



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPÉCUARIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS**

Embrapa

Amazônia Oriental

JAQUELINE MACEDO GOMES

**DINÂMICA DAS POPULAÇÕES DE TRÊS ESPÉCIES MADEIREIRAS
AMEAÇADAS DE EXTINÇÃO NA AMAZÔNIA ORIENTAL**

**BELÉM
2018**

JAQUELINE MACEDO GOMES

**DINÂMICA DAS POPULAÇÕES DE TRÊS ESPÉCIES MADEIREIRAS
AMEAÇADAS DE EXTINÇÃO NA AMAZÔNIA ORIENTAL**

Tese apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais: área de concentração Manejo de Florestas Nativas, para obtenção do título de Doutor em Ciências Florestais.

Orientador:

Dr. João Olegário Pereira de Carvalho

Coorientadores:

Dr. Fernando Cristóvam da Silva Jardim

Dr. Ademir Roberto Ruschel

**BELÉM
2018**

Gomes, Jaqueline Macedo

Dinâmica das populações de três espécies madeireiras ameaçadas de extinção na Amazônia Oriental./ Jaqueline Macedo Gomes. – Belém, PA, 2018.

89 f.

Tese (Doutorado em Ciências Florestais – Manejo de Florestas Nativas) – Universidade Federal Rural da Amazônia.

Orientador: Prof. Dr. João Olegário Pereira de Carvalho.

Co-Orientadores: Dr. Fernando Cristóvam da Silva Jardim;

Dr. Ademir Roberto Ruschel

1. Manejo de Espécies Madeireiras Ameaçadas. 2. Exploração Florestal. 3. Conservação da Floresta. 4. *Hymenaea parvifolia* Huber. 5. *Hymenolobium excelsum* Ducke. 6. *Vouacapoua americana* Aubl. I. Carvalho, João Olegário Pereira de (orient.). II. Jardim, Fernando Cristóvam da Silva (Co-orient.). III. Ruschel, Ademir Roberto (Co-orient.). IV. Título.

JAQUELINE MACEDO GOMES

**DINÂMICA DAS POPULAÇÕES DE TRÊS ESPÉCIES MADEIREIRAS
AMEAÇADAS DE EXTINÇÃO**

Tese apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais: área de concentração Manejo de Florestas Nativas, para obtenção do título de Doutor em Ciências Florestais.

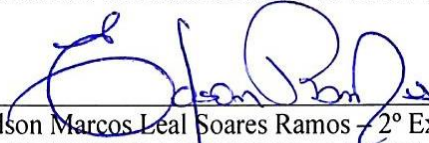
BANCA EXAMINADORA



Dr. João Olegário Pereira de Carvalho-Presidente
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA-UFRA



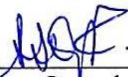
Dr. José Natalino Macedo Silva - 1º Examinador
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA-UFRA



Dr. Edson Marcos Leal Soares Ramos - 2º Examinador
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ



Dr.ª Roberta de Fátima Rodrigues Coelho - 3º Examinador
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PARÁ-IFPA/
Castanhal



Dr.ª Maria do Socorro Gonçalves Ferreira - 4º Examinador
EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL

A Deus que na sua infinita bondade e misericórdia sempre me guiou e ajudou a superar todas as dificuldades, sem Ele não seria capaz de finalizar este trabalho.

À minha mãe, Maria de Fátima Macedo Gomes, pelo exemplo de luta e determinação.

Ao meu pai, Walter Sampaio Gomes, pelos conselhos e incentivo.

Aos meus irmãos Suany, Vitor e Alysson pela amizade e companheirismo.

À minha afilhada Maria pela dedicação e amor.

Aos meus avós Maria e Antônio (*in memoriam*) por terem me proporcionado tantas alegrias.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao meu querido orientador, Dr. João Olegário Pereira de Carvalho, pelos ensinamentos, amizade, carinho e dedicação durante esses 10 anos em que contribuiu para minha formação científica.

Aos meus co-orientadores, Dr. Fernando Cristóvam da Silva Jardim e Dr. Ademir Roberto Ruschel, pelas valiosas contribuições e amizade, fundamentais para a realização da presente pesquisa.

Às minhas amigas Joice Carolina, Larissa Oliveira, Daiana Monteiro, que sempre me incentivaram na elaboração desta pesquisa. Obrigada, Meninas, pelo carinho e amizade!

Aos colegas de classe, Larissa Oliveira, Mábia Alcântara, Tatiana Castro, Silvane Vatrás, Natália Mafra (*in memoriam*) e Paulo César Pereira, pela amizade e confiança. Vocês foram fundamentais para a conclusão das disciplinas com êxito.

A todos os professores do programa de pós-graduação em Ciências Florestais pelos ensinamentos.

Aos bibliotecários da Embrapa, José Ribamar (Pelé) e Zé Maria, que sempre estiveram disponíveis para me auxiliar nas pesquisas bibliográficas.

A todos que participaram das coletas de campo: Tatiana Castro, Roseane Siqueira, Fábio Monteiro, Marcus Ferreira, Wagner Batista, Jéssica do Espírito Santo, Márcio Hofmann, Jair, Miguel, João, Edinaldo, Nilson e Lúcio.

Aos amigos Agenor, Maria, Ewerton e Estefani pelo carinho, compreensão, paciência e apoio emocional.

À Universidade Federal Rural da Amazônia, Embrapa Amazônia Oriental, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), sem o apoio destas instituições esta investigação científica não teria sido realizada.

A todas as pessoas que direta ou indiretamente colaboraram para a conclusão desse trabalho.

MUITO OBRIGADA!

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

- Figura 1.1** - Localização da área experimental do Km 114, na Floresta Nacional do Tapajós, município de Belterra-PA.....20
- Figura 1.2**– Parcelas permanentes instaladas na área experimental do Km 114, BR 163, Santarém-Cuiabá.22
- Figura 1.3**- Localização da área experimental do Km 67, na Floresta Nacional do Tapajós, município de Belterra-PA.....23
- Figura 1.4** - Parcelas permanentes instaladas na área experimental do Km 67, BR 163,26
- Figura 1.5** - Localização da área experimental da Embrapa Amazônia Oriental no município de Moju-PA.27
- Figura 1.6** - Croqui da área experimental da Embrapa Amazônia Oriental no município de Moju.30
- Figura 1.7** – Distribuição espacial e desenho esquemático das parcelas nas clareiras no campo experimental de Embrapa Amazônia Oriental, Moju-Pará 31

CAPÍTULO 2

- Figura 2.1** - Taxas de ingresso e mortalidade de *Hymenaea parvifolia* Huber em uma amostra de 12 ha (48 parcelas de 0,25 ha) na área experimental do km 114 na Floresta Nacional do Tapajós, considerando árvores com diâmetro mínimo de 5 cm. 51
- Figura 2.2.** - Taxas de ingresso e mortalidade de *Hymenaea parvifolia* Huber em uma amostra de 9 ha (36 parcelas de 0,25 ha) na área experimental do km 67 na Floresta Nacional do Tapajós, considerando árvores com diâmetro mínimo de 5 cm.52

Figura 2.3. - Taxas de ingresso e mortalidade de *Hymenolobium excelsum* Ducke em uma amostra de 12 ha (48 parcelas de 0,25 ha) na área experimental do km 114 na Floresta Nacional do Tapajós, considerando árvores com diâmetro mínimo de 5 cm.53

Figura 2.4. -Taxas de ingresso e mortalidade de *Hymenolobium excelsum* Ducke em uma amostra de 9 ha (36 parcelas de 0,25 ha) na área experimental do km 67 na Floresta Nacional do Tapajós, considerando árvores com diâmetro mínimo de 5 cm.54

Figura 2.5 - Taxas de ingresso e mortalidade de *Vouacapoua americana* Aubl. em uma amostra de 11 ha (22 parcelas de 0,5 ha) na área do Campo Experimental da Embrapa no município do Moju, considerando árvores com diâmetro mínimo de 10 cm.55

CAPÍTULO 3

Figura 3.1 - Distribuição diamétrica do número de árvores de *Hymenaea parvifolia* Huber nos inventários realizados a 100% de intensidade na área experimental do km 114 e do Km 67 na Floresta Nacional do Tapajós.69

Figura 3.2 - Volume de *Hymenaea parvifolia* Huber obtidos nos inventários a 100% de intensidade realizados na área experimental do Km 114 e Km 67 na Floresta Nacional do Tapajós.70

Figura 3.3- Distribuição diamétrica de árvores de *Hymenolobium excelsum* Ducke nos inventários a 100% de intensidade realizados na área experimental do Km 114 e Km 67 na Floresta Nacional do Tapajós.71

Figura 3.4 - Volume de *Hymenolobium excelsum* Ducke obtido nos inventários a 100% de intensidade realizados na área experimental do Km 114 e do Km 67 na Floresta Nacional do Tapajós.73

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

Tabela 1.1 - Histórico das atividades e eventos ocorridos na área experimental de 180 ha na Floresta Nacional do Tapajós, Km 114.	21
Tabela 1.2 - Histórico das atividades ocorridas na área experimental de 91 ha na Floresta Nacional do Tapajós, Km 67.	24
Tabela 1.3 - Histórico das atividades ocorridas no campo experimental do município de Moju.	29
Tabela 1.4 - Espécies selecionadas para o estudo em cada área experimental da Embrapa Amazônia Oriental.	32

CAPÍTULO 2

Tabela 2.1 - Espécies selecionadas para o estudo da dinâmica de espécies ameaçadas de extinção em cada área experimental da Embrapa Amazônia Oriental	42
Tabela 2.2 - Períodos utilizados para o cálculo do ingresso e mortalidade.....	43
Tabela 2.3 - Número de indivíduos (N), abundância (A), frequência (F) e dominância (D) de <i>Hymenaea parvifolia</i> Huber em 12 ha de área amostral (48 parcelas permanentes) na área experimental do Km 114 na Floresta Nacional do Tapajós, considerando o diâmetro mínimo de 5 cm.	44
Tabela 2.4 - Número de indivíduos (N), abundância (A), frequência (F) e dominância (D) de <i>Hymenaea parvifolia</i> Huber em 9 ha de área amostral (36 parcelas permanentes) na área experimental do Km 67 na Floresta Nacional do Tapajós, considerando o diâmetro mínimo de 5 cm.	45

Tabela 2.5- Número de indivíduos (N), abundância (A), frequência (F) e dominância (D) de *Hymenolobium excelsum* Ducke em 12 ha de área amostral (48 parcelas permanentes) na área experimental do Km 114 na Floresta Nacional do Tapajós, considerando o diâmetro mínimo de 5 cm. 47

Tabela 2.6 - Número de indivíduos (N), abundância (A), frequência (F) e dominância (D) de *Hymenolobium excelsum* Ducke em 9 ha de área amostral (36 parcelas permanentes) na área experimental do Km 67 na Floresta Nacional do Tapajós, considerando o diâmetro mínimo de 5 cm. 48

Tabela 2.7 - Número de indivíduos (N), abundância (A), frequência (F) e dominância (D) de *Vouacapoua americana* Aubl. em 11 ha de área amostral (22 parcelas permanentes) no campo experimental da Embrapa no município de Moju, considerando o diâmetro mínimo de 10 cm. 50

Tabela 2.8. - Padrão de distribuição espacial, segundo o Índice de Payandeh, de três espécies arbóreas ameaçadas de extinção em três áreas experimentais na Amazônia oriental: Km 114 e Km 67 na Floresta Nacional do Tapajós; e Campo Experimental da Embrapa no município de Moju, PA. 57

CAPÍTULO 3

Tabela 3.1 - Espécies selecionadas para o estudo do estoque de crescimento em cada área experimental da Embrapa Amazônia Oriental..... 66

Tabela 3.2– Número total de árvores (N), abundância ($N\ ha^{-1}$), área basal ($m^2\ ha^{-1}$) e volume ($m^3\ ha^{-1}$) de *Hymenaea parvifolia* Huber em inventários realizados a 100% de intensidade, dos indivíduos com DAP ≥ 45 cm, nas áreas experimentais do Km 114 e do Km 67 na Floresta Nacional do Tapajós. 68

Tabela 3.3- Número total de árvores (N), abundância ($N\ ha^{-1}$), área basal ($m^2\ ha^{-1}$) e volume ($m^3\ ha^{-1}$) de *Hymenolobium excelsum* Ducke em inventários realizados a 100% de intensidade,

dos indivíduos com DAP ≥ 45 cm, nas áreas experimentais do Km 114 e do Km 67 na Floresta Nacional do Tapajós. 71

CAPÍTULO 4

Tabela 4.1 - Espécies selecionadas para o estudo da regeneração em cada área experimental da Embrapa Amazônia Oriental 79

Tabela 4.2- Anos de medições nos quais foram coletados e avaliados os dados para o cálculo da abundância da regeneração natural das três espécies, nas três áreas de estudo. 80

Tabela 4.3 - Número de indivíduos (N) e Abundância (A = número de indivíduos ha⁻¹) da regeneração natural (varas e mudas) de *Hymenaea parvifolia* Huber em duas áreas experimentais (Km 114 e Km 67) administradas pela Embrapa Amazônia Oriental, localizadas na Floresta Nacional do Tapajós. 81

Tabela 4.4 - Número de indivíduos (N) e Abundância (A= número de indivíduos ha⁻¹) da regeneração natural (varas e mudas) de *Hymenolobium excelsum* Ducke em duas áreas experimentais (Km 114 e Km 67) administradas pela Embrapa Amazônia Oriental, localizadas na Floresta Nacional do Tapajós 83

Tabela 4.5 - Número de indivíduos (N) e Abundância (A= número de indivíduos ha⁻¹) da regeneração natural (varas e mudas) de *Vouacapoua americana* Aubl. na área do Campo Experimental da Embrapa Amazônia Oriental no município de Moju, estado do Pará. 85

SUMÁRIO

RESUMO	13
ABSTRACT.....	14
CAPÍTULO 1 : ASPECTOS GERAIS DA PESQUISA.....	15
1. CONTEXTUALIZAÇÃO	15
1.1. QUESTÕES E HIPÓTESES.....	18
1.2. OBJETIVOS.....	18
1.2.1. Geral	18
1.2.2. Específicos	19
2. MATERIAL E MÉTODOS	19
2.1. ÁREAS DE ESTUDO	19
2.1.1. FLORESTA NACIONAL DO TAPAJÓS - KM 114.....	20
• Histórico da área (Km 114).....	20
• Coleta dos dados (Km 114)	22
2.1.2. FLORESTA NACIONAL DO TAPAJÓS - KM 67	23
• Histórico da área (Km 67).....	24
• Coleta dos dados (Km 67)	25
2.1.3. CAMPO EXPERIMENTAL DA EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL (MOJU)	27
• Histórico da área (Moju).....	28
• Coleta dos dados (Moju)	29
2.2. ESPÉCIES ESTUDADAS	32
CAPÍTULO 2.....	38
DINÂMICA DA ESTRUTURA DAS POPULAÇÕES DE TRÊS ESPÉCIES DE VALOR COMERCIAL MADEIREIRO AMEAÇADAS DE EXTINÇÃO EM FLORESTAS MANEJADAS NA AMAZÔNIA ORIENTAL.....	38
RESUMO	38
DYNAMICS OF THE STRUCTURE OF THE POPULATIONS OF THREE SPECIES OF WOOD COMMERCIAL VALUE THREATENED OF EXTINCTION IN FOREST MANAGED IN THE EASTERN AMAZON	39
ABSTRACT.....	39
1. INTRODUÇÃO	40
2. MATERIAL E METODOS	41
2.1. Área de estudo	41

2.2. Coleta de dados	42
2.3. Análise de dados.....	42
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
3.1. Estrutura das populações das espécies.....	44
• <i>Hymenaea parvifolia</i> Huber	44
• <i>Hymenolobium excelsum</i> Ducke	46
• <i>Vouacapoua americana</i> Aubl.	48
3.2. Ingresso e mortalidade	50
• <i>Hymenaea parvifolia</i> Huber	50
• <i>Hymenolobium excelsum</i> Ducke	53
• <i>Vouacapoua americana</i> Aubl.	54
3.3. Distribuição espacial.....	56
4. CONCLUSÃO.....	58
5. REFERÊNCIAS	58
CAPÍTULO 3.....	61
ESTOQUE DE DUAS ESPÉCIES ARBÓREAS AMEAÇADAS DE EXTINÇÃO AOS 30 ANOS APÓS A EXPLORAÇÃO NA AMAZÔNIA ORIENTAL.....	62
RESUMO	62
STOCK OF TWO TIMBER SPECIES THREATENED BY EXTINCTION 30 YEARS AFTER LOGGING IN THE EASTERN AMAZON.....	63
ABSTRACT.....	63
1. INTRODUÇÃO	64
2. MATERIAL E METODOS	65
2.1. Área de estudo	65
2.2. Coleta de dados	65
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	67
3.1. <i>Hymenaea parvifolia</i> Huber.....	67
3.2. <i>Hymenolobium excelsum</i> Ducke.....	70
4. CONCLUSÃO.....	73
5. REFERÊNCIAS	74
CAPÍTULO 4.....	76
DINÂMICA DA REGENERAÇÃO NATURAL DE TRÊS ESPÉCIES DE VALOR COMERCIAL AMEAÇADAS DE EXTINÇÃO EM UMA FLORESTA MANEJADA NA AMAZÔNIA ORIENTAL.....	76
RESUMO	76

**NATURAL REGENERATION DYNAMICS OF TREE COMMERCIAL TIMBER
SPECIES THREATENED BY EXTINCTION IN MANAGED FOREST IN THE**

EASTERN AMAZON.....	77
ABSTRACT.....	77
1. INTRODUÇÃO	78
2. MATERIAL E METODOS	79
2.1. Área de estudo	79
2.2. Coleta de dados	79
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	80
3.1. <i>Hymenaea parvifolia</i> Huber.....	80
3.2. <i>Hymenolobium excelsum</i> Ducke.....	82
3.3. <i>Vouacapoua americana</i> Aubl.....	84
4. CONCLUSÃO.....	85
5. REFERÊNCIAS	86
CONSIDERAÇÕES FINAIS	88
RECOMENDAÇÕES.....	89

RESUMO

O manejo das espécies ameaçadas deve ser utilizado como uma estratégia de conservação, sendo fundamental conhecer o comportamento dessas espécies em relação à exploração florestal e à taxa de recuperação do seu estoque dentro do ciclo de corte estabelecido para a floresta. Assim, avaliou-se a dinâmica das populações de *Hymenaea parvifolia* Huber, *Hymenolobium excelsum* Ducke e *Vouacapoua americana* Aubl., classificadas como ameaçadas de extinção pela União Internacional de Conservação da Natureza (IUCN). A pesquisa foi dividida em três partes que contemplam seus objetivos específicos. Na primeira parte avaliou-se a dinâmica das populações de *H. parvifolia*, *H. excelsum* e *V. americana* considerando a estrutura horizontal, as taxas de ingresso e mortalidade e a distribuição espacial de indivíduos. Na segunda parte avaliou-se a área basal, o volume e a distribuição diamétrica das espécies *H. parvifolia* e *H. excelsum* e na terceira parte avaliou-se a dinâmica da regeneração natural das populações de *H. parvifolia*, *H. excelsum* e *V. americana*, considerando a abundância de suas populações. A pesquisa foi realizada em três áreas experimentais administradas pela Embrapa Amazônia Oriental, sendo duas localizadas na Floresta Nacional do Tapajós (Km 114 e Km 67 da BR 163) e uma no Campo Experimental da Embrapa no município de Moju. As alterações causadas pela exploração florestal de impacto reduzido sobre a estrutura e distribuição espacial dos indivíduos das populações de *H. parvifolia*, *H. excelsum* e *V. americana* não foram significativas no período de monitoramento. O período de 30 anos após a exploração florestal não foi suficiente para *H. parvifolia* recuperar o número de árvores, a área basal e o volume existente antes da exploração, considerando os indivíduos com DAP \geq 45 cm. A alta intensidade de colheita não permitiu que *H. excelsum* recuperasse o número de árvores com DAP \geq 45 cm existente antes da exploração, no período de 30 anos, porém a espécie possui estoque em crescimento que poderá garantir a sua conservação e futura exploração. A ausência de indivíduos em regeneração natural de *H. parvifolia* e *H. excelsum* na floresta não explorada e a baixa densidade na floresta manejada indicam a dificuldade que essas espécies têm para regenerar e se estabelecer na floresta, o que pode levá-las à extinção na área. A regeneração de *V. americana* é abundante na área, garantindo a sua permanência constante, sem correr o risco de extinção. Recomenda-se a aplicação de tratamentos silviculturais direcionados para estimular a regeneração natural nas áreas do Km 67 e Km 114. O plantio e a condução da regeneração natural são recomendados para garantir a permanência da população das espécies na área de manejo.

Palavras-chave: Manejo florestal, Conservação da floresta, Espécies ameaçadas de extinção.

ABSTRACT

The management of endangered species should be used as a conservation strategy, and it is essential to know the behavior of these species in relation to the logging and the recovery rate of their stock within the cutting cycle established for the forest. Thus, we evaluated the dynamics of the populations of *Hymenaea parvifolia* Huber, *Hymenolobium excelsum* Ducke and *Vouacapoua americana* Aubl., classified as endangered by the International Union for Conservation of Nature (IUCN). The research was divided in three parts that contemplate its specific objectives. In the first part populations dynamics of *H. parvifolia*, *H. excelsum* and *V. americana* were evaluated the considering the horizontal structure, the rates of ingrowth and mortality and the spatial distribution of individuals. The second part evaluated the basal area, volume and diameter distribution of the species *H. parvifolia* and *H. excelsum*; and in the third part the dynamics of the natural regeneration of the populations of *H. parvifolia*, *H. excelsum* and *V. americana* was evaluated considering the abundance of their populations. The research was carried out in three experimental areas administered by Embrapa Amazônia Oriental, two of which were located in the Tapajós National Forest (Km 114 and Km 67 of BR 163) and one at the Embrapa Experimental Field in the municipality of Moju. Changes caused by reduced impact logging on the structure, ingrowth, and mortality of Individuals of the *H. parvifolia*, *H. excelsum* and *V. americana* were not significant during the monitoring period. The period of 30 years after logging was not sufficient for *H. parvifolia* to recover the number of trees, basal area and volume existing before harvest, considering individuals with $DBH \geq 45$ cm. The high harvest intensity did not allow *H. excelsum* to recover the number of trees with $DBH \geq 45$ cm that existed before the logging in the period of 30 years, but the species has growing stock that can guarantee its conservation and future logging. The absence of individuals in the natural regeneration of *H. parvifolia* and *H. excelsum* in the unlogged forest and the low number of individuals in the managed forest indicated how difficult is to these species to regenerate and get established in the forest, and this would lead to their extinction in the area. Natural regeneration of *V. americana* is abundant, guaranteeing its constant presence in the area, with no risk of extinction. It is recommended the application of silvicultural treatments directed to stimulate the natural regeneration in the areas of Km 67 and Km 114. The planting and the conduction of the natural regeneration are recommended to guarantee the permanence of the population of the species in the area of management.

key words: Forest management, Forest conservation, Red list of tree species, Endangered species.

CAPÍTULO 1 : ASPECTOS GERAIS DA PESQUISA

1. CONTEXTUALIZAÇÃO

A floresta amazônica é detentora de alta diversidade, com cerca de 16000 espécies arbóreas, das quais 227 (1,4%) são hiperdominantes e juntas correspondem à metade do total de árvores da Amazônia. As espécies raras correspondem a 0,12% do total de árvores, sendo que milhares dessas espécies podem ser endêmicas da Amazônia e correm o risco de serem extintas antes mesmo de serem estudadas (STEEGE et al., 2013). Assim, é imprescindível obter informações sobre essas espécies, principalmente quando se trata dos riscos de extinção e que estratégias devem ser adotadas para protegê-las dessa ameaça.

A compreensão dos mecanismos que ligam a biologia das espécies com a vulnerabilidade à extinção é necessária, pois a extinção não é um fenômeno unitário, surge a partir de vários e diferentes processos, dentre eles a perda de habitat (ISAAC; COWLISHAW, 2004). As espécies na Amazônia estão propensas à extinção devido ao aumento da degradação ambiental e consequentemente à perda de habitat. Segundo Hubbell et al. (2008), muitas espécies vão sobreviver a essa perda, porém grande parte das espécies raras e endêmicas provavelmente serão extintas. De acordo com Rangel (2012), a perda de habitat, as mudanças climáticas e as espécies invasoras são os principais motivos para a crise que está acontecendo em relação à biodiversidade.

Até 2050 de 5% a 9% de todas as espécies da Amazônia estarão ameaçadas de extinção, devido a mudanças do uso da terra e à perda de habitat, sendo que as espécies especialistas em determinado habitat são as mais vulneráveis, pois são de ocorrência restrita (FEELEY; SILMAN, 2009). Por outro lado, a perda de habitat não causa a extinção imediata das espécies, o que possibilita uma oportunidade de restaurar o ambiente ou aplicar medidas para salvar as espécies (WEARN; REUMAN; EWERS, 2012).

Para definir prioridades de conservação e desenhar estratégias de mitigação apropriadas é importante estimar o número de espécies que serão ameaçadas por mudanças no uso da terra (FEELEY; SILMAN, 2009). Este número depende da forma como as espécies irão responder aos diferentes níveis de alteração da floresta, deixando clara a importância da continuação de estudos básicos em ciências florestais, pois há necessidade de informações, principalmente, sobre biogeografia, tamanhos populacionais, histórias de vida comparativa das espécies. Assim, será possível obter avaliações precisas sobre os riscos de extinção e sugerir ações para impedi-la (HUBBELL et al., 2008).

Para fornecer informações rigorosas sobre o estado de conservação das espécies, a União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN) disponibiliza uma lista de espécies ameaçadas, conhecida como lista vermelha, que pode ser uma ferramenta útil para conservação (RODRIGUES et al., 2006). A lista elaborada pela IUCN é feita levando em consideração critérios que classificam o risco global de extinção das espécies em categorias. As espécies ameaçadas estão incluídas nas seguintes categorias: Criticamente em Perigo (CR), Em Perigo (EN) e Vulnerável (VU) (IUCN, 2012).

Com a finalidade de elaborar a lista de espécies ameaçadas no Brasil, avaliar o estado de conservação da flora brasileira e desenvolver planos de ação para a recuperação das espécies ameaçadas, foi criado o Centro Nacional de Conservação da Flora-CNCFlora, um instituto de pesquisa do Ministério do Meio Ambiente (SCARANO; MARTINELLI, 2010). O CNCFlora utilizou as categorias e os critérios da IUCN, versão 3.1, para a elaboração da lista. A maioria das avaliações foram feitas utilizando três fontes básicas de informações: literatura taxonômica; dados informatizados sobre espécimes de herbários; e dados espaciais de uso da terra (RAIMONDO et al., 2013).

Como resultado da avaliação do risco de extinção feita pelo CNCFlora, o Ministério do Meio Ambiente publicou em dezembro de 2014 a portaria 443 (MMA, 2014) contendo a lista oficial das espécies da flora ameaçadas de extinção (MARTINS et al., 2015; MMA, 2014). Posteriormente, foi publicada a Instrução Normativa nº 1 de 12 de fevereiro de 2015 que regulamenta o manejo das espécies vulneráveis que se encontram na lista oficial de espécies ameaçadas da flora brasileira (MMA, 2015).

O manejo sustentável das espécies vulneráveis na Amazônia é permitido, desde que sejam respeitadas as recomendações do Ministério do Meio Ambiente, excluindo as espécies proibidas em normas específicas ou acordos internacionais, além de adotar as medidas dos planos de ação para conservação das espécies ameaçadas e avaliações dos riscos de extinção (MMA, 2015). Assim, a lista vermelha serve para nortear planos de ação para recuperação e conservação das espécies, tendo o manejo florestal sustentável como uma estratégia de conservação daquelas ameaçadas, podendo aumentar suas populações pelo uso de técnicas que favoreçam a regeneração natural e o crescimento dessas populações, evitando a perda de habitat que é uma das grandes causas da extinção das espécies.

O manejo florestal sustentável é uma alternativa de uso racional da floresta, pois foi concebido com a finalidade de aliar o desenvolvimento econômico com a sustentabilidade ecológica, garantindo assim o fornecimento de madeiras tropicais para o mercado interno e

externo, além de evitar o desmatamento, a exploração ilegal e, conseqüentemente, a perda de diversidade causada pela degradação ambiental e perda de habitat.

Diversos dispositivos legais têm sido criados e modificados ao longo do tempo, visando promover a utilização racional da floresta amazônica, por meio do manejo florestal sustentável (SILVA et al. 2009). A adoção do manejo sustentável é fundamental para a manutenção das florestas tropicais. Assim as pesquisas precisam avançar no sentido de auxiliar a legislação que deve ter como base a ecologia das espécies e contemplar as particularidades ambientais da Amazônia e não somente na produção volumétrica em relação ao povoamento (SILVA et al. 2009). De acordo com Braz et al. (2012), é comum considerar que apenas baixas taxas de extração podem garantir a sustentabilidade da floresta, esquecendo de aliar este fato à estrutura diamétrica das populações das espécies que serão cortadas.

Segundo Durigan (2012), estudos sobre estrutura da floresta podem ser aplicados com a finalidade de gerar informações sobre a conservação da biodiversidade contribuindo para a localização de espécies raras ou ameaçadas. Durigan comenta que há a necessidade de entender os fatores que determinam ou provocam a modificação da estrutura da vegetação, pois a partir da análise desses fatores é possível caracterizar a estrutura das comunidades, sendo possível prever rotas naturais de evolução ou declínio de comunidades, fornecendo respostas práticas para o manejo.

A distribuição diamétrica permite detectar a presença ou ausência de indivíduos em cada classe de diâmetro. A presença de indivíduos em todas as classes sugere que sua exploração poderia ser realizada sem grandes problemas, porém, quando a distribuição de diâmetros tem falhas em algumas classes, é necessário mais cuidado no manejo da população dessa espécie. Segundo Jardim (2015) a ausência de indivíduos em algumas classes pode representar problemas na regeneração natural devido à dependência de radiação solar para germinar, assim tal problema seria solucionado com a abertura do dossel, promovendo o crescimento dos indivíduos, tornando a exploração seletiva benéfica para a conservação da espécie.

A distribuição espacial permite avaliar a forma como os indivíduos de uma mesma espécie estão organizados dentro de um espaço. O manejo deve atentar para a distribuição espacial, pois espécies com distribuição agrupada tendem a ser mais suscetíveis a (ameaças) (de) extinção, pois sua ocorrência é restrita e normalmente são espécies especialistas em habitat.

O conhecimento da dinâmica de ingresso e mortalidade das espécies também pode inferir sobre o estado de conservação das mesmas, observando se as populações estão sendo renovadas por meio do ingresso de novos indivíduos ou se as populações estão em declínio com o aumento da mortalidade. Essa análise deve ser feita tanto para a população adulta quanto para

a regeneração natural, pois se essas espécies não estiverem regenerando, faz-se necessário promover medidas que estimulem sua regeneração para garantir a sustentabilidade do manejo e, conseqüentemente, a conservação do ecossistema.

1.1. QUESTÕES E HIPÓTESES

- **Questão 1:** A exploração florestal de impacto reduzido¹ altera a estrutura das populações de espécies ameaçadas, interferindo negativamente no seu estado de conservação?
- **Hipótese 1:** Se após a exploração florestal as populações das espécies ameaçadas conseguem recuperar a estrutura que possuíam antes da exploração, então o estado de conservação das espécies não é prejudicado.
- **Questão 2:** As espécies consideradas ameaçadas de extinção devem ter a colheita de madeira limitada, segundo a Instrução Normativa nº 1 de 12 de fevereiro de 2015, para evitar a extinção local?
- **Hipótese 2:** A exploração florestal quando executada com base em um bom planejamento e utilizando técnicas de impacto reduzido altera a estrutura das populações das espécies exploradas, porém evita a extinção local e permite a recuperação do estoque colhido.
- **Questão 3:** A regeneração natural de três espécies ameaçadas de extinção pode garantir que essas espécies não corram risco de serem extintas em área de manejo florestal sustentável?
- **Hipótese 3:** A abundância da regeneração natural dessas espécies colhidas na área não permite que as mesmas corram o risco de serem extintas.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Geral

Avaliar a dinâmica das populações de *Hymenaea parvifolia* Huber, *Hymenolobium excelsum* Ducke e *Vouacapoua americana* Aubl. classificadas como ameaçadas de extinção

¹Exploração de Impacto Reduzido: Exploração planejada, objetivando causar o mínimo de impacto na vegetação remanescente

pela União Internacional para Conservação da Natureza – IUCN, após a exploração de impacto reduzido.

1.2.2. Específicos

- Avaliar a dinâmica das populações de *Hymenaea parvifolia* Huber, *Hymenolobium excelsum* Ducke e *Vouacapoua americana* Aubl., classificadas como ameaçadas de extinção, considerando a estrutura horizontal de suas populações, as taxas de ingresso e mortalidade e a distribuição espacial de indivíduos.
- Avaliar as alterações ocorridas, em 30 anos de dinâmica, na área basal, no volume e na distribuição diamétrica das populações das espécies *Hymenaea parvifolia* Huber e *Hymenolobium excelsum* Ducke, ambas classificadas como ameaçadas, na categoria de Espécie Vulnerável, na lista oficial de espécies ameaçadas de extinção, e que tiveram indivíduos colhidos em duas áreas de manejo na Floresta Nacional do Tapajós.
- Avaliar as alterações ocorridas, em três áreas experimentais manejadas em diferentes períodos, no número de indivíduos da regeneração natural das populações de *Hymenaea parvifolia* Huber, *Hymenolobium excelsum* Ducke e *Vouacapoua americana* Aubl., classificadas como ameaçadas de extinção pela União Internacional para Conservação da Natureza – IUCN.

2. MATERIAL E MÉTODOS

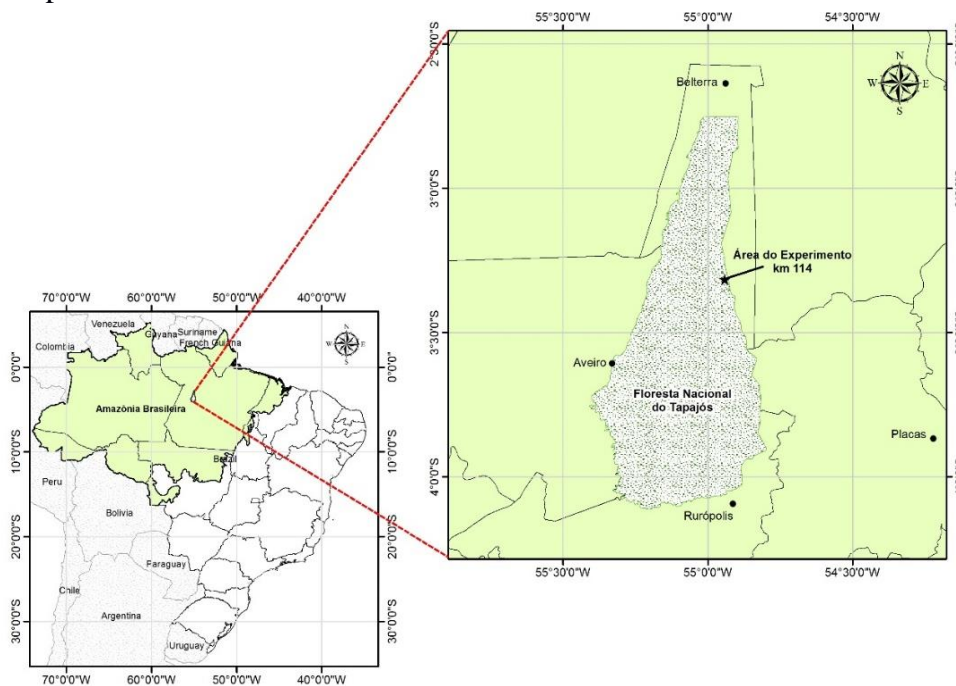
2.1. ÁREAS DE ESTUDO

A pesquisa foi realizada em três áreas experimentais sob administração da Embrapa Amazônia Oriental, sendo duas localizadas na Floresta Nacional do Tapajós e uma no Campo Experimental da Embrapa no município de Moju-PA.

2.1.1. FLORESTA NACIONAL DO TAPAJÓS - KM 114

A área experimental (180 hectares) situa-se na Floresta Nacional do Tapajós, município de Belterra, Pará, à altura do km 114 da BR 163, Rodovia Santarém-Cuiabá, entre as coordenadas geográficas 03° 18' 32" - 03 19' 21" de latitude sul e 54° 56' 28" – 54° 56' 15" de longitude a oeste (Figura 1.1).

Figura 1.1 - Localização da área experimental do Km 114, na Floresta Nacional do Tapajós, município de Belterra-PA.



Fonte: Adaptado do IBGE, incluindo dados da área da presente pesquisa, 2014.

Os solos que predominam a região de Belterra são do tipo Latossolo amarelo distrófico e Argissolo amarelo distrófico (OLIVEIRA JUNIOR; CORREA, 2001). O clima da região do Tapajós é do tipo Am, segundo a classificação de Köppen-Geiger (KOTTEK et al., 2006), com temperatura média anual de 27 °C, umidade relativa do ar de 87% e precipitação pluviométrica média anual de 1.982 mm (INMET, 2017). A vegetação da área de estudo é do tipo Floresta Ombrófila Densa (IBGE, 2012).

- **Histórico da área (Km 114)**

Em 1981 foi instalado um experimento silvicultural pela Embrapa Amazônia Oriental para testar intensidades de exploração e de desbastes mais adequadas para a produção sustentada de madeira na Amazônia. A área total do experimento é 180 ha, sendo 144 ha destinados à exploração e 36 ha de área não explorada. Na Tabela 1.1 estão relacionadas as atividades realizadas na área experimental.

Tabela 1.1 - Histórico das atividades e eventos ocorridos na área experimental de 180 ha na Floresta Nacional do Tapajós, Km 114.

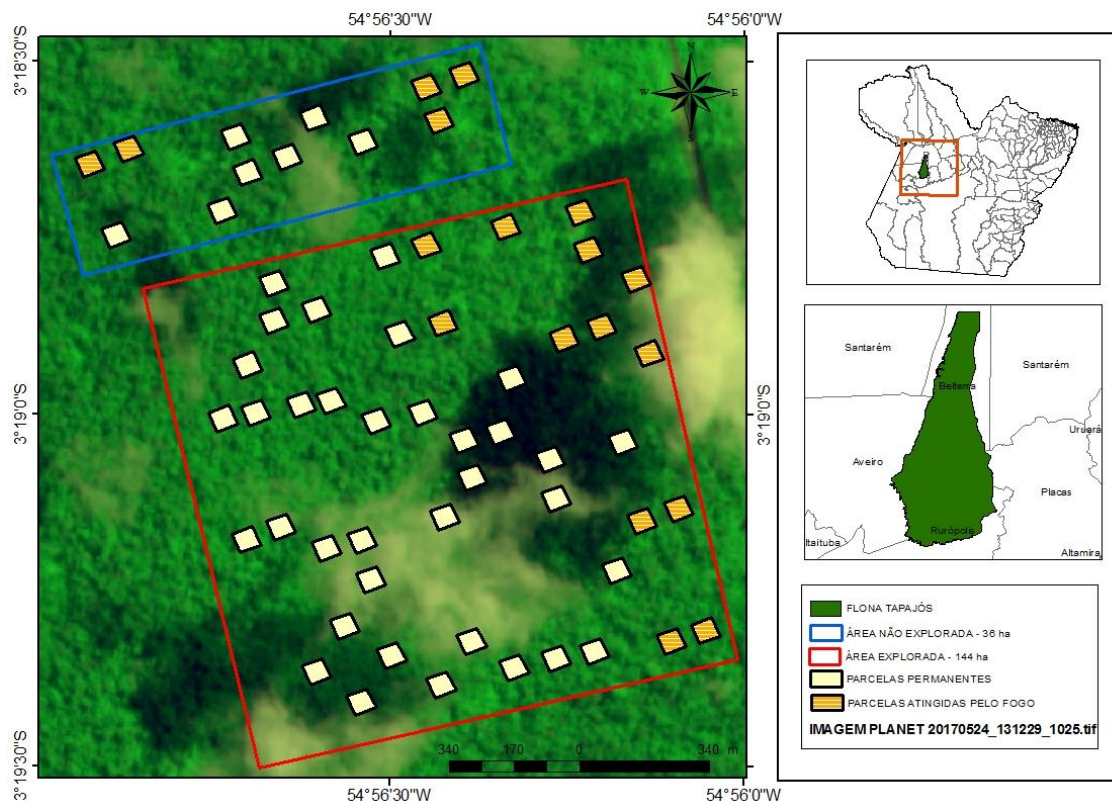
Ano	Atividades realizadas/eventos
	Estabelecimento de uma quadra de 144 ha a uma distância de 200 m da rodovia BR 163 onde foram realizadas as seguintes atividades:
1981	<ul style="list-style-type: none"> i. Inventário pré-exploratório a 100% de intensidade, considerando árvores com $DAP \geq 45$ cm; ii. Inventário por amostragem da área basal em árvores com $DAP \geq 5$ cm; iii. Corte de cipós a 100% de intensidade (144 ha); iv. Instalação e primeira medição de 48 parcelas permanentes de 50 m x 50 m.
1982	<p>Exploração florestal planejada em 144 ha, seguindo a prescrição de tratamentos experimentais;</p> <p>Foram colhidas 38 espécies, em média 12,5 árvores ha⁻¹, e volume de 90 m³ ha⁻¹.</p>
1983	<p>2ª medição de 48 parcelas permanentes instaladas na área explorada (144 ha);</p> <p>Estabelecimento de uma quadra de 36 ha em floresta não explorada, a uma distância de 200 m da área explorada e 500 m da rodovia;</p> <p>Instalação e medição de 12 parcelas na quadra de 36 ha de área não explorada.</p>
1987	<p>3ª medição das 48 parcelas da área explorada;</p> <p>2ª medição das 12 parcelas da área não explorada.</p>
1989	<p>4ª medição das 48 parcelas da área explorada;</p> <p>3ª medição das 12 parcelas da área não explorada.</p>
1993	Início da aplicação dos tratamentos silviculturais.
1994	Término da aplicação dos tratamentos silviculturais.
1995	<p>5ª medição das 48 parcelas da área explorada;</p> <p>4ª medição das 12 parcelas da área não explorada.</p>
1997	Incêndio atingindo 19 parcelas permanentes (13 parcelas da área explorada e 6 parcelas da área não explorada).
2003	<p>6ª medição de 35 parcelas da área explorada;</p> <p>5ª medição de 6 parcelas da área não explorada.</p> <p>(As parcelas atingidas pelo fogo não foram medidas nesse ano).</p>
2008	<p>7ª medição das 48 parcelas da área explorada;</p> <p>6ª medição das 12 parcelas da área não explorada.</p>
2012	<p>8ª medição das 48 parcelas da área explorada;</p> <p>7ª medição das 12 parcelas da área não explorada.</p>
2014	2º Inventário a 100 % de intensidade, considerando árvores com $DAP \geq 25$ cm na área explorada e na área não explorada.

Fonte: Adaptado de Carvalho (1992); Carvalho (1987), incluindo dados da presente pesquisa.

- **Coleta dos dados (Km 114)**

Na presente pesquisa foram utilizados os dados de inventário realizados a 100% de intensidade em duas ocasiões no km 114 da BR 163, na Flona do Tapajós. Os inventários foram realizados em 1981, antes da exploração, e em 2014, 32 anos depois da exploração. As informações do inventário de 1981 foram obtidas da publicação de Silva, Carvalho e Lopes (1985). Além das informações obtidas nos inventários a 100% de intensidade foram utilizados dados provenientes do inventário contínuo das 48 parcelas permanentes instaladas na área explorada (Figura 1.2).

Figura 1.2– Parcelas permanentes instaladas na área experimental do Km 114, BR 163, Santarém-Cuiabá.



Fonte: Adaptado de imagens de satélite Planet, incluindo dados da área da presente pesquisa, 2014.

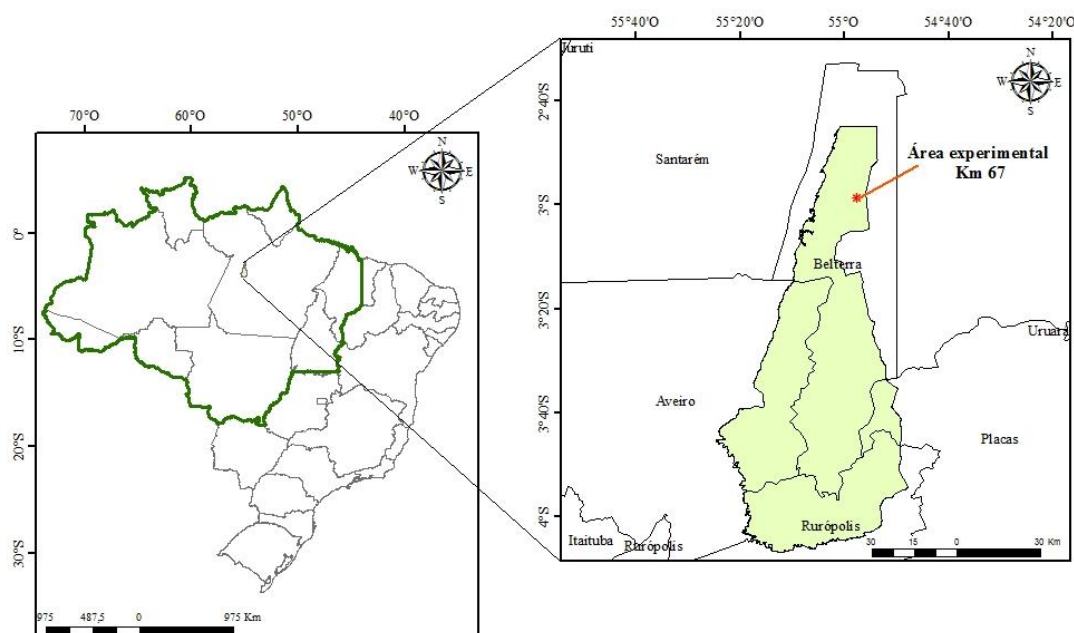
As parcelas permanentes possuem uma área de 0,25 ha (50 m x 50 m) cada. Para facilitar a coleta de dados cada parcela foi dividida em 25 subparcelas de 10 m x 10 m, onde foram inventariadas todas as árvores com DAP \geq 5 cm. Para inventariar a regeneração natural foram sorteadas 5 subparcelas, dentre as 25 de 10 m x 10 m, e dentro de cada uma foram instaladas

parcelas de 5 m x 5 m para a medição das varas (indivíduos com $2,5 \text{ cm} < \text{DAP} < 5,0 \text{ cm}$). Cada parcela de 5 m x 5 m foi subdividida em quatro triângulos iguais de $6,25 \text{ m}^2$, dentre os quais foi sorteado um para inventariar as mudas (indivíduos com altura superior a 30 cm e diâmetro inferior a 2,5 cm). As parcelas permanentes foram avaliadas em oito ocasiões, sendo uma antes da exploração (1981) e sete após a exploração (1983, 1987, 1989, 1995, 2003, 2008 e 2012).

2.1.2. FLORESTA NACIONAL DO TAPAJÓS - KM 67

A área experimental (91 ha) localiza-se na Floresta Nacional do Tapajós, município de Belterra, Pará, à altura do Km 67 da BR 163, Rodovia Santarém-Cuiabá, entre as coordenadas geográficas $02^\circ 53' 03,09''$ de latitude sul e $54^\circ 55' 30,10''$ de longitude oeste (Figura 1.3). As características de solo, clima e vegetação são as mesmas citadas para o Km 114 da Floresta Nacional do Tapajós.

Figura 1.3- Localização da área experimental do Km 67, na Floresta Nacional do Tapajós, município de Belterra-PA.



Fonte: Adaptado do IBGE, incluindo dados da área da presente pesquisa, 2014.

- **Histórico da área (Km 67)**

Na área do Km 67 as pesquisas iniciaram em 1975 com a realização de um inventário a 100% de intensidade e um inventário diagnóstico da regeneração natural em 64 ha (CARVALHO et al., 1984). Em 1979 foi realizada uma exploração florestal planejada nos 64 ha, considerando duas intensidades de colheita da madeira: corte de todas as árvores com DAP ≥ 45 cm de 64 espécies em 39 ha; e corte de todas as árvores com DAP ≥ 50 cm das mesmas 64 espécies nos 25 ha restantes (COSTA FILHO; COSTA; AGUIAR, 1980). A madeira colhida nos 64 ha gerou, em média, $75 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ (volume superior ao atualmente permitido por lei, de acordo com MMA, 2006) e uma intensidade de corte de 16 árvores ha^{-1} (CARVALHO, 2001). Em 1981 foram instaladas na área 36 parcelas permanentes para inventário florestal contínuo (SILVA et al., 1995). Em 2009 foi realizado o segundo inventário a 100% de intensidade nos 64 ha. Na Tabela 1.2 estão relacionadas as atividades realizadas na área experimental.

Tabela 1.2 - Histórico das atividades ocorridas na área experimental de 91 ha na Floresta Nacional do Tapajós, Km 67.

Ano	Atividades
1975	Inventário pré-exploratório a 100% de intensidade em 64 ha destinados à exploração. Foram inventariadas todas as árvores com DAP ≥ 45 cm; Inventário amostral da regeneração natural em 35 ha (método malaio de amostragem linear); Anelagem de árvores indesejáveis em 35 ha; Corte de cipós a 100% de intensidade (64 ha).
1979	Exploração florestal em 39 ha das árvores com DAP ≥ 45 cm; Exploração florestal em 25 ha das árvores com DAP ≥ 55 cm; Foram colhidas 64 espécies madeireiras com volume médio de $72,5 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$.
1981	Instalação e primeira medição das 36 parcelas permanentes de 50 m x 50 m instaladas na área explorada; 2ª medição da regeneração natural (método malaio).
1982	2ª medição das 36 parcelas da área explorada.
1983	3ª medição das 36 parcelas da área explorada.
1985	4ª medição das 36 parcelas da área explorada; 3ª medição da regeneração natural (método malaio).
1987	5ª medição das 36 parcelas da área explorada.

Continuação Tabela 1.2

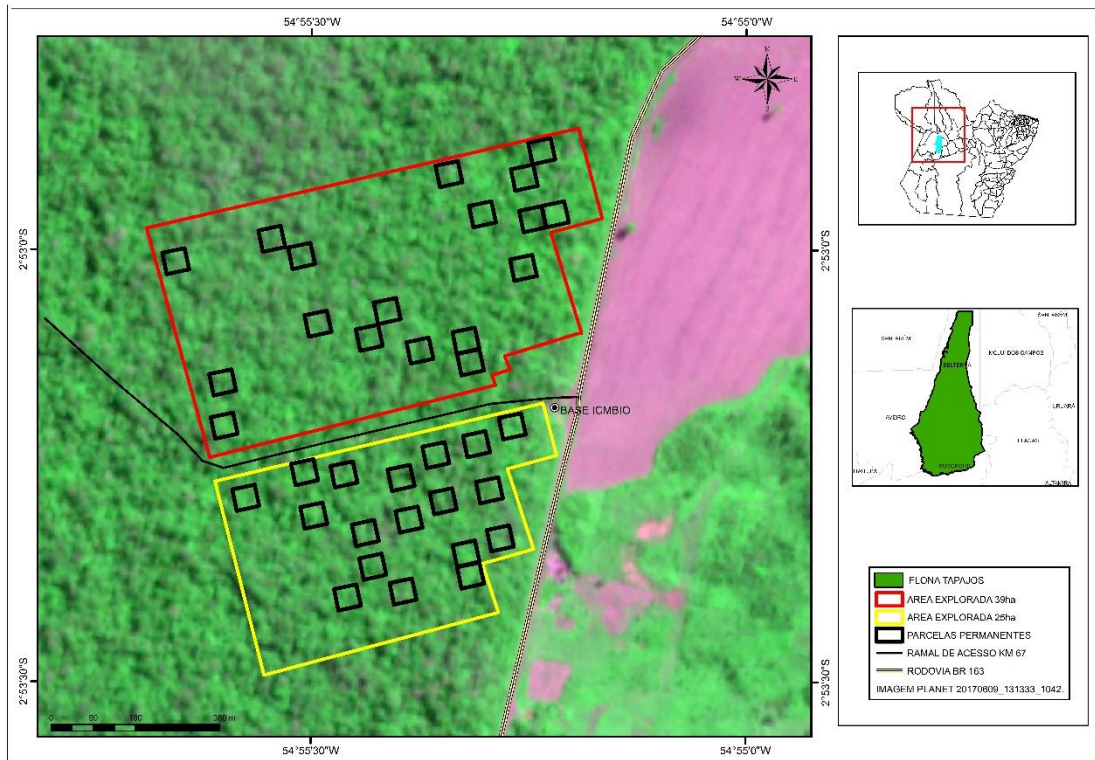
Ano	Atividades
1992	6ª medição das 36 parcelas da área explorada.
1997	7ª medição das 36 parcelas da área explorada.
2007	8ª medição das 36 parcelas da área explorada.
2008	Instalação e primeira medição de 18 parcelas permanentes de 50 m x 50 m em 27 ha de área não explorada.
2009	2º Inventário a 100% de intensidade em 64 ha considerando árvores com DAP \geq 15 cm.
2012	9ª medição das 36 parcelas da área explorada; 2ª medição das 18 parcelas da área não explorada.

Fonte: Adaptado de Silva (1989); Costa Filho, Costa e Aguiar (1980), incluindo dados da presente pesquisa.

- **Coleta dos dados (Km 67)**

Na presente pesquisa foram utilizados os dados de inventário realizados a 100% de intensidade em duas ocasiões no Km 67 da BR 163, na Flona do Tapajós. Os inventários foram realizados no ano de 1975, antes da exploração, e no ano de 2009, 30 anos depois da exploração. Além das informações obtidas nos inventários a 100% de intensidade foram utilizados dados provenientes do inventário contínuo das 36 parcelas permanentes instaladas nos 64 ha explorados (Figura 1.4)

Figura 1.4 - Parcelas permanentes instaladas na área experimental do Km 67, BR 163, Santarém-Cuiabá.



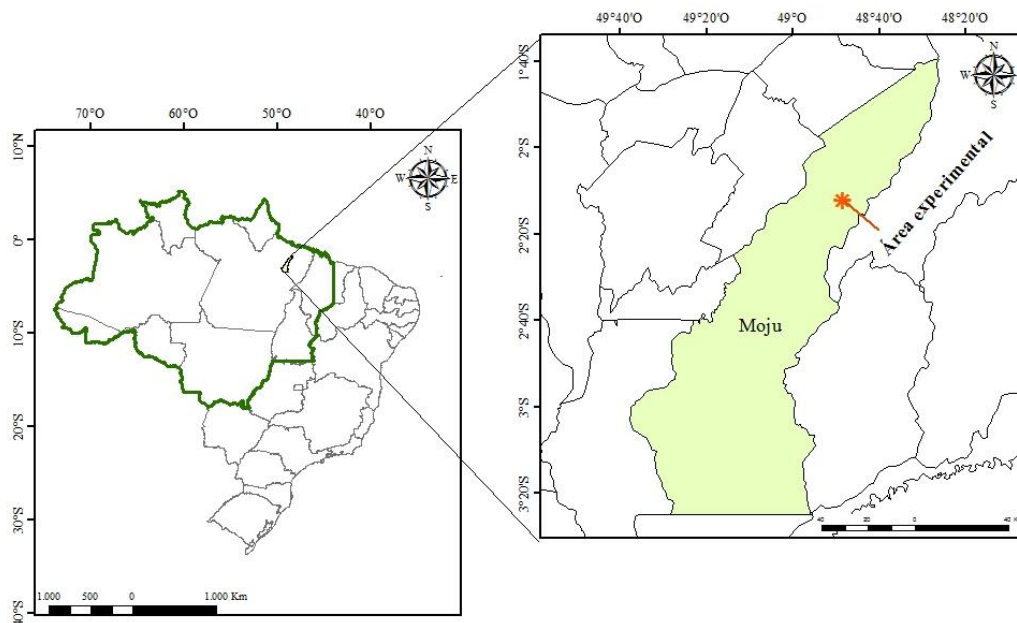
Fonte: Adaptado de imagens de satélite Planet, incluindo dados da presente pesquisa.

Da mesma forma como no Km 114, nesta área as parcelas permanentes possuem uma área de 0,25 ha (50 m x 50 m) cada. Para facilitar a coleta de dados cada parcela foi dividida em 25 subparcelas de 10 m x 10 m, onde foram inventariadas todas as árvores com $DAP \geq 5$ cm. Para inventariar a regeneração natural foram sorteadas 5 subparcelas, dentre as 25 de 10 m x 10 m, e dentro de cada uma foram instaladas parcelas de 5 m x 5 m para a medição das varas (indivíduos com $2,5 \text{ cm} < DAP < 5,0 \text{ cm}$). Cada parcela de 5 m x 5 m foi subdividida em quatro triângulos iguais de $6,25 \text{ m}^2$, dentre os quais foi sorteado um para inventariar as mudas (indivíduos com altura superior a 30 cm e diâmetro inferior a 2,5 cm). Essas parcelas foram medidas onze vezes (1981, 1982, 1983, 1985, 1987, 1992, 1997, 2007, 2012, 2014 e 2015).

2.1.3. CAMPO EXPERIMENTAL DA EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL (MOJU)

O campo experimental da Embrapa Amazônia Oriental no município de Moju, estado do Pará (Figura 1.5), tem área total de 1.050 ha, situado entre as coordenadas geográficas 02° 08' 14'' e 02° 12' 26'' de latitude Sul e 48° 47' 34'' e 48° 48' 14'' de longitude a Oeste de Greenwich (LOPES et al., 2001).

Figura 1.5 - Localização da área experimental da Embrapa Amazônia Oriental no município de Moju-PA.



Fonte: Adaptado do IBGE, incluindo dados da área da presente pesquisa, 2014.

O clima da região é do tipo Af, segundo a classificação de Köppen-Geiger (KOTTEK, et al., 2006), considerando os dados coletados na estação meteorológica de Belém, a temperatura média anual é de 28 °C, umidade relativa do ar de 83% e a precipitação pluviométrica média anual é de 3.473 mm (INMET, 2017). O relevo varia de plano a suavemente ondulado e o solo predominante é do tipo Latossolo Amarelo distrófico (IBGE, 2008). A vegetação da área experimental é classificada como Floresta Ombrófila Densa (IBGE, 2012).

- **Histórico da área (Moju)**

Em 200 ha do campo experimental de Moju foi instalado um experimento para avaliar o efeito da exploração sobre a floresta remanescente e, ao mesmo tempo, para testar o método de exploração de impacto reduzido. As atividades iniciaram em 1994 com um corte dos cipós com diâmetro igual ou maior que 2 cm em toda a área (SILVA et al., 2001). Em 1995 foi realizado o inventário pré-exploratório (COSTA et al., 1998) e a instalação de 22 parcelas permanentes (REIS et al., 2013). A área foi explorada em 1997 por uma empresa madeireira com orientação de técnicos da Embrapa. Foram colhidas árvores de 24 espécies madeireiras (LOPES et al., 2001) com intensidade de corte de 3,3 árvores por hectare, correspondendo a um volume de 23 m³ ha⁻¹ (SILVA et al., 2001).

Em 1998 foram selecionadas 9 clareiras causadas pela exploração florestal para instalação de 117 parcelas de 2 m x 2 m para monitorar as varas (indivíduos com 2,5 cm < DAP < 5,0 cm) e as mudas (indivíduos com altura superior a 30 cm e diâmetro inferior a 2,5 cm) da regeneração natural das espécies arbóreas (QUADROS, 2012). A presente pesquisa vai utilizar dados dos monitoramentos das árvores e da regeneração natural. As atividades realizadas na área do experimento estão descritas na Tabela 1.3.

Tabela 1.3 - Histórico das atividades ocorridas no campo experimental do município de Moju.

Ano	Atividades
1994	Corte de cipós.
	Inventário 100% das árvores com DAP \geq 45 cm em 100 ha;
1995	Inventário 100% das árvores com DAP \geq 25 cm em 100 ha; Instalação e primeira medição de 22 parcelas permanentes de (50 m x 100 m) 0,5 ha em uma área de 200 ha a ser explorada.
	Exploração de Impacto Reduzido em 200 ha;
1997	Foram colhidas 24 espécies madeireiras, com intensidade de 3,3 árvores por hectare e um volume de 23 m ³ ha ⁻¹ .
	2ª medição das 22 parcelas de 50 m x 100 m da área explorada;
1998	Seleção de 9 clareiras de exploração para instalação de 117 parcelas de 2 m x 2 m para monitorar a regeneração natural; 1ª, 2ª e 3ª medição das parcelas (2 m x 2 m) de regeneração natural.
1999	4ª, 5ª, 6ª, 7ª medição das parcelas de regeneração natural.
2000	8ª, 9ª, 10ª e 11ª medição das parcelas de regeneração natural.
2001	12ª e 13ª medição das parcelas da regeneração natural.
2004	3ª medição das 22 parcelas da área explorada.
2007	14ª e 15ª medição das parcelas de regeneração natural.
	4ª medição das 22 parcelas da área explorada;
2010	16ª medição da regeneração natural nas clareiras.
2015	5ª medição das 22 parcelas da área explorada.

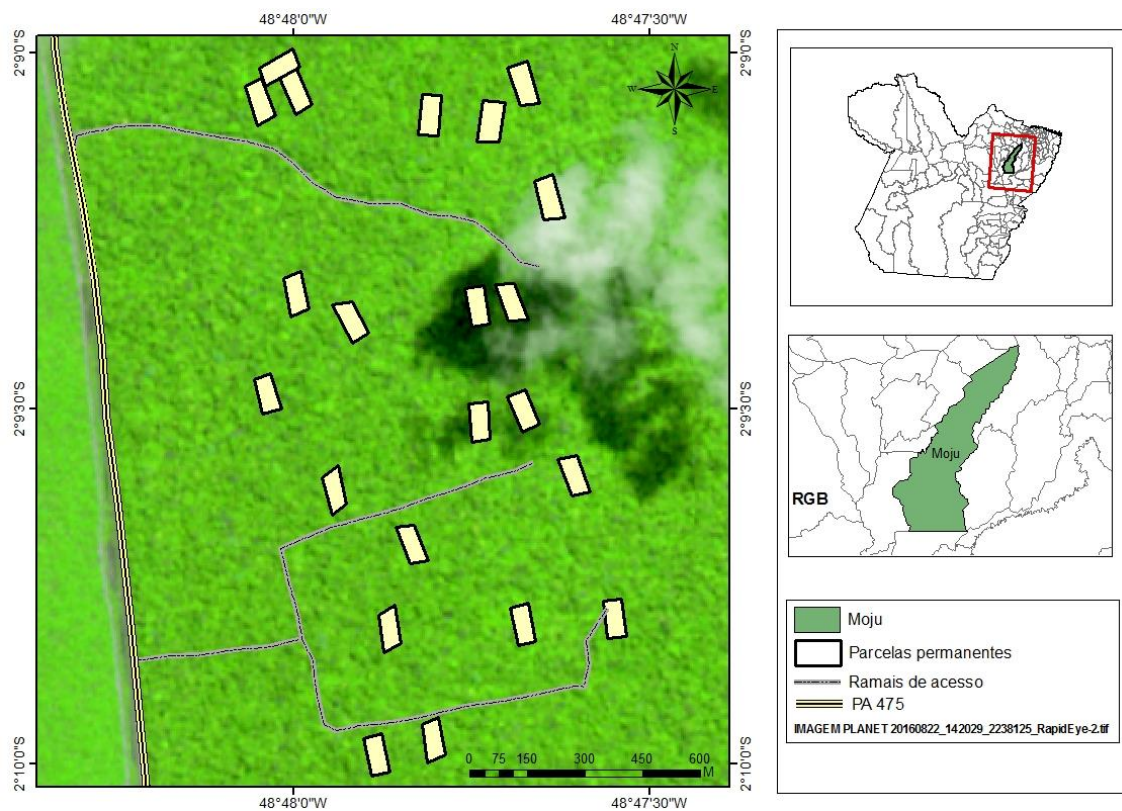
Fonte: Lopes et al. (2001); Silva et al. (2001); Quadros (2012); Jardim e Quadros (2016); incluindo dados da presente pesquisa.

- **Coleta dos dados (Moju)**

Os dados utilizados na pesquisa são provenientes do inventário contínuo das 22 parcelas permanentes (50 m x 100 m) instaladas aleatoriamente na floresta (Figura 1.6) e do inventário contínuo das 117 parcelas (2 m x 2 m) instaladas em clareiras (Figura 1.7).

Cada uma das 22 parcelas permanentes tem uma área de 0,5 ha (50 m x 100 m) e são divididas em 50 subparcelas de 10 m x 10 m, totalizando uma amostra de 11 ha, onde foram medidas todas as árvores com DAP \geq 10 cm. As parcelas foram avaliadas em cinco ocasiões, sendo uma antes da exploração (1995) e quatro após a exploração (1998, 2004, 2010 e 2015).

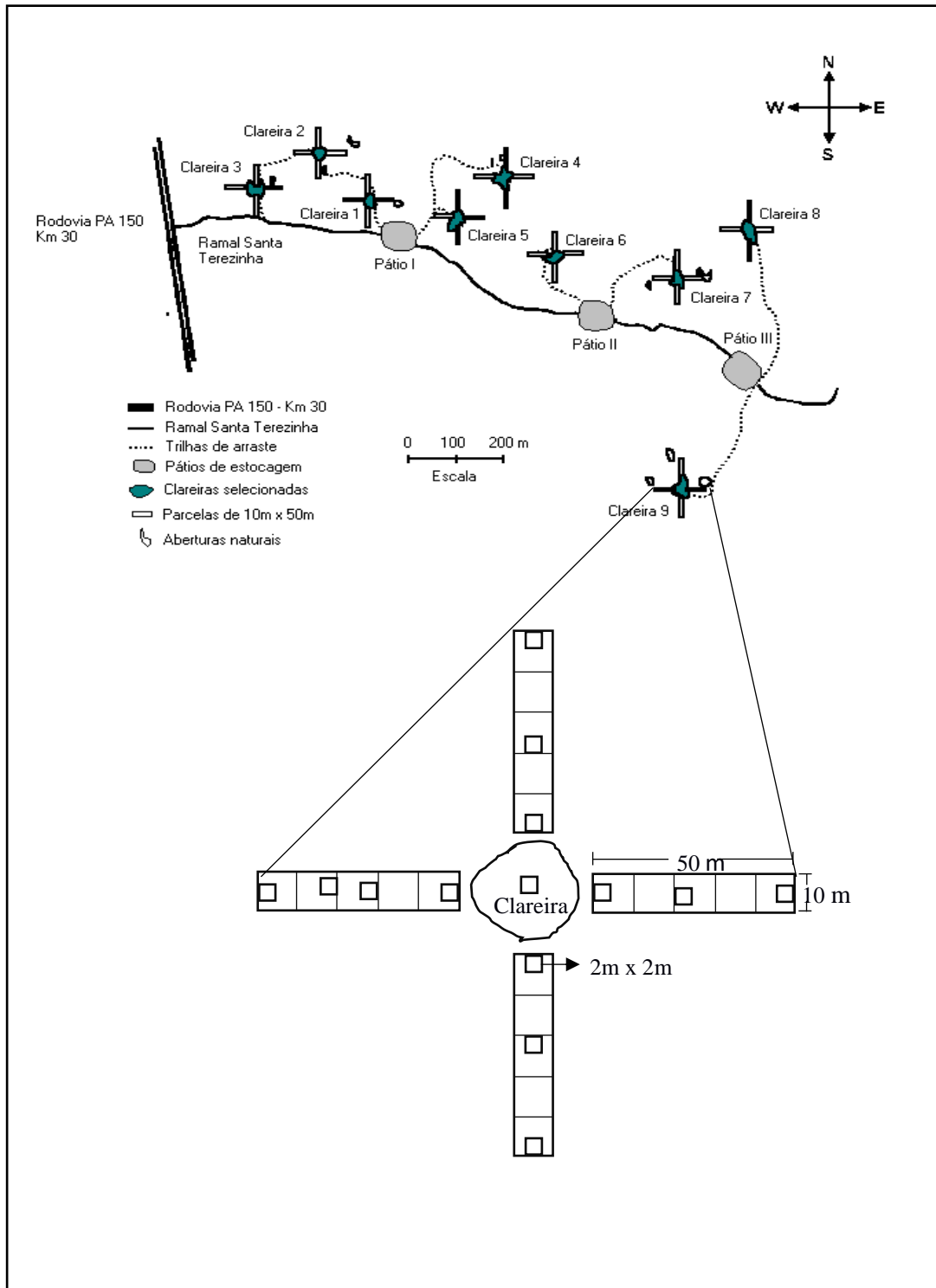
Figura 1.6 - Croqui da área experimental da Embrapa Amazônia Oriental no município de Moju.



Fonte: Adaptado de imagens de satélite Planet, incluindo dados da presente pesquisa.

As 117 parcelas permanentes foram instaladas em 9 clareiras provenientes da exploração florestal (Figura 1.7). No centro de cada clareira foi instalada uma parcela de 2 m x 2 m, outra na borda e outras a 20, 30 e 40 m da borda nas direções norte, sul leste e oeste (Figura 1.7). A amostra para medição das varas e mudas foi de 0,047 ha.

Figura 1.7 – Distribuição espacial e desenho esquemático das parcelas nas clareiras no campo experimental de Embrapa Amazônia Oriental, Moju-Pará



Fonte: Adaptado de Jardim; Quadros (2016)

As parcelas de regeneração natural nas clareiras foram avaliadas em 16 ocasiões, nos anos de 1998, 2000, 2001, 2007 e 2010. No período de junho de 1998 a junho de 2001 as parcelas foram avaliadas trimestralmente, no ano de 2007 foram feitas duas avaliações e em 2010 uma avaliação, totalizando 16 medições em 12 anos (QUADROS, 2012; JARDIM; QUADROS, 2016).

2.2.ESPÉCIES ESTUDADAS

Hymenaea parvifolia Huber, *Hymenolobium excelsum* Ducke e *Vouacapoua americana* Aubl. foram selecionadas para o estudo por terem sido exploradas nas áreas experimentais e por estarem contidas na lista vermelha da União Internacional de Conservação da Natureza (IUCN, 2012) e na lista de espécies ameaçadas de extinção do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2014). *H. parvifolia* e *H. excelsum* foram exploradas em 1979 na área experimental do Km 67 e em 1982 na área do Km 114. *V. americana* foi explorada em 1997 na área do Campo Experimental do Moju (Tabela 1.4).

Tabela 1.4 - Espécies selecionadas para o estudo em cada área experimental da Embrapa Amazônia Oriental

Local	Parcelas permanentes		Inventário 100%	
	Espécie	Área amostral	Espécie	Área
Km 114	<i>Hymenaea parvifolia</i>	12 ha	<i>Hymenaea parvifolia</i>	144 ha
	<i>Hymenolobium excelsum</i>		<i>Hymenolobium excelsum</i>	
Km 67	<i>Hymenaea parvifolia</i>	9 ha	<i>Hymenaea parvifolia</i>	64 ha
	<i>Hymenolobium excelsum</i>		<i>Hymenolobium excelsum</i>	
Moju	<i>Vouacapoua americana</i>	11 ha	-	-

H. parvifolia pertence à família Fabaceae, conhecida vulgarmente como jutaí-mirim. Possui ampla distribuição geográfica, ocorre nos estados do Acre, Amazonas, Pará, Rondônia, Roraima, Maranhão, Piauí e Mato Grosso (FERNANDES et al., 2015). É uma espécie de grande porte, suas árvores atingem diâmetros entre 70-100 cm e altura entre 25 e 40 metros de altura (SALOMÃO, et al.; 1995). A floração ocorre no período de agosto a fevereiro e a frutificação durante o ano todo com a disseminação no período de agosto a março (LEÃO; CARVALHO, 2001). A dispersão é barocórica e zoocórica (SALOMÃO; ROSA; MORAIS, 2007) e a temperatura ótima para germinação da espécie está entre 25 e 35°C (SILVA; CESARINO,

2016). A espécie pertence ao grupo ecológico das intermediárias (JARDIM et al., 1996) e segundo Silva et al. (2007) possui melhores chances de regeneração sob dossel fechado. De acordo com Salomão et al. (1995), possui madeira de alto valor comercial, utilizada em movelaria de luxo, confecção de instrumentos diversos e nas indústrias aeronáutica e naval; além da madeira, a espécie produz goma para a indústria e seus frutos servem de alimento para o homem e para a fauna.

H. excelsum pertence à família Fabaceae, conhecida vulgarmente como angelim-da-mata, angelim-rajado, fava-folha-fina. Ocorre nos estados do Amapá, Amazonas e Pará (FERREIRA; HOPKINS; SECCO, 2004). Sua floração tem início no período de março a junho com a frutificação ocorrendo no período de maio a outubro e a disseminação de dezembro a fevereiro (VIEIRA et al., 2002). Pertence ao grupo ecológico das tolerantes à sombra (LOPES et al., 2001). Sua madeira é utilizada na construção em geral, tornearia, marcenaria, carpintaria, dormentes, tacos e objetos de adornos (FERREIRA; GOMES; HOPKINS, 2004).

V. americana pertence à família Fabaceae, conhecida vulgarmente como acapu. Ocorre nos estados do Amapá, Amazonas e Pará (ALMEIDA et al., 2001). A floração e a frutificação ocorrem nos meses de janeiro a março e a disseminação nos meses de junho a setembro (LEÃO et al., 2015). A dispersão é barocórica e zoocórica, feita por cutias (*Desyprocta aguti* L.) e pacas (*Agouti paca* L.) (FORGET, 1990). Pertence ao grupo ecológico das tolerantes à sombra (LOPES et al., 2001). Sua madeira pode ser utilizada na carpintaria naval, objetos de decoração, tacos, móveis de fino acabamento, peças torneadas, acabamentos internos de iates (GONZAGA, 2006).

3. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, C.M.; LIMA, S.F.; SILVA, R.C.V.M; GOMES, J.I. Caracterização morfológica e anatômica de dez espécies de leguminosae ocorrentes em uma floresta tropical úmida localizada no município de Moju, Estado do Pará. In: Silva, J. N. M.; Carvalho, J. O. P. de; Yared, J. A. G. (eds.). **A silvicultura na Amazônia Oriental**: contribuições do projeto Embrapa/DFID. Belém: Embrapa Amazônia Oriental/DFID, 2001. p. 19-54.

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.

CARVALHO, J.O.P. **Subsídios para o manejo de florestas naturais na Amazônia brasileira**: resultados de pesquisa da EMBRAPA/IBDF-PNPF. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1987. 35p. (Documentos, 43).

CARVALHO, J.O.P. **Structure and dynamics of a logged over Brazilian Amazonian rain forest**. D. Phil. Thesis. Oxford University, Oxford, 1992. 215 p.

CARVALHO, J.O.P.; SILVA, J.N.M.; LOPES, J. DO C.A.; COSTA, H.B. **Manejo de florestas naturais do trópico úmido com referência especial à Floresta Nacional do Tapajós no estado do Pará**. Belém, Embrapa-CPATU, 1984. 14p. (Documentos, 26).

CARVALHO, J.O.P. Estrutura de matas altas sem babaçu na Floresta Nacional do Tapajós. In: Silva, J. N. M.; Carvalho, J. O. P. de; Yared, J. A. G. (eds.). **A silvicultura na Amazônia Oriental: contribuições do projeto Embrapa/DFID**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental/DFID, 2001. p. 277-290.

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

COSTA FILHO, P. P.; COSTA, H.B.; AGUIAR, O. R. DE. Exploração mecanizada da floresta tropical, úmida sem babaçu. Belém: Embrapa Amazônia Oriental – CPATU. **Circular técnico** 9. 29p. 1980.

DURIGAN, G. Estrutura e diversidade de comunidades florestais. In: MARTINS, S.V. **Ecologia de florestas tropicais**. 2 ed. Viçosa, Ed. UFV, 371 p. 2012.

FEELEY, K.J.; SILMAN, M.R. Extinction risks of Amazonian plant species. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America-PNAS**, v.106, n.30, p. 12382-12387. 2009.

FERNANDES, J.M.; LOPES, C.R.A.S.; RIBEIRO, R.S.; SILVA, D.R. Leguminosae no acervo do herbário da Amazônia meridional, alta floresta, Mato Grosso. **Enciclopédia Biosfera**, v.11, n. 21, p. 2272-2293. 2015.

FERREIRA, G.C.; GOMES, J.I.; HOPKINS, M.J.G. Estudo anatômico das espécies de Leguminosae comercializadas no estado do Pará como “angelim”. **Acta Amazonica**. v.34, n.3, p. 387 - 398. 2004.

FERREIRA, G.C.; HOPKINS, M.J.G.; SECCO, R.S. Contribuição ao conhecimento morfológico das espécies de leguminosae comercializadas no estado do Pará, como "angelim". **Acta Amazonica**. v.34, n.2, p. 219 - 232. 2004.

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

GONZAGA, A. L. **Madeira: uso e conservação**. Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Natural, Brasília. p.246, 2006

HUBBELL, S.P.; HE, F.; CONDIT, R.; BORDA-DE-ÁGUA, L.; KELLNER, J.; STEEGE, H.T. How many tree species are there in the Amazon and how many of them will go extinct? **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America-PNAS**, v.105, p.11498-11504. 2008.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pedologia:** Mapa esquemático de solos. Estado do Pará, primeira edição, 2008. Disponível em: <ftp://geofp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/pedologia/mapas/unidades_da_federacao/p_a_pedologia.pdf> acesso em: 17 Nov. 2017

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Manual técnico da vegetação brasileira:** Sistema fitogeográfico; inventário das formações florestais e campestres; técnicas e manejo de coleções botânicas; e procedimentos para mapeamentos. Second ed. IBGE, Rio de Janeiro. p.271, 2012.

INMET - INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **BDMEP- Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa.** Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>> acesso em: 16 Nov. 2017.

ISAAC, N.J.B.; COWLISHAW, G. How species respond to multiple extinction threats. **Proceedings of the Royal Society of London B**, v. 271, p.1135–1141. 2004.

IUCN. **IUCN Red List Categories and Criteria:** Version 3.1. Second edition. Gland, Switzerland and Cambridge, UK: IUCN. iv + 32pp. 2012.

JARDIM, F.C.S. Natural regeneration in tropical forests. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 58, n. 1, p. 105-113. 2015.

JARDIM, F.C.S.; SOUZA, A.L.; BARROS, N.F.; SILVA, A.F.; MACHADO, C.C.; SILVA, E. Agrupamento das espécies arbóreas de uma floresta equatorial na região de Manaus-AM. **Boletim FCAP**, Belém, n. 26, p. 7-29. 1996.

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

KOTTEK, M.; GRIESER, J.; BECK, C.; RUDOLF, B.; RUBEL, F. World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated. **Meteorologische Zeitschrift**, v.15, n.3, p. 259-263, 2006.

LEÃO, N.V.M.; OHASHI, S.T.; FREITAS, A.D.D.; NASCIMENTO, M.R.S.M.; SHIMIZU, E.S.C.; REIS, A.R.S.; GALVÃO FILHO, A.F.; SOUZA, D. **Colheita de sementes e produção de mudas de espécies florestais nativas.** Belém, Embrapa Amazônia Oriental, Documentos, 374. 47p. 2015.

LEÃO, N.V.M.; CARVALHO, J.O.P. 2001. Fenologia reprodutiva de 25 espécies arbóreas da Amazônia. In: Silva, J. N. M.; Carvalho, J. O. P. de; Yared, J. A. G. (eds.). **A silvicultura na Amazônia Oriental:** contribuições do projeto Embrapa/DFID. Belém: Embrapa Amazônia Oriental/DFID, 2001. p. 117 - 128.

LOPES, J. C. A.; WHITMORE, T. C.; BROWN, N. D.; JENNING, S. B. Efeito da exploração florestal nas populações de mudas em uma floresta tropical úmida no município de Moju, PA. In: SILVA, J. N. M; CARVALHO, J. O. P.; YARED, J. A. G. (Eds.). **A silvicultura na Amazônia Oriental:** contribuições do projeto Embrapa/DFID. Belém: Embrapa Amazônia Oriental - DFID, 2001. p. 227-251.

MARTINS, E.; LOYOLA, R.; MESSINA, T.; AVANCINI, R.; MARTINELLI, G. Tree red listing in Brazil: lessons and perspectives. **BGjournal**, v. 12, n. 2. 2015.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Instrução Normativa nº 05, de 11 de dezembro e 2006. **Diário Oficial da União**, 2006, p. 155.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Portaria nº 443, de 17 de dezembro de 2014. **Diário Oficial da União**, 110–121. 2014

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Instrução Normativa nº 1, de 12 de fevereiro 2015. **Diário Oficial da União**, 2015, p.67.

OLIVEIRA JUNIOR, R.C.; CORREA, J.R.V. **Caracterização dos solos do município de Belterra, Estado do Pará**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2001. Documentos 88, 39p.

QUADROS, L.C.L. **Dinâmica populacional de *Pouteria gongrijpii* Eyma (Abiurana) em clareiras de uma floresta tropical de terra firme, Moju, Pará**. 2012. 71f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2012.

RAIMONDO, D.C., MORAES, M.A.; STADEN, L.V.; AVANCINI, R.; DONALDSON, J.S.; MARTINELLI, G. Metodologia estratégica para a condução de avaliações de risco de extinção completas em países megadiversos: lições aprendidas na parceria entre Brasil e África do Sul. In: MARTINELLI, G.; MORAES, M.A. (Orgs.) **Livro vermelho da flora do Brasil**. Tradução: Flavia Anderson, Chris Heatt. 1. ed. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 1100 p. 2013.

RANGEL, T.F. Amazonian Extinction Debts. **Science**, v. 337, p. 162-163. 2012.

REIS, L.P.; SILVA, J.N.M.; REIS, P.C.M.; CARVALHO, J.O.P.; QUEIROZ, W.T.; RUSCHEL, A.R. Efeito da exploração de impacto reduzido em algumas espécies de Sapotaceae no leste da Amazônia. **Floresta**, v.43, n.3, p.395-406. 2013.

RODRIGUES, A.S.L.; PILGRIM, J.D.; LAMOREUX, J.F.; HOFFMANN, M.; BROOKS, T.M. The value of the IUCN Red List for conservation. **Trends in Ecology and Evolution**, v.21, n. 2, p. 71-76.2006

SALOMÃO, R.P.; ROSA, N.A.; NEPSTAD, D.C.; BAKK, A. Estrutura diamétrica e breve caracterização ecológica econômica de 108 espécies arbóreas da floresta amazônica brasileira. **Interciência**. v.20, n.1, p. 20-29. 1995.

SALOMÃO, R.P.; ROSA, N.A.; MORAIS, K.A.C. Dinâmica da regeneração natural de árvores em áreas mineradas na Amazônia. **Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi**. v.2, n.2, p. 85-139. 2007.

SCARANO, F.R., MARTINELLI, G. Brazilian List of Threatened Plant Species: Reconciling Scientific Uncertainty and Political Decision-making. **Natureza & Conservação**, v.8, p.13-18. 2010.

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

SILVA, S. M. A.; SILVA, J. N. M.; BAIMA, A. M. V.; LOBATO, N. M.; THOMPSON, I. S.; COSTA FILHO, P. P. Impacto da exploração madeireira em floresta de terra firme no município de Moju, Estado do Pará. In: SILVA, J. N. M.; CARVALHO, J. O. P.; YARED, J. A. G. (Eds.). **A silvicultura na Amazônia Oriental**: Contribuições do projeto Embrapa-DFID. Belém: Embrapa Amazônia Oriental: DFID, 2001. p.309-323.

SILVA, B.M.S.; LIMA, J.D.; DANTAS, V.A.V.; MORAES, W.S.; SABONARO, D.Z. Efeito da luz no crescimento de mudas de *Hymenaea parvifolia* Huber. **Revista Árvore**, v.31, n. 6, p.1019-1026. 2007.

SILVA, K.E.; RIBEIRO, C.A.A.S.; MARTINS, S.V. SANTOS, N.T. Concessões de florestas públicas na Amazônia: desafios para o uso sustentável dos recursos florestais. **Bioikos**, v.23, n.2, p. 91-102. 2009.

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

SILVA, S. M. A.; SILVA, J. N. M.; BAIMA, A. M. V.; LOBATO, N. M.; THOMPSON, I. S.; COSTA FILHO, P. P. Impacto da exploração madeireira em floresta de terra firme no município de Moju, Estado do Pará. In: SILVA, J. N. M.; CARVALHO, J. O. P.; YARED, J. A. G. (Eds.). **A silvicultura na Amazônia Oriental**: Contribuições do projeto Embrapa-DFID. Belém: Embrapa Amazônia Oriental: DFID, 2001. p.309-323.

SILVA, J.N.M.; CARVALHO, J.O.P.; LOPES, J.C. Inventário florestal de uma área experimental na Floresta Nacional do Tapajós. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Curitiba, n. 10/11, p. 38-110. 1985.

SILVA, B.M.S.; CESARINO, F. Germinação de sementes e emergência de plântulas de jutaí (*Hymenaea parvifolia* Huber). **Rev. Bras. Pl. Med.**, Campinas, v.18, n.1, supl. I, p.256-263. 2016.

STEEGE, H. T. *et al.* Hyperdominance in the amazonian tree flora. **Science**, v.342, p. 325-334. 2013.

VIEIRA, A.H.; MARTINS, E.P.; PEQUENO, P.L.L.; LOCATELLI, M. 2002. **Interpretação Fenológica de uma Floresta Ombrófila Aberta em Porto Velho, RO**. Porto Velho: Embrapa CPAF, Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 12, 13 p.

WEARN, O.R.; REUMAN, D.C.; EWERS, R.M. Extinction Debt and Windows of Conservation Opportunity in the Brazilian Amazon. **Science**, v. 337, n. 6091, p. 228-232. 2012.

CAPÍTULO 2

DINÂMICA DA ESTRUTURA DAS POPULAÇÕES DE TRÊS ESPÉCIES DE VALOR COMERCIAL MADEIREIRO AMEAÇADAS DE EXTINÇÃO EM FLORESTAS MANEJADAS NA AMAZÔNIA ORIENTAL

RESUMO

A conservação das espécies ameaçadas de extinção em áreas exploradas é um desafio para o manejador que deve garantir que não haja perda de diversidade. Avaliou-se a dinâmica das populações de *Hymenaea parvifolia* Huber, *Hymenolobium excelsum* Ducke e *Vouacapoua americana* Aubl., classificadas como ameaçadas de extinção pela União Internacional de Conservação da Natureza (IUCN) para determinar se a exploração de impacto reduzido afeta a conservação dessas espécies na área manejada. A pesquisa foi realizada em três áreas experimentais administradas pela Embrapa Amazônia Oriental, sendo duas localizadas na Floresta Nacional do Tapajós (Km 114 e Km 67 da BR 163) e uma no Campo Experimental da Embrapa no município de Moju. A análise da dinâmica foi feita por meio da estrutura horizontal (abundância, frequência e dominância-área basal), ingresso, mortalidade e distribuição espacial. Os resultados obtidos permitem concluir que: as alterações causadas pela exploração florestal de impacto reduzido sobre a estrutura e distribuição espacial dos indivíduos das populações de *Hymenaea parvifolia*, *Hymenolobium excelsum* e *Vouacapoua americana* não foram significativas no período de monitoramento. Portanto, a utilização das práticas de manejo sustentável, de acordo com a legislação sobre o manejo de florestas naturais na Amazônia, não interfere na conservação das populações dessas espécies nas áreas estudadas; a população de *H. parvifolia* recuperou a estrutura existente antes da exploração e não apresentou risco de extinção na área do Km 114, porém no km 67 teve dificuldades para se desenvolver, correndo risco de extinção, sendo necessário maior cuidado no seu manejo; a população de *H. excelsum* não recuperou a estrutura que existia antes da exploração nas duas áreas monitoradas, porém observa-se que a espécie está se desenvolvendo e diminuindo os riscos de extinção; e a população de *V. americana* recuperou a estrutura existente antes da exploração e não apresentou risco de extinção na área manejada.

Palavras-chave: Manejo florestal, Conservação da floresta, Lista vermelha de espécies arbóreas, Estrutura de populações arbóreas, Mortalidade de árvores, Distribuição espacial de árvores.

DYNAMICS OF THE STRUCTURE OF THE POPULATIONS OF THREE SPECIES OF WOOD COMMERCIAL VALUE THREATENED OF EXTINCTION IN FOREST MANAGED IN THE EASTERN AMAZON

ABSTRACT

The conservation of endangered species in logged areas is a challenge for the manager who must ensure that there is no loss of diversity. We analyzed the dynamics of the populations of *Hymenaea parvifolia* Huber, *Hymenolobium excelsum* Ducke and *Vouacapoua americana* Aubl., classified as endangered species by the International Union for Conservation of Nature (IUCN) to verify if the reduced impact logging affects the conservation of these species in the managed area. The research was carried out in three experimental areas administered by Embrapa Amazônia Oriental, two of which were located in the Tapajós National Forest (Km 114 and Km 67 of BR 163) and one in the Experimental Field Station of Embrapa in the municipality of Moju. Species dynamics was evaluated considering the horizontal structure (abundance, frequency and dominance-basal area), ingrowth, mortality and spatial distribution of the species populations. The results obtained allowed us to conclude that the changes caused by reduced impact logging over the structure and the spatial distribution patterns of the populations of *H. parvifolia*, *H. excelsum* and *V. americana* were not significant during the study period. Therefore the sustainable management practices applied according to the Brazilian Forest Law do not interfere with conservation of these species population in the study areas; *H. parvifolia* population recovered pre-logging structure and did not present risks of extinction in the Km 114 area, but it had difficulty developing in the Km 67 area, being at risk of extinction, needing more attention for managing; *H. excelsum* population did not recover the pre-logging structure in the two study areas, but the species is growing and reducing the risks of extinction; and the *V. Americana* population recovered its pre-logging structure and it did not present risks of extinction in the managed area.

key words: Forest management, Forest conservation, Red list of tree species, Tree population structure, Mortality of trees, Spatial distribution of trees.

1. INTRODUÇÃO

O manejo florestal sustentável é utilizado para gerar retorno financeiro, benefícios sociais e garantir a conservação do ecossistema. Estudos ecológicos que possibilitem conhecer as características das espécies que compõem a floresta são imprescindíveis, pois irão subsidiar as decisões referentes à exploração e, posteriormente, vão ajudar a tomar medidas que promovam a recuperação da floresta, deixando a mesma apta para uma nova exploração.

A conservação das espécies ameaçadas de extinção em áreas exploradas é um desafio para o silvicultor que deve garantir que não haja perda de diversidade. No entanto, na regulamentação do manejo não há exigência quanto a estudos técnicos para populações de espécies separadamente, apenas são previstas medidas para conservação das espécies consideradas “raras” e “vulneráveis”. Tal fato é agravado pela grande heterogeneidade da floresta, dificultando o seu estudo e conduzindo a uma grande carência de informações a respeito do comportamento das espécies.

A colheita da madeira, realizada e executada de acordo com critérios técnicos, dentro dos princípios do manejo florestal sustentável, pode minimizar os danos às árvores remanescentes e garantir a sustentabilidade (RIBEIRO et al., 2013). Como critérios, podemos citar a adoção de um sistema de exploração de impacto reduzido; monitoramento da floresta a fim de estimar o crescimento, determinar o ciclo de corte e analisar a necessidade de aplicação de tratamentos silviculturais; além de preservar as espécies raras e ameaçadas de extinção, garantindo sua permanência na área por meio de planos para conservação. Assim, as atividades de colheita devem levar em consideração a ecologia das espécies a serem exploradas, tomando o cuidado para que a estrutura de sua população seja mantida.

A análise da estrutura horizontal é uma ferramenta utilizada para a tomada de decisões no manejo, pois demonstra como as espécies estão organizadas dentro da floresta em número de indivíduos, grau de ocupação e como esses indivíduos estão distribuídos no espaço. Segundo Chaves et al. (2013), a análise estrutural gera informações sobre a distribuição geográfica das espécies, sua abundância em diferentes locais e fornecem bases consistentes para a criação de unidades de conservação.

As estimativas de mortalidade e recrutamento são descritores fundamentais das populações de árvores. Comparações entre estudos são importantes, tanto para entender a dinâmica das florestas quanto para fazer generalizações sobre o padrão no tempo e espaço e para inferir sobre as causas fundamentais da dinâmica (LEWIS et al., 2004). O entendimento do comportamento das taxas de crescimento, recrutamento e mortalidade contribui para definir quanto tempo uma espécie, ou um grupo de espécies, demora para atingir uma determinada

dimensão (TEIXEIRA et al., 2007). Isso vai facilitar a decisão quanto ao momento de intervir no povoamento, buscando aumentar a produtividade garantindo a conservação das espécies.

Por meio da distribuição espacial pode-se avaliar como os processos ecológicos de cada bioma interferem nos estágios de vida das árvores, além de oferecer subsídios importantes para a compreensão da estrutura horizontal e vertical (CAPRETZ et al., 2012), para investigar as interações entre as plantas e seus dispersores na floresta tropical (PAISE; VIEIRA, 2005). Com o estudo da distribuição espacial se pode inferir sobre as características ecológicas das espécies, sendo importante para o planejamento da exploração florestal. Segundo Martins et al. (2003), para as espécies com padrão de distribuição espacial agregado, deve-se manter alguns indivíduos com diâmetro mínimo de corte, para manter a distribuição natural. Já para aquelas com distribuição aleatória, deve-se manter árvores matrizes para possibilitar estoque para futuras explorações e, principalmente, para garantir a perpetuidade da espécie na área.

Neste contexto, a presente pesquisa busca responder à questão: A exploração florestal de impacto reduzido altera a estrutura das populações de espécies ameaçadas, interferindo negativamente no seu estado de conservação? Para responder à questão foi testada a hipótese: se após a exploração florestal as populações das espécies ameaçadas conseguem recuperar a estrutura que possuíam antes da exploração, então o estado de conservação das espécies não é prejudicado. O objetivo da pesquisa foi avaliar a dinâmica das populações de *Hymenaea parvifolia* Huber, *Hymenolobium excelsum* Ducke e *Vouacapoua americana* Aubl., classificadas como ameaçadas de extinção (IUCN, 2012), considerando a estrutura horizontal de suas populações, as taxas de ingresso e mortalidade e a distribuição espacial de indivíduos.

2. MATERIAL E METODOS

2.1. Área de estudo

A pesquisa foi realizada em três áreas experimentais administradas pela Embrapa Amazônia Oriental, sendo duas localizadas na Floresta Nacional do Tapajós e uma no Campo Experimental da Embrapa no município de Moju-PA. As descrições das áreas encontram-se no Capítulo 1. As espécies selecionadas para o estudo em cada uma das áreas experimentais estão na Tabela 2.1.

Tabela 2.1 - Espécies selecionadas para o estudo da dinâmica de espécies ameaçadas de extinção em cada área experimental da Embrapa Amazônia Oriental

Local	Parcelas permanentes	
	Espécie	Área
Km 114	<i>Hymenaea parvifolia</i>	12 ha
	<i>Hymenolobium excelsum</i>	
Km 67	<i>Hymenaea parvifolia</i>	9 ha
	<i>Hymenolobium excelsum</i>	
Moju	<i>Vouacapoua americana</i>	11 ha

2.2. Coleta de dados

Os dados utilizados neste capítulo são provenientes das parcelas permanentes instaladas nas áreas de estudo para o monitoramento das árvores, indivíduos com DAP ≥ 5 cm nas áreas da Floresta Nacional do Tapajós e indivíduos com DAP ≥ 10 cm no Campo Experimental da Embrapa no município do Moju. A coleta de dados foi descrita no Capítulo 1.

2.3. Análise de dados

A análise da dinâmica das populações das espécies ameaçadas foi feita com base nas alterações ocorridas na estrutura horizontal e na distribuição espacial dos indivíduos dessas populações. As variáveis utilizadas foram: Abundância (A); Dominância – área basal (D); Frequência (F); Índice de agregação (Payandeh) (P); Taxa de Ingresso (I); e Taxa de Mortalidade (M).

A abundância (A) foi determinada pela razão entre o número de indivíduos da espécie em questão (n_i) e a área da amostra (a) em hectares ($A = n_i/a$). A frequência (F) foi determinada pela razão entre o número de subparcelas onde a espécie em questão ocorre (P_i) e o número total de subparcelas na amostra (P_t) em termos percentuais ($F = [P_i/P_t] \times 100$). A dominância (D) foi determinada pelo cálculo da área basal (G) da população da espécie ($D = G = \sum_{i=1}^n g$), ou seja, a somatória das áreas transversais (g) de cada indivíduo da espécie ($g = (\pi \times \text{DAP}^2)/4$).

O ingresso foi considerado como sendo todo indivíduo que atingiu o DAP de 5 cm e passou a ser registrado na população. A taxa de ingresso (I) foi determinada pela razão entre o número de árvores da espécie que ingressou em uma determinada medição (N_i) e o número de árvores da espécie registrado no ano anterior (N_0), dado em percentuais ($I = (N_i/n_0) \times 100$). A mortalidade foi considerada como sendo o número de árvores que morreram entre duas

medições, excluindo aquelas que foram colhidas. A taxa de mortalidade (M) foi determinada pela razão entre o número de árvores que morreram (N_m) entre duas medições e o número de árvores na medição anterior (N_0), dado em percentuais ($M = (N_m/N_0) \times 100$). Os períodos utilizados para calcular o ingresso e a mortalidade estão na Tabela 2.2.

Tabela 2.2- Períodos utilizados para o cálculo do ingresso e mortalidade

Km 114	Km 67	Moju
1981-1983	1981-1983	1995-1998
1983-1989	1983-1987	1998-2004
1989-1995	1987-1997	2004-2010
1995-2012	1997-2012	2010-2015
1981-2012	1981-2012	1998-2015

A análise da distribuição espacial foi feita utilizando-se o índice de Payandeh (P), que é determinado pela razão entre a variância (S_i^2) do número de árvores da espécie e a média (M_i) do número de árvores da espécie ($P = S_i^2/M_i$) (PAYANDEH, 1970), considerando três tipos de distribuição utilizadas por Souza e Soares (2013): aleatória ($P \leq 1$); tendência ao agrupamento ($1 < P \leq 1,5$); e agrupada ($P > 1,5$).

A análise estatística foi feita utilizando o teste t de Student para amostras pareadas, a 5% de probabilidade, relacionando o ano antes da exploração com os anos após a exploração para os parâmetros abundância e área basal. Para utilização do teste t foi realizado o teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov a 5% de probabilidade e observada a existência de heterocedasticidade dos dados. Nos casos de comprovada a não normalidade dos dados e a heterocedasticidade, foi utilizado o teste não paramétrico de Mann-Whitney a 5% de probabilidade. Os testes estatísticos foram feitos para *H. parvifolia* e *H. excelsum*, no Km 114, e *V. americana*, no Moju. Como não houve avaliação das parcelas antes da exploração para a área do km 67, não foi possível realizar tal comparação para esta área. As análises estatísticas foram processadas pelo software SigmaPlot 11.0.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Estrutura das populações das espécies

- *Hymenaea parvifolia* Huber

A população de *Hymenaea parvifolia* recuperou a área basal aos 30 anos após a exploração na área do Km 114 (Tabela 2.3). Em 1983, um ano após a exploração, a abundância, frequência e dominância diminuíram devido à colheita de dois indivíduos nas parcelas. A área basal colhida foi em média 0,056 m² ha⁻¹. Em 1989 a espécie já havia recuperado a abundância e a frequência, mas não recuperou a dominância, pois apesar de terem ingressado indivíduos, o crescimento não foi suficiente para repor a área basal colhida.

Tabela 2.3 - Número de indivíduos (N), abundância (A), frequência (F) e dominância (D) de *Hymenaea parvifolia* Huber em 12 ha de área amostral (48 parcelas permanentes) na área experimental do Km 114 na Floresta Nacional do Tapajós, considerando o diâmetro mínimo de 5 cm.

Parâmetros	Anos de avaliação					P-valor			
	1981	1983	1989	1995	2012	81-83	81-89	81-95	81-12
N	12	11	12	11	12	0,718**	0,970**	0,684**	0,965**
A (Ind. ha ⁻¹)	1,00	0,92	1,00	0,92	1,00	-	-	-	-
F (%)	1,00	0,92	1,00	0,92	1,00	-	-	-	-
D (m ² ha ⁻¹)	0,09	0,04	0,05	0,06	0,09	0,370**	0,583**	0,623**	0,908**

** Teste de Mann-Whitney

Em 1995 a abundância e a frequência foram reduzidas novamente devido à morte de um indivíduo, provavelmente causada pela atividade de tratamentos silviculturais aplicada na área. Entretanto, a morte desse indivíduo (DAP de 11,5 cm) na amostra não reduziu a área basal da espécie, devido ao incremento diamétrico dos remanescentes. No final do monitoramento (2012) *H. parvifolia* já havia recuperado abundância, frequência e dominância.

Apesar das alterações ocorridas na área do Km 114 em relação ao número de indivíduos em consequência da exploração florestal e dos tratamentos silviculturais, não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre a estrutura da população existente antes da exploração (1981) e as outras ocasiões monitoradas após a exploração (Tabela 2.3). Pode-se dizer que o fato da espécie constar na lista das ameaçadas de extinção não significa que a mesma deva sofrer restrições ao corte, pois aplicando-se técnicas adequadas ela pode ser explorada, e se manter conservada na área manejada.

Atualmente as populações das espécies de madeira comercial são exploradas de forma imprudente. Assim, a conservação exige um manejo que garanta que as espécies de alto valor possam manter populações demograficamente viáveis (RICHARDSON; PERES, 2016). No presente estudo, o manejo aplicado na área beneficiou a espécie impedindo o declínio de sua população e a sua extinção do local, apesar da exploração realizada na área ter sido de alta intensidade, quando comparada com os padrões permitidos pela legislação atual. A abertura no dossel foi suficiente para permitir o desenvolvimento da espécie, de modo a recuperar a estrutura existente antes da exploração.

Observa-se na Tabela 2.4 que no Km 67, a abundância, frequência e dominância da espécie permaneceram inalteradas no período de 1981-1987. Em 1997 os três parâmetros diminuíram devido à morte natural de dois indivíduos com DAP de 24,6 cm e 95,2 cm na amostra. A população da espécie na área é pouco dinâmica e está em declínio, o que pode indicar risco de ser extinta da área. No intuito de evitar tal situação, Karsenty e Gourlet-Fleury (2006) sugerem que no segundo corte sejam colhidas espécies diferentes do primeiro corte, além de reduzir a intensidade de exploração; no entanto essa intensidade deve ser suficiente para provocar uma abertura do dossel que possibilite a regeneração de espécies comerciais exigentes de luz.

Tabela 2.4 - Número de indivíduos (N), abundância (A), frequência (F) e dominância (D) de *Hymenaea parvifolia* Huber em 9 ha de área amostral (36 parcelas permanentes) na área experimental do Km 67 na Floresta Nacional do Tapajós, considerando o diâmetro mínimo de 5 cm.

Parâmetros	Anos de avaliação				
	1981	1983	1987	1997	2012
N	6	6	6	4	4
A (Ind. ha ⁻¹)	0,67	0,67	0,67	0,44	0,44
F (%)	0,67	0,67	0,67	0,44	0,44
D (m ² ha ⁻¹)	0,09	0,09	0,09	0,01	0,02

Espécies com baixas densidades são comuns nos trópicos e em ambientes alterados por atividades humanas, onde populações são reduzidas ou extintas (CAIFA et al., 2012). A extinção local é mais frequente em populações de espécies com menor abundância local (FISCHER; STÖCKLIN, 1997). Assim, medidas que proporcionem o aumento da densidade dessas espécies, visando o uso futuro, são importantes para a manutenção do valor comercial

da floresta. Segundo Putz et al. (2012), o risco de extinção das espécies em áreas de manejo pode ser mitigado com a aplicação de tratamentos silviculturais destinados a aumentar a regeneração e o crescimento das espécies mais valiosas. Graaf; Poels e Van Rompaey (1999) afirmam que os tratamentos são eficazes e devem ser implementados como uma estratégia para alcançar o rendimento sustentável da produção madeireira.

Os suprimentos de madeira da Amazônia estão ameaçados pelo fracasso na gestão dos recursos, o que levaria a um rápido declínio da população de espécies madeireiras de crescimento lento e, conseqüentemente, a um esgotamento generalizado das espécies madeireiras mais sensíveis às colheitas (RICHARDSON; PERES, 2016). Com o intuito de evitar o declínio da população e, conseqüentemente, diminuir o risco de extinção das espécies, pode-se estudar a possibilidade de aumentar a população da espécie na área por meio de tratamentos silviculturais como, por exemplo, plantio de mudas em clareiras ou desbastes para eliminar competidores, aumentar a radiação solar e estimular o crescimento. Segundo Villegas et al. (2009), os tratamentos silviculturais têm efeito positivo sobre as taxas de crescimentos das florestas tropicais; a exploração de impacto reduzido e a aplicação de tratamentos podem levar a uma maior recuperação do volume de madeira para o próximo corte. Peña-Claros et al. (2008), pesquisando os efeitos dos tratamentos silviculturais em áreas exploradas, observaram que as taxas de crescimento das árvores aumentaram 9-27% em resposta à exploração e à aplicação de tratamentos em comparação com as taxas de crescimento de uma área onde ocorreu apenas exploração de impacto reduzido.

Os desbastes realizados na área do Km 114 estimularam o crescimento da *H. parvifolia* e, conseqüentemente, possibilitaram a recuperação de sua área basal. Neste caso a exploração não atuou como um destruidor de habitat, pois aliada a outras práticas de manejo poderá possibilitar a conservação da população da espécie, impedindo a extinção local.

- ***Hymenolobium excelsum* Ducke**

Na área do Km 114 *Hymenolobium excelsum* sofreu redução na abundância, frequência e dominância, comparando 1983 com 1981, devido à exploração (Tabela 2.5). Essa redução foi causada pela retirada de apenas uma árvore da amostra, com área basal de 0,047 m² ha⁻¹ e a morte de um indivíduo. De 1983 até 1995 a abundância e a frequência permaneceram inalteradas, no entanto a dominância aumentou em 1989 e voltou a diminuir em 1995 com a morte de dois indivíduos na amostra, com diâmetros de 13,8 cm e 27,0 cm.

Tabela 2.5- Número de indivíduos (N), abundância (A), frequência (F) e dominância (D) de *Hymenolobium excelsum* Ducke em 12 ha de área amostral (48 parcelas permanentes) na área experimental do Km 114 na Floresta Nacional do Tapajós, considerando o diâmetro mínimo de 5 cm.

Parâmetros	Anos de avaliação					P-valor			
	1981	1983	1989	1995	2012	81-83	81-89	81-95	81-12
N	11	9	9	9	12	0,462**	0,462**	0,425**	0,883**
A (Ind. ha ⁻¹)	0,92	0,75	0,75	0,75	1,00	-	-	-	-
F (%)	0,92	0,75	0,75	0,75	1,00	-	-	-	-
D (m ² ha ⁻¹)	0,07	0,02	0,03	0,02	0,03	0,512**	0,657**	0,360**	0,377**

** Teste de Mann-Whitney

A abertura do dossel provocada pelos tratamentos silviculturais em 1994 e 1995 possibilitou o recrutamento de novos indivíduos, tornando a abundância e a frequência, no final do período, superiores às registradas em 1981, antes da exploração. A dominância, embora tenha aumentado, atingiu apenas 43% da área basal que havia antes da exploração. A abertura do dossel provocada pela exploração, com certeza, estimulou a frequência e a abundância da espécie, mas foi a abertura provocada pelos tratamentos silviculturais, que possibilitou aos indivíduos atingirem o diâmetro de 5 cm para então serem incluídos na população como árvore. Não existem diferenças significativas ($P > 0,05$) para o número de indivíduos e para a dominância, comparando o ano antes da exploração (1981) com os anos após a exploração (1983, 1989, 1995, 2012). Assim, a exploração florestal não alterou a estrutura da espécie (Tabela 2.5).

No Km 67 a abundância e a frequência permaneceram inalteradas até de 1987, mas em 1997 esses parâmetros aumentaram e assim permaneceram até a última medição (Tabela 2.6). A dominância permaneceu inalterada até 1997, mas aumentou em 2012. Segundo Penã-Claros et al. (2008), as taxas de crescimento das árvores destinadas para futura colheita são maiores em áreas onde são aplicados tratamentos silviculturais após a exploração do que em áreas apenas exploradas. Pode-se inferir que o crescimento de *H. excelsum* poderia ter sido maior se tivessem sido aplicados tratamentos silviculturais na área do Km 67.

Tabela 2.6 - Número de indivíduos (N), abundância (A), frequência (F) e dominância (D) de *Hymenolobium excelsum* Ducke em 9 ha de área amostral (36 parcelas permanentes) na área experimental do Km 67 na Floresta Nacional do Tapajós, considerando o diâmetro mínimo de 5 cm.

Parâmetros	Anos de avaliação				
	1981	1983	1987	1997	2012
N	5	5	5	6	6
A (Ind. ha ⁻¹)	0,56	0,56	0,56	0,67	0,67
F (%)	0,56	0,56	0,56	0,67	0,67
D (m ² ha ⁻¹)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02

No estudo realizado em fragmentos florestais na região metropolitana de Belém, Amaral et al. (2012) observaram que *H. excelsum* encontrava-se sob ameaça de extinção local, sendo considerada em uma condição crítica. Nas áreas de manejo do presente estudo, Km 114 e Km 67, a espécie está aumentando seus parâmetros estruturais, diminuindo o risco de extinção local. Em uma floresta ombrófila densa não manejada na Amazônia, Condé e Tonini (2013) observaram que a espécie possuía 7 indivíduos em 9 hectares de amostra, número inferior ao encontrado na presente pesquisa para o Km 114 antes da exploração e número próximo ao encontrado no km 67 após a exploração, demonstrando que apesar das áreas terem sido exploradas com alta intensidade de colheita, a espécie não teve sua abundância prejudicada ao ponto de levá-la a um declínio populacional.

No estudo de Pereira et al. (2005) as práticas do manejo florestal com baixa intensidade de exploração provocaram reduzidas mudanças na composição florística e estrutural de uma floresta ombrófila densa e aberta no Amazonas, indicando que a exploração utilizada naquela área pode garantir a sustentabilidade. Na presente pesquisa, a exploração de *H. excelsum* seguindo as práticas de manejo sustentável também poderá garantir a sua sustentabilidade, pois a exploração e os tratos silviculturais não alteraram de forma significativa a estrutura da população, mantendo a mesma conservada na área e diminuindo o risco de extinção.

- ***Vouacapoua americana* Aubl.**

No campo experimental de Moju a exploração foi benéfica para a estrutura da população de *Vouacapoua americana*, pois os parâmetros sempre aumentaram com o passar dos anos. Na área amostrada (parcelas) foi colhido apenas um indivíduo da espécie. Após a exploração morreram três indivíduos, sendo dois em decorrência de danos causados durante a exploração

e um por morte natural. Porém, um ano após a exploração a espécie havia recuperado a abundância e a frequência e aos sete anos após a exploração a área basal era superior àquela existente antes da exploração. Estatisticamente não existe diferença significativa ($P > 0,05$) para o número de indivíduos e para a área basal, comparando o ano antes da exploração (1995) com os anos após a exploração (1998, 2004, 2010, 2015) (Tabela 2.7). Portanto, a exploração apesar de ter causado pequenas alterações não significativas na estrutura da população da espécie, garantiu a sua recuperação e conservação na área manejada.

Em uma floresta tropical na Guiana Francesa Degen et al. (2006) aplicaram um modelo de simulação para estimar os efeitos da exploração sobre a estrutura de *V. americana* e verificaram que 30 anos após a exploração não foram suficientes para a população da espécie recuperar a sua área basal. Os resultados de Degen et al. (2006) não são compatíveis com os encontrados na presente pesquisa, onde a espécie recuperou a sua área basal um ano após a exploração, demonstrando que a abertura do dossel causada pela baixa intensidade de exploração foi suficiente para a espécie se recuperar rapidamente. Alves e Miranda (2008) encontraram variações na densidade da população de *V. americana* em diferentes comunidades em uma floresta de terra firme manejada na Amazônia e sugeriram manejo diferenciado para cada situação para evitar a perda de diversidade.

V. americana está entre as 10 espécies com os maiores índices de valor de importância, possuindo maior densidade em uma floresta ombrófila densa no município de Almerim no Estado do Pará (SOUZA et al. 2014). No estudo de Ferreira, Cattânio e Jardim (2015) na Floresta Nacional de Caxiuanã, *V. americana* se encontra entre as mais importantes da área. Os resultados encontrados na presente pesquisa e na análise realizada na mesma área por Jardim e Quadros (2016), utilizando outro sistema de amostragem, confirmam que a espécie não corre risco de extinção na área do Moju, além de ter abundância elevada em outras áreas de manejo na Amazônia.

Tabela 2.7 - Número de indivíduos (N), abundância (A), frequência (F) e dominância (D) de *Vouacapoua americana* Aubl. em 11 ha de área amostral (22 parcelas permanentes) no campo experimental da Embrapa no município de Moju, considerando o diâmetro mínimo de 10 cm.

Parâmetros	Anos de avaliação					P-valor			
	1995	1998	2004	2010	2015	95-98	95-04	95-10	95-15
N	131	133	136	140	145	1,00**	0,909**	0,720*	0,565*
A (Ind. ha ⁻¹)	11,9	12,1	12,4	12,7	13,2	-	-	-	-
F (%)	11,1	11,2	11,5	11,6	12,1	-	-	-	-
D (m ² ha ⁻¹)	1,09	1,09	1,12	1,30	1,34	1,00**	0,940**	0,597**	0,376*

*Teste t; ** Teste de Mann-Whitney

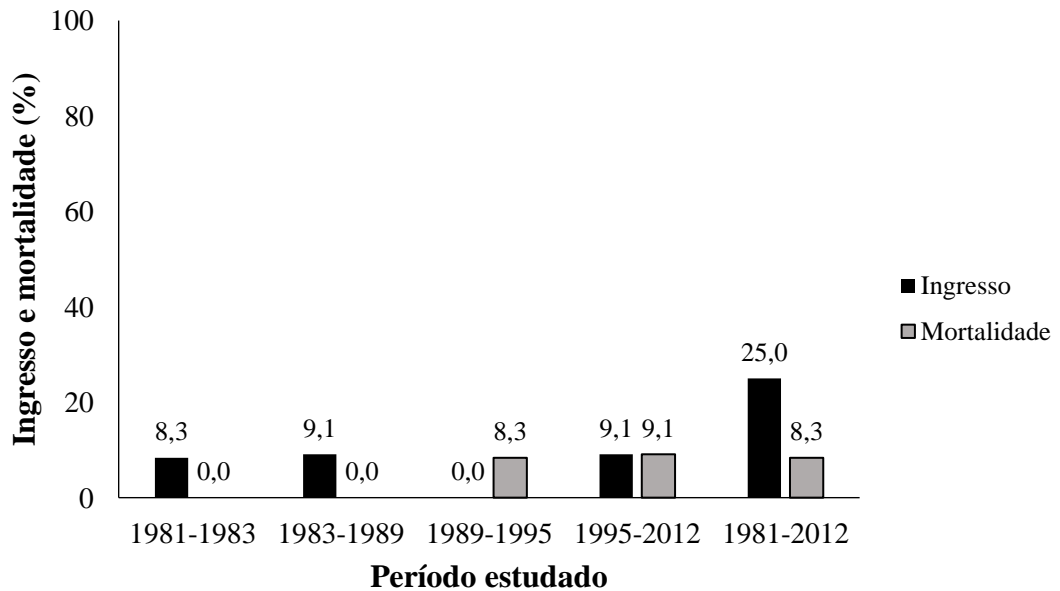
Apesar da espécie estar classificada como criticamente em perigo e constar na lista vermelha do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2014), ela é abundante na área manejada no Campo experimental da Embrapa no município do Moju, onde a exploração não teve efeito negativo no seu desenvolvimento, garantindo assim a sua permanência na área, além de estar apta para ser explorada no próximo corte. Portanto, as atividades de manejo sendo bem conduzidas podem servir de estratégia para a conservação da espécie.

3.2. Ingresso e mortalidade

- *Hymenaea parvifolia* Huber

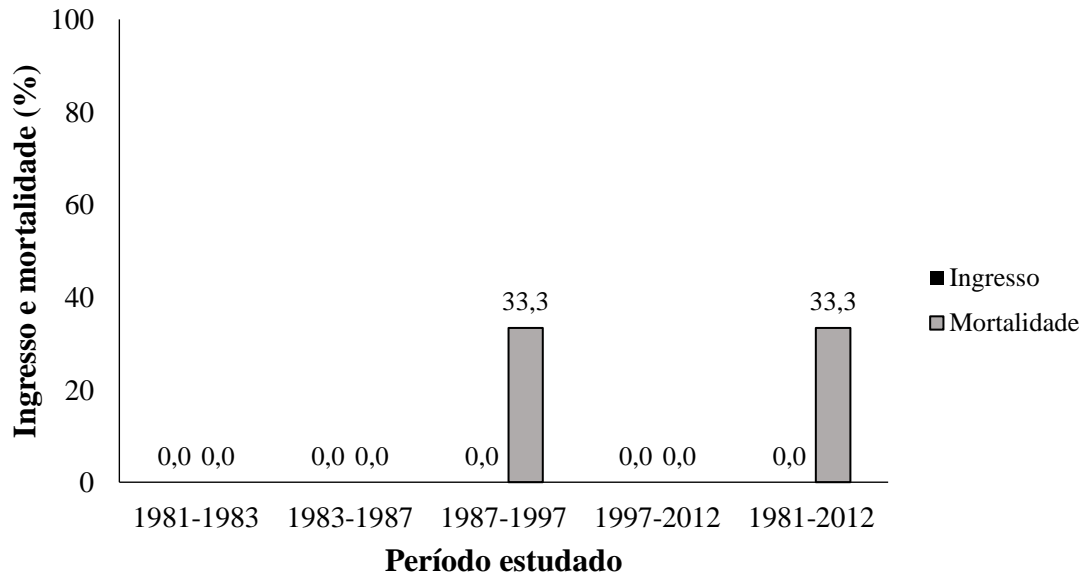
Não houve mortalidade na população de *H. parvifolia*, no Km 114, no período de 1981-1983 (um ano antes da exploração – um ano após a exploração) e no período de 1983-1989, porém houve ingresso de 8,3% no período de 1981-1983 e de 9,1% no período de 1983-1989 (Figura 2.1). No período 1989-1995 não houve ingresso, mas à mortalidade foi de 8,3%, e no período de 1995-2012 o ingresso foi igual à mortalidade (Figura 2.1). Em 31 anos de pesquisa a mortalidade foi de 8,3% e o ingresso foi de 25%, demonstrando um aumento na população da espécie.

Figura 2.1 - Taxas de ingresso e mortalidade de *Hymenaea parvifolia* Huber em uma amostra de 12 ha (48 parcelas de 0,25 ha) na área experimental do km 114 na Floresta Nacional do Tapajós, considerando árvores com diâmetro mínimo de 5 cm.



No Km 67, em 31 anos de pesquisa, *H. parvifolia* não teve ingressos, mas teve uma taxa de mortalidade de 33,3% no período de 1987-1997 (Figura 2.2). A falta de ingressos pode levar a espécie a ter problemas quanto à sua conservação, portanto torna-se necessário estimular o ingresso de indivíduos com a aplicação de tratamentos silviculturais, pois na área experimental do Km 114 (Figura 2.1), onde foram aplicados tratamentos silviculturais, a população da espécie encontra-se em equilíbrio, ou seja, com a mortalidade sendo compensada pelos ingressos no período de 1995-2012. A espécie pertence ao grupo ecológico das intermediárias (JARDIM et al., 1996), que possuem característica de germinar na sombra, porém requerem luminosidade para o seu desenvolvimento (MACHADO et al., 2006). A luminosidade na área pode estar sendo insuficiente para a espécie se desenvolver e, conseqüentemente, alcançar o diâmetro mínimo de inclusão (5 cm) na população.

Figura 2.2. - Taxas de ingresso e mortalidade de *Hymenaea parvifolia* Huber em uma amostra de 9 ha (36 parcelas de 0,25 ha) na área experimental do km 67 na Floresta Nacional do Tapajós, considerando árvores com diâmetro mínimo de 5 cm.



A ausência de ingressos no Km 67, também pode ter sido devido às árvores não terem alcançado a idade de reprodução, pois em 2012 a espécie possuía quatro indivíduos, sendo três com diâmetros pequenos (15 cm, 14 cm e 11 cm) e um indivíduo com diâmetro de 39 cm. No Km 114, onde foram registrados ingressos de indivíduos, há árvores com diâmetros superiores a 40 cm, que provavelmente já se encontram em idade reprodutiva e suas mudas podem se estabelecer e crescer até atingir o diâmetro mínimo de inclusão nas parcelas.

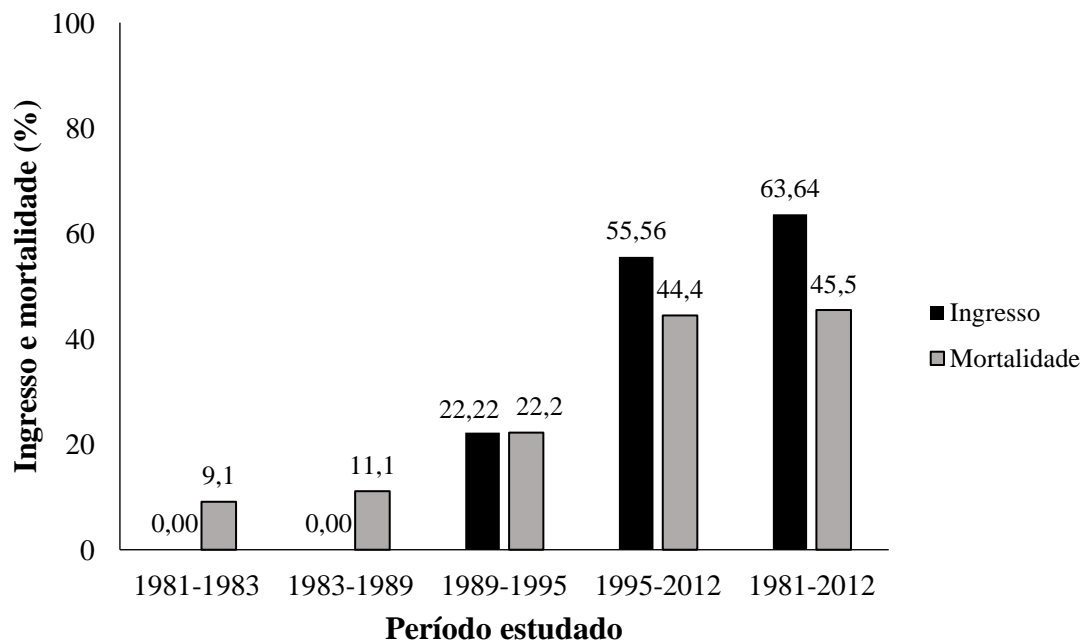
Estudando a estrutura genética de *Hymenaea courbaril* na Floresta Nacional do Tapajós, espécie com características ecológicas semelhante a *H. parvifolia*, Sebbenn et al. (2013) constataram que *H. courbaril* inicia o florescimento apenas quando as árvores atingem DAP de 49 cm. Se essa característica for semelhante para *H. parvifolia*, esta espécie só possui indivíduos produzindo frutos na área experimental do Km 114.

O planejamento do manejo florestal deve atentar para o diâmetro mínimo de reprodução das espécies exploradas, porém tais informações ainda são poucas na literatura, dificultando a aplicação de estratégias de conservação.

- ***Hymenolobium excelsum* Ducke**

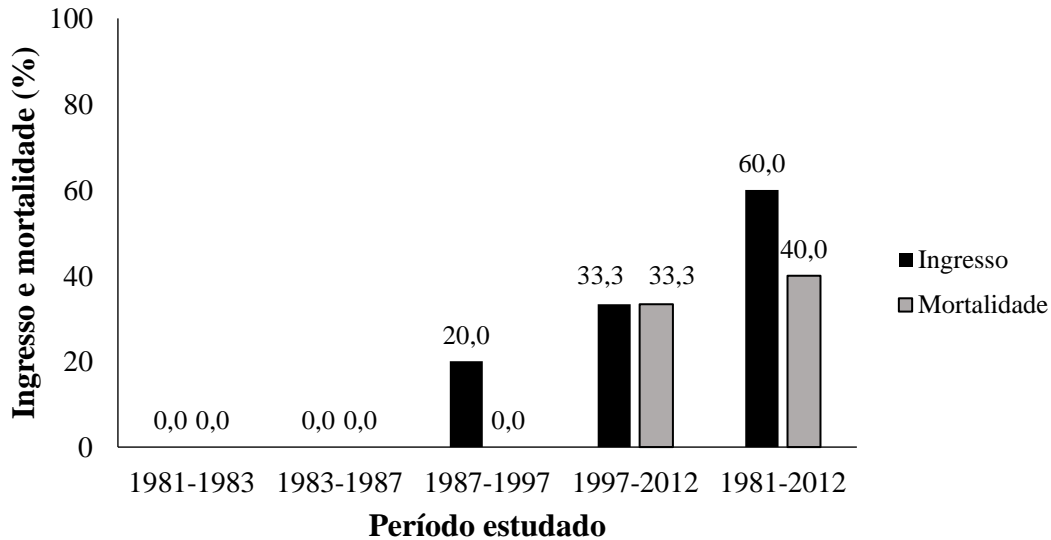
Não houve ingressos na população de *H. excelsum*, no Km 114, nos dois primeiros períodos analisados (1981-1983 e 1983-1989), porém houve mortalidade de 9,1% e 11,1% respectivamente. No período de 1989-1995 o ingresso foi igual à mortalidade e no período de 1995-2012 o ingresso foi maior que a mortalidade (Figura 2.3). Considerando os 31 anos de pesquisa, a taxa de ingresso foi de 63,6% e a mortalidade foi de 45,5%. Os ingressos compensaram as perdas por mortalidade, assim a exploração não prejudicou a dinâmica de ingresso e mortalidade e nem comprometeu a permanência da espécie na área explorada.

Figura 2.3. - Taxas de ingresso e mortalidade de *Hymenolobium excelsum* Ducke em uma amostra de 12 ha (48 parcelas de 0,25 ha) na área experimental do km 114 na Floresta Nacional do Tapajós, considerando árvores com diâmetro mínimo de 5 cm.



No Km 67 houve ingresso de 20% no período de 1987-1997 e no período de 1997-2012 o ingresso foi igual à mortalidade (33,3%) (Figura 2.4). Considerando os 31 anos de pesquisa nesta área, houve aumento na população da espécie, com a taxa de ingresso 20% maior que a de mortalidade.

Figura 2.4. -Taxas de ingresso e mortalidade de *Hymenolobium excelsum* Ducke em uma amostra de 9 ha (36 parcelas de 0,25 ha) na área experimental do km 67 na Floresta Nacional do Tapajós, considerando árvores com diâmetro mínimo de 5 cm.



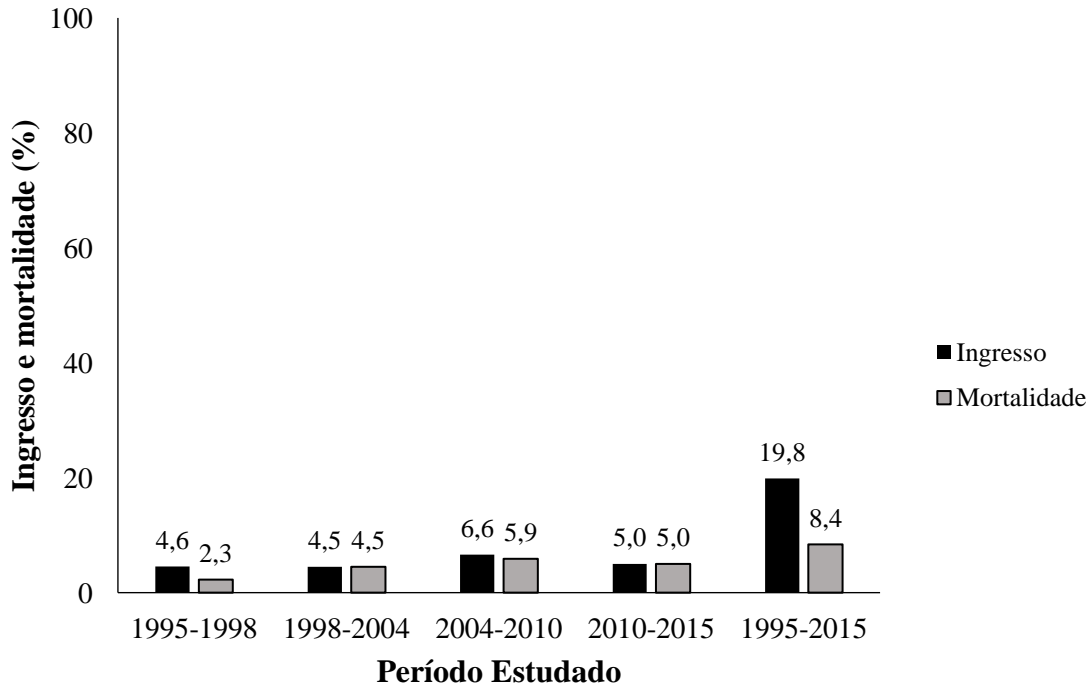
Considerando o período total de estudo, *H. excelsum* teve comportamento semelhante na área do Km 67 e Km 114. A abertura do dossel provocada pela exploração não estimulou o ingresso, pois os novos indivíduos não atingiram o diâmetro mínimo de inclusão na amostra. Entretanto, a espécie pertence ao grupo ecológico das tolerantes à sombra (LOPES et al., 2001), portanto não depende de clareiras para regenerar e é muito eficiente no uso da radiação solar difusa que existe dentro da floresta (JARDIM, 2015), o que possibilita o seu desenvolvimento sob a cobertura do dossel. As taxas de ingresso de espécies tolerantes à sombra tende a aumentar quando a floresta vai alcançando estágios avançados de sucessão (SCHORN; GALVÃO, 2006). No presente estudo, observou-se um aumento no número de ingressos com o passar dos anos e consequentemente com o avanço no estágio sucessional da floresta. As taxas de ingresso superior à mortalidade mostram que *H. excelsum* não se encontra em declínio nas áreas manejadas, pois teve aumento na população, reduzindo o seu risco de extinção.

- ***Vouacapoua americana* Aubl.**

No campo experimental de Moju o ingresso de indivíduos de *V. americana* foi maior que a mortalidade (Figura 2.5), com exceção dos períodos de 1998-2004 e 2010-2015, quando o ingresso foi igual à mortalidade. Em 20 anos de pesquisa o ingresso foi de 19,85% e a mortalidade foi 9,16%. A exploração favoreceu a entrada de novos indivíduos na área, assim, apesar de ser considerada ameaçada, a espécie pode ser incluída na lista para ter sua madeira

colhida no próximo corte, desde que sejam mantidos indivíduos que possibilitem a regeneração natural, garantindo as condições de conservação na área manejada.

Figura 2.5 - Taxas de ingresso e mortalidade de *Vouacapoua americana* Aubl. em uma amostra de 11 ha (22 parcelas de 0,5 ha) na área do Campo Experimental da Embrapa no município do Moju, considerando árvores com diâmetro mínimo de 10 cm.



Muitos fatores podem ter contribuído para o número reduzido de ingressos nas populações das espécies estudadas na presente pesquisa como, por exemplo, sua tolerância à radiação solar, a capacidade das árvores matrizes em fornecer sementes, a competição por recursos, problemas relacionados à dispersão e à predação das sementes e herbivoria. De acordo com Swaine (1989), a mortalidade relacionada ao ciclo natural das espécies é determinada geneticamente e está intimamente relacionada à tolerância das espécies à sombra, assim as árvores e suas mudas estão mais propensas a morrer de doenças, seca, ou herbivoria se elas estiverem vivendo no seu ponto de compensação luminoso ou abaixo dele.

O risco de morte é maior para as árvores de menor porte (SWAINE, 1989). De acordo com Braga e Rezende (2007), a mortalidade dos indivíduos com DAP < 40 cm evidencia uma maior competição para esses indivíduos do que para os indivíduos de grande porte (DAP > 40 cm). Na presente pesquisa a maioria dos indivíduos mortos possuía diâmetro inferior a 30 cm, portanto a competição por recursos pode ter sido uma das causas para a maior mortalidade.

Promover o crescimento das espécies, a regeneração natural e tomar medidas visando reduzir a mortalidade são ações que devem ser consideradas nas áreas manejadas para permitir que as espécies exploradas se mantenham nessas áreas e possam ser exploradas no futuro, garantindo sua conservação e, conseqüentemente, eliminando a possibilidade de a espécie tornar-se ameaçada de extinção.

3.3. Distribuição espacial

H. parvifolia e *H. excelsum* possuem distribuição aleatória nas duas comunidades arbóreas avaliadas ($DAP \geq 5$ cm) nas áreas do Km 114 e Km 67 da BR 163, na Floresta Nacional do Tapajós (Tabela 2.8). Gama et al. (2007), estudando a estrutura de uma floresta ombrófila aberta, encontraram distribuição agrupada para *H. parvifolia*, diferente do que foi encontrado no presente estudo. Essa diferença pode ter ocorrido devido à área de estudo de Gama et al. (2007) ter sofrido explorações sem planejamento e ainda ter ocorrido um incêndio na área, fatos que podem ter alterado a sua distribuição espacial, que ainda não retornou ao seu padrão original.

V. americana possui distribuição espacial agrupada na comunidade arbórea ($DAP > 5$ cm) avaliada no município do Moju (Tabela 2.8) e alta abundância, o que está de acordo com a afirmativa de Martins et al. (2003) de que a maioria das espécies tropicais ocorrem com essa distribuição ou com tendência ao agrupamento e têm como característica as maiores abundâncias na área. Kanieski et al. (2012) também observaram que as espécies com maiores densidades e frequências se distribuem de forma agregada.

No estudo de Martins et al. (2003), a maioria das espécies apresentou padrão de distribuição com tendência ao agrupamento ou agrupado, porém a exploração florestal alterou esses padrões e a maioria passou a ter distribuição aleatória. Na presente pesquisa a exploração florestal não alterou o padrão de distribuição espacial das espécies, demonstrando que a exploração planejada não prejudica a estrutura das populações.

A distribuição aleatória dos indivíduos de *H. excelsum* na presente pesquisa confirmam os resultados encontrados por Ferraz et al. (2004) em floresta de terra firme na Amazônia central. Da mesma forma, a distribuição agrupada de *V. americana* encontrada na presente pesquisa corrobora os resultados dos estudos de Aragão e Almeida (1997) e de Traissac e Pascal (2014) em florestas tropicais densas.

Tabela 2.8. - Padrão de distribuição espacial, segundo o Índice de Payandeh, de três espécies arbóreas ameaçadas de extinção em três áreas experimentais na Amazônia oriental: Km 114 e Km 67 na Floresta Nacional do Tapajós; e Campo Experimental da Embrapa no município de Moju, PA.

Espécie	Ano	Payandeh	Padrão de distribuição	Área	
<i>Hymenaea parvifolia</i> (diâmetro \geq 5 cm)	1981	0,74	Aleatório	Km 114	
	1983	0,97	Aleatório		
	1989	0,90	Aleatório		
	1995	0,79	Aleatório		
	2012	0,74	Aleatório		
		1981	0,71	Aleatório	km 67
		1983	0,71	Aleatório	
		1987	0,71	Aleatório	
		1997	0,81	Aleatório	
		2012	0,81	Aleatório	
<i>Hymenolobium excelsum</i> (diâmetro \geq 5 cm)		1981	0,61	Aleatório	
	1983	0,67	Aleatório		
	1989	0,67	Aleatório		
	1995	0,90	Aleatório		
	2012	0,90	Aleatório		
		1981	0,76	Aleatório	Km 67
		1983	0,76	Aleatório	
		1987	0,76	Aleatório	
		1997	0,71	Aleatório	
		2012	0,71	Aleatório	
<i>Vouacapoua americana</i> (diâmetro \geq 10 cm)	1995	2,03	Agrupado	Moju	
	1998	2,19	Agrupado		
	2004	2,27	Agrupado		
	2010	2,56	Agrupado		
	2015	2,20	Agrupado		

4. CONCLUSÃO

As alterações causadas pela exploração florestal de impacto reduzido sobre a estrutura e distribuição espacial dos indivíduos das populações de *Hymenaea parvifolia*, *Hymenolobium excelsum* e *Vouacapoua americana* não foram significativas. Portanto, a utilização das práticas de manejo sustentável, de acordo com a legislação sobre o manejo de florestas naturais na Amazônia, não interfere na conservação das populações dessas espécies nas áreas estudadas.

A população de *H. parvifolia* recuperou a estrutura existente antes da exploração e não apresentou risco de extinção na área do Km 114, porém no km 67 teve dificuldades para se desenvolver, correndo risco de extinção, sendo necessário maior cuidado no seu manejo.

A população de *H. excelsum* não recuperou a estrutura que existia antes da exploração nas duas áreas monitoradas, porém observa-se que a espécie está se desenvolvendo e diminuindo os riscos de extinção.

A população de *V. americana* recuperou a estrutura existente antes da exploração e não apresentou risco de extinção na área manejada.

5. REFERÊNCIAS

ALVES, J.C.Z.O.; MIRANDA, I.S. Análise da estrutura de comunidades arbóreas de uma floresta amazônica de Terra Firme aplicada ao manejo florestal. **Acta Amazonica**, v. 38, n. 4, p. 657-666. 2008.

AMARAL, D.D.; VIEIRA, I.C.G.; SALOMÃO, R.P.; ALMEIDA, S.S.; JARDIM, M.A.G. The status of conservation of urban forests in eastern Amazonia. **Brazilian Journal of Biology**, v. 72, n. 2, p. 257-265. 2012.

ARAGÃO, I.L.G., ALMEIDA, S.S., Estrutura ecológica comparada de populações de acapu (*Vouacapoua americana* Aubl., Caesalpiniaceae) em duas florestas de terra firme na Amazônia Oriental, in: Lisboa, P.L.B.org. **Caxiuanã**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, pp. 273-290. 1997.

BRAGA, F.M.S., REZENDE, A.V. Dinâmica da vegetação arbórea da mata de galeria do catetinho, Brasília-DF. **Cerne**, v.13, n. 2, p. 138-148. 2007.

CAIFA, A.N.; MARTINS, S.V.; NUNES, J.A.; EISENLOHR, P.V. Espécies arbóreas raras. In: Martins, S.V. (Editor) **Ecologia de florestas tropicais do Brasil**. Viçosa: UFV, 2ª edição. 355-371. 2012.

CAPRETZ, R.L.; BATISTA, J.L.F.; SOTOMAYOR, J.F.M.; CUNHA, C.R.; NICOLETTI, M.F.; RODRIGUES, R.R. Padrão espacial de quatro formações florestais do estado de São Paulo, através da função k de Ripley. **Ciência Florestal**, v.22, n. 3, p. 551-565. 2012.

CHAVES, A.D.C.G., SANTOS, R.M.S., SANTOS, J.O., FERNANDES, A.A., MARACAJÁ, P.B. A importância dos levantamentos florísticos e fitossociológicos para a conservação e preservação das florestas. **Agropecuária Científica no Semiárido-ACSA**, v. 9, n. 2, p. 42-48. 2013.

CONDÉ, T.M.; TONINI, H. Fitossociologia de uma Floresta Ombrófila Densa na Amazônia Setentrional, Roraima, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 43, n. 3, p. 247-260. 2013.

DEGEN, B.; BLANC, L.; CARON, H.; MAGGIA, L.; KREMER, A.; GOURLET-FLEURY, S. Impact of selective logging on genetic composition and demographic structure of four tropical tree species. **Biological Conservation**, v.131, p. 386–401. 2006.

FERRAZ, I.D.K., LEAL FILHO, N., IMAKAWA, A.M., VARELA, V.P., PIÑA-RODRIGUES, F.C. M. Características básicas para um agrupamento ecológico preliminar de espécies madeireiras da floresta de terra firme da Amazônia Central. **Acta Amazonica**, v. 34, n. 4, p. 621-633. 2004.

FERREIRA, L.S.; CATTÂNIO, J.H.; JARDIM, M.A.G. Efeito da topografia e da precipitação na florística e na produção de liteira em Caxiuanã, Pará. **Rev. Árvore**, v.39, n.6, p. 995-1005. 2015.

FISCHER, M.; STÖCKLIN, J. Local extinctions of plants in remnants of extensively used calcareous grasslands 1950-1985. **Conservation Biology**, v. 11, n. 3, p. 727-737. 1997.

GAMA, J.R.V., SOUZA, A.L., CALEGÁRIO, N., LANA, G.C. Fitossociologia de duas fitocenoses de floresta ombrófila aberta no município de Codó, Estado do Maranhão. **Revista Árvore**, v. 31, n. 3, p. 465-477. 2007.

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

IUCN, 2012. **IUCN Red List Categories and Criteria**: Version 3.1. Second edition. Gland, Switzerland and Cambridge, UK: IUCN. iv + 32 pp.

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

JARDIM, F.C.S.; SOUZA, A.L.; BARROS, N.F.; SILVA, A.F.; MACHADO, C.C.; SILVA, E. Agrupamento das espécies arbóreas de uma floresta equatorial na região de Manaus-AM. **Boletim FCAP**, Belém, n. 26, p. 7-29. 1996.

JARDIM, F.C.S. Natural regeneration in tropical forests. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 58, n. 1, p. 105-113. 2015.

KANIESKI, M.R., LONGHI, S.J., NARVAES, I.S., SOARES, P.R.C., LONGHI-SANTOS, T., CALLEGARO, R.M. Diversidade e padrões de distribuição espacial de espécies no estágio de regeneração natural em São Francisco de Paula, RS, Brasil. **Floresta**, v. 42, n. 3, p. 509 - 518. 2012.

KARSENTY, A.; GOURLET-FLEURY, S. Assessing sustainability of logging practices in the Congo Basin's managed forests: the issue of commercial species recovery. **Ecology and Society**, v. 11, n. 1. 2006.

LEWIS, S.L., PHILLIPS, O.L., SHEIL, D., VINCETI, B., BAKER, T. R., BROWN, S., GRAHAM, A.W., HIGUCHI, N., HILBERT, D.W., LAURANCE, W.F., LEJOLY, J., MALHI, Y., MONTEAUDO, A., NÚÑEZ VARGAS, P., SONKÉ, B., SUPARDI, N., TERBORGH, J.W., VÁSQUEZ MARTÍNEZ, R. Tropical forest tree mortality, recruitment and turnover rates: calculation, interpretation and comparison when census intervals vary. **Journal of Ecology**, v. 92, n. 6, p. 929-944. 2004.

LOPES, J. C. A.; WHITMORE, T. C.; BROWN, N. D.; JENNING, S. B. 2001. Efeito da exploração florestal nas populações de mudas em uma floresta tropical úmida no município de Moju, PA. In: Silva, J. N. M; Carvalho, J. O. P.; Yared, J. A. G. (Eds.). **A silvicultura na Amazônia Oriental: contribuições do projeto Embrapa/DFID**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental - DFID, 2001. p. 227-251.

MACHADO, E.L.M.; GONZAGA, A.P.D.; MACEDO, R.L.G.; VENTURIN, N.; GOMES, J.E. Importância da avifauna em programas de recuperação de áreas degradadas. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, n. 07. 2006.

MARTINS, S.S., COUTO, L., MACHADO, C.C., SOUZA, A.L., Efeito da exploração florestal seletiva em uma floresta estacional semidecidual. **Revista Árvore**, v. 27, n. 1, p. 65-70. 2003.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Portaria nº 443, de 17 de dezembro de 2014. **Diário Oficial da União**, 110–121. 2014

PAISE, G., VIEIRA, E.M., Produção de frutos e distribuição espacial de angiospermas com frutos zoocóricos em uma Floresta Ombrófila Mista no Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 28, n. 3, p. 615-625. 2005.

PAYANDEH, B. Comparison of method for assessing spatial distribution of trees. **Forest Science**, v. 16, n. 3, p. 312-317. 1970.

PEÑA-CLAROS, M.; FREDERICKSEN, T.S.; ALARCÓN, A.; BLATE, G.M.; CHOQUE, U.; LEAÑO, C.; LICONA, J.C.; MOSTACEDO, B.; PARIONA, W.; VILLEGAS, Z.; PUTZ, F.E. Beyond reduced-impact logging: Silvicultural treatments to increase growth rates of tropical trees. **Forest Ecology and Management**, v. 256, p. 1458–1467. 2008.

PEREIRA, N.W.V.; VENTURIN, N.; MACHADO, E.L.M.; SCOLFORO, J.R.S.; MACEDO, R.L.G.; D'OLIVEIRA, M.V.N. Análise das variações temporais na florística e estrutura da comunidade arbórea de uma floresta explorada com plano de manejo. **Cerne**, v. 11, n. 3, p. 263-282. 2005.

PUTZ, F.E.; ZUIDEMA, P.A.; SYNNOTT, T.; PENÃ-CLAROS, M.; PINARD, M.A.; SHEIL, D.; VANCLAY, J.K.; SIST, P.; GOURLET-FLEURY, S.; GRISCOM, B.; PALMER, J.; ZAGT, R. Sustaining conservation values in selectively logged tropical forests: the attained and the attainable. **Conservation Letters**, v. 5, p. 296–303. 2012.

RIBEIRO, R.B.S., GAMA, J.R.V., MARTINS, S.V., MORAES, A., SANTOS, C.A.A., CARVALHO, A.N. Estrutura florestal em projeto de assentamento, comunidade São Mateus, município de Placas, Pará, Brasil. **Rev. Ceres**, v. 60, n. 5, p. 610-620. 2013.

RICHARDSON, V.A.; PERES, C.A. Temporal decay in timber species composition and value in Amazonian logging concessions. **PLOS ONE**, v. 11, n. 7, p. 1-22. 2016.

SCHORN, L.A.; GALVÃO, F. Dinâmica da regeneração natural em três estágios sucessionais de uma floresta ombrófila densa em Blumenau, SC. **Floresta**, v. 36, n. 1, p. 59-74. 2006.

SEBBENN, A.M.; DEGEN, B.; AZEVEDO, V.C.R.; SILVA, M.B.; LACERDA, A.E.B.; CIAMPI, A.Y.; KANASHIRO, M.; CARNEIRO, F.S.; THOMPSON, I.; LOVELESS, M.D. 2013. Modelagem dos impactos a longo prazo do corte seletivo de árvores sobre a diversidade genética e estrutura demográfica de quatro espécies arbóreas tropicais na floresta amazônica. In: PERES, C.; BARLOW, J.; GARDNER, T.; VIEIRA, I.C.G. **Conservação da biodiversidade em paisagens antropizadas do Brasil**. Curitiba: Ed. UFPR, 2013, p. 263-292.

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

SOUZA, A.L.; MEDEIROS, R.M.; MATOS, L.M.S.; SILVA, K.R.; CORRÊA, P.A.; FARIA, F.N. Estratificação volumétrica por classes de estoque em uma floresta ombrófila densa, no município de Almeirim, Estado do Pará, Brasil. **Revista Árvore**, v.38, n.3, p.533-541, 2014.

SWAINE, M.D. Population dynamics of tree species in tropical forests. 1989. In: HOLM-NIELSEN, L.B.; NIELSEN, I.C.; BALSLEV, H. **Tropical forests: botanical dynamics, speciation and diversity**. Academic Press. London, 1989, p. 101-110.

TEIXEIRA, L.M., CHAMBERS, J.Q., SILVA, A.R., LIMA, A.J.N., CARNEIRO, V.M.C., SANTOS, J., HIGUCHI, N. Projeção da dinâmica da floresta natural de terra-firme, região de Manaus-AM, com o uso da cadeia de transição probabilística de Markov. **Acta Amazonica**, v. 37, n. 3, p. 377 – 384. 2007.

TRAISSAC, S., PASCAL, J.P. Birth and life of tree aggregates in tropical forest: hypotheses on population dynamics of an aggregated shade-tolerant species. **Journal of Vegetation Science**, v. 25; p. 491–502. 2014.

VILLEGAS, Z.; PEÑA-CLAROS, M.; MOSTACEDO, B.; ALARCÓN, A.; LICONA, J.C.; LEAÑO, C.; PARIONA, W.; CHOQUE, U. Silvicultural treatments enhance growth rates of future crop trees in a tropical dry forest. **Forest Ecology and Management**, v. 258, p. 971–977. 2009.

CAPÍTULO 3

ESTOQUE DE DUAS ESPÉCIES ARBÓREAS AMEAÇADAS DE EXTINÇÃO AOS 30 ANOS APÓS A EXPLORAÇÃO NA AMAZÔNIA ORIENTAL

RESUMO

O manejo sustentável das espécies ameaçadas de extinção deve ser utilizado como uma estratégia de conservação, portanto é de fundamental importância conhecer seus comportamentos em relação à exploração florestal e à taxa de recuperação do seu estoque dentro do ciclo de corte estabelecido para a floresta. Assim, avaliou-se a abundância, área basal, volume e a distribuição diamétrica de *Hymenaea parvifolia* Huber e *Hymenolobium excelsum* Ducke, consideradas ameaçadas de extinção e que tiveram suas madeiras colhidas em duas áreas experimentais da Embrapa Amazônia Oriental, localizadas na Floresta Nacional do Tapajós, sendo uma no Km 67 e outra no Km 114 da BR 163, ambas no município de Belterra, Pará. Foram utilizados dados de inventários realizados a 100% de intensidade no km 114 (em 1981, um ano antes da exploração, e em 2014, 32 anos após a exploração) e no km 67 (em 1975, quatro anos antes da exploração, e em 2009, 30 anos após a exploração). Comparou-se a abundância, área basal, distribuição diamétrica dos indivíduos e do volume entre os dois inventários em cada área. O período de 30 anos após a exploração florestal não foi suficiente para *Hymenaea parvifolia* recuperar o número de árvores, a área basal e o volume existente antes da exploração, nas duas áreas experimentais avaliadas, considerando a alta intensidade de colheita de madeira. Atualmente a espécie tem volume disponível para colheita, na área do Km 67, porém não possui estoque em crescimento que possa assegurar novas colheitas em futuro próximo, necessitando de atenção especial no manejo de sua população. Na área do Km 114, a espécie possui um estoque que garante a colheita no segundo corte, porém recomenda-se que sua exploração não ocorra antes de recuperar completamente a estrutura de sua população original. A alta intensidade de colheita não permitiu que *Hymenolobium excelsum* recuperasse o número de árvores existente antes da exploração nas duas áreas experimentais, no período de 30 anos. A espécie possui estoque em crescimento que garante a sua exploração nos próximos cortes, seguindo a legislação em vigor, porém sugere-se que seja colhida após recuperar a estrutura de sua população original.

Palavras-chave: Estrutura diamétrica, Volume de árvores, Ciclo de corte, *Hymenaea parvifolia*, *Hymenolobium excelsum*, Manejo florestal.

STOCK OF TWO TIMBER SPECIES THREATENED BY EXTINCTION 30 YEARS AFTER LOGGING IN THE EASTERN AMAZON

ABSTRACT

Sustainable management of species threatened with extinction should be used as a conservation strategy. It is essential to know the behavior of these species in relation to forest logging and the recovery rate of its stock over the cutting cycle established for the forest. So the abundance, basal area, volume and diameter distribution of *Hymenaea parvifolia* Huber and *Hymenolobium excelsum* Ducke, considered species threatened with extinction and which were harvested for timber at Embrapa Amazônia Oriental's experimental sites at Km 114 and Km 67 of BR 163 in the Tapajos National Forest, municipality of Belterra, Pará were studied. Data from 100% inventories from Km 114 (from 1981 one year before logging and in 2014 32 years after logging) and from Km 67 (in 1975 four years before logging and in 2009 30 years after logging) were evaluated. Diameter distribution of abundance, basal area and volume were compared between the two inventories of each site. The period of 30 years after logging was not sufficient for *Hymenaea parvifolia* to recover pre-logging tree number, basal area or volume in both sites, due to the high logging intensity applied. The species has volume available for harvest at Km 67 however it does not have a growing stock that could ensure new harvests in the near future needing special attention to management of the population. At Km 114, the species showed a stock to support the second harvest, but we recommend its harvest after recovering its pre-logging population structure. The high logging intensity meant that *Hymenolobium excelsum* did not recover pre-logging tree number at both sites in the 30 years however the species showed growing stock that could guarantee its future logging, following current legislation, but we also recommend its harvest after recovering its pre-logging population structure.

key words: Diametric structure, Tree volume, Cutting cycle, *Hymenaea parvifolia*, *Hymenolobium excelsum*, Forest management.

1. INTRODUÇÃO

A prática de manejo florestal sustentável concilia a utilização econômica dos recursos naturais com a conservação dos ecossistemas, em benefício da sociedade. Assim, o silvicultor deve considerar os efeitos que o sistema silvicultural terá sobre a biodiversidade, uma vez que os sistemas são fundamentados na remoção seletiva de certas espécies. Populações viáveis de todas as espécies devem ser mantidas, procurando sempre garantir a conservação da biodiversidade (HIGMAN et al. 2015).

Os benefícios das florestas manejadas de forma sustentável são reconhecidos pela sociedade, governos e mercados. O manejo florestal é incorporado em estratégias de conservação que promovem a proteção da biodiversidade, mitigação das alterações climáticas, o abastecimento de madeira e geração de renda no meio rural (PUTZ et al., 2012).

Apesar dos benefícios citados, Braz et al. (2012a) afirmam que os planos de manejo, como atualmente preconizados, não são sustentáveis, pois não consideram o crescimento real das espécies individualmente. Segundo Braz et al. (2012b), os volumes determinados para extração são arbitrários, e o conceito de manejo de florestas não é assegurado nos planos de manejo. Para garantir a sustentabilidade dos planos é indispensável existir previsão do percentual de volume extraído por espécie que poderá ser recuperado no período de tempo definido pelo ciclo de corte.

A recuperação da floresta, assim como a recuperação das populações das espécies exploradas, no ciclo de corte considerado, não deve ser avaliada somente pelas informações do incremento. É necessário também considerar cuidadosamente a distribuição diamétrica das árvores remanescentes (BRAZ et al., 2012b). Lima e Leão (2013) consideram que a análise do comportamento dos diferentes táxons em cada classe diamétrica subsidia a escolha do sistema silvicultural, incluindo a intensidade de exploração, e os métodos silviculturais a serem adotados, de maneira que a floresta seja manejada corretamente. Os autores acrescentam ainda que o conhecimento da estrutura e das taxas de crescimento é a base para o seu manejo.

Com a finalidade de auxiliar a conservação das espécies consideradas ameaçadas, foram estabelecidas pelo Ministério do Meio Ambiente normas específicas para o seu manejo. A portaria 443, de 17 de dezembro de 2014 (MMA, 2014), reconhece e apresenta a “Lista Nacional Oficial de espécies da flora brasileira Ameaçadas de Extinção” e estabelece a proibição de coleta, corte, transporte, manejo, beneficiamento e comercialização de espécies classificadas nas categorias Criticamente em Perigo (CR), Em Perigo (EM) e Vulneráveis (VU). A Instrução Normativa nº 1 de fevereiro de 2015 (MMA, 2015) estabelece limite de colheita para as espécies classificadas na categoria Vulnerável-VU.

O manejo das populações ameaçadas deve ser utilizado como uma estratégia de conservação, assim, é fundamental conhecer o comportamento das espécies em relação à exploração e à taxa de recuperação do seu estoque, dentro do ciclo de corte estabelecido para a floresta. Com o monitoramento da dinâmica das espécies exploradas, é possível constatar o seu status e assim tomar decisões de conservação, impedindo sua extinção na área e garantindo o manejo de sua população. A adoção de tratamentos silviculturais pode ser benéfica, estimulando o crescimento e a regeneração por meio da abertura do dossel.

A questão abordada na presente pesquisa é: as espécies consideradas ameaçadas de extinção devem ter a colheita de madeira limitada, segundo a Instrução Normativa nº 1 de 12 de fevereiro de 2015, para evitar a extinção local? Para responder a essa questão foram utilizados dados de dinâmica e da estrutura de populações de duas espécies ameaçadas de extinção que foram exploradas há mais de 30 anos em duas áreas experimentais. A seguinte hipótese foi testada: a exploração florestal quando executada com base em um bom planejamento e utilizando técnicas de impacto reduzido altera a estrutura das populações das espécies exploradas, porém evita a extinção local e permite a recuperação do estoque colhido. Para testar a hipótese foram avaliadas as alterações ocorridas, em 30 anos de dinâmica, na área basal, no volume e na distribuição diamétrica das populações das espécies *Hymenaea parvifolia* Huber e *Hymenolobium excelsum* Ducke, ambas classificadas na categoria de Espécie Vulnerável na lista oficial de espécies ameaçadas de extinção, e que tiveram indivíduos colhidos em duas áreas de manejo na Floresta Nacional do Tapajós.

2. MATERIAL E METODOS

2.1. Área de estudo

A pesquisa foi realizada em duas áreas experimentais administradas pela Embrapa Amazônia Oriental, na Floresta Nacional do Tapajós. As descrições das áreas encontram-se no Capítulo 1.

2.2. Coleta de dados

Os dados utilizados neste capítulo são provenientes dos inventários realizados a 100% de intensidade das árvores com DAP \geq 45 cm, nas áreas experimentais do Km 114 e Km 67 (Tabela 3.1). A coleta de dados foi descrita no Capítulo 1.

Tabela 3.1- Espécies selecionadas para o estudo do estoque de crescimento em cada área experimental da Embrapa Amazônia Oriental

Local	Inventário 100%	
	Espécie	Área
Km 114	<i>Hymenaea parvifolia</i>	144 ha
	<i>Hymenolobium excelsum</i>	
Km 67	<i>Hymenaea parvifolia</i>	64 ha
	<i>Hymenolobium excelsum</i>	

2.3. Análise de dados

A avaliação da estrutura da população das espécies ameaçadas foi feita por meio da análise da área basal ($m^2 ha^{-1}$), do volume ($m^3 ha^{-1}$), do número de indivíduos por hectare ($N ha^{-1}$) e da distribuição diamétrica das árvores $DAP \geq 45$ cm. Foi considerado intervalo de 10 cm entre as classes. As mesmas classes diamétricas foram utilizadas para analisar a distribuição do volume. No Km 114 o volume foi calculado utilizando a equação: $V = G \times H \times F$, onde: V é o volume em $m^3 ha^{-1}$; G é a área basal; H é a altura comercial do fuste e F é o fator de forma que na presente pesquisa considerou-se igual a 0,7 (HEINSDIJK; BASTOS,1963). Devido à falta de informações sobre o fator de forma de cada uma das espécies, utilizou-se o fator de forma geral, representado pela constante 0,7. A área basal (G) em 1981 foi estimada com dados das parcelas permanentes, pois não foi possível recuperar as informações do inventário 100%. Na área experimental do Km 67 o volume foi calculado utilizando a equação de volume desenvolvida para a área: $\ln V = -7,81370 + 2,20385 \times \ln d$, onde: V é o volume, d é o DAP e ln é o logaritmo natural de base e (SILVA et al., 1984).

A análise estatística foi feita utilizando o teste t de Student para amostras pareadas, a 5% de probabilidade, relacionando o ano antes da exploração com o ano após a exploração para os parâmetros abundância, área basal e volume. Para utilização do teste t foi realizado o teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov a 5% de probabilidade e observada a existência de heterocedasticidade dos dados. Nos casos de comprovada a não normalidade dos dados e a heterocedasticidade, foi utilizado o teste não paramétrico de Mann-Whitney a 5% de probabilidade.

As comparações entre as distribuições diamétricas do número de árvores e de volume nos dois inventários realizados a 100% de intensidade, em cada área e para cada espécie, foram realizadas por meio do teste de Kolmogorov-Smirnov com nível de significância de 0,05.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. *Hymenaea parvifolia* Huber

Aos 32 anos após a exploração, na área experimental do Km 114, *Hymenaea parvifolia* não conseguiu recuperar a abundância, área basal e volume originais (Tabela 3.2), pois o crescimento dos indivíduos remanescentes foi insuficiente para permitir a recuperação dentro do período estabelecido como ciclo de corte da floresta, que de acordo com a Legislação Brasileira é de 35 anos (MMA, 2006).

A legislação atual permite a exploração das espécies ameaçadas classificadas na categoria “Vulnerável”, no entanto, exige a manutenção de, pelo menos, 15% do número de árvores por espécie na área efetiva de exploração da Unidade de Produção Anual, respeitando o limite mínimo de manutenção de 4 árvores por espécie a cada 100 ha (MMA, 2015). Embora a recuperação de *H. parvifolia* em volume seja de apenas 23%, em número de indivíduos (N) ela chega a 52% (Tabela 3.2), correspondendo a 17 árvores em cada 100 ha. Se na legislação o limite mínimo para manutenção é de 4 árvores em 100 ha, então na área de estudo, a espécie tem baixo risco de ser extinta, pois está recuperando seu estoque de forma gradativa, além de não ser considerada uma espécie rara, de acordo com a IN 05 de 2006 (MMA, 2006), assim a mesma poderia ser explorada em um próximo corte. No entanto, seria prudente esperar maior recuperação do estoque para realizar uma nova exploração e, assim, não causar prejuízo ao estado de conservação da espécie.

No Km 67, *H. parvifolia* não recuperou a abundância, nem a área basal e nem o volume, no entanto, chegou a números próximos aos encontrados antes da exploração (Tabela 3.2). Por exemplo, em relação ao volume falta $0,037 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ para recuperar o estoque, ou seja, 26% do volume colhido na área que foi $0,142 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ (COSTA FILHO; COSTA; AGUIAR, 1980). Os autores observaram que na área do Km 67 foi colhido 0,031 indivíduo de *H. parvifolia* por hectare, reduzindo a abundância para 0,078 indivíduo por hectare, permanecendo assim até 2009, pois não houve mortes e nem ingressos durante o período (Tabela 3.2).

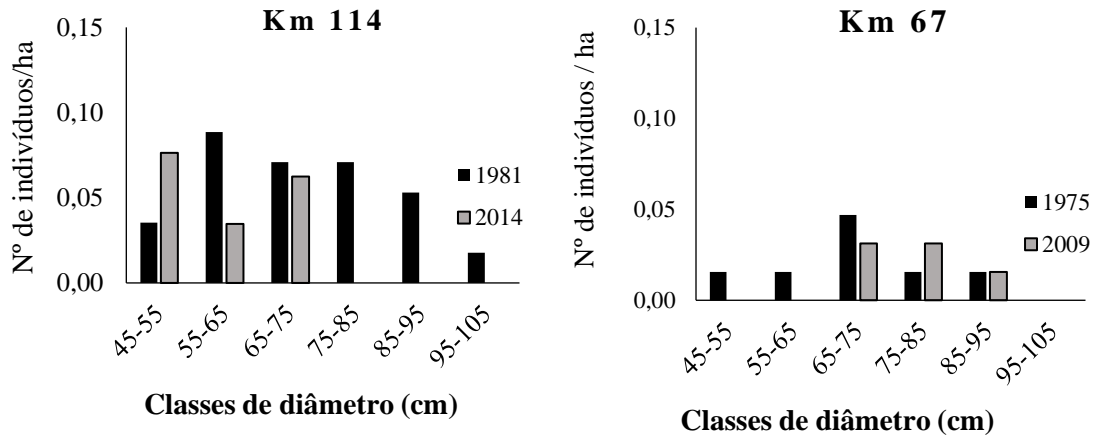
Tabela 3.2– Número total de árvores (N), abundância (N ha⁻¹), área basal (m² ha⁻¹) e volume (m³ ha⁻¹) de *Hymenaea parvifolia* Huber em inventários realizados a 100% de intensidade, dos indivíduos com DAP ≥ 45 cm, nas áreas experimentais do Km 114 e do Km 67 na Floresta Nacional do Tapajós.

Áreas	Anos	Número total (N)	Abundância (N ha ⁻¹)	Área basal (m ² ha ⁻¹)	Volume (m ³ ha ⁻¹)
Km 114	1981	48	0,336	0,070*	2,227
	2014	25	0,174	0,047	0,506
	P-valor	-	0,155 ⁽²⁾	0,582 ⁽²⁾	0,010 ⁽¹⁾
	% de recuperação	52	52	67	23
Km 67	1975	7	0,109	0,042	0,514
	2009	5	0,078	0,038	0,477
	P-valor	-	0,524 ⁽²⁾	0,862 ⁽²⁾	0,889 ⁽²⁾
	% de recuperação	71	72	91	93

* área basal estimada a partir de parcelas permanentes; (1) Teste t - significativa a 5%; (2) Teste t – não significativo 5%

A estrutura diamétrica da espécie no Km 114 foi modificada pela exploração e aos 32 anos após a colheita da madeira a distribuição não voltou a se assemelhar àquela que existia antes da exploração (Figura 3.1). Estatisticamente, existe diferença significativa entre as distribuições diamétricas das árvores nos inventários de 1981 (antes da exploração) e 2014 (32 anos após a exploração), considerando um nível de significância de 5%. Esse resultado está de acordo com a afirmativa de Orellana et al. (2014), de que as características ecológicas das espécies influenciam na distribuição diamétrica, e que as técnicas de manejo aplicadas à população podem descaracterizá-la. Embora até os 32 anos após a exploração a espécie não tenha atingido uma estrutura diamétrica semelhante à original, o seu estoque de madeira atual poderá compor a próxima colheita. Porém, sugere-se que a espécie não seja colhida no segundo corte na área. Cortes futuros precisam ser estimados.

Figura 3.1 - Distribuição diamétrica do número de árvores de *Hymenaea parvifolia* Huber nos inventários realizados a 100% de intensidade na área experimental do km 114 e do Km 67 na Floresta Nacional do Tapajós.

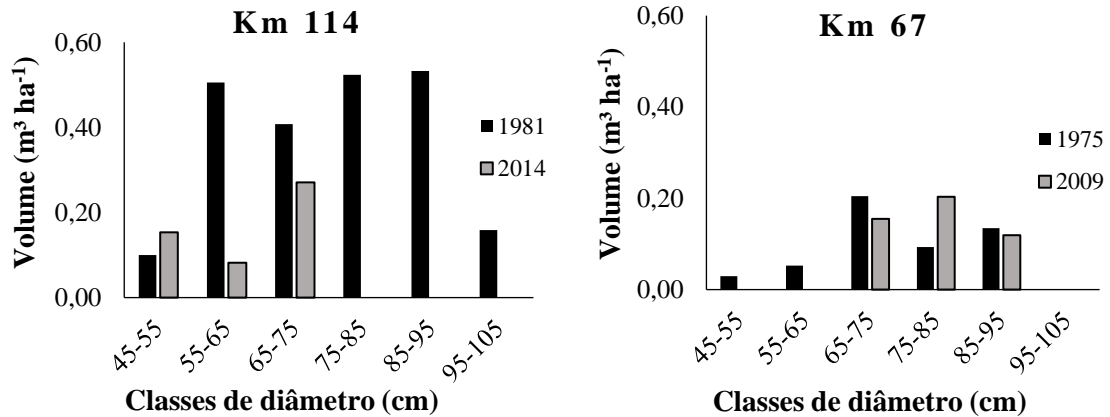


No Km 67, a distribuição diamétrica das árvores de *H. parvifolia* foi modificada com a exploração e não recuperou sua forma inicial, pois ainda faltam indivíduos nas duas primeiras classes de diâmetro (Figura 3.1). Entretanto, não existe diferença significativa entre as abundâncias de 1975 e de 2009, considerando um nível de significância de 5%.

Os tratamentos silviculturais diminuem a competição e estimulam o crescimento e a regeneração das espécies comerciais (PARIONA; FREDERICKSEN; LICONA, et al., 2003; SCHWARTZ et al. 2012), assim, a aplicação de tratamentos na área de estudo poderia ser realizada para testar a resposta da vegetação, considerando que para a exploração florestal a resposta não foi significativa.

Há uma significativa diferença entre os estoques de volume da área do Km 114 entre o ano de 1981 (antes da exploração) e 2014 (32 anos após a exploração), a um nível de significância de 5% (Figura 3.2). Mas, apesar de a espécie não ter recuperado o seu volume original, é de se esperar que em longo prazo isso ocorra, pois observa-se que na classe de diâmetro 45-55 cm o número de árvores registrado em 2014 foi maior que em 1981, e na classe 65-75 cm falta $0,137 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ para atingir o volume de 1981, antes da exploração. Baixas taxas de recuperação do volume colhido, semelhantes às registradas na presente pesquisa, foram observadas por Brienen e Zuidema (2007), estudando projeções de crescimento de três espécies arbóreas na Amazônia boliviana. Dauber, Fredericksen e Peña-Claros (2005), também destacaram baixa taxa de recuperação do volume das espécies exploradas, também na Bolívia, onde em 20 anos a recuperação dos estoques foi de apenas 4 a 28% do volume original.

Figura 3.2 - Volume de *Hymenaea parvifolia* Huber obtidos nos inventários a 100% de intensidade realizados na área experimental do Km 114 e Km 67 na Floresta Nacional do Tapajós.



Na área do Km 67 não houve diferença significativa ao nível de 5% entre as distribuições de volume dos inventários de 1975 e 2009. Não ocorreram indivíduos com diâmetro entre 45 cm e 65 cm em 2009, porém o alto volume registrado nas classes maiores, principalmente na classe de 75-85 cm nesse ano, superando o volume de 1975, possibilitou a semelhança entre os estoques em volume obtidos nos dois inventários (Figura 3.2).

A recuperação do volume de *H. parvifolia* ocorreu diferente nas duas áreas de pesquisa no período estudado. No km 114 ocorreram ingressos, porém a recuperação foi inferior à registrada no Km 67, onde a menor intensidade de exploração pode ter resultado em recuperação mais rápida.

3.2. *Hymenolobium excelsum* Ducke

Na área experimental do Km 114, *H. excelsum* não recuperou sua abundância, área basal e volume no período de 32 anos (1981-2014). A abundância e o volume são muito inferiores aos registrados no ano de 1981, antes da exploração (Tabela 3.3). Da mesma forma, no km 67, *H. excelsum* não recuperou sua abundância, área basal e volume em 34 anos (1975-2009). Esses parâmetros foram muito inferiores aos obtidos em 1975 (Tabela 3.3). Segundo Reis et al. (2010), o ciclo de corte de 30 a 35 anos é viável para o Km 67, desde que sejam colhidas madeiras de espécies diferentes daquelas colhidas na primeira exploração. Os autores realçam que a intensidade de exploração de 72,5 m³ ha⁻¹ contribuiu para a não recuperação do estoque das espécies exploradas.

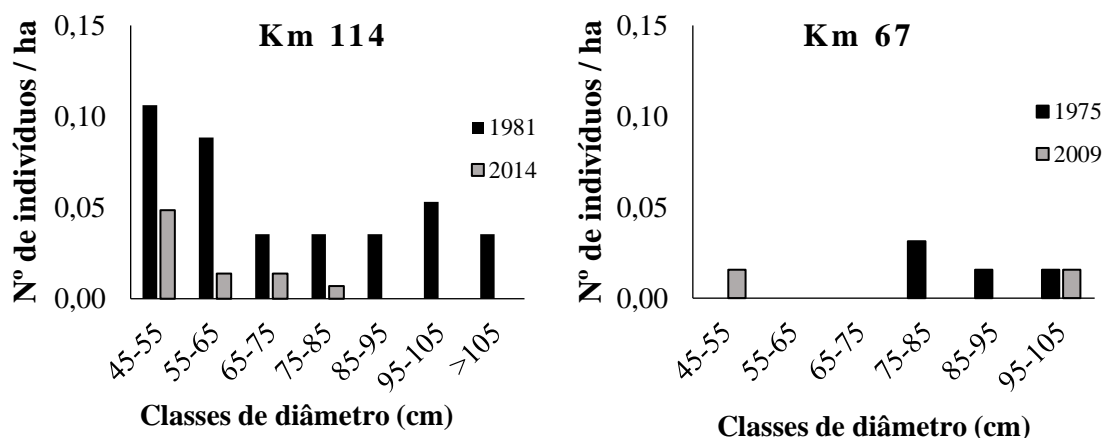
Tabela 3.3- Número total de árvores (N), abundância (N ha⁻¹), área basal (m² ha⁻¹) e volume (m³ ha⁻¹) de *Hymenolobium excelsum* Ducke em inventários realizados a 100% de intensidade, dos indivíduos com DAP ≥ 45 cm, nas áreas experimentais do Km 114 e do Km 67 na Floresta Nacional do Tapajós.

Áreas	Anos	Número total (N)	Abundância (N ha ⁻¹)	Área basal (m ² ha ⁻¹)	Volume (m ³ ha ⁻¹)
Km 114	1981	56	0,389	0,047*	2,567
	2014	12	0,083	0,022	0,252
	P-valor	-	0,007 ⁽¹⁾	0,343 ⁽²⁾	≤0,001 ⁽³⁾
	% de recuperação	21	21,3	46,8	9,8
Km 67	1975	4	0,063	0,037	0,475
	2009	2	0,031	0,014	0,174
	P-valor	-	0,418 ⁽⁴⁾	0,282 ⁽⁴⁾	0,280 ⁽⁴⁾
	% de recuperação	50	49,2	37,8	36,6

* Valor estimado a partir de parcelas permanentes; (1) Teste de Mann-Whitney – significativa a 5%; (2) Teste de Mann-Whitney – não significativo 5%; (3) Teste t - significativa a 5%; (4) Teste t – não significativo 5%.

Analisando a distribuição diamétrica, observa-se que houve uma grande redução do número de indivíduos em todas as classes (Figura 3.3), porém, apesar dessa redução, a espécie ainda possui um estoque em crescimento que poderá ser colhido no próximo corte e em outras futuras colheitas.

Figura 3.3- Distribuição diamétrica de árvores de *Hymenolobium excelsum* Ducke nos inventários a 100% de intensidade realizados na área experimental do Km 114 e Km 67 na Floresta Nacional do Tapajós.



No Km 67 a distribuição diamétrica de *H. excelsum* foi alterada pela exploração, e a sua população não recuperou a estrutura até 32 anos após a exploração. Antes da exploração, só havia indivíduos nas maiores classes de diâmetro (Figura 3.3). A falta de indivíduos com

diâmetros inferiores a 75 cm em 1975 poderia ser uma justificativa para a espécie não ser explorada, pois a mesma não possuía estoque de crescimento. Porém, a abertura do dossel provocada pela exploração criou um ambiente favorável para o desenvolvimento da espécie, pois aos 30 anos (1979-2009) após a exploração observa-se indivíduos na classe de diâmetro 45-55 cm, demonstrando que a falta de indivíduos nas classes inferiores não é indicativo de uma provável extinção futura da espécie nesta área.

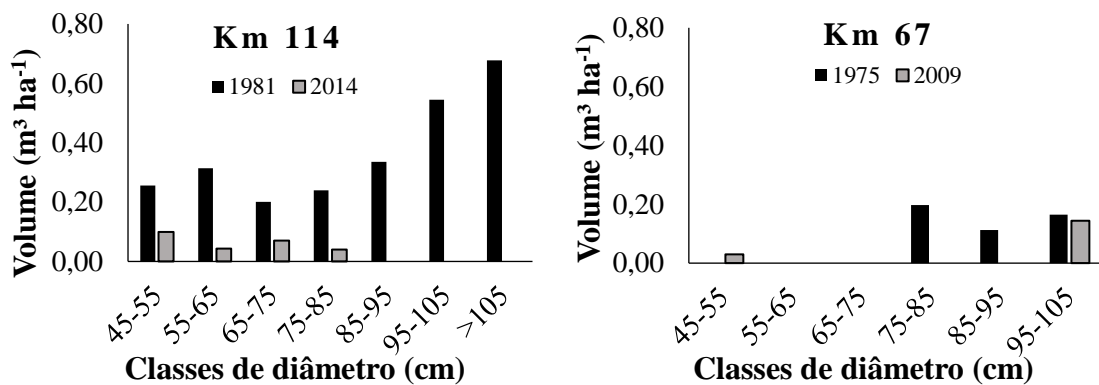
Segundo Schaaf et al. (2006), uma espécie com poucos indivíduos nas primeiras classes, mas com pequena probabilidade de morrer devido à competição, é bem provável que se mantenha na floresta. No entanto, uma espécie com grande parte dos indivíduos sujeitos a morrer, irá necessitar de um grande número de indivíduos nas classes diamétricas inferiores para se manter na comunidade. Apesar da ocorrência de ingresso na classe 45-55 cm, no Km 67, o número de indivíduos na área permite concluir que a população da espécie com $DAP \geq 45$ cm encontra-se em perigo de extinção. Assim, a população poderá desaparecer da área de manejo caso os seus dois únicos representantes morram.

H. excelsum possui característica de tolerante à sombra (LOPES et al., 2001), indicando que não há restrição quanto à sua regeneração natural em termos de radiação solar, ou seja, a regeneração é constante e compensa a mortalidade. Segundo Jardim (2015), tais espécies têm como característica uma distribuição diamétrica contínua e decrescente. Essa distribuição ocorreu no Km 114, entretanto no Km 67, a espécie teve distribuição descontínua, com poucos indivíduos nas primeiras classes de diâmetro em 1975 (Figura 3.3). Isso pode estar relacionado a outros fatores, como produção de sementes, dispersão, predação. Afinal se esses processos não estão sendo eficientes não haverá indivíduos para se desenvolver e chegar às classes superiores de diâmetro, tornando-se necessários estudos sobre a biologia reprodutiva desta espécie na área de estudo.

A distribuição do volume em cada classe de diâmetro no Km 114 (Figura 3.4) confirma o quanto o volume existente em 2014 estava distante do que havia em 1981, antes da exploração. O período de 32 anos após a exploração não foi suficiente para a espécie recuperar seu estoque. Estatisticamente, existe diferença significativa de volume entre os dois inventários analisados, considerando um nível de significância de 5%. Resultados semelhantes foram obtidos na mesma área da presente pesquisa por De Avila et al. (2017), que estudaram a recuperação de estoque do grupo de espécies colhidas em 1982 e concluíram que 30 anos não foram suficientes para o grupo recompor o estoque original, devido à intensidade de exploração ter sido muito alta. Portanto, nessa área, devido ao alto volume de madeira colhido, o ciclo de corte de 35 anos, previsto na legislação, não será suficiente para *H. excelsum* e outras espécies

colhidas recuperarem seu volume. Assim, sugere-se que essas espécies não sejam colhidas no segundo corte, apesar de existir estoque disponível, para que em período mais longo o estoque das árvores em crescimento aumente, disponibilizando mais volume para futuras colheitas.

Figura 3.4 - Volume de *Hymenolobium excelsum* Ducke obtido nos inventários a 100% de intensidade realizados na área experimental do Km 114 e do Km 67 na Floresta Nacional do Tapajós.



No Km 67 falta $0,023 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ (37%) para a população da espécie recuperar a área basal existente antes da exploração e $0,301 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ (36,6%) para recuperar o volume colhido na área, que segundo Costa Filho, Costa e Aguiar (1980), foi de $0,430 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$. Estatisticamente, há diferença significativa entre os estoques de volume de 1975 e 2009, considerando um nível de significância de 5%. Essa diferença é nitidamente perceptível na Figura 3.4, com alto estoque de volume nas classes 75-85 cm e 85-95 cm em 1975 e nenhum volume em 2009 nessas classes.

4. CONCLUSÃO

O período de 30 anos após a exploração florestal não foi suficiente para *Hymenaea parvifolia* recuperar o número de árvores, a área basal e o volume existente antes da exploração, nas duas áreas experimentais avaliadas, considerando a alta intensidade de colheita de madeira. Atualmente a espécie tem volume disponível para colheita, na área do Km 67, porém não possui estoque em crescimento que possa assegurar novas colheitas em futuro próximo, necessitando de atenção especial no manejo de sua população. Na área do Km 114, a espécie possui um

estoque que garante a colheita no segundo corte, porém recomenda-se que sua exploração não ocorra antes de recuperar completamente a estrutura de sua população original.

A alta intensidade de colheita não permitiu que *Hymenolobium excelsum* recuperasse o número de árvores existente antes da exploração nas duas áreas experimentais, no período de 30 anos. A espécie possui estoque em crescimento que garante a sua exploração nos próximos cortes, porém sugere-se que seja colhida após recuperar a estrutura de sua população original.

5. REFERÊNCIAS

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. 2012a.

BRAZ, E.M.; SCHNEIDER, P.R.; MATTOS, P.P.; THAINES, F.; SELLE, G.L.; OLIVEIRA, M.F.; OLIVEIRA, L.C. Manejo da estrutura diamétrica remanescente de florestas tropicais. **Ciência Florestal**, v. 22, n. 4, p.787-794. 2012b.

BRIENEN, R.J.W; ZUIDEMA, P.A. Incorporating persistent tree growth differences increases estimates of tropical timber yield. **Frontiers in Ecology and the Environment**, United States, v. 5, n. 6, p. 302-306. 2007.

COSTA FILHO, P.P.; COSTA, H.B.; AGUIAR, O.R. 1980. Exploração mecanizada na Floresta Tropical Úmida sem babaçu. Embrapa-CPATU, **Circular Técnica** 9, 38p.

DAUBER, E.; FREDERICKSEN, T.S.; PEÑA-CLAROS, M. Sustainability of timber harvesting in Bolivian tropical forests. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 214, p. 294–304. 2005.

DE AVILA, A.L.; SCHWARTZ, G.; RUSCHEL, A.R.; LOPES, J.do C.; SILVA, J.N.M.; CARVALHO, J.O.P.; DORMANN, C.F.; MAZZEI, L.; SOARES, M.H.M.; BAUHUS, J. Recruitment, growth and recovery of commercial tree species over 30 years following logging and thinning in a tropical rain forest. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 385, p. 225-235. 2017.

HEINSDIJK, D.; BASTOS, A.M. 1963. **Inventários florestais na Amazônia**. Rio de Janeiro. Boletim do Setor de Inventários florestais, 6:1-10.

HIGMAN, S.; MAYERS, J.; BASS, S.; JUDD, N.; NUSSHAUM, R. 2015. **Manual do manejo florestal sustentável**. Tradução de Áurea Maria Brandi Nardelli. Viçosa: UFV, 398 p.

JARDIM, F.C.S. Natural regeneration in tropical forests. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 58, n. 1, p. 105-113. 2015.

LIMA, J.P.C.; LEÃO, J.R.A. Dinâmica de Crescimento e Distribuição Diamétrica de Fragmentos de Florestas Nativa e Plantada na Amazônia Sul Ocidental. **Floresta e Ambiente**, v. 20, n. 1, p. 70-79. 2013.

LOPES, J. C. A.; WHITMORE, T. C.; BROWN, N. D.; JENNING, S. B. 2001. Efeito da exploração florestal nas populações de mudas em uma floresta tropical úmida no município de Moju, PA. In: Silva, J. N. M; Carvalho, J. O. P.; Yared, J. A. G. (Eds.). **A silvicultura na Amazônia Oriental**: contribuições do projeto Embrapa/DFID. Belém: Embrapa Amazônia Oriental - DFID, 2001. p. 227-251.

MMA - MNISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Instrução Normativa nº 05, de 11 de dezembro e 2006. **Diário Oficial da União**, 2006, p. 155.

MMA - MNISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Portaria nº 443, de 17 de dezembro de 2014. **Diário Oficial da União**, 110–121, 2014.

MMA - MNISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Instrução Normativa nº 1, de 12 de fevereiro 2014. **Diário Oficial da União**, 2014, p. 67.

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

PARIONA, W.; FREDERICKSEN, T.S.; LICONA, J.C. Natural regeneration and liberation of timber species in logging gaps in two Bolivian tropical forests. **Forest Ecology and Management**, v. 181, p. 313–322. 2003.

PUTZ, F.E.; ZUIDEMA, P.A.; SYNNOTT, T.; PENÃ-CLAROS, M.; PINARD, M.A.; SHEIL, D.; VANCLAY, J.K.; SIST, P.; GOURLET-FLEURY, S.; GRISCOM, B.; PALMER, J.; ZAGT, R. Sustaining conservation values in selectively logged tropical forests: the attained and the attainable. **Conservation Letters**, v. 5, p. 296–303. 2012.

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

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

SCHWARTZ, G.; PEÑA-CLAROS, M.; LOPES, J.C.A.; MOHREN, G.M.J.; KANASHIRO, M. Mid-term effects of reduced-impact logging on the regeneration of seven tree commercial species in the Eastern Amazon. **Forest Ecology and Management**, v. 274, p. 116–125. 2012.

SILVA, J.N.M.; CARVALHO, J.O.P.; LOPES, J.C.A.; CARVALHO, M.S.P. 1984. Equações de volume para a Floresta Nacional do Tapajós. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 8/9, 50-63.

CAPÍTULO 4

DINÂMICA DA REGENERAÇÃO NATURAL DE TRÊS ESPÉCIES DE VALOR COMERCIAL AMEAÇADAS DE EXTINÇÃO EM UMA FLORESTA MANEJADA NA AMAZÔNIA ORIENTAL

RESUMO

A regeneração natural é um processo fundamental em florestas tropicais para que seja garantida a sua renovação e, assim, evitar o processo de extinção de espécies. Neste contexto, avaliou-se a dinâmica da regeneração natural de *Hymenaea parvifolia* Huber, *Hymenolobium excelsum* Ducke e *Vouacapoua americana* Aubl., classificadas como ameaçadas de extinção pela União Internacional de Conservação da Natureza (IUCN). O estudo foi realizado em três áreas experimentais administradas pela Embrapa Amazônia Oriental, sendo duas localizadas na Floresta Nacional do Tapajós (Km 114 e Km 67) e uma no Campo Experimental da Embrapa no município de Moju. A dinâmica foi avaliada por meio da abundância de plantas na área. Os resultados mostraram que a ausência de indivíduos em regeneração natural de *H. parvifolia* e *H. excelsum* na floresta não explorada e a baixa densidade na floresta manejada indicam a dificuldade que essas espécies têm para regenerar e se estabelecer na floresta, o que pode levá-las à extinção na área. São necessários estudos sobre a autoecologia e a silvicultura dessas duas espécies e sobre suas relações com todo o ecossistema florestal onde habitam. A regeneração natural de *V. americana* é abundante na área, garantindo a sua permanência constante, sem correr o risco de extinção, embora seja uma espécie considerada em risco de extinção. Recomenda-se a aplicação de tratamentos silviculturais para favorecer a regeneração natural nas áreas do Km 67 e Km 114. Tanto o plantio quanto a condução da regeneração natural são recomendados para garantir a permanência da população das espécies nas áreas de manejo.

Palavras-chave: *Hymenaea parvifolia*; *Hymenolobium excelsum*; *Vouacapoua americana*; conservação de espécies; conservação da natureza.

**NATURAL REGENERATION DYNAMICS OF TREE COMMERCIAL TIMBER
SPECIES THREATENED BY EXTINCTION IN MANAGED FOREST IN THE
EASTERN AMAZON**

ABSTRACT

Natural regeneration is a fundamental process in tropical forests for guaranteeing its renewal, avoiding the process of species extinction. In this we evaluated the dynamics of natural regeneration of *Hymenaea parvifolia* Huber, *Hymenolobium excelsum* Ducke and *Vouacapoua americana* Aubl., classified as endangered species by the International Union for Conservation of Nature (IUCN). The study was carried out in three experimental areas administered by Embrapa Amazônia Oriental, two of which were located in the Tapajós National Forest (Km 114 and Km 67) and the other at the Embrapa Experimental Field Station in the municipality of Moju, Pará State, Brazil. Dynamics was analyzed considering the abundance of plants in the area. The results showed that the lack of individuals from natural regeneration of *H. parvifolia* and *H. excelsum* in the unlogged forest and the low number of individuals in the managed forest indicated how difficult is to these species to regenerate and get established in the forest, and this would lead to their extinction in the area. Studies on auto-ecology and silviculture of these two species are needed, as well as on their relation to the forest ecosystem where they live. Natural regeneration of *V. americana* is abundant, guaranteeing its constant presence in the area, with no risk of extinction, even though it is considered as an endangered species. The application of silvicultural treatments is recommended to favor the natural regeneration in the Km 67 and Km 114 areas. Both the planting and tending of natural regeneration are recommended to guarantee the conservation of the species population in the management study areas.

key words: *Hymenaea parvifolia*; *Hymenolobium excelsum*; *Vouacapoua americana*; species conservation; nature conservation.

1. INTRODUÇÃO

O aumento contínuo da população e as pressões econômicas resultam no desmatamento e na fragmentação da floresta e para seu controle tem-se estimulado a adoção de tecnologias adequadas como, por exemplo, aquelas que são aplicadas em áreas de manejo florestal sustentável (LEITE; RESENDE, 2010). A viabilidade do manejo sustentável está em garantir um fluxo constante de madeira com potencial comercial (BRAZ; CARNIERI; ARCE, 2004), sem interromper de maneira irreversível os processos de sustentação do ecossistema (HIGMAN et al., 2015).

A regeneração natural é um desses processos de sustentação em florestas tropicais, pois garante a sua renovação. Assim, as alterações nesses ambientes são necessárias para manter a dinâmica da floresta e conservar as espécies que necessitam das clareiras para regenerar. Segundo Jardim (2015), muitos táxons têm poucos ou nenhum indivíduo em regeneração natural, mas isso não é um argumento válido para impedir a exploração, pois se os adultos existem, há um mecanismo de regeneração natural para isso, ou seja, tais espécies dependem da formação de clareiras.

A formação de clareiras gera alterações na floresta, cuja colonização é influenciada pelas respostas ecofisiológicas das espécies na área. O entendimento da dinâmica de clareiras em florestas tropicais é de extrema importância para a restauração da floresta, para o manejo sustentável e para a conservação de remanescentes florestais (MARTINS et al., 2012).

As práticas de manejo sustentável buscam minimizar os impactos negativos da exploração e imitar os processos naturais de abertura de clareiras em florestas, estimulando a regeneração natural de espécies que podem ser consideradas ameaçadas, exatamente pela falta de regeneração. De acordo com Jardim (2015), a análise da regeneração natural é necessária e importante para determinar se esse processo é capaz de garantir que as espécies exploradas irão repor o material colhido, pois o conceito de sustentabilidade está baseado na capacidade de regeneração da floresta.

A análise da regeneração natural permite inferir sobre a dinâmica de comunidades e populações de espécies arbóreas que são fundamentais para o manejo sustentável. No entanto, entender o padrão da regeneração de espécies arbóreas é uma tarefa complexa, pois está relacionada às suas características ecológicas e às condições ambientais (SANTOS et al., 2015). Neste contexto, a presente pesquisa buscou responder à questão: a regeneração natural de três espécies ameaçadas de extinção pode garantir que essas espécies não corram risco de serem extintas em área de manejo florestal sustentável? Testou-se a hipótese de que a abundância da regeneração natural dessas espécies colhidas na área não permite que as mesmas corram o risco

de serem extintas. Assim, avaliou-se as alterações ocorridas, em três áreas experimentais manejadas em diferentes períodos, no número de indivíduos da regeneração natural das populações de *Hymenaea parvifolia* Huber, *Hymenolobium excelsum* Ducke e *Vouacapoua americana* Aubl., classificadas como ameaçadas de extinção (IUCN, 2012).

2. MATERIAL E METODOS

2.1. Área de estudo

A pesquisa foi realizada em três áreas experimentais administradas pela Embrapa Amazônia Oriental, sendo duas localizadas na Floresta Nacional do Tapajós e uma no Campo Experimental da Embrapa no município de Moju-PA. A área de estudo foi descrita no Capítulo 1.

2.2. Coleta de dados

Os dados utilizados neste capítulo são provenientes das parcelas permanentes instaladas nas áreas de estudo para o monitoramento da regeneração natural que considerou as varas, indivíduos com $2,5 < \text{DAP} < 5,0$ cm, e as mudas, indivíduos com altura superior a 30 cm e diâmetro inferior a 2,5 cm (Tabela 4.1). A coleta de dados foi descrita no Capítulo 1.

Tabela 4.1 - Espécies selecionadas para o estudo da regeneração em cada área experimental da Embrapa Amazônia Oriental

Local	Espécie	Área (hectare)	
		Varas	Mudas
Km 114	<i>Hymenaea parvifolia</i>	0,6	0,15
	<i>Hymenolobium excelsum</i>		
Km 67	<i>Hymenaea parvifolia</i>	0,45	0,11
	<i>Hymenolobium excelsum</i>		
Moju	<i>Vouacapoua americana</i>	0,05	0,05

2.3. Análise de dados

A regeneração natural das populações das três espécies foi avaliada por meio da abundância (A), que é determinada pela razão entre o número de indivíduos da espécie em questão (n_i) e a área da amostra geralmente dada em hectares (a) ($A = n_i/a$). Embora as parcelas

no Km 114 tenham sido medidas oito vezes, as parcelas no Km 67 medidas onze vezes e as do Moju 16 vezes, foram escolhidas cinco medições em cada área, ao longo do período monitorado, para serem avaliadas (Tabela 4.2). Foi realizada a estatística descritiva para a regeneração.

Tabela 4.2- Anos de medições nos quais foram coletados e avaliados os dados para o cálculo da abundância da regeneração natural das três espécies, nas três áreas de estudo.

Km 114	Km 67	Moju
1981	1981	1998
1983	1983	1999
1989	1987	2000
1995	1997	2007
2012	2012	2010

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. *Hymenaea parvifolia* Huber

Na Tabela 4.3 é apresentada a abundância dos indivíduos em regeneração natural de *H. parvifolia* nas áreas experimentais do Km 114 e Km 67.

No Km 114 não foi registrada a presença da espécie em regeneração natural antes da exploração (1981). Na categoria de varas, a espécie esteve presente apenas em 1983, com somente um indivíduo na amostra, equivalendo a duas varas por hectare. Na classe de mudas foram registrados 33 indivíduos por hectare, imediatamente após a exploração (1983), que permaneceram na área até sete anos após a exploração (1989), porém não houve mais registro após a aplicação dos tratamentos silviculturais (1995), mas foi novamente encontrada (7 mudas.ha⁻¹) no final do monitoramento (2012).

No Km 67 nenhuma vara foi encontrada em todo o período estudado. Entretanto, a população de mudas foi muito dinâmica, pois foram encontradas 18 mudas por hectare aos quatro anos após a exploração (1983), mas esse número foi reduzido pela metade aos oito anos após a exploração (1987), desaparecendo da amostra em 1997, porém foram registradas novamente nove mudas por hectare no final do período monitorado (2012).

A regeneração natural da espécie no Km 67 foi menor do que no Km 114, sem a presença de varas e com poucas mudas, causando preocupação quanto à sua permanência na

área, mostrando a necessidade de práticas silviculturais baseadas na ecologia da espécie, para estimular a sua regeneração.

Tabela 4.3 - Número de indivíduos (N) e Abundância (A = número de indivíduos ha⁻¹) da regeneração natural (varas e mudas) de *Hymenaea parvifolia* Huber em duas áreas experimentais (Km 114 e Km 67) administradas pela Embrapa Amazônia Oriental, localizadas na Floresta Nacional do Tapajós.

Km 114 (amostra para varas = 0,6 ha; mudas = 0,15 ha)						Km 67 (amostra para varas = 0,45 ha; mudas = 0,11 ha)				
Categoria	Ano	N	A (Ind. ha ⁻¹)	M	S	Ano	N	A (Ind. ha ⁻¹)	M	S
<i>Vara</i>	1981	0	0	0	0	1981	0	0	0	0
<i>Muda</i>		0	0	0	0		1	9	0,05	0,66
<i>Vara</i>	1983	1	2	0,01	0,11	1983	0	0	0	0
<i>Muda</i>		5	33	0,14	0,95		2	18	0,1	0,93
<i>Vara</i>	1989	0	0	0	0	1987	0	0	0	0
<i>Muda</i>		5	33	0,14	0,95		1	9	0,05	0,66
<i>Vara</i>	1995	0	0	0	0	1997	0	0	0	0
<i>Muda</i>		0	0	0	0		0	0	0	0
<i>Vara</i>	2012	0	0	0	0	2012	0	0	0	0
<i>Muda</i>		1	6,7	0,03	0,43		1	9	0,05	0,66

Vara: indivíduos com diâmetro de 2,5 cm a 4,9 cm; Mudas: indivíduos com altura igual ou maior que 30 cm e diâmetro menor que 2,5 cm.

M: média do número de árvores por hectare; S: desvio padrão do número de árvores por hectare.

A ausência, na regeneração natural, de uma determinada espécie, que ocorre na floresta pode ser ocasionada pela deficiência de luminosidade na área. No entanto, de acordo com Silva et al. (2007), *H. parvifolia* apresentaria melhores chances de regeneração sob a cobertura da floresta, tolerando intensidades luminosas reduzidas, porém na presente pesquisa a espécie se encontra com dificuldades de regenerar. No estudo de Oliveira (1997) em uma floresta secundária no município de Belterra, foi observada a presença de indivíduos adultos de *H. parvifolia*, porém não houve regeneração natural. Segundo Rabelo et al. (2000), o fato de algumas espécies não apresentarem regeneração natural pode estar relacionado a diversos fatores como, por exemplo, as ações antrópicas ocorridas na área, baixa abundância de indivíduos adultos e predação, porém são necessários estudos específicos relacionados à fenologia e dispersão de frutos e sementes para melhor conhecer as estratégias de regeneração das espécies.

Na pesquisa de Ngo e Hölscher (2014) foi observado que após a exploração os indivíduos adultos e a regeneração de espécies raras ocorreram na floresta, porém em baixas densidades. Os autores advertem que a exploração tem um efeito adverso sobre a regeneração devido à diminuição do fornecimento de sementes na área. Mostacedo e Fredericksen (1999) afirmam que *H. parvifolia* possui regeneração natural escassa e seus mecanismos para regenerar são pouco compreendidos, dificultando o seu manejo. Comentam ainda que a regeneração bem-sucedida talvez seja o único e mais importante passo no sentido de atingir a sustentabilidade em florestas manejadas.

3.2. *Hymenolobium excelsum* Ducke

Na Tabela 4.4 é apresentada a abundância dos indivíduos em regeneração natural de *H. excelsum* nas áreas experimentais do Km 114 e Km 67.

No Km 114, não havia regeneração natural antes da exploração (1981). Logo após a exploração (1983) foram registradas tanto varas (2 varas.ha⁻¹) como mudas (7 mudas.ha⁻¹), entretanto as mudas morreram antes de 1989 e as varas morreram logo após a aplicação dos tratamentos silviculturais (1995). No final do monitoramento (2012), aos 30 anos após a exploração e 18 anos após a aplicação dos tratamentos silviculturais, foi registrada novamente a presença de mudas (7 mudas.ha⁻¹) na área.

No Km 67, a regeneração natural de *H. excelsum* esteve presente desde 1981, aos dois anos após a exploração (2 varas.ha⁻¹ e 36 mudas.ha⁻¹), mas logo a seguir (1983) não houve mais registro de varas e as mudas foram reduzidas para a metade (18 mudas.ha⁻¹). Mesmo assim, continuaram presentes na área até 28 anos após a exploração, porém no final do monitoramento (2012), aos 33 anos após a exploração, nenhum indivíduo de regeneração natural da espécie foi encontrado na amostra.

Tabela 4.4 - Número de indivíduos (N) e Abundância (A= número de indivíduos ha⁻¹) da regeneração natural (varas e mudas) de *Hymenolobium excelsum* Ducke em duas áreas experimentais (Km 114 e Km 67) administradas pela Embrapa Amazônia Oriental, localizadas na Floresta Nacional do Tapajós

Km 114 (amostra para varas = 0,6 ha; mudas = 0,15 ha)						Km 67 (amostra para varas = 0,45 ha; mudas = 0,11 ha)				
Categoria	Ano	N	A (Ind. ha ⁻¹)	M	S	Ano	N	A (Ind. ha ⁻¹)	M	S
<i>Vara</i>	1981	0	0	0	0	1981	1	2	0,01	0,17
<i>Muda</i>		0	0	0	0		4	36	0,20	1,31
<i>Vara</i>	1983	1	2	0,01	0,11	1983	0	0	0	0
<i>Muda</i>		1	7	0,03	0,43		2	18	0,10	1,33
<i>Vara</i>	1989	1	2	0,01	0,11	1987	0	0	0	0
<i>Muda</i>		0	0	0	0		4	36	0,20	1,62
<i>Vara</i>	1995	0	0	0	0	1997	0	0	0	0
<i>Muda</i>		0	0	0	0		2	18	0,10	0,93
<i>Vara</i>	2012	0	0	0	0	2012	0	0	0	0
<i>Muda</i>		1	7	0,03	0,43		0	0	0	0

Vara: indivíduos com diâmetro de 2,5 cm a 4,9 cm; Mudanças: indivíduos com altura igual ou maior que 30 cm e diâmetro menor que 2,5 cm.

M: média do número de árvores por hectare; S: desvio padrão do número de árvores por hectare.

A densidade das espécies avaliadas (*Hymenaea parvifolia* e *Hymenolobium excelsum*) pode indicar problemas futuros em relação à sua permanência na área, se a sua regeneração não conseguir se estabelecer. A aplicação de tratamentos silviculturais como, por exemplo, corte de cipós (SOUZA et al., 2014), desbaste de liberação de copas para favorecer a regeneração natural (WADSWORTH; ZWEEDE, 2006), condução de mudas de regeneração natural (CARVALHO et al., 2013) e plantio nas clareiras resultantes da exploração florestal (REIS et al., 2014) pode ser uma estratégia para garantir a conservação dessas espécies na área.

Após a exploração as espécies comerciais têm pouca capacidade para se regenerar e a manutenção de 10% dos indivíduos das espécies exploradas com DAP acima de 50 cm, regra estabelecida pela legislação (MMA, 2006), não parece ser suficiente para garantir a regeneração natural dessas espécies (SCHWARTZ et al., 2017). Segundo Schwartz et al. (2013), quando a

regeneração natural de espécies comerciais é insuficiente, o plantio em clareiras é recomendado para melhorar a regeneração, aumentando o número de indivíduos de espécies pouco frequentes. No entanto Schwartz et al. (2017) enfatizaram que o sucesso do plantio visando à conservação de espécies comerciais de baixa densidade requer um suprimento de sementes de alta qualidade, sendo necessário identificar e monitorar grupos geneticamente diversificados de árvores na área de manejo, para efetuar a coleta de sementes. Karsenty e Gourlet-Fleury (2006) sugerem proteger áreas dentro da unidade de manejo para que se possa preservar habitats, para servir de refúgio para animais e ser fonte de sementes.

Na pesquisa de Muñoz et al. (2010) sobre a dinâmica da regeneração natural em clareiras em uma floresta tropical úmida no Peru, dentre as espécies encontradas, foi observado que *H. excelsum* se beneficiou do aumento da radiação solar originada pela abertura de clareiras. Esses resultados foram diferentes dos encontrados na presente pesquisa, onde a exploração não beneficiou a regeneração, não facilitou o seu estabelecimento.

As atividades de manejo florestal sustentável, por serem planejadas e bem executadas, podem-se constituir em estratégia para a conservação dessas espécies (*Hymenaea parvifolia* e *Hymenolobium excelsum*) nas áreas manejadas. O monitoramento de suas populações, tanto adulta como em regeneração natural, possibilita a avaliação e análises de suas características ecológicas e do comportamento silvicultural, assim como das características edafo-climáticas da área, facilitando as tomadas de decisão para evitar o declínio ou o desaparecimento dessas espécies da área. As atividades do manejo florestal sustentável, segundo Gourlet-Fleury et al. (2005), devem garantir, pelo menos, a capacidade de regeneração das espécies exploradas, em curto, médio e longo prazo.

3.3. *Vouacapoua americana* Aubl.

Na Tabela 4.5 é apresentada a abundância dos indivíduos em regeneração natural de *V. americana* na área do Campo Experimental da Embrapa no município do Moju.

A espécie teve regeneração natural abundante durante todo o período monitorado. Na primeira medição (1998), imediatamente após a exploração, foram registrados 427 indivíduos por hectare, sendo 21 varas e 406 mudas. O número de varas aumentou até o ano 2000, portanto três anos após a exploração, para 43 indivíduos por hectare e permaneceu constante até o final do período (2012). O número de mudas aumentou após a exploração, porém aos 10 anos mais tarde (2007) sofreu uma redução de mais de 70% e assim permaneceu até o fim do monitoramento. Entretanto, apesar dessa redução, percebeu-se uma alta dinâmica no número de indivíduos em regeneração natural, mas permanecendo sempre abundante na área. Portanto,

apesar de ser classificada como “em perigo de extinção” pelo MMA (2014), a espécie não corre o risco de ser extinta na área estudada.

Tabela 4.5 - Número de indivíduos (N) e Abundância (A= número de indivíduos ha⁻¹) da regeneração natural (varas e mudas) de *Vouacapoua americana* Aubl. na área do Campo Experimental da Embrapa Amazônia Oriental no município de Moju, estado do Pará.

Categoria	Ano	N	A (Ind. ha⁻¹)	M	S
<i>Vara</i>	1998	1	21	0,18	1,98
<i>Muda</i>		19	406	3,47	17,29
<i>Vara</i>	1999	1	21	0,18	1,98
<i>Muda</i>		25	534	4,57	26,59
<i>Vara</i>	2000	2	43	0,37	2,78
<i>Muda</i>		25	534	4,57	26,59
<i>Vara</i>	2007	2	43	0,37	2,78
<i>Muda</i>		6	128	1,10	4,73
<i>Vara</i>	2010	2	43	0,37	2,78
<i>Muda</i>		7	150	1,28	5,09

Vara: indivíduos com diâmetro de 2,5 cm a 4,9 cm; Mudanças: indivíduos com altura igual ou maior que 30 cm e diâmetro menor que 2,5 cm. Amostra para varas e mudas: 0,047 hectare.

M: média do número de árvores por hectare; S: desvio padrão do número de árvores por hectare.

4. CONCLUSÃO

A ausência de indivíduos em regeneração natural de *Hymenaea parvifolia* e *Hymenolobium excelsum* na floresta não explorada e a baixa densidade na floresta manejada indicam a dificuldade que essas espécies têm para regenerar e se estabelecer na floresta, o que pode levá-las à extinção na área. São necessários estudos sobre a autoecologia e a silvicultura dessas duas espécies e sobre suas relações com todo o ecossistema florestal onde habitam.

A regeneração natural de *Vouacapoua americana* é abundante na área, garantindo a sua permanência constante, sem correr o risco de extinção, embora esteja incluída na lista de espécies ameaçadas na categoria “em perigo” pelo Centro Nacional de Conservação da Flora - CNCflora e na categoria “criticamente em perigo” pela União Internacional para Conservação da Natureza - IUCN.

5. REFERÊNCIAS

- BRAZ, E.M.; CARNIERI, C.; ARCE, J.E. Um modelo otimizador para organização dos compartimentos de exploração em floresta tropical. **Revista Árvore**, v. 28, n. 1, p. 77-83. 2004.
- CARVALHO, J.O.P.; SILVA, J.N.M.; SILVA, M.G.; GOMES, J.M.; TAFFAREL, M.; NOBRE, D.N.V. Mortality of girdled trees and survival of seedlings in canopy gaps after logging in an upland forest in the Brazilian Amazon. **Revista de Ciências Agrárias**, v.56, n.1, p.48-52, 2013.
- GOURLET-FLEURY, S.; CORNU, G.; JÉSEL, S.; DESSARD, H.; JOURGET, J.G.; BLANC, L.; PICARD, N. Using models to predict recovery and assess tree species vulnerability in logged tropical forests: A case study from French Guiana. **Forest Ecology and Management**, v. 209, p. 69–86. 2005.
- HIGMAN, S.; MAYERS, J.; BASS, S.; JUDD, N.; NUSSHAUM, R. 2015. **Manual do manejo florestal sustentável**. Tradução de Áurea Maria Brandi Nardelli. Viçosa: UFV, 398 p.
- IUCN, 2012. **IUCN Red List Categories and Criteria**: Version 3.1. Second edition. Gland, Switzerland and Cambridge, UK: IUCN. iv + 32 pp.
- JARDIM, F.C.S. Natural regeneration in tropical forests. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 58, n. 1, p. 105-113. 2015.
- KARSENTY, A.; GOURLET-FLEURY, S. Assessing Sustainability of Logging Practices in the Congo Basin's Managed Forests: the Issue of Commercial Species Recovery. **Ecology and Society**, v. 11, n. 1. 2006.
- LEITE, F.S.; REZENDE, A.V. Estimativa do volume de madeira partindo do diâmetro da cepa em uma área explorada de floresta amazônica de terra firme. **Ciência Florestal**, v. 20, n. 1, p. 69-79. 2010.
- MARTINS, S.V.; RODRIGUES, R.R.; GANDOLFI, S.; CALEGARI, L. 2012. Sucessão ecológica: Fundamentos e aplicações na restauração de ecossistemas florestais. In: MARTINS, S.V. **Ecologia de florestas tropicais**. 2 ed. Viçosa, Ed. UFV, 371 p.
- MMA - MNISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Portaria nº 443, de 17 de dezembro de 2014. **Diário Oficial da União**, 2014, p. 110–121.
- MMA - MNISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Instrução Normativa nº 05, de 11 de dezembro e 2006. **Diário Oficial da União**, 2006, p. 155.
- MOSTACEDO, B.C.; FREDERICKSEN, T.S Regeneration status of important tropical forest tree species in Bolivia: assessment and recommendations. **Forest Ecology and Management**, 124, p. 263-273. 1999.
- MUÑOZ, W.A.; ESPINOZA, R.T.; ÁGUILA, M.Y.P.; VÁSQUEZ, L.F.Á.; BARDALES, L.A.M.; ARÉVALO, F.R.; GÓMEZ, T.P. Dinámica de la regeneración natural en claros y frecuencia de claros em bosques de varillal húmedo, Loreto, Perú. **Conoc. amaz.** v.1, n. 1, p. 3-12. 2010.

NGO, T.L.; HÖLSCHER, D. The fate of five rare tree species after logging in a tropical limestone forest (Xuan Son National Park, northern Vietnam). **Journal Tropical Conservation Science**, v. 7, n. 2, p. 326-341. 2014.

OLIVEIRA, L.C. de. Dinâmica de crescimento e regeneração natural de uma floresta secundária no Estado do Pará. In: **Ecology and management of tropical secondary forest: Science people and policy**, Turrialba, Costa Rica, 1997. Turrialba: CATIE/IUFRO/CIFOR/WWF/GTZ, 1997. p.69-87.

RABELO, F.G.; ZARIN D.J.; OLIVEIRA, F.A.; JARDIM, F.C.S. Regeneração natural de florestas estuarinas na região do rio Amazonas – Amapá - Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 2, n. 34, p. 129-138. 2000.

REIS, L.P.; CARVALHO, J.O.P.; REIS, P.C.M.; GOMES, J.M.; RUSCHEL, A.R.; SILVA, M.G. Crescimento de mudas de *Parkia gigantocarpa* Ducke em um sistema de enriquecimento em clareiras após a colheita da madeira. **Ciência Florestal**, v.24, n.2, p. 431-436, 2014.

SANTOS, K.F.; FERREIRA, T.S.; HIGUCHI, P.; SILVA, A.C.; VANDRESEN, P.B.; COSTA, A.; SPADA, G.; SCHMITZ, V.; SOUZA, F. Regeneração natural do componente arbóreo após a mortalidade de um maciço de taquara em um fragmento de floresta ombrófila mista em Lages – SC. **Ciência Florestal**, v. 25, n. 1, p. 107-117. 2015.

SCHWARTZ, G.; LOPES, J.C.A.; MOHREN, G.M.J.; PEÑA-CLAROS, M. POST-HARVESTING silvicultural treatments in logging gaps: A comparison between enrichment planting and tending of natural regeneration. **Forest Ecology and Management**, v. 293, p. 57–64. 2013.

SCHWARTZ, G.; FALKOWSKI, V.; PEÑA-CLAROS, M. Natural regeneration of tree species in the Eastern Amazon: Short-term responses after reduced-impact logging. **Forest Ecology and Management**, v. 385, p. 97–103. 2017.

SILVA, B.M.S.; LIMA, J.D.; DANTAS, V.A.V.; MORAES, W.S.; SABONARO, D.Z. Efeito da luz no crescimento de mudas de *Hymenaea parvifolia* Huber. **Revista Árvore**, v. 31, n. 6, p. 1019-1026. 2007.

SOUZA, D.V.; CARVALHO, J.O.P.; MENDES, F.S.; MELO, L.O.; SILVA, J.N.M.; JARDIM, F.C.S. Growth of *Manilkara huberi* and *Manilkara paraensis* after logging and silvicultural treatments in the municipality of Paragominas, Pará, Brazil. **Floresta**, v.44, n.3, p. 485-496, 2014.

WADSWORTH, F.H.; ZWEEDE, J.C. Liberation: acceptable production of tropical forest timber. **Forest Ecology and Management**, v.233, p. 45-51, 2006.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa propôs como objetivo geral analisar a dinâmica das populações de *Hymenaea parvifolia*, *Hymenolobium excelsum* e *Vouacapoua americana*, classificadas como ameaçadas de extinção, após a exploração de impacto reduzido. Assim, a pesquisa respondeu à questão: a exploração de impacto reduzido interfere de forma negativa na conservação das espécies ameaçadas de extinção? Após a avaliação realizada sobre o efeito da exploração na dinâmica das populações das espécies, constatou-se que a mesma não interferiu de forma negativa no estado de conservação da população de *V. americana*, porém *H. parvifolia* e *H. excelsum* não foram beneficiadas pela exploração e correm risco de extinção local na área de manejo.

No segundo capítulo o problema abordado foi: A exploração de impacto reduzido altera a estrutura das populações de espécies ameaçadas, interferindo negativamente no seu estado de conservação? Neste capítulo foi considerada a estrutura horizontal dos indivíduos com DAP acima de 5 cm, a distribuição espacial e a dinâmica de ingresso e mortalidade das espécies. Os resultados comprovaram que as alterações causadas pela exploração florestal de impacto reduzido sobre a estrutura e distribuição espacial dos indivíduos das populações de *Hymenaea parvifolia*, *Hymenolobium excelsum* e *Vouacapoua americana* não foram significativas. Portanto, a utilização das práticas de manejo sustentável, de acordo com a legislação sobre o manejo de florestas naturais na Amazônia, não interfere na conservação das populações dessas espécies nas áreas estudadas.

No terceiro capítulo a questão abordada foi: As espécies consideradas ameaçadas de extinção devem ter a colheita limitada para evitar a extinção local? Na pesquisa foi verificado que as espécies com baixa densidade de indivíduos devem ter a colheita limitada para garantir a conservação da espécie.

Analisando os indivíduos com DAP acima de 45 cm foi comprovado que o período de 30 anos após a exploração florestal não foi suficiente para *H. parvifolia* recuperar o número de árvores, a área basal e o volume existente antes da exploração, nas duas áreas experimentais avaliadas. A alta intensidade de colheita não permitiu que *H. excelsum* recuperasse o número de árvores existente antes da exploração nas duas áreas experimentais, no período de 30 anos.

No quarto capítulo a questão abordada foi: A regeneração natural de três espécies ameaçadas de extinção pode garantir que essas espécies não corram risco de serem extintas em área de manejo florestal sustentável? Os resultados demonstram que *V. americana* tem regeneração abundante e estará garantida em futuras colheitas. Entretanto, a baixa densidade de

H. parvifolia e *H. excelsum* na regeneração pode prejudicar o estado de conservação das espécies podendo levá-las a extinção no local de estudo.

Apesar de *V. americana* estar incluída na lista de espécies ameaçadas do Centro Nacional de Conservação da Flora-CNCflora, pertencendo a categoria de “em perigo”, e da União Internacional de Conservação da Natureza–IUCN, pertencendo a categoria de “criticamente em perigo”, na área de estudo a espécie não corre risco de ser extinta. No caso, da *V. americana* a exploração de impacto reduzido não atua como destruidor de habitat levando as populações a um declínio e conseqüente futura extinção. No entanto, a baixa densidade de *H. parvifolia* e *H. excelsum* principalmente na regeneração, pode prejudicar o estado de conservação dessas duas espécies, sendo indispensável um maior cuidado no seu manejo.

RECOMENDAÇÕES

Nas áreas do Km 114 e Km 67 recomenda-se a aplicação de tratamentos silviculturais para estimular o recrutamento dos indivíduos das espécies estudadas. O plantio e a condução da regeneração natural devem ser utilizados para garantir a permanência da população das espécies na área de manejo. Tratamentos para a população adulta também são necessários, para acelerar a recuperação das espécies exploradas e aumentar a densidade dos indivíduos na área.

Estudos de viabilidade econômica sobre plantio e condução da regeneração natural devem ser conduzidos a fim verificar a sustentabilidade econômica do manejo. Pesquisas sobre a biologia reprodutiva das espécies são fundamentais para esclarecer sobre seus comportamentos, principalmente suas estratégias de regeneração. Tais informações permitem adotar medidas cada vez mais eficientes na conservação das espécies.