeiro, o objetivo principal será avaliar a situação silvicultural e o crescimento dos seringais; no segundo, o principal objetivo será avaliar a produtividade dos plantios.

Com a pesquisa, espera-se subsidiar o planejamento da produção de borracha na Floresta Nacional do Tapajós, possibilitando aos gestores avaliar a possibilidade de revitalização dos seringais abandonados, além de possibilitar o manejo de outras iniciativas de produção de borracha natural em condições semelhantes às do povoamento estudado.

2 HIPÓTESES

- As características dendrométricas, silviculturais e o crescimento dos seringais são influenciados pela ausência de intervenção no plantio.

- A produção de látex e cernambi é maior à medida que aumenta a pluviosidade e o diâmetro da seringueira.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Avaliar a situação silvicultural, o crescimento e a produção de látex e cernambi dos plantios de seringueira desativados.

3.2 Objetivos específicos

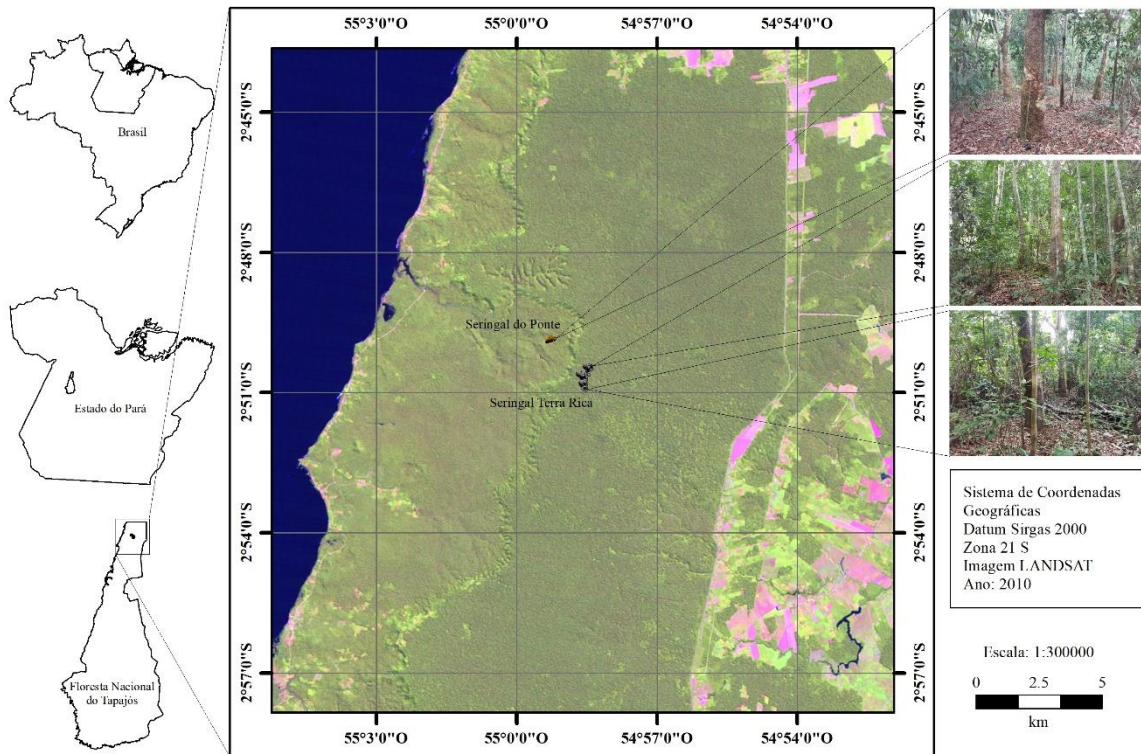
- Avaliar as características dendrométricas e silviculturais dos seringais.
- Avaliar o crescimento das seringueiras sob condições de plantio.
- Caracterizar os índices morfométricos e índices de competição para estabelecer a densidade ótima por hectare.
- Avaliar o desempenho produtivo por classe diamétrica.
- Investigar a influência da sazonalidade e das características morfológicas da casca na produção.
- Modelar e selecionar os melhores modelos para estimar a produção nos seringais.

4 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo compreende o seringal Terra Rica e o seringal do Ponte, com 27,41 e 2,90 hectares de extensão, respectivamente (Lat.: 02°50'08.96"S - Long.: 54°58'29.37"W). A distância entre os plantios é de, aproximadamente, 1,5 km, os quais estão localizados na Floresta Nacional do Tapajós, município de Belterra, oeste do estado do Pará. O acesso a esses locais é

feito pelo ramal do quilômetro (km) 67 da Rodovia BR 163, onde há uma base de monitoramento da UC a aproximadamente 10 km dos seringais (Figura 1).

Figura 1 - Mapa de localização dos seringais abandonados na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, Pará.



Fonte: Autora.

O clima da região é do tipo Ami, de acordo com a classificação de Köppen, com temperatura média anual de 25,5°C e umidade relativa média por volta de 90% (ALVARES et al., 2013). A topografia da região varia de ondulada a suavemente ondulada, o solo é caracterizado como Latossolo Amarelo Distrófico e a vegetação é classificada como Floresta Ombrófila Densa (IBAMA, 2004).

Embora sejam plantados, os seringais apresentam alta variabilidade de espaçamento, diâmetro, altura, entre outros, o que segundo Scolforo (2005), é característico de povoamentos mal implantados ou mal conduzidos. Os plantios não possuem um padrão de espaçamento e é possível que sua constituição genética não seja a mesma, o que, aliado à interação desta com o ambiente, propicia a heterogeneidade.

Até 1974, antes da criação da FNT, oito famílias sobreviviam de plantios feitos nessa área, dentre os quais estava o de seringueira. Eram moradores que viviam do que cultivavam e devido à diversidade dos produtos naquelas terras, um dos seringais recebeu o nome de Terra Rica. Na época o local era de difícil acesso e os moradores utilizavam animais para realizar o transporte de alimentos e da borracha até a Rodovia BR 163, por onde escovam sua produção.

Por volta de 1977 e 1978 essas famílias foram indenizadas e deixaram as terras e, então, a área ficou abandonada.

Dez anos depois, alguns moradores de comunidades ribeirinhas do Tapajós – Maguary, São Domingos e Jaguarari – passaram a solicitar autorização da gestão da Unidade para efetuar a colheita do látex nos seringais. O chefe responsável pela gestão da UC decidiu conceder aos comunitários a licença, entretanto, a atividade era realizada em pequena escala e os seringais mais uma vez foram abandonados.

Posteriormente, a COOMFLONA mostrou interesse em tornar a extração do látex uma alternativa de trabalho aos moradores da Unidade de Conservação e a partir do ano de 2011 decidiu apoiar a atividade, intermediando a compra e venda desse produto. Contudo, embora houvesse interesse por parte da cooperativa em apoiar a atividade, é necessário analisar a viabilidade em reativar os seringais.

A COOMFLONA, após 13 anos de criação, estabeleceu-se como uma referência nacional e internacional em manejo florestal comunitário na Amazônia brasileira, a partir do manejo realizado na Floresta Nacional do Tapajós e conseguiu certificar a sua área de manejo florestal com o selo FSC® (Forest Stewardship Council), possibilitando alcançar novos mercados (ESPADA et al., 2017).

5 REVISÃO DE LITERATURA

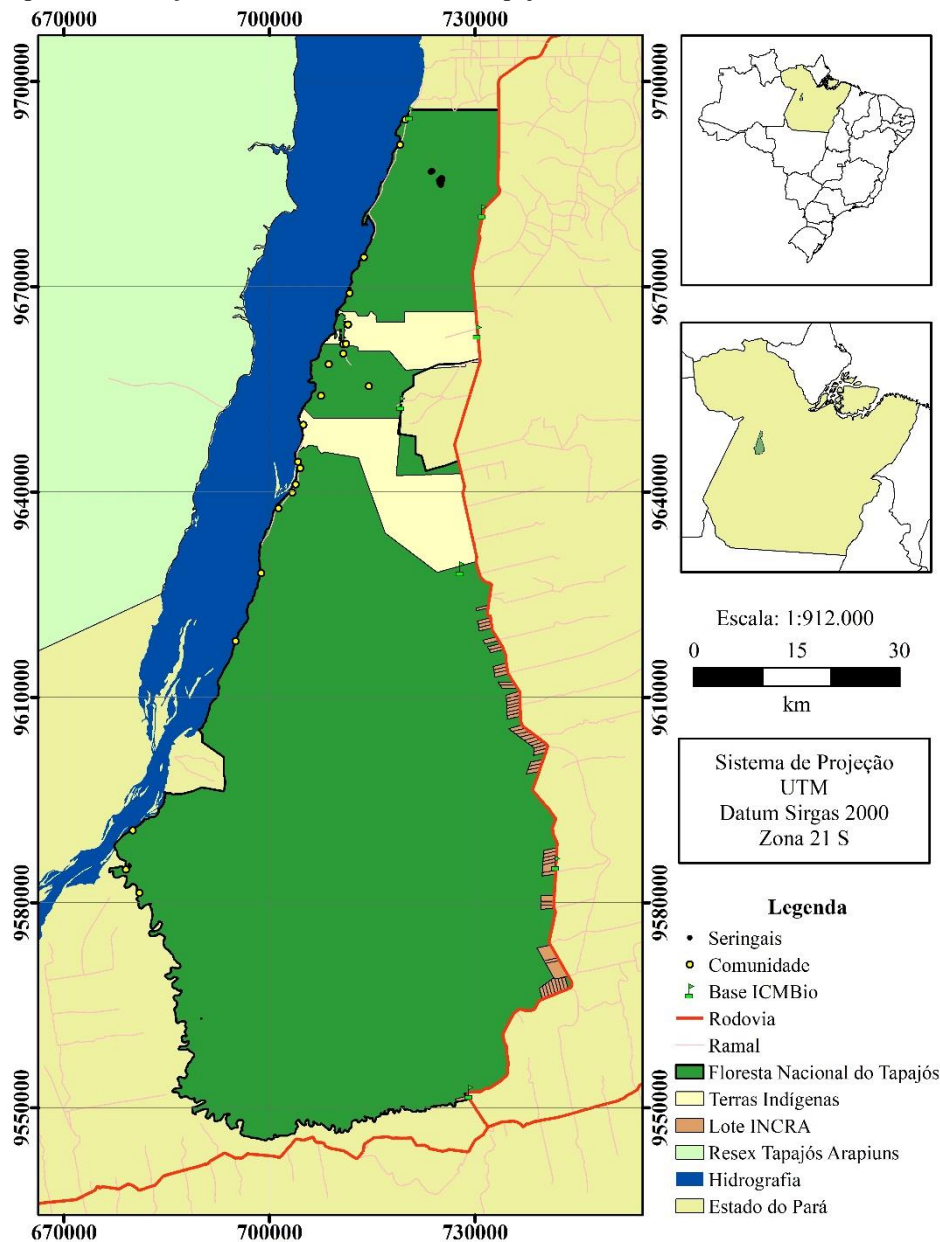
3.1 A Floresta Nacional do Tapajós

Unidades de conservação consistem em espaços cuja função é garantir a representatividade de amostras significativas e ecologicamente viáveis das diferentes populações, habitats e ecossistemas, preservando o patrimônio biológico do território nacional. Conforme estabelecido no Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), estão reunidas em duas categorias: as de proteção integral e as de uso sustentável, que incluem as Florestas Nacionais, as quais garantem o uso sustentável dos recursos naturais e, ainda, propiciam às comunidades o desenvolvimento de atividades econômicas (BRASIL, 2000).

A Floresta Nacional do Tapajós é uma unidade de conservação federal de uso sustentável, criada pelo Decreto n° 73.684, de 19 de fevereiro de 1974, cujo objetivo é o uso múltiplo sustentável dos recursos florestais e a pesquisa científica, com ênfase em métodos para utilização sustentável de florestas nativas (BRASIL, 2000). A FNT possui uma área de 527.319

hectares que abrange os municípios de Aveiro, Belterra, Placas e Rurópolis, no oeste do Estado do Pará, sendo o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) o órgão gestor (ICMBio, 2018) (Figura 2).

Figura 2 - Mapa de localização da Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, Pará.



Fonte: Autora.

De acordo com o ICMBio (2018), a unidade de conservação conta com uma expressiva riqueza sociocultural, representada por aproximadamente mil famílias e quatro mil moradores, distribuídas em 21 comunidades, três aldeias indígenas da etnia Munduruku (Bragança, Marituba e Takuara) e lotes de assentamento da reforma agrária, localizadas ao longo da rodovia BR-163. A gestão é realizada com base nas diretrizes do Plano de Manejo construído em conjunto com as comunidades, as quais são representadas por um Conselho Consultivo, conforme estabelecido no SNUC.

Diversas iniciativas produtivas existem na FNT, tais como: manejo florestal comunitário, extração do látex, produção do couro ecológico a partir do látex, extração de óleos de andiroba e copaíba, confecção de bijóias, fabricação de móveis artesanais, comercialização de frutas in natura, produção de polpas e licores, produção de farinha, produção de mel, criação de peixes e turismo de base comunitária (ICMBio, 2018).

De acordo com o zoneamento da unidade são definidas sete áreas na FNT: populacional, manejo florestal madeireiro, manejo florestal não-madeireiro, área de preservação, corredor ecológico, recuperação e amortecimento. Cada área zoneada possui um conjunto de normas que as enquadram em diferentes níveis de uso, como intensivo, semi-intensivo, semi-restrito e restrito, sendo permitida a extração de produtos madeireiros e não-madeireiros, atividades de pesquisa, educação ambiental e ecoturismo nas áreas de uso intensivo; na área de uso restrito não é permitido o acesso ou qualquer tipo de intervenção humana, exceto pesquisas científicas (IBAMA, 2004).

3.2 Seringueira

A seringueira é uma planta lactescente nativa da região amazônica, tendo como núcleo primário e secundário de diversidade genética o rio Negro, na confluência com o rio Amazonas, e uma vasta área nas proximidades do município de Borba, no baixo rio Madeira, respectivamente (WYCHERLEY, 1977). Ao redor do centro de origem, a ocorrência e dispersão natural situam-se em florestas de clima tropical-equatorial no Brasil, Bolívia, Colômbia, Equador, Guiana, Guiana Francesa, Peru, Suriname e Venezuela (WEBSTER; BALKWILL, 1989). Pertencente ao gênero *Hevea*, a seringueira é considerada a mais importante do gênero devido ser a principal planta cultivada e explorada para a produção de borracha natural (GONÇALVES et al., 1989).

O gênero *Hevea* faz parte da família Euphorbiaceae, que engloba 11 espécies, sendo a *Hevea brasiliensis* [(Wild. ex. ADR. de Juss.) Muell. Arg.] a mais utilizada para a produção de borracha natural (SECCO, 2008). Gasparoto e Pereira (1997), afirmaram que a espécie apresenta a maior capacidade produtiva e a qualidade de látex é superior às demais, existindo grande variação intraespecífica dessas características.

Quanto à produtividade, a espécie tem tido o nível de produção elevado em virtude do avanço em pesquisas sobre melhoramento genético (GONÇALVES et al., 2000; GONÇALVES et al., 2001; GONÇALVES et al., 2002), adubação (FILHO et al., 2001; ROQUE et al., 2004),

conjunto de métodos de sangria (SILVA et al., 2007), estimulantes (GONÇALVES et al., 2000) e controle de doenças (SOUSA et al., 2018), por exemplo, passando de 400 kg/ha/ano para 3.000 kg/ha/ano na região do planalto e litorânea de São Paulo, estado com os maiores níveis de produtividade do Brasil (GONÇALVES et al., 2000; GONÇALVES et al., 2002).

A seringueira pertence ao grupo das dicotiledôneas, é monoica, com flores de cor branca a bege-claro, unissexuais, diminutas e estão reunidas em panículas do tipo racemo, de hábito arbóreo de até 40 m de altura e decídua na estação seca (Figura 3); a madeira é branca, macia, leve e de baixa durabilidade quando exposta ao ambiente natural; as folhas são compostas, trifoliadas e pecioladas (Figura 3); o fruto é uma cápsula com três sementes recalcitrantes, cuja produção na maioria das vezes se inicia a partir do quarto ano (SECCO, 2008; LORENZI, 2002; WEBSTER & BALKWILL, 1989).

Figura 3 - Exsicata de *Hevea guianensis* Aubl., cujo material botânico foi coletado no seringal Terra Rica e seringal do Ponte, na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, Pará.



Fonte: Herbário da Universidade Federal Rural da Amazônia.

A extensão da distribuição natural do gênero *Hevea* pode chegar a seis milhões de quilômetros quadrados, ou seja, mais da metade do território brasileiro (PIRES et al., 2002). Entretanto, além de sua ocorrência natural, a seringueira vem sendo cultivada em vários estados

brasileiros, como Bahia, Espírito Santo, Minas Gerais, São Paulo e Paraná (CECÍLIO et al., 2006; GONÇALVES e MARQUES, 2008, SILVA et al., 2013). Conforme Gonçalves & Marques (2008), essa expansão é importante e deve-se principalmente à elevada demanda comercial por borracha natural e pela busca por áreas não infestadas pelo fungo *Microcyclus ulei*, que no passado dizimou grandes plantios de seringueira com a incidência da doença conhecida como “mal-das-folhas” (MATOS et al., 2003).

A domesticação da cultura da espécie em outras regiões iniciou em 1876, a partir da coleta de cerca de 70.000 sementes por Henry Wickham, no Município de Boim, no estado do Pará, as quais foram levadas para o Jardim Botânico Real (Royal Botanical Garden de Kew) em Londres, onde foram plantadas e germinadas (Webster e Baulkwill, 1989). Para sobreviver à viagem até a Inglaterra, as sementes foram cuidadosamente embaladas em folhas de bananeira e, assim, deram início às plantações nas colônias britânicas na Ásia (SHANLEY; MEDINA, 2005).

O sucesso propagativo, de acordo com Dijkman (1951), foi devido, principalmente, à produção de sementes e ao uso de enxertos; com a ausência do fungo que atacava as folhas no Brasil, as mudas cresceram e a domesticação tornou os países da região os maiores produtores mundiais, provocando uma grande queda nos preços no Brasil (SHANLEY; MEDINA, 2005).

3.3 Fatores que influenciam a produção de borracha natural

A borracha natural possui uma estrutura intrínseca de alta massa molar e consiste em um polímero de poli(*cis*-1,4-isopreno) com propriedades peculiares, como a presença de componentes minoritários como proteínas, carboidratos, lipídios e minerais presentes no látex (RIPPEL; BRAGANÇA, 2009).

O látex obtido da seringueira é um sistema coloidal, definido por Wisniewski (1983) como uma suspensão ou emulsão de partículas de borracha em um meio aquoso, chamado soro. A fase borracha é composta por 96% de hidrocarboneto, 1% de proteína e 3% de lipídios e alguns traços de magnésio, potássio e cobre; a fase soro, possui distintas classes de compostos, contendo carboidratos, proteínas, aminoácidos, enzimas e bases nitrogenadas (TATA, 1960; ARCHER et al., 1969). De acordo com a Embrapa (1999), embora estejam presentes em baixas concentrações, essas substâncias influenciam as propriedades químicas e físicas da borracha natural.

A borracha natural é adquirida das partículas contidas no látex, um fluído citoplasmático retirado sucessivamente de estruturas secretoras localizados na casca das seringueiras, denominadas laticíferos (CUTTER, 1986). A partir da fase cotiledonar, os vasos laticíferos ocorrem em todos os órgãos da seringueira, entretanto, o interesse econômico é voltado aos vasos localizados na casca do tronco, por meio do processo de sangria, que consiste em cortes sucessivos de finas fatias de casca (MORAES,1983; FAY & JACOB, 1988; BENTES-GAMA et al., 2003).

Quando comparada à borracha sintética obtida do petróleo, atesta-se uma composição semelhante, entretanto, suas propriedades físicas são viáveis apenas para alguns manufaturados, sendo inferiores para luvas cirúrgicas, preservativos, pneus de automóveis e revestimentos diversos (BENTES-GAMA et al., 2003). A borracha natural apresenta alta elasticidade, plasticidade, resistência ao desgaste, propriedades isolantes de eletricidade e impermeabilidade para líquidos e gases (IAC, 2002).

Dentre os fatores que influenciam a produção de látex, destacam-se os elementos esquematizados na Figura 4. Os fatores agroclimáticos como déficit hídrico, temperatura e pluviosidade, a quantidade de cortes por sangria e a presença de doenças são variáveis que condicionam a produção (PUSHPARAJAH, 1980; ORTOLANI et al., 1996; LIMA et al. 2002; WIMMER, 2011). Contudo, além desses fatores, existem outros atributos que merecem ênfase, como o grau de insolação, a resistência ao vento e o formato da copa (GONÇALVES et al., 1988; GAMA et al., 2017).

Figura 4 - Representação de variáveis que influenciam a produção de látex.



Fonte: Autora.

Os seringueiros da comunidade Jamaraquá, na Floresta Nacional do Tapajós, afirmam que a influência dos ventos está relacionada com a coagulação do látex no local do corte, interrompendo o fluxo do escoamento, e por essa razão, existe a necessidade realizar a extração no início da manhã (GAMA et al., 2017). Os ventos reduzem a disponibilidade de água no sistema laticífero, interferindo no potencial de evapotranspiração (WIMMER, 2011).

O impacto gerado pelo vento está diretamente relacionado às variáveis morfométricas, as quais constituem uma maneira de entender as relações interdimensionais e reconstruir o espaço ocupado por cada árvore, sendo possível, determinar o grau de concorrência a que uma espécie está sujeita dentro de um povoamento, por exemplo, possibilitando inferir sobre a estabilidade, a vitalidade e a produtividade (DURLO, 2001; DURLO et al., 2004).

3.4 Avaliação silvicultural e importância da modelagem para o manejo florestal

Estudos acerca das características silviculturais das espécies nativas precisam ser realizados para originar conhecimento e possibilitar o desenvolvimento de tecnologias de cultivo dessas espécies, de modo a permitir a efetiva conservação dos recursos florestais e estimular os produtores rurais a desenvolverem práticas sustentáveis em suas propriedades, gerando benefícios econômicos e ambientais (MENDONÇA et al., 2017).

A avaliação silvicultural é considerada imprescindível no estudo do comportamento das espécies em decorrência da necessidade de se obterem respostas quanto à produtividade, à adaptação à região de plantio, às condições ambientais, de tal modo que seja estabelecida a necessidade de iluminação e seu comportamento sob condições edafoclimáticas (OLIVEIRA et al., 2009; NIERI et al., 2017).

O conhecimento do comportamento silvicultural em plantios otimiza o aproveitamento das características edafoclimáticas favoráveis ao seu desenvolvimento e, conseqüentemente, o potencial de muitas espécies nativas para a silvicultura; esse conhecimento corrobora com o desenvolvimento de modelos de tecnologias de produção de multiprodutos da floresta, gerando retornos econômicos e alguns dos serviços ambientais prestados pelas florestas naturais (MENDONÇA et al., 2017).

Outro aspecto de grande importância para o manejo florestal é a modelagem, uma ferramenta de interesse de todo gestor no setor florestal para realizar um prognóstico confiável do estoque e do rendimento, pois possibilita a tomada de decisões à respeito do desempenho

industrial e uso correto da matéria-prima, diminuindo gastos e evitando perdas no processo produtivo (VALÉRIO et al., 2009).

Alguns trabalhos como o de Lavorenti et al. (1990), foram desenvolvidos com o intuito de determinar a existência e as magnitudes de correlações e regressões lineares simples em plântulas jovens de seringueira (*Hevea* spp.) em São Paulo, para melhor condução de seleção nos futuros trabalhos de melhoramento. Ortolani et al., (1996), também, ajustaram modelos para estimativa da produção anual e sazonal de látex em clones de seringueira [*Hevea brasiliensis* (Willd. ex ADR. de Juss.) Muell. Arg.] em três locais do estado de São Paulo. Da mesma forma, Azzini et al., (1998) determinaram uma equação para estimar a produção de borracha em uma estação experimental em São Paulo, entretanto, ressalta-se a necessidade de continuidade em estudos complementares, visto que é necessário determinar o potencial produtivo de seringais, especialmente para a região Amazônica.

A modelagem é uma ferramenta necessária para prever atributos de florestas manejadas, mas é relevante destacar que essa ferramenta deve ser acessível aos gestores florestais, bem como os formuladores de políticas florestais, permitindo-lhes avaliar aspectos do manejo com base na modelagem da floresta (PHILLIPS et al., 2004).

A modelagem é realizada e utilizada para prever a produtividade dos povoamentos florestais e disponibilizar informações consistentes que auxiliam na determinação de práticas de manejo corretas, além de servir como importante ferramenta para a tomada de decisões estratégicas em planos de gestão florestal (VALÉRIO et al., 2009).

3.5 Importância socioeconômica e o mercado da borracha

Dentre os inúmeros benefícios sociais, econômicos e ambientais que a heveicultura apresenta, ressalta-se a capacidade de geração de empregos, o aumento da renda familiar, a fixação do homem no campo, o desenvolvimento econômico local e regional, a receita com a venda da borracha e a valorização da terra (LAGE, 2013).

Há uma extensa diversidade de produtos produzidos pelas indústrias a partir da borracha natural, tais como: manufatura de pneus, produtos para uso médico e paramédico, adesivos e calçados (MORENO, 2008). Essas diversas aplicações, devem-se a fatores como elasticidade, flexibilidade, resiliência, resistência à abrasão, ao impacto e à corrosão, fácil adesão a tecidos e aço, propriedades isolantes de eletricidade, impermeabilidade a líquidos e gases e capacidade de dispersar calor (RIPPEL; BRAGANÇA, 2009).

O Grupo Internacional de Estudo da Borracha (IRSG) relatou que no ano de 2016 houve um déficit de 200.000 toneladas entre demanda e oferta na produção mundial de borracha natural, que atingiu 12,4 milhões de toneladas de produção, enquanto o consumo global foi de 12,6 milhões de toneladas. Aproximadamente 90% de toda a produção é de origem Asiática, de países como a Tailândia, que é a maior produtora de borracha natural, com uma participação de 36,3% do total global, e da Indonésia, Malásia, Índia, Vietnã e China (IRSG, 2017).

O contraditório é que, embora seja originária da bacia amazônica, a produção de borracha na América do Sul representa somente 2% da produção mundial, o que Lieberei (2007), atribui ao reflexo da devastadora disseminação da doença do “mal-das-folhas” na década de 1930. Os estados que concentram a produção nacional de borracha são, principalmente, São Paulo (58%), Bahia (13%), Minas Gerais (8%), Mato Grosso (8%) e Goiás (6%) (EMBRAPA, 2016). No ano de 2016, o Brasil produziu somente 316.000 toneladas, cerca de 1% do total de toda a produção global e precisou importar cerca de dois terços da demanda exigida pela indústria para suprir as necessidades internas (IBGE, 2016).

O Brasil continua sendo importador de borracha natural pelo fato de não ser considerada um produto estratégico para o desenvolvimento socioeconômico de regiões como a Amazônia (BENTES-GAMA et al., 2003). Em contrapartida, autores como Cortez et al. (2002), afirmam que a heveicultura é uma boa alternativa produtiva, pois se constitui de uma cultura multifuncional que conserva o solo, melhora o meio ambiente, gera empregos para pequenos e médios produtores, mantém-se produzindo por longo tempo e, conseqüentemente, contribui para o desenvolvimento socioeconômico local e para o aumento das taxas de consumo de borracha natural no país.

A cadeia produtiva da seringueira envolve diversos caminhos, dentre os quais está o segmento produtivo, que engloba produção e extração do látex virgem e beneficiamento da borracha natural (OMINE; MORAES, 2006). Nesse seguimento, tem-se a coagulação do látex e a fabricação da manta de borracha: o látex coagulado é repassado aos intermediários e vendido no mercado como *commodity* a preços muito baixos e, posteriormente, já nas indústrias, é transformado em diversos produtos até chegar ao consumido final; já a manta de borracha, uma inovação tecnológica, é fabricada pelos seringueiros e repassada com valor agregado a associações e cooperativas, as quais já oferecem ao mercado como produto final (MOREIRA et al., 2011).

O primeiro elo da cadeia produtiva refere-se ao processo de retirada do látex da seringueira, que se chama de sangria, que é feito manualmente. O segundo elo da cadeia apresenta como atores os intermediários, usualmente associações e cooperativas que adquirem

a borracha dos seringueiros e repassam para os elos subsequentes. O terceiro elo da cadeia produtiva é a indústria de beneficiamento, responsável por transformar o látex coagulado nos mais diversos produtos até chegar ao consumidor final. O quarto e o quinto elos da cadeia representam o destino final dos produtos que têm como origem a borracha coagulada, porém, há um caminho alternativo para o látex coagulado além da indústria, em que os atores alternativos atuam como beneficiadores e adquirem a borracha diretamente das associações e cooperativas para oferecerem produtos de origem artesanal ao mercado (MOREIRA et al., 2011).

Muitos produtos florestais não madeireiros têm importância no comércio internacional, entretanto, o mesmo não ocorre com a cadeia produtiva e a comercialização no mercado doméstico, uma vez que os produtores geralmente não alcançam um retorno adequado pelo seu trabalho e a maior parte da renda acaba concentrada nos intermediários, além dos métodos de extração não serem aperfeiçoados e, frequentemente, realizados de forma rudimentar e com desperdício, resultando em perda de qualidade e preço (CONFORTE, 2000; ALDANA, 2002).

REFERÊNCIAS

- ALDANA, J. P. **Conceptos e importancia de los productos forestales no madereros**, 2002 Disponível em: <<http://www.forest.ula.ve/~ifla/importancia-de-los-productos-forestales-no-madereros.html>>. Acesso em: 21 agosto 2018.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711-728, Dec. 2013.
- ARCHER, B.L.; AUDLEY, B.G.; McSWEENEY, G.P.; HONG, T.C.J. Studies on composition of latex serum and "bottom fraction" particles. **Journal of Rubber Research of Institute of Malaysia**, Kuala Lumpur, v. 21, n. 4, p. 560, 1969.
- AZZINI, A.; GONÇALVES, P. S.; GONDIM-TOMAZ, R. M. O diâmetro dos tubos crivados e a produção de borracha em clones de seringueira. **Bragantia**, Campinas, v. 57 n. 1, 1998.
- BRASIL. **Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000**. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Brasília: DOU 19/07/2000. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br>. Acesso em: 22 fev. 2017.
- BENTES-GAMA, M. M.; DIOCLECIANO, J. M.; TORRENTE, H. G.; SANTOS, M. M.; MENEZES, L. C. C. **Viabilidade do retorno à exploração de seringal de cultivo em Rondônia**. Porto Velho: Embrapa-CPAF Rondônia, 2003, 8 p. (Embrapa- CPAF Rondônia. Comunicado Técnico, 273).
- CECÍLIO, R. A.; MEDEIROS, S. S.; JUNIOR, J. L. C. S.; SOUZA, J. A. Zoneamento agroclimático para a heveicultura na parte leste do Estado da Bahia. **Bahia Agrícola**, Salvador, v.7, n.1, p.14-17, abr. 2006.

- CONFORTE, D. **Acceso de pequeños productores a mercados dinámicos de productos forestales no maderables**: experiencias y lecciones. Wagening: Fundación Tropenbos, 2000. 40p.
- CORTEZ, J. V.; FRANCISCO, V. L. F. S.; BAPTISTELLA, C. S. L.; VICENTE, M. C. M.; ARAUJO, H. C.; BENESI, J. F. C. Perfil sócio-econômico da heveicultura no município de Poloni, estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 32, n. 10, p. 7-19, out. 2002.
- CUTTER, E. G. 1986. Plant anatomy. Translated by Vera Maria Gabriela Caruso Catena. Part I. Cells and Tissues: 2. ed. São Paulo, Rocca, 304 p.
- DIJKMAN, M. J. *Hevea*: thirty years of research in the Far East. The chronica botanica co, Waltham, mass: USA; 1951, 348 p.
- DURLO, M. A. Relações morfométricas para *Cabralea canjerana* (Well.) Mart. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.11, n.1, p.141-149, 2001.
- DURLO, M. A.; SUTILI, F. J.; DENARDI, L. Modelagem da copa de *Cedrela fissilis* Vellozo. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 14, n. 2, p. 79-90, 2004.
- EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 1999. Avaliação dos parâmetros fisiológicos do látex de clones de seringueiras de região de Presidente Prudente (SP). BOLETIM DE PESQUISA Número 8/99, agosto, 1999.
- EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2016. **Produção Agrícola**. Disponível em: <www.embrapa.br/agropensa/bases-de-dados>. Acesso em: 15 julho 2018.
- ESPADA, A. L. V.; SOBRINHO, M. V.; ROCHA, G. M.; VASCONCELLOS, A. M A. Manejo florestal comunitário em parceria na Amazônia brasileira: o caso da Flona do Tapajós. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, Taubaté, v. 13, n. 3, p. 342-372, set-dez/2017.
- FAY, E.; JACOB, J.L. 1988. Anatomical organization of the laticíferous system in the bark. In: D´Auzac, J., et al. Physiology of rubber tree latex. Boca Raton, 2-14p.
- FILHO, A. C. V.; MOREIRA, A.; CASTRO, P. R. C. Efeito da calagem e adubação da seringueira no estado nutricional e produção de borracha seca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 8, p. 1019-1026, ago. 2001.
- GAMA, J. R. V.; VIEIRA, D. S. SANTOS, S. B.; SANTOS, M. R. G. Potencial de produção dos seringais de Jamaraquá, estado do Pará. **Advances in Forestry Science**, Cuiabá, v.4, n.1, p.77-82, 2017.
- GASPAROTO, L.; PEREIRA, J. C. R. **Doenças da seringueira no Brasil**. Brasília: Embrapa, Serviço de Produção de Informação; 1997. 168 p.
- GONÇALVES, P. S.; BORTOLETTO, N.; SAMBUGARO, R.; FURTADO, E. L.; BATAGLIA, O. C.; ORTOLANI, A. A.; JÚNIOR, G. G. Desempenho de clones de seringueira de origem amazônica no planalto do Estado de São Paulo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 12, p. 1469-1477, dez. 2001.
- GONÇALVES, P. de S.; CARDOSO, M.; BORTOLETTO, N. Redução do ciclo de melhoramento e seleção na obtenção de cultivares de seringueira. **O Agrônomo**, Campinas, v. 40, n.2, p. 112-130, 1988.

- GONÇALVES P. S.; CARDOSO, M.; IGUE, T.; MARTINS, A. L. M.; LAVORENTI, C. Correlations studies between plugging index, yield, girth and bark thickness in Hevea clones. **Brazilian Journal of Genetics**, v. 12, n. 2, p. 589-603. 1989.
- GONÇALVES, P. S.; MARQUES, J. R. B. **Melhoramento Genético da Seringueira**: passado, presente e futuro. In: ALVARENGA, A. P.; CARMO, C. A. F. S. (Ed.). *Seringueira*. Viçosa: Epamig, 2008. p. 401-407.
- GONÇALVES, P. S.; MARTINS, A. L. M.; FURTADO, E. L.; SAMBUGARO, R.; OTTATI, E. L.; ORTOLANI, A. A.; JÚNIOR, G. G. Desempenho de clones de seringueira da série IAC 300 na região do planalto de São Paulo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 2, p. 131-138, fev. 2002.
- GONÇALVES, P. S.; SAES, L. A.; FURTADO, E. L.; SAMBUGARO, R.; OTTATI, E. L.; SAKAI, M. Clones promissores de seringueira para a região do Vale do Ribeira, São Paulo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 12, p. 2343-2353, dez. 2000.
- IAC – INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS. **Programa seringueira**. São Paulo, 2002. 30 p.
- IBAMA – INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Plano de Manejo da Floresta Nacional do Tapajós**: Informações Gerais. Volume I, Santarém, 2004. 373 p.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Levantamento Sistemático sobre Pesquisas Agrícolas**, 2016. Disponível em: <www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: 15 jul 2018.
- ICMBio – INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. **A Floresta Nacional do Tapajós**, 2018. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/flonatapajos/>>. Acesso em: 15 julho 2018.
- IRSG – INTERNATIONAL RUBBER STUDY GROUP, 2017. Rubber Statistical Bulletin. Disponível em: <http://www.rubberstudy.com/pub-stats-bulletin.aspx>. Acesso em: 15 jul 2018.
- LAGE, P. **Relações das características morfo-anatômicas da casca, estado nutricional e variações climáticas sazonais com a produção de látex em clones de seringueira, em Nepomuceno, Mg Lavras – MG**. 2013. 100 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, 2013.
- LAVORENTI, C.; GONÇALVES, P. D. S.; CARDOSO, M.; BOAVENTURA, M. M. Relação entre diferentes caracteres de plantas jovens de seringueira. **Bragantia**, Campinas, v. 49 n. 1, p. 93-106, 1990.
- LIEBEREI, R. South American leaf blight of the rubber tree (*Hevea* spp.): new steps in plant domestication using physiological features and molecular markers. **Annals of botany**, London, v. 100, n. 6, p. 1125-1142, 2007.
- LIMA, D. U. D.; OLIVEIRA, L. E. M. D.; SOARES, Â. M.; DELÚ-FILHO, N. Avaliação sazonal da produção de borracha e da dinâmica de carboidratos solúveis em plantas de seringueira (*Hevea brasiliensis* Müll. Arg.) cultivadas em Lavras, Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 3, p. 377-383, maio-jun. 2002
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. v. 1. 368 p.

- MATTOS, C.R.R., GARCIA, D., PINARD, F. & LE GUEN, V. Variabilidade de isolados de *Microcyclus ulei* no Sudeste da Bahia. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 28, n 5, p. 502-507, out. 2003.
- MENDONÇA, G. C. M.; CHICHORRO, J. F.; MENDONÇA, A. R.; GUIMARÃES, L. A. de O. P. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 27, n. 1, p. 277-290, jan-mar. 2017.
- MORAES, V. H. de F. **Fisiologia**-parte I. Belém, PA: FCAP, 1985. 34 p. Apostila apresentada no Curso de Especialização em Heveicultura, 15. Belém, 1985.
- MOREIRA, R. C. S.; MÜLLER, C. A. S; LEITE, H. C. T. Descrição da Cadeia Produtiva do Látex e do Óleo de Copaíba Produzidos no Estado de Rondônia. **Revista de Administração e Negócios da Amazônia**, v.3, n.2, mai-ago. 2011.
- MORENO, R. M. B. Propriedades físicas e propriedades tecnológicas da borracha natural. In: Alvarenga, A. P.; CARMO, C. A. F. S. (Ed.) Seringueira. Viçosa: Epamig, 2008. p. 805-851.
- NIERI, E.M.; MACEDO, R.L.; VENTURIN, N.; VENTURIN, R.P.; JUNIOR PINTO, J.A.; MELO, L.A. Silvicultural performance of forest species introduced in integrated livestock forest system in Lavras, MG, Brazil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.47, n.12, p.1-8, 2017.
- OLIVEIRA, T.K.; MACEDO, R.L.G.; VENTURIN, N.; HIGASHIKAWA, E.M. Desempenho silvicultural e produtivo sob diferentes arranjos espaciais em sistemas agroflorestais. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, n.60, p.01-09, dez. 2009. Edição Especial.
- OMINE, C.; MORAES, M. A. F. D. **Caracterização da cadeia produtiva do látex/borracha natural e identificação dos principais gargalos para o crescimento**. 44th Congress, Fortaleza, Ceará, Brasil. Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural (SOBER), July 23-27, 2006.
- ORTOLANI, A.A.; SENTELHAS, P.C.; CAMARGO, M.B.P.; PEZZOPANE, J.E.M.; GONÇALVES, P.S. Modelos agrometeorológicos para estimativa da produção anual e sazonal de látex em seringueira. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 4, n. 1, p. 147-150, 1996.
- PHILLIPS, P. D. A; AZEVEDO, C. P.; EGENC, B. B. D.; THOMPSOND, I. S.; Silva, J. N. M.; VAN GARDINGEN, P.R. An individual-based spatially explicit simulation model for strategic forest management planning in the eastern Amazon. **Ecological Modelling**, v. 173, 335-354, 2004.
- PIRES, J. M.; SECCO, R. S.; GOMES, J. I. **Taxonomia e Fitogeografia das seringueiras**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2002. 103p.
- PUSHPARAJAH, E. Problems and potentials for establishing *Hevea* under difficult environmental conditions. **Planter**, Kuala Lumpur, v. 50, p. 242-251, 1980.
- RIPPEL, M. M.; BRAGANÇA, F. D. C. Borracha natural e nanocompósitos com argila. **Química nova**, v. 32, n. 3, p. 818-826, 2009.
- ROQUE, C. G.; PRADO, R. M.; NATALE, W.; BEUTLER, A. N.; CENTURION, J. F. Estado nutricional e produtividade da seringueira em solo com calcário aplicado superficialmente. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 5, p. 485-490, mai. 2004.
- SCOLFORO, J. R. **Biometria Florestal**; Parte 1: modelos de regressão linear e não linear; Parte II: modelos para relação hipsométrica, volume, afilamento e peso de matéria seca. Lavras, ESAL/FAEPE, 2005. 352p.

- SECCO, R. S. A botânica da seringueira *Hevea brasiliensis* [(Wild. ex. ADR. De Juss.) Muell. Arg.]. In: ALVARENGA, A. de P.; CARMO, C. A. F. S. do (Org.). **Seringueira**. Viçosa, MG: EPAMIG, 2008. p. 3-24.
- SHANLEY, P.; MEDINA, G. **Seringueira**: *Hevea brasiliensis* Muell. Arg. In: In (Eds). *Frutíferas e Plantas Úteis na Vida Amazônica*. Belém: CIFOR, Imazon, 300 p, 2005.
- SILVA, J. Q.; SOUZA, M. I. T.; GONÇALVES, P. S.; AGUIAR, A. T. E.; GOUVÊA, L. R. L.; PINOTTI, R. N. Viabilidade econômica de diferentes sistemas de sangria em clones de seringueira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 3, p. 349-356, mar. 2007.
- SILVA, K. R.; CECÍLIO, R. A.; XAVIER, A. C.; PEZZOPANE, J. R. M.; GARCIA, G. O. Zoneamento edafoclimático para a cultura da seringueira no Espírito Santo. **Irriga**, Botucatu, v. 18, n. 1, p. 1-12, janeiro-março, 2013.
- SOUSA, C. S.; JESUS, A. N.; LIMA, F. S.; SOARES, A. C. F.; CARDOSO, S. E. A.; CONCEIÇÃO, L. S. Actinobactérias no controle do mal das folhas em mudas de seringueira. **Cadernos de Agroecologia**, v. 13, n. 1, jul. 2018.
- TATA, S. J. Distribution of proteins between the fractions of *Hevea* látex separated by ultracentrifugation. **Journal of Rubber Research of Institute of Malaysia**, Kuala Lumpur, v. 28, n. 2, p. 77-85, 1980.
- VALÉRIO, A. F. et al. Modelagem para a estimativa do rendimento no desdobro de toras de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 39, n. 3, p. 619-628, jul./set. 2009.
- WEBSTER, C. C.; BAULKWILL W. E. J. **Rubber Tropical Agricultural Series**. Singapore: Longman Scientific and Technical, 1989. 614p.
- WIMMER, P. **Produção de borracha natural em sistemas agroflorestais de várzea no município de Itacoatiara - AM**. 2011. 80 f. Dissertação (Mestrado em Ciências de Florestas Tropicais) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 2011.
- WISNIEWSKI, A. **Látex e borracha**. Belém: Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, 1983. 180p.
- WYCHERLEY, P.R. **The genus *Hevea***. In: Workshop on international collaboration *Hevea* breeding and the selection and establishment of materials from the neo-tropic, Kuala Lumpur, 1977. 12p.

CAPÍTULO 1 – CARACTERÍSTICAS DENDROMÉTRICAS E SILVICULTURAIS DE PLANTIOS DE *Hevea guianensis* Aubl. NA FLORESTA NACIONAL DO TAPAJÓS, ESTADO DO PARÁ

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar as características dendrométricas e silviculturais de seringais plantados que se encontram abandonados na Floresta Nacional do Tapajós. Os dados utilizados neste estudo foram obtidos de dois inventários florestais 100% dos seringais, realizados em 2013 e 2018, e de uma amostragem para investigar a relação de variáveis dendrométricas, morfométricas e de índices de competição com o crescimento em diâmetro, onde foi utilizada para verificar a existência de correlação a análise de correlação de Pearson. Foram inventariadas 2.965 seringueiras em 2013 e 2.927 em 2018, com densidade de 97,9 indivíduos.ha⁻¹ e 96,6 indivíduos.ha⁻¹, respectivamente. O teste t detectou diferença significativa de altura total e altura do fuste das seringueiras entre os inventários de 2013 e 2018, mas em diâmetro os seringais permanecem iguais e, de modo geral, não foi constatado problemas de fitossanidade nos plantios. A correlação entre as variáveis dendrométricas, morfométricas e índices de competição mostrou que o crescimento em diâmetro possui correlações moderadas e fracas com todas as variáveis, mas apresenta correlação significativa com o grau de esbeltez e índice de saliência. Para manter a produtividade nas atuais condições do povoamento é necessário permanecer com uma quantidade máxima de 130 árvores.ha⁻¹. Concluiu-se que as características dendrométricas, silviculturais e o crescimento em diâmetro de *Hevea guianensis* são influenciadas pela ausência de intervenção no plantio.

Palavras-chave: Floresta plantada, Manejo florestal, Unidade de Conservação, Amazônia.

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the silvicultural situation and the growth of planted rubber plantations that are abandoned in the Tapajós National Forest. The data used in this study were obtained from two forest inventories 100% of the rubber plantations, carried out in 2013 and 2018, and from a sample to investigate the relationship of dendrometric, morphometric and competition indices with growth in diameter, where it was used for to verify the existence of correlation to the Pearson correlation analysis. 2,965 rubber trees were inventoried in 2013 and 2,927 in 2018. The t test detected a significant difference in total height and height of the bole of rubber trees between the inventories of 2013 and 2018, but in diameter, the rubber trees remained the same and, in general, were not verified problems of planting. The correlation between the dendrometric, morphometric and competition indices showed that growth in diameter has moderate and weak correlations with all variables, but it presents a significant correlation with the degree of slenderness and salience index. To maintain productivity in the current conditions of settlement it is necessary to remain with a maximum

amount of 130 trees.ha⁻¹. It was concluded that the dendrometric, silvicultural characteristics and growth in diameter of *Hevea guianensis* are influenced by the absence of intervention in planting.

Key words: Planted forest, Forest management, Conservation Unit, Amazon.

1 INTRODUÇÃO

O setor florestal brasileiro apresenta destaque no cenário econômico nacional e significativa participação no mercado global, sobretudo no segmento de árvores plantadas, em que o Brasil apresenta os maiores níveis de produtividade do mundo (IBGE, 2016). Outro segmento relevante é o de produtos procedentes do extrativismo vegetal, o qual garante a subsistência de inúmeras famílias no interior do país, movimentando os mercados locais, e abastecendo os grandes centros. A região amazônica é a responsável pela produção de grande parte dos produtos do extrativismo vegetal (IBGE, 2016).

Dentre os produtos com importância econômica, histórica e cultural está o látex extraído na Amazônia brasileira há pelo menos dois séculos, principalmente da espécie *Hevea brasiliensis* Muell-Arg, pertencente à família Euphorbiaceae, de larga ocorrência natural na região (Silva, 2002). Originária da bacia amazônica, a seringueira é uma árvore com ocorrência na zona equatorial entre os paralelos 10 ° N e 10 ° S (Yang et al., 2017).

Os plantios de seringueira representam um recurso renovável tanto no sentido econômico quanto no ambiental (Suratman et al., 2004). Contudo, a garantia de que a produção de borracha natural será viável e originará lucro está sujeita, além dos custos envolvidos na produção, à qualidade e produtividade das árvores, sendo que esses fatores dependem, principalmente, das decisões sobre o manejo dos seringais (Purnamasari et al., 2002).

A avaliação dos seringais por meio de estudos silviculturais, inventários florestais, modelos de relação hipsométrica, análise de crescimento em diâmetro, índices morfométricos e índices de competição, por exemplo, podem ser usados como fonte de informação para estabelecer o potencial da seringueira sob condições de plantio, fornecendo subsídios para o estímulo a práticas de manejo em bases sustentáveis. O conjunto dessas avaliações, de acordo com Lamprecht (1990), é utilizado para tomada de decisão sobre as práticas silviculturais a serem utilizadas com vistas a incrementar o rendimento econômico das árvores.

Na Floresta Nacional do Tapajós (FNT) uma prática corriqueira entre os ribeirinhos consiste na extração de látex de seringais nativos e plantados presentes nos próprios quintais. Nesta unidade de conservação, existem dois grandes seringais plantados denominados de Terra Rica e Seringal do Ponte – remanescentes de moradores que residiam no local antes da área ser definida como UC Federal, em 1974 – onde os comunitários mostraram interesse em produzir a borracha natural.

A gestão da UC concedeu aos comunitários a licença para realizarem a sangria nos seringais, que consiste de um corte superficial na casca da seringueira para extrair o látex (Benesi, 2018). Entretanto, a atividade era realizada em pequena escala e os seringais foram abandonados. Contudo, a partir de 2011 a Cooperativa Mista da Floresta Nacional do Tapajós (COOMFLONA), entidade econômica da população tradicional que realiza manejo florestal na UC, decidiu apoiar a atividade, intermediando a compra e venda da matéria prima, tornando a extração do látex uma alternativa de trabalho aos moradores da FNT, mas devido à ausência de conhecimento acerca da capacidade produtiva desses seringais, não foi possível ser conduzida a atividade nos plantios.

Neste contexto, este trabalho objetivou fornecer subsídios para reestruturar a atividade produtiva de *Hevea* em plantações na Floresta Nacional do Tapajós, avaliando os seguintes aspectos: i) características dendrométricas e silviculturais dos seringais; ii) crescimento das árvores de seringueira sob condições de plantio; iii) índices morfométricos e índices de competição com vistas a estabelecer a densidade ótima por hectare da espécie.

2 METODOLOGIA

2.1 Caracterização dendrométrica e avaliação silvicultural

Para a avaliação das características dendrométricas e silviculturais foi utilizado o banco de dados do primeiro inventário 100% dos seringais, realizado no ano de 2013, em que foram incluídas todas as árvores com $DAP \geq 5$ cm, planejado com base nas informações disponíveis sobre os plantios, acerca da sua localização e histórico, similar a estudos realizados por Silva (2002).

No primeiro censo foram avaliadas variáveis quantitativas e qualitativas dos seringais, conforme descrito na Tabela 1. Foi utilizada fita métrica para a medição da circunferência a

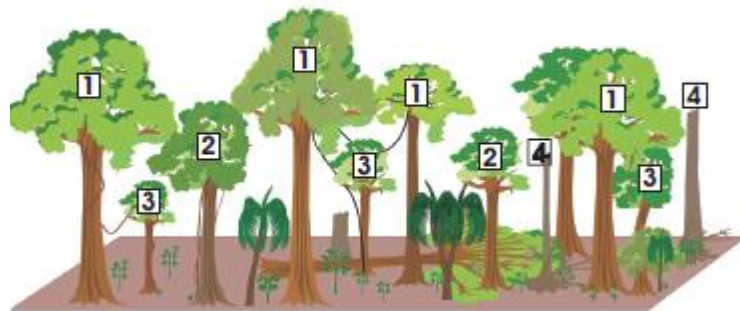
1,30 m do solo (CAP) e um aparelho GPS modelo Garmim 60 Csx para o georreferenciamento das árvores.

Tabela 1 - Dados coletados no inventário 100% dos seringueais.

Variável	Descrição
Nº total de seringueiras	Registro da quantidade e colocação de placas de alumínio nas árvores.
CAP	Mensuração da circunferência, em centímetros, para posterior obtenção do diâmetro a 1,30 m do solo (DAP).
Altura total	Altura do solo ao ápice da árvore, em metros.
Altura do tronco	Altura do solo à primeira bifurcação, em metros.
Iluminação da copa	Iluminação total (1), Iluminação parcial (2), Sombreada (3) ou Árvore sem copa (4).
Estado do painel	Bom estado (1), Estado médio (2) ou Péssimo estado (3).

A variável iluminação da copa indica o nível de exposição da copa à luz, bem como o grau de competição existente com copas de árvores vizinhas (Silva et al. 1995). A Figura 5 detalha a classificação quanto à iluminação da copa realizada durante o inventário.

Figura 5 - Representação das categorias de iluminação da copa em Iluminação total (1), Iluminação parcial (2), Sombreada (3) ou Árvore sem copa (4).



Fonte: Adaptado de Silva e Lopes (1984).

O estado do painel é uma variável qualitativa da porção do fuste direcionada para a sangria. Um fuste em bom estado é caracterizado pela ausência de nós ou acúmulo de borracha ao longo da área de corte; estado médio é a condição intermediária do fuste, com a presença de alguns nós e acúmulo de borracha, mas que não inviabiliza o fluxo de látex durante a sangria; em péssimo estado a presença de nós, o acúmulo de borracha ao longo da área de corte e a ocorrência de pragas e doenças é significativa e limita o escoamento de látex, bloqueando ou retardando a sangria (Figura 6).

Figura 6 - Representação das categorias de estado do painel em Bom estado (A), Estado médio (B) ou Pésimo estado (C).



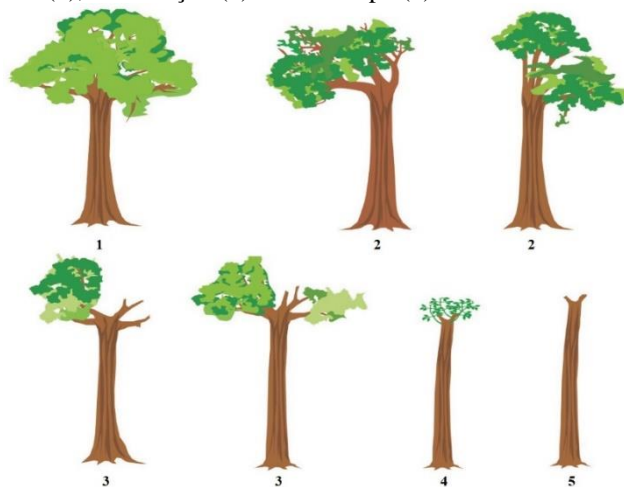
Fonte: Autora.

Em 2018 foi realizado um outro inventário 100% para avaliar a situação silvicultural e o crescimento após cinco anos, período que o seringal manteve-se sem intervenção. Na coleta de dados, que seguiu um processo ziguezague (ida e volta), as árvores foram georreferenciadas e classificadas novamente quanto às variáveis da Tabela 1.

Para comparar as variáveis quantitativas entre as medições, foram selecionadas as seringueiras registradas tanto no primeiro quanto no segundo inventário, e aplicou-se o teste t pareado, a 95% de probabilidade.

Além disso, as seringueiras foram classificadas quanto à forma da copa (Figura 7), conforme metodologia de Silva e Lopes (1984), descrita na Tabela 2. Foi observada ainda a ocorrência de doenças e pragas para avaliação da sanidade dos seringais.

Figura 7 - Representação das categorias de forma das copas em Copa completa normal (1), Copa completa irregular (2), Copa incompleta (3), Rebrotação (4) ou Sem copa (5).



Fonte: Adaptado de Silva e Lopes (1984).

Tabela 2 - Classificação quanto à forma da copa, adaptada de Silva & Lopes (1984).

Forma da copa	Descrição
Copa completa normal	Árvore que apresenta a copa completa e bem distribuída (1).
Copa completa irregular	Árvore com a copa completa, mas mal distribuída, devido a fatores naturais como, crescimento no sentido de áreas com maior incidência de luz (2).
Copa incompleta	Árvore que perdeu parte da copa em virtude de causas naturais ou exploração (3).
Rebrotação	Copa em processo de regeneração, após dano severo como o descapamento (4).
Sem copa	Árvore que perdeu a copa por queda de outras árvores decorrentes da exploração ou de causas naturais (5).

Foi realizada a coleta botânica para a identificação da espécie presente no plantio, conforme métodos tradicionais de montagem da exsicata, prensagem e conservação para posterior identificação botânica de acordo com as indicações de Ming (1996). Cada material foi herborizado, com auxílio de prensa e jornal, levado a estufa com temperatura de 60°C por 72 horas para secagem do material (Figura 8). Após a identificação, as exsicatas foram incorporadas ao herbário da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), situado em Belém, estado do Pará, sob o registro 3441.

Foram feitas imagens em câmera fotográfica digital das exsicatas do material botânico coletado e das seringueiras em campo, as quais foram enviadas ao especialista do herbário, que revisou e confirmou as identificações prévias.

Figura 8 - Coleta e preparação de material botânico para identificação: A – Coleta de material botânico no seringal Terra Rica; B – Confecção de exsicata.

Fonte: Autora.

A estrutura diamétrica foi avaliada por meio de histogramas de frequência com intervalos de classes de 10 cm (Gama et al., 2017). Para comparar as distribuições diamétricas entre os cinco anos, aplicou-se o teste Qui-quadrado, ao nível de significância de 0,05.

Para investigar se houve algum critério de espaçamento na implantação dos plantios, foi elaborado um mapa dos seringais por classe de DAP, a fim de testar a hipótese de que as árvores de maiores classes diamétricas apresentam-se com espaçamento padrão e as classes menores provavelmente não tenham padrão por corresponderem à regeneração natural.

Avaliou-se, ainda, a posição sociológica para descrever a estrutura dos plantios, considerando a estratificação por altura total, com base na média e no desvio padrão da altura total das árvores, sendo: Estrato inferior = $Ht < (\bar{H} - 1s)$; Estrato médio = $(\bar{H} - 1s) \leq Ht < (\bar{H} + 1s)$; Estrato superior = $Ht \geq (\bar{H} + 1s)$, em que \bar{H} = Altura total média, Ht = Altura total e s = desvio padrão da altura total (Souza e Soares, 2013).

Para a caracterização dendrométrica dos seringais foram calculados a média aritmética dos diâmetros (1), o diâmetro médio quadrático (2), a área basal por hectare (3) e altura total média (4), os quais são obtidos da seguinte forma:

$$\bar{d} = \frac{\sum_{i=1}^n DAP_i}{n} \quad (1)$$

Em que: \bar{d} = média aritmética dos diâmetros, em centímetros; DAP_i = diâmetro a 1,30 m do solo da i -ésima árvore, em centímetros; n = número de árvores.

$$q = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n DAP_i^2}{n}} \quad (2)$$

Em que: q = diâmetro médio quadrático em centímetros.

$$G = \frac{\sum g_i}{A} \quad (3)$$

Em que: G = Área basal, em metros quadrados por hectare; g_i = Área seccional da árvore i , em metros quadrados; A = Área da unidade de amostra, em hectares.

$$\bar{H} = \frac{\sum_{i=1}^n Ht_i}{n} \quad (4)$$

Em que: \bar{H} = média aritmética das alturas totais, em metros; Ht_i = altura total da árvore i , em metros.

2.2 Análise do crescimento

Para avaliar o incremento periódico anual em diâmetro de cada seringueira, foi obtida a diferença do valor mensurado no segundo inventário e no primeiro inventário, dividida por cinco, conforme metodologia de Silveira et al. (2015).

De acordo com Finger (1992), o crescimento das árvores sofre influência de fatores genéticos da espécie, os quais interagem com fatores ambientais, com características do solo, e, também, com fatores biológicos como a competição.

2.3 Índices de competição e índices morfométricos

Investigou-se a relação das variáveis morfométricas e de índices de competição com o crescimento em diâmetro dos seringais.

Para caracterizar os índices morfométricos e os índices de competição, foram amostradas aleatoriamente árvores abrangendo a amplitude diamétrica do plantio ($5,0 \text{ cm} \leq \text{DAP} < 97,0 \text{ cm}$), as quais foram denominadas de árvores principais, conforme metodologia de Silveira et al. (2015).

O tamanho amostral foi baseado na variabilidade da produção de látex e para a amostragem das árvores principais, outras características foram investigadas. Para a caracterização dos índices morfométricos, considerando-se a população em estudo como uma população finita, utilizou-se a seguinte expressão (Soares e Paula-Neto, 1997):

$$n = \frac{t^2 \times CV^2}{(E\%)^2 + \frac{t^2 \times (CV)^2}{N}} \quad (5)$$

Em que: n = número de árvores a serem medidas, denominadas árvores principais; t = valor de t associado a um nível de probabilidade e a $n-1$ graus de liberdade; CV = coeficiente de variação da produção de látex; $E\%$ = precisão requerida, em percentagem, 10%; N = número total de árvores da população.

Cada árvore principal teve as seguintes variáveis mensuradas: altura total e altura de fuste medida com hipsômetro TruPulse 360°, em metros; CAP – obtida com auxílio de trena graduada, em milímetros, e convertida em DAP; diâmetro de copa – obtido pela medição de oito raios de copa, utilizando a trena laser do hipsômetro TruPulse 360°, em metros, tomando-

se como ponto de origem a árvore e distanciando-se até o ponto extremo de projeção da copa, conforme metodologia adaptada de Condé et al. (2013), sendo o primeiro raio tomado partindo do ponto cardinal norte e os seguintes medidos na sequência: noroeste, oeste, sudoeste, sul, sudeste, leste e nordeste, determinados com o auxílio de uma bússola.

O comprimento de copa foi determinado pela diferença entre altura total e altura do fuste. Foram calculadas mediante as relações morfométricas ilustradas na Figura 9, as seguintes variáveis (Santos et al., 2015; Silveira et al., 2015; Silva et al., 2017):

a) Diâmetro de copa: calculado pelo dobro da média aritmética dos oito raios de copa medidos:

$$Dc = 2\overline{Rc} \quad \overline{Rc} = \frac{\sum_{i=1}^n Rc_i}{n} \quad (6)$$

Em que: Dc = diâmetro de copa, em metros; Rc_i e \overline{Rc} = raio de copa e média aritmética dos raios de copa em metros, respectivamente.

O diâmetro de copa faz referência à distância entre as linhas de projeção dos pontos mais externos da copa da árvore (DURLO e DENARDI, 1998).

b) Área de projeção da copa: calculada usando os raios médios de copa:

$$Sc = \pi\overline{Rc}^2 \quad (7)$$

Em que: Sc = área de projeção da copa, em m^2 .

Área de projeção da copa refere-se à superfície coberta pela projeção vertical da copa da árvore, usualmente calculada a partir da medição de quatro a oito raios de projeção da copa (DURLO e DENARDI, 1998). Esse índice permite conhecer o espaço ocupado pela árvore (SILVA et al., 2017).

c) Percentagem de copa:

$$Pc = \frac{Cc}{Ht} \times 100 \quad (8)$$

Em que: Pc = Percentagem de copa; Cc = comprimento de copa, em metros; Ht = altura total da árvore, em metros.

A razão do comprimento de copa pela altura total das árvores determina a extensão do tronco referente à copa, isto é, a percentagem do tronco com copa necessária para manter a saúde vital da árvore (SILVA et al., 2017).

d) Formal de copa:

$$Fc = \frac{Dc}{Cc} \quad (9)$$

Em que: Fc = Formal de copa, em metros.

O formal de copa denota o grau de achatamento das copas, sendo caracterizadas como copas esbeltas ao apresentarem valores abaixo de 1; copas achatadas quando apresentarem valores acima de 1 e, quanto menor for o índice, maior a produtividade da árvore (SILVA et al., 2017). Em geral, quanto menor o valor desse índice, maior é a influência das árvores vizinhas na expansão lateral da copa da árvore principal (CUNHA e FINGER, 2013).

f) Grau de esbeltez:

$$GE = \frac{Ht}{DAP} \times 100 \quad (10)$$

Em que: GE = Grau de esbeltez.

O grau de esbeltez indica a instabilidade contra o vento e quanto mais alto, mais suscetível é a árvore (SILVA et al., 2017; CARMONA et al., 2018). A redução do grau de esbeltez aliada ao aumento da altura das árvores indica que, a cada metro que crescem em altura, crescem mais que um centímetro em DAP, tornando-se mais estáveis e robustas (DURLO, 2001).

e) Índice de abrangência:

$$IA = \frac{Dc}{Ht} \times 100 \quad (11)$$

Em que: IA = Índice de abrangência.

O índice de abrangência é dado pela relação entre o diâmetro de copa e a altura total da árvore (DURLO e DENARDI, 1998). Esse índice indica a necessidade de espaço da árvore com o aumento em altura total, ou seja, para uma mesma altura, a árvore que apresentar maior diâmetro de copa atingirá maior espaço (CUNHA e FINGER, 2013).

f) Índice de saliência:

$$IS = \frac{Dc}{DAP} \times 100 \quad (12)$$

Em que: IS = Índice de saliência.

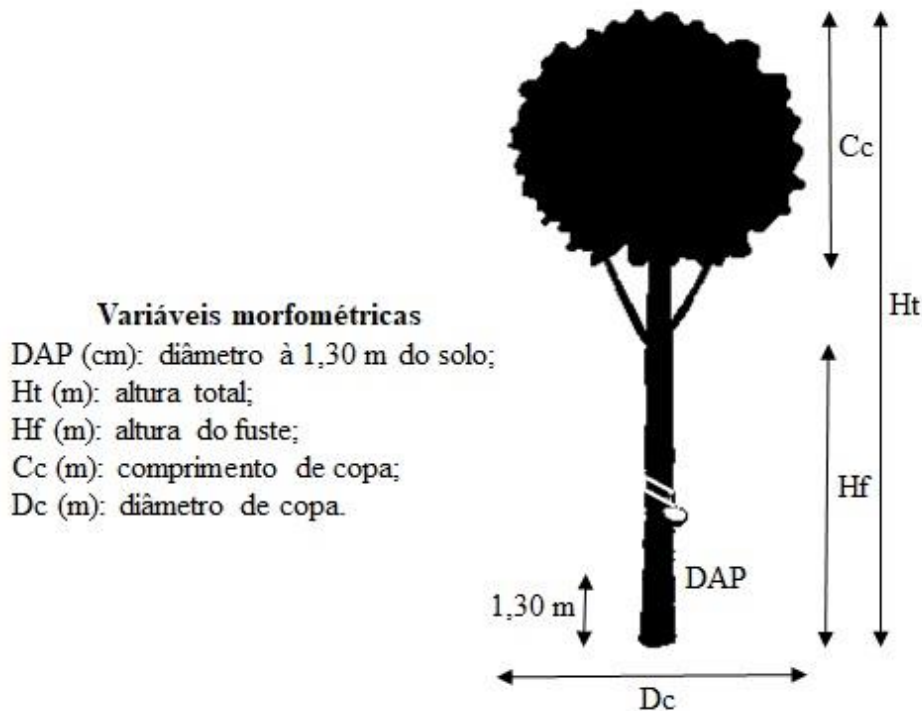
O índice de saliência determina o vigor entre árvores com o mesmo diâmetro e indica o espaço necessário para o crescimento à medida que a árvore cresce em diâmetro; a redução do índice pode sugerir que o indivíduo esteja sob forte competição (CUNHA e FINGER, 2013).

Considerando a média do índice de saliência e do diâmetro de copa como constante, determinou-se a densidade ótima por hectare, conforme metodologia de Silva et al. (2017):

$$NO = \frac{IS * DAP}{Dc} \quad (13)$$

Em que: NO = número de árvores ótimo por hectare.

Figura 9 - Representação da altura total e do tronco, comprimento de copa e diâmetro de copa.



Fonte: Autora.

Cada árvore principal teve as distâncias medidas com trena laser até as árvores vizinhas e concorrentes, as quais tiveram suas alturas totais e DAP mensurados, para se quantificar a concorrência por meio de cálculos dos índices de competição, dependentes e independentes da distância para cada árvore principal (Tabela 3).

Como critério para definir árvores vizinhas e árvores concorrentes foi considerada a metodologia de Santos et al. (2015): árvores vizinhas consistiram nas seringueiras mais próximas às árvores principais; árvores concorrentes consistiram nas árvores vizinhas com circunferência a 1,30 m do solo maior que a árvore principal no ponto amostral.

Tabela 3 - Índices de competição utilizados na determinação da concorrência em plantios de seringueira abandonados na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, Pará. Adaptado de Silveira et al. (2015).

Índice	Fórmula	Tipo de relação com a distância	Fonte
BAL (Bal_i)	$Bal_i = \sum_{j=i}^{n_j} G_j$	Independente	Davis (2001)
Glover & Holl (GH_i)	$GH_i = d_i^2 / \bar{d}^2$	Independente	Husch et al. (2003)
Hegyí (H_i)	$H_i = \sum_{j=1}^{n_j} \frac{(d_j/d_i)}{l_{ij}}$	Dependente	Gadow e Hui (1999)
Razão altura/distância (RHL_i)	$RHL_i = \sum_{j=1}^{n_j} h_j / l_{ij}$	Dependente	Husch et al. (2003)

n: número de árvores concorrentes; G_j : área basal das árvores concorrentes (m^2); d_i : DAP da árvore principal (cm); \bar{d} : DAP médio das árvores vizinhas (cm); d_j : DAP das árvores concorrentes (cm); l_{ij} : distância entre árvore principal i e árvore concorrente j (m); h_j : altura total das árvores concorrentes (m); i : número de ordem da árvore principal; j : número de ordem da árvore concorrentes.

Para averiguar a existência de relação entre as variáveis morfométricas e os índices de competição com o crescimento das seringueiras foi usado o índice de correlação de Pearson (r). As análises estatísticas foram realizadas, utilizando-se os softwares BioEstat versão 5.0 (AYRES, 2007) e R versão 3.5.1 (R CORE TEAM, 2018).

3 RESULTADOS

Em 2013 foram inventariadas 2.965 seringueiras e, em 2018, foram registradas 2.927, indicando uma densidade de 97,9 indivíduos. ha^{-1} e 96,6 indivíduos. ha^{-1} , respectivamente. No segundo inventário, atestou-se a morte de 56 seringueiras e foram registradas 44 ingressos. Além disso, algumas árvores inventariadas em 2013 não foram encontradas.

Estatísticas descritivas de DAP, altura total e altura do tronco são mostradas na Tabela 4. No primeiro inventário, os maiores e menores valores de DAP encontrados foram 89,13 cm e 6,68 cm, respectivamente. Cinco anos depois, os maiores e menores valores de DAP registrados nos plantios foram 96,77 cm e 10,5 cm, respectivamente.

Tabela 4 - Estatística descritiva dos conjuntos de dados de DAP, altura total e altura do tronco em plantios de seringueira abandonados na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, Pará.

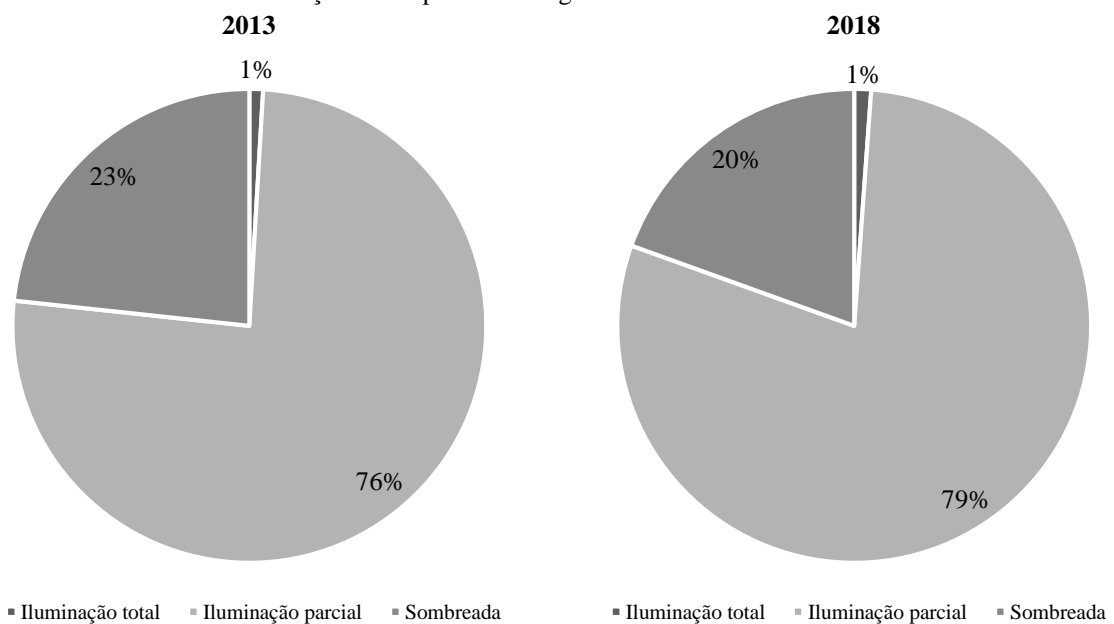
Medidas Descritivas	DAP (cm)		Altura total (m)		Altura do fuste (m)	
	2013	2018	2013	2018	2013	2018
Média Aritmética	35,68	36,55	18,39	15,73*	5,96	6,86*
Mínimo	6,68	10,50	5,00	3,00	1,00	1,00
Máximo	89,13	96,77	36,00	29,00	25,00	20,00
Desvio Padrão	11,44	11,82	5,41	3,76	3,27	3,31
Coefficiente de Variação	0,32	0,32	0,29	0,24	0,55	0,48

Em que: N: número de observações; DAP: diâmetro a 1,30 m do solo; * diferença significativa pelo teste t pareado, a 95% de probabilidade.

Constatou-se que a média da altura total das seringueiras foi menor em 2018, e os valores mínimos e máximos dessa estimativa também foram inferiores ao primeiro inventário. Atribui-se a esse resultado à ocorrência de mortalidade e ingressos nos plantios. Quanto à altura do fuste, observou-se um aumento médio de, aproximadamente, um metro entre os inventários. Além da mortalidade e ingressos, ressalta-se que as variáveis altura total e altura do fuste foram estimadas por equipes diferentes de inventário e, desse modo, há de se considerar um erro de estimativa.

Quanto à iluminação da copa, a classificação se manteve semelhante entre os inventários. Contudo, cinco anos após o primeiro censo, 3% a mais das seringueiras passaram a ter a copa totalmente sombreada (Figura 10).

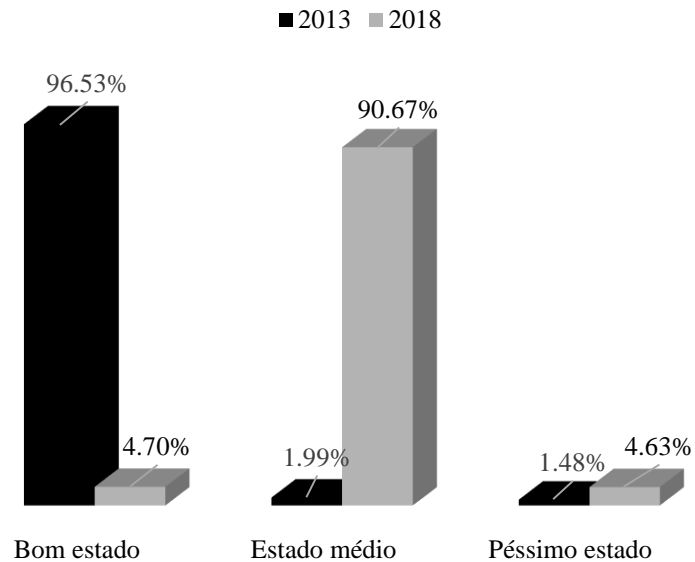
Figura 10 - Percentual de iluminação das copas das seringueiras inventariadas nos anos de 2013 e 2018.



Fonte: Autora.

Quanto ao estado do painel, constatou-se uma perda na qualidade entre 2013 e 2018 (Figura 11). Aproximadamente 95% das seringueiras classificadas com painel em bom estado no primeiro inventário decaíram para estado médio e péssimo estado.

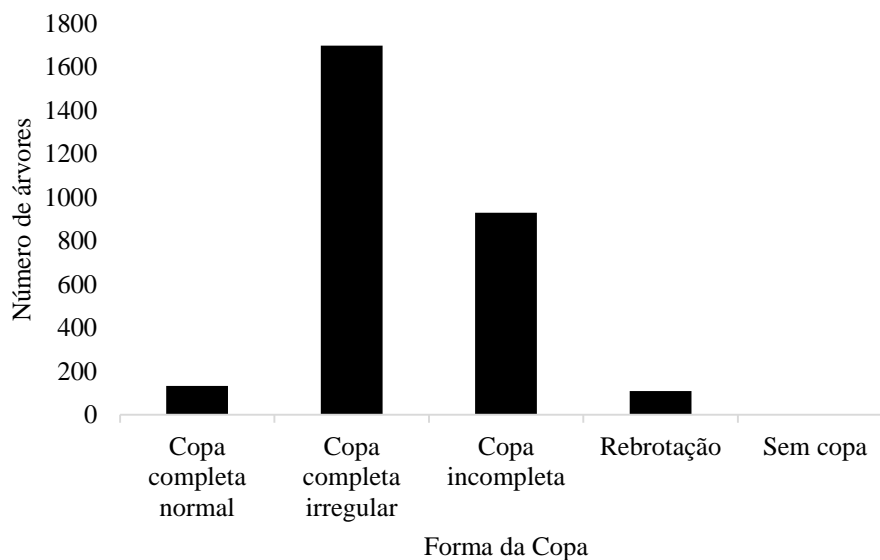
Figura 11 - Percentual de estado do painel das seringueiras inventariadas nos anos de 2013 e 2018.



Fonte: Autora.

Quanto à forma da copa, foi observado que a maioria (67,29%) das seringueiras possuem a copa completa normal ou irregular (Figura 12). Apenas 0,08% das árvores se apresentam sem copa.

Figura 12 - Classificação das seringueiras quanto à forma da copa.

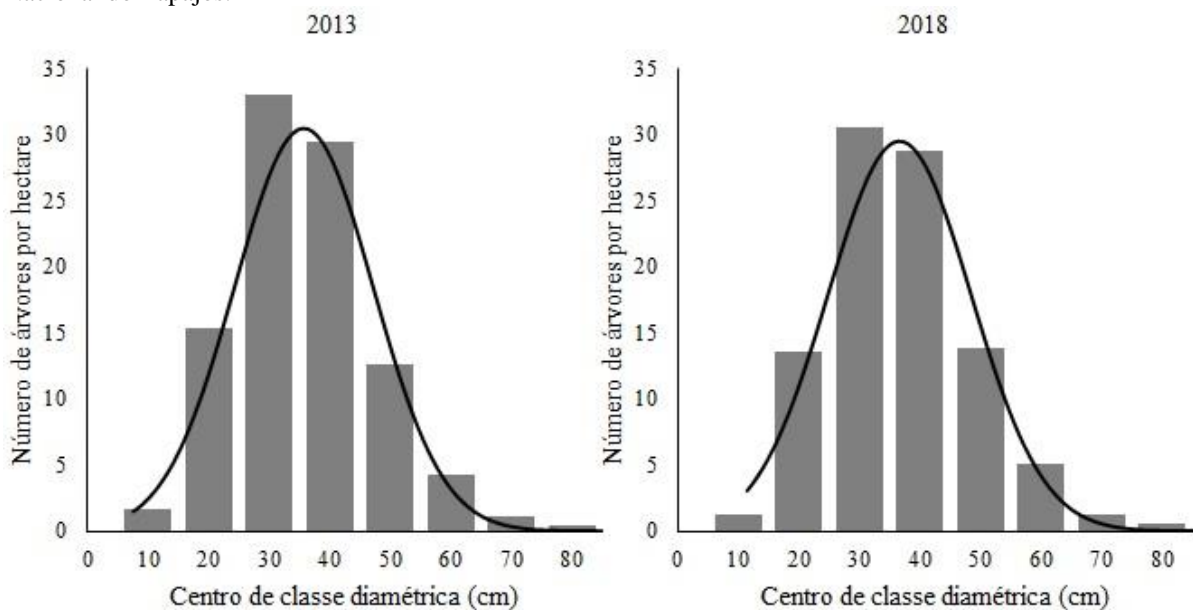


Fonte: Autora.

De modo geral, não foi constatado problemas de sanidade nos plantios. Apenas 15 árvores apresentaram indícios de doença, cujo diagnóstico indicava podridão. Ainda avaliando a sanidade dos seringais, constatou-se a presença de pragas em cinco indivíduos. Quanto à identificação botânica, atestou-se a ocorrência da espécie *Hevea guianensis* Aubl.

A partir da análise dos histogramas de frequência ilustrados na Figura 13, observou-se que os plantios apresentaram baixo número de indivíduos nas classes diamétricas inferiores e elevada frequência nas classes intermediárias, com redução acentuada no sentido das maiores classes tanto no ano de 2013 quanto em 2018. Quando comparadas as distribuições diamétricas, foi possível verificar que estatisticamente não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre os inventários, ou seja, a estrutura dos seringais cinco anos após o primeiro inventário é igual, conforme teste Qui-quadrado.

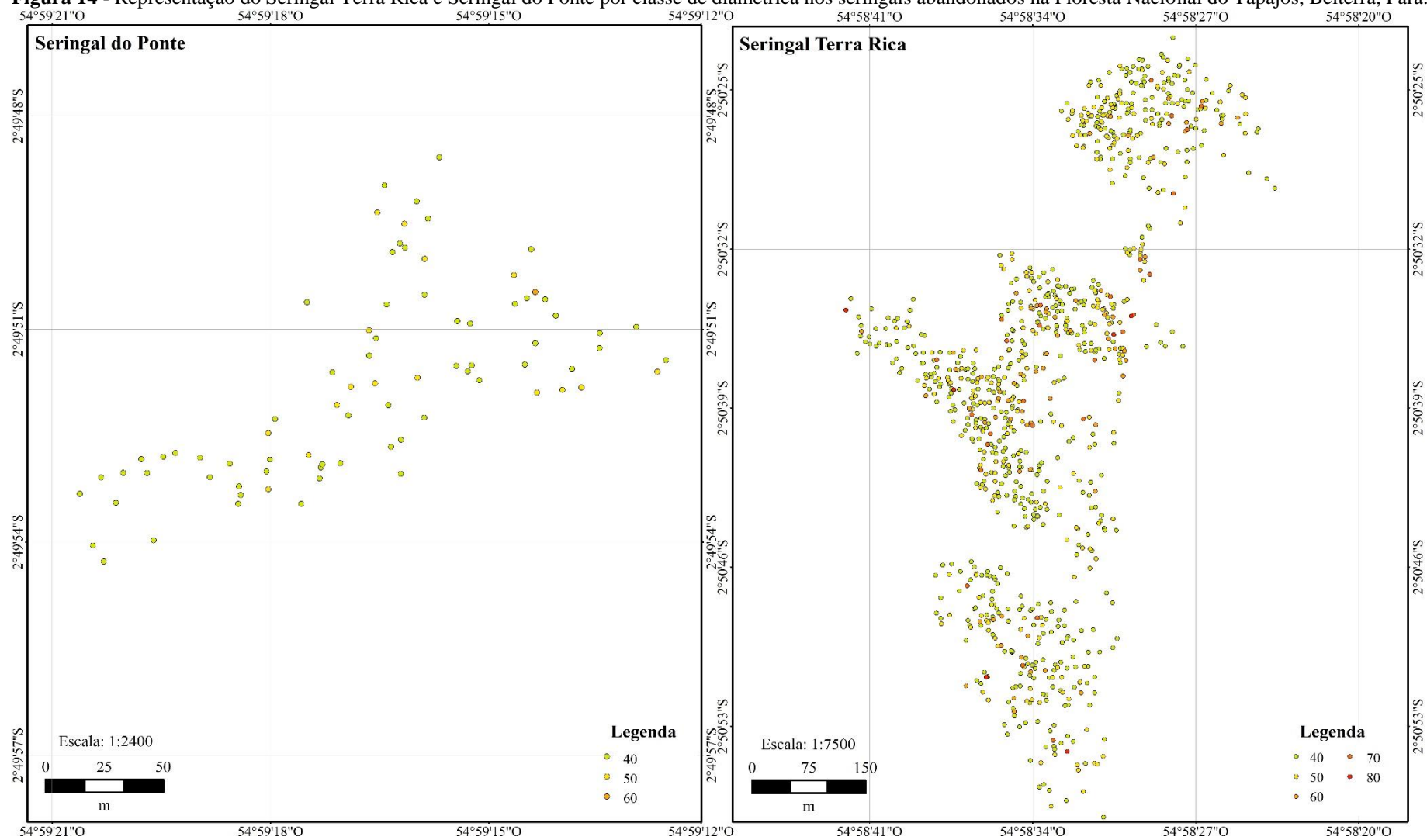
Figura 13 - Distribuição diamétrica das seringueiras em 2013 e 2018 nos plantios abandonados na Floresta Nacional do Tapajós.



Fonte: Autora.

O mapa dos seringais por classe de DAP evidenciou que as árvores de maiores classes diamétricas apresentam uma tendência de espaçamento, acompanhando o gradiente de declividade do terreno (Figura 14).

Figura 14 - Representação do Seringal Terra Rica e Seringal do Ponte por classe de diamétrica nos seringais abandonados na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, Pará.



Fonte: Autora.

Considerando a estratificação por altura total, a estrutura dos plantios manteve-se semelhante entre os anos inventariados (Tabela 5). A maioria das árvores concentrava-se no estrato médio ($12,97 < Ht < 23,80$) em 2013 e no inventário de 2018, 68,52% das seringueiras continuaram no mesmo estrato ($11,97 < Ht < 19,50$). Houve uma redução de 1,79% do percentual de indivíduos no estrato inferior entre 2013 e 2018, indicando que, mesmo sem a condução de tratamentos silviculturais, houve crescimento das árvores.

Tabela 5 - Percentual da estimativa da variável altura total por estrato nos seringais abandonados na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, Pará.

Estrato de Altura Total	Inventário 100%	
	2013	2018
Inferior	14,67%	12,88%
Médio	67,05%	68,52%
Superior	18,28%	18,59%

Observam-se na Tabela 6 os valores das variáveis dendrométricas diâmetro, altura total, diâmetro médio quadrático e área basal por hectare dos seringais avaliados.

Tabela 6 - Caracterização dendrométrica dos seringais abandonados na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, Pará.

Ano	\bar{d} (cm)	\bar{H} (m)	q (cm)	G ($m^2 \cdot ha^{-1}$)
2013	35,7	18,4	37,5	10,8
2018	36,5	15,7	38,4	11,0

Em que: \bar{d} : média aritmética dos diâmetros, \bar{H} : altura total média, q: diâmetro médio quadrático, G: área basal por hectare.

Os valores médios das variáveis morfométricas são apresentados na Tabela 7, em que se observa a heterogeneidade entre as árvores amostradas, indicada pela variabilidade dos diâmetros e alturas. O DAP variou de 15,9 cm até 78,6 cm entre as classes diamétricas e o diâmetro de copa variou de 9,3 m até 13,9, indicando que o diâmetro da copa é 42 e 18 vezes maior que os DAP nas classes, respectivamente, os quais são confirmados pelo índice de saliência.

Tabela 7 - Variáveis morfométricas das árvores principais nos seringais abandonados na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, Pará.

Variável	Centro de Classe de DAP								Média
	10	20	30	40	50	60	70	≥ 80	
Nº de árvores	1	13	22	22	28	10	5	2	-
DAP (cm)	15,9	22,7	30,7	40,8	50,1	60,8	69,8	78,6	46,2
Altura Total (m)	10,0	14,2	14,3	18,2	18,3	21,2	22,0	21,0	17,4
Altura do Fuste (m)	8,9	10,8	5,4	6,0	4,7	6,1	5,5	6,3	6,7
Comprimento de copa (m)	1,0	3,2	4,6	7,4	7,1	8,7	11,0	8,0	6,4
Diâmetro de Copa (m)	13,5	9,4	11,0	11,1	12,2	13,2	12,9	13,9	12,2
Área de Projeção da Copa (m ²)	143,1	81,0	102,7	106,9	127,9	144,9	133,4	156,6	124,6
Porcentagem de Copa (%)	10,0	20,8	29,9	40,1	39,1	41,2	50,3	38,0	33,7
Formal de Copa	13,5	5,5	3,8	1,7	2,0	2,3	1,2	1,8	4,0
Grau de Esbeltez	62,8	63,3	46,9	44,8	36,7	35,0	31,6	26,7	43,5
Índice de Abrangência	1,4	0,7	0,8	0,6	0,7	0,6	0,6	0,7	0,8
Índice de Saliência	84,8	41,8	36,5	27,3	24,7	21,7	18,5	17,7	34,1

Considerando a média geral encontrada para o índice de saliência, a densidade ótima máxima dos plantios seria em torno de 130 árvores.ha⁻¹, para não haver competição por copa.

Na Tabela 8 são apresentados os resultados médios, mínimos e máximos dos índices de competição avaliados para as seringueiras nos plantios.

Tabela 8 - Índices de competição calculados para os seringais abandonados na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, Pará.

Índice de competição	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
Bal_i	0,24	0,13	0,03	0,54
GH_i	1,40	1,17	0,15	8,23
H_i	0,27	0,09	0,12	0,54
RHL_i	3,36	0,89	1,82	5,81

Em que: Bal_i : índice de BAL; GH_i : índice de Glover & Holl; H_i : índice de Hegyi; RHL_i : relação entre altura das árvores competidoras e distância entre a árvore central i e a árvore competidora j; i: número de ordem da árvore central; j: número de ordem da árvore competidora.

Os resultados da análise de correlação de Pearson (r) do incremento em diâmetro com as variáveis morfométricas e os índices de competição para os plantios são apresentados na Tabela 9.

Tabela 9 - Variáveis morfométricas das árvores principais dos seringais abandonados na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, Pará.

Variável	r
Comprimento de copa (m)	0,0633 ^{ns}
Diâmetro de Copa (m)	0,1455 ^{ns}
Área de Projeção da Copa (m ²)	0,1552 ^{ns}
Percentagem de Copa (%)	0,0230 ^{ns}
Formal de Copa	-0,1274 ^{ns}
Grau de Esbeltez	-0,2608 [*]
Índice de Abrangência	-0,0295 ^{ns}
Índice de Saliência	-0,1984 [*]
Bal_i	0,0316 ^{ns}
GH_i	0,0604 ^{ns}
H_i	-0,1686 ^{ns}
RHL_i	0,0464 ^{ns}

Em que: r: coeficiente de correlação linear de Pearson; Bal_i : índice de BAL; GH_i : índice de Glover & Holl; H_i : índice de Hegyi; RHL_i : relação entre altura das árvores concorrentes e distância entre a árvore principal i e a árvore concorrente j; i: número de ordem da árvore principal; j: número de ordem da árvore concorrente; ns: valor de r com probabilidade não significativa; *: valores de r significativos a 5% de probabilidade.

Segundo os valores da Tabela 9, as correlações foram baixas, entretanto, o crescimento apresentou correlação significativa com o índice de saliência ($r = -0,1984$) e o grau de esbeltez ($r = -0,2608$), cujo sinal negativo indica que quanto maior o índice de saliência e o grau de esbeltez, menor é o crescimento.

4 DISCUSSÃO

A densidade encontrada nos seringais é inferior ao registro de Gama et al. (2017), que avaliaram a densidade de seringais plantados aleatoriamente em Jaramaquá, município de Belterra, comunidade ribeirinha mais próxima ao seringal Terra Rica e seringal do Ponte, na Floresta Nacional do Tapajós. Os autores registraram uma densidade de 285,6, 307,6 e 210,3 indivíduos.ha⁻¹ em áreas de terra firme na serra, terra firme no quintal e igapó, respectivamente.

Contudo, ressalta-se que, na comunidade Jaramaquá, os plantios são mais antigos, pois a “economia da borracha” na região realizou-se dentro de ciclos econômicos e a região de Belterra foi extensamente utilizada, uma vez que o município foi fundado como vila por norte-americanos com o interesse principal na produção de látex para atender a demandas do mercado externo (SILVA et al., 2016). Além disso, os seringais de Jaramaquá encontram-se ativos e reúne os mais antigos seringueiros e a produção de látex é a base econômica dos comunitários.

Comparada à densidade de seringais na região do Médio Amazonas, estado do Amazonas, cuja característica de não se enquadrar como os seringais nativos tradicionais da Amazônia e nem como os plantios convencionais é semelhante à área em estudo, o seringal Terra Rica e seringal do Ponte tiveram densidade elevada, considerando que os autores encontraram densidade de 144,0 árvores.ha⁻¹ para terra firme (ARAÚJO, 2010).

A heterogeneidade entre as árvores, indicada pela variabilidade dos diâmetros e alturas nos seringais demonstrou que, embora sejam seringais de cultivo, o Terra Rica e o seringal do Ponte apresentam alta variabilidade, o que segundo Scolforo (2005), é característico de povoamentos mal formados ou mal conduzidos.

Quanto à iluminação, observou-se que os seringais estão predominantemente sombreados. Esse resultado carrega uma informação relevante, considerando que o grau de insolação é um dos fatores que afetam a produção do látex, sendo as árvores mais abrigadas do sol as mais produtivas (GAMA et al., 2017).

Há uma correlação negativa entre a produção de látex e a radiação e, embora a luz seja imprescindível como uma fonte primária de energia na fotossíntese e, conseqüentemente, na produção de látex, ao se tornar a água um fator limitante, a luz ou sol promove a transpiração e limita água necessária no processo de escoamento do látex (EVERS, 1960; JACOB, 1989).

A perda na qualidade do estado do painel entre os anos de 2013 e 2018 é resultado do abandono dos plantios. Nos seringais ativos, as intervenções silviculturais impedem a presença de patógenos e o manejo adequado dos plantios permite uma boa capacidade de regeneração dos painéis, o que favorece a sustentabilidade da produção (GONÇALVES; FONTES, 2009). Os seringais se encontram, predominantemente, com os painéis em estado médio, ou seja, uma condição intermediária, mas que ainda não inviabiliza o fluxo de látex durante a sangria. Contudo, esse resultado ressalta a importância e necessidade de adoção de tratamentos silviculturais e manejo adequado dos plantios.

Ao avaliar a forma da copa, característica considerada por Silva et al. (2005) relevante para o crescimento das árvores, constatou-se que a maioria das seringueiras possui a copa completa normal ou irregular e apenas três árvores estão sem copa. Considerando que os plantios estão abandonados, esse resultado é positivo, uma vez que árvores cujas copas são bem formadas, geralmente, apresentam maior crescimento do que aquelas com copas incompletas ou mal distribuídas (SILVA, 1989).

A avaliação da sanidade dos plantios evidenciou que, embora se encontrem abandonados e estejam sem manutenção, os plantios mantêm-se predominantemente sadios, pois menos de 1% das seringueiras apresentou doença ou praga. Esse resultado é extremamente satisfatório, uma vez que a resistência a doenças é um fator limitante para a produção de látex (GONÇALVES et al., 2002).

A distribuição diamétrica dos seringais corroborou com os resultados de Gama et al. (2017), para os seringais cultivados em Jamaraquá, e Araújo (2010), para seringais no Médio Amazonas. O padrão de distribuição encontrado é o mais comum para plantios, ao contrário de populações nativas, onde essa distribuição indicaria desequilíbrio entre mortalidade e recrutamento, causada por prováveis perturbações (HIGUCHI, 2007).

Não houve diferença significativa entre os inventários, quando comparadas as distribuições diamétricas, isto é, após cinco anos os seringais se mantiveram estruturalmente iguais, sem crescimento em diâmetro significativo. Esse diagnóstico ressalta a necessidade de manejo dos plantios a partir da aplicação de tratamentos silviculturais, os quais refletirão no crescimento e desenvolvimento dos seringais (CARVALHO, 1980).

De acordo com Amaral et al. (1998), os tratamentos silviculturais podem ser aplicados para reduzir a competição e favorecer o aumento do crescimento das árvores, como desbaste, anelamento, envenenamento e corte de varas indesejáveis, eliminando o excesso de plantas que não terão espaço suficiente para crescer e valorizando mais o povoamento. Dentre os critérios a serem considerados durante os tratamentos silviculturais para reduzir ou eliminar a competição, ressaltam-se as condições edafoclimáticas e o grau de abertura do dossel, pois a intensidade da radiação solar deve ser suficiente para favorecer o plantio. (EMBRAPA, 1999)

Observou-se que os plantios não apresentam um padrão de espaçamento como em povoamentos convencionais. Contudo, as seringueiras mais antigas, provavelmente as primeiras plantadas nesses locais, representadas no mapa por classe diamétrica, estão equidistantes a uma média de oito metros, dispostas em linhas que acompanham a declividade do terreno, confirmando a hipótese de utilização de um critério de espaçamento na implantação do povoamento e que as árvores de menor diâmetro com distribuição aleatória correspondem à regeneração natural dos seringais.

Características de espaçamento semelhantes também foram descritas por Araújo (2010), em seringais na região do Médio Amazonas, onde estes foram denominados “seringais manejados”, uma vez que diferiam dos plantios de seringueira convencionais, em padrão de

espaçamento e homogeneidade, e dos seringais nativos tradicionais da Amazônia, em densidade de indivíduos e no grau de domesticação do ambiente.

Ressalta-se a importância da distribuição espacial das seringueiras dentro de uma unidade produtiva manejada, por possibilitar um aproveitamento eficiente da área e permitir a melhor administração das atividades, com a realização de planejamento e organização para evitar desgaste devido a grandes esforços de trabalho, necessários no sistema de exploração nos seringais (EMBRAPA, 2001).

Embora os seringais estejam sem a condução de tratamentos silviculturais, algumas árvores passaram do estrato inferior para o médio, indicando que houve crescimento em altura total das árvores. Durante o segundo inventário constatou-se a queda de árvores e abertura de dossel em determinados pontos (Figura 15), o que provavelmente favoreceu o crescimento em altura dessas árvores, uma vez que a formação de pequenas clareiras favorece as espécies clímax, preenchendo o dossel pelo crescimento lateral (REIS, 2017).

Figura 15 – Registro de árvores caídas e abertura de dossel durante inventário florestal no Seringal Terra Rica e Seringal do Ponte, Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, Pará.



Fonte: Autora.

Com relação aos resultados do presente estudo em comparação à caracterização dendrométrica realizada por Ribeiro (2013), ao analisar um plantio homogêneo de *Hevea brasiliensis* a pleno sol, com idade variando de 22 a 24 anos, localizado em Linhares, Estado do Espírito Santo, o autor encontrou uma média aritmética de DAP de 13,4 cm e altura total média de 12,4 m, amostrando 196 seringueiras. O valores de diâmetro médio quadrático e área basal do povoamento foram de 14,2 cm e 34,7 m².ha⁻¹, respectivamente.

Observa-se que a média de diâmetro e altura total, bem como o diâmetro médio quadrático foram inferiores em comparação aos plantios em estudo, sendo explicados pela idade do povoamento, por ser mais jovem. Contudo, destaca-se a área basal do plantio, que apresentou valor três vezes maior do que os seringais Terra Rica e Ponte. A área basal possui uma relevância biológica a ser considerada em virtude de sua relação com a porção do fuste destinada à translocação de seiva, com a área de projeção de copa, ou seja, a ocupação do espaço de crescimento pela árvore, e com a superfície foliar (MACHADO & FIGUEIREDO FILHO, 2003).

A análise dos índices morfométricos é um bom indicador de desbaste e concorrência em plantios, fornecendo resultados para práticas silviculturais (SILVA et al., 2017). Os valores das variáveis morfométricas de *Hevea guianensis* encontrados no seringal Terra Rica e seringal do Ponte indicaram a variabilidade de diâmetro e altura existente no povoamento.

A relação entre o diâmetro de copa e o diâmetro à altura do peito é denominada índice de saliência, índice que influencia o espaço livre em torno de cada árvore (ORELLANA & KOEHLER, 2008; SILVEIRA et al., 2015). Observou-se nos plantios a redução no índice de saliência com o aumento em diâmetro, o que, de acordo com Silva et al (2017), indica a necessidade de realizar o desbaste no povoamento.

A falta de intervenção nos seringais e a caracterização dendrométrica demonstraram a necessidade de realização de tratamentos silviculturais para que as atividades de produção nos plantios sejam retomadas. De acordo com Durlo e Denardi (1998), em áreas com características de povoamentos mistos e inequiâneos como os seringais em estudo, é possível utilizar o índice de saliência para determinar o espaço a ser liberado ao redor de uma árvore e otimizar seu crescimento sem concorrência. Essa variável pode, portanto, ser utilizada como indicadora de desbaste.

O índice de saliência encontrado neste estudo é considerado alto (média = 34,13), quando comparado ao registrado por Santos et al. (2015) em povoamento não manejado de *Ocotea porosa*, no estado do Paraná (média = 21). Tonini e Arco-Verde (2005), afirmam que existe alta competição em povoamentos quando o índice de saliência é superior a 25.

Quanto à percentagem de copa, os valores variaram de 10,00% até 37,95%, com uma média geral de 33,66%, indicando que as seringueiras nos plantios estudados, com altura total média de 17,41 m, têm aproximadamente 6,37 m de copa. Portanto, pode-se afirmar que,

independente da classe diamétrica, entre 10,00% e 37,95% da altura total das seringueiras são para distribuição de sua copa, vitalidade e produtividade para crescimento (SILVA et al., 2017).

O índice formal de copa expressa a capacidade fotossintética, isto é, a produtividade da árvore (CUNHA e FINGER, 2013). Nos seringais, o formal de copa médio foi de 3,98, variando entre 1,23 e 13,50, caracterizando copas mais achatadas.

O formal de copa consiste na relação entre o diâmetro de copa e a altura da copa e serve como critério para a definição de desbastes e indica que para uma mesma espécie e sítio, quanto menor o seu valor, maior é a produtividade da árvore (DURLO e DENARDI, 1998). Nesse sentido, se as seringueiras avaliadas apresentarem o mesmo diâmetro de copa, a que tiver um menor formal, ou seja, aquela que tiver copa mais esbelta, produzirá mais por unidade de projeção de copa, visto que apresentará maior manto de copa, para uma mesma área de projeção.

Valores baixos de grau de esbeltez indicam que as árvores estão crescendo mais em diâmetro do que em altura (TONINI e ARCO-VERDE, 2005) Nos seringais avaliados, esse índice variou de 26,71 a 62,83 entre as classes diamétricas, demonstrando que nas maiores classes de DAP as árvores crescem mais em diâmetro do que altura e nas menores classes estão as árvores mais instáveis.

Desse modo, pode-se descrever que *Hevea guianensis* é suscetível à ação do vento, diagnóstico constatado em campo, quando, após uma ventania forte ocorrida no primeiro semestre de 2018, encontraram-se alguns indivíduos dessa espécie caídos, provavelmente derrubados pela ação do vento.

O índice de abrangência, determinado pela relação entre o diâmetro de copa e a altura total da árvore (SILVA et al., 2017), variou de 0,61 a 1,35 entre as classes diamétricas. Resultados semelhantes foram encontrados por Orellana & Koehler (2008), segundo os quais este índice também pode ser utilizado como critério para tomada de decisão em um plano de desbaste.

Ao analisar os índices de competição independentes da distância, índice de BAL (Bal_i) e índice de Glover & Hool. (GH_i), verificou-se que, de acordo com o índice de BAL ($Bal_i = 0,24$) as seringueiras sofrem baixa influência da concorrência nos plantios, uma vez que, quanto maior o índice BAL, mais competição sofre a árvore em questão (SILVEIRA et al., 2015). Analisando a morfometria e a competição com o crescimento de *Trichilia clausenii*, esses autores verificaram que a espécie sofria influência da concorrência ao constatarem $Bal_i = 18,57$ valor superior ao encontrado para *Hevea guianensis* nos seringais em estudo.

Em contrapartida, o índice de Glover & Hool aponta que quanto maior o valor, mais a árvore principal está livre das concorrentes, ou seja, menor é a competição sofrida, tendo Silveira et al. (2015) encontrado $GH_i = 0,6$ para *Trichilia clausenii*, valor inferior ao encontrado para *Hevea guianensis*, esse resultado revela, portanto, que as árvores dessa espécie estão com o crescimento influenciado pelas árvores vizinhas. Ao avaliar um povoamento de *Ocotea porosa* implantado em 1967 no Paraná, Santos et al. (2012), ratificaram que esse valor indica o alto grau de competição, com seu crescimento influenciado pelas árvores vizinhas, ao encontrarem 1,29 para o índice de Glover & Hool, valor ainda inferior ao encontrado para *Hevea guianensis* nos plantios ($GH_i = 1,40$).

Quanto aos índices dependentes da distância, tanto o índice de Hegyi (H_i) quanto a relação altura/distância (RHL_i) das árvores concorrentes, demonstraram a existência de competição, confirmando os resultados do índice de Glover & Hool e indicando que as árvores principais sofrem grande concorrência das árvores vizinhas. Quanto maiores esses valores e maior a proximidade das árvores vizinhas, maior será sua influência sobre o crescimento da árvore principal.

Embora o crescimento em cinco anos entre o primeiro e último inventário não tenha sido significativo, investigou-se a correlação dos índices de competição e das variáveis morfométricas com o incremento diamétrico para investigar o que pode estar influenciando o desenvolvimento dos seringais. Observou-se uma baixa correlação de modo geral, mas o índice de saliência e o grau de esbeltez apresentaram correlação significativa.

As árvores mais instáveis, ou seja, com maior grau de esbeltez, se concentram nas menores classes diamétricas. Do mesmo modo, as árvores menos eficientes na utilização do espaço, isto é, com maior índice de saliência, também concentram-se nas menores classes de diâmetro, reiterando a necessidade de desbaste nos plantios, de modo a eliminar as árvores mais finas e que crescem menos para favorecer o crescimento das seringueiras remanescentes e elevar a produção.

Para evitar possíveis perdas de incremento e, conseqüentemente de produtividade das seringueiras, considerando a média geral encontrada para o índice de saliência, a densidade ótima máxima ficaria próximo à 130 árvores.ha⁻¹, para não haver competição por copa. Sendo 83,74 e 217,99 o número de árvores por hectare no seringal Terra Rica e seringal do Ponte, respectivamente, seria necessário um desbaste de, aproximadamente, 40% no seringal do Ponte para abrir o dossel do povoamento. No entanto, Silva et al. (2017) afirmam que em

povoamentos mais antigos, com diâmetros acima de 55 cm, como o seringal Terra Rica e o seringal do Ponte, a densidade deve ser próximo a 58 árvores.ha⁻¹.

5 CONCLUSÃO

As características dendrométricas, silviculturais e o crescimento em diâmetro de *Hevea guianensis* são influenciadas pela ausência de intervenção no plantio.

A relação entre as variáveis dendrométricas, morfométricas e os índices de competição mostrou que o crescimento em diâmetro teve correlações moderadas e fracas com todas as variáveis. No entanto, apresentou correlação significativa com o grau de esbeltez e índice de saliência.

Para manter a produtividade nas atuais condições do povoamento é necessário permanecer com uma quantidade máxima de 130 árvores.ha⁻¹, considerando os valores encontrados para o índice de saliência, índice de abrangência e área de projeção de copa para a densidade ótima.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, P.; VERÍSSIMO, A.; BARRETO, P.; VIDAL, E. **Floresta para sempre: um manual para a produção de madeira na Amazônia**. Belém: Imazon, 1998. 131 p.
- ARAÚJO, E. R. **Caracterização de três seringais manejados em terra firme, várzea e terra preta de índio no médio Amazonas**. 2010. 87 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 2010.
- AYRES, M.; AYRES JÚNIOR, M.; AYRES, Da. L.; SANTOS, A. S. **BioEstat 5.0: aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas**. Belém: MCT; IDSM; CNPq, 2007. 364 p.
- BENESI, J. F. C. **Novas Técnicas de Exploração do Seringal**. Disponível em: <<http://www.heveabrasil.com/palestras/Novas%20formas%20de%20explora%C3%A7%C3%A3o%20do%20I%C3%A1tex.pdf>>. Acesso em: 15 dezembro 2018.
- CARMONA, I. N.; AQUINO, M. G. C.; ROCHA, D. I. S.; SILVA, J. J. N.; FICAGNA, A. G.; BALONEQUE, G. D.; OTAKE, M. Y. F. PAULETTO, D. Variáveis morfométricas de três espécies florestais em sistema agroflorestal. **Agroecossistemas**, v. 10, n. 1, p. 131-144, 2018.
- CARVALHO, J. O. P. **Inventário diagnóstico da regeneração natural da vegetação em área da Floresta Nacional do Tapajós**. Belém, Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido, 1980. 23 p. ilustr. (EMBRAPA.CPATU. Boletim de Pesquisa).

- CONDÉ, T. M.; LIMA, M. L. M.; LIMA NETO, E. M.; TONINI, H. Morfometria de quatro espécies florestais em sistemas agroflorestais no município de Porto Velho, Rondônia. **Revista Agro@ambiente On-line**, Boa Vista, v. 7, n. 1, p. 18-27, 2013. Disponível em: <<http://revista.ufrb.br/index.php/ agroambiente/article/viewFile/932/1016>>. Acesso em: 28 junho 2018.
- CUNHA, T. A.; FINGER, C. A. G. Competição assimétrica e o incremento diamétrico de árvores individuais de *Cedrela odorata* L. na Amazônia ocidental. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 43, n. 1, p. 9-18, 2013.
- DAVIS, L. S.; JOHNSON, K. M.; BETTINGER, P.; HOWARD, T. **Forest Management: to Sustain Ecological, Economic and Social Values**. 4th. ed New York: Macgrall-Hill, 2001. 816 p.
- DURLO; M. A.; DENARDI, L. Morfometria de *Cabralea canjerana* em mata secundária nativa do Rio Grande do Sul, **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.8, n.1, p.55-66, 1998.
- EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Demandas tecnológicas para o sistema produtivo de borracha extrativa (*Hevea spp*) no estado do Acre**. Rio Branco: Embrapa Acre (Embrapa Acre. Documentos, 71), 2001. 18 p.
- EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. SIMPÓSIO SILVICULTURA NA AMAZÔNIA ORIENTAL: contribuições do Projeto Embrapa/DFID, 1999, Belém. PA. Resumos expandidos. Belém: Embrapa-CPA TU/DFID, 1999. .304 p. (Embrapa-CPATU. Documentos, 123 1. Silvicultura - Congresso. t Embrapa. Centro de Pesquisa Agro florestal da Amazônia Oriental (Belém. PA). 11. Título. 111. Série.
- EVERS, E.; VERBEKE, R.; MAERTENS, C. **Relations entre climat, la phénologie e la production de l'Hevea**. 1th Edição. Bruxelles: INEAC, 1960. 25 p.
- FINGER, C. A. G. Fundamentos de Biometria Florestal. Santa Maria: UFSM/CEPEF/FATEC, 1992, 269 p.
- GADOW, K. V.; HUI, G. **Modelling Forest Development**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1999. 213 p.
- GAMA, J. R. V.; VIEIRA, D. S. SANTOS, S. B.; SANTOS, M. R. G. Potencial de produção dos seringais de Jamaraquá, estado do Pará. **Advances in Forestry Science**, Cuiabá, v.4, n.1, p.77-82, 2017. ISSN: 2357-8181.
- GONÇALVES, P. D. S.; FONTES, J. R. A. 2009. Domesticação e Melhoramento da Seringueira. p.395-423. In: Borém, A., Lopes, M. T. G. e Clement, C. R. (Ed.). Domesticação e Melhoramento. Espécies Amazônicas. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa.
- GONÇALVES, P. S.; MARTINS, A. L. M.; FURTADO, E. L.; SAMBUGARO, R.; OTTATI, E. L.; ORTOLANI, A. A.; JÚNIOR, G. G. Desempenho de clones de seringueira da série IAC 300 na região do planalto de São Paulo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 2, p. 131-138, fev. 2002.
- HUSCH, B.; BEERS, T. W; KERSHAW, J. A. **Forest Mensuration**. 4th. ed. New Jersey: John Wiley & Sons Inc., 2003. 456 p.

- HIGUCHI, F. G. A. **Influência do tamanho da parcela na precisão da função de distribuição de diâmetro de Weibull da floresta primária da Amazônia Central**. 2007. 52 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.
- IBAMA – INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Floresta Nacional do Tapajós: Plano de Manejo**. Volume 1, Brasília, 2004. 580 p.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura**. Rio de Janeiro, 2016. 54 p.
- JACOB, J. L.; PRÉVÔT, J. C. **The metabolism of the laticiferous cells of *Hevea brasiliensis***: Introduction. In: D'auzac J, Jacob JL, Chrestin H (ed) *Physiology of rubber tree latex*. Paris: CRC Press, Ltd. 1989) p. 99-110.
- LAMPRECHT, H. **Silvicultura nos trópicos: ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas - possibilidades e métodos de aproveitamento sustentado**. Eschborn: GTZ, 1990. 343 p.
- MACHADO, S.; FIGUEIREDO FILHO, A. **Dendrometria**. Curitiba: A. Figueiredo Filho, 2003. 309 p.
- MING, L. C. **Coleta de plantas medicinais**. In: DI STASI, L.C. (Org.). *Plantas medicinais: arte e ciência*. São Paulo: UNESP, 1996. p. 47-68.
- ORELLANA, E.; KOEHLER, A. B. Relações morfométricas de *Ocotea odorifera* (Vell.) Rohwer. **Revista Acadêmica Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba, v. 6, n. 2, p. 229-237, abr-jun. 2008.
- PURNAMASARI, R.; CACHO, O.; SIMMONS, P. Management strategies for Indonesian rubber production under yield and price uncertainty: a bioeconomic analysis. **Agroforestry Systems**, v. 54, n. 2, p. 121–135, April. 2002.
- R CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2018. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>. Acesso em: 27 nov. 2018.
- REIS, A. A. **Estrutura de clareira em uma área manejada comercialmente na Amazônia central**. 2017. 44 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, 2017.
- RIBEIRO, F. P. **Caracterização dendrométrica e crescimento de árvores de seringueira em plantios no Estado do Espírito Santo**. 2013. 28 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2013.
- SANTOS, A. T.; MATTOS, P. P.; BRAZ, E. M.; ROSOT, N. C. Determinação da época de desbaste pela análise dendrocronológica e morfométrica de *Ocotea porosa* (Nees & Mart.) Barroso em povoamento não manejado. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, n. 3, p. 699-709, jul.-set., 2015.
- SANTOS, A. T.; MATTOS, P. V.; BRAZ, E. M.; ROSOT, N. C. **Índices de competição em plantio de *Ocotea porosa***. Embrapa: Comunicado Técnico 295, Colombo, PR, julho, 2012. 5 p.

- SCOLFORO, J. R. **Biometria Florestal**; Parte 1: modelos de regressão linear e não linear; Parte II: modelos para relação hipsométrica, volume, afilamento e peso de matéria seca. Lavras, ESAL/FAEPE, 2005. 352p.
- SILVA, F. A.; FORTES, F. O.; RIVA, D.; SCHORR, L. P. B. Caracterização de índices morfométricos para *Araucaria angustifolia* plantada na Região Norte do Rio Grande do Sul. **Advances in Forestry Science**, Cuiabá, v.4, n.3, p.143-146, 2017.
- SILVA, J. A. Inventário de seringueiras nativas numa área da Amazônia Ocidental. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 1, p. 110-118, 2002.
- SILVA, J. N. M. **The behaviour of tropical rainforest of Brazilian Amazon after logging**. 1989. 302 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Oxford University, Oxford, 1989.
- SILVA, J. N. M.; CARVALHO, J. O. P.; LOPES, J. C. A.; ALMEIDA, B. F.; COSTA, D. H. M.; OLIVEIRA, L. C.; VANCLAY, J. K.; SKOVSGAARD, J. P. Growth and yield of a tropical rain forest in the Brazilian Amazon 13 years after logging. **Forest Ecology and Management**, v.71, p.267 - 274, 1995.
- SILVA, J. N. M.; LOPES, J. C.A. **Inventário florestal contínuo em florestas tropicais: a metodologia utilizada pela Embrapa- CPATU na Amazônia Brasileira**. Belém: Embrapa-CPATU, (Embrapa-CPATU. Documentos, 36), 1984. 36p.
- SILVA, J. N. M.; LOPES, J. C. A.; OLIVEIRA, L. C.; SILVA, S. M. A.; CARVALHO, J. O. P.; 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. 68 p.
- SILVA, R. E.; SOUZA, R. R.; BONFIM, F. S. A extração do látex e a coleta de sementes em comunidades da FLONA do Tapajós: bases empíricas para a discussão da racionalidade ambiental. **Gaia Scientia**, Edição Especial Cultura, Sociedade & Ambiente, v. 10, n. 1, p. 126-132, 2016.
- SILVEIRA, B. D. FLORIANO, E. P.; NAKAJIMA, N. Y.; HOSOKAWA, R. T.; ROSOT, N. C.; GRACIOLI, C. Relação da morfometria e competição com o crescimento de *Trichilia clausenii* em um fragmento de floresta semidecidual, RS. **Revista Floresta**, Curitiba, PR, v. 45, n. 2, p. 373-382, abr.-jun. 2015.
- SOARES, C. P. B.; PAULA NETO, F. Determinação do tamanho da amostra em um inventário volumétrico e de biomassa de troncos. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 44, n. 252, p. 142-151, 1997.
- SOUZA, A. L.; SOARES, C. P. B. **Florestas Nativas: estrutura, dinâmica e manejo**. 1.ed. Viçosa: Editora UFV, 2013. 322 p.
- SURATMAN, M. N.; BULL, G. Q.; LECKIE, D. G.; LEMAY, V. M.; MARSHALL, P. L. MISPAN, M. R. Prediction Models for Estimating the Area, Volume, and Age of Rubber (*Hevea brasiliensis*) Plantations in Malaysia using Landsat TM Data. **International Forestry Review**, v. 6, n. 1, p. 12-12, 2004.
- TONINI, H.; ARCO-VERDE, M. Morfologia da copa para avaliar o espaço vital de quatro espécies nativas da Amazônia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 7, p. 633-638, jul. 2005.

YANG, X.; BLAGODATSKY, S.; LIU, F.; BECKSCHÄFERF, P.; XU, J.; CADISCH, G. Rubber tree allometry, biomass partitioning and carbon stocks in mountainous landscapes of sub-tropical China. **Forest Ecology and Management**, v. 404, p. 84–99, 2017.

CAPÍTULO 2 – MODELAGEM DA PRODUÇÃO EM PLANTIOS *Hevea guianensis* Aubl. NA FLORESTA NACIONAL DO TAPAJÓS, ESTADO DO PARÁ

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar a produção de seringais plantados que se encontram abandonados na Floresta Nacional do Tapajós. Os dados utilizados neste estudo correspondem ao inventário 100% dos seringais realizado em janeiro de 2018, em que foi registrado o total de 2.927 árvores, as quais tiveram a produção avaliada por meio de uma amostragem de 105 seringueiras, jovens e adultas, em todas as classes diamétricas, na época de safra na região. Avaliou-se a produtividade média por classe diamétrica e a produção mensal de látex e cernambi. Investigou-se a existência de possíveis influências na produção de látex e cernambi, a saber: diâmetro a 1,30 m do solo (DAP), espessura da casca, formal de copa e posição sociológica. Por meio do coeficiente linear de Pearson (r), foi calculada a correlação dessas variáveis com a produção e realizada a modelagem da produção de látex e de cernambi em função da variável de maior correlação. Concluiu-se que a produção de látex e cernambi aumenta com o aumento do diâmetro das seringueiras. Além disso, a produção de látex e cernambi nos seringais apresentou variação sazonal, sendo maior no período de maior registro de chuvas no ano, ressaltando a influência das variações climáticas sobre a produção de látex pela seringueira. Quanto às influências na produção de látex e cernambi, estas se correlacionaram positivamente e de forma significativa com o DAP. Os modelos Racional e Sinusoidal foram selecionados para estimar a produção de látex e cernambi, respectivamente.

Palavras-chave: Modelagem, Seringueira, Amazônia.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the production of planted rubber trees that are abandoned in the Tapajós National Forest. The data used in this study correspond to the 100% inventory of rubber plantations carried out in January 2018, where a total of 2,927 trees were registered, which were evaluated by means of a sample of 105 rubber trees, young and old, in all classes in the harvest season in the region. The average productivity per diameter class and the monthly production of latex and natural rubber were evaluated. It was also investigated the existence of possible influences in the production of latex and natural rubber with the diameter at 1.30 m of the soil (DBH), the thickness of the bark, the formal of canopy and the sociological position. Through the Pearson linear coefficient (r) was calculated correlation of these variables with the production and modeling the production of latex and coagulated rubber latex (Y) with the highest correlation variable (X). It was concluded that trees with $DBH \geq 80$ cm are the most productive and those with $DBH \leq 10$ cm are the least productive. In addition, the production of latex and natural rubber in the rubber plantations showed seasonal variation, being higher in the period of greatest rainfall in the year, highlighting the influence of climatic variations on rubber production by rubber trees. As for the influences on the production of latex and natural rubber, these correlated positively and significantly with DBH.

Key words: Modeling, Rubber tree, Amazon.

1 INTRODUÇÃO

A seringueira é o nome popular dado a uma das mais importantes espécies do gênero *Hevea*, pertencente à família Euphorbiaceae, nativa da região amazônica, a qual se destaca pela capacidade produtiva de látex de excelente qualidade (GASPAROTO & PEREIRA, 1997; SOUZA & LORENZI, 2012). É uma espécie arbórea de rápido crescimento, elevado valor comercial e apresenta uma alta capacidade de reciclagem de carbono, transformando-o em látex e madeira, o que segundo Bentes-Gama et al. (2003), é uma importante funcionalidade econômica e ambiental.

O extrativismo de seringueiras na região amazônica proporcionou riqueza no período de 1850 a 1920 (Loureiro, 1992). Contudo, a partir do início da década de 1990, a ideia de extrativismo ganhou um novo impulso na Amazônia brasileira devido a criação de Unidades de Conservação (UC) (RUEDA, 1995).

O problema do extrativismo tradicional da borracha é a baixa densidade de seringueiras maduras na floresta nativa, que limita seus rendimentos potenciais. Dessa forma, uma alternativa à produção de borracha natural é o cultivo da seringueira (FEITOSA, 1995; SCHROTH, MORAES & MOTA, 2004).

O Brasil, berço do gênero *Hevea*, destaca-se entre os demais países produtores por apresentar maior área disponível para o plantio da espécie. No entanto, o país continua sendo importador de borracha natural pelo fato de não ser considerado um produto estratégico para o desenvolvimento socioeconômico de regiões como a Amazônia (BENTES-GAMA et al., 2003).

No baixo rio Tapajós, oeste do estado do Pará, os ribeirinhos fazem, há mais de 100 anos, o enriquecimento de seus roçados com o plantio de seringueiras consorciado com espécies frutíferas e madeireiras, que, ao longo do tempo, transformam-se em agroflorestas manejadas extensivamente. Entretanto, nos períodos de preços baixos, ficam abandonados (SHANLEY; MEDINA, 2005).

Como exemplo desse cenário, tem-se a Floresta Nacional do Tapajós (FNT), UC federal cuja população reúne povos tradicionais e indígenas em 26 comunidades. Na FNT, a extração de látex de seringais nativos e plantados presentes nos próprios quintais é uma prática

corriqueira entre os ribeirinhos e consiste em uma atividade econômica de geração de renda e manutenção da cultura e dos costumes. Além da ocorrência dos seringais nas comunidades, a UC abriga dois grandes plantios de seringueira denominados de Terra Rica e Seringal do Ponte, remanescentes de moradores que residiam no local antes da área ser definida como UC em 1974.

Dez anos depois, alguns comunitários passaram a solicitar autorização da gestão da UC para efetuar a colheita do látex nos seringais e obtiveram a licença. Entretanto, a atividade era realizada em pequena escala e os seringais mais uma vez foram abandonados. A partir de 2011, a Cooperativa Mista da Floresta Nacional do Tapajós (COOMFLONA), entidade econômica da população tradicional que realiza manejo florestal na UC, decidiu apoiar a atividade, intermediando a compra e venda da matéria prima, mas devido à ausência de conhecimento acerca da capacidade produtiva desses seringais, não foi possível ser conduzida a atividade nos plantios, e poucos anos depois os seringais foram abandonados.

Com o intuito de fornecer subsídios para revitalizar os seringais, este estudo se propôs a: i) avaliar o desempenho produtivo por classe diamétrica; ii) investigar a influência da sazonalidade e das características morfológicas da casca na produção; iii) modelar e selecionar os melhores modelos estatísticos para estimar a produção nos seringais.

2 METODOLOGIA

2.1 Avaliação da produção

Foi realizado o inventário 100% dos seringais em janeiro de 2018, em que foi registrado o total de 2.927 árvores, as quais tiveram a produção avaliada por meio de uma amostragem de 105 seringueiras, jovens e adultas, em todas as classes diamétricas, na época de safra na região. Foi utilizado o método de amostragem aleatória simples, onde o tamanho da amostra para avaliação da produção foi calculado considerando-se a população em estudo como uma população finita, por meio da seguinte expressão (SOARES; PAULA NETO, 1997):

$$n = \frac{t^2 \times CV^2}{(E\%)^2 + \frac{t^2 \times (CV)^2}{N}} \quad (14)$$

Em que: n = número de árvores a serem medidas; t = valor de t associado a um nível de probabilidade e a $n-1$ graus de liberdade; CV = coeficiente de variação da produção de látex; $E\%$ = precisão requerida, em percentagem, 10%; N = número total de árvores da população.

A coleta ocorreu no período de janeiro a setembro de 2018, com sangrias realizadas na última semana de cada mês nas segundas, quartas e sextas-feiras. Os dados de produtividade foram expressos em g/sangria/árvore.

Durante a coleta foram pesados, com o auxílio de uma balança digital, o látex e o cernambi (látex coagulado, ou seja, solidificado). Dessa forma, após a aferição da massa do látex (g/sangria/árvore) em sua forma líquida, mensurou-se a massa do cernambi (g/sangria/árvore) na coleta seguinte, para analisar a produtividade do látex líquido e coagulado, que é a borracha natural propriamente dita (Figura 16).

Figura 16 - Atividades realizadas nos seringais abandonados na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, Pará: A – Seringueiros realizando a sangria; B – Seringueira demarcada para coleta de látex; C – Cernambi armazenado em sacola apropriada para o processo de solidificação; D – Balança digital utilizada na mensuração do látex e cernambi; E – Obtenção da massa do látex e cernambi coletados para amostragem da produção.



Fonte: Autora.

Foi aferida a produtividade média por classe diamétrica, considerando a hipótese de que, com o aumento do diâmetro, aumenta-se a produção de látex e cernambi. Do mesmo modo, foi

mensurada a produtividade média mensal, a fim de identificar se há uma maior produtividade nos meses com maior precipitação. Os dados de precipitação total para os meses avaliados foram obtidos da Rede do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2018).

Considerando os pressupostos de normalidade e de homogeneidade de variâncias, pelos testes de Lilliefors e Bartlett, respectivamente, a 95% de probabilidade, foi realizada uma ANOVA e, para avaliar as possíveis diferenças na produtividade entre as classes diamétricas e meses do ano foi aplicado o teste SNK (Student-Newman-Keuls), a 95% de probabilidade.

Para investigar possíveis influências na produção de látex e cernambi, foram mensuradas as seguintes variáveis: DAP – diâmetro a 1,30 m do solo; espessura da casca – mensurada utilizando uma régua graduada em milímetros; comprimento de copa – determinado pela diferença entre altura total e altura do fuste; diâmetro de copa – obtido pela medição de oito raios de copa, utilizando a trena laser do hipsômetro TruPulse 360°, em metros, tomando-se como ponto de origem a árvore e distanciando-se até o ponto extremo de projeção da copa, conforme metodologia adaptada de Condé et al. (2013), sendo o primeiro raio tomado partindo do ponto cardinal norte e os seguintes medidos na sequência: noroeste, oeste, sudoeste, sul, sudeste, leste e nordeste, determinados com o auxílio de uma bússola (15); formal de copa (16) e posição sociológica.

$$Dc = 2\overline{Rc} \quad \overline{Rc} = \frac{\sum_{i=1}^n Rc_i}{n} \quad (15)$$

Em que: Dc = diâmetro de copa, em metros; Rc_i e \overline{Rc} = raio de copa e média aritmética dos raios de copa em metros, respectivamente.

$$Fc = \frac{dc}{Cc} \times 100 \quad (16)$$

Em que: Fc = Formal de copa, em metros; Cc = Comprimento de copa, em metros.

A posição sociológica foi avaliada considerando a estratificação por altura total dos seringais, com base na média e no desvio padrão da altura total das árvores, sendo: Estrato inferior = $H < (\overline{H} - 1s)$; Estrato médio = $(\overline{H} - 1s) \leq H < (\overline{H} + 1s)$; Estrato superior = $H \geq (\overline{H} + 1s)$, em que \overline{H} = Altura total média, H = Altura total e s = desvio padrão da altura total (SOUZA; SOARES, 2013).

Dessa forma, foi calculada a correlação, utilizando o coeficiente linear de Pearson (r) do diâmetro, da espessura da casca e do formal de copa com a produção de látex e de cernambi. Realizou-se análise de variância (ANOVA) para verificar a existência ou não de diferença

significativa na produção de látex e cernambi entre os estratos de altura a partir da posição sociológica das seringueiras. Quando constatada diferença significativa, as médias foram comparadas pelo teste Tukey ao nível de 95% de probabilidade.

2.2 Modelagem da produção de látex e cernambi

Foi realizada a modelagem da produção de látex e de cernambi (Y) em função da variável de maior correlação (X) com dados das 105 seringueiras amostradas, sendo 80 árvores separadas em um banco de dados independente para a realização do ajuste e 25 compondo uma amostra para validação do modelo de regressão selecionado. Na Tabela 10 constam os modelos testados para estimar a produção de látex (modelos 1, 2, 3, 4 e 5) e cernambi (modelos 1, 2, 3, 4 e 6) nos seringais, respectivamente.

Tabela 10 - Modelos testados para estimar a produção de látex e cernambi nos seringais abandonados na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, Pará.

#	Modelo	Nome
1	$Y = \beta_0 + \beta_1 x + \varepsilon_i$	Linear
2	$Y = \beta_0 + \beta_1 \cos(\beta_2 x + \beta_3) + \varepsilon_i$	Sinusoidal
3	$Y = \frac{1}{\beta_0 + \beta_1 \ln x} + \varepsilon_i$	Logaritmo Recíproco
4	$Y = \frac{\beta_0 + \beta_1 x}{1 + \beta_2 x + \beta_3 x^2} + \varepsilon_i$	Modelo Racional
5	$Y = \beta_0 e^{\beta_1 x} + \varepsilon_i$	Exponencial
6	$Y = \frac{1}{\beta_0 + \beta_1 x + \beta_2 x^2} + \varepsilon_i$	Recíproca Quadrática

Em que: $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3$ = coeficientes da regressão; e = função exponencial; e ε_i = erro aleatório.

A validação dos modelos de estimação da produção de látex e cernambi foi realizada com base na verificação de diferença estatística entre valores de produção estimados pelo modelo (\hat{Y}_i) e nos valores observados (Y_i), que não fizeram parte dos ajustes, por meio do teste t pareado, a 95% de probabilidade.

Como critério de seleção dos modelos, foram calculados o coeficiente de determinação ajustado (R^2_{aj}), erro padrão de estimativa em porcentagem (Syx%) e a significância dos coeficientes de cada modelo (*p-valor*).

Conforme Field (2009) e Schneider et al. (2009), não é recomendado utilizar o R^2 de forma isolada como critério de seleção. Assim, utiliza-se o coeficiente de determinação ajustado:

$$R_{ajustado}^2 = 1 - \left[(1 - R^2) \left(\frac{n - 1}{n - p - 1} \right) \right] \quad (17)$$

Em que: $R_{ajustado}^2$ = coeficiente de determinação ajustado; n = número total de observações; p = número de variáveis independentes.

O erro padrão da estimativa foi utilizado como critério para avaliação da qualidade dos modelos testados, prevalecendo aqueles que possuem os menores valores dessas estatísticas.

$$S_{yx} = \sqrt{\frac{\sum (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{n - p - 1}} \quad (18)$$

Em que: S_{yx} = erro padrão da estimativa; Y_i = produção de látex e cernambi observada da i -ésima árvore, em g/sangria/árvore; \hat{Y} = produção de látex e cernambi estimada da i -ésima árvore em g/sangria/árvore; n = número total de observações; p = número de variáveis independentes.

Os ajustes foram efetuados pelo programa *CurveExpert Professional* versão 2.6.5, aplicando inúmeros modelos de análise de regressão linear simples, múltipla e não linear, simultaneamente (HYAMS, 1993). As análises estatísticas foram realizadas utilizando os softwares BioEstat versão 5.0 (AYRES, 2007) e R versão 3.5.1 (R CORE TEAM, 2018).

3 RESULTADOS

Conforme demonstram os dados da Tabela 11, foram atestadas diferenças significativas na produtividade entre as classes diamétricas e foi confirmada a hipótese de que, à medida que aumenta as classes de diâmetro, aumenta-se a produção de látex e cernambi. As árvores com $DAP \geq 80$ cm são mais produtivas tanto para o látex quanto para o cernambi, de acordo com o teste SNK.

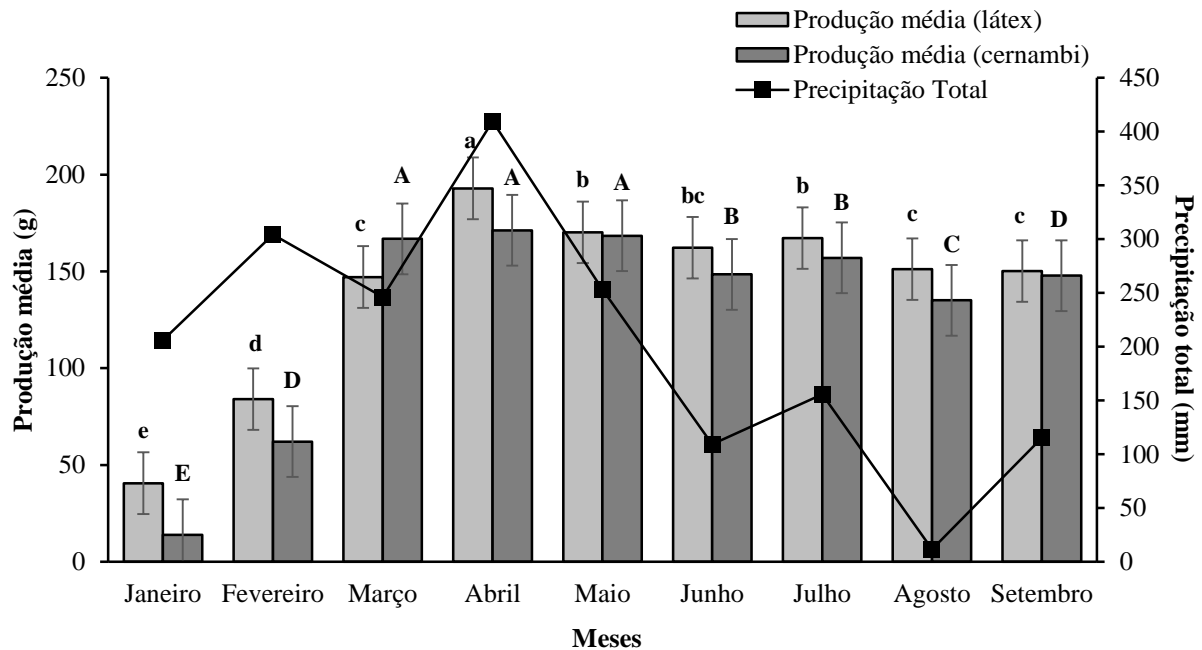
Tabela 11 - Produtividade média de látex e cernambi em g/sangria/árvore no período de janeiro a setembro (2018) em seringais abandonados na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, Pará.

Centro de classe de diâmetro (cm)	Variável	Produção	
		Látex	Cernambi
10	Nº de árvores		2
	Média (g/sangria/árvore)	95,5 d	98,4 c
20	Nº de árvores		13
	Média (g/sangria/árvore)	113,5 cd	113,4 bc
30	Nº de árvores		22
	Média (g/sangria/árvore)	118,4 cd	122,1 bc
40	Nº de árvores		22
	Média (g/sangria/árvore)	144,6 bcd	145,4 abc
50	Nº de árvores		28
	Média (g/sangria/árvore)	148,2 bcd	150,3 abc
60	Nº de árvores		11
	Média (g/sangria/árvore)	185,6 ab	175,2 ab
70	Nº de árvores		5
	Média (g/sangria/árvore)	167,2 abc	173,1 ab
≥ 80	Nº de árvores		2
	Média (g/sangria/árvore)	219,8 a	192,2 a

*Médias com letras distintas representam diferenças significativas entre as classes diamétricas pelo teste SNK a 5% de probabilidade.

De janeiro a setembro 2018, período que se fez o acompanhamento e a pesagem do látex no momento da coleta, observou-se que existem diferenças significativas entre os meses, e que de março a maio – período com elevado registro de chuvas no ano – houve maior produção de látex e cernambi (Figura 17). Ao observar a variação da precipitação no período de coleta, atesta-se que houve uma maior incidência de chuvas de janeiro a maio, propiciando boa disponibilidade de água no solo. A partir de junho a intensidade de chuvas decresce, diminuindo o volume de água no solo.

Figura 17 - Produtividade média mensal e precipitação total, no período de janeiro a setembro (2018), nos seringais abandonados na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, Pará. Médias maiúsculas e minúsculas seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste SNK, a 5% de probabilidade. Dados de precipitação foram obtidos da rede de dados do Instituto Nacional de Meteorologia.



Observou-se diferença significativa de produção de látex e cernambi entre os estratos de altura nos seringais. Na Tabela 12 são apresentadas as médias de produção em cada posição sociológica e constatou-se que as seringueiras presentes no estrato superior são mais produtivas, de acordo com o teste Tukey.

Tabela 12 - Produtividade média de látex e cernambi por estrato de altura total no período de janeiro a setembro (2018) em seringais abandonados na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, Pará.

Estrato	Produção média (g/sangria/árvore)	
	Látex	Cernambi
Inferior	104,0142 b ¹	108,1770 b
Médio	132,7832 b	135,0739 b
Superior	172,2866 a	167,1598 a

¹Médias com letras distintas representam diferenças significativas entre os estratos pelo teste Tukey a 95% de probabilidade.

As Tabelas 13 e 14 apresentam as correlações de Pearson calculadas para DAP, espessura da casca, formal da copa e a produção média de látex e cernambi, respectivamente. De modo geral, as variáveis apresentaram correlação fraca tanto com a produção de látex quanto com a produção de cernambi.

Tabela 13 - Matriz de correlação entre as variáveis DAP – diâmetro a 1,30 m do solo, espessura de casca e formal de copa com a produção de látex em seringueiras abandonados na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, Pará.

	DAP (cm)	Espessura da casca (cm)	Formal da copa (m)	Produção média (g)
DAP (cm)	1			
Espessura da casca (cm)	0,1333 ^{ns}	1		
Formal da copa (m)	-0,4315*	-0,0661 ^{ns}	1	
Produção média (g)	0,5259*	0,1145 ^{ns}	-0,1822 ^{ns}	1

ns: valor de r com probabilidade não significativa; *: valores de r significativos a 5% de probabilidade.

Tabela 14 - Matriz de correlação entre as variáveis DAP – diâmetro a 1,30 m do solo, espessura de casca e formal de copa com a produção de cernambi em seringueiras abandonados na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, Pará.

	DAP (cm)	Espessura da casca (cm)	Formal da copa (m)	Produção média (g)
DAP (cm)	1			
Espessura da casca (cm)	0,1333 ^{ns}	1		
Formal da copa (m)	-0,4315*	-0,0661 ^{ns}	1	
Produção média (g)	0,5260*	0,1151 ^{ns}	-0,2176 ^{ns}	1

ns: valor de r com probabilidade não significativa; *: valores de r significativos a 5% de probabilidade.

A correlação mais forte deu-se entre a produção de látex e o DAP. Do mesmo modo, a correlação mais forte deu-se entre a produção de cernambi e o DAP. Ambas apresentam valores significativos e grau de relação linear moderada positiva. Entre as variáveis analisadas, outras correlações também foram significativas, como o DAP e o formal de copa, que apresentaram grau de relação linear fraca negativa.

A partir da modelagem para estimar a produção de látex (Figura 18), considerando o DAP das seringueiras, em virtude dessa variável ter apresentado maior coeficiente de Pearson, foram calculadas as estatísticas de ajuste (Tabela 15). Todos os modelos apresentaram coeficientes da regressão significativos.

Figura 18 - Análise gráfica do ajuste da produção de látex em função do diâmetro a 1,30 m do solo (DAP) em seringueiras abandonados na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, Pará.

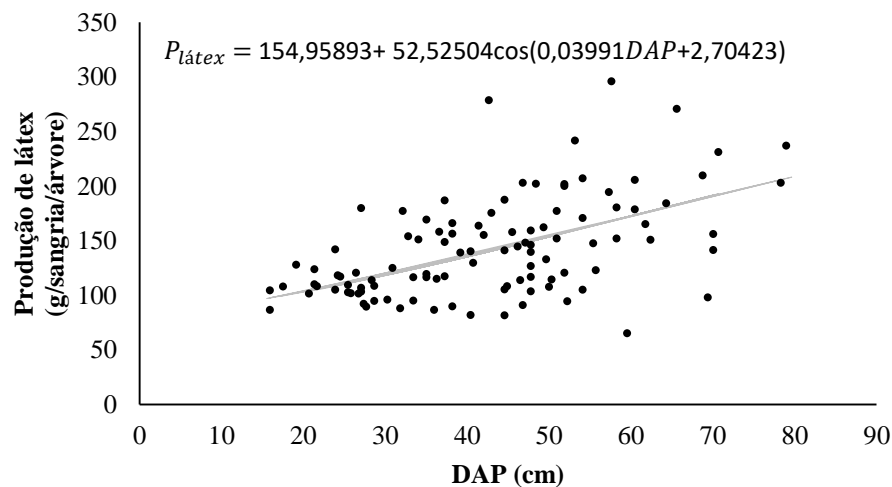


Tabela 15 - Resultado dos ajustes dos modelos para estimar a produção de látex em seringais abandonados na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, Pará

Modelo	β_0	β_1	β_2	β_3	$R^2_{aj\%}$	$S_{y,x\%}$
1	65,51582*	1,77168*	-	-	33,67	26,03
2	154,95893*	52,52504*	0,03991*	2,7042*	59,03	26,31
3	0,02114*	-0,00374*	-	-	58,70	26,04
4	78,81616*	0,09806*	-0,01207*	0,00006*	58,88	26,29
5	82,88941*	0,01208*	-	-	58,73	26,03

Em que: $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3$: coeficientes; $R^2_{aj\%}$: coeficiente de determinação ajustado em porcentagem; $S_{y,x\%}$: erro padrão da estimativa em porcentagem; (*): significativo a 95% de probabilidade.

A distribuição gráfica dos resíduos foi, de modo geral, semelhante entre os modelos (Figura 19). Os resíduos estão entre -150% e 150% mostram uma tendência em superestimar a produção de látex.

Embora haja semelhança entre os gráficos de resíduos, os parâmetros analisados na Tabela 15 mostram que a equação oriunda do Modelo Sinusoidal (Modelo 2) é a mais precisa para estimar a produção de látex nos plantios.

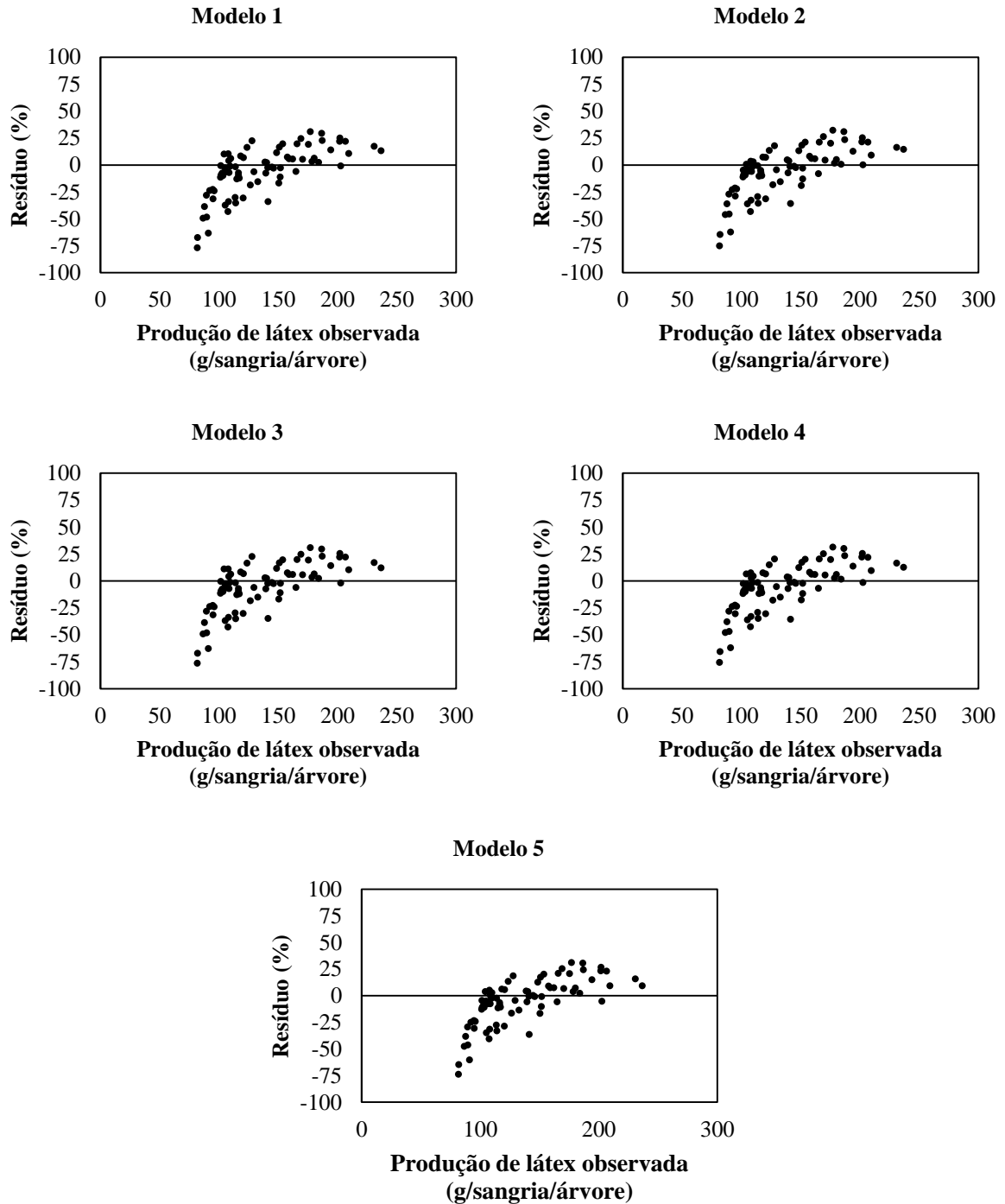
Assim, procedeu-se a comparação dos valores estimados com os observados para a validação da equação. De acordo com o teste t pareado, a 95% de probabilidade, não houve diferença estatística entre valores de produção estimados pelo modelo e os valores observados ($p = 0,69$), validando a equação para estimação da produção de látex nos seringais desativados na Floresta Nacional do Tapajós.

$$P_{látex} = 154,95893 + 52,52504\cos(0,03991DAP + 2,70423) \quad (19)$$

Em que: $P_{látex}$ = Produção de látex em g/sangria/árvore; \cos = cosseno; DAP = Diâmetro a 1,30 m do solo.

Considerando o número de seringueiras inventariadas em 2018 (2.927), a frequência de coleta de três sangrias por semana, e a jornada de trabalho usual da região do rio Tapajós das 6 horas às 10:30 horas, em que um seringueiro consegue sangrar de 150 a 250 seringas por dia, e a média de produção por meio da equação ajustada, a produção de látex do seringal Terra Rica e seringal do Ponte seria em torno de 387 kg.mês⁻¹ e uma produção anual de 4,6 toneladas de látex.

Figura 19 - Distribuição gráfica dos resíduos para a estimativa da produção de látex em seringais abandonados na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, Pará.



A partir da modelagem para estimar a produção de cernambi (Figura 20), considerando o DAP das seringueiras, em virtude dessa variável ter apresentado maior coeficiente de Pearson, foram calculadas as estatísticas de ajuste (Tabela 16). Todos os modelos apresentaram coeficientes da regressão significativos.

Figura 20 - Análise gráfica do ajuste da produção de cernambi em função do diâmetro a 1,30 m do solo (DAP) em seringais abandonados na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, Pará.

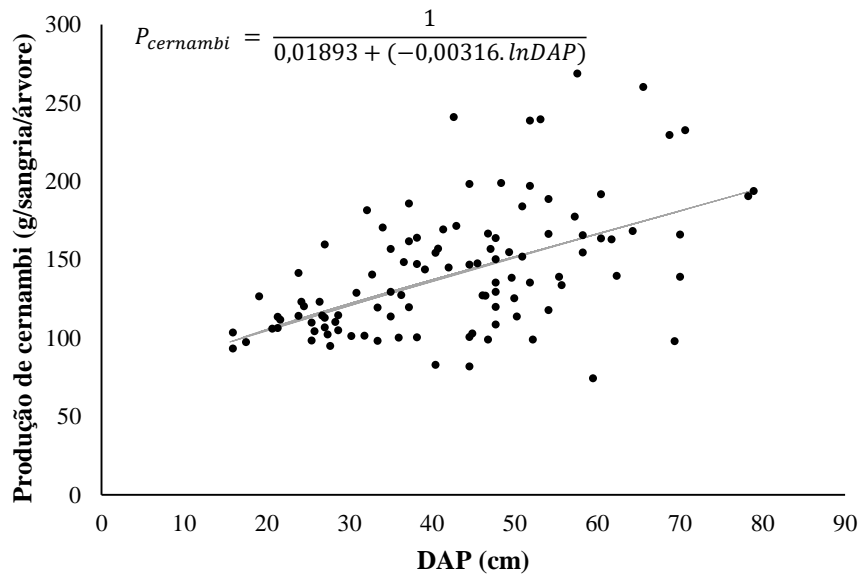


Tabela 16 - Resultado dos ajustes dos modelos para estimar a produção de cernambi em seringais abandonados na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, Pará.

Modelo	β_0	β_1	β_2	β_3	$R^2_{aj\%}$	$S_{y,x\%}$
1	76,30196*	1,50896*	-	-	31,87	23,11
2	139,46760*	51,21603*	0,03263*	3,35513*	57,30	23,38
3	0,01893*	-0,00316*	-	-	57,20	23,11
4	79,61027*	0,21582*	-0,01171*	0,00007*	57,34	23,38
6	0,01231*	-0,00016*	$9,41 \cdot 10^{-7}$ *	-	57,34	23,16

Em que: $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3$: coeficientes; $R^2_{aj\%}$: coeficiente de determinação ajustado em porcentagem; $S_{y,x\%}$: erro padrão da estimativa em porcentagem.

A distribuição gráfica dos resíduos foi, de modo geral, semelhante entre os modelos (Figura 21). Os resíduos estão entre -100% e 100% e constatou-se que o Modelo 3 apresenta um maior equilíbrio entre os erros que superestimaram e subestimaram a produção de cernambi.

Além da melhor distribuição dos resíduos, os parâmetros analisados na Tabela 16 mostram que a equação oriunda do Modelo Logaritmo Recíproco (Modelo 3) é a mais precisa para estimar a produção de cernambi nos plantios.

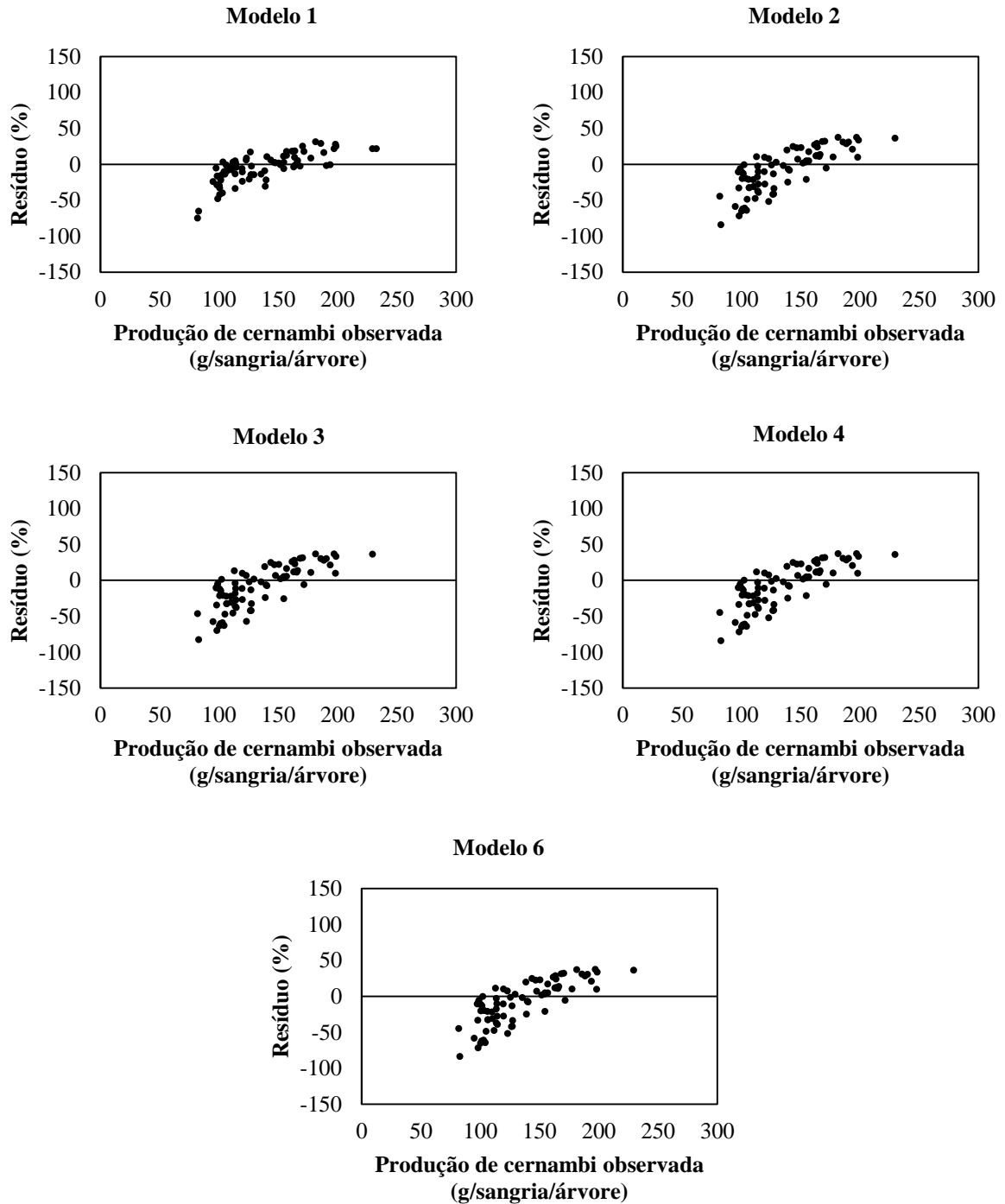
Diante disso, procedeu-se a comparação dos valores estimados com os observados para a validação da equação. De acordo com o teste t pareado, a 95% de probabilidade, não houve diferença estatística entre valores de produção estimados pelo modelo e os valores observados ($p = 0,41$), validando a equação para estimação da produção de cernambi nos seringais desativados na Floresta Nacional do Tapajós.

$$P_{cernambi} = \frac{1}{0,01893 + (-0,00316 \cdot \ln DAP)} \quad (20)$$

Em que: $P_{cernambi}$ = Produção de cernambi em g/sangria/árvore; $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3$ = coeficientes da regressão; DAP = Diâmetro a 1,30 m do solo; e ε_i = erro aleatório.

Ao considerar a frequência de coleta, a jornada de trabalho e a média de produção através da equação ajustada, a produção de cernambi do seringal Terra Rica e seringal do Ponte seria em torno de 392 Kg.mês⁻¹ e uma produção anual de 4,7 toneladas de borracha natural.

Figura 21 - Distribuição gráfica dos resíduos para a estimativa da produção de cernambi em seringais abandonados na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, Pará.



4 DISCUSSÃO

No período de janeiro a setembro de 2018, período de coleta de e pesagem de látex e cernambi nos seringais, verificou-se que aumenta a produção de látex e cernambi à medida que aumenta as classes de diâmetro, resultados também constatados por Gama et al. (2017), no período de janeiro a agosto de 2012 em seringais plantados aleatoriamente em Jamaraquá, comunidade ribeirinha mais próxima ao seringal Terra Rica e seringal do Ponte, na Floresta Nacional do Tapajós.

No seringal Terra Rica e Seringal do Ponte as árvores com $DAP \geq 80$ cm são mais produtivas, corroborando com os resultados de Gama et al. (2017), onde as árvores mais produtivas estão a partir do $DAP \geq 40$. Contudo, estes autores encontraram médias de produção consideravelmente superiores que o presente estudo para áreas de Terra Firme, estando mais próximos aos valores de produção em áreas de Igapó. Contudo, é necessário considerar alguns os fatores como responsáveis pela diferença na produtividade entre as classes diamétricas, como a densidade de indivíduos, o grau de domesticação do ambiente, a distribuição espacial, uma vez que os seringais de Jamaraquá estão ativos e os seringais avaliados se encontram abandonados (ARAÚJO, 2010).

Constatou-se a maior produção de látex e cernambi no período chuvoso. De acordo com Lima et al. (2002), dentre os fatores que estão relacionados diretamente com a produtividade do látex estão as condições climáticas. O horário de realização do trabalho nos seringais ocorre durante a manhã, por exemplo, devido à temperatura, que conforme Gama et al. (2017), é uma das variáveis climáticas que mais influenciam a produção de látex. Bentes-Gama et al. (2003) e Lima et al. (2002) também identificaram que, em locais com elevada temperatura média e grande disponibilidade de água, a produção de látex é maior.

Do mesmo modo, há influência das condições climáticas sobre a produção de látex pela seringueira (LAGE, 2013). Em períodos de temperaturas médias elevadas e maior precipitação, a disponibilidade de água no solo e a umidade relativa do ar aprimoram as condições hídricas das plantas e aumentam o potencial de turgescência das células do tecido laticífero, de modo que haja maior fluxo de látex, contribuindo para o aumento da produção (LIMA et al., 2002).

Dentre as variáveis analisadas, as correlações da produção de látex e cernambi com o DAP apresentaram valores significativos, segundo a classificação da correlação r de Pearson. A correlação foi considerada moderada e positiva ($r = 0,5259^*$), indicando que as relações não são inversas, ou seja, o aumento em DAP tende a aumentar a produção, seja de látex ou cernambi.

Avaliando correlações lineares simples de circunferência do caule e espessura de casca em plântulas jovens de seringueira (*Hevea* spp.) no estudo de Lavorenti et al. (1990), foram constatadas correlações semelhantes às do presente estudo, sendo a correlação entre produção e circunferência do caule ($r = 0,60519^*$) considerada pelos autores como alta e significativa, resultados confirmados também por Narayanan et al.(1974), Tan et al. (1976), Ribeiro (1983), Alves (1985), Arantes et al. (2010), Costa et al. (2010) e Lage (2013).

Moreti et al. (1994), Mesquita e Oliveira (2010) e Lage (2013), investigando a relação da espessura da casca com a produção de borracha em clones de seringueira, encontraram resultados de produção crescente em relação ao aumento da espessura da casca, entretanto, foi observado neste trabalho uma correlação fraca positiva entre essas variáveis. Desse modo, realizou-se a modelagem da produção de látex e de cernambi em função apenas do DAP das seringueiras.

Os resultados da modelagem realizada por métodos de análises de regressão linear simples, múltipla e não linear entre a produção de látex e cernambi nos seringais foram satisfatórios, pois apresentaram valores significativos para os parâmetros das equações de regressão e para os critérios para escolha do melhor modelo obtidos nessas análises.

Lavorenti et al. (1990) também determinaram uma variável dependente (circunferência do caule) para regressões lineares simples no intuito de estimar a produção de látex em plântulas jovens de seringueira (*Hevea* spp.). Os autores encontraram parâmetros das equações inferiores ao presente trabalho, reiterando a validação das equações ajustadas para os seringais abandonados na Floresta Nacional do Tapajós.

5 CONCLUSÃO

A produção de látex e cernambi aumenta com o aumento do diâmetro das seringueiras.

A produção de látex e cernambi nos seringais apresentou variação sazonal, sendo maior no período de maior registro de chuvas no ano, ressaltando a influência da sazonalidade sobre a seringueira.

A produção de látex e de cernambi se correlacionou positivamente com a espessura da casca, mas em grau fraco e de forma não significativa.

Os modelos Sinusoidal e Logaritmo Recíproco foram selecionados para estimar a produção de látex e cernambi, respectivamente.

REFERÊNCIAS

- ALVES, R.M. **Avaliação precoce de clones primários de seringueira (*Hevea spp.*) em Belém, PA**. 1985. 156 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1985. 156p.
- ARANTES, F. C.; GONÇALVES, P. S.; JUNIOR, E. J. SC.; MORAES, M. L. T.; RESENDE, M. D. V. Ganho genético com base no tamanho efetivo populacional de progênes de seringueira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 12, p.1419-1424, 2010.
- ARAÚJO, E. R. **Caracterização de três seringais manejados em terra firme, várzea e terra preta de índio no médio Amazonas**. 2010. 87 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 2010.
- AYRES, M.; AYRES JÚNIOR, M.; AYRES, Da. L.; SANTOS, A. S. **BioEstat 5.0**: aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas. Belém: MCT; IDSM; CNPq, 2007. 364 p.
- BENTES-GAMA, M. M.; DIOCLECIANO, J. M.; TORRENTE, H. G.; SANTOS, M. M.; MENEZES, L. C. C. **Viabilidade do retorno à exploração de seringal de cultivo em Rondônia**. Porto Velho: Embrapa-CPAF Rondônia, 2003, 8 p. (Embrapa- CPAF Rondônia. Comunicado Técnico, 273).
- COSTA, R. G. B.; RESENDE, M. D. V.; GONÇALVES, P. S.; ROA, R. A. R.; FEITOSA, K. C. O. Predição de parâmetros e valores genéticos para caracteres de crescimento e produção de látex em progênes de seringueira. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 1, p. 49-56, 2010.
- CONDÉ, T. M.; LIMA, M. L. M.; LIMA NETO, E. M.; TONINI, H. Morfometria de quatro espécies florestais em sistemas agroflorestais no município de Porto Velho, Rondônia. **Revista Agro@mbiente On-line**, Boa Vista, v. 7, n. 1, p. 18-27, 2013. Disponível em: <<http://revista.ufrb.br/index.php/agroambiente/article/viewFile/932/1016>>. Acesso em: 28 jun. 2018.
- FIELD, A. **Descobrimo a estatística usando SPSS**. 2º ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 688p.
- FEITOSA, Manoel Lima. **Reserva extrativista Chico Mendes**. In: MURRIETA, Júlio Ruiz; RUEDA, Rafael Pinzón. Reservas extrativistas. Gland, Suíça e Cambridge, Reino Unido: UICN, Bellegarde-sur-Valserine, France: SADAG, 1995. p. 57-67.
- FIGUEIREDO FILHO, D. B.; SILVA JÚNIOR, J. A. Desvendando os mistérios do coeficiente de correlação de Pearson (r). **Revista Política Hoje**, Recife, v. 18, n. 1, p. 115-146, 2009.
- GAMA, J. R. V.; VIEIRA, D. S. SANTOS, S. B.; SANTOS, M. R. G. Potencial de produção dos seringais de Jamaraquá, estado do Pará. **Advances in Forestry Science**, Cuiabá, v. 4, n. 1, p. 77-82, 2017.
- GASPAROTO, L.; PEREIRA, J. C. R. **Doenças da seringueira no Brasil**. Brasília: Embrapa, Serviço de Produção de Informação, 1997. 168 p.
- HYAMS, D. CurvExpert 1.4. Microsoft Corporation, 1993. Disponível em: <<https://www.curveexpert.net/products/curveexpert-basic/>>. Acesso em: 27 nov. 2018.
- IBAMA – INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Floresta Nacional do Tapajós**: Plano de Manejo. Volume 1, Brasília, 2004. 580 p.

INMET – INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **BDMEP - Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa/gera_serie_txt_mensal.php?&mRelEstacao=82246&btnProcesso=serie&mRelDtInicio=01/01/2018/>. Acesso em 05 dez. 2018.

LAGE, P. **Relações das características morfo-anatômicas da casca, estado nutricional e variações climáticas sazonais com a produção de látex em clones de seringueira, em Nepomuceno, Mg Lavras – MG**. 2013. 100 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, 2013.

LAVORENTI, C.; GONÇALVES, P. D. S.; CARDOSO, M.; BOAVENTURA, M. M. Relação entre diferentes caracteres de plantas jovens de seringueira. **Bragantia**, Campinas, v. 49 n. 1, p. 93-106, 1990.

LIMA, D. U. D.; OLIVEIRA, L. E. M. D.; SOARES, Â. M.; DELÚ-FILHO, N. 2002. Avaliação sazonal da produção de borracha e da dinâmica de carboidratos solúveis em plantas de seringueira (*Hevea brasiliensis* Müll. Arg.) cultivadas em Lavras, Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 3, p. 377-383, maio-jun. 2002

LOUREIRO, V. R. **Amazônia**: Estado, homem, natureza. Belém: CEJUP, 1992.

MESQUITA, A.; OLIVEIRA, L. E. M. Características anatômicas da casca e produção de látex em plantas de seringueira não enxertadas. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 40, n. 2, p. 241-246, abr. 2010.

MORETI, D.; GONÇALVES, P.S.; GORGULHO, E.P.; MARTINS, A.L.M.; BORTOLETTO, N. Estimativas de parâmetros genéticos e ganhos esperados com a seleção de caracteres juvenis em progênies de seringueira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 29, p. 1099-1109, 1994.

NARAYANAN, R.; HO, C.Y.; CHEN, K.T. Clonal nursery studies in Hevea: III. Correlations between yield, structural characters latex constituents and plugging index. **Journal of the Rubber Research Institute of Malaya**, Kuala Lumpur, v. 24, p. 1-14, 1974.

R CORE TEAM. **R**: a language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2018. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>. Acesso em: 27 nov. 2018.

RIBEIRO, S. I. **Comportamento de clones de seringueira (*Hevea spp.*) em Porto Velho**. 1983. 59 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia (Fitotecnia)) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1983.

RUEDA, R. P. **Organização social das populações extrativistas**. In: MURRIETA, J. R.; RUEDA, R. P. Reservas Extrativistas. Cambridge: UICN; Brasília: CNPT/Ibama, 1995, p. 13-17.

SCHNEIDER, P. R.; SCHNEIDER, P. S.P.; SOUZA, C. A. M. **Análise de regressão aplicada a engenharia florestal**. Santa Maria, RS. 2º edição, 2009. 294 p.

SCHROTH, G.; MORAES, V. H. F.; MOTA, M. S. S. da Increasing the profitability of traditional, planted rubber agroforests at the Tapajós river, Brazilian Amazon. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 102, p. 319-339, 2004.

SHANLEY, P.; MEDINA, G. **Seringueira**: *Hevea brasiliensis* Muell. Arg. In: In (Eds). Frutíferas e Plantas Úteis na Vida Amazônica. Belém: CIFOR, Imazon, 2005. 300 p.

SOARES, C. P. B.; PAULA NETO, F. Determinação do tamanho da amostra em um inventário volumétrico e de biomassa de troncos. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 44, n. 252, p. 142-151, 1997.

SOUZA, A. L.; SOARES, C. P. B. **Florestas Nativas**: estrutura, dinâmica e manejo. 1.ed. Viçosa: Editora UFV, 2013. 322 p.

SOUZA, V.C.; LORENZI, H. 2012. **Botânica Sistemática**: guia ilustrado para identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG III. 3ª ed. Instituto Plantarum, Nova Odessa, São Paulo, 2012, 768 p.

TAN, H.; SUBRAMANIAN, S. **A five-parent diallel cross analyses for certain characters of young Hevea seedlings**. In: INTERNATIONAL RUBBER CONFERENCE, Kuala Lumpur, 1975. Proceedings. Kuala Lumpur, 1976. v.2, p.13-16.

CONCLUSÕES GERAIS

Conclui-se, com base nos resultados obtidos, que as características dendrométricas, silviculturais e o crescimento dos seringais são influenciados pela ausência de intervenção no plantio.

Para os plantios de *Hevea guianensis* avaliados nesta pesquisa, a correlação entre as variáveis dendrométricas, morfométricas e índices de competição mostrou que o crescimento em diâmetro possui correlações moderadas e fracas com todas as variáveis, mas apresenta correlação significativa com o grau de esbeltez e índice de saliência.

Para manter a produtividade nas atuais condições do povoamento é necessário permanecer com uma quantidade máxima de 130 árvores.ha⁻¹, considerando os valores encontrados para o índice de saliência, índice de abrangência e área de projeção de copa para a densidade ótima.

A produção de látex aumenta com o aumento do diâmetro das seringueiras. A produção apresenta variação sazonal, sendo maior no período de maior registro de chuvas no ano, ressaltando a influência da sazonalidade sobre a seringueira.

Constatou-se que a produção de látex e cernambi se correlacionou positivamente com a espessura da casca, mas em grau fraco e de forma não significativa. Além disso, a melhor equação para estimar a produção de látex é em função do DAP.

Os modelos Sinusoidal e Logaritmo Recíproco foram selecionados para estimar a produção de látex e cernambi, respectivamente.