

CINTHIA GRAZIELLE CARVALHO ANDRADE

**MANEJO FLORESTAL DA FLORESTA NACIONAL DO TAPAJÓS, PARÁ, COM
ÊNFASE NA ESPÉCIE *Minquartia guianensis* Aubl.**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, para obtenção do título de Magister Scientiae.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2016

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da
Universidade Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

A553m
2016
Andrade, Cinthia Grazielle Carvalho, 1989-
Manejo florestal da Floresta Nacional do Tapajós, Pará,
com ênfase na espécie *Minquartia guianensis* Aubl. / Cinthia
Grazielle Carvalho Andrade. - Viçosa, MG, 2016.
xiii, 72f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador : Márcio Lopes da Silva.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de
Viçosa.
Inclui bibliografia.

1. Floresta Amazônica. 2. Floresta tropical - Manejo.
3. Madeira - Exploração. 4. Economia florestal.
5. *Minquartia guianensis* . I. Universidade Federal de
Viçosa. Departamento de Engenharia Florestal. Programa
de Pós-graduação em Ciência Florestal. II. Título.

CDD 22. ed. 634.9098115

CINTHIA GRAZIELLE CARVALHO ANDRADE

**MANEJO FLORESTAL DA FLORESTA NACIONAL DO TAPAJÓS, PARÁ, COM
ÊNFASE NA ESPÉCIE *Minquartia guianensis* Aubl.**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, para obtenção do título de Magister Scientiae.

APROVADA: 29 de fevereiro de 2016.

Carlos Moreira Miquelino Elete Torres
(Coorientador)

Márcio Leles Romarco de Oliveira

Márcio Lopes da Silva
(Orientador)

A Deus por mais essa conquista.

Aos meus pais, Deusa Andrade e Francisco Andrade,

por toda dedicação e amor.

Aos meus irmãos, Dárlison e Wallase.

Ao meu amor, Nilson Santos.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida e por me proporcionar mais uma conquista.

À Universidade Federal de Viçosa (UFV) e ao Departamento de Engenharia Florestal pela contribuição para a realização do curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos.

À Embrapa Amazônia Oriental, a Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), a Cooperativa Mista da Floresta Nacional do Tapajós (COOMFLONA) e o Instituto Chico Mendes da Conservação da Biodiversidade (ICMBio) por disponibilizar os dados e incentivar a realização desta pesquisa.

Ao Professor Dr. Márcio Lopes da Silva, pela orientação, confiança e pelos ensinamentos.

Ao Professor Dr. Carlos Moreira Miquelino Eleto Torres pela orientação, pelo incentivo e pelas sugestões.

Ao Professor Dr. Márcio Leles Romarco de Oliveira pela disponibilidade em participar da banca examinadora e pelas sugestões ao trabalho.

Aos Professores Drs. Ademir Ruschel, João Ricardo Vasconcellos Gama e Lia de Oliveira Melo pelas contribuições durante o trabalho.

Aos Professores Drs. Rommel Noce e Juliana Mendes, e Msc. Renato Ribeiro, pelo incentivo e apoio prestado para eu ingressar no mestrado.

Aos funcionários do DEF, especialmente ao Alexandre, Chiquinho e Dilson, por sempre estarem dispostos a ajudar e estimular a continuidade dos estudos.

A Águida Viana, ao Liniker da Silva e Leonardo Reis pelas contribuições.

Aos meus pais, Deusa Andrade e Francisco Andrade, pelo amor incondicional, estímulo e ânimo nos momentos difíceis.

Aos meus irmãos Dárlison e Wallase pela contribuição e motivação.

Ao Nilson Santos, meu namorado, pelo amor, incentivo, companheirismo e pela compreensão durante essa etapa da minha vida.

Aos amigos de Viçosa e Santarém pela torcida e momentos de alegria, especialmente a Glícia, pelos anos de convivência e amizade durante o Mestrado.

A todos os professores, amigos e familiares que de alguma forma contribuíram para realização dessa pesquisa.

BIOGRAFIA

Cynthia Grazielle Carvalho Andrade, filha de Deusa Maria Carvalho Andrade e Francisco Fernandes Andrade, nasceu em Monte Alegre - PA, em 01 de março de 1989.

Em 2008, concluiu o ensino médio na Escola Álvaro Adolfo da Silveira, em Santarém, Pará.

Em maio de 2009, ingressou no curso de Engenharia Florestal, na Universidade Federal da Amazônia – Unidade Descentralizada do Tapajós, em Santarém - Pará, graduando-se em novembro de 2013.

Em fevereiro de 2014, iniciou o mestrado pelo Programa de Pós-graduação em Ciência Florestal, na área de Manejo Florestal, na Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, defendendo a dissertação em fevereiro de 2016.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	vii
LISTA DE FIGURAS	viii
RESUMO	x
ABSTRACT	xii
1. INTRODUÇÃO GERAL	1
2. OBJETIVOS	3
2.1. Geral	3
2.2. Específicos.....	3
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	4
ARTIGO 1.....	5
COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E ESTRUTURA DE DUAS ÁREAS NÃO MANEJADAS, COM ÊNFASE NA ESPÉCIE <i>Minuartia guianensis</i> Aubl., NA FLORESTA NACIONAL DO TAPAJÓS, PARÁ	5
RESUMO	5
ABSTRACT	6
1. INTRODUÇÃO	7
2. MATERIAL E MÉTODOS	8
2.1. Caracterização da área de estudo.....	8
2.2. Amostragem e coleta dos dados	9
2.3. Composição florística.....	10
2.4. Análise estrutural da floresta.....	13
2.4.1. Estrutura horizontal.....	13
2.4.1.1. Densidade.....	14
2.4.1.2. Dominância	14
2.4.1.3. Frequência.....	14
2.4.1.4. Índice de Valor de Cobertura	14
2.4.1.5. Índice de Valor de Importância.....	14
2.4.2. Estrutura vertical.....	15
2.4.2.1. Posição sociológica	14
2.5. Estrutura paramétrica.....	16
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
3.1. Composição florística.....	17
3.2. Estrutura horizontal	20
3.3. Estrutura vertical	25
3.4. Distribuição diamétrica	28
3.5. Distribuição da área basal.....	30
3.6. Distribuição volumétrica	32
3.7. Estrutura interna	33
4. CONCLUSÕES.....	34
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	35
ARTIGO 2.....	41
EFEITO DA EXPLORAÇÃO NO CRESCIMENTO DIAMÉTRICO E TEMPO DE PASSAGEM DE <i>Minuartia guianensis</i> Aubl., NA FLORESTA NACIONAL DO TAPAJÓS, PARÁ	41
RESUMO	41

ABSTRACT	42
1. INTRODUÇÃO	43
2. MATERIAL E MÉTODOS	44
2.1. Área de estudo	44
2.2. Coleta de dados.....	44
2.3. Incremento diamétrico e tempo de passagem entre classes diamétricas	46
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	47
3.1. Crescimento diamétrico.....	47
3.2. Tempo de passagem	49
4. CONCLUSÕES.....	53
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54
ARTIGO 3.....	57
EMPREGO DO QUOCIENTE DE LIOCOURT NO MANEJO FLORESTAL DA FLORESTA NACIONAL DO TAPAJÓS, PARÁ, COM ÊNFASE NA <i>Minquartia guianensis</i> Aubl.....	57
RESUMO	57
ABSTRACT	58
1. INTRODUÇÃO	59
2. MATERIAL E MÉTODOS	60
2.1. Caracterização da área de estudo.....	60
2.2. Coleta de dados.....	61
2.3. Estimativa da densidade por classe diamétrica e pelo quociente De Liocourt	62
2.4. Receita e custo.....	60
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	63
4. CONCLUSÕES.....	67
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	68
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	72

LISTA DE TABELAS

ARTIGO 1

Página

Tabela 1 - Índice de diversidade florística e da estrutura da floresta, considerando indivíduos com DAP ≥ 10 cm, amostrados nas duas áreas, na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, PA	18
Tabela 2 - Estimativa dos parâmetros fitossociológicos das espécies com maior valor de importância (IVI), na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, PA.....	23
Tabela 3 - Estimativas médias de número de árvores, por espécie, por hectare ($n \cdot ha^{-1}$), por estrato de altura total (ht), em ordem decrescente de valor de importância, nas duas áreas amostradas, na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, PA	26

ARTIGO 2

Tabela 1 - Parâmetros estimados pela equação de regressão para a espécie <i>Minquartia guianensis</i> Aubl., de acordo com os tratamentos avaliados na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, PA.....	50
Tabela 2 - Idade relativa e tempo de passagem (TP), por classe de diâmetro de <i>Minquartia guianensis</i> Aubl., de acordo com os tratamentos avaliados na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, PA.....	51

ARTIGO 3

Tabela 1 – Distribuição do número de árvores ($n \cdot ha^{-1}$), da área basal ($m^2 \cdot ha^{-1}$) e do volume de fuste ($m^3 \cdot ha^{-1}$) dos valores estimados, por centro de classe de diâmetro, do tratamento testemunha, na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, PA.....	64
Tabela 2 – Distribuição do número de árvores ($n \cdot ha^{-1}$), da área basal ($m^2 \cdot ha^{-1}$) e do volume de fuste ($m^3 \cdot ha^{-1}$) dos valores estimados, por centro de classe de diâmetro, do tratamento 1, na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, PA.....	65
Tabela 3 – Rendimento em reais por hectare ($R\$ \cdot ha^{-1}$) do manejo florestal de <i>Minquartia guianensis</i> Aubl. para os dois tratamentos, por classe de diâmetro (cm), na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, PA	67

LISTA DE FIGURAS

ARTIGO 1

Página

Figura 1 - Localização da área de estudo, com destaque para as áreas inventariadas na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, PA.....	8
Figura 2 - Representação das unidades amostrais com a identificação das classes de tamanho (CT) das árvores inventariadas, na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, PA.....	10
Figura 3 - Curva do número de espécies por unidades de amostra para as áreas amostradas, na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, PA.....	20
Figura 4 - Distribuição do índice de valor de importância (IVI) das dez principais espécies amostradas na Área 1, na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, PA.	22
Figura 5 - Distribuição do índice de valor de importância (IVI) das dez principais espécies amostradas na Área 2, na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, PA.	23
Figura 6 – Índice de valor de importância (IVI) de <i>Minquartia guianensis</i> Aubl., na Área 1 e 2, na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, PA	25
Figura 7 - Distribuição do número de indivíduos por hectare ($n.ha^{-1}$) e por classe de DAP nas duas áreas, na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, PA	29
Figura 8 - Distribuição diamétrica dos indivíduos de <i>Minquartia guianensis</i> Aubl. nas duas áreas, na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, PA	30
Figura 9 - Distribuição da área basal ($m^2.ha^{-1}$) por classe de DAP, nas duas áreas estudadas, na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, PA	31
Figura 10 - Distribuição da área basal ($m^2.ha^{-1}$) por classe de DAP de <i>Minquartia guianensis</i> Aubl., nas duas áreas estudadas, na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, PA.....	32
Figura 11 - Distribuição do volume por hectare ($m^3.ha^{-1}$) e por classe de tamanho, nas duas áreas estudadas, na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, PA.....	32
Figura 12 - Distribuição do volume por hectare ($m^3.ha^{-1}$) e por classe de tamanho de <i>Minquartia guianensis</i> Aubl., nas duas áreas estudadas, na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, PA	33

Figura 13 - Qualidade do fuste das árvores inventariadas na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, PA	34
--	----

ARTIGO 2

Figura 1 - Evolução do incremento periódico médio anual (IPA) em diâmetro de <i>Minquartia guianensis</i> Aubl. entre 1981 a 2012, para os tratamentos avaliados na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, PA.....	47
---	----

Figura 2 - Tempo de passagem (anos) e incremento periódico médio anual (IPA) em diâmetro por classe de DAP da espécie <i>Minquartia guianensis</i> Aubl., para os tratamentos avaliados na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, PA	50
---	----

ARTIGO 3

Figura 1 – Distribuição do número de indivíduos por hectare ($n.ha^{-1}$) observado e estimado por classe diamétrica, do componente arbóreo, nos dois tratamentos avaliados na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, PA	63
---	----

RESUMO

ANDRADE, Cinthia Grazielle Carvalho Andrade, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, Fevereiro de 2016. **Manejo florestal da Floresta Nacional do Tapajós, Pará, com ênfase na espécie *Minquartia guianensis* Aubl.** Orientador: Márcio Lopes da Silva. Coorientador: Carlos Moreira Miquelino Eleta Torres.

O manejo florestal sustentável na Amazônia traz benefícios econômicos, sociais e ambientais. Apesar disso algumas espécies ainda são exploradas de forma ilegal, é o caso de *Minquartia guianensis* Aubl., conhecido como Acariquara, devido ao alto valor econômico da sua madeira. Buscando mudar este cenário são necessários estudos mais detalhados sobre o seu potencial para a utilização como fonte de abastecimento para as comunidades locais, melhorando a condição de vida e tornando legal sua exploração. Assim, objetivou-se com este trabalho avaliar os aspectos técnicos e econômicos do manejo florestal, com ênfase para a espécie *Minquartia guianensis* na Floresta Nacional do Tapajós – PA, visando fornecer subsídios para aplicabilidade do seu adequado manejo. O trabalho foi dividido em três artigos. No primeiro artigo, objetivou-se analisar a composição e a estrutura de uma floresta não manejada, com ênfase para *Minquartia guianensis*. Utilizou-se amostragem sistemática com 94 parcelas na Área 1 e 110 parcelas na Área 2. Em cada parcela de 30 x 250 m inventariada, considerou-se as seguintes classes de tamanho (CT) das árvores: CT 1 - $10 \text{ cm} \leq \text{DAP} < 25 \text{ cm}$ nos primeiros 50 m da parcela (30 m x 50 m); CT 2 - $25 \text{ cm} \leq \text{DAP} < 50 \text{ cm}$ nos primeiros 100 m (30 m x 100 m); e CT 3 - $\text{DAP} \geq 50 \text{ cm}$ em toda parcela (30 m x 250 m). Na Área 1 e 2, *Minquartia guianensis* apresentou 226 e 149 indivíduos, o que representou uma densidade de 12 n.ha^{-1} e 6 n.ha^{-1} , área basal de $0,49 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$ e $0,36 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$, valor de importância (IVI) de 3,04% e 2,78% e volume de $3,13 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$ e $2,30 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$, respectivamente. A estrutura da floresta caracteriza-se pela alta diversidade florística, e estoque comercial com potencial para manejo, no entanto, sugere-se a aplicação de tratamentos silviculturais para torná-la mais produtiva. A espécie *Minquartia guianensis* destacou-se entre as aquelas com maior importância e apresenta um estoque alto de indivíduos entre as árvores de menor porte ($10 \text{ cm} \leq \text{DAP} < 50 \text{ cm}$), que são as de interesse do mercado consumidor, tendo potencial para o aproveitamento de árvores com diâmetro abaixo de 50 cm. No segundo artigo, objetivou-se avaliar o crescimento diamétrico e o ciclo de corte da *Minquartia*

guianensis, por meio da análise do tempo de passagem entre as classes diamétricas. Foram estabelecidos cinco tratamentos: T₀: testemunha, sem interferência; T₁: exploração de árvores comerciais com DAP \geq 45 cm; T₂, T₃ e T₄: exploração de árvores com DAP \geq 55 cm, seguido por aplicação de tratos silviculturais, com redução de 20%, 40% e 60% da área basal original, respectivamente. Em cada tratamento foram instaladas ao acaso 12 parcelas permanentes de 0,25 ha, nas quais foram medidas todas as árvores com DAP \geq 5 cm. O crescimento da espécie foi determinado por meio do incremento periódico médio anual (IPA), no período de 1981 a 2012, a partir desse resultado foi estimado o tempo de passagem entre as classes diamétricas e o ciclo de corte. Os resultados indicaram que ao atingir 50 cm, diâmetro mínimo de corte estabelecido na legislação, ocorre lentidão ou estagnação nos processos de dinâmica de crescimento dessa espécie, e alta mortalidade de árvores nas classes superiores. Portanto, pressupõe-se que é viável manejar também árvores com DAP \leq 50 cm. No terceiro artigo, objetivou-se avaliar a distribuição diamétrica de uma floresta sem e com exploração, com enfoque para *Minquartia guianensis* Aubl., assim como calcular o quociente “q” De Liocourt, na Floresta Nacional do Tapajós, PA. Foram estabelecidos dois tratamentos: T₀: testemunha, sem interferência; T₁: exploração de árvores comerciais com DAP \geq 45 cm. Calculou-se o quociente “q” De Liocourt para todas as classes de diâmetro. Na colheita seletiva do T₀, a densidade, a área basal total e o volume total de fuste das árvores comerciais extraídas com DAP \geq 15 cm, foram 21,88 n.ha⁻¹, 9,54 m².ha⁻¹ e 132,31 m³.ha⁻¹, respectivamente, para um quociente de De Liocourt de 2,27. Por outro lado, no T₁ observou-se 25,58 n.ha⁻¹, 7,97 m².ha⁻¹ e 104,36 m³.ha⁻¹ para um quociente de De Liocourt de 2,80. A espécie *Minquartia guianensis*, considerando árvores com DAP \leq 50 cm, apresentou 0,90% e 0,54% de estimativa de colheita para o T₀ e T₁, respectivamente. Nos dois tratamentos os valores obtidos com a aplicação do método de manejo proposto sugerem o corte de árvores em todas as classes diamétricas, com exceção da classe de 30 cm. Além disso, a floresta e especificamente a espécie *Minquartia guianensis*, tem grande potencial volumétrico e econômico como fonte alternativa de renda para comunidades rurais e empresas, desde que respeitados os parâmetros que constam na legislação. Conclui-se que *Minquartia guianensis* apresenta potencial para o manejo sustentável na Amazônia, podendo ser comercializada na região, melhorando a economia local e tornando legal seu manejo.

ABSTRACT

ANDRADE, Cinthia Grazielle Carvalho Andrade, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2016. **Forest management of the Tapajós National Forest, Pará, with emphasis on specie *Minquartia guianensis* Aubl.** Adviser: Márcio Lopes da Silva. Co-adviser: Carlos Moreira Miquelino Eleto Torres.

Sustainable forest management in the Amazon brings economic, social and environmental benefits. Nevertheless, some species such as *Minquartia guianensis* Aubl., know as Acariquara are still exploited illegally due of the timber high economic value. Seeking to change this scenario, more detailed studies of their potential use as a supply source for local communities are needed improving living conditions and llegalizing their exploitation. Thus, the aim of this study was to evaluate the technical and economic aspects of forest management, with emphasis on *Minquartia guianensis* at Tapajos National Forest - PA to provide input for of its proper management applicability. The work was divided in three papers. The first paper aimed to analyze the composition and structure of a forest not managed, with emphasis on *Minquartia guianensis*. We used systematic sampling with 94 plots in Area 1 and 110 plots in Area 2. In each plot of 30 x 250 m inventoried, we considered the following size classes (CT) of the trees: CT 1 - $10 \text{ cm} \leq \text{DBH} < 25 \text{ cm}$ in the first 50 m of the plot (30 m x 50 m); CT 2 - $25 \text{ cm} \leq \text{DBH} < 50 \text{ cm}$ in the first 100 m (30 m x 100 m); and CT 3 - $\text{DBH} \geq 50 \text{ cm}$ in the whole plot (30 m x 250 m). Area 1 and 2, *Minquartia guianensis* showed 226 and 149 individuals, representing a density of 12 n.ha^{-1} and 6 n.ha^{-1} , basal area of $0.49 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$ and $0.36 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$ importance value (IVI) from 3.04% to 2.78% and volume of $3.13 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$ and $2.30 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$, respectively. The forest structure is characterized by high floristic diversity, and stock trading with management potential, however, it is suggested the application of silvicultural treatments to make it more productive. The species *Minquartia guianensis* stood out among those with the highest importance and has a high inventory of individuals among the smaller trees ($10 \text{ cm} \leq \text{DBH} < 50 \text{ cm}$), which are the consumer market interest and potential for exploitation trees with diameter below 50 cm. The second paper aimed to evaluate the diametric growth and cutting cycle of *Minquartia guianensis*, by analyzing the transit period between the diameter classes. There were established five treatments: T_0 : control, without interference; T_1 : operation of commercial trees with $\text{DBH} \geq 45 \text{ cm}$; T_2 , T_3 and T_4 : Exploring trees

with $DBH \geq 55$ cm, followed by application of silvicultural treatments, a reduction of 20%, 40% and 60% of the original basal area, respectively. In each treatment were randomly installed 12 permanent plots of 0.25 ha, in which all trees with $DBH \geq 5$ cm were measured. The growth of the species was determined by the average annual periodic increment (API) in the period 1981-2012, based on the results, was estimated transition time between the diameter classes and cutting cycle. The results indicated that when it reaches 50 cm, minimum cutting diameter established by legislation, slow or stagnation occurs in the dynamics of growth processes of this kind, and high mortality of trees in upper classes. Therefore, it is assumed that it is feasible also to manage trees with $DBH \leq 50$ cm. The third paper, aimed to evaluate the diameter distribution of a forest with and without exploration, focusing on *Minquartia guianensis* Aubl., and calculate the coefficient "q" from Liocourt in the Tapajós National Forest, PA. There were established two treatments: T_0 : control, without interference; T_1 : operation of commercial trees with $DBH \geq 45$ cm. The coefficient "q" de Liocourt for all classes of diameter was calculated. In selective harvest T_0 , density, basal area and the total volume bole of commercial trees extracted with $DBH \geq 15$ cm were 21.88 n.ha^{-1} , $9.54 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$ and $132,31 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$, respectively, for a de Liocourt coefficient of 2.27. On the other hand, it was observed at T_1 25.58 n.ha^{-1} , $7.97 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$ and $104.36 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$ for a de Liocourt coefficient of 2.80. The species *Minquartia guianensis* considering trees with $DBH \leq 50$ cm, showed 0.90% and 0.54% crop estimate for the T_0 and T_1 , respectively. In both treatments, the values obtained with the proposed management method implementation suggests trees cutting in all diameter classes except the 30 cm class. Moreover, the forest and specifically *Minquartia guianensis*, specie have large volumetric and economic potential as an alternative source of income for rural communities and businesses, provided they comply with the parameters set out in the legislation. We conclude that *Minquartia guianensis* shows potential for sustainable management in the Amazon, it can be marketed in the region, improving the local economy and llegalizing its management.

1. INTRODUÇÃO GERAL

O bioma amazônico possui a maior área de florestas nativas do Brasil, apresentando uma diversidade florística elevada, com espécies florestais de alto valor comercial. Proporcionando benefícios econômicos, sociais e ambientais, por meio do uso múltiplo das florestas. Em 2012, a produção de madeira em tora, oriunda de florestas nativas da Amazônia Legal alcançou cerca de 13,6 milhões de metros cúbicos, e os estados do Pará e Mato Grosso foram os maiores produtores, obtendo juntos 65,7% de participação do total produzido. A indústria madeireira nesse bioma em 2012 gerou uma receita bruta estimada em aproximadamente R\$ 4,3 bilhões (SFB, 2013).

No entanto, a necessidade da utilização racional dos recursos naturais fez aumentarem as pressões nacionais e internacionais sobre a floresta amazônica, sendo fundamental a utilização de mecanismos para o uso sustentável. Para viabilizar o desenvolvimento ambiental, social e econômico uma importante atividade que pode ser adotada é o manejo florestal sustentável, que tem como princípio garantir o uso da floresta de forma a abastecer a demanda das futuras gerações (TIMOFEICZYK JÚNIOR et al., 2008).

O Manejo florestal determina o potencial da propriedade, definindo as limitações a prática da atividade florestal, identificando a atividade de produção, preservação e conservação do recurso florestal. Por meio de um correto planejamento das atividades florestais, melhora-se a qualidade do produto final, visando o aumento da sua oferta e demanda no mercado. Verificando a viabilidade econômica, social e ambiental do processo produtivo (SCOLFORO, 1998).

Entretanto, a exploração florestal na Amazônia brasileira, apesar de gerar todos esses benefícios, em muitos locais ainda é realizada em base extrativista, e descomprometida com a sustentabilidade da produção florestal. Tanto em terra firme como na várzea, a retirada da madeira ocorre em intensidades variáveis. Em áreas pouco povoadas a intensidade é bem leve e em regiões densamente habitadas tem extrações pesadas (VERÍSSIMO et al., 2002).

A ausência de políticas apropriadas e programas que viabilizem o MFS (Manejo Florestal Sustentável); a ineficácia do sistema de controle da exploração madeireira; a oferta clandestina de madeira; e a abundância do recurso florestal são

os principais efeitos da falta de sustentabilidade na produção (HIGUCHI et al., 2000).

Um exemplo da exploração ilegal é a que ocorre com a espécie *Minquartia guianensis* Aubl., conhecido como Acariquara e pertencente a família Olacaceae. O efeito drástico da exploração se dá pelo grande valor econômico da madeira, que é pesada (densidade 1,04 g/cm³) e durável. Apresenta ainda elevada resistência mecânica e ao ataque de insetos e microorganismos (LORENZI, 2002).

De acordo com Camargo e Ferraz (2004), sua madeira é muito utilizada na indústria madeireira, para a confecção de poste elétrico, e pelo aspecto estético do fuste quando polido, em colunas na construção civil. Também é usada na fabricação de estacas, dormentes e mourões, e os cavacos quando fervidos, liberam um corante negro que é aplicado no tingimento de tecidos. No Brasil é encontrada nos estados do Acre, Amazonas, Roraima, Pará e Amapá (FERRAZ et al., 2005).

Segundo Kvist e Nebel (2001), a retirada ilegal e intensa desta espécie pode propiciar o desenvolvimento do processo de erosão genética e, em situação extrema, colocá-la sob risco de extinção. Além disso, poucas árvores atingem diâmetro comercial ≥ 50 cm, necessitando de estudos científicos que subsidiem seu uso abaixo do diâmetro de corte estipulado pela legislação florestal.

Por isso, buscando mudar este cenário em que se encontra a exploração atual dessa espécie, surgiu o interesse por parte do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), órgão gestor da Floresta Nacional do Tapajós, em viabilizar o seu manejo florestal. Assim, elaborou-se esse trabalho, visando obter parâmetros e resultados que possam servir de referência para a viabilidade da colheita da madeira de *Minquartia guianensis*, melhorando a renda local e tornando legal seu manejo na Amazônia.

Para melhor apresentação do trabalho, a dissertação foi estruturada como descrito a seguir:

Artigo 1: Composição florística e estrutura de duas áreas não manejadas, com ênfase na espécie *Minquartia guianensis* Aubl., na Floresta Nacional do Tapajós, Pará.

Artigo 2: Efeito da exploração no crescimento diamétrico e tempo de passagem de *Minquartia guianensis* Aubl. na Floresta Nacional do Tapajós, Pará.

Artigo 3: Emprego do quociente De Liocourt no manejo florestal da Floresta Nacional do Tapajós, Pará, com ênfase na espécie *Minquartia guianensis* Aubl.

2. OBJETIVOS

2.1. Geral

- Avaliar os aspectos técnicos e econômicos do manejo florestal, com ênfase para a espécie *Minquartia guianensis* Aubl., na Floresta Nacional do Tapajós – PA, visando fornecer subsídios para aplicabilidade do seu manejo.

2.2. Específicos

- Analisar a composição e a estrutura de uma floresta não manejada, com ênfase para *Minquartia guianensis* Aubl. (Artigo 1);
- Avaliar o crescimento diamétrico e o ciclo de corte da *Minquartia guianensis* Aubl., por meio da análise do tempo de passagem entre as classes diamétricas (Artigo 2);
- Avaliar a distribuição diamétrica de uma floresta sem e com exploração, com enfoque para *Minquartia guianensis* Aubl., assim como calcular o quociente “q” de De Liocourt, na Floresta Nacional do Tapajós, PA. (Artigo 3).

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAMARGO, J. L. C.; FERRAZ, I. D. K. Acariquara-roxa, *Minquartia guianensis* Aubl., Olacaceae. **Manual de Sementes da Amazônia**. Manaus, INPA. p. 1-8, 2004.

FERRAZ, I. D. K.; FERREIRA, S. A. N.; GENTIL, D. F. O. Acariquara-roxa, *Minquartia guianensis* Aubl. **Informativo Técnico Rede de Sementes da Amazônia**, v. 10, 2005.

HIGUCHI, N.; SANTOS, J.; RIBEIRO, R. J.; SILVA, R. P.; ROCHA, R. M. Sustentabilidade na produção de madeira dura tropical. **Revista Silvicultura**, v. 83, p. 32-37, 2000.

KVIST, L. P.; NEBEL, G. Peruvian flood plain forest: aspects of ecosystems, inhabitants and resource use. **Forest Ecology and Management**, v. 150, p. 3-26, 2001.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. Vol. 2, 2ª Edição, Nova Odessa, SP, 2002. 384p.

SCOLFORO, J.R.S. **Manejo Florestal**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1998. 438p.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO - SFB. **Plano Anual de Outorga Florestal 2014**. Brasília: SFB, 2013.116p. Disponível em: <<http://www.florestal.gov.br>>. Acesso em: 02 jan. de 2016

TIMOFEICZYK JÚNIOR, R.; SILVA, V. S. M.; BERGER, R.; SOUSA, R. A. T. M. Rentabilidade econômica do manejo de baixo impacto em florestas tropicais: um estudo de caso. **Floresta**, Curitiba, v. 38, n. 4, p. 711-725, 2008.

VERÍSSIMO, A.; LIMA, E.; LENTINI, M. **Pólos madeireiros do Estado do Pará**. Belém: Imazon, 2002. 72p.

ARTIGO 1

COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E ESTRUTURA DE DUAS ÁREAS NÃO MANEJADAS, COM ÊNFASE NA ESPÉCIE *Minquartia guianensis* AUBL., NA FLORESTA NACIONAL DO TAPAJÓS, PARÁ

RESUMO – Objetivou-se com o estudo analisar a composição e a estrutura de uma floresta não manejada, com ênfase para *Minquartia guianensis* Aubl., na Floresta Nacional do Tapajós, no estado do Pará, visando fornecer subsídios para o estabelecimento de projetos de manejo sustentável incluindo o uso dessa espécie, buscando comercializar seus produtos florestais. Utilizou-se amostragem sistemática com 94 parcelas na Área 1 e 110 parcelas na Área 2. Em cada parcela de 30 x 250 m inventariada, considerou-se as seguintes classes de tamanho (CT) das árvores: CT 1 - $10 \text{ cm} \leq \text{DAP} < 25 \text{ cm}$ nos primeiros 50 m da parcela (30 m x 50 m); CT 2 - $25 \text{ cm} \leq \text{DAP} < 50 \text{ cm}$ nos primeiros 100 m (30 m x 100 m); e CT 3 - $\text{DAP} \geq 50 \text{ cm}$ em toda parcela (30 m x 250 m). Na Área 1 e 2 foram inventariados 227 e 205 espécies, distribuídas 48 e 43 famílias botânicas, respectivamente. A Área 1 apresentou maior índice de diversidade de Shannon-Weaver ($H' = 4,47$). As espécies de maior importância na Área 1 foram *Pouteria cladanta* Sandwith, *Eschweilera grandiflora* (Aubl.) Sandwith, *Manilkara huberi* (Ducke) Chevalier, *Minquartia guianensis* Aubl. e *Eschweilera coriacea* (D.C.) S.A. Mori. Na Área 2 foram *Pouteria cladanta* Sandwith, *Protium decandrum* (Aubl.) Marchand, *Minquartia guianensis* Aubl., *Ocotea baturitensis* Vattimo e *Brosimum guianensis* (Aubl.) Huber. Na Área 1 e 2, a espécie *Minquartia guianensis* apresentou 226 e 149 indivíduos, o que representou uma densidade de 12 n.ha^{-1} e 6 n.ha^{-1} , área basal de $0,49 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$ e $0,36 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$, valor de importância de 3,04% e 2,78% e volume de $3,13 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$ e $2,30 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$, respectivamente. A estrutura da floresta caracteriza-se pela alta diversidade florística, e estoque volumétrico com potencial para manejo, no entanto, sugere-se a aplicação de tratamentos silviculturais para torná-la mais produtiva. Considerando a presença de *Minquartia guianensis* entre aquelas com maior valor de importância e um estoque alto de indivíduos com DAP entre 10 e 50 cm, que são as de interesse do mercado consumidor, percebe-se o potencial para o manejo de árvores com $\text{DAP} < 50 \text{ cm}$.

Palavras-chave: Amazônia, manejo florestal, Acariquara, fitossociologia

ARTICLE 1

FLORISTIC COMPOSITION AND STRUCTURE OF TWO PRIMARY FORESTS AREAS WITH EMPHASIS ON SPECIE *Minquartia guianensis* Aubl. IN THE NATIONAL FOREST TAPAJÓS, PARA STATE

ABSTRACT - The objective of this study was to analyze the composition and structure of a forest not managed, emphasizing *Minquartia guianensis* Aubl., in the Tapajós National Forest, in the Pará state, to provide input for the establishment of sustainable management projects of this kind and marketing of its forest products. We used systematic sampling of 94 plots in Area 1 and 110 plots in Area 2. In each plot of 30 x 250 m inventoried, it was considered the following size classes (CT) trees: CT 1 - $10 \text{ cm} \leq \text{DBH} < 25 \text{ cm}$ subplot 30 mx 50 m; CT 2 - $25 \text{ cm} \leq \text{DBH} < 50 \text{ cm}$ subplot 30 mx 100 m; and CT 3 - $\text{DBH} \geq 50 \text{ cm}$ in the share of 30 mx 250 m. Area 1 and 2 were inventoried 227 and 205 species, distributed 48 and 43 botanical families, respectively. Area 1 showed greater diversity index of Shannon-Weaver ($H' = 4.47$). The species of greatest importance in Area 1 were *Pouteria cladanta* Sandwith, *Eschweilera grandiflora* (Aubl.) Sandwith, *Manilkara huberi* (Ducke) Chevalier, *Minquartia guianensis* Aubl. and *Eschweilera coriacea* (DC) SA Mori. In area 2 were *Pouteria cladanta* Sandwith, *Protium decandrum* (Aubl.) Marchand, *Minquartia guianensis* Aubl., *Ocotea baturitensis* Vattimo and *Brosimum guianensis* (Aubl.) Huber. In area 1 and 2, the *Minquartia guianensis* species showed 226 and 149 individuals, representing a density of 12 n.ha^{-1} and 6 n.ha^{-1} , basal area of $0.49 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$ and $0,36 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$, importance value of 3.04% and 2.78% and volume of $3.13 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$ and $2.30 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$, respectively. The forest structure is characterized by high floristic diversity, and volumetric stocks with potential for management, however, it is suggested the application of silvicultural treatments to make it more productive. Considering the presence of *Minquartia guianensis* among those with the highest importance value, and a high inventory of individuals with DAP between 10 and 50 cm, which are in the consumer market interest, we can see the trees management potential with $\text{DBH} < 50 \text{ cm}$.

Keywords: Amazon, forest management, Acariquara, phytosociology

1. INTRODUÇÃO

A Amazônia, como a maior extensão de floresta tropical do mundo, apresenta aproximadamente 65% da sua área coberta por floresta de terra firme, caracterizado especialmente pela alta riqueza e diversidade de espécies (OLIVEIRA et al., 2004). Estudos indicam que em um único hectare existem até 300 espécies arbóreas e uma quantidade delas apresenta potencial econômico para ser explorado (OLIVEIRA e MORI, 1999). Assim, pesquisas que possibilitem a elaboração de planos de manejo florestal sustentável são de suma importância, visto ser a forma legal de extração dos recursos madeireiros (COSTA et al., 2007).

A exploração florestal em base sustentável é realizada de forma planejada, reduzindo os custos, impactos ambientais e sociais, e promovendo a conservação do ecossistema (TAFFAREL et al., 2014). No entanto, Souza et al. (2006) afirmam que a maioria das florestas nativas da Amazônia tem sido explorada de forma insustentável, ou seja, sem aplicação dos critérios de sustentabilidade de manejo florestal, e antes mesmo que se tenha conhecimento da riqueza natural a cobertura florestal e a diversidade de espécies são perdidas.

Scolforo et al. (1998) afirmam que estudos da composição florística e da análise da estrutura da vegetação são fundamentais na elaboração de planos de manejo e adoção de práticas silviculturais voltadas para a conservação da diversidade de espécies. Quando intervenções com base em regime de manejo são previstas para a floresta nativa, é necessário compreender a importância de cada espécie para a comunidade, e sua distribuição diamétrica e espacial na floresta, assim como seu valor ecológico, econômico e social (SOUZA et al., 2006).

No entanto, ainda são escassas pesquisas relacionadas ao conhecimento de espécies florestais e a forma mais sustentável do seu manejo. Por isso, nesse estudo foi selecionada a espécie *Minquartia guianensis* Aubl. (Olacaceae), conhecida popularmente como Acariquara, devido a alta ocorrência na área de estudo e por ter grande potencial de comercialização na região Amazônica (FLORES, 2002). De acordo com Camargo e Ferraz (2004), sua madeira é muito utilizada na indústria madeireira devido a elevada durabilidade e resistência mecânica.

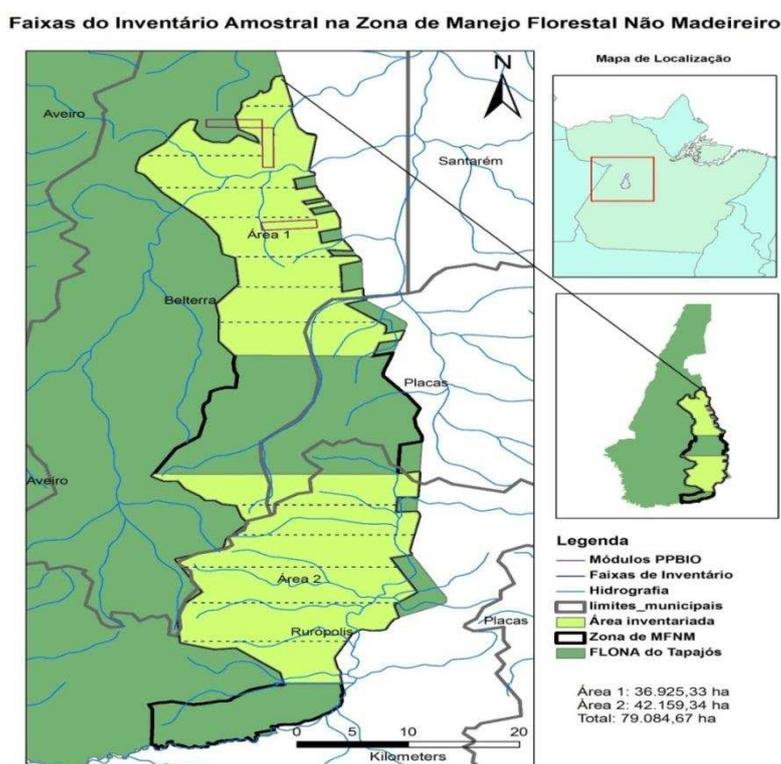
Diante do exposto, objetivou-se com este artigo analisar a composição e a estrutura de uma floresta não manejada, com ênfase para *Minquartia guianensis* Aubl., na Floresta Nacional do Tapajós, no estado do Pará, visando fornecer

subsídios para o estabelecimento de projetos de manejo sustentável dessa espécie e comercialização dos seus produtos florestais.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Caracterização da área de estudo

O trabalho foi realizado em duas áreas na Zona de Manejo Florestal Não Madeireiro ($3^{\circ}18'23,41''$ S e $54^{\circ}56'44,77''$ W) da Floresta Nacional do Tapajós (Flona Tapajós), situada a oeste do Pará, região norte do Brasil, cerca de 50 km ao sul da cidade de Santarém. A Área 1 possui 36.925,33 ha e a Área 2 abrange 42.159,34 ha (Figura 1).



Fonte: ICMBio

Figura 1 - Localização da área de estudo, com destaque para as áreas inventariadas na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, PA.

A Floresta Nacional do Tapajós abrange uma área de aproximadamente 547.000 hectares, incluindo parte dos municípios de Belterra, Aveiro, Placas e Rurópolis (ICMBIO, 2016). O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Ami (quente e úmido), caracterizado por um período seco de dois a quatro

meses (ESPIRÍTO-SANTO et al., 2005). As chuvas ocorrem com maior intensidade entre os meses de dezembro a junho, período que concentra até 70% da precipitação anual (SOARES, 2004).

A temperatura média anual é de 25,3 °C e umidade relativa do ar de 95% (INMET, 2016). De acordo com Carvalho (2002), o solo predominante na região é latossolo amarelo álico a moderado, com textura pesada (60 a 90% de argila), com a presença também de latossolo amarelo concrecionário, derivado de argilitos.

A região da área de estudo apresenta Floresta Ombrófila Densa, caracterizada pela dominância de indivíduos arbóreos. Segundo Espírito-Santo et al. (2005) a porção sul, na qual está localizada a Área 1 e Área 2, é abundante em palmeiras, com exceção de babaçu (*Orbignya phalerata* Mart.), apresentando predominância de inajá (*Attalea maripa* (Aubl.) Mart), mumbaca (*Astrocaryum mumbaca* Mart.) e tucumã (*Astrocaryum vulgare* Mart.). O relevo é do tipo planalto rebaixado, variando de plano a levemente ondulado, com altitudes entre 19 e 200 m (VELOSO et al., 1991).

2.2. Amostragem e coleta dos dados

O inventário florestal foi realizado em 2012, e ao longo das faixas foram alocadas sistematicamente as parcelas de inventário de 30 m x 250 m, equidistantes a 500 m. A primeira unidade amostral foi distribuída de forma aleatória e o restante de maneira uniforme. Na Área 1 foram abertas sete faixas e alocadas 94 parcelas e na Área 2 cinco faixas e 110 parcelas, totalizando 204 parcelas e 153 ha.

A localização das parcelas foi feita com o auxílio de GPS (Global Position System), por meio das coordenadas UTM – Universal Transversa de Mercator. Em cada parcela inventariada considerou-se as seguintes classes de tamanho (CT): CT 1 - $10 \text{ cm} \leq \text{DAP} < 25 \text{ cm}$ nos primeiros 50 m da parcela (30 m x 50 m); CT 2 - $25 \text{ cm} \leq \text{DAP} < 50 \text{ cm}$ nos primeiros 100 m (30 m x 100 m); e CT 3 - $\text{DAP} \geq 50 \text{ cm}$ em toda parcela (30 m x 250 m) (Figura 2).

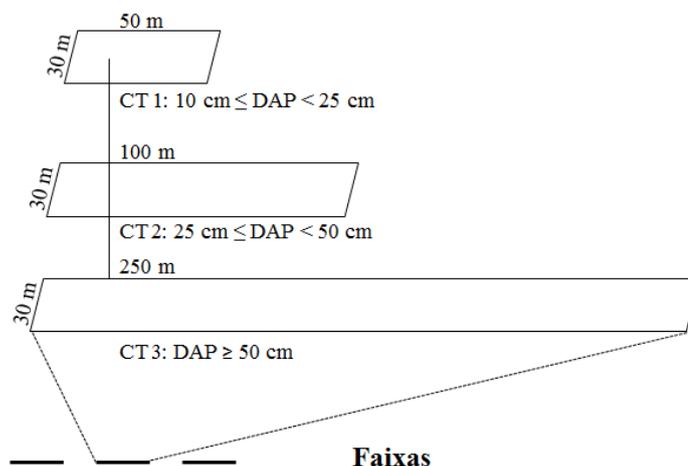


Figura 2 - Representação das unidades amostrais com a identificação das classes de tamanho (CT) das árvores inventariadas, na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, PA.

Na mensuração das árvores foram consideradas as seguintes características: nome regional de cada espécie, circunferência do tronco à altura de 1,30 m do solo (CAP) e altura comercial (Hc). Assim como a qualidade de fuste (QF), classificada em: fuste reto (1); fuste com pequenas tortuosidades (2); fuste não aproveitável (3).

De acordo com Higuchi et al. (1985) a qualidade do fuste reflete sobre os aspectos relativos ao aproveitamento econômico do fuste, sendo adquirido por meio da observação visual da forma e sanidade aparente. As estimativas da qualidade absoluta e relativa do fuste, por espécie, foram obtidas com o emprego das expressões:

$$QAF_i = \sum_{h=1}^H \left(\frac{N_j}{N} \right) n_{ij}; \quad QRF_i = \frac{QAF_i}{\sum_{i=1}^s QAF_i} \times 100 \quad (1)$$

em que: QAF_i = qualidade absoluta de fuste da i -ésima espécie; N_j = número de indivíduos nas classes de qualidade de fuste; N_{ij} = número de indivíduos da i -ésima espécie na j -ésima classe de qualidade de fuste; N = número total de indivíduos da amostragem; e QRF_i = qualidade relativa de fuste.

2.3. Composição florística

A identificação botânica inicial foi feita no campo, com ajuda de um mateiro e a grafia das espécies foi realizada mediante consulta à literatura e ao banco de

dados da Embrapa Amazônia Oriental. Além disso, foi realizada a análise da suficiência amostral da área de estudo, com base na curva de espécie-área, obtida pela razão entre o número de espécies acumuladas e o tamanho da área amostrada (m²) (FELFILI e REZENDE, 2003).

A composição florística foi analisada por meio da comparação da distribuição dos indivíduos, os quais foram agrupados em famílias botânicas, gêneros e espécies. Para a análise da composição florística das espécies, foi estudada a distribuição de cada espécie e família, mediante o emprego do índice de agregação de Payandeh (P_i), que estabelece o grau de agregação da espécie por meio da associação entre a variância do número de árvores, por parcela, e a média do número de árvores (KREBS, 1999). O índice de Payandeh foi estimado por meio da expressão:

$$P_i = \frac{S_i^2}{M_i} \quad (2)$$

em que: S_i^2 = variância do número de árvores da i -ésima espécie; M_i = média do número de árvores da i -ésima espécie; $P_i \leq 1,0$ indica padrão aleatório; $1 < P_i \leq 1,5$ indica tendência a agrupamento; e $P_i > 1,5$ indica agrupamento.

Para estimar a diversidade florística, foram utilizados os índices de diversidade de Shannon-Weaver (H'), Dominância de Simpson (C), Equabilidade de Pielou (J) e Coeficiente de mistura de Jentsh (QM).

O índice de Shannon-Weaver (H') foi calculado com base no número de indivíduos de cada espécie e no total de indivíduos amostrados. Quanto maior for o valor de H' , maior será a diversidade florística da comunidade em estudo (BROWN e ZAR, 1984), sendo definido pela seguinte fórmula:

$$H' = \frac{\left[DTA \ln(DT) - \sum_{i=1}^s DA_i \ln(DA_i) \right]}{DTA} \quad (3)$$

em que: DA_i = densidade absoluta da i -ésima espécie ($n_i \cdot ha^{-1}$); DTA_i = densidade total ($N_i \cdot ha^{-1}$); e \ln = logaritmo neperiano.

O índice de dominância de Simpson (C) determina a chance de dois indivíduos, escolhidos ao acaso na amostra, pertencerem a mesma espécie. O valor encontrado de C varia de 0 (zero) a 1 (um), e quanto mais próximo de 1 (um) maior será a diversidade da comunidade (GUEDES et al., 2012). O índice de Simpson foi calculado com o emprego da expressão:

$$C = 1 - \frac{\left[\sum_{i=1}^s DA_i (DA_i - 1) \right]}{[DT(DTA-1)]} \quad (4)$$

em que: DA_i = densidade absoluta da i -ésima espécie ($n_i \cdot ha^{-1}$); DT = densidade total ($N_i \cdot ha^{-1}$); e \ln = logaritmo neperiano.

O índice de equabilidade de Pielou (J) reflete a uniformidade da distribuição dos indivíduos entre as espécies (PIELOU, 1966). Quanto maior o valor de J, maior será a diversidade florística da comunidade em estudo, apresentando amplitude de 0 (uniformidade mínima) e 1 (uniformidade máxima) (SOUZA e SOARES, 2013). O índice de equabilidade foi obtido pela seguinte expressão:

$$J = \frac{H'}{H'_{\max}} \quad (5)$$

em que: $H'_{\max} = \ln(S)$; S = número total de espécies amostradas; e H' = índice de diversidade de Shannon-Weaver da comunidade.

O coeficiente de mistura de Jentsh (E) refere-se a quantidade de árvores amostradas em relação às espécies encontradas na floresta, e os prováveis problemas de manejo devido a variabilidade de espécies (LAMPRECHT, 1964; HOSOKAWA, 1981). Quanto maior a mistura mais elevada será a diversidade, sendo obtida pela seguinte fórmula:

$$E = \frac{S}{N} \quad (6)$$

em que: S = número de espécies; e N = número de indivíduos amostrados.

Para estimar a similaridade foram utilizados os índices de Sorensen (SO) e Jaccard (SJ). A similaridade é uma função caracterizada por uma distância entre unidades amostrais ou tipos fisionômicos (BARROS, 1986). Os índices de similaridade de Sorensen e Jaccard são coeficientes binários que relacionam qualitativamente a correlação entre espécies no decorrer de uma variação ambiental. O seu valor varia de 0 (zero) a 1 (um), sendo que quanto mais próximo de 1 (um) maior será a similaridade (WOLDA, 1981). O índice de Sorensen foi obtido pela seguinte expressão:

$$SO_{ij} = \frac{2c}{a+b} \quad (7)$$

em que: a = número de espécies ocorrentes na Área 1; b = número de espécies ocorrentes Área 2; c = número de espécies comuns duas áreas amostradas.

O índice de Jaccard (J) foi obtido pela fórmula:

$$SJ_{ij} = \frac{c}{a+b-c} \quad (8)$$

em que: a, b e c, foram definidos na fórmula anterior.

2.4. Análise estrutural da floresta

Segundo Scolforo (1998), o estudo da estrutura da vegetação permite determinar o estágio em que se encontra o povoamento e as modificações sofridas.

2.4.1. Estrutura horizontal

As estimativas dos parâmetros da estrutura horizontal analisados foram densidade, dominância, frequência, Índice de Valor de Cobertura (IVC) e Índice de Valor de Importância (IVI).

2.4.1.1. Densidade

A densidade absoluta representa o número de árvores de cada espécie por unidade de área na composição da floresta, sendo estimado por meio das seguintes fórmulas (SOUZA e SOARES, 2013):

$$DA_i = \frac{n_i}{A} \quad DR_i = \frac{DA_i}{DTA} * 100 \quad (9)$$

em que: n_i = número de indivíduos da i-ésima espécie; A = área total amostrada, em hectare (ha); DA_i = densidade absoluta da i-ésima espécie, em número de indivíduos por hectare, por espécie ($n_i \cdot ha^{-1}$); DR_i = densidade relativa (%) da i-ésima espécie; e DTA_i = densidade total, em número de indivíduos por hectare ($N_i \cdot ha^{-1}$).

2.4.1.2. Dominância

É a estimativa da área basal da espécie e do povoamento florestal por hectare (BROWER e ZAR, 1984), sendo calculado por meio das seguintes equações:

$$DoA_i = \frac{G_i}{A} \qquad DoR_i = \frac{DoA_i}{DoT} * 100 \qquad (10)$$

em que: G_i = área basal da i -ésima espécie, em m^2 , na área amostrada (soma das áreas seccionais da espécie); A = área total da amostragem, em hectare; DoA_i = dominância absoluta da i -ésima espécie, em $m^2 \cdot ha^{-1}$; e DoR_i = dominância relativa (%) da i -ésima espécie; e DoT = dominância total, em $m^2 \cdot ha^{-1}$.

2.4.1.3. Frequência

Considera a presença ou ausência de uma espécie na unidade de amostra (SANTANA, 2002), e foi calculada por meio das seguintes fórmulas:

$$FA_i = \frac{U_i}{U_T} * 100 ; \qquad FR_i = \frac{FA_i}{\sum_{i=1}^s FA_i} * 100 \qquad (11)$$

em que: FA_i = frequência absoluta da i -ésima espécie; U_i = número de unidades de amostra em que ocorre a i -ésima espécie; U_T = número total de unidades de amostra; e FR_i = frequência relativa (%) da i -ésima espécie.

2.4.1.4. Índice de Valor de Cobertura

Considera a participação da DR_i e DoR_i para definir o grau de cobertura na comunidade florestal, informando a importância da espécie em termos de distribuição horizontal (SOUZA e SOARES, 2013), dada pela seguinte fórmula:

$$IVC_i = DR_i + DoR_i ; IVC_i (\%) = \frac{VC_i}{2} \qquad (12)$$

2.4.1.5. Índice de Valor de Importância

Consiste na soma aritmética dos valores relativos de densidade, dominância e frequência, indicando a importância da espécie dentro do povoamento (SOUZA, 1999). A fórmula do IVI foi obtida pela seguinte expressão:

$$IVI_i = DR_i + DoR_i + FR_i ; IVI_i (\%) = \frac{VI_i}{3} \quad (13)$$

2.4.2. Estrutura vertical

A análise da estrutura horizontal e vertical, juntas, fornecem resultados mais precisos sobre a importância ecológica da espécie na comunidade florestal. Na estrutura vertical foi considerada a posição sociológica absoluta e relativa por espécie na comunidade vegetal, conforme recomendam Finol (1971); Calegário (1995).

2.4.2.1. Posição sociológica

A análise da posição fitossociológica indica a importância da espécie, assim como sua participação nos estratos verticais da floresta. Neste trabalho, foram utilizados três estratos de altura total (Ht) para estimar a posição sociológica absoluta por espécie na comunidade vegetal, conforme critério descrito por SOUZA (2003):

- Estrato Inferior (E₁): Árvore com $HT < (\bar{H} - 1S)$;
- Estrato Médio (E₂): Árvore com $(\bar{H} - 1S) \leq HT < (\bar{H} + 1S)$;
- Estrato Superior (E₃): Árvore com $HT \geq (\bar{H} + 1S)$.

em que: \bar{H} = média das alturas totais (Ht) dos indivíduos amostrados; S = desvio padrão das alturas totais (Ht) dos indivíduos amostrados; e Ht = altura total da j-ésima árvore individual.

Após a classificação das alturas das árvores nos respectivos estratos (inferior, médio e superior), as estimativas de Posição Sociológica Absoluta (PSA_i) e Posição Sociológica Relativa (PSR_i), por espécie, foram obtidos pelo emprego das expressões:

$$PSA_i = \sum_{j=1}^J \left(\frac{N_j}{N} \right) \times N_{ij} \quad \quad \quad PSR_i = \frac{PSA_i}{\sum_{i=1}^s PSA_i} \times 100 \quad (14)$$

em que: PSA_i = posição sociológica absoluta da i -ésima espécie; N_j = número de indivíduos do i -ésimo estrato; N = número total de indivíduos de todas as espécies, em todos os estratos; N_{ij} = número de indivíduos da i -ésima espécie no j -ésimo estrato de altura; PSR_i = posição sociológica relativa da i -ésima espécie, em percentagem.

2.5. Estrutura paramétrica

A estrutura paramétrica de uma comunidade de floresta natural é analisada com base nas estimativas dos parâmetros que expressam densidades e estoques de povoamentos (HUSCH et al., 2003). Neste trabalho, foi realizada a análise do número de árvores por hectare ou densidade absoluta (DA), área basal por hectare ou dominância absoluta (DoA) e volume por hectare ou volume absoluto (VoA), respectivamente, por classe de diâmetro à altura do peito (DAP) (SOUZA e SOARES, 2013).

Na análise da distribuição diamétrica considerou-se a frequência dos diâmetros em classes de amplitude de 10 cm. O cálculo da área basal do povoamento florestal foi realizado por meio do somatório de todas as áreas seccionais de cada fuste. O volume de fuste com casca foi estimado por meio da fórmula (HEINSDIJK e BASTOS, 1963):

$$Vf = \left(\pi * \frac{DAP^2}{40.000} * Hc \right) * ff \quad (15)$$

em que: Vf = volume de fuste com casca, em m^3 ; dap = diâmetro a 1,3 m de altura, em cm; Hc = altura comercial, em m; e ff = fator de forma igual a 0,7.

Para este estudo foi utilizado o fator de forma de 0,7, devido ser o fator de forma médio para todas as espécies de árvores da floresta Amazônica, conforme estudo de Heinsdijk e Bastos (1963) e Gimenez (2013).

A tabulação e o processamento de dados foram realizados por meio de planilhas eletrônicas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Composição florística

Na Área 1 foram inventariados 5.958 indivíduos, distribuídos em 227 espécies, 135 gêneros e 48 famílias botânicas. Na Área 2 foram inventariados 4.678 indivíduos, distribuídos em 205 espécies, 142 gêneros e 43 famílias botânicas. Batista et al. (2011), em Santarém-Novo - PA, encontraram 51 espécies.

As famílias com maior riqueza de espécies em ordem decrescente, na Área 1, foram Fabaceae (59 espécies), Sapotaceae (14), Lauraceae (11), Moraceae (10), Burseraceae (10) e Lecythiaceae (10), que, juntas contribuíram com 50,22% da riqueza local. As demais 42 famílias foram responsáveis por 46,69% do total, evidenciando a baixa abundância relativa dos indivíduos. Na Área 2 foram Fabaceae (55), Sapotaceae (12), Lauraceae (10), Moraceae (10), Lecythidaceae (09) e Burseraceae (08) que, juntas, representam um total com 50,73% da riqueza total. As demais 37 espécies foram responsáveis por 46,34% do total.

As famílias com maior importância se destacaram também quanto à densidade de seus indivíduos tanto na Área 1 como a 2, pois somam 68,85% e 63,51% do total de indivíduos amostrados, respectivamente. Esses resultados confirmam os inventários florísticos realizados em floresta de terra firme (SANDEL e CARVALHO, 2000; LIMA FILHO et al., 2001), no qual também apresentam essas famílias com as mais diversificadas.

Oliveira e Amaral (2004), em uma pesquisa realizada em floresta de terra firme na Amazônia Central, destacaram que a diversidade florística concentra-se em um número reduzido de famílias botânicas, pois obtiveram que seis famílias contribuíram em 45% da riqueza total. Por outro lado, Figueiredo et al. (2000), avaliando um fragmento de floresta primária no município de Rio Branco – AC, encontraram 57 famílias, sendo que Moraceae obteve maior valor de importância.

A diversidade florística estimada pelo índice de Shannon-Weaver (H') foi considerada alta, apresentando 4,47 e 4,44, na área 1 e 2, respectivamente. Resultados semelhantes foram encontrados por Oliveira e Amaral (2004) e Oliveira et al. (2008), no entanto, deve-se destacar que nesses estudos foram aplicados um menor nível de inclusão, e inseridas lianas e palmeiras na amostragem, o que provavelmente contribuiu para o alto índice de diversidade. Knight (1975) afirma

que a diversidade de Shannon-Weaver para florestais tropicais de terra firme, normalmente varia de 3,38 a 5,85, e valores dentro desse intervalo são considerados altos.

O Índice de Equabilidade de Pielou (J), indicou que 82% e 83% da diversidade máxima possível foi alcançada na amostragem realizada na Área 1 e 2, ou seja, há uma alta uniformidade distribuição das árvores entre as espécies (BROWER e ZAR,1998). Francez et al. (2007) encontraram equabilidade de 0,79, em floresta não manejada em Paragominas.

O Coeficiente de Mistura de Jentsch (QM) foi 1:26 e 1:22, ou seja, cada espécie foi representada, em média, por 26 e 22 indivíduos, na Área 1 e 2, respectivamente. Esse resultado indica alta heterogeneidade florística e foi superior ao apresentado por Finol (1971), ao afirmar que em florestas tropicais o QM é de aproximadamente, nove indivíduos por espécie. Colpini et al. (2011), encontraram QM = 1:8 em floresta não manejada em Mato Grosso.

O índice de Simpson foi considerado alto, apresentando 0,97 e 0,98 para Área 1 e 2, respectivamente. Pelo índice de similaridade de Sorensen e Jaccard, a Área 1 é similar a Área 2, com nível de ligação de 0,86 e 0,77, respectivamente (Tabela 1). Comparando as duas áreas amostradas, infere-se que a riqueza de espécies e de famílias são semelhantes.

Tabela 1 - Índice de diversidade florística e da estrutura da floresta, considerando indivíduos com DAP ≥ 10 cm, amostrados nas duas áreas, na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, PA.

Parâmetro	I	II
Amostra (ha)	70,50	82,50
Número de famílias	48	43
Riqueza de espécies (S)	227	205
Densidade absoluta (n.ha ⁻¹)	272,46	176,82
Área basal (m ² .ha ⁻¹)	19,08	13,73
Diversidade máxima (Hmax)	5,42	5,32
Índice de Shannon-Weaver (H')	4,47	4,44
Equabilidade de Pielou (J)	0,82	0,83
Coeficiente de Mistura de Jentsch (QM)	1:26	1:22
Índice de Sorensen		0,86
Índice de Jaccard		0,77

Além disso, foram encontrados 188 espécies comuns as duas áreas, 39 exclusivas da Área 1 e 17 da Área 2. Esses resultados condizem com o proposto por Muller-Dombois e Ellenberg (1974) que sugerem que a similaridade florística ocorre quando pelo menos 25% das espécies são comuns entre duas ou mais comunidades.

Provavelmente espécies comuns apresentam potencial para dispersão e tolerância as mudanças ambientais da região (ANDRADE et al., 2015).

Rodrigues e Nave (2000) afirmam que ao considerar o mesmo tipo vegetacional, a proximidade espacial e a ocorrência das áreas estudadas na mesma bacia hidrográfica, a similaridade florística é alta. Por outro lado, Oliveira Filho et al. (2001), Brotel et al. (2002) e Cottenie (2005) concluíram que aspectos como clima, precipitação e condições edáficas, interferem na distribuição das espécies e na similaridade florística entre as áreas.

Dentre as espécies identificadas nas áreas 1 e 2, 163 (71,81%) e 159 (77,56%) foram consideradas de baixa densidade absoluta ou raras, ou seja, com densidade menor ou igual a 1 árvore.ha⁻¹, padrão comumente encontrado nas florestas da Amazônia (FERREIRA et al., 2011). Oliveira e Amaral (2005), em um estudo realizado em um sub-bosque de terra firme na Amazônia Central, encontraram que 48% das espécies foram consideradas raras.

O elevado número de espécies raras indica que se ocorrer a colheita ou mortalidade dessas árvores, provavelmente o fragmento estará mais vulnerável à extinção local, devido a diversidade florística, ao padrão de distribuição da espécie ou a menor quantidade de indivíduos (SILVA e SOARES, 2002).

A espécie *Minquartia guianensis* na Área 1 e 2 foi representada por 12 e 6 indivíduos por hectare, sendo considerada como de alta ocorrência. Lima et al. (2012) em estudo realizado na Amazônia demonstraram que esta espécie foi representada por somente um indivíduo, sendo considerada rara.

Quanto ao Padrão de Distribuição Espacial (PDE), na Área 1, 45,38% das espécies apresentaram distribuição aleatória (AL), 33,92% com tendência à agregação (TA) e 20,70% agregada (AG). Na área 2, 44,39% das espécies apresentaram padrão AL, 32,68% como TA e 22,93% como AG.

A espécie *Minquartia guianensis* apresentou padrão de distribuição agregado, provavelmente devido ao ambiente diversificado, a dispersão zoocórica das sementes (dispersão por animais) e a capacidade de manutenção das plântulas (ARAÚJO, 2004). Esse resultado concorda com estudo de Camargo e Ferraz (2004), ao afirmar que árvores de Acariquara apresentam um padrão de distribuição espacial disperso ou levemente agrupado na Amazônia Central. No entanto, esses autores em um levantamento demográfico de plântulas ≥ 40 cm de altura, em floresta contínua e fragmentos florestais ao Norte de Manaus, indicaram que essa espécie apresenta um

padrão distribuição das plântulas não relacionado diretamente ao das árvores adultas (CAMARGO e FERRAZ, 2001).

O estudo sobre o padrão distribuição das espécies nas áreas a serem manejadas contribui para o melhor planejamento florestal, pois de acordo com Yared e Souza (1993) as árvores alvo de exploração e as que deverão ser mantidas como matrizes (porta-sementes), que garantem a regeneração natural, podem ser selecionadas por meio da distribuição espacial que apresentam. Deve-se ressaltar ainda que a dispersão de frutos e sementes, e as adaptações edáficas do sítio determinam os padrões espaciais de cada espécie.

As unidades amostrais inventariadas nas duas áreas foram suficientes para representar a composição florística da área estudada. Inicialmente ocorreu uma estabilização aparente a partir de determinada unidade amostral (Figura 3). Oliveira Filho (1990) afirmam que a curva espécie-área nunca atinge a horizontalidade e um acréscimo de 10% na área amostrada corresponde a um acréscimo de no máximo 10% do número de espécies acumuladas. Assim, a área mínima para uma amostragem satisfatória será determinada.

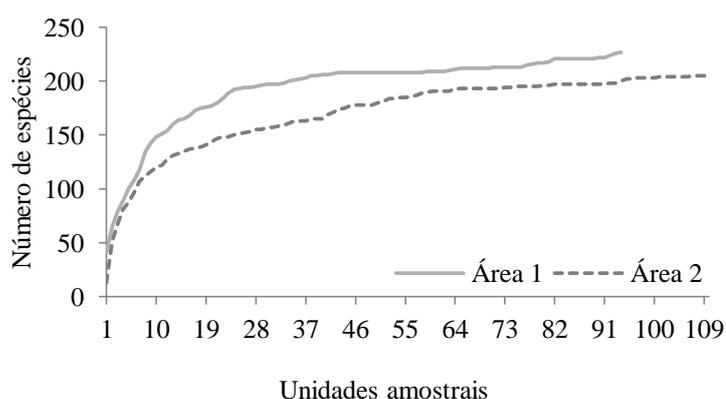


Figura 3 – Curva do número de espécies por unidades de amostra para as áreas amostradas, na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, PA.

3.2. Estrutura horizontal

A densidade, foi de 272,46 n.ha⁻¹ e 176,82 n.ha⁻¹, na Área 1 e 2, respectivamente, considerada baixa. Segundo Mori et al. (1989) um local pode ser mais pobre em espécies do que outro sem limitação ambiental expressiva, pois o solo pode agir como um fator limitante, devido as mudanças edáficas e topográficas. A riqueza de espécies é reduzida em locais onde o relevo é suave, devido às

possibilidades de nicho serem menores. Entretanto, para confirmar tal premissa são necessários novos trabalhos que associem fatores ambientais e vegetação. Além disso, as espécies com maiores densidades apresentam importância econômica para o setor madeireiro.

Dentre as 227 espécies inventariadas na Área 1, as 10 mais abundantes foram *Pouteria cladanta*, *Eschweilera grandiflora*, *Minquartia guianensis*, *Eschweilera coriacea*, *Brosimum guianensis*, *Clamaecrista scleroxylon*, *Ocotea Baturitensis*, *Duguetia surinamensis*, *Inga sp.* e *Protium decandrum*, que juntas, representam 35,48% da densidade total. Dentre as 205 espécies inventariadas na Área 2, as 10 mais abundantes foram *Pouteria cladantha*, *Protium decandrum*, *Brosimum guianensis*, *Minquartia guianensis*, *Eschweilera grandiflora*, *Ocotea Baturitensis*, *Nacleopsis sp.*, *Tetragastris altissima*, *Neea floribunda* e *Virola melinonii*, que juntas, contribuíram com 36,12% da densidade total.

Na Área 1 e 2, *Minquartia guianensis* ocupou a quarta e terceira posição entre cinco espécies com maior densidade, respectivamente. Apresentando alto grau de participação em número de indivíduos amostrados. Um estudo realizado por Camargo e Ferraz (2001) destacou que a fragmentação florestal interfere no desenvolvimento ou a manutenção das plântulas de *Acariquara*, pois em florestas contínuas o número de plântulas foi 2,5 vezes maior do que em fragmentadas.

Na Área 1 as 10 espécies com maior dominância absoluta ($DoA \geq 0,44 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$) foram *Pouteria claudantha*, *Manilkara huberi*, *Eschweilera grandiflora*, *Alexa grandiflora*, *Chamaecrista scleroxylon*, *Minquartia guianensis*, *Piptadenia suaveolens*, *Couratari guianensis*, *Mezilaurus itauba* e *Sclerolobium paniculatum* que, juntas, representaram 32,82% da dominância total (DoT). Na Área 2, as 10 espécies com maior dominância absoluta ($DoA \geq 0,26 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$) foram *Pouteria cladanta*, *Minquartia guianensis*, *Geissospermum sericeum*, *Ocotea Baturitensis*, *Protium decandrum*, *Eschweilera grandiflora*, *Manilkara huberi*, *Alexa grandiflora*, *Licania kunthiana* e *Brosimum guianensis* que, juntas, contribuíram com 26,70% da dominância total (DoT).

Observa-se que algumas espécies, são consideradas dominantes, pois apresentam alto valor de abundância e frequência nas áreas estudadas, o que pode ser explicado pelo seu porte volumoso. Espécies classificadas entre as primeiras nos parâmetros estruturais são geralmente as que apresentam a potencialidade da floresta ou definem a qualidade de sítio em uma área (FINOL, 1971).

Na Área 1, as 5 espécies com maior ocorrência foram *Pouteria cladanta*, *Escheweileira grandiflora*, *Minquartia guianensis*, *Manilkara huberi* e *Ocotea Baturitensis*. As espécies *Elizabetha paraensis*, *Socratea exorrhiza*, *Rheedia acuminata*, *Vismia japurensis* e *Bagassa guianensis*, apareceram em somente uma unidade amostral de um total de 94 parcelas. Na Área 2, as 5 espécies com maior ocorrência foram *Pouteria cladanta*, *Ocotea Baturitensis*, *Protium decandrum*, *Minquartia guianensis* e *Brosimum guianensis*. As espécies que ocorreram apenas uma vez de um total de 110 parcelas, foram *Cecropia sciadophylla*, *Aniba canelila*, *Aniba magaphylla*, *Endopleura uchi* e *Clarisia ilicifolia*.

Em alguns locais na Amazônia a espécie *Minquartia guianensis* é considerada rara. No entanto, nas áreas de estudo, sua ocorrência é alta, tendo participação entre as cinco principais espécies com maior frequência, pois na Área 1 está presente em 75,53% das 94 parcelas inventariadas, e na Área 2 em 58,18% das 110 parcelas.

As 10 espécies com maiores valores de importância (IVI \geq 5,24) na Área 1, contribuíram com 28,02% IVI total (Figura 4). Notou-se que das 227 espécies inventariadas, 145 apresentaram valor de importância (IVI) inferior a 1, dentre elas, *Copaifera reticulata*, *Parkia nítida* e *Candolleodendrn brachystachyum*.

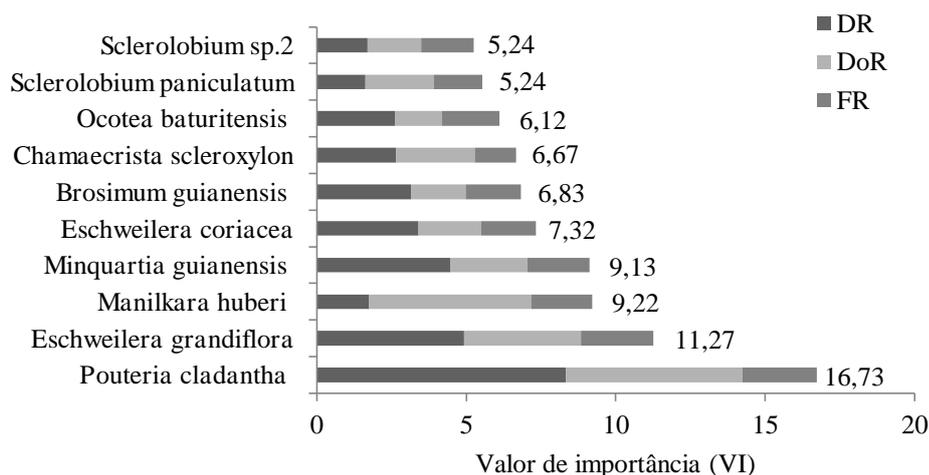


Figura 4 - Distribuição do índice de valor de importância (IVI) das dez principais espécies amostradas na Área 1 (DR: densidade relativa; DoR: dominância relativa; FR: frequência relativa), na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, PA.

Na Área 2, as 10 espécies mais importantes (VI \geq 5,26) representaram 27,13% do VI total (Figura 5). Verificou-se que das 205 espécies inventariadas, 116 obtiveram VI inferior a 1, dentre elas, *Castilla ulei*, *Jarana spinosa* e *Jaranda*

copaia. Estes resultados apontam que poucas espécies apresentam os maiores valores de VI, demonstrando a grande representatividade na tipologia florestal.

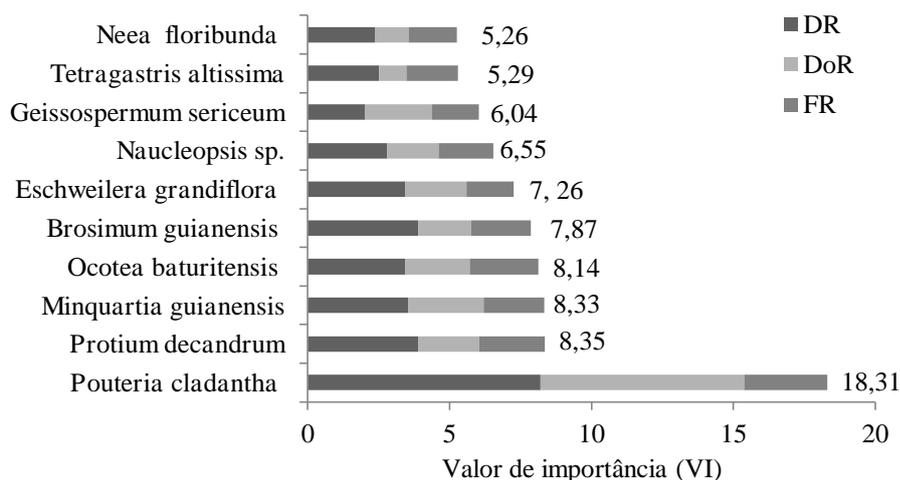


Figura 5 - Distribuição do índice de valor de importância (IVI) das dez principais espécies amostradas na Área 2 (DR: densidade relativa; DoR: dominância relativa; FR: frequência relativa), na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, PA.

As 30 espécies com maior índice valor de importância, representaram 55,34% (Área 1) 52,01% (Área 2) do VI total (Tabela 2). A espécie *Pouteria cladantha* foi a principal espécie dentro da avaliação do VI, podendo-se inferir que apresenta o maior domínio do habitat, ou seja, é a mais importante nas duas áreas estudadas.

Tabela 2 - Estimativa dos parâmetros fitossociológicos das espécies com maior índice de valor de importância (IVI), na Floresta Nacional do Tapajós Belterra, PA (I = Área 1, II = Área 2, DR= densidade relativa, em percentagem (%); DoA = dominância relativa, em %; FR = frequência relativa, em %; AG = agregado; TAG = tendência a agregação; AL = aleatório).

Nº	Espécies	P		DR		DoR		FR		VI	
		I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
1	<i>Pouteria cladantha</i> Sandwith	AG	AG	8,33	8,21	5,91	7,17	2,49	2,93	16,7	18,31
2	<i>Eschweilera grandiflora</i> (Aubl.) Sandwith	AG	AG	4,92	3,44	3,91	2,15	2,43	1,66	11,2	7,26
3	<i>Manilkara huberi</i> (Ducke) Chevalier	AG	AG	1,75	0,68	5,42	2,12	2,05	1,26	9,22	4,07
4	<i>Minuartia guianensis</i> Aubl.	AG	AG	4,46	3,54	2,59	2,66	2,08	2,13	9,13	8,33
5	<i>Eschweilera coriacea</i> (DC.) S.A.Mori	AG	AG	3,40	1,01	2,11	0,48	1,81	0,80	7,32	2,29
6	<i>Brosimum guianensis</i> (Aubl.) Huber	AG	AG	3,15	3,89	1,84	1,88	1,84	2,10	6,83	7,87
7	<i>Chamaecrista scleroxylon</i> (Ducke) H.S.Irwin & Barneby	AG	AG	2,65	0,48	2,65	0,63	1,38	0,47	6,67	1,57

Continua...

Tabela 2 – Cont.

Nº	Espécies	P		DR		DoR		FR		VI	
		I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
8	Ocotea Baturitensis Vattimo	TA	TA	2,61	3,43	1,58	2,27	1,93	2,43	6,12	8,14
9	Sclerolobium paniculatum Vogel	AG	TA	1,63	0,43	2,30	0,88	1,61	0,83	5,54	2,14
10	Sclerolobium sp.2	TA	TA	1,70	0,93	1,78	1,11	1,76	1,30	5,24	3,33
11	Alexa grandiflora Ducke	AG	AG	0,85	1,31	2,95	1,97	1,26	1,23	5,06	4,51
12	Lecythis jarana (Huber & Ducke) A. C. Smith	TA	TA	1,22	0,47	2,05	1,45	1,73	1,06	4,99	2,99
13	Licania kunthiana Hook.f.	AG	AG	1,78	1,58	1,79	1,95	1,41	1,23	4,97	4,76
14	Piptadenia suaveolens (Mcq)	TA	TA	1,00	0,71	2,47	1,68	1,46	1,23	4,94	3,62
15	Couratari guianensis Aubl.	TA	AG	1,08	0,73	2,33	1,67	1,52	0,96	4,92	3,36
16	Lecythis idatimon Aubl.	AG	----	1,79	----	1,47	----	1,52	----	4,78	----
17	Duguetia surinamensis R.E.Fr.	AG	AG	2,28	1,26	0,88	0,69	1,32	1,00	4,48	2,95
18	Mezilaurus itauba Taubert ex Mez.	AG	TA	0,92	0,68	2,30	1,03	1,23	0,96	4,46	2,67
19	Protium decandrum (Aubl.) Marchand	TA	TA	1,80	3,89	1,09	2,16	1,43	2,30	4,32	8,35
20	Geissospermum sericeum Benth. & Hook.f. ex Miers	AG	AG	1,34	2,02	1,45	2,36	1,38	1,66	4,17	6,04
21	Neea floribunda Poepp. & Endl.	TA	TA	1,66	2,37	0,84	1,19	1,38	1,70	3,88	5,26
22	Pouteria guianensis Aubl.	AG	AG	1,10	0,12	1,44	0,09	1,23	0,13	3,77	0,34
23	Tetragastris altissima (Aubl.) Swart	AG	TA	1,75	2,52	0,79	0,97	1,17	1,80	3,71	5,29
24	Guatteria poeppigiana Mart.	TA	TA	1,52	1,35	0,81	0,73	1,38	1,30	3,70	3,38
25	Naucleopsis sp.	TA	AG	1,27	2,79	0,92	1,83	1,41	1,93	3,60	6,55
26	Inga sp.1	AG	AG	1,89	2,00	0,63	1,09	0,97	1,26	3,49	4,36
27	Dialium guianenses (Aubl.) Sandwith	TA	TA	0,92	0,72	1,23	0,81	1,29	0,96	3,44	2,49
28	Richardella macrophylla (Lam.) Aubrév.	AG	TA	1,51	0,45	0,64	0,39	1,14	0,60	3,29	1,43
29	Virola melinonii (Benoist) A.C.Sm.	TA	TA	1,21	2,14	0,81	1,23	1,20	1,80	3,22	5,17
30	Hymenaea parviflora Huber	TA	TA	0,45	0,21	1,28	0,64	1,02	0,57	2,75	1,42
	Subtotal	----	----	61,92	53,38	58,25	45,27	45,81	39,59	165,99	138,24
	Outras	----	----	38,08	46,62	41,75	54,73	54,19	60,41	134,01	161,76
	Total	----	----	100	100	100	100	100	100	300	300

A espécie *Minquartia guianensis* se destacou entre as 10 espécies mais importantes nas duas áreas, pois na Área 1 foi a terceira em densidade relativa (DR), sexta em dominância relativa (DoR) e terceira em frequência relativa (FR), refletindo

em um valor de cobertura (VC) de 3,53%, contribuindo para a participação de 3,04% do valor de importância (IVI) total. Na Área 2 esta espécie é a quarta em DR, segunda em DoR e quarta em FR, contribuindo para um VC de 3,10% e 2,78% do VI total, ratificando seu alto grau de importância ecológica nas duas áreas (Figura 6).

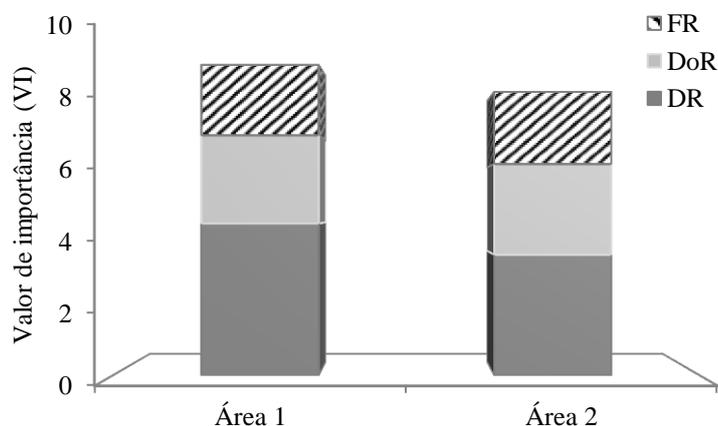


Figura 6 – Índice de valor de importância (IVI) de *Minuartia guianensis* Aubl., na Área 1 e 2 (FR: Frequência relativa; DR: Densidade relativa, DoR: Dominância relativa), na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, PA.

3.3. Estrutura vertical

No estudo de florestas muito irregulares e heterogêneas, a existência das espécies nos distintos estratos da floresta é muito importante na análise fitossociológica. Quando a espécie se encontra representada em todos os estratos, geralmente tem posição garantida na estrutura e composição da floresta. Espécies presentes apenas no estrato superior, ou superior e médio tem chance reduzida de manutenção no desenvolvimento da floresta até o clímax, com exceção daquelas que por atributos próprios não conseguem ultrapassar o piso inferior (FINOL, 1971).

Para verificar a ocorrência das espécies nos diferentes estratos da floresta, foi realizada a análise da posição sociológica relativa (PSR). Os dados do povoamento da Área 1 foram divididos em três estratos de altura total (Ht): E₁ = estrato 1 (ht < 6,3 m), E₂ = estrato 2 (6,3 m ≤ ht < 15,4 m) e E₃ = estrato 3 (ht ≥ 15,4 m) (Tabela 3). Nesta área de estudo entre as 227 espécies encontradas, 11 apresentam representantes somente no estrato inferior (E₁), 38 no médio (E₂) e 6 no superior (E₃); 42 no E₁ e E₂; 49 no E₂ e E₃; e 81 nos três estratos.

Algumas espécies, como *Bagassa guianensis*, *Cordia goldiana*, *Duckesia verrucosa*, *Duguetia paraensis* e *Euplassa pinnata*, foram encontradas apenas no E₁. Outras como *Heisteria sessilis*, *Ecclinusa ramiflora*, *Protium paniculatum*, *Licania*

densiflora, *Ptychopetalum olacoides*, *Himatanthus sucuuba*, *Malouetia* sp., *Ormosa flava*, *Swarzia ingifolia*., ocorreram somente no E₂. As espécies *Andira retusa*, *Bellucia dichotoma*, *Pausandra martini*, *Roupala montana* e *Vismia japurensis* apresentaram um indivíduo cada e foram encontradas apenas no E₃.

Tabela 3 - Estimativas médias de número de árvores, por espécie, por hectare (n.ha⁻¹), por estrato de altura total (ht), em ordem decrescente de valor de importância, nas duas áreas amostradas, na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, PA (E₁ = estrato 1, E₂ = estrato 2 e E₃ = estrato 3; PSA = posição sociológica absoluta; e PSR = posição sociológica relativa).

Nº	Espécie	E ₁		E ₂		E ₃		PSA		PSR	
		I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
1	<i>Pouteria cladantha</i> Sandwith <i>Eschweilera</i>	1,04	0,61	17,60	11,43	4,07	2,48	13,65	8,70	8,77	8,85
2	<i>grandiflora</i> (Aubl.) Sandwith	0,39	0,16	10,55	4,81	2,48	1,12	8,17	3,67	5,25	3,73
3	<i>Minuartia</i> <i>guianensis</i> Aubl. <i>Eschweilera</i>	0,24	0,03	7,96	4,39	3,94	1,84	6,60	3,51	4,24	3,57
4	<i>coriacea</i> (DC.) S.A.Mori <i>Brosimum</i>	0,38	0,03	7,31	1,39	1,57	0,36	5,64	1,07	3,62	1,09
5	<i>guianensis</i> (Aubl.) Huber	0,10	0,04	5,92	5,18	2,55	1,67	4,82	4,04	3,10	4,11
6	<i>Ocotea Baturitensis</i> Vattimo <i>Duguetia</i>	0,38	0,21	5,74	4,56	0,99	1,30	4,38	3,53	2,82	3,60
7	<i>surinamensis</i> R.E.Fr. <i>Chamaecrista</i>	0,04	0,06	4,73	1,84	1,45	0,33	3,73	1,38	2,39	1,41
8	<i>scleroxylon</i> (Ducke) H.S.Irwin & Barneby	0,01	0,03	3,73	0,69	3,47	0,12	3,42	0,52	2,20	0,53
9	<i>Sclerobium</i> sp.2	0,24	0,13	4,10	1,33	0,30	0,18	3,04	0,99	1,96	1,01
10	<i>Protium decandrum</i> (Aubl.) Marchand <i>Tetragastris</i>	0,07	0,20	3,72	5,53	1,10	1,15	2,93	4,19	1,88	4,27
11	<i>altissima</i> (Aubl.) Swart	0,00	0,00	3,67	3,19	1,10	1,27	2,88	2,53	1,85	2,58
12	<i>Licania kunthiana</i> Hook.f.	0,40	0,26	3,67	2,02	0,78	0,52	2,84	1,56	1,83	1,59
13	<i>Inga</i> sp.1	0,00	0,07	3,42	1,82	1,74	1,65	2,83	1,64	1,82	1,67
14	<i>Sclerobium</i> <i>paniculatum</i> Vogel	0,38	0,10	3,70	0,59	0,35	0,06	2,78	0,44	1,78	0,45
15	<i>Lecythis idatimon</i> Aubl. <i>Richardella</i>	0,27	0,00	3,10	0,00	1,50	0,00	2,57	-----	1,65	-----
16	<i>macrophylla</i> (Lam.) Aubrév.	0,00	0,03	3,16	0,73	0,96	0,03	2,48	0,53	1,59	0,54
17	<i>Neea floribunda</i> Poepp. & Endl.	0,00	0,04	2,92	2,08	1,60	2,06	2,45	1,92	1,57	1,95
18	<i>Guatteria</i> <i>poeppigiana</i> Mart.	0,07	0,07	2,83	1,92	1,24	0,39	2,31	1,45	1,48	1,48

Continua...

Tabela 3 – Cont.

Nº	Espécie	E ₁		E ₂		E ₃		PSA		PSR	
		I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
19	<i>Manilkara huberi</i> (Ducke) Chevalier	1,81	0,47	2,74	0,70	0,21	0,03	2,15	0,54	1,38	0,55
20	<i>Naucleopsis</i> sp.	0,13	0,28	2,67	3,41	0,67	1,25	2,08	2,71	1,33	2,75
21	<i>Virola melinonii</i> (Benoist) A.C.Sm.	0,41	0,67	2,67	2,79	0,21	0,33	2,01	2,11	1,29	2,14
22	<i>Lecythis jarana</i> (Huber & Ducke) A. C. Smith	0,45	0,40	2,50	0,39	0,35	0,04	1,92	0,32	1,23	0,33
23	<i>Pouteria guianensis</i> Aubl.	0,32	0,01	2,48	0,19	0,21		1,83	0,14	1,19	0,14
24	<i>Geissospermum sericeum</i> Benth. & Hook.f. ex Miers	0,07	0,10	2,12	2,12	1,45	1,35	1,84	1,80	1,18	1,83
25	<i>Croton urucurana</i> Baill.	0,03	0,01	2,12	0,56	0,64	0,25	1,67	0,45	1,07	0,46
26	<i>Endlicheria longicaudata</i> (Ducke) Kosterm.	0,00	0,00	2,09	1,75	0,64	0,30	1,65	1,30	1,06	1,33
27	<i>Dialium guianenses</i> (Aubl.) Sandwith	0,00	0,07	2,16	1,03	0,35	0,18	1,63	0,78	1,05	0,79
28	<i>Zygia racemosa</i> (Ducke) Barneby & J.W.Grimes	0,07	0,00	2,06	0,58	0,25	0,27	1,54	0,47	0,99	0,48
29	<i>Piptadenia suaveolens</i> (Mcq)	0,40	0,21	1,97	0,90	0,35	0,15	1,53	0,69	0,98	0,70
30	<i>Mezilaurus itauba</i> Taubert ex Mez.	0,36	0,14	2,01	0,68	0,15	0,38	1,51	0,57	0,97	0,58
	Subtotal	8,06	4,43	125,40	68,61	36,69	21,08	98,91	53,55	63,53	54,49
	Outras	10,67	9,78	71,75	57,16	19,89	15,77	56,78	44,73	36,47	45,51
	Total	18,74	14,21	197,16	125,77	56,57	36,85	155,70	98,28	100	100

A espécie *Manilkara huberi* apresentou maior número de n.ha⁻¹ no estrato inferior, *Pouteria cladantha* no estrato médio e *Chamaecrista scleroxylon* no estrato superior. O estrato inferior apresentou uma densidade de 18,74 n.ha⁻¹, com uma área basal de 4,96 m².ha⁻¹ e volume de 66,03 m³.ha⁻¹; o estrato médio 197,16 n.ha⁻¹, 12,66 m².ha⁻¹ e 97,62 m³.ha⁻¹; o estrato superior 56,56 n.ha⁻¹, 1,46 m².ha⁻¹ e 5,64 m³.ha⁻¹.

Quanto à Posição Sociológica Relativa (PSR) as cinco espécies que se destacaram foram *Pouteria cladantha*, *Eschweilera grandiflora*, *Minquartia guianensis*, *Eschweilera coriacea* e *Brosimum guianensis*, apresentando árvores distribuídas nos três estratos da floresta, com 21,35% do número total de PSR.

Para análise da posição sociológica, os dados do povoamento da Área 2 foram divididos em três estratos de altura total (Ht): E₁ = estrato 1 (ht < 6,5 m), E₂ = estrato 2 (6,5 m ≤ ht < 14,8 m) e E₃ = estrato 3 (ht ≥ 14,8 m). Na Área 2 entre as 205 espécies inventariadas, 10 apresentam representantes somente no estrato inferior

(E₁), 30 no médio (E₂), e 6 no superior (E₃); 50 no E₁ e E₂; 34 no E₂ e E₃; e 75 nos três estratos.

Algumas das 10 espécies encontradas apenas no estrato inferior foram *Capirona decorticans*, *Dinizia excelsa*, *Diplotropis martiusii*, *Ocotea* sp. e *Vochysia assua*. Das 32 espécies encontradas somente no estrato médio destacaram-se *Licania* sp., *Ampelocera edentula*, *Swartia* sp., *Eschweilera amazonica* e *Swartzia ingifolia*. As cinco espécies que ocorreram somente no estrato superior foram *Annona ambotay*, Não determinada 1 e 9, *Ptychopetalum uncinatum* e *Ptychopetalum olacoides*.

A espécie *Virola melinonii* apresentou maior número de n.ha⁻¹ no estrato inferior, *Pouteria cladantha* foi a maior no estrato médio e superior. O estrato inferior apresentou uma densidade de 14,20 n.ha⁻¹, com uma área basal de 4,24 m².ha⁻¹ e volume de 54,70 m³.ha⁻¹; o estrato médio 125,77 n.ha⁻¹, 8,39 m².ha⁻¹ e 62,17 m³.ha⁻¹; o estrato superior 36,85 n.ha⁻¹, 1,10 m².ha⁻¹ e 4,20 m³.ha⁻¹.

Quanto à Posição Sociológica Relativa (PSR) as cinco espécies que se destacaram foram *Pouteria cladanta*, *Protium decandrum*, *Brosimum guianensis*, *Ocotea baturitensis*, e *Eschweilera grandiflora*, ocorrendo nos três estratos da floresta, apresentando 24,56%. A espécie *Pouteria cladanta* apresentou maior posição sociológica absoluta, tanto na Área 1 quanto na 2, e está presente nos três estratos, com 7,93% e 8,94% de importância da espécie, respectivamente.

A espécie *Minquartia guianensis* apresentou a terceira maior posição sociológica da floresta na Área 1 e a sexta maior posição na Área 2, com 4,24% e 3,57%, respectivamente. Possui indivíduos nos três estratos, com poucos indivíduos no estrato I e a grande maioria das árvores no II e III, apresentando importância ecológica no povoamento em estudo.

3.4. Distribuição diamétrica

Segundo Souza e Jesus (1994), por meio da distribuição de diâmetros verifica-se como se encontra a floresta e infere-se sobre a sustentabilidade do manejo de florestas inequidâneas. Indicando sobre os aspectos ecofisiológicos e estoque em crescimento das espécies, contribuindo assim para a tomada de decisão em seu manejo (SOUZA et al., 2006; SANTOS et al., 2013).

A distribuição do número de árvores por classe diamétrica, com amplitude de 10 cm, seguiu padrão característico das florestas inequiâneas, ou seja, distribuição exponencial negativa, na forma de “J” invertido, concordando com estudos de Schaaf et al. (2006); Alves Junior et al. (2010); Machado et al. (2010); Reis et al. (2010); Higuchi et al. (2012) (Figura 7). Este tipo de comportamento decrescente apresentado, sugere que o ambiente florestal não sofreu perturbação mais severa.

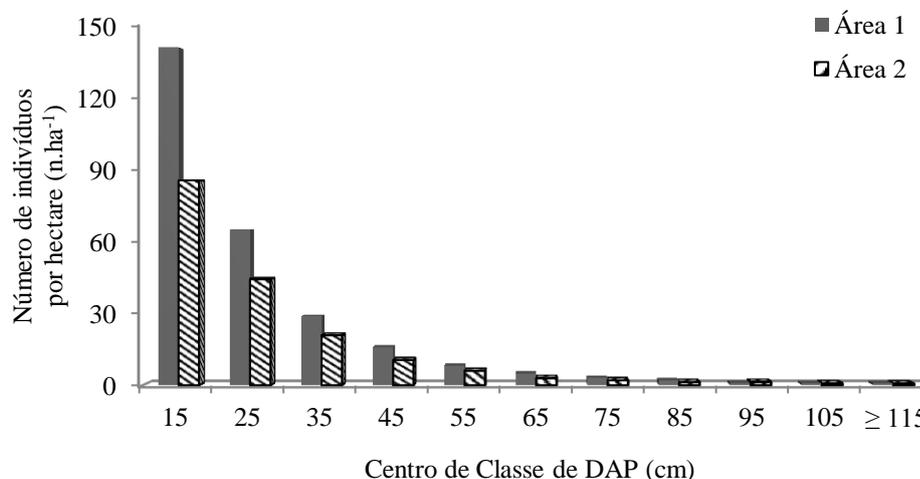


Figura 7 - Distribuição do número de indivíduos por hectare (n.ha⁻¹) e por classe de DAP nas duas áreas, na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, PA.

De modo geral, cerca de 67,78% e 65,19% das árvores amostradas encontraram-se na classe de tamanho (CT) 1 (10 cm ≤ DAP < 25 cm); 24,60% e 26,30% na CT 2 (25 cm ≤ DAP < 50 cm) e 7,62% e 8,51% na CT 3 (DAP ≤ 50 cm), na Área 1 e 2, respectivamente. A maioria dos indivíduos está concentrada nas menores classes de diâmetro, pertencendo assim a uma floresta jovem, em formação, pois ainda não atingiu o seu estágio clímax de desenvolvimento. Isso pode ser devido ao fato das áreas não terem sofrido ação antrópica. Resultados semelhantes foram encontrados por Lima Filho et al. (2001) em um inventário florístico de Floresta Ombrófila Densa de terra firme, na região do Rio Urucu - AM, no qual mais de 75% dos indivíduos estavam contidos no intervalo de 10-25 cm.

A espécie *Minquartia guianensis* apresentou uma estrutura diamétrica em forma de J-invertido, apresentando 75,35% e 72,60% dos indivíduos concentrados na classe de tamanho 1 (10 cm ≤ DAP < 25 cm), na área 1 e 2, respectivamente, o que caracteriza um povoamento com árvores de pequeno porte (Figura 8). Confirmando que a população está em equilíbrio entre as diferentes classes diamétricas, possuindo

regeneração natural suficiente para garantir a reposição do estoque de exploração, e consequentemente, potencial para colheita da madeira.

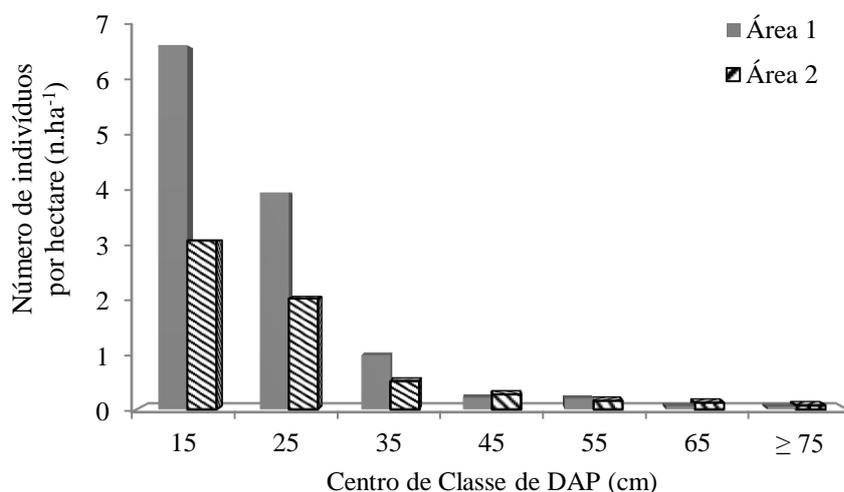


Figura 8 - Distribuição diamétrica dos indivíduos de *Minquartia guianensis* Aubl. nas duas áreas, Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, PA.

Segundo Pereira-Silva (2004) este modelo de distribuição exponencial negativa indica que as populações que compõem a comunidade são estáveis e auto-regenerativas, havendo um balanço entre a mortalidade e o recrutamento dos indivíduos. Além disso, essa espécie possui baixa quantidade de indivíduos nas classes superiores a 75 cm, indicando que raramente atinge grandes diâmetros.

3.5. Distribuição da área basal

Na área 1 e 2, a área basal total foi de 834,96 m² e 730,32 m², correspondendo a 19,08 m².ha⁻¹ e 13,73 m².ha⁻¹, respectivamente (Figura 9). Na Área 1, das cinco espécies com maior IVI apenas três se mantiveram entre aquelas com maior área basal (*Pouteria cladanta*, *Eschweilera grandiflora* e *Manilkara grandiflora*), ao contrário, *Eschweilera coriacea* e *Minquartia guianensis*, que se destacaram entre as mais abundantes e mais frequentes, não estão entre as cinco mais dominantes, dando lugar a *Clamaecrista scleroxyla* e *Alexa grandiflora*, respectivamente.

Na Área 2 as quatro espécies (*Pouteria cladanta*, *Protium decandrum*, *Minquartia guianensis* e *Ocotea guianensis*), com maiores valores de abundância e frequência também obtiveram maiores valores de dominância, com exceção de

Eschweilera grandiflora que foi substituída por *Geissospermum sericeum* na classificação das cinco espécies com maior dominância.

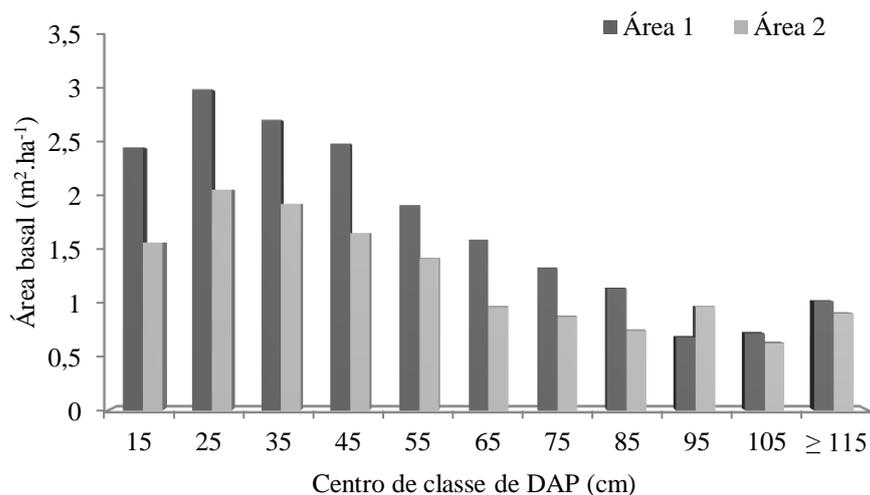


Figura 9 - Distribuição da área basal ($\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$) por classe de DAP, nas duas áreas estudadas, na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, PA.

Maciel et al. (2000) encontraram $23 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$ para árvores com $\text{DAP} \geq 25\text{cm}$ em Caxiuanã - PA. Vieira et al. (2014), considerando $\text{DAP} \geq 10 \text{ cm}$, obtiveram $23,127 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$ em uma área não manejada na comunidade Santo Antônio - PA. Esses valores estão acima do encontrado neste estudo, que foi de $19,08 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$ e $13,73 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$, na Área 1 e 2, respectivamente.

No entanto, deve-se ressaltar que comparações entre diferentes estudos são afetados pela ausência de padronização nos inventários, níveis de inclusão, tipo de solo, escolha do local de implantação das unidades amostrais e a situação antrópica (ZUIDEMA et al., 2003; VIEIRA et al., 2014).

A espécie *Minquartia guianensis* apresentou maior concentração de área basal na classe diamétrica de 25 cm em ambas as áreas e menor na classe maior ou igual a 75 cm. O valor da área basal dessa espécie foi de $0,46 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$ e $0,36 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$, na Área 1 e 2, respectivamente (Figura 10).

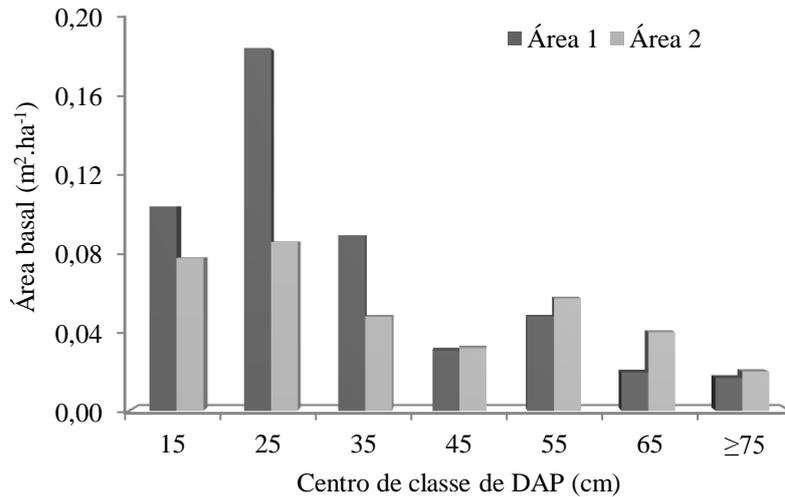


Figura 10 - Distribuição da área basal ($\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$) por classe de DAP de *Minquartia guianensis* Aubl., nas duas áreas estudadas, na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, PA.

3.6. Distribuição volumétrica

Na Área 1 e 2, respectivamente, o volume total foi de 8.291 m^3 e $7.181,96 \text{ m}^3$, correspondente a $169,29 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$ e $121,07 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$ (Figura 11). Nas duas áreas a classe de tamanho (CT) 3 obteve maior estoque volumétrico, evidenciando um alto potencial para aproveitamento de árvores com $\text{DAP} \geq 50 \text{ cm}$.

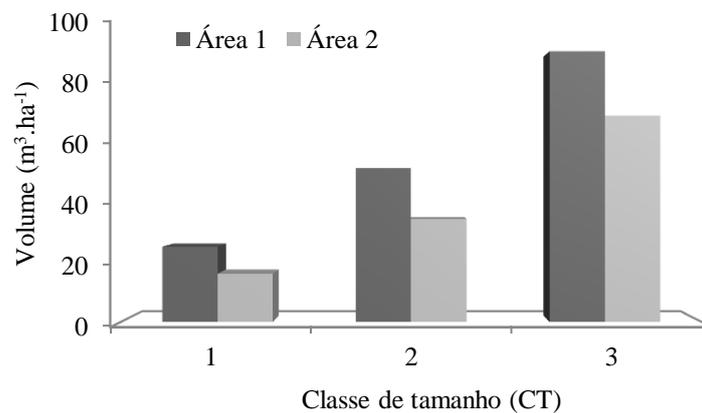


Figura 11 - Distribuição do volume por hectare ($\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$) e por classe de tamanho, nas duas áreas estudadas, na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, PA.

Na Área 1 as cinco espécies que apresentaram maior volume por hectare foram: *Manilkara huberi* ($12,12 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$), *Pouteria cladanta* ($8,81 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$), *Couratari guianensis* ($5,82 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$), *Alexa grandiflora* ($5,75 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$) e *Eschweilera grandiflora* ($5,49 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$). Na Área 2 as mais importantes em volume foram:

Pouteria cladanta ($7,92 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$), *Hymenaeae courbaril* ($3,56 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$), *Manilkara huberi* ($3,39 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$), *Bertholletia excelsa* ($3,34 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$) e *Couratari guianensis* ($3,18 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$).

Na Área 1 e 2 a espécie *Minquartia guianensis* apresentou $3,13 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ e $2,30 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, respectivamente. A classe de tamanho 2 ($25 \text{ cm} \leq \text{DAP} < 50 \text{ cm}$) obteve maior volume nas duas áreas estudadas, evidenciando um alto estoque volumétrico abaixo de 50 cm. Além disso, está presente em todas as classes diamétricas, apresentando potencial para manejo sustentável e de mercado (Figura 12).

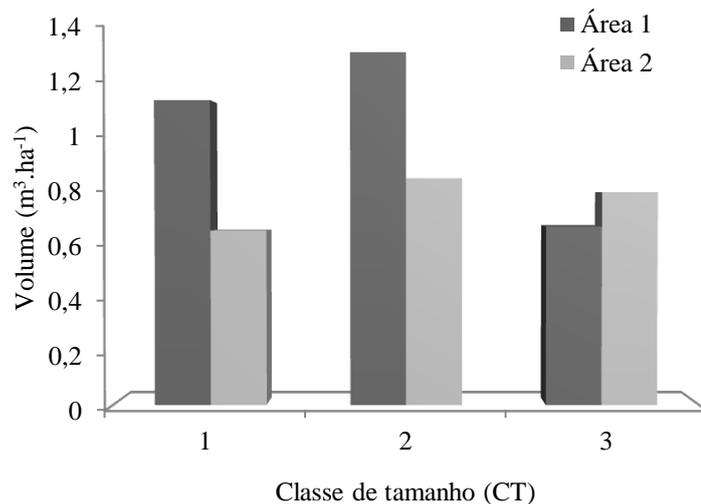


Figura 12 - Distribuição do volume por hectare ($\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$) e por classe de tamanho de *Minquartia guianensis* Aubl., nas duas áreas estudadas, na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, PA.

3.7. Estrutura interna

A estrutura interna é avaliada pelo parâmetro fitossociológico da qualidade do fuste. A espécie *Pouteria cladanta* foi a espécie que apresentou maior parâmetro de qualidade relativa de fuste, tanto na Área 1 (7,55%) e 2 (8,51%), seguida da espécie *Eschweilera grandiflora* (4,75%) e *Minquartia guianensis* (3,66%) na Área 1, e *Protium decandrum* (3,27%) e *Minquartia guianensis* (3,20%) na Área 2.

A Área 2 apresentou uma percentagem superior de indivíduos com fuste reto em relação à Área 1, o que denota melhor qualidade estrutural de fuste das árvores do estoque de colheita. A maioria das árvores inventariadas apresentaram fuste com pequenas tortuosidades, em torno de 73,08% e 79,69% na Área 1 e 2, respectivamente, haja vista que ainda não sofreu corte seletivo (Figura 13).

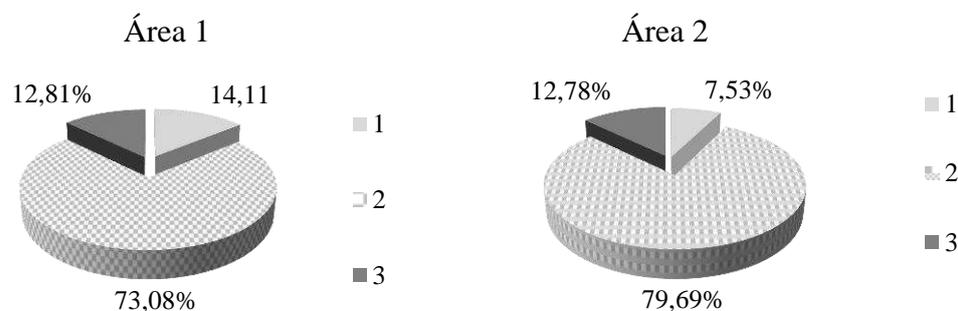


Figura 13 - Qualidade do fuste (QF = (1) fuste reto; (2) fuste com pequenas tortuosidades; (3) fuste não aproveitável) das árvores inventariadas na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, PA.

Na Área 1, o volume obtido na qualidade de fuste (QF) 1, 2 e 3 foi de 36,87 m³.ha⁻¹, 113,40 m³.ha⁻¹ e 19,02 m³.ha⁻¹, respectivamente. Na Área 2, o volume obtido na QF 1, 2 e 3 foi 16,74 m³.ha⁻¹, 91,92 m³.ha⁻¹ e 12,41 m³.ha⁻¹, respectivamente. A espécie *Minquartia guianensis*, obteve na QF 1, 2 e 3 volume de 0,52 m³.ha⁻¹ e 0,04 m³.ha⁻¹; 2,18 m³.ha⁻¹ e 1,92 m³.ha⁻¹; 0,43 m³.ha⁻¹ e 0,34 m³.ha⁻¹, na Área 1 e 2, respectivamente.

Apesar da maioria das árvores e do volume de fuste terem se concentrado na classificação de fuste tipo 2, as toras que serão submetidas ao futuro manejo, apresentam alto valor madeireiro, com garantia de manutenção das árvores que possuem menor valor econômico, porém com fundamental função ecológica. Na Área 1 e 2, respectivamente, *Minquartia guianensis* apresentou as mesmas características da floresta como um todo, apresentando 70,85% e 74,37% dos indivíduos classificados como fuste 2, ou seja, com pequenas tortuosidades.

4. CONCLUSÕES

A composição florística e a estrutura da floresta indicam que as duas áreas apresentam potencial para exploração madeireira, no entanto, recomenda-se a aplicação de tratamentos silviculturais para torná-la mais produtiva.

A espécie *Minquartia guianensis* apresenta um estoque alto de indivíduos com DAP entre 10 e 50 cm, que são as de interesse do mercado consumidor, destacando o potencial para o manejo de árvores com DAP ≤ 50 cm.

As informações obtidas neste estudo podem ser utilizadas para os projetos de manejo florestal sustentável de *Minquartia guianensis*, pois nas áreas estudadas

apresenta alta ocorrência e densidade de árvores, e está entre as espécies com maior valor de importância.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES JUNIOR, F. T.; FERREIRA, R. L. C.; SILVA, J. A. A.; MARANGON, L. C.; COSTA JUNIOR, R. F.; SILVA, S. O. Utilização do quociente de De Liocourt na avaliação da distribuição diamétrica em fragmentos de Floresta Ombrófila Aberta em Pernambuco. **Ciência Florestal**, v. 20, n. 2, p. 307-319, 2010.

ANDRADE, D. F.; GAMA, J. R. V.; MELO, L. O.; RUSCHEL, A. R. Inventário de duas grandes áreas na Floresta Nacional do Tapajós, Pará, Amazônia, Brasil. **Biota Amazônia Open Journal System**, v. 5, n. 1, p. 109-115, 2015.

ARAÚJO, G. C. **Dinâmica populacional de *Actinostemon concolor* (Spreng.) Müll. Arg. (Euphorbiaceae) em área alagável no Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, Paraná.** 2004, 81 p. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2004.

BARROS, P. L. C. **Estudo fitossociológico de uma floresta tropical úmida no planalto de Curuá-una, Amazônia brasileira.** 1986. 147 p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1986.

BATISTA, F. J.; GONÇALVES JARDIM, M. A.; MEDEREIROS, T. D. S.; MAGALHÃES LOPES, I.L. Comparação florística estrutural de duas florestas de várzea no estuário amazônico, Pará, Brasil. **Revista Árvore**, v. 35, n. 2, p. 289-298, 2011.

BROTEL, R. T.; OLIVEIRA FILHO, A. T.; RODRIGUES, L. A.; CURI, N. Influência do solo e topografia sobre as variações da composição florística e estrutura da comunidade arbóreo-arbustiva de uma Floresta Estacional Semidecidual em Ingá, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 25, p. 195-213, 2002.

BROWER, J. E.; ZAR, J. H. **Field and laboratory methods for general ecology.** 2.ed. Dubuque: Wm. C. Brown Publishers, 1984.

BROWER, J. E.; ZAR, J. H.; VAN ENDE, C. N. **Field and laboratory methods for general ecology.** 4. ed. New York: WCB/McGraw, 1998. 273p.

CALEGÁRIO, N. **Parâmetros florísticos e fitossociológicos da regeneração natural de espécies arbóreas nativas no subbosque de povoamentos de *Eucalyptus*, no município de Belo Oriente - MG.** 1995, 114 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1995.

CAMARGO, J. L. C.; FERRAZ, I. D. K. **Acariquara-roxa, *Minquartia guianensis* Aubl. Olacaceae.** In: I. D. K. Ferraz e J.L.C. Camargo (Eds). Manual de Sementes da Amazônia. Fascículo 4, 8 p. INPA, Manaus, 2004.

CAMARGO, J. L. C.; FERRAZ, I. D. K. Alterações no estabelecimento de *Minquartia guianensis* (Aubl.) após fragmentação florestal na Amazônia Central. **Resumo eletrônico do V Congresso de Ecologia do Brasil**. Porto Alegre, 2001.

CARVALHO, J. O. P. Changes in the spatial distribution of tree species in a terra firme rain forest in Brazilian Amazonia after logging. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 37, p. 53-70, 2002.

COLPINI, C.; SILVA, V. S. M.; SOARES, T. S.; ASSUMPCÃO, J. V. L.; CHIARANDA, R. Efeito da exploração na riqueza florística e diversidade em uma Floresta Ecotonal da região norte Mato-Grossense. **Revista Floresta**, v. 41, n. 2, p. 295-304, 2011.

COSTA, D. H. M.; CARVALHO, J. O. P.; BERG, E. V. D. Crescimento diamétrico de maçaranduba (*Manilkara huberi* Chevalier) Após a colheita de madeira. **Revista Amazônia Ciência e Desenvolvimento**, Belém, v. 3, n. 5, p. 2-12, 2007.

COTTENIE, K. Integrating environmental and spatial processes in ecological community dynamics. **Ecology Letters**, v. 8, p. 1175-1182, 2005.

ESPÍRITO-SANTO, F. D. B.; SHIMABUKURO, Y. E.; ARAGÃO, L. E. O. C.; MACHADO, E. L. M. Análise da composição florística e fitossociológica da Floresta Nacional do Tapajós com o apoio geográfico de imagens de satélite. **Acta Amazônica**, v. 35, n. 2, p. 155-173, 2005.

FELFILI, J. M.; REZENDE, R. P. Conceitos e métodos em fitossociologia. Brasília: Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Florestal. **Comunicações Técnicas Florestais**, v. 5, n.1, p. 1-68, 2003.

FERREIRA, L. V.; SALOMÃO, R. P.; MATOS, D. C. L.; PEREIRA, J. L. V. Similaridade de espécies arbóreas em função da distância em uma Floresta Ombrófila na Floresta Nacional de Saracá-Taquera, Pará. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi Ciências Naturais**, v. 6, p. 295-306, 2011.

FIGUEIREDO, E. O.; PEREIRA, N. W. V.; WADT, L. H. O. Avaliação da composição estrutural e biomassa viva acima do solo, em florestas sob efeito da fragmentação na Amazônia Ocidental. **Boletim de Pesquisa Embrapa**, Rio Branco-Acre, n. 26, p. 2-28, 2000.

FINOL, U. V. Nuevos parâmetros a considerarse en el análisis estructural de las selvas vírgenes tropicales. **Revista Florestal Venezuelana**, v. 14, n. 21, p. 29-42, 1971.

FLORES, E. M. *Minquartia guianensis* Aubl. Part II - Species Descriptions, p. 575-578, 2002.

FRANCEZ, L. M. B.; CARVALHO, J. O. P.; JARDIM, F. C. S. Mudanças ocorridas na composição florística em decorrência da exploração florestal em uma área de floresta de terra firme na região de Paragominas, PA. **Acta Amazonica**, v. 37, n. 2, p. 219-228, 2007.

GIMENEZ, B. O. **Equações volumétricas e o modelo que utiliza o fator de forma médio: um estudo de caso na Amazônia Central**. 2013. 73 p. Dissertação (Mestrado em Ciências de Florestas Tropicais) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 2013.

GUEDES, R. S.; ZANELLA, F. C. V.; COSTA JÚNIOR, J. E. V.; SANTANA, G. M.; SILVA, J. A. Caracterização florístico-fitossociológica do componente lenhoso de um trecho de caatinga no semiárido Paraibano. **Revista Caatinga**, v. 25, n. 2, p. 99-108, 2012.

HEINSDIJK, D.; BASTOS, A. M. Inventários florestais na Amazônia. **Boletim do Setor de Inventário Florestal**, v. 6, p. 1-10, 1963.

HIGUCHI, F. G.; SIQUEIRA, J. D. P.; LIMA, A. J.N.; FIGUEIREDO FILHO, A.; HIGUCHI, N. Influência do tamanho da parcela na precisão da função de distribuição diamétrica de Weibull na floresta primária da Amazônia Central. **Revista Floresta**, v. 42, n. 3, p. 599-606, 2012.

HIGUCHI, N.; JARDIM, F. C. S.; SANTOS, J.; ALENCAR, J. C. Bacia 3 – Inventário diagnóstico da regeneração natural. **Acta amazonica**, v. 15, n. 1-2, p. 199-233, 1985.

HOSOKAWA, R. T. **Manejo de florestas tropicais úmidas em regime de rendimento sustentado**. Curitiba, PR: Universidade Federal do Paraná, 1981. 125 p. (Relatório Técnico).

HUSCH, B.; BEERS, T. W.; KERSAHAW JR., J. A. **Forest mensuration**. 4 ed. New York: John Willey e Sons Inc., 2003. 443 p.

INSTITUTO CHICO MENDES DA BIODIVERSIDADE - ICMBIO. **Floresta Nacional do Tapajós**. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br>>. Acesso em: 05 fev. de 2016

INMET. **Estação meteorológica de observação de superfície convencional**. [banco de dados na internet]. Brasília (DF): Instituto Nacional de Meteorologia – INMET. 2016. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/sim/sonabra/convencionais.php>>. Acesso em: 30 de jan. de 2016.

KNIGHT, D. H. A phytosociological analysis of species-rich tropical forest on Barro Colorado Island, Panamá. **Ecological Monography**, v. 45, p. 259-284, 1975.

KREBS, C. J. **Ecological methodology**. 2ª ed. New York: Benjamin/Cummings, 1999. 620p.

LAMPRECHT, H. Ensayo sobre unos métodos para el análisis estructural de los bosques tropicales. **Acta Científica Venezolana**, v. 13, n. 2, p. 57-63, 1964.

LIMA, R. B. A; SILVA, J. A. A.; MARANGON, L. C.; FERREIRA, R. L. C.; SILVA, R. K. S. Fitossociologia de um trecho de Floresta Ombrófila Densa na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Uacari, Carauari, Amazonas. **Scientia Plena**, v. 8, n. 1, p. 1-12, 2012.

LIMA FILHO, D. A.; MATOS, F. D. A.; AMARAL, I. L.; REVILLA, J.; COÊLHO, L. S.; RAMOS, J. F.; SANTOS, J. L. Inventário florístico de Floresta Ombrófila Densa de terra firme, na região do Rio Urucu-Amazonas, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 31, n. 4, p. 565-579, 2001.

MACHADO, E. L. M.; GONZAGA, A. P. D.; CARVALHO, W. A. C.; SOUZA, J. S.; HIGUCHI, P.; SANTOS, R. M.; SILVA, A. C.; OLIVEIRA FILHO, A. T. Flutuações temporais nos padrões de distribuição diamétrica da comunidade arbóreo-arbustivo e de 15 populações em um fragmento florestal. **Revista Árvore**, v. 34, n. 4, p. 723-732, 2010.

MACIEL, M. N. M.; QUEIROZ, W. T.; OLIVEIRA, F. A. Parâmetros fitossociológicos de uma floresta tropical de terra firme na Floresta Nacional de Caxiuanã (PA). **Revista de Ciências Agrárias**, n. 34, p. 85-106, 2000.

MORI, S. A.; RABELO, B. V.; TSOU, C.; DALY, D. Composition and structure of an eastern amazonian forest at Camaipi, Amapá, Brazil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Série Botânica**, v. 5, n. 1, p. 3-18, 1989.

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLEMBERG, H.. **Aims and methods of vegetation ecology**. New york: John Wiley & Sons, 1974.

OLIVEIRA, A. A.; MORI, S. A central Amazonian terra firme forest. I. High tree species richness on poor soils. **Biodiversity and Conservation**, v. 8, p. 1219-1244, 1999.

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

OLIVEIRA, A. N.; AMARAL, I. L. Florística e fitossociologia de uma floresta de vertente na Amazônia Central, Amazonas, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 34, n. 1, p. 21-34, 2004.

OLIVEIRA, A. N.; AMARAL, I. L.; RAMOS, M.B.P.; NOBRE, A.D.; COUTO, L.B.; SAHDO, R.M. Composição e diversidade florístico-estrutural de um hectare de floresta densa de terra firme na Amazônia Central, Amazonas, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 38, n. 4, p. 627-642, 2008.

OLIVEIRA FILHO, A. T. **Ecologia florestal**. Lavras: UFLA, 1990. 174 p.

OLIVEIRA FILHO, A. T.; CURI, N.; VILELA, E. A.; CARVALHO, D. A. Variation in tree community composition and structure with changes in soil properties within a fragment of semideciduous forest in south-eastern Brazil. **Edinburgh Journal of Botany**, v. 58, p. 139-158, 2001.

PEREIRA-SILVA, E. F. L. **Alterações temporais na distribuição dos diâmetros de espécies arbóreas**. 2004. 117 p. Dissertação (Mestrado em Biologia) - Universidade de Campinas, Campinas, 2004.

PIELOU, E. C. The measurement of diversity in diferente types of biological collections. **Journal Theoretical Biology**, v. 13, p. 131-144, 1966.

REIS, L. P.; RUSCHEL, A. R.; COELHO, A. A.; LUZ, A. S.; MARTINS-DASILVA, R. C. V. Avaliação do potencial madeireiro na Floresta Nacional do Tapajós após 28 anos da exploração florestal. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 30, n. 64, p. 265-281, 2010.

RODRIGUES, R. R.; NAVE, A. G. **Heterogeneidade florística das matas ciliares**. In Matas ciliares: conservação e recuperação (R. R. Rodrigues e H. F. Leitão Filho, eds.). Edusp/Fapesp, São Paulo, p. 45-71, 2000.

SANDEL, M. P.; CARVALHO, J. O. P. Composição florística e estrutura de uma área de cinco hectares de mata alta sem babaçu na Floresta Nacional do Tapajós. Belém: Embrapa Amazônia Oriental. Embrapa Amazônia Oriental. **Documentos**, 63, 2000. 19p.

SANTANA, C. A. A. **Estrutura e florística de fragmentos de florestas secundárias de encosta no município do Rio de Janeiro**. 2002. 133 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002.

SANTOS, E. S.; LIMA, R. B.; APARÍCIO, P. S.; ABREU, J. C.; SOTTA, E. D. Distribuição diamétrica para *Virola surinamensis* (Rol.) Warb na Floresta Estadual do Amapá - Flota/AP. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 13, n. 1, 2013.

SCHAAF, L. B.; FIGUEREDO FILHO, A. F.; GALVÃO, F.; SANQUETTA, C. R. Alteração na estrutura diamétrica de uma Floresta Ombrófila Mista no período entre 1979 e 2001. **Revista Árvore**, v. 30, n. 2, p. 283-295, 2006.

SCOLFORO, J. R. S. **Manejo florestal**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1998. 438p.

SILVA, L. A.; SOARES, J. J. Levantamento fitossociológico em um fragmento Estacional Semidecídua, no município de São Carlos, SP. **Acta Botanica**, v. 16, n. 2, p. 205-216, 2002.

SOARES, E. S. **Desafios, resultados, ameaças e oportunidades em uma unidade de conservação na Amazônia: “A Floresta Nacional do Tapajós”**. Santarém: IBAMA-Pro-Manejo, 2004. 169p.

SOUZA, A. L. **Análise estrutural de floresta**. Viçosa-MG, Universidade de Federal de Viçosa, 2003. 47 p. (Apostila)

SOUZA, A. L. **Estrutura, dinâmica e manejo de florestas tropicais**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1999. 122p. (Notas de aula).

SOUZA, A. L.; JESUS, R. M. **Distribuição diamétrica de espécies arbóreas da Floresta Atlântica: análise de agrupamento**. Viçosa, SIF, 1994. 30p.

SOUZA, A. L.; SOARES, C. P. B. **Florestas nativas: estrutura, dinâmica e manejo**. 1ª ed. Viçosa: Editora UFV, 2013, p. 13-69.

SOUZA, D. R.; SOUZA, A. L.; LEITE, H. G.; YARED, J. A. G. Análise estrutural em Floresta Ombrófila Densa de terra firme não explorada na Amazônia Oriental. **Revista Árvore**, v. 30, n. 1, p. 75-87, 2006.

TAFFAREL, M.; GOMES, J. M.; CARVALHO, J. O. P.; MELO, L. O.; FERREIRA, J. E. R. Efeito da silvicultura pós-colheita na população de *Chrysophyllum lucentifolium* Cronquist (Goiabão) em uma floresta de terra firme na Amazônia brasileira. **Revista Árvore (Impresso)**, v. 38, p. 1045-1054, 2014.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, 1991. 123p.

VIEIRA, D. S.; GAMA, J. R. V.; RIBEIRO, R. B.; XIMENES, L. C.; CORRÊA, V. V.; ALVES, A. F. Comparação estrutural entre floresta manejada e não manejada na Comunidade Santo Antônio, Estado do Pará. **Ciência Florestal**, v. 24, n. 4, p. 1067-1074, 2014.

WOLDA, H. Similarity índices, sample size and diversity. **Oecologia**, New York, v. 50, n. 3, p. 296-302, 1981.

YARED, J. A. G.; SOUZA, A. L. **Análise dos impactos ambientais no manejo de florestas tropicais**. Viçosa: UFV: Sociedade de Investigações Florestais, 1993, 38p.

ZUIDEMA, P. A.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Ecology and management of the Brazil nut tree (*Bertholletia excelsa*)**. Promab: Scientific, 2003.

ARTIGO 2

EFEITO DA EXPLORAÇÃO NO CRESCIMENTO DIAMÉTRICO E TEMPO DE PASSAGEM DE *Minquartia guianensis* Aubl. NA FLORESTA NACIONAL DO TAPAJÓS, PARÁ

RESUMO - Na Amazônia a sustentabilidade e viabilidade econômica da exploração florestal necessitam de estudos sobre a dinâmica de cada espécie. Assim, avaliou-se o crescimento diamétrico e o ciclo de corte da *Minquartia guianensis* Aubl. (Acariquara), por meio da análise do tempo de passagem entre as classes diamétricas, buscando subsidiar o seu manejo sustentável nas florestas de terra firme da Amazônia brasileira. Foram estabelecidos cinco tratamentos, sendo eles: T₀: testemunha, sem interferência; T₁: exploração de árvores comerciais com DAP \geq 45 cm; T₂, T₃ e T₄: exploração de árvores com DAP \geq 55 cm, seguido por aplicação de tratos silviculturais, com redução de 20%, 40% e 60% da área basal original, respectivamente. Em cada tratamento foram instaladas ao acaso 12 parcelas permanentes de 0,25 ha, nas quais foram medidas todas as árvores com DAP \geq 5 cm. O crescimento da espécie foi determinado por meio do incremento periódico médio anual (IPA), no período de 1981 a 2012. A partir desse resultado foi estimado o tempo de passagem entre as classes diamétricas e o ciclo de corte. As intervenções modificaram a dinâmica de *Minquartia guianensis*, contribuindo para o seu crescimento e ingresso de novos indivíduos, apesar do aumento das taxas de mortalidade. O maior incremento foi registrado no T₂ (0,250 cm.ano⁻¹) e o menor no T₀ (0,140 cm.ano⁻¹), evidenciando que a aplicação de tratamentos silviculturais influenciou no desenvolvimento da espécie. No entanto, em todos os tratamentos avaliados as classes diamétricas inferiores cresceram mais rápido que as superiores e, por isso, o tempo de passagem aumentou a partir da classe de 45 cm de diâmetro. Em geral, esses resultados indicaram que ao atingir 50 cm, diâmetro mínimo de corte estabelecido na legislação, ocorre lentidão ou estagnação nos processos de dinâmica de crescimento dessa espécie, e alta mortalidade de árvores nas classes superiores. Portanto, pressupõe-se que é viável manejar também árvores com DAP \leq 50 cm.

Palavras-chave: Amazônia, manejo florestal, Acariquara, incremento diamétrico

ARTICLE 2

EFFECT OF LOGGING ON DIAMETRIC GROWTH AND TRAANSITION PERIOD OF *Minquartia guianensis* Aubl. (Acariquara) IN THE NATIONAL FOREST TAPAJÓS, PARA STATE

ABSTRACT - In the Amazon sustainability and economic viability of logging require studies on the dynamics of each species. Thus, we evaluated the diametric growth and cutting cycle of *Minquartia guianensis* Aubl. (Acariquara), by analyzing the transition period between the diameter classes, seeking to support the sustainable management in non-flooded (Terra Firme) forests of the Brazilian Amazon. There were established five treatments, as follows: T₀: control, without interference; T₁: operation of commercial trees with DBH \geq 45 cm; T₂, T₃ and T₄: Exploring trees with DBH \geq 55 cm, followed by application of silvicultural treatments, a reduction of 20%, 40% and 60% of the original basal area, respectively. In each treatment were randomly installed 12 permanent plots of 0.25 ha, in which were measured all trees with DBH \geq 5 cm. The species growth was determined by the average of annual periodic increment (API), from 1981 to 2012. From this result was estimated transition period between the diameter classes and cutting cycle. The interventions have changed the *Minquartia guianensis* dynamics, contributing to its growth and new individual's entry, despite the increase in mortality rates. The highest increase was recorded in T₂ (0.250 cm.ano⁻¹) and the lowest at T₀ (0.140 cm.ano⁻¹), indicating that the application of silvicultural treatments influenced the species development. However, in all treatments evaluated the lower diameter classes grew faster than the upper and therefore the transition time increased from the class of 45 cm diameter. Overall, these results indicated that upon reaching 50 cm, minimum cutting diameter established in the legislation, there is a slowness or stagnation in the growth dynamic process of this species, and high mortality of trees in the upper classes. Therefore, it is assumed that it is feasible also to manage trees with DBH \leq 50 cm.

Keywords: Amazon, forest management, Acariquara, diametric increment

1. INTRODUÇÃO

A floresta Amazônica possui uma elevada diversidade de espécies arbóreas potenciais para a produção de madeira. No entanto, o manejo florestal sustentável ainda é um desafio, devido a complexidade da floresta tropical (JARDIM e SOARES, 2010). Condit et al. (1993) indicaram que a sustentabilidade e viabilidade econômica da exploração florestal necessitam de estudos sobre a dinâmica de cada espécie.

Taffarel et al. (2014) destacaram que informações sobre crescimento das espécies arbóreas, especialmente daquelas de interesse econômico, em áreas exploradas e submetidas a tratamentos silviculturais, são essenciais para o seu correto manejo. Todavia, a implantação do manejo sustentável em povoamentos florestais é dependente de dados confiáveis de crescimento, pois por meio dessas informações se estabelecerá o ciclo de corte e o volume que será cortado periodicamente (VACCARO et al., 2003; CUNHA e FINGER, 2013).

De acordo com Scolforo (1996) o ciclo de corte de uma floresta nativa pode ser estimado por meio do tempo de passagem, que é definido como o tempo médio que uma espécie ou grupo de espécies demora para atingir determinada classe diamétrica. Definindo a taxa de movimentação das árvores por meio das classes de diâmetro e descrevendo a dinâmica de crescimento em diâmetro (SOUZA e JARDIM, 1993).

No entanto, na Amazônia estudos voltados para o conhecimento sobre o incremento, idade relativa e o ciclo de corte de algumas espécies ainda são escassos, e fatores como a complexidade da composição florística, quantidade elevada de espécies com distintos aspectos ecológicos, silviculturais e tecnológicos contribuem para essa carência de informações (SCOLFORO et al., 1996).

Nesse estudo selecionou-se *Minquartia guianensis* Aubl. (Olacaceae), conhecida popularmente como Acariquara, Acariquara-roxa e Aquariquara. Esta espécie foi escolhida por apresentar alta ocorrência na área de estudo e por ter grande potencial de comercialização na região Amazônica. Além disso, são escassas informações na literatura sobre seu crescimento. É uma espécie tolerante à sombra e classificada como de estágio tardio de sucessão. Ocorre na América Central, da Nicarágua ao Panamá, e em vários países da América do Sul (FLORES, 2002). De

acordo com Camargo e Ferraz (2004), sua madeira é muito utilizada na indústria madeireira, para a fabricação de poste elétrico, estacas, dormentes e mourões.

Dessa forma, o objetivo desse artigo foi estimar o crescimento e o ciclo de corte de *Minquartia guianensis* Aubl., por meio da análise do tempo de passagem entre as classes diamétricas, no período de 31 anos, após exploração florestal, na Floresta Nacional do Tapajós, PA. Os resultados dessa pesquisa serão utilizados para subsidiar o manejo sustentável dessa espécie nas florestas de terra firme da Amazônia brasileira.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área de estudo

A pesquisa foi desenvolvida na Floresta Nacional do Tapajós (Flona Tapajós) no município de Belterra - Pará, ao longo da Rodovia Santarém - Cuiabá à altura do quilômetro 114, entre as coordenadas 2°40' e 4°10' S; 54°45' e 55°30' W. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Ami (quente e úmido), caracterizado por um período seco de dois a quatro meses, com maior intensidade de chuvas entre os meses de dezembro a junho (ESPIRÍTO-SANTO et al., 2005). A temperatura média anual é de 25,3 °C e umidade relativa do ar de 95% (INMET, 2016).

O solo predominante na área é do tipo Latossolo amarelo álico a moderado, com a presença também de latossolo amarelo concrecionário, derivado de argilitos (CARVALHO, 2002). De acordo com Veloso et al. (1991) a Flona Tapajós situa-se na zona de Floresta Ombrófila Densa, caracterizado pelo domínio de árvores de grande porte.

2.2. Coleta de dados

Foram estabelecidos cinco tratamentos, detalhados em Oliveira et al. (2006):

T₀ - Testemunha, floresta sem intervenção;

T₁ - Exploração de espécies comerciais madeireiras com diâmetro à altura do peito (DAP) \geq 45 cm, sem nenhuma intervenção posterior, com redução em aproximadamente 24% da área basal. O limite de 45 cm de diâmetro foi aplicado

devido ser o DMC (diâmetro mínimo de corte) estabelecido pela legislação florestal na época da exploração (BRASIL, 1965);

T₂: Exploração de árvores comerciais com DAP \geq 55 cm + anelamento com desvitalização das árvores de espécies não comerciais com DAP a partir de 45 cm, para reduzir a área basal em 20% da original;

T₃: Exploração de árvores comerciais com DAP \geq 55 cm + anelamento com desvitalização das árvores de espécies não comerciais com DAP a partir de 15 cm, e potenciais com DAP a partir de 65 cm. Para reduzir a área basal em 40% da original;

T₄ - Exploração de árvores comerciais com DAP \geq 55 cm + anelamento com desvitalização de espécies não comerciais e potenciais com DAP a partir de 15 cm, para reduzir a área basal em 60%.

Em cada tratamento foram instaladas ao acaso três parcelas permanentes de 50 m x 50 m (0,25 ha) com 4 repetições, totalizando 12 parcelas por tratamento e ao todo 60 parcelas. Nas quais foram medidas periodicamente as árvores com DAP \geq 5 cm. A área experimental apresenta 180 ha, dos quais 144 ha são referentes a exploração realizada em 1982 (4 tratamentos) e o restante (36 ha) ao tratamento testemunha (OLIVEIRA et al., 2006).

A metodologia para instalação e medição das parcelas seguiu as definições do manual “Diretrizes para instalação e medição de parcelas permanentes em florestas naturais da Amazônia brasileira” (SILVA et al., 2005). Os dados foram coletados em oito ocasiões: a primeira medição em 1981 (antes da exploração), 1983 (após a exploração florestal), e as remedições em 1985, 1987, 1989, 1995, 2003, 2008 e 2012. O tratamento testemunha teve sua primeira medição em 1983 e os demais em 1981. A área experimental em 1997, após um intenso período de estiagem gerado pelo El Niño, foi atingida por um incêndio acidental que afetou 19 parcelas permanentes (T₀ = 6; T₁ = 2; T₂ = 5; T₃ = 0; T₄ = 6) (OLIVEIRA et al., 2006). No entanto, neste trabalho foram utilizados os dados da área atingida pelo fogo.

A aplicação dos tratamentos silviculturais foi iniciada em 1993 e concluída em 1994, doze anos após a exploração florestal. De acordo com Oliveira et al. (2006), para elevar a sobrevivência, o desenvolvimento e estabelecimento da regeneração natural das espécies com potencial econômico, foi realizado o desbaste, diminuindo a concorrência entre as árvores por espaço, luz e nutrientes.

2.3. Incremento diamétrico e tempo de passagem entre classes diamétricas

Para estimar a idade de *Minquartia guianensis* dentro da área de estudo, foram utilizados os dados das medições periódicos de todas as árvores com DAP ≥ 5 cm para calcular, separadamente, o incremento periódico médio anual de diâmetro de cada indivíduo arbóreo, com amplitude de 10 cm.

Baseando-se na metodologia descrita por Caballero e Malleux (1976), foi calculada a relação incremento periódico médio anual (IPA) e o tempo médio de passagem por classe diamétrica. O IPA médio das árvores de *Minquartia guianensis* foi determinado por meio da seguinte fórmula:

$$IPA = (DAP_f - DAP_i)/T \quad (1)$$

em que: IPA = incremento periódico médio anual, em cm.ano^{-1} ; DAP_f e DAP_i = diâmetro à altura do peito final e inicial do período, respectivamente, em cm; T = período de monitoramento, em anos.

Os resultados de IPA das árvores de *Minquartia guianensis* e os seus respectivos valores de diâmetro, foram relacionados num modelo de regressão linear, conforme proposto por Araújo et al. (1993):

$$\widehat{IPA}_i = \beta_0 + \beta_1 (D_i) + \beta_2 (D_i^2) + e_i \quad (2)$$

em que: IPA_i = estimador do incremento periódico médio anual em diâmetro (cm.ano^{-1}) da i-ésima classe de diâmetro (cm); β_0 , β_1 e β_2 = coeficientes da regressão; e D_i = centro da i-ésima classe de diâmetro (cm) para i = 1, 2, 3, ..., n-ésima classe de diâmetro; e_i = erro aleatório.

Após o ajuste, estimou-se o incremento diamétrico para o valor da menor classe de diâmetro (5 cm). Em seguida, foi determinada a idade referente ao DAP de 5 cm como sendo o número de anos necessários para uma árvore atingir a primeira classe de diâmetro (D₁). A soma do diâmetro (D₁) juntamente com seu respectivo incremento (IPA_i) foi o próximo valor da variável independente (D₂) a ser substituído na equação. Assim, foram estabelecidos sucessivos valores de diâmetro e incremento de acordo com as idades relativas em anos, conforme metodologia estabelecida por Araújo et al. (1993).

O tempo de passagem entre as classes diamétricas foi obtido por meio da diferença de idades dos DAPs referentes aos limites inferiores de duas classes diamétricas sucessivas, que foram utilizados para estimar o número de anos para que *Minquartia guianensis* alcance seu diâmetro de corte (ARAÚJO et al., 1993).

A tabulação e o processamento de dados foram realizados por meio do software Microsoft Excel 2010.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Crescimento diamétrico

Nos tratamentos T₁, T₂, T₃ e T₄ houve aumento do incremento entre 1981 e 1987, como no estudo de Silva et al. (1995), no qual até o final do terceiro ano depois da exploração florestal o efeito da abertura do dossel contribuiu para o crescimento das árvores. Por outro lado, o T₀ apresentou decréscimo no crescimento durante o período de 1983 a 1987 (Figura 1).

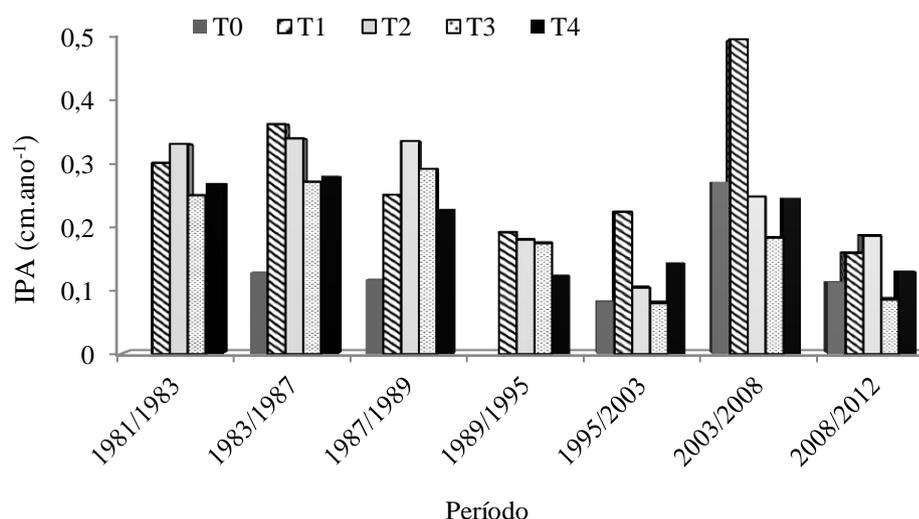


Figura 1 - Evolução do incremento periódico médio anual (IPA) em diâmetro de *Minquartia guianensis* Aubl. entre 1981 a 2012, para os tratamentos avaliados na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, PA.

A partir de 1987 houve redução do incremento em todos os tratamentos, exceto no T₃. Costa et al. (2008) mostrou que isso pode ocorrer devido o fechamento do dossel da floresta e a maior competição entre os indivíduos. Os tratamentos silviculturais aplicados em 1994 nos tratamentos T₂, T₃ e T₄, promoveram o crescimento entre 1995-2003 apenas no T₄, devido a abertura do dossel

proporcionada possivelmente pela maior intensidade de redução da área basal (60%) e o alto número de parcelas atingidas pelo fogo.

Em todos os tratamentos avaliados ocorreu um aumento significativo de incremento entre 2003 e 2008. Isso pode estar relacionado ao intenso período de estiagem causado pelo El Niño em 1997, e o posterior incêndio acidental ocorrido na área de estudo. Apesar desse acontecimento ter reduzido aproximadamente 31,70% das parcelas permanentes instaladas, favoreceu a abertura de grandes clareiras, que pode ter contribuído para o crescimento das árvores ou mudança de classe diamétrica (OLIVEIRA et al., 2006). Entre 2008 e 2012 ocorreu uma redução no incremento de *Minquartia guianensis*, possivelmente devido ao fechamento do dossel florestal pelas espécies emergentes, o que diminuiu a entrada de luz e o incremento em diâmetro no decorrer dos anos até atingir o nível de uma floresta não explorada (COSTA et al., 2008).

O maior incremento periódico anual ($0,250 \text{ cm.ano}^{-1}$) foi verificado no T₂ (área explorada com redução de 20% da área basal), seguido por T₁ ($0,235 \text{ cm.ano}^{-1}$), T₄ ($0,206 \text{ cm.ano}^{-1}$), T₃ ($0,198 \text{ cm.ano}^{-1}$) e T₀ ($0,140 \text{ cm.ano}^{-1}$). O tratamento T₂ apresentou melhor resultado em incremento, possivelmente devido o maior volume extraído com a exploração florestal, conforme indicado no estudo de Oliveira et al. (2006), que favoreceu o crescimento das espécies remanescentes.

O tratamento T₀ apresentou menor incremento diamétrico em comparação com os demais, no entanto, está dentro do crescimento médio encontrado por Silva et al. (1995) em uma floresta não explorada, ou seja, entre $0,1$ a $0,2 \text{ cm.ano}^{-1}$. Esse resultado já era esperado, pois nos demais tratamentos (T₁, T₂, T₃ e T₄), em que ocorreu a abertura do dossel pela exploração ou a combinação de exploração florestal com tratamentos silviculturais, a incidência de luminosidade e a redução da competição por nutrientes e água, pode ter contribuído para o crescimento das árvores (TAFFAREL et al., 2014) e aumento da dinâmica de entrada e saída de árvores na floresta (OLIVEIRA et al., 2006).

Além disso, deve-se ressaltar que *Minquartia guianensis* apesar de ser tolerante à sombra, sendo classificada como de estágio tardio de sucessão (FLORES, 2002), apresenta sinais de beneficiar-se com a existência de aberturas do dossel nas fases iniciais de desenvolvimento (HIRAI et al., 2012). Jardim e Soares (2010) avaliaram o crescimento diamétrico de *Sterculia pruriensis* (Aubl.) Schum (Axixá) após a exploração florestal, e constataram que espécies tolerantes a sombra, como o

Axixá e Acariquara, apesar de crescerem em condições de dossel fechado e sub-bosque, são favorecidas pela luminosidade oriunda de clareiras, e pelos chamados “sunflecks”, pequenas nesgas de luz direta que atravessam o dossel da floresta e alcançam o solo (FREEDEN e FIELD, 1991).

No entanto, em todos os tratamentos a espécie apresentou crescimento lento, o que pode ser devido o grupo ecológico ao qual pertence. Resultados semelhantes por Valle e Van Gardingen (2003) em um estudo realizado na Floresta Nacional de Tapajós, que obtiveram incremento de 0,26 cm.ano⁻¹ para *Minquartia guianensis*, considerado baixo, porém superior ao encontrado neste estudo. Além disso, esses autores concluíram que a taxa de crescimento em diâmetro dessa espécie varia em função da posição da copa no dossel superior.

De acordo com Silva (1989), as características das espécies e suas exigências por iluminação interferem no seu crescimento. D’Oliveira e Braz (2006) avaliando a dinâmica de uma floresta tropical no Estado do Acre, verificou que a exposição das copas à luz do sol obteve forte efeito no incremento em diâmetro.

Carvalho et al. (2004) encontraram um incremento médio de 0,26 cm.ano⁻¹ para espécies tolerantes à sombra, no período de oito anos, na Floresta Nacional do Tapajós (FNT) – PA. Oliveira e Braz (2006) obtiveram 0,28 cm.ano⁻¹ para árvores que apresentavam copa completamente sombreadas, após quatro anos de exploração, no Estado do Acre. Costa et al. (2008) verificaram 0,23 cm.ano⁻¹ para espécies tolerantes, no período de dezessete anos, também na FNT, sendo três vezes menor do que o resultado obtido pelas espécies intolerantes, que foi de 0,60 cm.ano⁻¹.

3.2. Tempo de passagem

A equação ajustada para os tratamentos avaliados apresentou baixa precisão, devido os valores do coeficiente de determinação ajustado ($\overline{R^2}$), podendo está relacionada à alta diversidade, classes de tamanho e aspectos gerais de crescimento que são comuns em floresta sem exploração (SOUZA et al., 1993). O T₂ apresentou maior precisão da estimativa, assim a relação entre o incremento periódico médio anual (IPA) e o diâmetro (D_i) foi melhor explicada ($\overline{R^2} = 11,47\%$) (Tabela 1).

Tabela 1 - Parâmetros estimados pela equação de regressão para a espécie *Minquartia guianensis* Aubl., de acordo com os tratamentos avaliados, na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, PA.

Tratamento	$\widehat{\beta}_0$	$\widehat{\beta}_1$	$\widehat{\beta}_2$	R ² (%)	$\overline{R^2}$ (%)	S _{y,x} (cm.ano ⁻¹)
T ₀	0,06433 (0,09)	-0,00012 (0,13)	0,00795 (p < 0,01)	3,90	2,46	0,155
T ₁	0,08186 (0,19)	-0,00012 (0,1586)	0,01056 (0,0401)	6,19	4,71	0,244
T ₂	0,04472 (0,18)	0,00012 (p < 0,01)	0,01188 (p < 0,01)	12,06	11,47	0,199
T ₃	-0,00238 (0,95)	-0,00010 (0,0001)	-0,01324 (p < 0,01)	12,24	11,39	0,204
T ₄	0,08913 (p < 0,01)	-0,00006 (0,06)	0,00621 (p < 0,01)	7,00	6,10	0,173

* Os resultados em parênteses representam os valores do p-valor.

O tempo de passagem é inversamente proporcional aos incrementos diamétricos, ou seja, quanto menor o incremento em diâmetro, maior o tempo de passagem (Figura 2).

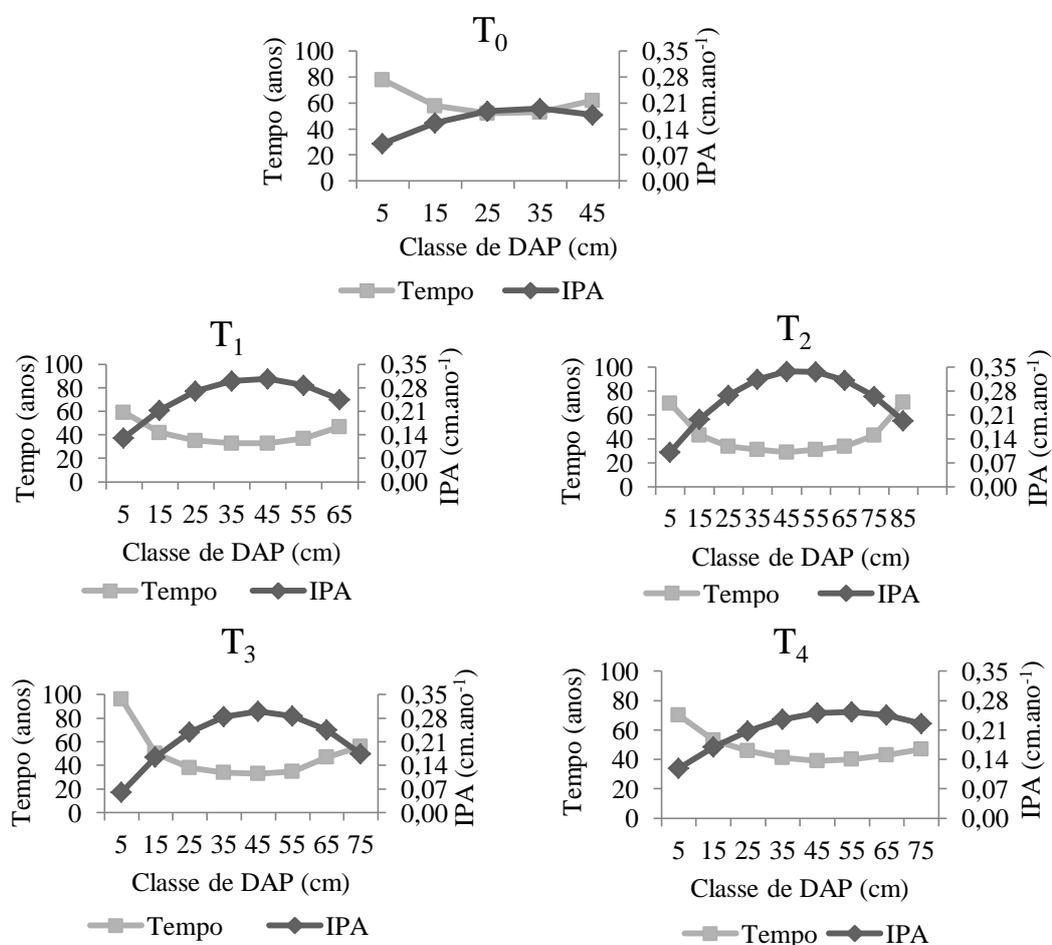


Figura 2 - Tempo de passagem (anos) e incremento periódico médio anual (IPA) em diâmetro por classe de DAP da espécie *Minquartia guianensis* Aubl., para os tratamentos avaliados na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, PA.

Resultados semelhantes foram encontrados por Schmitz (2014) analisando o crescimento de *Cedrela fissilis* Vell. Por outro lado, estudos realizados por Oliveira (2014) com *Goupia glabra* Aubl. e *Qualea albiflora* Warm., indicaram um aumento do incremento e redução do tempo de passagem na medida em que o tamanho da classe diamétrica aumenta.

Constatou-se que no T₁ uma árvore do estoque de regeneração levará, em média, 38 anos para ingressar na primeira classe de diâmetro (classe de 5-15 cm), ao contrário T₀, T₂, T₃ e T₄ obteve resultado superior ao T₁, e demorará 49, 49, 83 e 42 anos para as árvores do estoque de regeneração atingir a classe de 5–15 cm (Tabela 2). Um estudo realizado por Lamprecht (1990) em Mount Maquiling, nas Filipinas indicou que a espécie *Parashorea malaanonan* (Blanco) Merr. demora 71 anos para ingressar na primeira classe diamétrica de 0-5 cm e mais 19 anos para passar à classe de 5-10 cm de diâmetro.

Tabela 2 - Idade relativa e tempo de passagem (TP), por classe de diâmetro de *Minquartia guianensis* Aubl., de acordo com os tratamentos avaliados, na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, PA (CDAP: Classe de diâmetro à altura do peito).

Tratamento	CDAP	Idade mínima	Idade máxima	TP
T ₀	5-15	49	126	78
	15-25	127	184	58
	25-35	185	236	52
	35-45	237	288	53
	45-55	290	352	62
T ₁	5-15	38	96	59
	15-25	97	138	42
	25-35	139	173	35
	35-45	174	206	33
	45-55	207	239	33
	55-65	240	276	37
T ₂	65-75	277	324	47
	5-15	49	118	70
	15-25	119	161	43
	25-35	162	195	34
	35-45	196	226	31
	45-55	227	255	29
	55-65	256	286	31
	65-75	287	320	34
T ₃	75-85	321	363	43
	85-95	364	435	71
	5-15	83	178	96
	15-25	179	228	50
	25-35	229	266	38
	35-45	267	301	34
	45-55	302	334	33
55-65	335	371	35	
65-75	372	418	47	
75-85	419	461	56	

Continua...

Tabela 2 – Cont.

Tratamento	CDAP	Idade mínima	Idade máxima	TP
T ₄	5-15	42	111	70
	15-25	112	164	53
	25-35	165	210	46
	35-45	211	251	41
	45-55	252	290	39
	55-65	291	330	40
	65-75	331	373	43
	75-85	374	421	47

O T₀ precisará de mais 78 anos para ingressar na classe de 15–25 cm, no entanto, T₁, T₂, T₃ e T₄ apresentou comportamento diferente necessitando de 59, 70, 96 e 70 anos, respectivamente. De maneira geral, uma árvore de regeneração levará, em média, 290, 207, 227, 302, 252 anos para compor o sortimento de árvores no centro de classe de 50 cm nos tratamentos T₀, T₁, T₂, T₃ e T₄, respectivamente.

Assim, nota-se que T₃, composto pelas árvores comerciais DAP \geq 55 cm abatidas e com anelamento para redução da área basal em 40% da original, obteve maior período para atingir a classe diamétrica de 50 cm. Em compensação o T₁, definido pela exploração tradicional com abate de árvores com DAP \geq 45 cm, obteve menor tempo. Esses resultados indicam que a exploração no T₁ provavelmente favoreceu a redução do tempo para as árvores de *Minquartia guianensis* alcançarem a classe de 50 cm.

Silva et al. (1995) indicaram que a taxa de crescimento das árvores remanescentes da Floresta Nacional do Tapajós em Belterra – PA aumentou proporcionalmente após a exploração. No entanto, ao recompor a área basal retirada, as árvores voltaram a apresentar, num período entre 10 a 15 anos, um ritmo de crescimento semelhante ao da floresta inexplorada. Costa et al. (2008) constataram que a exploração florestal realizada em uma área de terra firme na Floresta Nacional do Tapajós, favoreceu o crescimento das árvores, que foi reduzido no decorrer dos anos, principalmente devido a ausência de tratamentos silviculturais.

O tratamento T₂ apresentou maior tempo de passagem na última classe de diâmetro, indicando que os indivíduos de maior idade podem estar em fase de senescência. Resultados semelhantes foram encontrados por Oliveira (2014) analisando anéis de crescimento de *Goupia glabra* Aubl. e *Qualea albiflora* Warm., em que está última espécie apresentou um ponto ótimo de corte a partir do centro de classe de 45 cm de DAP. Esse autor evidenciou que até as árvores alcançarem classe

diamétrica superior apresentam aumento da mortalidade ou crescimento lento, nessa situação ocorreria desperdício de madeira e tempo.

O tempo necessário para as árvores da classe de diâmetro de 45-55 cm (centro de classe de 50 cm) ultrapassarem a classe de 55-65 cm é de aproximadamente 62 (T_0), 33 (T_1), 29 (T_2), 33 (T_3) e 39 anos (T_4), e o ciclo de corte será estimada no mínimo nestas idades. Dessa forma, decorrido esse período para cada tratamento, todas as árvores da classe diamétrica de 45-55 cm já terão ultrapassado o diâmetro mínimo de corte (DMC) de 50 cm, sendo possível realizar uma segunda colheita na Unidade de Produção Anual (UPA).

Os resultados indicam que ao atingir 50 cm, diâmetro mínimo de corte estabelecido na legislação, ocorre lentidão ou estagnação nos processos de dinâmica de crescimento, e também alta mortalidade de árvores nas classes superiores com o decorrer dos anos, podendo haver desperdício da madeira. Deve-se considerar também que a partir de 50 cm as árvores estão senescentes e o fuste não apresenta as características de interesse comercial (SOUZA et al., 2005).

Dessa forma, pode-se considerar como diâmetro ideal de corte árvores com DAP entre 20 e 50 cm, em razão do melhor ritmo de crescimento obtido, menor tempo de passagem entre as classes diamétricas e as condições adequadas da madeira para uso comercial. Segundo Souza et al. (2005) indivíduos adultos podem ser importantes fontes de sementes nas áreas manejadas. No entanto, deve-se remover árvores com $DAP \leq 50$ cm, de forma criteriosa e seletiva, minimizando os efeitos do manejo e proporcionando o recrutamento contínuo de indivíduos para as classes diamétricas maiores.

De acordo com Souza e Soares (2013), como a intensidade de corte e o regime de manejo para florestas naturais inequidâneas no Brasil, prescrevem apenas a colheita seletiva de algumas árvores comerciais, as do estoque em regeneração e de crescimento, continuam crescendo. Assim, haverá sempre um povoamento remanescente e manejado para quantificar a produção sustentável.

4. CONCLUSÕES

O efeito positivo no crescimento de *Miquartia guianensis* quando submetida à exploração e aos tratamentos silviculturais, pode servir como subsídio para planejamento das atividades de manejo sustentável.

Em todos os tratamentos avaliados houve lentidão nos processos de dinâmica de crescimento a partir do DAP ≥ 50 cm, com redução do incremento à medida que se aumenta o tempo de passagem.

As árvores com DAP ≤ 50 cm também têm potencial para serem manejadas, em razão do crescimento mais acelerado apresentado nas menores classes diamétricas.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, P. A.; SOUZA, A. L.; CAMPOS, J. C. C.; PAULA NETO, F. Idade relativa como subsídio à determinação de ciclo de corte no manejo sustentável de povoamentos florestais nativos. **Revista Árvore**, v. 17, n. 1, p. 100-116, 1993.

BRASIL. **Lei nº 4.771 de 15 de Setembro de 1965**. Institui o novo código florestal. Disponível em: < <http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: 05 de fev. de 2016.

CABALLERO, J.; MALLEUX, O. Estudio de una metodología para la determinación de edades em bosques naturales. **Revista Florestal del Perú**, v. 6, n. 1-2, p. 33-40, 1976.

CAMARGO, J. L. C.; FERRAZ, I. D. K. Acariquara-roxa, *Minquartia guianensis* Aubl., Olacaceae. **Manual de Sementes da Amazônia**. Manaus, INPA. p. 1-8, 2004.

CARVALHO, J. O. P. Changes in the spatial distribution of tree species in a terra firme rain forest in Brazilian Amazonia after logging. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 37, p. 53-70, 2002.

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

CONDIT, R.; HUBBELL, S. P.; FOSTER, R. B. Mortality and growth of a commercial hardwood 'el cativo', *Prioria copaifera*, in Panama. **Forest Ecology and Management**, v. 62, n. 1, p. 107-122, 1993.

COSTA, D. H. M.; SILVA, J. N. M.; CARVALHO, J. O. P. Crescimento de árvores em uma área de terra firme na Floresta Nacional do Tapajós após a colheita de madeira. **Revista Ciências Agrárias**, Belém, n. 50, p. 63-76, 2008.

CUNHA, T. A.; FINGER, C. A. G. Competição assimétrica e o incremento diamétrico de árvores individuais de *Cedrela odorata* L. na Amazônia ocidental. **Acta Amazonica**, v. 43, n. 1, p. 9-18, 2013.

D'OLIVEIRA, M. V. N.; BRAZ, E. M. Estudo da dinâmica da floresta manejada no projeto de manejo florestal comunitário do PC Pedro Peixoto na Amazônia Ocidental. **Acta Amazônica**, v. 36, n. 2, p.177-182, 2006.

ESPÍRITO-SANTO, F. D. B.; SHIMABUKURO, Y. E.; ARAGÃO, L. E. O. C.; MACHADO, E. L. M. Análise da composição florística e fitossociológica da Floresta Nacional do Tapajós com apoio geográfico de imagens de satélites. **Acta Amazonica**, v. 35, n. 2, p. 155-173, 2005.

FLORES, E. M. **Minquartia guianensis** Aubl. Part II - Species Descriptions, p. 575-578, 2002.

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

HIRAI, E. H.; CARVALHO, C. J. R.; SILVA, J. N. M.; CARVALHO, J. O. P.; QUEIROZ, W. T. Efeito da exploração florestal de impacto reduzido sobre a regeneração natural em uma floresta densa de terra firme no município de Paragominas na Amazônia brasileira. **Scientia Forestis**, v. 40, n. 95, p. 306-315, 2012.

INMET. **Estação meteorológica de observação de superfície convencional**. [banco de dados na internet]. Brasília (DF): Instituto Nacional de Meteorologia – INMET. 2016. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/sim/sonabra/convencionais.php>>. Acesso em: 30 de jan. de 2016.

JARDIM, F. C. S.; SOARES, M. S. Comportamento de *Sterculia pruriensis* (Aubl.) Schum. em floresta tropical manejada em Moju-Pará. **Acta Amazonica**, v. 40, n. 3, p. 535-542, 2010.

LAMPRECHT, H. **Silvicultura nos trópicos**. Eschborn: GTZ, 1990. 343p.

OLIVEIRA, L. C.; COUTO, H. T. Z.; SILVA, J. N. M.; CARVALHO, J. O. P. Efeito da exploração de madeira e tratamentos silviculturais sobre a estrutura horizontal de uma área de 136 ha na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra-Pará. **Revista de Ciências Agrárias**, n. 46, p. 195-214, 2006.

OLIVEIRA, M. F. **Critérios para o manejo sustentável de duas espécies madeireiras das florestas tropicais do Mato Grosso**. 2014. 127 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

OLIVEIRA, M. V. N.; BRAZ, E. M. Estudo da dinâmica da floresta manejada no projeto de manejo florestal comunitário do PC Pedro Peixoto na Amazônia Ocidental. **Acta Amazônica**, v. 36, n. 2, p. 177-182, 2006.

SCHMITZ, R. **Estrutura fitossociológica e crescimento de *Cedrela fissilis* Vell. em floresta estacional decidual no extremo oeste de Santa Catarina**. 2014. 76 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Estadual do Centro-Oeste, Irati, 2014.

SCOLFORO, J. R. S.; PULZ, F. A.; MELLO, J. M.; OLIVEIRA FILHO, A. T. Modelo de produção para floresta nativa como base para manejo sustentado. **Revista Cerne**, v. 2, n. 1, p. 112-137, 1996.

SILVA, J. N. M. **The behavior of the tropical rain forest of the Brazilian Amazon after logging**. Oxford: University of Oxford, 1989. 355 p. Thesis (Ph.D.) – University of Oxford, 1989.

SILVA, J. N. M.; CARVALHO, J. O. P.; LOPES, J. C. A.; ALMEIDA, B. F.; COSTA, D. H. M. Growth and yield of a tropical rain forest in the Brazilian Amazon 13 years after logging. **Forest Ecology and Management**, n. 71, p. 267-274, 1995.

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. 2005. **Diretrizes para a instalação e medição de parcelas permanentes em florestas naturais da Amazônia Brasileira**. Embrapa Amazônia Oriental, Belém, Pará, 36p.

SOUZA, A. C. B.; LIMA JR, D. P.; SCHÜSSLER, G.; CARDOSO, V. T.; ALMEIDA, W. R. Estabelecimento de plântulas de *Minuartia guianensis* (Olacaceae) em uma área submetida ao corte seletivo na Amazônia Central. In: **Livro do Curso Ecologia da Floresta Amazônica**. 2005.

SOUZA, A. L.; ARAUJO, P. A.; CAMPOS, J. C. C.; PAULA NETO, F. Dinâmica de crescimento em diâmetro de uma floresta primária sem interferência: uma análise pelo tempo de passagem entre classes diamétricas. **Revista Árvore**, v. 17, n. 2, p. 129-145, 1993.

SOUZA, A. L.; JARDIM, F. **Sistemas silviculturais aplicados às florestas tropicais**. Viçosa: SIF, 1993. 125p.

SOUZA, A. L.; SOARES, C. P. B. **Florestas nativas: estrutura, dinâmica e manejo**. 1ª ed. Viçosa: Editora UFV, 2013, p. 13-69.

VACCARO, S.; FINGER, C. A. G.; SCHNEIDER, P. R.; LONGHI, S. J. Incremento em área basal de árvores de uma floresta estacional decidual, em três fases sucessionais, no município de Santa Tereza, RS. **Ciência Florestal**, v. 13, n. 2, p. 131-142, 2003.

VALLE, D. R.; VAN GARDINGEN, P. **Modelagem de crescimento e produção: aplicações do SIMFLORA para ilustrar conceitos em cursos de eng. Florestal**. Belém: IMAZON, 2003. 338p.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, 1991. 123p.

TAFFAREL, M.; GOMES, J. M.; CARVALHO, J. O. P.; MELO, L. O.; FERREIRA, J. E. R. Efeito da silvicultura pós-colheita na população de *Chrysophyllum lucentifolium* Cronquist (Goiabão) em uma floresta de terra firme na Amazônia brasileira. **Revista Árvore (Impresso)**, v. 38, p. 1045-1054, 2014.

ARTIGO 3

EMPREGO DO QUOCIENTE DE LIOCOURT NO MANEJO FLORESTAL DA FLORESTA NACIONAL DO TAPAJÓS, PARÁ, COM ÊNFASE NA ESPÉCIE *Minquartia guianensis* Aubl.

RESUMO - Objetivou-se com o trabalho avaliar a distribuição diamétrica de uma floresta sem e com exploração, com enfoque para *Minquartia guianensis* Aubl., assim como calcular o quociente “q” De Liocourt, na Floresta Nacional do Tapajós, PA. Foram estabelecidos dois tratamentos, sendo eles: T₀: testemunha, sem interferência; e T₁: exploração de árvores comerciais com DAP \geq 45 cm. Em cada tratamento foram instaladas ao acaso 12 parcelas permanentes de 0,25 ha, nas quais foram medidas todas as árvores com DAP \geq 5 cm. Os indivíduos amostrados foram distribuídos em classes de diâmetro com amplitude 10 cm, e posteriormente calculou-se o quociente “q” De Liocourt. Na colheita seletiva do T₀, o número total de árvores comerciais extraídas com DAP \geq 15 cm, a densidade, a área basal total e o volume total de fuste foram de 21,88 n.ha⁻¹, 9,54 m².ha⁻¹ e 132,31 m³.ha⁻¹, respectivamente, para um quociente de De Liocourt de 2,27. Por outro lado, no T₁ observou-se 25,58 n.ha⁻¹; 7,97 m².ha⁻¹ e 104,36 m³.ha⁻¹ para um quociente de De Liocourt de 2,80. A espécie *Minquartia guianensis*, considerando árvores com DAP \leq 50 cm, apresentou 8,50% e 9,94% de participação volumétrica observada na floresta, no tratamento T₀ e T₁, respectivamente. A partir desses resultados obteve-se 0,90% e 0,54% de estimativa de colheita para o T₀ e T₁, respectivamente. Na análise econômica, a receita total obtida com o manejo de *Minquartia guianensis*, considerando árvores com DAP \leq 50 cm, foi de R\$ 210,54.ha⁻¹ e R\$ 125,23.ha⁻¹ e o custo total de R\$ 50,60.ha⁻¹ e R\$ 30,10.ha⁻¹, registrando-se um lucro de R\$ 159,94.ha⁻¹ e R\$ 95,13.ha⁻¹, para o T₀ e T₁, respectivamente. Nos dois tratamentos os valores obtidos com a aplicação do método de manejo proposto sugerem o corte de árvores em todas as classes diamétricas, com exceção da classe de 30 cm. Além disso, a floresta e especificamente a espécie *Minquartia guianensis*, tem grande potencial volumétrico e econômico como fonte alternativa de renda para comunidades rurais e empresas, desde que respeitados os parâmetros que constam na legislação.

Palavras-chave: Amazônia, manejo florestal, Acariquara, distribuição diamétrica

ARTICLE 3

THE APPLICATION OF THE DE LIOCOURT COEFFICIENT IN SUSTAINABLE FOREST MANAGEMENT IN THE NATIONAL FOREST TAPAJÓS, PARA, WITH EMPHASIS ON SPECIE *Minquartia guianensis* Aubl.

ABSTRACT - The objective of the study was to evaluate the diameter distribution of a forest with and without exploration, focusing on *Minquartia guianensis* Aubl., and to calculate the coefficient "q" from de Liocourt in the Tapajós National Forest, PA. It was established two treatments, as follows: T₀: control, without interference; and T₁: operation of commercial trees with DBH \geq 45 cm. In each treatment were randomly installed 12 permanent plots of 0.25 ha, in which were measured all trees with DBH \geq 5 cm. The sampled individuals were distributed in diameter classes with amplitude of 10 cm, and then the quotient "q" from Liocourt was calculated. In the selective harvesting T₀, the total number of commercial tree extracted with DBH \geq 15 cm, density, basal area and stem volume of the total were 21,88 n.ha⁻¹, 9,54 m².ha⁻¹ and 132,31 m³.ha⁻¹, respectively, for a de Liocourt coefficient of 2.27. Moreover, the T₁ observed 318 n.ha⁻¹; 23,78 m².ha⁻¹ and 323,39 m³.ha⁻¹ for a Liocourt coefficient 2.80. The specie *Minquartia guianensis* considering trees with DBH \leq 50 cm, showed 8.50% and 9.94% of volumetric participation observed in the forest, in the treatment T₀ and T₁, respectively. From these results, it was obtained 0.90% and 0.54% harvesting estimate for T₀ and T₁, respectively. In the economic analysis, the total revenue from the *Minquartia guianensis* management considering trees with DBH \leq 50 cm, was R\$ 210,54.ha⁻¹ and R\$ 125,23.ha⁻¹ and the total cost was R\$ 50,60.ha⁻¹ and R\$ 30,10. ha⁻¹, registering a profit of R\$ 159,94.ha⁻¹ and R\$ 95,13.ha⁻¹ for the T₀ and T₁ respectively. In both treatments, the values obtained with the implementation of the proposed management method suggest cutting trees in all diameter classes except the 30 cm class. Moreover, the forest and specifically *Minquartia guianensis*, species, have large volumetric and economic potential as an alternative source of income for rural communities and businesses, provided they comply with the parameters set out in the legislation.

Keywords: Amazon, forest management, Acariquara, distribution diametric

1. INTRODUÇÃO

A Amazônia brasileira representa um terço das florestas tropicais do mundo, com uma área aproximada de 4 milhões de quilômetros quadrados, o que corresponde a 49% do território brasileiro (PEREIRA et al., 2010). Este bioma abriga a maior diversidade vegetal do planeta, e grande potencial econômico, tanto de produtos madeireiros como não madeireiros (OLIVEIRA e AMARAL, 2004).

Apesar da grande importância da extração madeireira na região amazônica ainda é frequente exploração ilegal dos recursos florestais. Este fenômeno é percebido nas árvores de *Minquartia guianensis* Aubl., conhecida popularmente como Acariquara, devido seu potencial madeireiro. De acordo com Camargo e Ferraz (2004), sua madeira possui elevada resistência mecânica e ao ataque de insetos e microorganismos, sendo utilizada para fabricação de poste elétrico, estacas, dormentes e mourões.

Uma forma de se evitar esse problema é introduzir o manejo florestal sustentável, que desempenha importante papel no desenvolvimento ecológico, social e econômico da região Amazônica (ANGELO e GUIMARÃES, 2001). No entanto, a eficiência e sustentabilidade do manejo das florestas tropicais naturais estão relacionadas à qualidade das operações de colheita da floresta, dos tratamentos silviculturais pós-colheita e à conservação da base de recursos florestais. Assim, estudos voltados para o conhecimento dos sistemas de relacionados ao manejo sustentável de ecossistemas são fundamentais para o entendimento do ambiente pesquisado (SOUZA e SOUZA, 2005).

Segundo Barreira et al. (2000) a aplicação de sistema silvicultural de corte seletivo é uma das alternativas mais viáveis para a utilização sustentável da vegetação, definindo a quantidade e o número de espécies a serem removidas da área. Mathews (1996) afirma que num sistema de manejo planejado e executado, o método de corte seletivo consiste em retirar indivíduos em todas as classes diamétricas, de forma proporcionalmente adequada.

Meyer (1952) empregando o quociente q de De Liocourt, em 1933, estabeleceu o conceito de floresta balanceada, que reflete a estrutura desejada para a floresta remanescente ou sob regime de manejo. Esse quociente é obtido pela divisão do número de indivíduos de uma classe de diâmetro pelo número de indivíduos da classe anterior. É utilizada para descrever as distribuições do diâmetro desejáveis de

florestas inequidistantes, contribuindo para avaliar o recrutamento e a mortalidade em povoamentos florestais. (GÜL et al., 2005).

Apesar da importância desse quociente, ainda existem poucos estudos sobre a distribuição de De Liocourt no Brasil, pois a maioria dos trabalhos apenas caracteriza sobre a estrutura diamétrica em florestas tropicais (REIS et al., 2014). Dessa forma, este trabalho teve por objetivo avaliar a distribuição diamétrica de uma floresta sem e com exploração, com enfoque para *Minuartia guianensis* Aubl., assim como calcular o quociente “q” De Liocourt, na Floresta Nacional do Tapajós, PA.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Caracterização da área de estudo

A pesquisa foi desenvolvida na Floresta Nacional do Tapajós no município de Belterra - Pará, ao longo da Rodovia Santarém - Cuiabá à altura do quilômetro 114, entre as coordenadas 2°40' e 4°10' S; 54°45' e 55°30' W. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Am (quente e úmido), caracterizado por um período seco de dois a quatro meses (ESPIRÍTO-SANTO et al., 2005).

A temperatura média anual é de 25,3 °C e umidade relativa do ar de 95% (INMET, 2016). A média anual de precipitação pluviométrica é de 2.000 mm, variando entre 600 mm a 3.000 mm. As chuvas ocorrem com maior intensidade entre os meses de dezembro a junho, período que concentra até 70% da precipitação anual. A umidade relativa do ar é superior a 80% durante todo o ano (SOARES, 2004).

De acordo com Carvalho (2002), o solo predominante na região é latossolo amarelo álico a moderado, com textura pesada (60 a 90% de argila), com a presença também de latossolo amarelo concrecionário, derivado de argilitos. Na área de estudo predomina a Floresta Ombrófila Densa, caracterizando-se pela dominância de indivíduos arbóreos de grande porte e pela abundância de lianas lenhosas, palmeiras e epífitas. O relevo é do tipo planalto rebaixado, variando de plano a levemente ondulado, com altitudes entre 19 e 200 m (VELOSO et al., 1991).

2.2. Coleta de dados

Foram estabelecidos dois tratamentos, detalhados em Oliveira et al. (2006): T₀ - Testemunha, floresta sem intervenção; e T₁ - Exploração de espécies comerciais madeireiras com diâmetro à altura do peito (DAP) \geq 45 cm, ocorrido em 1982, sem nenhuma intervenção posterior. O limite de 45 cm de diâmetro foi aplicado devido ser o DMC (diâmetro mínimo de corte) estabelecido pela legislação florestal na época da exploração (BRASIL, 1965).

Em cada tratamento foram instaladas ao acaso três parcelas permanentes de 50 m x 50 m (0,25 ha) com 4 repetições, totalizando 12 parcelas por tratamento e ao todo 24 parcelas. A área experimental apresenta 72 ha (OLIVEIRA et al., 2006). Para este estudo utilizou-se a medição das árvores DAP \geq 15 cm, realizada em 2012.

A metodologia para instalação e medição das parcelas seguiu as definições do manual “Diretrizes para instalação e medição de parcelas permanentes em florestas naturais da Amazônia brasileira”, publicado pela Embrapa Amazônia Oriental (SILVA et al., 2005).

A identificação botânica inicial foi feita em campo, com ajuda de um mateiro e a grafia das espécies foram realizadas mediante consulta à literatura e ao banco de dados da Embrapa Amazônia Oriental. O volume de fuste com casca das árvores amostradas foi estimado por meio de uma equação desenvolvida para essa região do Tapajós, pela equipe de pesquisadores da Embrapa (SILVA et al., 1984; SILVA e ARAÚJO, 1984). Para as árvores entre $15 \text{ cm} \leq \text{DAP} < 44,9$ foi aplicada a equação de volume 1, e com $\text{DAP} \geq 45 \text{ cm}$ a equação 2, conforme descrito a seguir:

$$V = 0,0994 + 9,1941 \times 0,0009 d^2 \quad (1)$$

$$\ln V = -7,6281 + 2,1809 \ln d \quad (2)$$

em que: V = volume comercial com casca, em m³; dap = diâmetro a 1,30 m de altura, em cm; ln = logaritmo natural ou neperiano; coeficiente de determinação (R²) = 0,84 e 0,96, respectivamente.

2.3. Estimativa da densidade por classe diamétrica e pelo quociente De Liocourt

Para estimar a constante “q” os indivíduos foram divididos em classes de diâmetro, com intervalo de 10 cm. Posteriormente, os dados de frequência foram ajustados conforme modelo proposto por Meyer (1952):

$$Y_j = e^{(\beta_0 + \beta_1 D_j)} \quad (3)$$

em que: Y_j = número de árvores por hectare na j-ésima classe de diâmetro; β_0 e β_1 = parâmetros que expressam a estrutura da vegetação em relação à distribuição dos diâmetros; e D_j = o diâmetro correspondente ao centro da j-ésima classe de diâmetro.

A partir da obtenção dos coeficientes β_0 e β_1 , calculou-se a constante “q” de De Liocourt para os indivíduos, por meio da seguinte equação (CAMPOS et al., 1983):

$$q = \frac{e^{(\beta_0 + \beta_1 D_j)}}{e^{(\beta_0 + \beta_1 D_{j+1})}} \quad (4)$$

em que: “q” é a razão entre a densidade de uma classe de diâmetro qualquer (D_j) pela densidade da classe imediatamente acima (D_{j+1}).

Por meio do emprego das equações de distribuição diamétrica balanceada obteve-se as estimativas médias do número de árvores ($n \cdot \text{ha}^{-1}$), área basal ($\text{m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$) e volume de fuste comercial ($\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$) observados, remanescentes e de colheitas. O número de árvores remanescentes dentro de cada classe diamétrica foi obtido por meio da subtração da densidade observada pela estimativa da colheita (RANGEL et al., 2006).

2.4. Receita e custo

Na análise econômica, para estimar a receita bruta, multiplicou-se o estoque volumétrico da floresta pelo preço de mercado da madeira em tora. O custo foi calculado multiplicando-se o volume pelo dispêndio médio, e o lucro pela subtração da receita total pelo custo. Considerou-se um preço médio da madeira em tora de R\$ 233,00. m^3 e um dispêndio médio de R\$ 56,00. m^3 , segundo dados do Imazon (2010).

A tabulação e o processamento de dados foram realizados por meio do software Microsoft Excel 2010 e do Statistica 13.0 (STATSOFT, 2013).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No presente estudo, a distribuição diamétrica no tratamento testemunha (T_0) e com exploração (T_1) seguiu o padrão de distribuição J-invertido, comum em florestas inequidistantes (REIS et al., 2010; CABACINHA e CASTRO, 2010; HIGUCHI et al., 2012), apresentando maior densidade de indivíduos nas menores classes de diâmetro. Além disso, indica uma tendência de distribuição balanceada, devido ao grande potencial regenerativo das espécies (LEHN et al., 2008) (Figura 1).

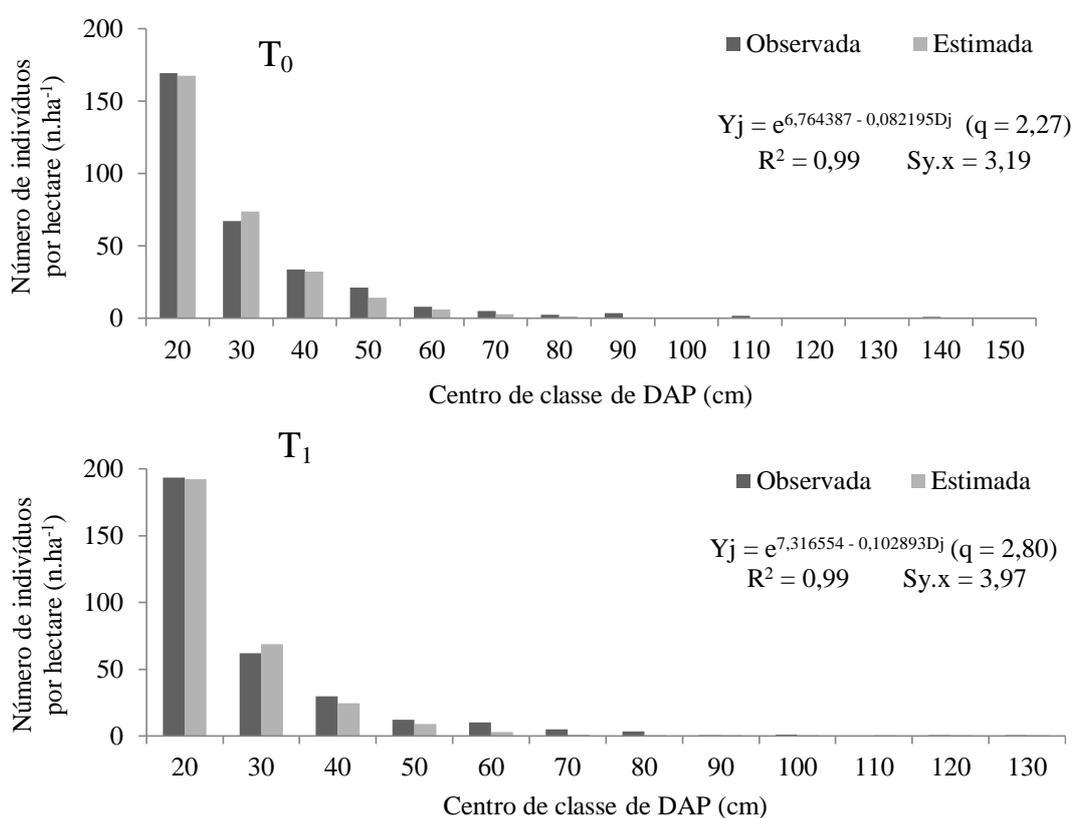


Figura 1 – Distribuição do número de indivíduos por hectare ($n.ha^{-1}$) observado e estimado por classe diamétrica, do componente arbóreo, nos dois tratamentos avaliados na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, PA (R^2 = coeficiente de determinação; $Sy.x$ = erro padrão da estimativa; q = quociente de De Liocourt).

O padrão de distribuição observado indica que pode ser aplicado o manejo nessa floresta em longo prazo, estabelecendo um regime de manejo sustentado (PULZ et al., 1999). O número reduzido de árvores nas classes superiores é comum nesse tipo de fisionomia florestal, devido aos padrões variados de idade e

composição das espécies (VACCARO et al., 2003). Machado et al (2009) indicam que o estudo da distribuição diamétrica contribui para a caracterização da tipologia florestal e como determinante do estoque em crescimento na floresta. Além disso, pode servir como parâmetro para a tomada de decisão durante o planejamento do manejo a ser aplicado. Nos dois tratamentos a equação ajustada apresentou quociente de determinação (R^2) igual a 0,99, erro padrão da estimativa de 3,19 e 3,97, no T_0 e T_1 , respectivamente, indicando que as variáveis se ajustaram adequadamente ao modelo proposto.

Na estrutura inicial do T_0 para indivíduos com $DAP \geq 15$ cm, observou-se uma densidade de 314 $n.ha^{-1}$; área basal total de 29,59 $m^2.ha^{-1}$ e volume total de fuste de 403,72 $m^3.ha^{-1}$. Na colheita seletiva, o número total de árvores comerciais extraídas com $DAP \geq 15$ cm foi de 21,88 $n.ha^{-1}$, 9,54 $m^2.ha^{-1}$ e 132,31 $m^3.ha^{-1}$ para um quociente de De Liocourt estimado de 2,27 (Tabela 1).

Tabela 1 – Distribuição do número de árvores ($n.ha^{-1}$), da área basal ($m^2.ha^{-1}$) e do volume de fuste ($m^3.ha^{-1}$) dos valores estimados, por centro de classe de diâmetro (CCDAP), do tratamento testemunha, na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, PA.

CC DAP (cm)	Estrutura inicial			Estoque remanescente			Estimativa da colheita		
	$n.ha^{-1}$	$m^2.ha^{-1}$	$m^3.ha^{-1}$	$n.ha^{-1}$	$m^2.ha^{-1}$	$m^3.ha^{-1}$	$n.ha^{-1}$	$m^2.ha^{-1}$	$m^3.ha^{-1}$
20	169,33	4,92	74,45	167,42	4,86	73,61	1,92	0,06	0,84
30	67,00	4,46	58,85	73,59	--	--	--	--	--
40	33,67	4,19	52,43	32,35	4,03	50,38	1,32	0,17	2,05
50	21,33	4,11	51,57	14,22	2,71	34,37	7,11	1,40	17,19
60	8,00	2,23	28,99	6,25	1,74	22,65	1,75	0,49	6,34
70	5,00	1,83	24,38	2,75	0,97	13,40	2,25	0,87	10,98
80	2,33	1,18	16,22	1,21	0,62	8,40	1,13	0,57	7,83
90	3,67	2,33	32,63	0,53	0,34	4,72	3,14	1,99	27,91
100	0,33	0,25	3,59	0,23	0,17	2,51	0,10	0,08	1,08
110	1,67	1,58	22,91	0,10	0,09	1,41	1,56	1,49	21,50
120	0,33	0,40	5,96	0,05	0,08	0,81	0,29	0,33	5,16
130	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
140	1,00	1,54	23,32	0,01	0,01	0,20	0,99	1,53	23,12
150	0,33	0,55	8,40	0,00	-0,03	0,10	0,33	0,58	8,31
Total	314,00	29,59	403,72	298,73	15,59	212,56	21,88	9,54	132,31

No T_1 observou-se uma densidade de 318 $n.ha^{-1}$; área basal total de 23,78 $m^2.ha^{-1}$ e volume total de fuste de 323,39 $m^3.ha^{-1}$. Na colheita seletiva, o número total de árvores comerciais extraídas com $DAP \geq 15$ cm foi de 25,58 $n.ha^{-1}$, 7,97 $m^2.ha^{-1}$ e 104,36 $m^3.ha^{-1}$ para um quociente de De Liocourt estimado de 2,80 (Tabela 2).

Tabela 2 – Distribuição do número de árvores ($n \cdot ha^{-1}$), da área basal ($m^2 \cdot ha^{-1}$) e do volume de fuste ($m^3 \cdot ha^{-1}$) dos valores estimados, por centro de classe de diâmetro (CCDAP), do tratamento 1, na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, PA.

CC DAP (cm)	Estrutura inicial			Estoque remanescente			Estimativa da colheita		
	$n \cdot ha^{-1}$	$m^2 \cdot ha^{-1}$	$m^3 \cdot ha^{-1}$	$n \cdot ha^{-1}$	$m^2 \cdot ha^{-1}$	$m^3 \cdot ha^{-1}$	$n \cdot ha^{-1}$	$m^2 \cdot ha^{-1}$	$m^3 \cdot ha^{-1}$
20	193,67	5,61	84,94	192,23	5,56	84,31	1,44	0,05	0,63
30	62,00	4,16	54,90	68,70	--	--	--	--	--
40	29,67	3,58	44,83	24,55	2,93	37,10	5,11	0,64	7,73
50	12,33	2,39	30,07	8,77	1,69	21,40	3,56	0,70	8,68
60	10,00	2,76	35,77	3,14	0,82	11,22	6,86	1,94	24,55
70	5,00	1,83	24,32	1,12	0,34	5,45	3,88	1,49	18,87
80	3,33	1,69	23,23	0,40	0,22	2,79	2,93	1,47	20,44
90	0,33	0,20	2,72	0,14	0,07	1,17	0,19	0,12	1,55
100	1,00	0,75	10,67	0,05	0,01	0,55	0,95	0,75	10,13
110	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
120	0,33	0,38	5,65	0,01	0,01	0,11	0,33	0,37	5,54
130	0,33	0,42	6,29	0,00	-0,02	0,04	0,33	0,44	6,25
Total	318,00	23,78	323,39	299,14	11,64	164,14	25,58	7,97	104,36

Hess et al. (2010) encontraram um quociente de De Liocourt de 1,33 para um diâmetro máximo de 40 cm em um povoamento natural em Lages, SC. Alves Junior et al. (2010) obtiveram “q” de 1,26 e 1,30 para dois fragmentos de Floresta Ombrófila Densa em Pernambuco. Gama et al. (2005) avaliando o manejo sustentado para floresta de várzea na Amazônia Oriental, em Afuá-PA, calcularam um $q = 1,74$.

Por outro lado, Braz et al. (2012) obtiveram um q de 1,58 e 1,77 antes e após o corte, respectivamente, para uma Floresta Ombrófila Densa, no Estado do Amazonas. Os valores de q encontrados neste trabalho são superiores aos estudos relatados. Segundo Vale et al. (2009) e Lopes et al. (2011) valores altos de “q” evidenciam a presença de espécies de maior longevidade no povoamento.

Verifica-se que nos dois tratamentos a distribuição apresenta baixo número de árvores na classe diamétrica de 30 cm, não devendo ser realizada colheita na mesma. Souza e Souza (2005) constataram que apesar do déficit de árvores em uma ou mais classes de diâmetro na estrutura balanceada, a exploração florestal permitirá a abertura da floresta e o aumento do incremento diamétrico e volumétrico. Souza e Soares (2013) indicam que qualquer que seja a intensidade de corte, a vegetação remanescente deverá ser submetida a tratamentos silviculturais durante o ciclo de corte, buscando manter o crescimento do povoamento e a sua capacidade de produção sustentável.

Segundo Gama et al. (2005) para uma floresta remanescente tornar-se balanceada é necessário que o cenário de manejo esteja de acordo com as recomendações de colheita por classe de diâmetro. Além disso, devido o número

reduzido de árvores nas maiores classes de diâmetro deve-se realizar a remoção periódica de indivíduos nas menores classes de tamanho, objetivando conduzir a floresta a uma estrutura balanceada ao longo do ciclo de corte, com produção sustentável de madeira (SOUZA e SOUZA, 2005).

A partir da estimativa da colheita e considerando os critérios técnicos e ecológicos, como por exemplo, as árvores matrizes e raras, o diâmetro mínimo de corte (DMC), a qualidade de fuste, a distribuição espacial e diamétrica (MMA, 2008), deve ser retirada uma intensidade máxima de corte de $30 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ da floresta em estudo, conforme a Resolução nº 406, de 02 de Fevereiro de 2009 (BRASIL, 2009).

No entanto, é importante ressaltar que como objetiva-se implantar o manejo florestal de *Minquartia guianensis*, os parâmetros de qualidade de fuste e diâmetro mínimo de corte (DMC) para essa espécie devem ser avaliados de forma criteriosa, pois seu fuste apresenta características diferenciadas, devido o aspecto da madeira. Além disso, como esse estudo aponta, recomenda-se retirar árvores com $\text{DAP} \leq 50$ cm, devido o melhor potencial da madeira para uso comercial.

A espécie *Minquartia guianensis*, considerando árvores com $\text{DAP} \leq 50$ cm, apresentou 8,50% e 9,94% de participação volumétrica observada na floresta, no tratamento T_0 e T_1 , respectivamente. A partir desses resultados obteve-se 0,90% e 0,54% de estimativa de colheita para o T_0 e T_1 , respectivamente, que corresponde a aproximadamente 1 indivíduo a cada três hectares.

Para a exploração dessa espécie, recomenda-se retirar indivíduos respeitando a legislação vigente para área de manejo florestal, mantendo pelo menos 10% do número de árvores, considerando as determinações da Resolução nº 406, de 02 de Fevereiro de 2009 (BRASIL, 2009). De acordo com Sanquetta (2003) o manejo florestal de *Minquartia guianensis* auxiliará no desenvolvimento da regeneração natural, elevando a taxa de crescimento das árvores remanescentes e redução das taxas de mortalidade natural da floresta.

Na análise econômica, por meio da multiplicação do preço médio de R\$ 233,00. m^3 (IMAZON, 2010) pelo volume colhido de $132,31 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ no tratamento T_0 , obteve-se uma receita total de R\$ 30.828,23. ha^{-1} . Por meio da multiplicação do volume pelo dispêndio de R\$ 56,00. m^3 (IMAZON, 2010) encontrou-se um custo de R\$ 7.409,36. ha^{-1} , registrando um lucro R\$ 23.418,87. ha^{-1} . Por outro lado, o

tratamento T₁ apresentou volume colhido de 104,36 m³.ha⁻¹, gerando uma receita total de 24.315,88.ha⁻¹, custo de R\$ 5.844,16. ha⁻¹, registrando um lucro R\$ 18.471,72 ha⁻¹.

A receita total obtida com o manejo de *Minquartia guianensis*, considerando árvores com DAP ≤ 50 cm, foi de R\$ 210,54.ha⁻¹ e R\$ 125,23.ha⁻¹ e o custo total de R\$ 50,60.ha⁻¹ e R\$ 30,10.ha⁻¹, registrando-se um lucro de R\$ 159,94.ha⁻¹ e R\$ 95,13.ha⁻¹, para o T₀ e T₁, respectivamente. Assim, nota-se que o T₀ apresentou maior lucro em comparação com o T₁ (Tabela 3).

Tabela 3 – Rendimento em reais por hectare (R\$.ha⁻¹) do manejo florestal de *Minquartia guianensis* Aubl. para os dois tratamentos por classe de diâmetro (cm), na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, PA.

Centro de Classe de DAP (cm)	Tratamento T ₀			Tratamento T ₁		
	Receita (R\$.ha ⁻¹)	Custo (R\$.ha ⁻¹)	Lucro (R\$.ha ⁻¹)	Receita (R\$.ha ⁻¹)	Custo (R\$.ha ⁻¹)	Lucro (R\$.ha ⁻¹)
20	1,86	0,45	1,41	0,88	0,21	0,67
30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
40	7,87	1,89	5,98	76,69	18,43	58,26
50	200,81	48,26	152,55	47,66	11,46	36,20
Total	210,54	50,60	159,94	125,23	30,10	95,13

Dessa forma, considerando que a madeira dessa espécie é visada na Amazônia, devido sua alta durabilidade e resistência mecânica, e que o mercado consumidor demanda árvores com DAP ≤ 50 cm, os resultados indicam que a remoção de indivíduos nestas classes é viável financeiramente nos dois tratamentos, sendo um subsídio para elaboração do seu correto manejo.

4. CONCLUSÕES

Nos dois tratamentos os valores obtidos com a aplicação do método de manejo proposto sugerem o corte de árvores em todas as classes diamétricas, com exceção da classe de 30 cm.

Nos dois tratamentos a floresta e especificamente a espécie *Minquartia guianensis*, tem grande potencial volumétrico e econômico como fonte alternativa de renda para comunidades rurais e empresas, desde que respeitados os parâmetros que constam na legislação.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES JÚNIOR, F. T.; FERREIRA, R. L. C.; SILVA, J. A. A.; MARANGON, L. C.; JUNIOR, R. F. C.; SILVA, S. O. Utilização do quociente De Liocourt na avaliação da distribuição diamétrica em fragmento de Floresta Ombrófila em Pernambuco. **Ciência Florestal**, v. 20, n. 2, p. 307-319, 2010.

ANGELO, H.; GUIMARÃES, D. P. Subsídios econômicos ao manejo florestal sustentável na região amazônica. **Revista Árvore**, v. 25, n. 3, p. 353-360, 2001.

BARREIRA, S.; BOTELHO, S. A.; SCOLFORO, J. R.; MELLO, J. M. Efeito de diferentes intensidades de corte seletivo sobre a regeneração natural de cerrado. **Revista Cerne**, v. 6, n. 1, p. 40-51, 2000.

BRASIL. **Lei nº 4.771 de 15 de Setembro de 1965**. Institui o novo código florestal. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: 05 de fev. de 2016.

BRASIL. **Resolução nº 406 de 02 de Fevereiro de 2009**. Estabelece parâmetros técnicos a serem adotados na elaboração, apresentação, avaliação técnica e execução de Plano de Manejo Florestal Sustentável-PMFS com fins madeireiros, para florestas nativas e suas formas de sucessão no bioma Amazônia. Brasília: Conselho Nacional do Meio Ambiente, 2009. 5p.

BRAZ, E. M.; SCHNEIDER, P. R.; MATTOS, P. P.; SELLE, G. L.; THAINES, F.; RIBAS, L. A.; VUADEN, E. Taxa de corte sustentável para manejo das florestas tropicais. **Ciência Florestal**, v. 22, n. 1, p. 137-145, 2012.

CABACINHA, C. D.; CASTRO, S. S. Estrutura diamétrica e estado de conservação de fragmentos florestais no Cerrado Brasileiro. **Revista Floresta e Ambiente**, v. 17, n. 1, p. 51-62, 2010.

CAMARGO, J. L. C.; FERRAZ, I. D. K. Acariquara-roxa, *Minuartia guianensis* Aubl., Olacaceae. **Manual de Sementes da Amazônia**. Manaus, INPA. p. 1-8, 2004.

CAMPOS, J. C. C.; RIBEIRO, J. C.; COUTO, L. Emprego da distribuição diamétrica na determinação da intensidade de corte em matas naturais submetidas ao sistema de seleção. **Revista Árvore**, v. 7, n. 2, p. 110-121, 1983.

CARVALHO, J. O. P. Changes in the spatial distribution of tree species in a terra firme rain forest in Brazilian Amazonia after logging. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 37, p. 53-70, 2002.

ESPÍRITO-SANTO, F. D. B.; SHIMABUKURO, Y. E.; ARAGÃO, L. E. O. C.; MACHADO, E. L. M. Análise da composição florística e fitossociológica da Floresta Nacional do Tapajós com apoio geográfico de imagens de satélites. **Acta Amazonica**, v. 35, n. 2, p. 155-173, 2005.

GAMA, J. R. V.; BENTES-GAMA, M. M.; SCOLFORO, J. R. S. Manejo sustentado para floresta de várzea na Amazônia Oriental. **Revista Árvore**, v. 29, n. 5, p. 719-729, 2005.

GÜL, A. U.; MSIR, M.; MISIR, N.; YAVUZ, H. Calculation of uneven-aged stand structures with the negative exponential diameter distribution and Sterba's modified competition density rule. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, n. 214, p. 212-220, 2005.

HESS, A. F.; CALGAROTTO, A. R.; WANGINIYAK, T. C. R. Proposta de manejo de *Araucaria angustifolia* utilizando o quociente de Liocourt e análise de incremento, em propriedade rural no Município de Lages, SC. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 30, n. 64, p. 337-345, 2010.

HIGUCHI, F. G.; SIQUEIRA, J. D. P.; LIMA, A. J.N.; FIGUEIREDO FILHO, A.; HIGUCHI, N. Influência do tamanho da parcela na precisão da função de distribuição diamétrica de Weibull na floresta primária da Amazônia Central. **Floresta**, v. 42, n. 3, p. 599-606, 2012.

INMET. **Estação meteorológica de observação de superfície convencional**. [banco de dados na internet]. Brasília (DF): Instituto Nacional de Meteorologia – INMET. 2016. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/sim/sonabra/convencionais.php>>. Acesso em: 30 de jan. de 2016.

INSTITUTO DO HOMEM E MEIO AMBIENTE DA AMAZÔNIA. **Boletim de Preços de Madeira na Amazônia**. n. 10, julho/2010.

LEHN, C. R.; SALIS, S. M.; MATTOS, P. P.; JUNIOR, G. A. D. Estrutura e distribuição espacial de *Trichilia elegans* A. Juss. (Meliaceae) em uma Floresta Semidecídua no Pantanal da Nhecolândia, Mato Grosso do Sul, Brasil. **Revista de Biologia Neotropical**, v. 5, n. 2, p. 1-9, 2008.

LOPES, S. F.; SCHIAVINI, I.; PRADO JÚNIOR, J. A.; GUSSON, A. E.; SOUZA NETO, A. R.; VALE, V. S.; DIAS NETO, O. C. Caracterização ecológica e distribuição diamétrica da vegetação arbórea em um remanescente de Floresta Estacional Semidecidual, na Fazenda experimental do Glória, Uberlândia, MG. **Bioscience Journal**, v. 27, n. 2, p. 322-335, 2011.

MACHADO, S. A.; AUGUSTYNCZIK, A. L. D.; NASCIMENTO, R. G. M.; FIGURA, M. A.; SILVA, L. C. R.; MIGUEL, E. P.; TÉO, S. J. Distribuição diamétrica de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 10, n. 2, p. 103-110, 2009.

MATHEWS, J. D. **Silvicultural systems**. Oxford: Clarendon Press, 1996. 284 p. (Oxford Science Publications).

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

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Projeto Piloto de Manejo Florestal Madeireiro Comunitário na Flona do Tapajós: Projeto Ambé – manejando a floresta e colhendo conhecimentos.** Brasília, 2008. 85 p.

OLIVEIRA, A. N.; AMARAL, I. L. Florística e fitossociologia de uma floresta de vertente na Amazônia Central, Amazonas, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 34, n. 1, p. 21-34, 2004.

OLIVEIRA, L. C.; COUTO, H. T. Z.; SILVA, J. N. M.; CARVALHO, J. O. P. Efeito da exploração de madeira e tratamentos silviculturais sobre a estrutura horizontal de uma área de 136 ha na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra-Pará. **Revista de Ciências Agrárias**, n. 46, p. 195-214, 2006.

PEREIRA, D.; SANTOS, D.; VEDOVETO, M.; GUIMARÃES, J.; VERÍSSIMO, A. **Fatos florestais da Amazônia.** Belém: Imazon, 2010. 124p.

PULZ, F. A.; SCOLFORO, J. R.; OLIVEIRA, A. D.; MELO, J. M.; OLIVEIRA FILHO, T. Acuricidade da predição da distribuição diamétrica de uma floresta inequiana com a matriz de transição. **Revista Cerne**, v. 5, p. 1-14, 1999.

RANGEL, M. S.; CALEGARIO, N.; MELLO, A. A.; LEMOS, P. C. Melhoria na precisão da prescrição de manejo para floresta natural. **Revista Cerne**, v. 12, n. 2, p. 145-156, 2006.

REIS, L. P.; RUSCHEL, A. R.; COELHO, A. A.; LUZ, A. S.; MARTINS-DASILVA, R. C. V. Avaliação do potencial madeireiro na Floresta Nacional do Tapajós após 28 anos da exploração florestal. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 30, n. 64, p. 265-281, 2010.

REIS, L. P.; RUSCHEL, A. R.; SILVA, J. N. M.; REIS, P. C. M.; CARVALHO, J. O. P.; SOARES, M. H. M. Dinâmica da distribuição diamétrica de algumas espécies de Sapotaceae após a exploração florestal na Amazônia Oriental. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 57, n. 3, p. 234-243, 2014.

SANQUETTA, C. R. Crescimento, mortalidade e recrutamento em duas florestas de araucária (*Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze.) no Estado do Paraná, Brasil. **Revista de Ciências Exatas e Naturais**, v. 5, n. 1, p. 101-112, 2003.

SILVA, J. N. M.; ARAÚJO, S. M. Equações de volume para árvores de pequeno diâmetro, na Floresta Nacional do Tapajós. Curitiba: EMBRAPA-URPFCS, 1984. p. 16-25. (EMBRAPA – URPFCS. **Boletim de Pesquisa Florestal**, 8/9).

SILVA, J. N. M.; CARVALHO, J. O. P.; LOPES, J. C.; CARVALHO, M. S. P. Equações de volume para Floresta Nacional do Tapajós. Curitiba: URPFCS, 1984. p. 50-63. (EMBRAPA – URPFCS. **Boletim de Pesquisa Florestal**, 8/9).

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. 2005. **Diretrizes para a instalação e medição de parcelas permanentes em florestas naturais da Amazônia Brasileira.** Embrapa Amazônia Oriental, Belém, Pará, 36p.

SOARES, E. S. **Desafios, resultados, ameaças e oportunidades em uma unidade de conservação na Amazônia: “A Floresta Nacional do Tapajós”**. Santarém: IBAMA-Pro-Manejo, 2004. 169p.

SOUZA, A. L.; SOARES, C. P. B. **Florestas nativas: estrutura, dinâmica e manejo**. 1ª ed. Viçosa: Editora UFV, 2013, p. 13-69.

SOUZA, D. R.; SOUZA, A. L. Emprego do método BDq de seleção após a exploração florestal em Floresta Ombrófila Densa de terra firme, Amazônia Oriental. **Revista Árvore**, v. 29, n. 4, p. 617-625, 2005.

STATSOFT. **STATISTICA: data analysis software system**, version 13 [online]. 2013. Disponível em: <www.stasoft.com>.

VACCARO, S.; FINGER, C. A. G.; SCHNEIDER, P. R.; LONGHI, S. J. Incremento em área basal de árvores de uma floresta estacional decidual, em três fases sucessionais, no município de Santa Terezinha, RS. **Ciência Florestal**, v. 13, p. 131-142, 2003.

VALE, V. S.; SCHIAVINI, I.; LOPES, S. F.; DIAS NETO, O. C.; OLIVEIRA, A.; GUSSON, A. E. Composição florística e estrutura do componente arbóreo em um remanescente primário de Floresta Estacional Semidecidual em Araguari, Minas Gerais, Brasil. **Hoehnea**, v. 36, n. 3, p. 417-429, 2009.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, 1991. 123p.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As análises realizadas com base na composição florística e estrutura da floresta, incremento diamétrico, tempo de passagem entre as classes diamétricas e o quociente de De Liocourt, indicaram que o manejo florestal de *Minqartia guianensis* Aubl. é viável na Amazônia. Apresentando potencial para exploração de árvores com $DAP \leq 50$ cm, podendo contribuir como fonte de renda as comunidades rurais e empresas, melhorando a economia local e tornando legal seu manejo.

Recomenda-se mais estudos sobre a reprodução dessa espécie, como forma de compreender o efeito do manejo florestal na sua capacidade de reposição de sementes a longo prazo.