

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS

Programa Multi-Institucional de Pós-Graduação em

Biotecnologia - PPGBIOTEC

**Análise dos aspectos socioeconômicos, fito-demográficos, genéticos
e físico-químicos da extração do óleo-resina de *Copaifera
reticulata* em duas comunidades da FLONA do Tapajós, Pará**

EDERLY SANTOS SILVA

Manaus-Am, 2011

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
Programa Multi-Institucional de Pós-Graduação em
Biotecnologia – PPGBIOTEC

Ederly Santos Silva

Análise dos aspectos socioeconômicos, fito-demográficos, genéticos e físico-químicos da extração do óleo-resina de *Copaifera reticulata* em duas comunidades da FLONA do Tapajós, Pará

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Biotecnologia/ Universidade Federal do Amazonas, como parte dos requisitos para o título de Doutora em Biotecnologia, área de concentração: Agroflorestal.

Orientador: Dr.Charles Roland Clement

Co-orientadores: Dr. Valdir Florêncio Veiga Junior e Dra. Doriane Picanço Rodrigues

Ederly Santos Silva

Análise dos aspectos socioeconômicos, fito-demográficos, genéticos e físico-químicos da extração do óleo-resina de *Copaifera reticulata* em duas comunidades da FLONA do Tapajós, Pará

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Biotecnologia/ Universidade Federal do Amazonas, como parte dos requisitos para o título de Doutora em Biotecnologia, área de concentração: Agroflorestal.

Aprovada em 01 de agosto de 2011.

BANCA EXAMINADORA

Dr. Charles Roland Clement
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA

Dr. Alfredo Kingo Oyama Homma
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA - PA

Dra. Nelcimar Reis Sousa
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA - AM

Dr. Gil Vieira
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA

Dr. Paulo de Tarso Barbosa Sampaio
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia- INPA

A Deus com todo amor e reconhecimento; à minha família que sempre me apoiou, em especial a minha mãe Sebastiana da Silva e meu pai Evilásio Santos Silva, por todo o apoio que deram-me, pelo amor que tem a mim e pelo que ainda não exitarão de fazer para que eu seja feliz. Dedico também a Erick Bruno Sousa e André Ferreira de Sousa, pelas compreensões ao longo desta jornada. Amo muito todos vocês.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

- ✓ A Deus por não deixar-me desanimar, permitindo assim que supera-se as grandes dificuldades surgidas, ao longo deste caminho percorrido.
- ✓ Ao meu orientador Dr. Charles R. Clement (INPA), pela compreensão, paciência, e acima de tudo pela confiança que depositou em mim na elaboração deste estudo.
- ✓ Aos meus Co-orientadores Dra. Doriane Picanço Rodrigues (UFAM) e Dr. Valdir F. Veiga Junior (UFAM) pelas valorosas sugestões.
- ✓ A meus pais Evilásio Santos Silva e Sebastiana da Silva pela compreensão de minha ausência.
- ✓ Ao Dr. Luis Antônio de Oliveira (INPA) por ajudar-me a escrever o projeto inicial para ingresso no doutorado.
- ✓ Ao Dr. Paulo de Tarso Sampaio (INPA), Dr. Gil Vieira (INPA) e Dra. Nelcimar Reis Sousa (EMBRAPA-Manaus) pela avaliação e valiosas contribuições na aula de qualificação que só enriqueceram este estudo.
- ✓ Ao Dr. Spartacus A. Filho, Dr. José O. Pereira e Dr. Edmar V. de Andrade, pelos valorosos auxílios e sugestões em momentos difíceis das quais foram importantes para várias superações.
- ✓ Agradeço a CAPES-FAPEAM pelo apoio financeiro através da bolsa de estudo.
- ✓ Ao meu filho Erik Bruno S. Sousa e esposo André Ferreira de Sousa, pela paciência, vocês são valorosos e especiais.
- ✓ Aos amigos do laboratório de Evolução Aplicada por suas valorosas amizades e contribuições, principalmente a amiga Karyne B. Gluck.
- ✓ As amigas do Laboratório de química: Caroline S. Mathias, Milena Campelo e Paula Barbosa pelo empenho e contribuições.
- ✓ A amiga Marcicleide, que não se faz presente, pela sua valorosa contribuição com sugestões.
- ✓ Deixo um especial agradecimento aos extrativistas das comunidades São Domingos e Pedreira, que ajudaram a construir e concluir este trabalho.
- ✓ Ao IBAMA de Santarém-Pa pelas autorizações para as abordagens do estudo na Floresta Nacional do Tapajós, e ao Comitê de Ética da UFAM pela aprovação de parte do estudo com as comunidades.
- ✓ Aos professores e funcionários por todo o auxílio.

Experiência é algo que você não obtém até precisar dela.

Steven Wright

RESUMO

As copaíbas são árvores nativas da região tropical das quais nove espécies podem ser encontradas na Amazônia brasileira. As árvores de copaíba produzem um óleo-resina que é encontrado em canais secretores localizados no tronco das árvores. *Copaifera reticulata* é a espécie predominante na área deste estudo. Foram analisados os aspectos socioeconômicos das Comunidades de Pedreira e São Domingos na Flona do Tapajós, Santarém, Pará, por serem autorizadas a coletar copaíba na Flona, e os aspectos fito-demográficos, genéticos e físicos das populações de copaibeiras disponíveis a estas comunidades, com objetivo de subsidiar futuras ações de manejo de copaíba na Flona. No estudo socioeconômico, realizou-se entrevistas semi-estruturadas com os extratores das comunidades para saber a real situação local quanto a extração do produto. No estudo fito-demográfico, identificou-se a espécie, quantificou-se a densidade dos indivíduos que foram potencialmente produtivos, e mapeou-se as árvores. Marcadores microssatélites desenvolvidos pela Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia serão utilizados para as análises genéticas. Os parâmetros escolhidos para o estudo físico foram a determinação da densidade e viscosidade do óleo-resina por serem relacionados aos usos potenciais, e para o estudo químico foram os índices de refração, acidez, saponificação e éster. O processo de manejo da copaíba apresenta tecnologia simples para a retirada do óleo-resina, mas os extratores apontaram muitas dificuldades em relação ao manejo da espécie. Extrativistas afirmaram que atualmente tem-se menos vantagem na venda do óleo-resina de copaíba do que antigamente, indicando que a situação no passado que os estimulava é bem diferente do quadro atual, necessitando de apoio no processo de comercialização. As densidades dos indivíduos na área de coleta do Km 67 foi 5,5 indivíduos por hectare e no Km 72 foi 6,2 indivíduos por hectare, e 200 indivíduos adultos foram georeferenciados. O maior número de matrizes produtivas encontram-se na classe diamétrica 51-70 cm, totalizando 88 árvores, e o maior diâmetro encontrado foi 120 cm de DAP. A C.

reticulata apresenta um óleo-resina com viscosidade (mPa.s) muito variável e baixa acidez (mg de KOH/g), podendo servir de base para diferenciação de óleos-resina. Com os seis locos microssatélites que transferiram foram observados 78 alelos. A diversidade genética (H_e) variou de 0,59 a 0,85 por locos, considerada alta para a maioria das espécies neotropicais; no entanto, a heterozigosidade observada foi menor que a heterozigosidade esperada pelas proporções do EHW para as áreas de estudo, demonstrando um razoável nível de endogamia ($f = 0,375$ a $0,419$) nas áreas de coleta, provavelmente devido a sua distribuição agrupada. As análises com Structure não identificaram duas populações baseadas nas áreas de coleta, mas sim dois agrupamentos genéticos baseados em conjuntos distintos de alelos. A maior parte da variação genética foi encontrada dentro das áreas de coleta (97%), enquanto encontrou-se uma fraca diferenciação genética entre as áreas ($F_{ST} = 0,030$). Um pouco menos de variação genética foi encontrada dentro dos grupos genéticos (93%), com um aumento correspondente na divergência ($F_{ST} = 0,070$). A não correspondência entre áreas de coleta e agrupamentos genéticos poderia ser devido a eventos históricos desconhecidos, mas, combinada com a alta diversidade encontrada, sugere que a endogamia atual não será um problema para um plano de manejo, embora o isolamento da Flona no futuro poderia contribuir para elevar a endogamia a níveis preocupantes. As informações aqui apresentadas servirão como linha base para comparação futura, orientando melhorias no plano de manejo.

Palavras-Chave: microssatélites, *Copaifera reticulata*, endogamia, viscosidade.

ABSTRACT

ANALYSIS OF THE SOCIOECONOMIC, PHYTODEMOGRAPHIC, GENETIC AND PHYSICAL ASPECTS OF THE EXTRACION OF THE OIL-RESIN OF COPAIFERA RETICULATA IN TWO COMMUNITIES OF THE TAPAJÓS NATIONAL FOREST, PARÁ.

Copaibas are trees that are native to tropics, with nine species found in Brazilian Amazonia. Copaiba trees produce an oil-resin that is found in secretory channels located in the trunks. *Copaifera reticulata* is the predominant species in the Tapajós National Forest. The socioeconomic aspects of the communities of Pedreira and São Domingos, who are authorized to collect copaiba, and the phytodemographic, genetic and physical-chemical aspects of the copaiba populations available to these communities were analyzed, with the objective of subsidizing future actions of copaiba management in the Tapajós Flona. In the socioeconomic study, semi-structured interviews with the communities extractors elucidated the current local situation with respect to the extraction of copaiba. In the phytodemographic study, the species was identified, the density of potentially productive individuals was quantified, and these were mapped. Microsatellite markers developed by Embrapa Genetic Resources and Biotechnology were used for the genetic analyses. The physical-chemical parameters used were density and viscosity of the oil-resin, as these are associated with potential uses and for the chemical study it was the refraction index, acidity, saponificacion and éster. The management of copaiba is technologically simple, but the extractors identified numerous difficulties, including less advantage in the sale of the oil-resin than formerly, showing that the situation in the past that stimulated them is very different from the current situation, especially in the commercialization process. The density of productive trees in the collection area of Km 67 was 5,5 and of Km 72 was 6,2, with 200 adult individuals geo-referenced. The largest number of productive trees was in the diameter class 51-70 cm, totaling 88 trees, and the largest diameter found was 120 cm. To *C. reticulata* it presents an oil-resin with viscosity

(mPa.s) very variable and it lowers acidity (mg of KOH/g), which could serve as a basis for oil-resin differentiation. With the six microsatellite loci that transferred, 78 alleles were observed. The genetic diversity (H_e) varied from 0.59 to 0.85 per locus, considered high for Neotropical tree species; however, the observed heterozygosity was smaller than the expected heterozygosity by the Hardy-Weinberg equilibrium in the collection areas, demonstrating a reasonable level of inbreeding ($f = 0.375$ to 0.419), probably due to a clumped distribution. The analysis with Structure did not identify two populations based on the collection areas, but two genetic groupings based on different combinations of alleles. Most of the genetic variation was found within the collection areas (97%), with weak genetic differentiation among the areas ($F_{st} = 0.030$). A little less genetic variation it was found within the genetic groups (93%), with a corresponding increase in divergence ($F_{st} = 0.070$). The non-correspondence between collection areas and genetic groupings could be due to unknown historical events, but, combined with the high genetic diversity founds, suggests that the current levels of inbreeding won't be a problem for a management plan, although the isolation of the Tapajós Flona in the future could contribute to elevate inbreeding to worrying levels. The information presented here will serve as a baseline for future comparison, guiding improvements in the management plan.

Key-words: microsatellites, *Copaifera reticulata*, inbreeding, viscosity

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Gráfico da comercialização de óleo-resina de copaíba em toneladas por ano.....	21
Figura 2- Abertura no tronco de copaifera com machado.....	23
Figura 3- Extração racional do óleo-resina de copaíba.....	25
Figura 4 - Distribuição geográfica das espécies de <i>Copaifera</i> no Pará.....	27
Figura 5- Gradiente de cor de amostras de óleo-resina de <i>C. multijuga</i>	30

CAPÍTULO 1

Figura 1- Localização das Comunidades de São Domingos e Pedreira na Floresta Nacional do Tapajós, Pará.	43
Figura 2- Distribuição etária nas comunidades pesquisadas.....	46
Figura 3- Pontos amostrados em duas áreas de coletas na Floresta nacional do Tapajós, Pará.....	56
Figura 4- Frequência absoluta das árvores em função das classes de diâmetro (cm) na área de coleta de óleo-resina nos Km 67 e Km 72 na FLONA do Tapajós.....	57
Figura 5- Proporção de árvores produtivas e não produtivas nas áreas de coleta na Flona do Tapajós.....	58

CAPÍTULO 2

Figura 1- Mapa da área de coleta de material genético e óleo-resina de copaíba próximo ao Km 67 e Km 72 da BR-163 (Santarém-Cuiabá), perto das comunidades de São Domingos e Pedreira na flona do Tapajós, Pará.....	70
Figura 2 a e b. A- variações de coloração do óleo-resina de <i>Copaifera reticulata</i> na Floresta Nacional do tapajós, Pará. B- coloração amarelo dourada de <i>Copaifera reticulata</i> na Floresta Nacional do Tapajós, Pará.....	76
Figura 3 a e b. A- Variação da densidade do óleo-resina na área de coleta do Km 67 e Km 72 na Flona do Tapajós-Pá. B- Variação da viscosidade do óleo-resina na área de coleta do Km 67 e Km 72 na Flona do Tapajós-Pá.....	77
Figura 4 a e b. A variação do índice de acidez do óleo-resina de copaíba nas áreas de coleta do Km 67 e Km 72 na floresta Nacional do Tapajós-Pá. B- Variação do índice de acidez do	

óleo-resina de copaíba nas áreas de coleta do Km 67 e Km 72 na Flona do Tapajós-
Pá.....78

Figura 5- Agrupamentos identificados pelo programa STRUCTURE com base em 6 locos
microsatélites de *C. reticulata* (ΔK com 10 simulações) nas áreas de estudo do Km 67 e Km
72 da BR-163, no limite da Flona do Tapajós, Pará.....80

Figura 6- Probabilidade de associação das 136 plantas em dois grupos identificados pelo
programa STRUCTURE ($\Delta K = 2$). As cores representam os grupos como similaridades
alélicas e cada planta (linha vertical) é avaliada em termos da probabilidade de compor um
determinado grupo. A área geográfica 1 é do km 67 e a área geográfica 2 é do km 72, da BR-
163, no limite da Flona do Tapajós, Pará.....81

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Dados de produção e de renda obtida através de projeto não madeireiro em R\$ -
2005.....22

CAPÍTULO 2

Tabela 1- Sequências de 8 pares de iniciadores que amplificaram locos microsatélites (SSR)
em *Copaífera langsdorffi*, com as respectivas amplitudes alélicas em pares de base,
temperaturas de anelamento e número total de alelos por loco quando testados em 96 plantas
de 4 matas de galeria do Distrito Federal (Ciampi, 1999).....74

Tabela 2- Características físicas dos óleos-resina de copaíba (*Copaífera reticulata*) de duas
áreas de coleta na Floresta Nacional do Tapajós, Pará. Os valores são médias \pm desvios padrão
(mínimo-máximo).....77

Tabela 3- Índices de acidez e saponificação dos óleos-resina de copaíba coletados nas duas
áreas de coleta (km 67 e Km 72) na Flona do Tapajós,Pá.....79

Tabela 4- Distribuição da variabilidade genética de *C. reticulata* pela análise de variância
molecular (AMOVA), com base na análise de 6 locos microsatélites, examinando duas
possíveis estruturas identificadas pelo programa STRUCTURE: áreas geográficas e grupos
genéticos, nas áreas do Km 67 e Km 72 da BR-163, no limite da Flona do Tapajós,
Pará.....82

Tabela 5- Índices de diversidade genética baseado em seis locos microsatélites para 136
amostras de *C. reticulata*, examinando dois possíveis agrupamentos de indivíduos na Flona do
Tapajós, Pará: A- áreas geográficas e B- grupos genéticos. *A* – Número de alelos; *H_o* –
Heterozigosidade observada; *H_e* - Heterozigosidade esperada; *f* - coeficiente de endogamia de
Weir & Cockerham (1984).....83

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	10
LISTA DE TABELAS.....	11
INTRODUÇÃO GERAL.....	15
1. REFERENCIAL TEÓRICO.....	19
1.1 Copaíba.....	19
1.2 Os diversos usos do óleo-resina de copaíba	20
1.3 Plano de Manejo.....	23
1.4 Distribuição, habitat e produção de óleo	26
1.5 Características físico-químicas do óleo-resina de copaíba	29
1.6 Variabilidade genética.....	30
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33
2 ANÁLISES DOS ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS E FITO-DEMOGRÁFICOS DA EXTRAÇÃO DO ÓLEO-RESINA DE COPAÍBA NA FLORESTA NACIONAL DO TAPAJÓS, PARÁ	38
RESUMO	38
ABSTRACT	39
2.1 INTRODUÇÃO.....	40
2.2 METODOLOGIA.....	42
2.2.1 Área de estudo.....	42
2.2.2 Autorizações para o estudo.....	44
2.2.3 Aspectos socioeconômicos.....	44
2.2.4 Aspectos fito-demográficos.....	44
2.2.5 Produção do óleo-resina.....	45

2.3- RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
2.3.1 Estrutura social das comunidades	45
2.3.2 Cultivos e outras fontes de renda nas comunidades.....	47
2.3.3 Dificuldades do Projeto Comunitário ProManejo.....	48
2.3.4 Extração, comercialização e processo de manejo.....	50
2.3.5 Crenças que influenciam na produção do óleo-resina.....	53
2.3.6 Produção extrativista.....	54
2.3.7 Fitodemografia e produção de óleo-resina.....	55
2.3.8 Perspectivas futuras nas comunidades.....	59
2.4 CONCLUSÕES	59
2.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60
3 ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DO ÓLEO-RESINA E DA VARIABILIDADE GENÉTICA DE COPAÍBA EM DUAS ÁREAS DE COLETA NA FLORESTA NACIONAL DO TAPAJÓS, PARÁ	63
RESUMO	63
ABSTRACT	65
3.1 INTRODUÇÃO	67
3.2 METODOLOGIA	70
3.2.1 Área de estudo.....	70
3.2.2 Coleta de materiais.....	71
3.2.3 Análise física do óleo-resina.....	71
3.2.4 Determinação dos índices de refração, éster, saponificação e acidez.....	72
3.2.5 Extração do DNA.....	73
3.2.6 Reações em Cadeia de Polimerase (PCR) de microssatélites.....	73
3.2.7 Análises genéticas.....	75

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	75
3.3.1 Cor, densidade e viscosidade.....	75
3.3.2 Determinação do índice de refração, acidez, saponificação e éster.....	78
3.3.3 Transferibilidade dos locos microssatélites.....	79
3.3.4 Análise com Structure.....	80
3.3.5 Determinação da estrutura genética.....	81
3.3.6 Estimativa de diversidade genética	82
3.4 CONCLUSÕES.....	85
3.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	85
4 APÊNDICE	89
Questionário de entrevistas.....	90
Termo de consentimento livre e esclarecido.....	94
Parecer do Comitê de Ética – UFAM.....	99
Autorização SISBIO 1.....	100
Autorização SISBIO 2.....	101
Relatório de ensaios dos índices de acidez, refração, éster e saponificação.....	102

INTRODUÇÃO GERAL

As copaíbas são árvores nativas da região tropical da América Latina e também da África Ocidental. Na América Latina, são encontradas espécies na região que se estende do México ao norte da Argentina. O gênero *Copaifera* possui 72 espécies, sendo 16 encontradas no Brasil (VEIGA JR. e PINTO, 2002). Nove espécies podem ser encontradas na Amazônia brasileira: *Copaifera duckei*, *C.glycyarpa*, *C. guyanensis*, *C. martii*, *C. multijuga*, *C. paupera*, *C. piresii*, *C. pubiflora* e *C. reticulata*. Elas ocupam os mais variados habitats amazônicos, desde florestas de terra firme, às margens inundáveis de cursos d'água, ocorrendo tanto em argissolos como em solos arenosos (MARTINS-DA-SILVA, 2008).

Atribuí-se à copaíba reprodução mista predominantemente alógama (OLIVEIRA *et al.*, 2002), sendo as abelhas o principal agente polinizador e as aves o agente dispersor das sementes (MOTTA JUNIOR, 1990). A época de floração e frutificação não é uniforme entre diferentes regiões ou espécies de copaíba. No Amazonas, a floração e frutificação de *C. multijuga* ocorre de janeiro a abril e de março a agosto, respectivamente (ALENCAR, 1979). Na região do Tapajós, cita que a floração desta mesma espécie ocorre de dezembro a janeiro, com frutificação de janeiro a julho e dispersão em julho (CARVALHO, 1999).

As árvores de copaíba produzem um óleo-resina que é encontrado em canais secretores localizados no tronco (ALENCAR, 1982). O óleo-resina de copaíba é tradicionalmente conhecido como o "antibiótico da mata", fazendo com que a copaíba seja uma das plantas medicinais mais usadas na Amazônia, principalmente como antiinflamatório e cicatrizante. Os comunitários também usam o óleo-resina como combustível para lamparinas. O óleo-resina pode ser utilizado puro (*in natura* ou destilado) ou como componente de diversas fórmulas em cosméticos, como xampus, sabonetes, fixadores de perfumes e para a fabricação de produtos farmacêuticos (SEBRAE, 1995). Medicinalmente é usado por apresentar propriedades

cicatrizantes, antiinflamatórias e antitumorais, sendo este seu maior potencial de mercado (MACIEL, 2002; VEIGA JR. e PINTO, 2002; MACHADO, 2008).

Durante muito tempo a extração de óleos vegetais foi realizada de forma tradicional, empírica, e em pequena escala (MEDEIROS e VIEIRA, 2008). No entanto, a procura por estes produtos, especialmente o óleo-resina de copaíba, cresceu tanto que sua extração ganhou escala comercial (LEITE, 2001). Isto tem gerado preocupações quanto ao manejo adequado das populações de copaibeiras, principalmente porque a extração de óleo-resina é na maioria das vezes realizado de forma predatória. Sendo assim, quando a atividade de extrativismo é mal conduzida na prática, esta atividade torna-se destrutiva (FERREIRA e BRAZ, 2001).

Para Homma (1993) o extrativismo vegetal constitui uma base de desenvolvimento regional relativamente frágil, que se justifica mais pelo nível de pobreza de seus habitantes e do mercado de mão-de-obra marginal. Trata-se de uma economia “moribunda”, cuja tendência é o desaparecimento à medida que os mercados destes produtos forem crescendo. Apesar de muitos estudos não concordarem que o sistema extrativista possa ser uma alternativa viável com relação à socioeconomia e a ecologia (ANDERSON *et al.*, 1994; HOMMA, 1993), os que nele acreditam vem construindo algumas premissas que devem ser consideradas para que haja sustentação desse modelo (ALLEGRETTI, 1994; PETERS, 1996; SHANLEY *et al.*, 1998).

Allegretti (1994) afirma que “As reservas extrativistas são o ponto de partida de um novo modelo para região, que tem como base inicial uma redefinição da política de utilização dos recursos atualmente em exploração, segundo critérios de sustentabilidade. Mantendo a floresta e buscando a diversificação para novas atividades produtivas com produtos florestais não madeireiros, mudando radicalmente o atual sistema de aviação predominante na região onde os produtos extraídos não remuneram o extrator, e agregar valor aos produtos da floresta através de seu processamento pelas populações que os coletam”.

Na Flona (Floresta Nacional) do Tapajós, o IBAMA (Instituto Brasileiro de Meio

Ambiente e Recursos Naturais Renováveis) por intermédio do ProManejo (Projeto de Apoio ao Manejo Sustentável na Amazônia) atuava junto as comunidades extrativistas para implementar a produção de óleo-resina de copaíba em sistema de manejo desde 2002. A ação do ProManejo consistiu na capacitação de extrativistas para extração de óleo-resina com uso de trado coletor, organização da produção, e auxílio nas negociações de comercialização, gerando renda adicional para as famílias, com benefícios social e ambiental. No entanto, o Projeto ProManejo encerrou-se no ano de 2007 e, apesar do investimento e de atividades desenvolvidas, existem diversos problemas relacionados com o manejo do óleo-resina da copaíba, do qual o estudo socioeconômico e demográfico poderá inferir gerando subsídios para melhor inserção do óleo-resina de copaíba no mercado consumidor, sobretudo para melhorar os aspectos de quantidade, qualidade e regularidade do produto.

Do ponto de vista do estudo de variabilidade genética das populações, a fragmentação de populações arbóreas, causa uma diminuição nos tamanhos populacionais, podendo resultar na perda de alelos (YOUNG *et al.*, 1996). A manutenção de populações de espécies arbóreas depende da definição de estratégias adequadas de manejo florestal. Para que essas estratégias sejam efetivas, é fundamental primeiramente entender e quantificar a variabilidade genética dentro e entre as populações de copaiibeiras utilizando marcadores microssatélites, permitindo a identificação de padrões genéticos que serão observados nas populações, os quais podem ser indicativos de níveis naturais esperados para a espécie (WILLIAMS *et al.*, 2003).

Ainda faltam parâmetros efetivos para caracterizar e realizar o controle de qualidade de óleo-resina para se obter certificação. Isto ainda é um dos principais entraves para o registro e exportação de produtos fitoterápicos contendo este tipo de matéria prima. Alguns trabalhos químicos analíticos buscaram a padronização desta matéria prima (TAPPIN *et al.*, 2004; CASCON e GILBERT, 2000). Dentre as propriedades medicinais do óleo-resina de copaíba as mais estudadas são a antiinflamatória e a antitumoral (MACIEL *et al.*, 2002; VEIGA JR. e

PINTO, 2002). Além do uso medicinal, outras aplicações do óleo-resina são descritos na literatura como fixador de perfumes, fabricação de xampus, sabonetes, tintas e vernizes (FERREIRA e BRAZ, 2001; VEIGA JR. e PINTO, 2002).

Algumas espécies de *Copaifera* têm sua composição química descrita na literatura, dentre elas *Copaifera multijuga* Hayne (VEIGA JR. e PINTO, 2002). A maioria dos estudos realizados tem restringido-se somente na caracterização química do óleo-resina. A análise físico-química do óleo-resina de *Copaifera reticulata* é uma etapa importante para a inclusão do plano de manejo, pois em muitos estudos a comercialização do óleo-resina de copaíba não tem considerado suas características físico-químicas para padronizá-lo e frequentemente os óleos de diferentes qualidades são misturados (RIGAMONTE-AZEVEDO, 2004). Neste contexto, a padronização do óleo-resina quanto a sua coloração, viscosidade e densidade visa atender uma possível demanda do mercado.

O conhecimento do manejo dos PFNMs como copaíba está em constante construção, pois existe uma ampla bibliografia sobre a classificação botânica das espécies de copaiibeiras, propriedades químicas, ecologia das espécies, entre outros, mas pouca coisa publicada que reuni estes vários aspectos, o qual foi proposto por este estudo para subsidiar um plano de manejo com qualidade, pois a exploração do óleo-resina de copaíba oferece a possibilidade de conciliar uma exploração de baixo impacto, realizada por comunidades extrativistas, com uma interação entre técnica e conhecimento tradicional (LEITE, 2004). Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi analisar os aspectos socioeconômicos, demográficos, genéticos e físicos da extração do óleo-resina de copaíba em populações naturais, para subsidiar futuras ações de manejo e contribuir para a definição de critérios utilizados por órgãos certificadores do produto, organização de produção contínua de óleo-resina, e classificação do produto extraído. O estudo também possibilitará inferir sobre a influência antrópica nas populações de copaiibeiras, fato que irá gerar novas informações para o plano de manejo dos extrativistas e do IBAMA local.

1- REFERENCIAL TEÓRICO

1.1- Copaíba

O gênero *Copaífera* L. pertence à família Fabaceae (Leguminosae), sub-família Caesalpinioideae (SOUZA, 2005). São nativas dos Neotrópicos e também da África Ocidental, onde são popularmente conhecidas como copaibeiras ou pau d'óleo. As prováveis espécies ou espécie que podem predominar neste estudo são a *Copaífera reticulata* e *Copaífera multijuga*.

As espécies deste gênero são, em geral, árvores com altura de 15 a 40 metros, casca aromática, folhagem densa, flores pequenas, frutos secos, do tipo vagem monospermica e deiscente. As sementes são de cor preta, ovóides com um arilo amarelo rico em lipídeos (FREITAS e OLIVEIRA, 2002). Apresentam no interior do tronco um óleo-resina e em todas as espécies, os canais secretores acham-se na região cortical dos caules, dispostos de modo que se prolongam até o lenho, onde estão em abundância formando bolsas. Os canais de uma zona não tem comunicação com outras e, por isso, os extrativistas retiram o óleo de diversos pontos do tronco da árvore (CÔRREA, 1984).

A época de floração e frutificação não é uniforme entre diferentes regiões ou espécies de copaíba. No Amazonas, a floração e frutificação de *C. multijuga* Hayne ocorrem de janeiro a abril e de março a agosto, respectivamente (ALENCAR, 1979). Na região do Tapajós, a floração desta mesma espécie ocorre de dezembro a janeiro, com frutificação de janeiro a julho e dispersão em julho (MARTINS-DA-SILVA, 2008).

A copaíba é também uma grande fonte de alimentos para os animais silvestres (LEITE, 2004). Segundo Ruiz *et al* (1996), as principais espécies que dispersam as sementes são: papagaio (*Ara severa*), arara (*Ara chloroptera*), tucano (*Ramphastos vitellinus*), jacu (*Penelopejacquacu*), curica (*Amazona ochrocephala*) e nambu (*Crypturellus cirereus*). Já os mamíferos em sua maioria se alimentam das sementes e plântulas, os principais são: cotia (*Dasyprocta* sp.), paca (*Agouti paca*), gogó-de-sola (*Alouatta seniculus*), macaco-da-noite (*Aotus*

sp.), macaco-prego (*Cebus apella*), quatipuru (*Sciurus* sp.), porquinho-do-mato (*Tayassu tajacu*), queixada (*Tayassu pecari*) e veado (*Mazama* sp.). Devido à grande procura destes animais pelas suas frutas, a copaíba é considerada um ótimo local para “espera” (tocaia da caça) por moradores da floresta (LEITE, 2004).

Com base em estudos sobre o sistema de acasalamento, realizados na região de Lavras, MG, com *C. langsdorffii*, atribuí-se à copaíba um sistema de reprodução mista, predominantemente alógama (OLIVEIRA *et al.*, 2002), sendo as abelhas os principais agentes polinizadores e as aves os principais agentes dispersores das sementes (MOTTA JUNIOR, 1990). As espécies que ocorrem na Flona Tapajós não tem sido estudadas, mas é provável que sigam o mesmo padrão.

1. 2- Os diversos usos do óleo-resina de copaíba

No norte do Brasil, o caboclo faz amplo uso do óleo de copaíba. Ele o utiliza como produto medicinal e também como combustível na iluminação caseira. Das pequenas cidades do interior da Amazônia, os óleos-resina de copaíba são transportados para a cidade de Manaus e Belém, de onde são exportados para a Europa e América do Norte ou enviados para Região Sudeste para serem vendidos pelas farmácias que comercializam produtos naturais (VEIGA JR. e PINTO, 2002).

Segundo Souza (2010), existem poucas informações sistematizadas a respeito da comercialização do óleo e produtos derivados de copaíba no mercado internacional e nacional. Dados disponíveis do IBGE indicam que foram exportadas aproximadamente 433 toneladas de óleo de copaíba entre os anos de 1974 e 1979.

Entre os anos de 1997 a 2007, há um aumento da comercialização desse produto, a Região Norte destaca-se como a maior produtora nacional (Figura 1). Em 1997 a produção brasileira ficou em torno de 350 ton., ao longo de dez anos houve um aumento de cerca de 63%, pois em

2007 mais de 550 ton. de óleo-resina foi oficialmente comercializada (SOUZA, 2010).

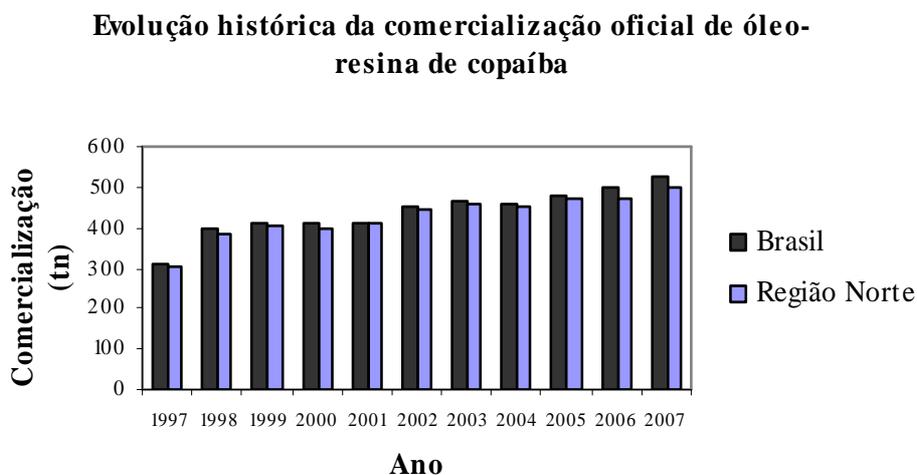


Figura 1: Gráfico da comercialização de óleo-resina de copaíba em toneladas por ano. Fonte (IBGE, 2008).

As estatísticas de mercado mostram que o Brasil e a Venezuela são os maiores produtores e exportadores de óleo-resina de copaíba. Durante o século 19 e 20, os Estados Unidos foi o maior importador; França, Alemanha, Inglaterra e Japão também são importantes mercados (DUKE, 1986; MMA/SCA, 1998).

Nos estudos de Leite (2004), o preço do óleo-resina negociado por extratores diretamente com as empresas variou de R\$ 10,00 a 12,00 por litro de óleo, pago diretamente ao produtor, enquanto que se eles comercializassem o produto diretamente conseguiriam R\$ 3,00 a 5,00 por litro. O produtor recebe cerca de 15% a 30% do valor do produto no comércio varejista, e os comerciantes detêm margens de lucro que variam de 58% a 300% (ROCHA e MASCARENHAS, 2001). Na terra indígena Igarapé Lourdes, a produção anual variou em torno de 800 kg entre os anos de 2006 a 2008 (SOUZA, 2010). Sendo que a produção foi vendida para indústrias farmacêuticas por meio de contratos previamente acordados, segundo os quais cada quilo de óleo-resina foi comercializado a 25 reais (KANINDÉ, 2006).

Quando existia o projeto do ProManejo/IBAMA atuando na Flona do Tapajós ,

apoiando as comunidades no beneficiamento do óleo-resina de copaíba, a renda familiar dos envolvidos na extração era de R\$ 720,00/ano (Tabela 1). Atualmente os extratores das comunidades de São Domingos e Pedreira vendem o litro do óleo-resina a R\$ 20,00 para intermediários.

Tabela 1- Dados da produção e de renda obtida através de Projeto Não Madeireiro em R\$ - 2005.
Fonte: ProManejo/IBAMA, 2006.

PROJETO	QUANTIDADE PRODUZIDA	RENDA GERAL	RENDA FAMÍLIA/ANO	MERCADO	BENEFICIÁRIOS
Apoio ao Beneficiamento					
De Óleos de Copaíba e	800 litros	36.000,00	720,00	Exterior	50 famílias
Andiroba nas Comunidades de					
São Domingos e Pedreira					

Popularmente o óleo-resina é utilizado como antiinflamatório (BRAGA *et al.*, 1998; CASCON e GILBERT, 2000; PINTO *et al.*, 2000), anti-séptico em feridas, eczemas, urticária, antiinflamatório das vias urinárias, em afecções pulmonares (tosses e bronquites, gripes e resfriados), cicatrizante de pequenas irritações do couro cabeludo, antiasmático, expectorante, na pneumonia, sinusite, disenteria, incontinência urinária, cistite e leucorréia (VEIGA JR. e PINTO, 2002). Existem atualmente muitas pesquisas em andamento para confirmar estes usos medicinais, e determinar se alguns podem servir como base para novos medicamentos.

O óleo de copaíba é utilizado também nas indústrias de cosméticos e higiene pessoal, na manufatura de sabonetes, cremes e espumas de banho, xampus, cremes condicionadores, loções hidratantes e capilares (DEL NUNZIO, 1985). Na indústria de perfumes o óleo de copaíba é uma matéria-prima importante por ser um excelente fixador, com notas frescas que combinam muito bem com as tradicionais notas florais (SIMONETTI, 1991). Na indústria de vernizes, o óleo de copaíba é utilizado como secativo, substituindo o óleo de linhaça (VEIGA JR. e PINTO, 2002).

1.3 Plano de Manejo

Os PFNMs (produtos florestais não-madeireiros) são explorados pelas populações nativas como parte da sua subsistência e como complemento da renda familiar. Estes produtos na atualidade têm uma importância significativa, que associam-se não somente a potencialidades medicinais, alimentícias e de autoconsumo das populações tradicionais, mas também a benefícios econômicos especialmente ao nível de comunidades rurais (GARCIA *et al.*, 2002).

A exploração dos produtos florestais não-madeireiros já passou por momentos distintos. Há um tempo atrás, eram parte de uma atividade moribunda, ignorada pela economia de mercado e pela maioria dos brasileiros. Lescure (2000), abordou que os produtos florestais não-madeireiros eram chamados de produtos secundários da floresta, principalmente ao serem comparados com os produtos madeireiros. Abranches (2002) relata ainda que anos atrás esses produtos eram considerados com desinteresse, sendo inclusive chamados “produtos menores da floresta”.

A cadeia comercial dos produtos extrativos tradicionalmente é caracterizada por um grande número de intermediários, dos quais produtos são obtidos ainda nos dias atuais, através de extração predatória com pagamento de baixos valores aos produtores primários. Existem poucas informações técnicas e poucos técnicos que dominem o conhecimento do manejo de produtos florestais não madeireiros (LEITE, 2004).

Para um manejo eficiente deve-se atentar para seis preceitos que convergem para a sustentabilidade ecológica e econômica dada a extração com finalidade comercial de recursos vegetais oriundos das florestas nativas, que são: **1)** seleção de espécies com potencialidades de uso e demanda e mercado, **2)** quantificação do recurso na área a ser explorada (inventário florestal quantitativo), **3)** estudos sobre potencial produtivo do recurso alvo, **4)** averiguação do impacto da extração refletido pelo monitoramento de indivíduos regenerantes das espécies de

interesse, 5) quantificação das condições fitossanitárias das plantas que foram exploradas, 6) eventuais ajustes no modelo adotado dada alguma debilidade encontrada via monitoramentos realizados Peters (1996).

No manejo da copaibeira a extração do óleo dá-se basicamente de três formas, assim classificadas por Leite *et al.* (2001):

Extração tradicional - É a extração realizada através de uma abertura no tronco da árvore realizada com machado, o que praticamente inutiliza a planta e desperdiça grandes quantidades de óleo (Figura 2). A descrição de Le Conte (1927) sobre esse processo resume: *para extração emprega-se um processo grosseiro, que consiste em abrir a árvore com o machado até o seu âmago, e a árvore quando não morre, nunca mais fornece outra coleta de óleo-resina.*



Figura 2- Abertura no tronco de copaifeira com machado
Fonte: Leite, 2004

Extração total - É a obtenção do óleo-resina a partir de grandes derrubadas, onde as árvores são abatidas e abertas para extração total de seu óleo-resina, a madeira é vendida ou simplesmente queimada para dar lugar aos roçados.

Extração racional - É a realizada com a utilização de um trado, com o qual se faz um pequeno orifício no tronco da árvore (Figura 3), buscando atingir o cerne, vedando em seguida o canal de extração.



Figura 3- Extração racional do óleo-resina de copaíba

Alencar (1982) realizou experimento de manejo bem sucedido na Reserva Ducke em Manaus (AM) com a exploração de 82 árvores, tendo sido feitas cinco extrações sucessivas em árvores com DAP maior ou igual a 30 cm. Os intervalos entre as extrações variavam de seis a quatorze meses, período no qual se constatou que esse processo não causa danos à árvore, já que as plantas estudadas continuaram produzindo frutos, folhas e óleo regularmente. Para obtenção do óleo, é inserido ao orifício no tronco um cano com uma mangueira que conduz o óleo a um recipiente. Após a produção, o pedaço de cano é vedado com uma rosca e permanece no tronco para facilitar extração futura (LEITE *et al.*, 2001).

No processo de manejo são selecionadas árvores que tenham no mínimo 1,2 m de CAP (circunferência à altura do peito) e o furo é feito a 1,3 m do solo, com um trado no centro do tronco. Caso não ocorra o escorrimento do óleo-resina, faz-se um novo furo distante 90° do primeiro, fazendo uma perfuração em “cruz” no tronco, sempre vedando a árvore, mesmo quando esta não produz, já que algumas árvores que não produzem óleo num ano, podem produzir no outro. Uma etapa muito importante para o controle e monitoramento do manejo é o mapeamento das copaíbas, feito com o uso de bússola desenvolvido por Alechandre *et al.* (1998).

Souza (2010) no seu estudo em Igarapé Lourdes, recomendou maior atenção com as práticas pós-coleta, uma vez que as atuais refletiram-se em mau estado de saúde das árvores

exploradas. Indicando que deve-se atentar para as formas de fechamento dos orifícios (com canos de PVC e tampas rosqueáveis) e adverte sobre a necessidade de realização de mais capacitações com os indígenas extratores para a assimilação dessas práticas, favorecendo a viabilidade ecológica no manejo.

Subsídios para implantar-se práticas de manejo em comunidades extrativistas exigem ações de curto, médio e longo prazo. Mas é provável que aquelas de curto prazo são as mais necessárias para que o extrator da floresta possa obter retorno socioeconômico, sem destruir a espécie explorada. No entanto, ela deve vir acompanhada de suporte técnico para a agregação de valor e apoio à comercialização dos produtos, buscando mercados que valorizem sua origem diferenciada.

1.4- Distribuição, habitat e produção de óleo

Na América Latina, são encontradas espécies na região que se estende do México ao norte da Argentina. O gênero *Copaifera* possui 72 espécies, sendo 16 encontradas no Brasil (VEIGA JR., 2002). Nove espécies podem ser encontradas na Amazônia brasileira: *Copaifera duckei*, *C.glycyarpa*, *C. guyanensis*, *C. martii*, *C. multijuga*, *C. paupera*, *C. piresii*, *C. pubiflora* e *C. reticulata*. São encontradas principalmente nas Regiões Amazônica e Centro-oeste do Brasil. Entre as espécies mais abundantes e comercializadas na região Amazônica, destacam-se: *C. officinalis*. (norte do Amazonas), *C. reticulata*, *C. multijuga*, (PERROT, 1994).

Ocupam os mais variados habitats amazônicos, desde florestas de terra firme, às margens inundáveis de cursos d'água, ocorrendo tanto em argissolos como em solos arenosos (MARTINS-DA-SILVA, 2008).

A *Copaifera reticulata*, ocorre apenas na Amazônia brasileira; é encontrada amplamente distribuída na porção oriental, rara na ocidental e ausente a nordeste; amplamente distribuída no Pará, encontra-se, ainda, a sudoeste do Amapá, sudeste de Roraima e norte de

Mato Grosso (Figura 4) (MARTINS-DA-SILVA, 2008).

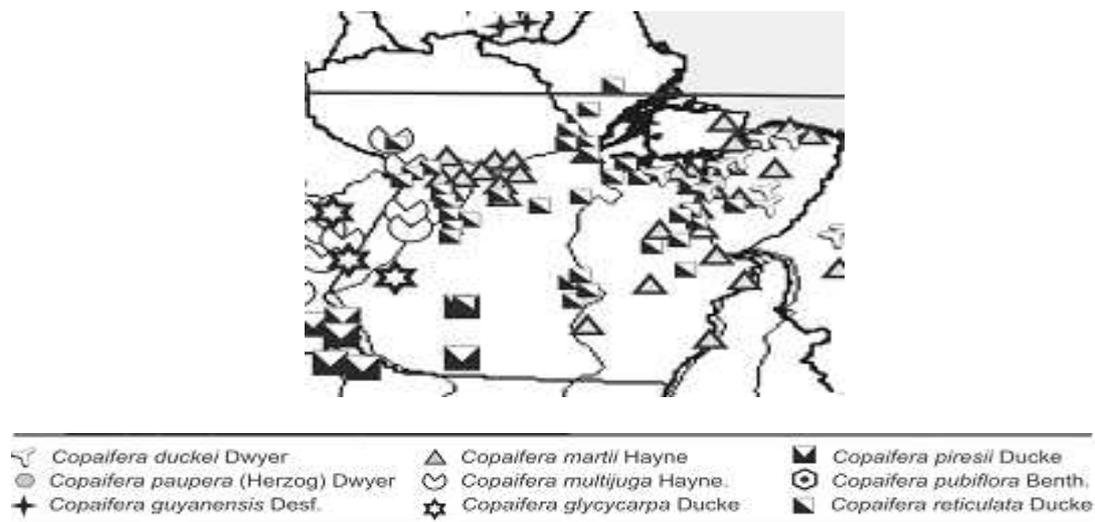


Figura 4 – Distribuição geográfica das espécies de *Copaifera* no Pará
Fonte: Martins-da-Silva, 2008

A distribuição dos indivíduos em classes de tamanho (DAP) sugere uma estrutura populacional do tipo J invertido, com o número de plantas maior em classes menores, e menor em classes adultas, mas a mortalidade é muito maior nas menores classes, que são as plântulas (WALTER *et al.*, 1997). A distribuição espacial dessas plântulas e varetas tem sido caracterizada como agrupada, enquanto o padrão encontrado para árvores adultas é aleatório Alencar (1984) *apud* Rigamonte-Azevedo (2004).

Neste contexto, apenas algumas plântulas conseguem desenvolver-se tornando-se árvores adultas em pontos diferentes da floresta, pois um dos fatores responsáveis pela mortalidade das plântulas, é que muitas não conseguem obter luminosidade suficiente na floresta para seu desenvolvimento e conseqüentemente morrem, tornando assim o padrão de distribuição de árvores adultas na floresta aleatório. Neste estudo chegou-se a percorrer uma distância estimada de 500m em média de uma árvore adulta para outra, o que torna o mapeamento da espécie difícil, por grandes distâncias que são percorridas para encontrá-las, como preconizado por Veiga Jr. e Pinto (2002), grandes distâncias são vencidas na floresta para encontrar as copaíbas, em geral 0,2-0,3 árvores por hectare.

Para Alencar (1982); Plowden (2001); Rigamonte-Azevedo (2004) e Medeiros e Vieira (2008), o DAP é um fator altamente relacionado à produção, onde árvores com valores diamétricos muito pequenos têm produções de óleo-resina pouco expressivas, por ainda não estarem em fase produtiva. Segundo os extratores das comunidades a probabilidade de encontrar óleo-resina em seu interior é menos expressiva do que naquelas que possuem diâmetros maiores, sendo assim é menos vantajoso explorar árvores menores.

A produção de óleo-resina por árvore é muito variável, pois condições ambientais do local de crescimento da árvore, época do ano e suas características genéticas são fatores tidos como fonte de variação para a produção (ALENCAR, 1982). A maioria das arvores não produzem óleo-resina e não existem ainda razões claras que explicam este fato.

A quantidade do óleo-resina varia em relação ao tipo de manejo para a retirada do óleo e do período entre extrações consecutivas. A re-extração em uma mesma árvore também deve ser considerada quando planeja-se produzir óleo-resina de copaíba. Extrações realizadas em intervalos semestrais apresentaram resultados variáveis, em que, na maioria das vezes, as quantidades de óleo-resina extraído foram maiores na segunda extração, ocorrendo declínio de produção na terceira coleta. Em alguns casos, só foi possível extrair óleo-resina na primeira visita (ALENCAR, 1982).

Medeiros e Vieira (2008) em estudos a noroeste de Manaus na Reserva Florestal Adolpho Ducke, estimou a produção do óleo-resina de *Copaifera multijuga* e relacionou a produção a fatores edáficos e diamétricos, o qual encontrou um decréscimo substancial da primeira para as coletas subseqüentes, principalmente para árvores de diâmetros maiores (50 a 70 cm) e também relacionou a maior produção para indivíduos presentes em solos argilosos do que aqueles que cresciam sobre solos arenosos.

1.5- Características físico-químicas do óleo-resina de copaíba

Relatos do início do século passado indicavam que os óleos mais escuros e viscosos seriam os preferidos para utilização farmacológica (VEIGA JR. e PINTO, 2002). Pesquisa junto a fornecedores de óleo-resina do Estado do Acre e Amazonas, relatam que o óleo-resina claro é preferido por fabricantes de cosméticos (LEITE, 1997).

A designação correta para o óleo de copaíba é de óleo-resina, visto que se trata de um exudato constituído de ácidos resinosos e compostos voláteis (VEIGA JR. e PINTO, 2002). O óleo-resina de copaíba é constituído de misturas de sesquiterpenos e diterpenos. No que se refere à composição química dos óleos-resinas das espécies de *Copaifera*, observa-se a predominância de sesquiterpenos, como humuleno, e β -selineno, β -bisaboleno e β -cariofileno (LANGENHEIM E FEIBERT, 1988; PINTO *et al.*, 2000).

No estudo de Medeiros e Vieira (2008) na Reserva Ducke em Manaus-Am, descreveu que o óleo-resina de *Copaifera multijuga* é composto por 91% de sesquiterpenos hidrocarbonados, enquanto que Cascon e Gilbert (2000), analisando amostras de óleo-resina de *C. multijuga*, provenientes da região de Manaus-AM, encontraram um percentual de apenas 80% para a fração de hidrocarbonados sesquiterpenos. Para Langenheim (1981) o percentual da fração sesquiterpênica pode variar de 50 a 90 %. Oliveira (2006) em seu estudo no Pará com *C. reticulata* encontrou um percentual de 61,8% de sesquiterpeno, o que indica que *C. multijuga* tem mais quantidade de sesquiterpenos do que *C. reticulata*.

Segundo Medeiros e Vieira (2008), o óleo-resina de *C. multijuga* apresenta uma coloração que varia do amarelo claro ao marrom escuro, tendendo ao preto (Figura 5), enquanto que a espécie *C. reticulata*, produz um óleo de aspecto líquido, fino, odor fraco e de coloração amarelo claro (OLIVEIRA, 2006). As diferenças físicas ou químicas entre os óleos-resina, propiciam diferentes utilizações industriais, um óleo-resina mais fino é menos ácido, tem maior fração de óleos essenciais e pode se destinar às indústrias farmacêuticas como o óleo-resina de

C. multijuga ou como fixadores de perfumes nas empresas de cosméticos, enquanto que os óleos-resina mais espessos, densos e ácidos podem ser empregados em indústrias de cosméticos com a finalidade, por exemplo, de fabricação de sabonetes, xampus e condicionadores (DEL NUNZIO, 1985).



Figura 5- Gradiente de cor de amostras de óleo-resina de *C. multijuga*.
Fonte: Medeiros e Vieira (2008)

1.6- Variabilidade genética

As populações adquirem continuamente variabilidade genética por mutação, recombinação e fluxo gênico, e a diversidade pode ser perdida por deriva genética, endocruzamento e pela maior parte dos tipos de seleção natural (NEI, 1978). Estes fatores responsáveis pela variabilidade genética nas populações são fundamentais para o processo evolutivo, uma vez que as adaptações de cada espécie que ocorre ao longo das gerações estão ligadas a existência da variabilidade sobre a qual a seleção natural possa atuar (BRAMMER, 1993).

A genética de populações e a genética quantitativa constituem alicerces de fundamental importância para o melhoramento de populações de plantas. De certa forma, um plano de manejo é similar a um programa de melhoramento, embora o avanço genético esperado de um plano de manejo é muito menor. Num plano de manejo, a genética de populações é mais importante que a genética quantitativa, embora ambas busquem entender a variabilidade genética presente e como é estruturada dentro e entre populações.

Os marcadores moleculares têm despontado como uma potente ferramenta, que pode

auxiliar na análise da variabilidade genética. Com a identificação direta dos genótipos, é possível determinar as frequências gênicas e com isso averiguar o sistema de acasalamento da espécie, a variabilidade genética das populações, o tipo de ação gênica predominante no controle de caracteres, assim como superar a maior parte das limitações da análise fenotípica (CIAMPI, 1999). É considerado marcador molecular qualquer fenótipo molecular oriundo de um gene expresso, como no caso de isoenzimas, ou de um segmento específico de DNA, que corresponde a regiões expressas ou não do genoma. Um marcador molecular é definido como marcador genético, ao ser comprovado que seu comportamento está de acordo com as leis básicas da herança Mendeliana (FERREIRA e GRATTAPLAGIA, 1995).

Atualmente, estão disponíveis várias técnicas moleculares que se diferem entre si pela habilidade em detectar divergência entre indivíduos, custo, facilidade de uso, consistência e repetibilidade. Os Marcadores preferidos hoje revelam polimorfismo através da amplificação de fragmentos a partir da reação em cadeia da polimerase (PCR) (MULLIS e FALOONA, 1987).

Os Marcadores microssatélites ou SSR (Sequencia Simples Repetitiva) são marcadores amplamente encontrados no genoma dos eucariotos, apresentam altas taxas de mutação, são co-dominante, ou seja, em um indivíduo heterozigoto, ambos alelos podem ser visualizados e seu polimorfismo pode ser estudado via PCR (Polymerase Chain Reaction) (FERREIRA e GRATTAPAGLIA, 1998). Por estas qualidades estes marcadores estão sendo amplamente utilizados em estudos de genética de populações, verificando a diversidade entre e dentro das populações, assim como avaliando sua estrutura genética.

A detecção de marcadores microssatélites baseia-se na amplificação individual através de PCR de regiões contendo seqüências simples repetidas, utilizando um par de *primers* específicos e complementares as seqüências únicas que flanqueiam o microssatélite (WEBER e MAY, 1989). Cada segmento amplificado de tamanho diferente equivale a um alelo diferente

do mesmo loco. Como apresentam expressão co-dominante e multialelismo, esta classe de marcadores são os que apresentam o mais elevado conteúdo de informações de polimorfismo (FERREIRA, 2003).

As informações geradas por esses marcadores irão contribuir diretamente nos estudos de variação genética em populações de uma espécie. Esses estudos envolvem basicamente duas questões: quantificar os níveis de variabilidade dentro das populações e caracterizar o nível de estruturação genética entre populações (HAMRICK, 1983).

A variabilidade genética intrapopulacional tem sido quantificada em termos de números de alelos por *locus* (A), percentagem de *loci* polimórficos (P), heterozigosidade observada (H_o) e esperada (H_e) sob equilíbrio de Hardy-Weinberg e índice de fixação (f) (HAMRICK, 1983). Estas estimativas caracterizam os níveis de diversidade genética dentro de cada população e permitem a comparação entre as populações.

Marcadores microssatélites foram desenvolvidos para *Copaifera langsdorffii* a partir de bibliotecas enriquecidas para as sequências simples repetidas (SSR) (CIAMPI, 1999). Seu estudo caracterizou oito locos microssatélites, em 96 indivíduos adultos provenientes de quatro matas da galeria do Distrito Federal. Todos os locos apresentaram-se altamente multialélicos. Os marcadores desenvolvidos por Ciampi (1999), abriram uma nova perspectiva para o aprofundamento de estudos genéticos em copaíba, representando uma ferramenta poderosa para a geração de dados genéticos populacionais fundamentais e indispensáveis à condução do programa de coletas, conservação *in situ* e *ex situ*.

Muitos marcadores microssatélites já foram desenvolvidos para algumas espécies arbóreas, tais como *Pinus radiata* (SMITH e DEVEY, 1994), *Quercus macrocarpa* (DOWN *et al.* 1995), *Pinus strobus* (ECHT *et al.*, 1996), *Eucalyptus spp* (BYRNE *et al.*, 1996; BRONDANI *et al.*, 1998). Atualmente para o gênero *Copaifera* existem oito loci microssatélites já desenvolvidos (CIAMPI, 1999). Estudo feito por Martins (2008) de transferência dos loci

microsatélites (*C. langsdorfi*) para o mesmo gênero, demonstraram que estes marcadores são altamente multi-alélicos e informativos no estudo da estrutura genética dentro e entre as populações. Tendo em vista a homologia genômica de transferência de loci microsatélites entre espécies do mesmo gênero, o atual estudo permitirá a comparação da diversidade para outra espécie do gênero *Copaifera*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALECHANDRE, A.; BROWN, F.; SASSAGAWA, H., GOMES; V., AMARAL; E. AQUINO e SANTOS, A. Mapa como ferramenta para gerenciar recursos naturais: um guia passo-a-passo para populações tradicionais fazerem mapas usando imagens de satélite. Rio Branco: Brilhograf, 36 p, 1998.

ABRANCHES, J. S. Bio(sociodiversidade) e empreendedorismo ambiental na Amazônia. Rio de Janeiro: Ed. Garamond, 145 p, 2002.

ALENCAR, J. C.; ALMEIDA, R. A.; FERNANDES, N. P. Fenologia de espécies florestais em floresta tropical úmida de terra firme na Amazônia Central. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 9, p. 163-198, 1979.

ALENCAR, J. C. Estudos silviculturais de uma população natural de *Copaifera multijuga* Hayne – Leguminosae, na Amazônia central. Produção de óleo resina. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 12, p. 15-29, 1982.

ANDERSON, A.; ALLEGRETTI, M.; ALMEIDA, M.; SCHWARTZMAN, S.; MENEZES, M.; MATTOSO, R.; FLEISCHFRESSER, V.; FELLIPE, D.; EDUARDO, M.; WAWZYNIAK, V. O destino da floresta: reservas extrativistas e desenvolvimento sustentável da Amazônia; Ricardo Arnt (ed.). Rio de Janeiro: Relume Dumará; Curitiba, PR: Instituto de Estudos Amazônicos e Ambientais, Fundação Konrad Adenauer, 276 p, 1994.

BRAGA W. F, REZENDE C. M, ANTUNES A. C, PINTO A. C. Terpenoids from *Copaiba cearensis*. **Phytochemistry** 49: 263-264, 1998.

BRAMMER, S. P. Variabilidade isoenzimática em populações naturais de *Hordeum stenostachys* (Poaceae). Dissertação (Mestrado em Genética) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 1993.

BRONDANI, R. P. V.; BRONDANI, C.; TARCHINI, R.; GRATTAPAGLIA, D. Development, characterization and mapping of microsatellite markers in *Eucalyptus grandis* and *E. urophylla*. **Theoretical and Applied Genetics**, v.9, p.816-827, 1998.

BYRNE, M.; MARQUES-GARCIA, M. I; UREN, T; SMITH, D. S.; MORAN GF conservation and genetic diversity of microsatellite loci in the genus *Eucalyptus*. **Aust j bot**, v.44, p.331-341, 1996.

CARVALHO, J. O. P. *Fenologia de cinco espécies arbóreas de interesse econômico na Floresta Nacional do Tapajós*. Belém: Embrapa/Amazônia Oriental, 1999 2 p. (comunicado técnico)

CASCON, V; GILBERT, B. Characterization of the chemical composition of oleoresins of *Copaifera guianensis* Desf., *Copaifera duckei* Dwyer, *Copaifera multijuga* Hayne, **Phytochemistry**, v. 55, p. 773-778, 2000.

CIAMPI, A. Y. Desenvolvimento e utilização de marcadores microssatélites, AFLP e sequenciamento de cpDNA, no estudo da estrutura genética e parentesco em populações de copaíba (*Copaifera langsdorffii*) em matas de galeria no Cerrado. Botucatu, SP: Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP, 1999.

CÔRREA, P. M. Dicionário de Plantas úteis do Brasil e das plantas exóticas cultivadas. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, v.6, p. 612, 1984.

DEL NUNZIO, M. J.; *Aerosol Cosmet.* 7, 7. 1985.

DOW, B. D.; ASHLEY, M. V.; HOWE, H. F. Characterization of highly variable (AG/GT) microsatellite in the bur oak; *Quercus macrocarpa*. **Theoretical and Applied Genetics**, v.91, p.137-141, 1995.

DUKE, J. A. *Copaifera langsdorffii*, *Copaifera officinalis*, and *Copaifera reticulata*. USDA notas. 1986.

ECHT, C. S.; MAY-MARQUARDT, P. Survey of microsatellite DNA in pine. *Genome*, v.40, p. 9-17, 1996.

FERREIRA, L. A.; BRAZ, E. M. Avaliação do Potencial de Extração e Comercialização do óleo-resina de Copaíba (*Copaifera spp.*). The New York Botanical Garden/ Universidade Federal do Acre, 2001.

FERREIRA, M. E.; GRATTAPAGLIA, D. Introdução ao uso de marcadores moleculares em análise genética. 2.ed. Brasília: Embrapa, Cenargen, 220 p, 1998.

FREITAS C. V.; OLIVEIRA, P. E. Biologia reprodutiva de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae, Caesalpinioideae). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.25, n.3, p.311-321. 2002.

GARCIA, E.; VALDEBENITO, G.; AGUILERA, M. Los productos florestales no madereros, caracterización de una alternativa productiva. In: Seminário em Tecnologia da Madeira e Produtos Florestais Não Madeiráveis; Congresso Ibero-Americano de Pesquisa e Desenvolvimento de Produtos Florestais, Curitiba. **Anais e resumos...** Curitiba: p.123, 2002.

HAMRICK, J. L. The distribution of genetic variation within and among natural plant population. In: SHONE-WALD-COX, C.M.; CHAMBERS, S.H.; MacByde, B.; THOMAS, L. Genetics and conservation. Menlo Park: Benjamin Cummings, p.335-348, 1983.

HOMMA, A. K. O. O extrativismo vegetal na Amazônia: limites e oportunidades. Brasília:

EMBRAPA-SPI, 1993. 202 p.

KANINDÉ, ASSOCIAÇÃO DE DEFESA ETNOAMBIENTAL. Diagnóstico Etnoambiental e Participativo e Plano de Gestão da Terra Indígena Igarapé Lourdes. Rondônia. 2006.

LANGENHEIM, J. H.; FEIBERT, E. B. Leaf resin variation in *Copaifera langsdorffii*: relation to irradiance and herbivory. **Phytochemistry**, v.27, n.8, p.2527-32, 1988.

LE COINTE, P. Árvores e plantas úteis (Indígenas e Aclimatadas). Amazônia Brasileira III, 2 ed. Il., São Paulo, Ed. Nacional, p. 131-133, 1947.

LEITE, A. **Estrutura de comercialização do óleo de copaíba**. Rio Branco: UFAC, 1997.

LEITE, A.; ALECHANDRE, A.; AZEVEDO, C. R.; CAMPOS, C. A.; OLIVEIRA, A. Recomendações Para o Manejo Sustentável do Óleo de Copaíba. Série: Manejo Sustentável de Florestas Tropicais por Populações Tradicionais. Universidade Federal do Acre – UFAC, 2001.

LEITE, A. C. P. Neoeextrativismo e desenvolvimento no Estado do Acre: O caso do manejo comunitário do óleo de copaíba na Reserva Extrativista Chico Mendes. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2004.

LESCURE, J. P. Algumas questões a respeito do extrativismo. In: EMPERAIRE, L. A floresta em jogo: o extrativismo na Amazônia Central. São Paulo: UNESP, p.139-148, 2000.

MACHADO, F. S. Manejo de Produtos Florestais Não Madeireiros: um manual com sugestões para o manejo participativo em comunidades da Amazônia. Rio Branco, Acre: PESACRE e CIFOR, 2008.

MACIEL, M. A. M. Plantas medicinais: a necessidade de estudos multidisciplinares. **Química Nova**, v.25, 429-38, 2002.

MARTINS-DA-SILVA, R. C. V. O Gênero *Copaifera* (Leguminosae- aesalpinioideae) na Amazônia Brasileira. **Rodriguésia**, p. 455-476, 2008.

MEDEIROS, R. S.; VIEIRA, G. Sustainability of extraction and production of copaiba (*Copaifera multijuga* Hayne) oleoresin in Manaus, AM, Brazil. **Forest Ecology and Management**. v. 256. p. 282–28, 2008.

MOTTA JÚNIOR, J. C. Aves como agentes dispersores da copaíba (*Copaifera langsdorffii*, Caesalpinaceae) em São Carlos, estado de São Paulo. **Ararajuba**, v. 1, p. 105-106, 1990.

MMA/SCA (Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Coordenação da Amazônia), GTA - Grupo de Trabalho Amazônica and SEBRAE - Serviço Brasileira de Apoio às Micro e Empresas. Copaíba em: produtos potenciais da Amazônia. MMA, SCA, SUFRAMA, SEBRAE, Brasília. 1998.

MULLIS K; FALOONA F. Specific synthesis of DNA in vitro via a polymerasecatalyzed chain reaction. **Methods in Enzymology** v.155,p.335–350, 1987.

NEI, M. F- statistics and analysis of gene diversity in subdivided populations. **Annals of Human Genetics**, v. 41, p. 225-233, 1978.

- OLIVEIRA, E. C. P.; LAMEIRA, O. A.; ZOGHBI, M.G.B. Identificação da época de coleta do óleo-resina de copaíba (*Copaifera spp.*) no município de Moju, PA. **Rev. Bras. Pl. Med**, v.8, n.3, p.14-23, 2006
- OLIVEIRA, W. A ciência testa os milagres da floresta. Galileu, São Paulo, n. 133 p.37-41, 2002.
- PERROT, E.; *Matières premières usuelles du Règne végétal*; Tomo II, Masson et Cie. Éditeurs: Paris, p. 2344, 1994.
- PETERS, C. M. Sustainable harvest of non-timber plant resources in Tropical Moist Forest: an ecological primer. New York Biodiversity Support Program, 45 p, 1996.
- PINTO, A. C. Separation of acid diterpenes of *copaifera cearensis* Huber ex Ducke by flash chromatography using potassium hydroxide impregnated silica gel. *Journal Brazilian Chemical Society*, v.11, p.355-60, 2000.
- PLOWDEN, C. Ecology da produção de Copaíba (*Copaifera spp*) Oleoresin no Amazon brazilian oriental. **Botany Econômico**. v. 57, n.4, p.491-501. 2001.
- RIGAMONTE-AZEVEDO, O. C. Copaíba: Estrutura Populacional, Produção e Qualidade do óleo-resina em Populações Nativas do sudoeste da Amazônia. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Acre, Rio Branco, Acre, Brazil, p.102, 2004.
- ROCHA, R.; MASCARENHAS, G. Diagnóstico e prospecção de mercado para produtos fitoterápicos do Acre. Rio Branco: SEFE, 72 p. Relatório de Atividades, 2001.
- RUIZ, R. C.; COSTA, L. S.; SILVEIRA, M.; BROWN, I. F. Etapas para preversustentabilidade de produtos florestais não madeireiros. Um estudo de caso: *Copaifera multijuga* Hayne (copaíba) e *Oenocarpus bataua* Martius (patoá). In: CONGRESSO DE ECOLOGIA NO BRAISL, 3., 1996, Brasília. **Anais...** Brasília: [s.n.], p.103, 1996.
- SERVIÇO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS DO ACRE. Copaíba: opções de investimento no Acre com produtos florestais não – madeireiros. RioBranco.SEBRAE. (Produtos potenciais da Amazônia). 1995.
- SMITH, D. N.; DEVEY, M. E. Ocurrence and inheritance of microsatellites in *Pinus radiata*. **Genome**, v.37, p.977-983. 1994
- SOUZA, F. D. R. O manejo do óleo-resina de *Copaifera spp.* Realizado pelas etnias Arara (Karo rap) e Gavião (Ikolen) na Terra Indígena Igarapé Lourdes, Rondônia. 2010. 67f. Dissertação (Mestrado em Biologia Tropical e Recursos Florestais da Amazônia) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Am.
- SOUZA, V. C.; LORENZI, H. *Botânica Sistemática: Guia Ilustrado para identificação das Famílias de Angiospermas da Flora Brasileira*, baseado em APG I. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2005.
- TAPPIN, M. R. R.; PEREIRA, J. F. G.; LIMA, L. A.; SIANI, A. C.; MAZZEI, J. L.; RAMOS,

M. F. S. Análise química quantitativa para a padronização do óleo de copaíba por cromatografia em fase gasosa de alta resolução. **Química Nova**, v.27, p.236-40, 2004.

VEIGA JR, V. F.; PINTO, A. C. O gênero *Copaífera* L. **Química Nova**, v.25, p 273-86, 2002.

WALTER, B. M. T.; PINHO, G. S. C.; SAMPAIO, A. B.; CIAMPI, A. Y. Estrutura populacional de *Copaífera langsdorffii* na mata do Açudinho, fazenda Sucupira, Brasília-DF. Brasília: EMBRAPA. 8p. (Comunicado Técnico, 22), 1997.

WEBER, J. L. & MAY, P. E. Abundant class of human DNA polymorphisms which can be typed using the polymerase chain reaction. *American Journal of Human Genetics*. 44: 388-396, 1989.

WILLIAMS, B. L., BRAUN, J. D.; PAIGE, K. N. Landscape scale genetic effects of habitat fragmentation on a high gene flow species: *Speyeria idalia* (Nymphalidae). **Molecular Ecology** 12:11-20, 2003.

YOUNG, A. G., BOYLE, T. e BROWN, T. The population genetic consequences of habitat fragmentation for plants. **Trends in Ecology & Evolution** 11:413-418, 1996.

2 ANÁLISES DOS ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS E FITO-DEMOGRÁFICOS DA EXTRAÇÃO DO ÓLEO-RESINA DE COPAÍBA NA FLORESTA NACIONAL DO TAPAJÓS, PARÁ

RESUMO

A *Copaifera reticulata* Ducke pertence à família *Leguminosae* e é uma espécie arbórea que produz um óleo-resina muito utilizado popularmente devido suas propriedades medicinais e valor para a indústria química e farmacêutica. Foram analisados os aspectos socioeconômicos relacionados a produção do óleo-resina de copaíba pelas Comunidades de Pedreira e São Domingos, por serem autorizadas a coletar copaíba na Floresta Nacional do Tapajós, bem como a demografia das populações de copaíba disponíveis às comunidades. No estudo socioeconômico, realizou-se entrevistas semi-estruturadas com os extratores das comunidades para saber a real situação quanto a extração do produto, avaliando também o Projeto ProManejo que os apoiou na coleta de óleo-resina até o ano de 2007. No estudo dos aspectos fitodemográficos, houve a quantificação da densidade de indivíduos nas áreas de coleta do Km 67 e Km 72, onde 200 indivíduos adultos foram geo-referenciados usando-se GPS. O processo de manejo da copaíba apresenta tecnologia simples para a retirada do óleo-resina, mas os extratores apontaram muitas dificuldades em relação ao manejo da espécie. Alguns extrativistas afirmaram que atualmente tem-se menos vantagem na venda do óleo-resina de copaíba do que antigamente, indicando que a situação no passado que os estimulava é bem diferente do quadro atual, necessitando de apoio no processo de comercialização. O maior número de matrizes produtivas encontram-se na classe diamétrica 51-70 cm, totalizando 88 árvores, e o maior diâmetro encontrado foi 120 cm de DAP. O estudo revelou novos estoques de árvores produtivas para sistematização de objetivos de plano de manejo em operações de futuras coletas, desde que as comunidades sejam orientadas nas etapas do manejo e processo de comercialização.

Palavras chave: *Copaifera reticulata*, ProManejo, Plano de manejo.

ANALYSIS OF THE SOCIOECONOMIC AND PHYTODEMOGRAPHIC ASPECTS OF THE EXTRACTION OF THE OIL-RESIN OF COPAÍBA IN TWO COMMUNITIES OF THE TAPAJÓS NATIONAL FOREST, PARÁ

ABSTRACT

The *Copaifera reticulata* Ducke belongs to the *Leguminosae* family, and produces an oleo-resin widely used popularly because of its medicinal properties and its value to the chemical and pharmaceutical industries. The socioeconomic subjects associated with the copaiba oleo-resin production by the Communities of Pedreira e São Domingos were analyzed, as they are authorized to collect copaiba in the National Forest, as well as the demography of copaiba populations available to the communities. The socioeconomic study was performed by semi-structured interviews with the tappers from the communities who knew the product extraction situation; the Projeto ProManejo was also evaluated, as it supported them in the oleo-resin collection until 2007. The phytodemography of copaiba in the KM 67 and 72 areas was also analyzed, where 200 adult individuals were geo-referenced using GPS. The copaiba handling process presents a simple technology for oleo-resin removal, but the tappers had a lot of difficulties in managing the process. Some extractivists reported that copaiba oleo-resin sale has low profit now, showing that the past situation that stimulated them was different, which means that they need more support for the marketing process. The greatest number of productive trees are in the diameter class 51-70 cm, with a total of 88 trees, and the largest diameter found was 120 cm of DAP. The study found new stocks of productive trees for future collection; however, the communities need to be oriented for the steps of handling and marketing.

Keywords: *Copaifera reticulata*, ProManejo, Management Plan.

2.1- INTRODUÇÃO

A *Copaifera reticulata* Ducke, da família botânica Leguminosae – Caesalpinaceae, ocorre apenas na Amazônia brasileira, e é encontrada amplamente distribuída na porção oriental, rara na ocidental e ausente a nordeste. É amplamente distribuída no Pará, encontrando-se na Flona (Floresta Nacional) do Tapajós, sendo conhecida nas comunidades como “copaibarana” (VEIGA JR. e PINTO, 2002). Sua árvore pode chegar a 60 m de altura e atingir até 98 cm de DAP (diâmetro a altura do peito), apresenta discretas sapopemas, ritidoma estriado e cinza-rosado (MARTINS-DA-SILVA, 2008). Produz um óleo de aspecto líquido, fino, odor fraco e de coloração amarelo claro (OLIVEIRA *et al.*, 2006).

O óleo-resina de copaíba possui uso medicinal. Além disso, outras aplicações do óleo-resina são descritos na literatura, tais como fixador de perfumes, fabricação de xampus, sabonetes, tintas e vernizes (VEIGA JR. e PINTO, 2002). No entanto, os produtos florestais não madeireiros (PFNM), como a copaíba, comumente apresentam baixo valor comercial agregado, pois a maior parte do valor desses produtos é atribuível as suas características naturais, e não ao capital, à tecnologia, ou ao trabalho neles embutidos (RUNK, 1988; HOMMA, 1993).

Destaca-se ainda que o aumento da comercialização dos PFNM frequentemente resulta na sua sobre-exploração, principalmente quando são plantas com fins medicinais (RUNK, 1988). Portanto, para garantir que o impacto desta atividade não interfira na continuidade da extração dos PFNM é essencial criar planos de manejo para garantir uma produção de baixo impacto ambiental e contribuir para a renda das populações rurais envolvidas (TICKTIN, 2004). Na prática, os planos de manejo para obtenção de produtos madeireiros e não madeireiros devem conter requisitos de uma exploração planejada, tratamentos silviculturais e monitoramento da floresta, permitindo sua regeneração e produção contínua.

As comunidades deste estudo, São Domingos e Pedreira, possuíram um projeto de manejo comunitário desde junho de 2000, apoiado técnica e financeiramente pela equipe do ProManejo (Projeto de Apoio ao Manejo Sustentável Florestal na Amazônia), coordenado pelo

IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis), chamado "Apoio ao Beneficiamento de Óleos de Copaíba e Andiroba", que objetivou construir alternativas de uso múltiplo da floresta, gerando renda adicional para as famílias, benefícios sociais e ambientais nestas comunidades (PROMANEJO, 2006).

Dentre as várias finalidades do projeto estavam incluídas atividades como o desenho de um plano de manejo, construção de um galpão para processamento de óleos, aquisição de equipamentos para processamento, beneficiamento, e comercialização da produção para o mercado atacadista de cosméticos. Inventários foram realizados pelo ProManejo na Base do Km 117, das quais foram mensuradas 31 árvores pela Comunidade de Pedreira e 13 pela São Domingos. O projeto também objetivava localizar indivíduos de copaíba em outras unidades ao longo da Rodovia Santarém-Cuiabá (km 67 até km 166), com intuito de organizar as atividades sob forma de rodízio das áreas. O rodízio compreenderia ciclos de coleta do óleo-resina, que seriam estabelecidos de um a dois anos para retorno posterior, e a intensidade de extração seria monitorada para devidas adequações, definições de época de coleta e indicadores de super-exploração (danos fisiológicos), através de estudos fenológicos. No entanto, o planejamento não conseguiu consolidar-se inteiramente, encerrando-se no ano de 2007, sem poder executar o restante das atividades pretendidas.

Atualmente as comunidades estão enfrentando alguns problemas nos seus sistemas produtivos, como a baixa produtividade dos cultivos, provocada pela pobreza natural dos solos da região, a diminuição da oferta da caça e pesca, agravada pela crescente pressão sobre os recursos naturais, o que reduz a renda familiar (SILVA *et al.*, 2010). Tais problemas fizeram com que as comunidades retomassem a exploração de PFNMs, como a extração do óleo-resina de copaíba. O produto representa uma fonte de renda para as comunidades de São Domingos e Pedreira, pois, na perspectiva das famílias, a produção de óleo-resina gera uma renda anual superior à conseguida pelo artesanato e venda de outros produtos, como cascas, sementes e

raízes (SILVA *et al.*, 2010).

Mapear as copaibeiras e verificar a densidade de árvores produtivas em função de seu diâmetro são fatores importantes para o manejo correto, no entanto, sabe-se ainda que a produção de óleo-resina por árvore é muito variável, e ainda não se tem conhecimento sobre os fatores que a determinam. Para Alencar (1982), as condições ambientais do local de crescimento da árvore, época do ano e suas características genéticas são fatores tidos como fonte de variação para a produção. Alguns estudos avaliaram o efeito de características físicas do solo, tamanho da árvore (DAP) e época do ano sobre a produção da copaíba (PLOWDEN, 2003; ALENCAR, 1982; LEITE *et al.*, 2001; FERREIRA e BRAZ, 2001), porém não há ainda uma conclusão definitiva (RIGAMONTE-AZEVEDO, 2004).

Neste contexto, o presente estudo visou analisar os aspectos socioeconômicos atuais relacionados à produção de óleo-resina de copaíba, determinando a demografia das populações de copaíba que estão disponíveis para as comunidades, mapeando-se um maior estoque de árvores na área de coleta do óleo-resina, com perspectiva de tornar a produção do óleo-resina de copaíba mais rentável, contribuindo para viabilizar a economia das comunidades. Esta informação poderia subsidiar programas de manejo da espécie, caso o IBAMA ou ICMBio retome o apoio às comunidades.

2.2- METODOLOGIA

2.2.1 Área de estudo

A pesquisa foi desenvolvida em duas comunidades ribeirinhas, São Domingos e Pedreira, na Floresta Nacional (Flona) do Tapajós, Pará (Figura 1). A responsabilidade administrativa da Flona estava a cargo do IBAMA, sob a supervisão do Ministério do Meio Ambiente (§ 1º do Artigo 1º do Decreto nº 1.298, 27/10/1994), com sede administrativa em Santarém (ProManejo/IBAMA, 2006). Atualmente o ICMBio (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade.) é

responsável pela Flona do Tapajós.

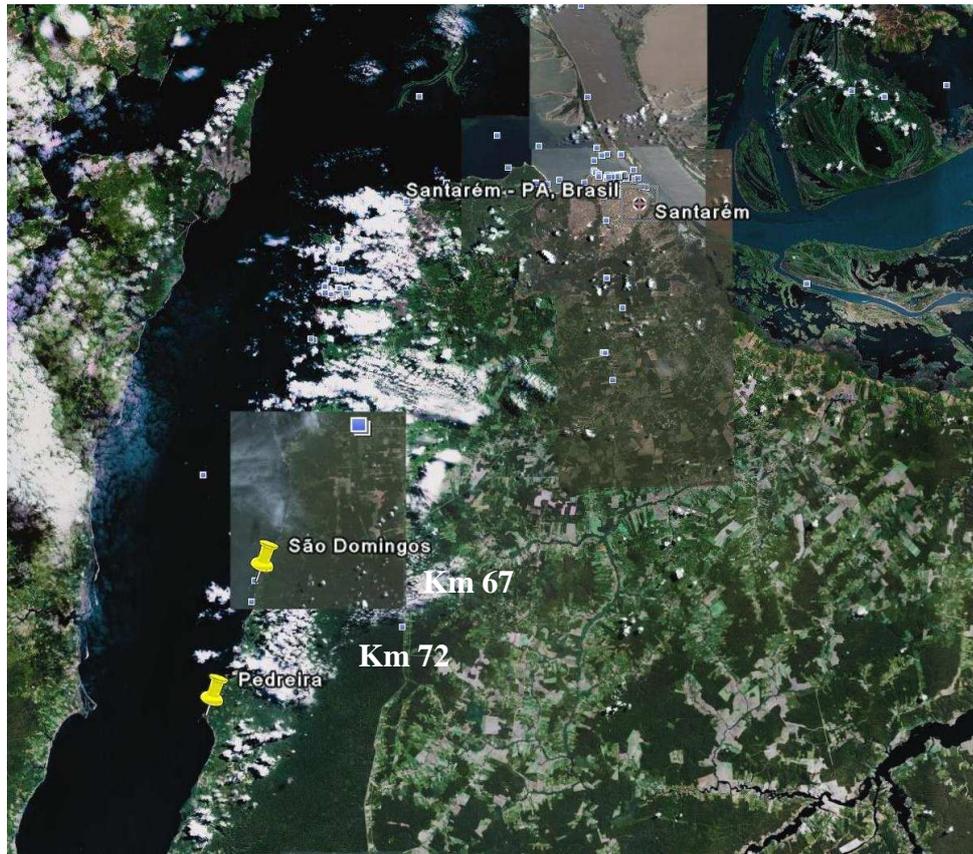


Figura 1- Localização da área de estudo no Km 67 e Km 72 na BR-163 (Santarém-Cuiabá) e comunidades de São Domingos e Pedreira na flona do Tapajós, Pará.

Fonte: Google Earth

A Floresta Nacional é uma unidade de conservação de uso sustentável, com cobertura florestal de espécies predominantemente nativas e tem como objetivo básico o uso múltiplo dos recursos florestais e a pesquisa científica, com ênfase em métodos para exploração sustentável de florestas nativas. Sua vegetação é característica da Floresta Amazônica, com diferentes tipos de florestas: floresta tropical densa, floresta tropical aluvial, floresta tropical aberta e florestas secundárias (PORTELA, 2001). Entretanto, a floresta predominante na área do estudo é a floresta tropical densa.

Os solos da Floresta Nacional do Tapajós são predominantemente de dois tipos: (i) latossolo amarelo distrófico de textura argilosa e (ii) podzólico vermelho amarelo de textura variando de média a argilosa (HERNANDES, 1993). O clima local é do tipo Ami (quente

úmido), de acordo com a classificação de Köppen, possui temperatura média anual oscilando entre 25 e 26° C, 2.000 mm anuais de precipitação e ocorrência de estiagem de quatro meses (com precipitações que alcançam 60 mm), com uma umidade relativa superior a 80% em todo o ano (PADOVAN, 2002).

2.2.2 Autorizações para o estudo

Obteve-se autorização do IBAMA (Apêndice, 16595-1), Santarém, Pará, e aprovação do projeto e seus instrumentos junto ao Comitê de Ética/UFAM- (Apêndice, 0001.0.115.000-09). Apresentou-se o projeto aos comunitários para obtenção de seu Consentimento Livre e Esclarecido e para a definição dos informantes-chave da pesquisa (Apêndice). Os critérios da escolha dos informantes-chaves atenderam a três pontos básicos para a realização da pesquisa: 1. Pertencer ao núcleo comunitário objeto da pesquisa; 2. Serem indicados/reconhecidos como representantes pelos grupos domésticos, por serem entendidos do extrativismo da copaíba; 3. Ser maior de idade.

2.2.3 Aspectos socioeconômicos

Foram realizadas entrevistas semiestruturadas, apoiadas por um questionário (Apêndice), com 12 extratores da comunidade de São Domingos e 10 extratores da comunidade de Pedreira. As entrevistas foram realizadas nos meses de março a abril de 2009 e foram acompanhadas pelo extrator mais experiente das comunidades, que também serviu como guia no trajeto do trabalho fitodemográfico em campo, além de fornecer informações adicionais sobre o trabalho de manejo local.

2.2.4 Aspectos Fitodemográficos das populações de copaíferas

As copaibeiras foram georeferenciadas utilizando-se GPS, no período de fevereiro a junho de 2009, havendo a seleção de 200 matrizes adultas, com a ajuda de quatro extratores das duas comunidades seguindo trilhas existentes e abrindo novas até árvores visíveis das trilhas.

Este ocorreu nas áreas Km 67 e Km 72 da BR-163 (Santarém-Cuiabá), por serem áreas objetivadas pelo IBAMA/Santarém, Pará, como áreas de coleta do óleo-resina de copaíba.

Na área do Km 67 houve o mapeamento de 138 matrizes adultas, e na área do Km 72 houve o mapeamento de 62 matrizes. Utilizou-se o seguinte critério de seleção: árvores com diâmetro a altura do peito maior ou igual a 40 cm, conforme recomendação de Rigamonte-Azevedo (2004), incluindo árvores virgens e já perfuradas. Todas as matrizes foram plaqueteadas e anotados os dados em ficha de campo, com medição de circunferência à altura do peito (CAP), posteriormente transformado em diâmetro à altura do peito (DAP).

Foram preparadas 12 exsicatas, conforme Ferreira (2006), sendo que replicas foram deixadas nas comunidades e uma depositada no herbário do INPA, sob o número 234720.

2.2.5 Produção do óleo-resina

Das 200 copaibeiras identificadas, 130 foram perfuradas no período de maio a agosto/2010 com a finalidade de verificar se tinham óleo-resina; quando tinha, procedeu-se com coleta de 60 ml de óleo-resina de cada matriz. O número 130 foi determinado pelo IBAMA/Santarém. O método de extração do óleo-resina utilizado foi semelhante ao preconizado por Alencar (1982), com uso de trado metálico para perfurar o fuste da árvore a uma altura de 1 m do solo, bica de plástico para aparar o óleo-resina e recipiente pet para armazenamento do óleo. Para o fechamento dos orifícios, utilizou-se de pedaços de madeiras (tornos), oriundos de arvoretas localizadas próximas às copaibeiras.

2.3- RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.3.1-Estrutura social das comunidades

Na comunidade de São Domingos existem aproximadamente 190 habitantes, o que corresponde a 36 famílias, e na comunidade Pedreira há aproximadamente 260 habitantes, o que

corresponde a 49 famílias. Algumas famílias são vindas das Regiões Sul e Centro-oeste, mas a maior parte dos habitantes é considerada povos tradicionais (ribeirinhos, caboclos e índios) e povos não tradicionais nordestinos (colonos) que migraram para a região recentemente. As comunidades possuem uma variedade de formas quanto à organização social, mas ambas possuem um presidente da comunidade, um clube de futebol, delegacia sindical, grupo de jovens, clube de mães, entre outros. A maior parte dos membros das famílias concentra-se na faixa etária < 12 anos, totalizando 60% dos membros nos domicílios (Figura 2). Muitos dos jovens constituem família e mudam-se em busca de trabalho em fazendas e cidades próximas. De acordo com Homma (1993), os migrantes da área rural, ao dirigirem-se em direção aos centros urbanos, engordam os níveis de desemprego e subemprego, favelamento e criminalidade, neutralizando as políticas sociais, e as soluções envolvem altíssimos custos sociais. Para evitar tal formação urbana, pode-se justificar uma política em favor da manutenção do extrativismo, evitando-se a migração dos extrativistas para os centros urbanos.

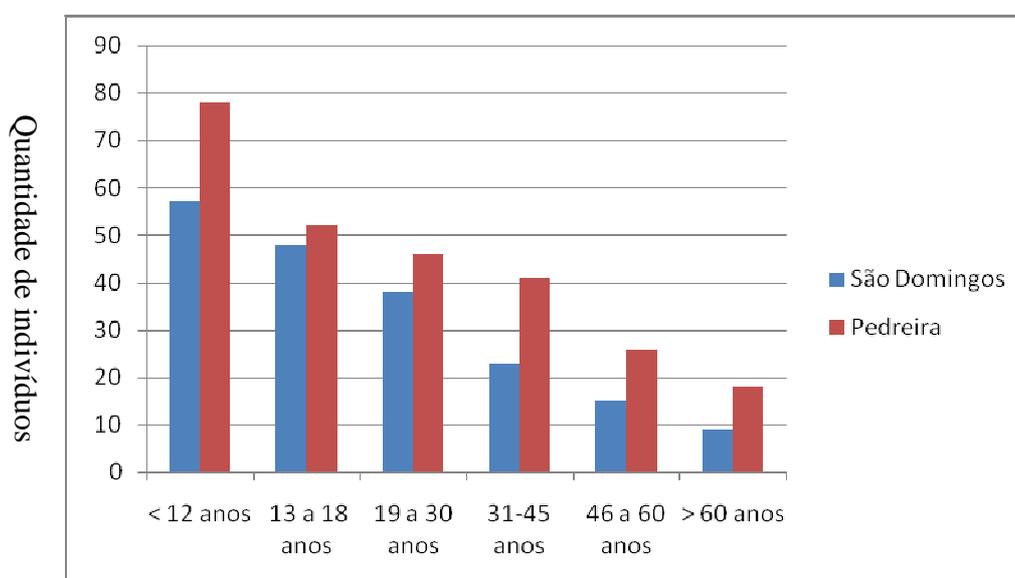


Figura 2- Distribuição etária nas comunidades pesquisadas São domingos e Pedreira na floresta Nacional do Tapajós-Pá.

A maioria dos comunitários não possuem o Ensino Médio, destacando-se 84 indivíduos na comunidade de São Domingos e 125 indivíduos na comunidade de Pedreira.

Alguns não conseguem nem iniciar o Ensino Médio, pois não há escolas na comunidade com o nível médio e a escola mais próxima com este nível de estudo fica em Belterra. Rueda (2001) observa que as regiões extrativistas, afastadas das sedes municipais, não possuem escolas, e onde existem funcionam em precárias condições, o que contribui para um elevado índice de analfabetismo nas comunidades (58%), não tendo-se perspectivas de diminuição desta porcentagem, porque o número de escolas não acompanham o crescimento da população.

2.3.2- Cultivos e outras fontes de renda nas comunidades

Há uma produção local de alimentos, a chamada “lavoura branca” (arroz, feijão milho, mandioca); 64% (13 entrevistados) plantam para o próprio consumo e 36% (8 entrevistados) plantam para o seu consumo e venda. A farinha é o principal produto comercializado, sendo que 5 dias da semana dedicam-se a cuidar do roçado da mandioca e 1 dia na semana dedicam-se na extração de outros PFNMs como: cipó-titica (*Heteropis flexuosa*), leite de amapá (*Brosimum parinarioides*), óleo de andiroba (*Carapa guianensis*), açáí (*Euterpe oleracea*), bacaba (*Oenocarpus bacaba*), uxi (*Endopleura uchi*), piquiá (*Caryocar villosum*), breu (*Trattinickia rhoifolia*) e óleo-resina de copaíba (*Copaifera reticulata*).

As conciliações de diferentes atividades produtivas são muito comuns nas comunidades do interior da Amazônia, o que Parente (2003) denomina de pluriatividade, com algumas atividades gerando renda e outras não. As fontes de renda dos extrativistas são limitadas, e apenas um reduzido número (2%) tem emprego fixo. Geralmente há aposentados, professores ou merendeiras das escolas; como outra fonte de renda tem-se o programa Bolsa Família. Dos extrativistas entrevistados, 17% não possuem outras fontes de renda além do trabalho na agricultura e no extrativismo. Dos que possuem fontes de renda, a principal é proveniente de Bolsa Família. Logo em seguida vem a aposentadoria, vindo em seguida outras fontes de renda, mas são temporárias, como diárias e serviços em fazendas próximas.

2.3.3- Dificuldades do Projeto Comunitário ProManejo

Segundo um dos extrativistas, uma das grandes dificuldades do Projeto na época foi o descrédito por parte de uma empresa que comprava andiroba. A empresa descobriu, por meio de análise química, que a andiroba foi adulterada com óleo de cozinha por parte de um dos envolvidos no projeto. Como consequência houve a diminuição no preço pago, tanto para a andiroba, como para o óleo-resina de copaíba, desvalorizando os produtos.

Para atender aos requisitos mínimos de qualidade e quantidade para comercializar o óleo-resina de copaíba é necessário o produto estar livre de impurezas e conservar as suas propriedades físico-químicas (o tempo de extração do óleo não deve ser superior a dois anos) (SILVA *et al.*, 2010). É importante a qualidade das embalagens para poder armazenar a quantidade do produto equivalente à necessidade do consumidor, facilitando o manuseio, o consumo e propiciando economia (SIQUEIRA, 1996).

O óleo-resina de copaíba, à semelhança de outros produtos do setor extrativo, por ser comercializado *in natura* ou na forma de óleo bruto, tem baixo valor agregado, sugerindo, portanto, a realização de estudos complementares que viabilizem tecnologias industriais que possam agregar valor ao produto (FREITAS e SARAIVA, 1992). De uma maneira geral, a maioria das matérias-primas compradas na Amazônia não possui o mínimo de processamento, variando a qualidade de uma entrega a outra.

Leite (2004) enfoca que as dificuldades em comercializar os produtos da floresta dão-se tanto a nível regional como para a exportação para outras regiões, e maiores ainda, em casos de comércio exterior. Como afirma Clay (2002), sobre a empresa de cosméticos e produtos naturais Pronatus do Amazonas, ***“a empresa compra mais de vinte e cinco de suas matérias-primas de fornecedores na Amazônia, mas continua comprando o dobro destes produtos de fora da região, como São Paulo, Rio de Janeiro e Recife”***, pois comprando-se produtos da Amazônia, exige-se maior esforço da Pronatus para transformá-la em fórmulas comerciais. Os

motivos alegados para a empresa comprar produtos da Amazônia vindos de outras praças é que fornecem itens de qualidade superior, fazendo entregas confiáveis.

Outra das grandes dificuldades do Projeto foi o longo período de 5 anos decorrido entre o lançamento do ProManejo e o início do projeto em si, trazendo desestímulos e problemas nas comunidades envolvidas com as iniciativas. Alguns grupos tiveram dificuldades, por exemplo, na implantação das infraestruturas (galpões, poços etc.) e em cumprimento de prazos previstos, em decorrência de o tempo ter sido insuficiente para a execução total do projeto, o que não permitiu a compreensão de toda sua lógica. Alguns extrativistas da Comunidade de São Domingos afirmaram que o galpão armazenou vários maquinários, motor de luz e outros equipamentos que nunca chegaram a ser utilizados, e que, segundo o regimento do projeto, o galpão poderia ser transformado em escola e os maquinários não utilizados poderiam ser repassados para projetos de outras comunidades.

Observa-se que o ProManejo não foi concluído em toda a sua plenitude. A maioria dos projetos implantados em comunidades tende a retroceder em alguns avanços conquistados na fase inicial. Como exemplo tem-se com o projeto RESEX-Acre/Primeira Fase (1995/1999), financiado pelo PPG7, do qual trouxe benefícios diretos a várias comunidades extrativistas, realizando ações de melhorias na infraestrutura da RESEX, implementando novas alternativas de renda, capacitação de lideranças, fiscalização comunitária da área com a figura do fiscal colaborador, custeamento de ações da diretoria e planejamentos das ações nas comunidades feitas em conjunto com seringueiros (RUEDA *et al.*, 2001). No entanto, segundo Leite (2004), com o encerramento da primeira fase do projeto, houve demora na liberação dos recursos para a implementação da segunda fase e todas as atividades previstas não tiveram continuidade, ficando a gestão da RESEX comprometida e sem os recursos para realizar outras ações, gerando um desgaste para a diretoria em relação aos extrativistas e retrocedendo assim em objetivos conquistados. Considerando-se os fatores mencionados, estes contribuem para compreender o

descrédito das entidades, perante os extrativistas. A situação na Flona do Tapajós é muito similar, com o agravante de que nem tem previsão para um ProManejo 2.

Em suma, alguns extrativistas afirmam que atualmente tem-se menos vantagem na venda do óleo-resina de copaíba do que antigamente, pois afirmaram **“na época do ProManejo pagava-se melhor”**, indicando que a situação no passado que os estimulava é bem diferente do quadro atual. Com isto observa-se nas comunidades de São Domingos e Pedreira, que implementando-se projetos nas comunidades, há esperança no sentido de terem perspectivas de prosperarem economicamente, mesmo que estes não tenham sua conclusão em toda sua plenitude. Ou seja, as comunidades necessitam de apoio de entidades de base, para orientação no processo de comercialização da copaíba.

2.3.4- Extração, comercialização e processo de manejo

Existe na comunidade de São Domingos 12 extratores com experiência no manejo da copaíba, e 10 extratores na comunidade de Pedreira, todos adultos. Quando perguntados porque os mais jovens não querem extrair óleo-resina, surgiu a seguinte resposta: **“A extração do óleo de copaíba é um trabalho demorado e cansativo, e o ganho não é compensador ao esforço”**. Sempre no mês de agosto, gastam em média 3 dias na semana extraíndo óleo-resina de copaíba para gerar pouca renda, sendo que a maior parte da renda é gerada por produtos agrícolas.

Algumas famílias (73%) fixaram-se nas comunidades antes do início do projeto ProManejo, indicando que alguns ensinamentos das técnicas de manejo foram repassadas aos extrativistas que instalaram-se após o término do ProManejo em 2007. Treze dos entrevistados não exploravam o óleo-resina de copaíba antes do início do projeto, e oito exploravam o óleo-resina para uso doméstico, sempre através da exploração predatória, com o uso do machado. Alguns dos entrevistados vendiam óleo-resina de copaíba antes do projeto para pessoas da própria comunidade, na cidade de Belterra (PA) e para algumas pessoas que encomendavam em

Santarém (PA).

De acordo com os extrativistas, depois de iniciar a exploração de óleo-resina as árvores continuam saudáveis. No entanto, quatro entrevistados acrescentaram que com o passar do tempo notaram debilidade em algumas árvores exploradas.

Os extratores fazem a coleta do óleo-resina em ciclo de 1 ano. A quantidade de óleo-resina retirado varia muito de árvore a árvore (PLOWDEN, 2003; ALENCAR, 1982; LEITE *et al.*, 2001; FERREIRA e BRAZ, 2001). Numa safra eles conseguem em torno de 50 a 60 litros de óleo-resina, que vendem a R\$ 25,00 por litro para intermediários ou diretamente a consumidores, quando há encomendas. Os extratores reclamam das dificuldades em obter um preço melhor para o produto e às vezes preferem deixar o óleo-resina “guardado” na esperança de obterem futuramente um preço melhor. A comercialização dos extrativistas na época do ProManejo era feita para vários compradores, entre os quais: CRODA (empresa química inglesa), COGNIS (líder mundial em suprimentos químicos, NATUSCIENCE e farmácias de manipulação).

As respostas foram bastante diversificadas quando eram perguntados sobre a comercialização, o que reflete diferentes estágios do processo de comercialização do óleo-resina. Dos entrevistados, 11 (52%) responderam que não tiveram dificuldades e o processo de comercialização foi bom. Estes são justamente os que comercializaram o óleo mais recentemente. Nove entrevistados (43%) responderam que vender foi fácil, o difícil era receber, pois as negociações de venda eram demoradas, houve períodos que só recebiam o pagamento após 45 dias da entrega do produto ao comprador. Para outro participante, o preço pago de R\$ 50,00 o litro era baixo, já que o óleo é um produto difícil de ser encontrado e possui muitos benefícios a saúde.

Com relação ao processo de manejo da copaíba, este apresenta tecnologia simples para a retirada do óleo-resina, mas os extratores apontaram uma série de dificuldades no trabalho de

manejo da espécie. Para 16 extratores, o problema maior do manejo é que o trado utilizado é curto e fino, criando dificuldades em explorar árvores com maior diâmetro, pois frequentemente o trado não consegue atingir o cerne da árvore para que o óleo-resina saia. Para 14 extratores, a maior dificuldade é que furar a árvore é ruim, em função do tipo de trado que utilizam.

Para 12 extratores, a dificuldade foi à quebra do trado durante a perfuração da árvore. No entanto, o problema pode ser minimizado com a aquisição de trados maiores, que podem ser obtidos diretamente das fábricas ou de capitais como Manaus, evitando assim a adaptação feita através de solda no trado convencionalmente encontrado no mercado de Santarém. Outro motivo para a quebra do trado é que, após o uso, é necessário amolar a rosca da broca, o que nem sempre é feito pelos extratores, sendo necessária mais força para penetrar na madeira. Todos desses problemas com os trados sugerem que o ProManejo não incluiu um componente de capacitação dos extrativistas, pois são todos problemas muito simples de serem resolvidos.

Dezoito extratores apontam que o mapeamento é difícil, e que na região há muitas cobras do tipo “combóia” e onças, tornando-se também uma atividade perigosa. Também, o caminho percorrido para chegarem até as árvores é longo, o que concorda com o estudo de Veiga Junior (2002) de que grandes distâncias devem ser vencidas para encontrar as copaíbas. O maior problema apontado por 17 extratores é que as árvores produzem pouco óleo-resina.

Constatou-se que o principal destino obtido com renda da venda do óleo-resina de copaíba foi para aquisição de bens de consumo, especialmente alimentos e roupas, seguido da compra de remédios e lazer nas cidades próximas, como observado por Lescure (2000). De acordo com o exposto, nota-se, que os extrativistas não investem na melhoria do processo de manejo da copaíba, como por exemplo, na compra de trados maiores para perfurar as árvores.

De acordo com os extratores, atualmente os recursos da floresta servem mais para o consumo (alimentação e uso medicinal) do que para a venda, o que só ocorre quando há encomenda ou comprador certo no caso da copaíba. Os comunitários utilizam o chá das

sementes para tratar asma e uma “mistura de limão, andiroba e copaíba” para tratar os sintomas da gripe. O óleo-resina é usado puro para tratar feridas e inflamações no interior do corpo, com a seguinte recomendação: coloca-se 3 gotas de copaíba no café pela manhã, e só encerram este procedimento após completar 6 dias consecutivos, acreditando assim efetuarem a cura dos sintomas inflamatórios, garantindo que há a cura da moléstia. Esses usos diminuem a necessidade de comprar remédios, o que contribui para o bem estar, mas não para os desejos de ter renda para comprar produtos oriundos dos mercados.

2.3.5- Crenças que influenciam na produção do óleo-resina

Segundo o conhecimento tradicional, a copaíba sofre a influência de vários fatores para produzir óleo-resina. Ao serem perguntados sobre quais são esses fatores, os extrativistas elencaram diversos: em primeiro lugar, é o fato de existirem espécies diferentes, ou seja, é o “tipo” de copaíba, sendo que umas produzem mais que outras. Outros afirmaram que não podem olhar para a copa no momento que estão perfurando a árvore com o trado, pois a árvore seca e o óleo desce para a “terra”. Veiga Junior e Pinto (2002) comentam sobre a ascendência do óleo a terra, que é comumente relatada por mateiros do Norte do país.

Outra crença comum entre os extratores é a fase da lua no momento da extração, que causa forte influência na produção da copaíba. Diversos extratores destacam que as árvores devem ser perfuradas na lua cheia de agosto ou setembro para obtenção do óleo-resina, e nunca em lua minguante, sob pena de diminuição da quantidade de óleo-resina adquirida.

Cerca de 14% dos entrevistados afirmam que a árvore produz óleo-resina por influência da luz do sol que chega diretamente na copa das árvores. Esta crença tem base científica, pois a copaíba é considerada uma espécie tolerante à sombra somente na fase inicial de seu desenvolvimento e dependente de clareiras para receber luz solar na fase adulta (ELIAS, 1997).

Crença muito comum entre os extratores de óleo-resina da Flona do Tapajós é inserir

no interior do tronco após a perfuração uma vareta (galho de árvore) para estimular a vinda do óleo; desse modo dizem “chamar o óleo-resina”. Na Terra Indígena Igarapé Lourdes em Rondônia, a estimulação para a descida do óleo-resina é feita através de assopros no orifício da árvore (SOUZA, 2010), evidenciando-se que diferentes comunidades aplicam técnicas diversificadas de acordo com a sua cultura para que o óleo-resina seja liberado rapidamente. Veiga Junior e Pinto (2002) relatam que muitos desses procedimentos são considerados apenas místicos pela ciência de hoje, mas são muito observados no interior do Brasil. Santos (2006) comenta que a técnica não deve ser vista como um dado absoluto, mas como técnica já relativizada, isto é, aplicada de acordo com os costumes de cada comunidade.

2.3.6- Produção extrativista

A produção do óleo-resina de copaíba é muito variável, em uma das safras ocorridas antes do início do ProManejo em 1999, os extrativistas de São Domingos localizaram e perfuraram 9 árvores em 5 dias, sendo que apenas duas apresentaram óleo abundante. No entanto, a produção total foi de 35 litros. Comparado com o ano de 1988, quando a produção chegou a 25 litros, tais valores obtidos estão dentro do esperado de acordo com alguns estudos, todos de quais indicam grande oscilação na produção de óleo-resina, variando de nula (ALENCAR, 1982; LEITE *et al.* 2001; FERREIRA e BRAZ, 2001; PLOWDEN, 2003; RIGAMONTE-AZEVEDO, 2004; MEDEIROS e VIEIRA, 2008) a 30 litros para um único indivíduo (LEITE *et al.*, 2001).

Quando leva-se em consideração o tempo de reposição do óleo-resina, percebe-se que árvores com diâmetros inferiores são mais indicadas para realizar a extração. Estas conseguem recuperar 100% do óleo-resina extraído em apenas um ano de repouso, enquanto que árvores com diâmetros maiores requerem um período de repouso muito maior (MEDEIROS e VIEIRA, 2008).

As diferenças nas colorações do óleo-resina para uma mesma espécie são influenciadas

pela idade da árvore, tipo de solo e quantidade de luminosidade incidente sobre a árvore (RIGAMONTE-AZEVEDO, 2004). Pelo fato de óleo-resina não ter um padrão fixo de cor e ser influenciado por diferentes fatores, os extratores acham que o óleo-resina é obtido de “espécies” diferentes, afirmando que tem um óleo-resina “*bem amarelinho como óleo de cozinha*” e outro tendendo ao *amarelo claro* quase que incolor, o que corrobora com os estudos de Veiga Jr. e Pinto (2002) em que a diferenciação na coloração do óleo-resina é influenciada pela exploração em períodos diferentes, podendo produzir óleo-resina de qualidade diferente, inclusive de cor, densidade e componentes químicos. Medeiros e Vieira (2008) encontraram diferentes colorações para *C. multijuga*, variando do amarelo ao marrom escuro, tendendo ao preto.

2.3.7- Fitodemografia e produção de óleo-resina

Em relação aos padrões fito-demográficos, a distribuição das copaíbas na floresta é bastante variada, não sendo ainda possível apontar um padrão de dispersão clara. Na área do km 67, houve o mapeamento de 138 matrizes adultas em uma área de aproximadamente 25 hectares, que traduz a uma densidade de 5,5 adultas por hectare, e na área do km 72 houve o mapeamento de 62 matrizes em uma área de aproximadamente 10 hectares, que traduz a uma densidade de 6,2 adultas por hectare, totalizando 200 matrizes (Figura 3). Na maioria das vezes, os moradores conhecem apenas as árvores que ficam nas proximidades dos ramais, o que mostra que o esforço de prospecção valeu a pena nestas partes da Flona.

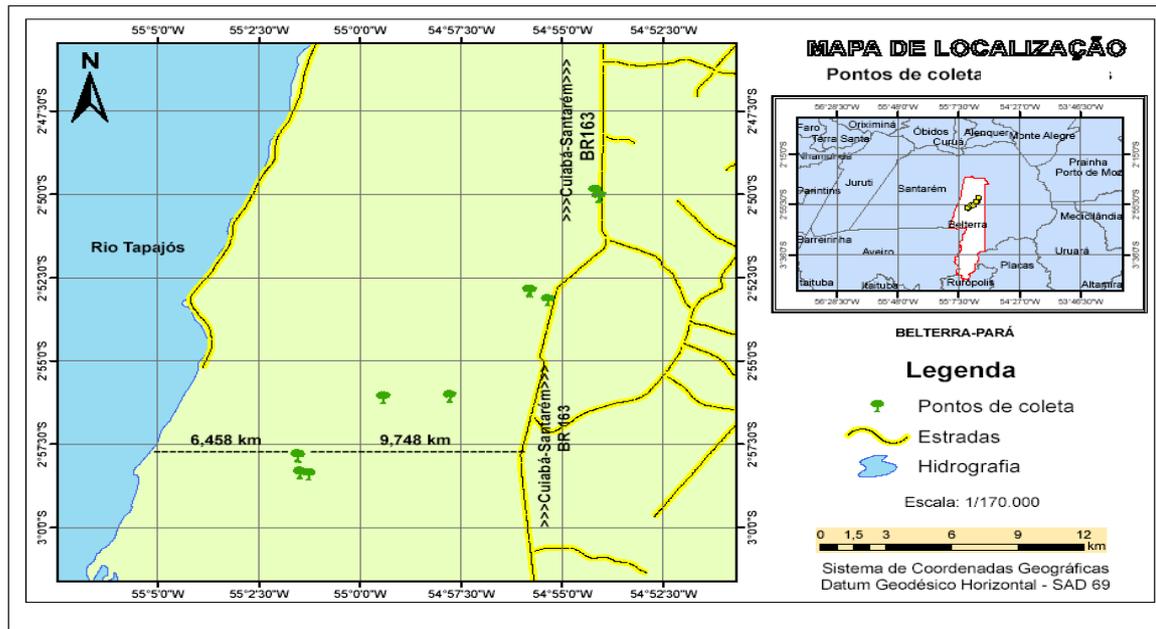


Figura 3- Pontos amostrados em duas áreas de coletas na Floresta nacional do Tapajós, Pará.

Rigamonte-Azevedo (2004) encontrou uma densidade média para *Copaifera spp.* de 1,5 indivíduos por hectare em Tarauacá-Acre, no entanto, Souza (2010) encontrou uma densidade média de 3,6 indivíduos de *Copaifera piressi* por hectare na Terra Indígena Igarapé Lourdes-Rondônia. Em estudos com *C. multijuga* na região de Manaus, Amazonas, mencionase uma densidade de 2 indivíduos por hectare (ALENCAR, 1972; LOUREIRO, 1979), no entanto, Jardim (1985) relataram apenas 0,14 indivíduos por hectare.

Neste estudo, o resultado é diferente com estudos que apontam ser baixa a densidade da copaíba (*Copaifera spp.*) nas florestas tropicais do Brasil, com valores entre 0,1 a 2 árvores hectare (SHANLEY *et al.*, 1998). Vale ressaltar, que a copaíba é considerada uma espécie com grande plasticidade ecológica, pois ocorre tanto em áreas de terra firme como em áreas alagadas e, ou, nas margens de lagos e igarapés (SAMPAIO, 2000), sendo assim, não pode-se descartar a possibilidade de que a densidade populacional observada possa estar relacionada a características ambientais da área de estudo.

O maior número de matrizes produtivas encontram-se na classe diamétrica de 51-70 cm, e o maior diâmetro encontrado foi 120 cm de DAP, diferindo dos resultados de Martins-da-

Silva (2008) em que o maior DAP encontrado foi de 98 cm (Figura 4).

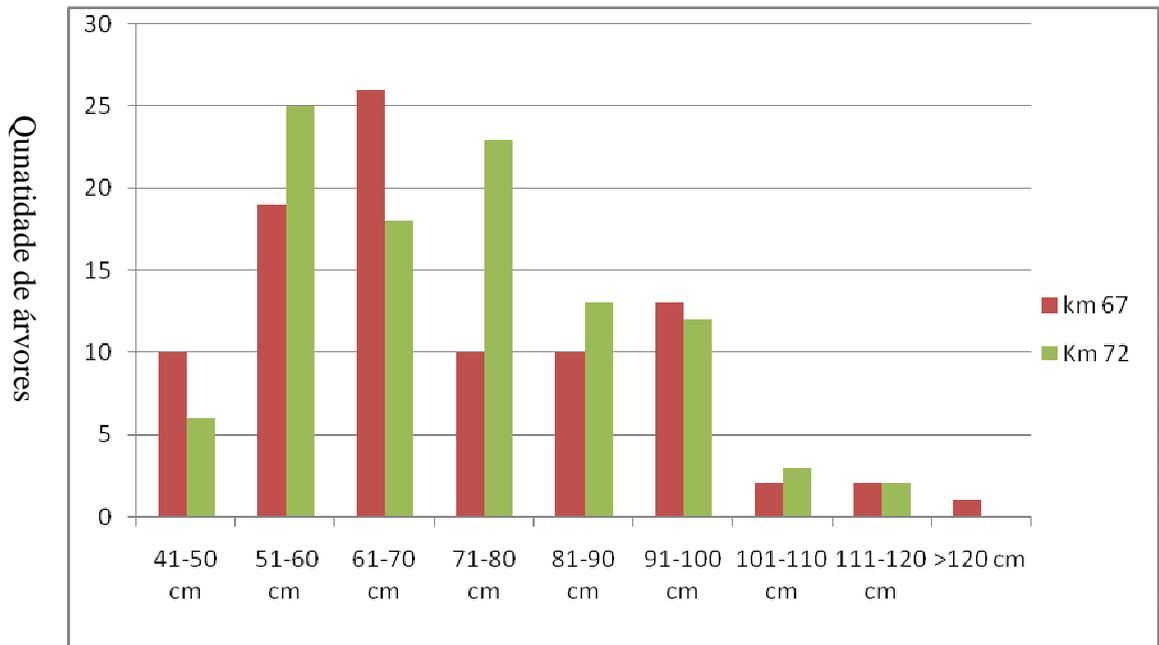


Figura 4- Frequência absoluta das árvores em função das classes de diâmetro (cm) nas áreas de coleta de óleo-resina nos Km 67 e Km 72 na FLONA do Tapajós, Pará.

Das 130 copaibeiras perfuradas no verão, houve produção de óleo-resina em 100 matrizes, o que correspondeu a 77% das árvores produzindo (Figura 5). Esta proporção de árvores produtivas é semelhante aos estudos de Ferreira e Braz (2001) na Floresta Estadual do Antimary, no sudeste do estado do Acre, e de Oliveira *et al*, (2006) no município de Moju, ao norte do Pará, que também encontrou a maior produtividade da espécie *C. reticulata* no verão.

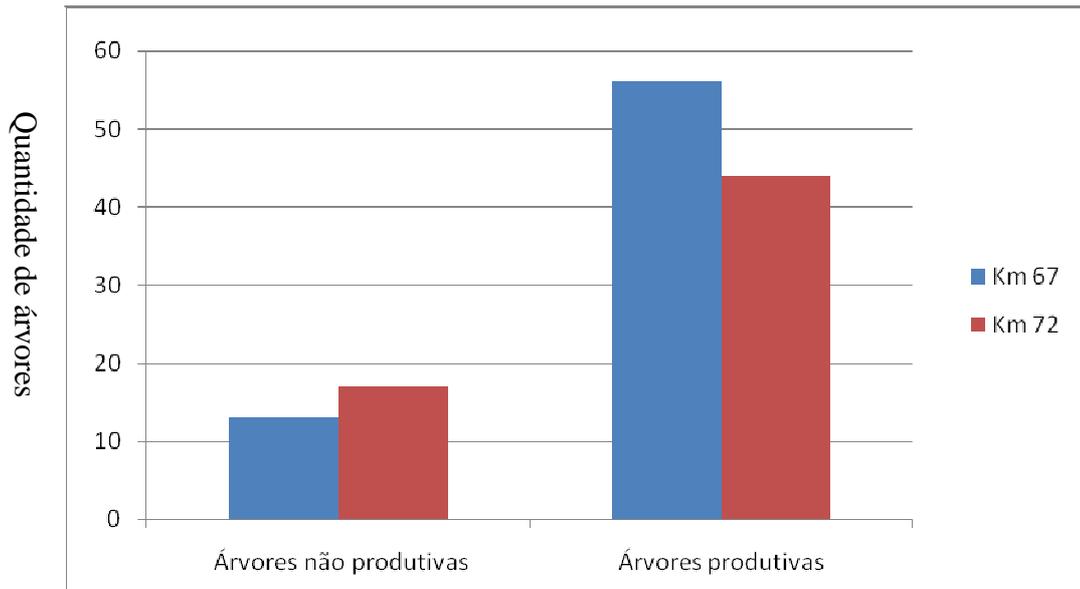


Figura 5- Proporção de árvores produtivas e não produtivas nas áreas de coleta na Flona do Tapajós, Pará.

Esta proporção também foi superior aos encontrados por Ferreira (1999) na Floresta Estadual do Antimary (AC), com uma proporção de 56% de árvores de copaíba produtivas, e Plowden (2003) na Terra Indígena do Alto Rio Guamá (PA), onde encontrou 61% de indivíduos produtivos para diferentes morfotipos de copaíba, enquanto que Alencar (1982) obteve um percentual bem inferior de árvores produtivas de *C. multijuga*, variando de 24% em solos arenosos a 39% em solos argilosos na Amazônia Central.

De acordo com alguns extratores, o tamanho das árvores não influencia na quantidade de óleo-resina que é retirado, pois árvores com diâmetros muito grandes e árvores de diâmetros muito pequenos chegam a não produzir óleo-resina, fato que foi constatado quando perfurou-se algumas copaibeiras com diâmetros muito grandes. Lisboa (2002) obteve óleo-resina em 38% de 26 indivíduos de *C. multijuga* em Caxiuanã no Pará, destacando que a presença do óleo-resina aparentou não estar relacionada com o diâmetro, pois notou que copaibeiras com diâmetro elevado não estavam produtivas, enquanto outras, com dimensões menores, fornecem óleo-resina.

2.3.8- Perspectivas futuras nas comunidades

Quando perguntados se eles queriam que seus filhos permanecessem nas comunidades e continuassem o trabalho de extração do óleo-resina de copaíba, as respostas foram bastante diversificadas. Para 60% (13 extrativistas) a resposta é sim, dois não querem que os filhos continuem nas comunidades e seis não sabem. Cerca de 60% acham que seus filhos vão permanecer no local, porque não tem opção de um trabalho melhor na cidade, pois a maioria deles não tem seus estudos concluídos e outros são analfabetos.

A última pergunta feita aos extrativistas foi a de como eles gostariam que fossem os futuros projetos de manejo. A maioria das respostas refletiram experiências no passado, especialmente pela carência dos serviços básicos, que existem precariamente no meio rural. Quase todas as respostas apontam para questões de transporte, comunicação, comércio e financiamentos, e alternativas produtivas de organização. Tais respostas demonstram claramente a dificuldade de pensar um futuro melhor no meio rural, com tantas necessidades do presente. Ribeiro e Fabr  (2003) apontam para uma constata o parecida, ou seja, a riqueza de recursos naturais contrasta com a falta de serviços, infraestrutura, equipamentos coletivos dos habitantes das comunidades, o que traduz em falta de oportunidades para as comunidades.

2.4 - CONCLUSÕES

- No aspecto socioeconômico, observou-se que os extrativistas possuem condi es para produ o em escala comercial, desde que possam atender exigências do mercado.
- Observou-se que os extrativistas não investem na manuten o de suas ferramentas, destinando a renda obtida com a venda do óleo-resina para bens de consumo.
- A *Copaifera reticulata* apresentou-se com alta densidade de árvores nas áreas estudadas, variando de 5,5 árvores adultas por hectare na área do Km 67 a 6,2 árvores adultas por hectare na área do Km 72, diferindo de resultados de outras espécies estudadas.

- Os extrativistas precisam de um melhor direcionamento, pois com o fim do ProManejo constata-se que os extrativistas precisam de apoio para entrarem no mercado, pois sem apoio não conseguem bom preços ao óleo-resina.

2.5- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALENCAR, J. C. Inventário florestal do distrito da zona franca de Manaus; Manaus, AM: [s.n.]. Relatório, 177 p, 1972.

ALENCAR, J. C. Estudos silviculturais de uma população natural de *Copaifera multijuga* Hayne – Leguminosae, na Amazônia central. Produção de óleo resina. **Acta Amazônica**, v. 12, p.15-29, 1982.

CLAY, J. Esverdeando a Amazônia: comunidades e empresas em busca de práticas para negócios sustentáveis. Brasília, DF: Ed. Petrópolis, p.121-139, 2002.

ELIAS, M. E. A. Estabelecimento de plântulas de *Copaifera multijuga* Hayne – (Caesalpiniaceae) em fragmentos florestais e estádios de sucessão. 1997. Dissertação de mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA, Manaus, Am.

FERREIRA, C. G. Diretrizes para coleta, herborização e identificação de material botânico nas parcelas permanentes em florestas naturais da Amazônia brasileira. IBAMA, Manaus, 2006.

FERREIRA, L. A.; BRAZ, E. M. Avaliação do Potencial de Extração e Comercialização do óleo-resina de Copaíba (*Copaifera* spp.). The New York Botanical Garden/ Universidade Federal do Acre, Brazil. (<http://www.nybg.org/bsci/acre/www1/evaluation.html>), 2001.

FERREIRA, L. A. Potencial de extração e comercialização do óleo-resina de copaíba (*Copaifera* spp.): um estudo de caso na Floresta Estadual do Antimary, Acre. 1999. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Manejo dos Recursos Naturais) – Pró-reitoria de pesquisa e pós-graduação, Universidade federal do Acre.

FREITAS, F. A.; SARAIVA, M. R. Produção e extração de produtos primários tradicionais (estudo preliminar da economia extrativista do Estado do Amazonas). Manaus: Núcleo de Estudos e Projetos: Centro de Desenvolvimento de Pesquisa e Informação do Estado do Amazonas – Codeama, 1992.

HERNANDEZ, F. P. Relatório final do projeto de inventário florestal na FLONA do Tapajós. São José dos Campos: INPE, 126 p, 1993.

HOMMA, A. K. O. O extrativismo vegetal na Amazônia: limites e oportunidades. Brasília: EMBRAPA-SPI, 202 p, 1993.

LEITE, A.; ALECHANDRE, A.; RIGAMONTE-AZEVEDO, C.; CAMPOS, C. A.; OLIVEIRA, A. Recomendações Para o Manejo Sustentável do Óleo de Copaíba. Série: Manejo Sustentável de Florestas Tropicais por Populações Tradicionais. Universidade Federal do Acre – UFAC, 2001.

- LEITE, A. C. P. Neoeextrativismo e desenvolvimento no Estado do Acre: O caso do manejo comunitário do óleo de copaíba na Reserva Extrativista Chico Mendes. 2004. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC.
- LESCURE, J. P. Algumas questões a respeito do extrativismo. In: EMPERAIRE, L. A floresta em jogo: o extrativismo na Amazônia Central. São Paulo: UNESP, 2000. p.139-148.
- LISBOA, P. L. B. Estudo florístico da vegetação arbórea de uma floresta secundária, em Rondônia. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, sér. Botânica, v. 2, p.145-162, 2002.
- LOUREIRO, A. A. Essências madeireiras da Amazônia. Manaus: INPA, 1979.
- MARTINS-DA-SILVA, R. C. V. O gênero *Copaifera* (Leguminosae- Caesalpinioideae) na Amazônia Brasileira. **Rodriguésia**, p. 455-476, 2008.
- MEDEIROS, R. S.; VIEIRA, G. Sustainability of extraction and production of copaiba (*Copaifera multijuga* Hayne) oleoresin in Manaus, AM, Brazil **Forest Ecology and Management**. v. 256. p. 282–28, 2008.
- OLIVEIRA, E. C. P.; LAMEIRA, O. A.; ZOGHBI, M. G. B. Identificação da época de coleta do óleo-resina de copaíba (*Copaifera spp.*) no município de Moju, PA. **Rev. Bras. Pl. Med**, v.8, p.14-23, 2006.
- PADOVAN, M. P.; PIOTTO, D. Avaliação do Manejo da Floresta Nacional do Tapajós. Belterra: IBAMA/ProManejo, 2002.
- PARENTE, V. M. Sistemas abertos sustentáveis – SAS: uma alternativa de gestão sustentável na Amazônia. In: Ribeiro, M. O. A.; Fabré, N. N. (org.). *Sistemas abertos sustentáveis – SAS: uma alternativa de gestão ambiental na Amazônia*, Manaus, Amazonas, Brasil, p.179 – 220, 2003.
- PLOWDEN, C. Ecology da produção de Copaíba (*Copaifera spp*) Oleoresin no Amazon brazilian oriental. **Botany Econômico**. v. 57, p.491-501, 2003.
- PORTELA, E. M. Diagnóstico sócio-econômico e ambiental das comunidades do entorno da Floresta Nacional do Tapajós. Resumo executivo. Santarém-Pá:IBAMA/Promanejo, 31p, 2001.
- PROMANEJO/IBAMA. Desafios, resultados, ameaças e oportunidades em uma unidade de conservação na Amazônia: A Floresta Nacional do Tapajós. Santarém: ProManejo/IBAMA, 169p, 2006.
- RIBEIRO, M. O. A. FABRÉ, N. N. S. A. S - Sistemas Abertos Sustentáveis: uma alternativa de gestão ambiental na Amazônia. Edua. Manaus. Amazonas, 243p, 2003.
- RIGAMONTE-AZEVEDO, O. C. Copaíba: Estrutura Populacional, Produção e Qualidade do óleo-resina em Populações Nativas do sudoeste da Amazônia. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Acre, Rio Branco, Acre, Brazil, p.102, 2004.
- RUEDA, R. Relatório Projeto RESEX: reservas extrativistas. Relatório de atividades. Brasília:

IBAMA, (PNUD-Projeto BRA 92/043), 38p, 2001.

RUNK, V.J. Productivity and Sustainability of a Vegetable Ivory Palm (*Phytelephas aequatorialis*, Arecaceae) Under Three Management Regimes in Northwestern Ecuador. **Economic Botany**. New York, v.52, p.168-182, 1998.

SAMPAIO, P. T. B. Copaíba. In: CLAY, W; SAMPAIO, P. T.; CLEMENT, C. R. Biodiversidade amazônica: Exemplos e estratégias de utilização. Manaus : [INPA], p. 207-215, 2000.

SANTOS, M. Por uma outra globalização: do pensamento único à consciência universal. Rio de Janeiro: Record. p. 174. *apud* CARVALHO, R. da S. 2009. Desenvolvimento, sustentabilidade do manejo florestal em comunidade no sudoeste da Amazônia: um olhar para além da engenharia florestal. 2006. 188 f. Dissertação (mestrado em Engenharia Florestal). Universidade Federal de Lavras.

SHANLEY, M.; CYMERIS, M.; GALVÃO. Frutíferas da mata na vida amazônica. Belém: s.n. p. 91-98, 1998.

SILVA, N. E.; SANTANA, C. A.; SILVA, M. I.; OLIVEIRA, M. C.. Aspectos socioeconômicos da produção extrativista de óleos de andiroba e de copaíba na floresta nacional do Tapajós, Estado do Pará. **Revista de Ciências Agrárias**, v.1, p.12-23, 2010.

SIQUEIRA, G. C. L. Produtos potenciais da Amazônia. Brasília; DF: Sebrae, 97p, 1996.

SOUZA, F. D. R. O manejo do óleo-resina de *Copaifera* spp. Realizado pelas etnias Arara (Karo rap) e Gavião (Ikolen) na Terra Indígena Igarapé Lourdes, Rondônia. 2010. 67f. Dissertação (Mestrado em Biologia Tropical e Recursos Florestais da Amazônia) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Am.

TICKTIN, T. The Ecological Implications of harvesting Non-Timber forest products. **Journal of Applied Ecology**, v. 41, p 11 – 21, 2004.

VEIGA JR, V. F.; PINTO, A. C. O gênero *Copaifera* L. **Química Nova**, v. 25, p 273-286, 2002.

3 ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DO ÓLEO-RESINA E DA VARIABILIDADE GENÉTICA DE COPAÍBA EM DUAS ÁREAS DE COLETA NA FLORESTA NACIONAL DO TAPAJÓS, PARÁ

RESUMO

A *Copaifera reticulata* Ducke, Leguminosae-Caesalpinioideae, produz um óleo-resina com demanda no mercado amazônico de fitofármacos e cosméticos. Algumas populações se encontram na Floresta Nacional do Tapajós, Pará, onde diversas comunidades geram um pouco de renda com sua exploração. Para subsidiar um plano de manejo, informações sobre os padrões de variabilidade genética e físico-químico em suas populações naturais são necessárias, pois a Flona do Tapajós será cercada de outros usos da terra dentro de poucos anos, o que vai eliminar a chance de fluxo gênico com populações atualmente circunvizinhas. Na análise dos aspectos físicos-químicos determinou-se a viscosidade e a densidade do óleo-resina, bem como os índices de refração, acidez, saponificação e éster. Foram testados a transferibilidade de oito locos microssatélites de *Copaifera langsdorffii* para *C. reticulata*, e os que transferiram foram usados para estudar 136 indivíduos distribuídos em duas áreas de coleta de óleo-resina de copaíba, exploradas pelas comunidades de São Domingos e Pedreira na Flona do Tapajós. A *C. reticulata* apresentou uma viscosidade muito variável, de 18 a 187 (mPa.s), uma densidade média $0,975 \text{ (g/cm}^3) \pm 0,049$. Em geral o óleo-resina tem características apropriadas para destinar-se a indústria farmacêutica, com índice de acidez variando de 9,62 a 10,17 (Mg de KOH), e índice de saponificação variando de 109,84 a 100,63 (Mg de KOH).. Com os seis locos microssatélites que transferiram foram observados 78 alelos. A diversidade genética (H_e) variou de 0,59 a 0,85 por locus, considerada alta para a maioria das espécies neotropicais; no entanto, a heterozigosidade observada foi menor que a heterozigosidade esperada pelas proporções do EHW, demonstrando um razoável nível de endogamia ($f = 0,375$ a $0,419$) nas áreas de coleta, provavelmente devido a sua distribuição agrupada. As análises com Structure

não identificaram duas populações baseadas nas áreas de coleta, mas sim dois agrupamentos genéticos baseados em conjuntos distintos de alelos. A maior parte da variação genética foi encontrada dentro das áreas de coleta (97%), enquanto encontrou-se uma fraca diferenciação genética entre as áreas ($F_{ST} = 0,030$). Um pouco menos de variação genética foi encontrada dentro dos grupos genéticos (93%), com um aumento correspondente na divergência ($F_{ST} = 0,070$). A não correspondência entre áreas de coleta e agrupamentos genéticos poderia ser devido a eventos históricos desconhecidos, mas, combinada com a alta diversidade encontrada, sugere que a endogamia atual não será um problema para um plano de manejo, embora o isolamento da Flona no futuro poderia contribuir para elevar a endogamia a níveis preocupantes.

Palavras-chave: *Copaifera reticulata*, microssatélites, endogamia, estrutura genética, variabilidade química

ANALYSIS OF THE PHYSICAL-CHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE OIL-RESIN AND THE GENETIC VARIABILITY OF COPAÍBA IN TWO COLLECTION AREAS IN THE TAPAJÓS NATIONAL FOREST, PARÁ

ABSTRACT

Copaifera reticulata Ducke, Leguminosae-Caesalpinoideae, produces an oil-resin with demand in the Amazonian market for phyto-pharmaceuticals and cosmetics. Some populations are in the Tapajós National Forest, Pará, where several communities generate some income with its exploitation. To subsidize a management plan, information on the patterns of genetic and physical-chemical variability in natural populations are necessary, because the Tapajós Flona will be surrounded by other land uses within a few years, which will eliminate the chance of gene flow with currently adjacent populations. The physical-chemical analyses determined viscosity and density of the oil-resin, as well as the refraction, acidity, saponification and ester indexes. The transferability of eight microsatellite loci developed for *Copaifera langsdorffii* was tested with *C. reticulata*, and those that transferred were used to study 136 individuals distributed in two collection areas of copaiba oil-resin, exploited by the São Domingos and Pedreira communities in the Tapajós Flona. *Copaifera reticulata* oil-resin had highly variable viscosity, from 18 to 187 mPa.s, with a mean density of $0,975 \text{ (g/cm}^3) \pm 0,049$ standard deviation. In general, the oil-resin has characteristics appropriate for the pharmaceutical industry, with index acidity varying from 9,62 to 10,17 (Mg de KOH), and index of saponification varying from 109,84 to 100,63 (Mg de KOH).. With the six microsatellite loci that transferred, 78 alleles were observed. The genetic diversity (H_e) varied from 0.59 to 0.85 per locus, considered high for Neotropical tree species; however, the observed heterozygosity was smaller than the expected heterozygosity by Hardy-Weinberg proportions, demonstrating a reasonable level of inbreeding ($f = 0.375$ to 0.419) in the collection areas, probably due to the clumped distribution of trees. The analyses with Structure did not identify two populations based on the collection areas, but two genetic groupings based on different combinations of

alleles. Most of the genetic variation was found within the collection areas (97%), while there was a weak genetic differentiation among the areas ($F_{st} = 0.030$). A little less genetic variation was found within the genetic groups (93%), with a corresponding increase in divergence ($F_{st} = 0.070$). The non-correspondence between collection areas and genetic groupings could be due to unknown historical events, but, combined with the high genetic diversity found, suggests that the current level of inbreeding won't be a problem for a management plan, although the isolation of the Flona in the future could contribute to elevate the inbreeding to worrying levels.

Key-words: *Copaifera reticulata*, microsatellite, inbreeding, genetic structure, chemical variability.

3.1 INTRODUÇÃO

A origem do nome copaíba parece vir do tupi *cupa-yba*, a árvore de depósito, ou que tem jazida, em alusão clara ao óleo que guarda em seu interior (PECKOLT, 1942). Chamado de copaíba ou copahu pelos indígenas (do tupi: *Kupa'iwa* e *Kupa'ü*, respectivamente), o óleo-resina de copaíba e suas propriedades medicinais eram bastante difundidos entre os povos nativos à época da conquista. A primeira citação sobre o óleo talvez tenha sido em uma carta de Petrus Martius ao Papa Leão X, publicada em Estrasburgo em 1534, em que a droga utilizada pelos índios era chamada de “Copei” (DWYER, 1951). A descoberta da terapêutica indígena permitiu que os primeiros médicos que trabalharam no Brasil contornassem parcialmente a escassez dos remédios empregados na Europa, cujo suprimento à Colônia era intermitente. As práticas indígenas eram tão difundidas, que os viajantes sempre se abasteciam destes medicamentos, “comprovadamente eficientes”, antes de excursões por regiões pouco conhecidas (CARRARA, 1996).

Ainda nos dias atuais a extração de óleo-resina de copaíba é uma prática comum nas comunidades do interior da Amazônia. No entanto, a disponibilização desses produtos é limitada, principalmente nos aspectos de quantidade, regularidade e qualidade (HOMMA, 1993). Por outro lado, cada vez mais a demanda por produtos florestais não madeireiros (PFNM) obtidos sem impactos ao ecossistema está se consolidando como uma oportunidade de negócios (LESCURE, 1997). Para atender a essa demanda, a sobrevivência das populações de plantas sujeitas a extração depende de estratégias adequadas de manejo, e para melhor adequação de estratégias é importante entender e quantificar a variabilidade genética entre e dentro das populações, além do que a análise físico-química do óleo-resina de *Copaifera reticulata* é uma etapa importante para a inclusão num plano de manejo, direcionando-se a padronização do óleo-resina quanto a sua coloração, viscosidade e densidade, visando atender uma possível demanda do produto no mercado.

Entre os PFNM destaca-se a *Copaifera reticulata* Ducke (Leguminosae-Caesalpinoideae), conhecida vulgarmente como “copaibarana” na Floresta Nacional do Tapajós (Pará). A copaibarana é uma espécie de ampla distribuição na Flona (MARTINS-DA-SILVA, 2008), e produz um óleo-resina com demanda no mercado amazônico de fitofármacos e alguma demanda para cosméticos (VEIGA JR. e PINTO, 2002). Sua extração sempre foi realizada de forma tradicional e em pequena escala, no entanto, a procura cresceu tanto que sua extração ganhou escala semicomercial e até comercial em algumas localidades, embora na Flona sua comercialização estagnou-se recentemente.

Para que este recurso tenha produção garantida nas comunidades é necessário que ocorra ações de manejo para que o extrativismo melhore. Como parte de um plano de manejo, um estudo da variabilidade química e genética destas populações é necessário, pois a Flona do Tapajós vai ser cercada de outros usos da terra dentro de poucos anos, o que vai eliminar a chance de fluxo gênico com populações atualmente circunvizinhas, o que, por sua vez, possa aumentar a probabilidade de endogamia e gradualmente erodir a viabilidade genética destas populações.

As características químicas são reconhecidamente variáveis em copaíba e diferentes características são procuradas pelas indústrias farmacêuticas e cosméticas. O óleo-resina é composto de misturas de sesquiterpenos e diterpenos. Os sesquiterpenos são responsáveis pelo aroma e também pela atividade antiinflamatória do óleo-resina (BARRETO JR, 2005), fato este que tem despertado o interesse da indústria cosmética e farmacêutica .

Entre as características físico-químicas a baixa viscosidade e acidez do óleo-resina de copaíba são importantes para uso farmacêutico por conterem maior fração de óleos essenciais, em contraste a elevada viscosidade e acidez são importantes para uso cosmético como a produção de sabonetes, xampus e condicionadores (FLEURY, 1997). Conhecer estas características de antemão permitiria as comunidades comercializarem melhor seu produto.

Atualmente, estão disponíveis várias técnicas moleculares que se diferem entre si pela habilidade em detectar divergência entre indivíduos, e pelo custo, facilidade de uso, consistência e repetibilidade. Os marcadores preferidos hoje revelam polimorfismo através da amplificação de fragmentos de DNA a partir da reação em cadeia da polimerase (PCR) (MULLIS e FALOONA, 1987). Os marcadores microssatélites ou SSR (Sequências Simples Repetitivas) são marcadores amplamente encontrados no genoma dos eucariotos, apresentam altas taxas de mutação, são codominantes, ou seja, em um indivíduo heterozigoto ambos alelos podem ser visualizados (FERREIRA e GRATTAPAGLIA, 1998). Por estas qualidades estes marcadores estão sendo amplamente utilizados em estudos de genética de populações, verificando a diversidade entre e dentro das populações.

Oito marcadores microssatélites já foram desenvolvidos para *Copaifera langsdorffii* a partir de bibliotecas enriquecidas e testados em 96 indivíduos adultos provenientes de quatro matas da galeria do Distrito Federal (CIAMPI, 1999). Todos os locos apresentaram-se altamente multialélicos. Os marcadores desenvolvidos por Ciampi (1999) abriram a perspectiva para o aprofundamento de estudos genéticos em copaíba, representando uma ferramenta poderosa para a geração de dados genéticos populacionais fundamentais à condução de um programa de manejo. As informações geradas aqui servirão como base para permitir um monitoramento em longo prazo da espécie.

Os objetivos deste estudo são:

- Quantificar a variabilidade genética mantida dentro e entre as populações de copaibeiras, contribuindo para conservação *in situ* e o plano de manejo, utilizando marcadores microssatélites.
- Caracterizar físico-quimicamente o óleo-resina coletado pelos extratores, a fim de padronizá-lo para sua comercialização em diferentes indústrias.

3.2 METODOLOGIA

3.2.1 Área de estudo

A pesquisa foi desenvolvida na Floresta Nacional do Tapajós, Pará, entre as coordenadas geográficas 2° 45' a 4° 10' S e 54° 45' a 55° 30' W, com coleta de material genético próximo aos Km 67 e Km 72 da BR-163 (Santarém-Cuiabá), perto das comunidades de São Domingos e Pedreira (Figura 1). A responsabilidade administrativa da Flona do Tapajós é a cargo do ICMBio (Instituto Chico Mendes de Biodiversidade), sob a supervisão do Ministério do Meio Ambiente (§ 1° do Artigo 1° do Decreto n° 1.298, 27/10/1994), com infraestrutura e sede administrativa em Santarém, Pará (ProManejo/IBAMA, 2006).

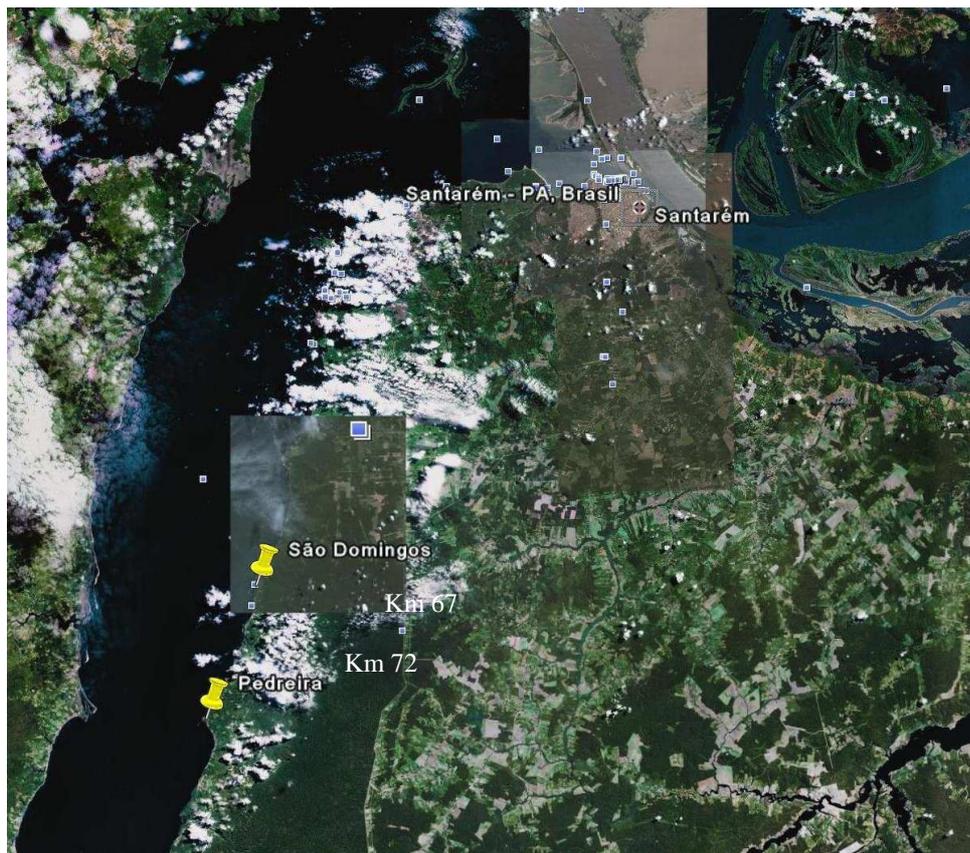


Figura 1- Localização da área de coleta de material genético e óleo-resina de copaíba no Km 67 e Km 72 na BR-163 (Santarém-Cuiabá), perto das comunidades de São Domingos e Pedreira na flona do Tapajós, Pará.

Fonte: Google Earth

A Flona do Tapajós é uma unidade de conservação de uso sustentável, com cobertura florestal de espécies predominantemente nativas. Sua vegetação é caracterizada pela Floresta Amazônica, com diferentes tipos de florestas associadas: floresta tropical densa, floresta tropical aluvial, floresta tropical aberta e floresta secundária (PORTELA *et al.*, 2001). Entretanto, a floresta predominante na área do estudo é a floresta tropical densa, com abundância de copaíba *Copaifera martii* (MARTINS-DA-SILVA, 2008).

O clima local é do tipo Ami (quente úmido), de acordo com a classificação de Köppen, e possui temperatura média anual oscilando entre 25 e 26° C, 2.000 mm anuais de precipitação, ocorrência de estiagem de quatro meses (com precipitações que alcançam 60 mm), com uma umidade relativa superior a 80% em todo o ano (PADOVAN, 2002).

3.2.2. Coleta de materiais

Para as análises genéticas, houve a retirada do câmbio das árvores adultas nas áreas Km 67 e Km 72 da BR-163 (Santarém-Cuiabá), por serem áreas definidas pelo IBAMA/Santarém como áreas de coleta do óleo-resina de copaíba no período deste estudo. No ato da retirada, 200 amostras foram acondicionadas em sacos de papel com sílica e enrolados em sacos plásticos, identificados por indivíduo, colocadas em caixas de isopor com gelo, transportadas para o Laboratório de Evolução Aplicada da Universidade Federal do Amazonas, onde foram armazenadas em freezer (-20°C) até a extração de seu DNA. Das 200 amostras coletadas, foram utilizadas 136 amostras (72 amostras do Km 67 e 64 amostras do Km 72), devido à oxidação de várias amostras.

3.2.3 Análise física do óleo-resina

Foram analisadas 30 amostras de óleo-resina de *C. reticulata* com DAP > 40 cm, coletadas na área do Km 67 (15 matrizes) e na área do Km 72 (15 matrizes).

Na classificação das amostras de óleo-resina quanto sua coloração, foi utilizada uma tabela de cores como o preconizado por Rigamonte-Azevedo (2004), sendo que por comparação

visual as amostras foram classificadas como incolor, amarelo claro, amarelo médio, amarelo dourado e acastanhado.

As densidades foram medidas em temperatura ambiente (25 ± 1 °C) e as amostras foram pesadas (em balança analítica modelo EC154) em balões volumétricos de 10 mL (previamente aferidos com água bidestilada à temperatura de 25 °C). O procedimento de medida para todas as amostras foi realizado em triplicata, tendo sido obtido então um valor de densidade média e seu respectivo desvio padrão (σ).

Para a determinação da viscosidade foi utilizado o viscosímetro capilar ou de Ostwald acoplado a um banho termostático a temperatura de 50 °C, permitindo assim mensurar a viscosidade dos óleos no intervalo de 20 a 50 °C. Os valores de viscosidade reportados referem-se a valores médios, obtidos por triplicata de leitura, e seu desvio padrão (σ).

3.2.4 Determinação dos índices de Refração, Acidez, Saponificação e Éster.

Os óleos-resina foram acondicionados em vidros âmbar de 60 ml para análise química no Centro de Biotecnologia da Amazônia (CBA), Manaus, Amazonas.

O Índice de saponificação (I. S.) é o número de miligramas de KOH necessários para que um grama de gordura vire sabão (AOAC, 2005). Quanto maior o índice de saponificação, mais base será consumida.

O índice de acidez (I.A.) também é expresso em miligramas de KOH que são suficientes para neutralizar o ácido (Instituto Adolfo Lutz, 2005); quanto maior a quantidade de base usada, mais forte é o ácido, ou seja, maior quantidade de compostos resinosos presente no óleo-resina. O índice de refração (I.R) está relacionado com o grau de insaturação das cadeias, compostos de oxidação e tratamento térmico (MORETTO e FETT, 1998). O índice de éster (I.E) é definido como a massa de hidróxido de potássio, em miligramas, gasta na saponificação de um grama de amostra de óleo neutro (VASCONCELOS, 2002). Os valores do índice de éster é a subtração dos valores de índice de acidez e índice de saponificação de cada amostra.

3.2.5 Extração do DNA

A extração do DNA genômico foi realizada com o reagente CTAB 2% (DOYLE e DOYLE, 1987) com modificações. Depois de extraído, o DNA genômico foi quantificado por meio da análise comparativa de cada amostra com o DNA fago de peso molecular conhecido (λ a 50, 100 e 200 ng/ μ l) em eletroforese em géis de agarose 1% corado com GELRED (Uniscience). Posteriormente o DNA foi diluído em água MilliQ a 10 ng/ μ l.

3.2.6 Reações em Cadeia da Polimerase (PCR) de microssatélites

Foram testados oito pares de iniciadores desenvolvidos para *Copaífera langsdorffi* (CIMAPI, 1999) (Tabela 1). Para detecção dos produtos por fluorescência, adicionou-se a extremidade do primer Forward de cada locus a sequência M13 (5'TGTAAAACGACGGCCAGT 3'). As reações de PCR tiveram um volume final de 10 μ l contendo 4 μ l de DNA genômico (40 ng), 1 μ l de tampão 10X (TrisHCl 100 mM, KCl 500 mM, pH 8.4), 1 μ l dNTP (2,5 μ M), 1 μ l de MgCl₂ (25 mM), 0,8 μ l de BSA (2,5 μ M), 1 μ l do primer Reverse (2,5 μ M), 0,5 μ l do primer Forward (1,25 μ M), 0,5 μ l do primer M13 (1,25 μ M) marcado com fluorescência e 0,2 μ l de Enzima Taq polimerase (5U/ μ L) (Biotools).

Tabela 1- Sequências de 8 pares de iniciadores que amplificaram locos microssatélites (SSR) em *Copaifera langsdorffi*, com as respectivas amplitudes alélicas em pares de base, temperaturas de anelamento e número total de alelos por loco quando testados em 96 plantas de 4 matas de galeria do Distrito Federal (Ciampi, 1999).

Locos SSR	Fluorocromo	Sequência do iniciador (5'-3')	Amplitude Alélica	T °C	Nº de alelos por loco A
CL01	HEX	for AGACTCCATTCTTCCACAGC rev TGTCTTCTCTCTGCAACCA	174-226	56	23
CL02	HEX	for CCTCGATCCTCCTTGTGTTC rev TCAGTTCGGATAGCGATGC	183-331	56	32
CL06	FAM	for AGCGTTGCAAGGAATTTCT rev CGAAACTTGCATGCGGATA	130-174	54	19
CL20	FAM	for ACCAATCTCAATCATCGAGC rev TGCGGGTGAATGTAGAGTT	85-65	56	24
CL27	HEX	for AATATACAATGCACCGCAA rev CTCCAAAAGCCATGCAAG	182-240	54	26
CL32	FAM	for TGAGAGTATGGAATGTAAC rev AGTCATGAAAATAGGAGTG	150-222	50	24
CL 34	FAM	for TGTTGACATGACACTAATTC rev ACAACCGACTTATTGGA	183-259	50	27
CL 39	TET	for GCAGCTGTTCTTGTGACT rev CAAGAATCCGTGACTTCATC	102-156	56	21

As amplificações foram realizadas em termociclador Veriti (Applied Biosystems) seguindo o programa: 94°C por 2 minutos; 25 ciclos de 94°C por 10 segundos, a temperatura de anelamento otimizada (50°C) para os locos CL01, CL02, CL06, CL20, CL27, CL32 e CL34, e 54°C no loco CL20 e 56°C no loco CL39 por 20 segundos, 72°C por 30 segundos; um ciclo de 72°C por 10 minutos, 20 ciclos de 94°C por 10 segundos, 50°C por 20 segundos, 72°C por 30 segundos, e uma extensão a 72°C por 30 minutos. Os produtos gerados pela PCR de cada loci foram diluídos, e ROX e formamida foram adicionados para a genotipagem em ABI (Applied Biosystems). A estimativa do tamanho dos alelos foi realizada com o programa GeneMapper v.4.0 (Applied Biosystems).

3.2.7 Análises Genéticas

As frequências alélicas dos locos foram calculadas por meio do programa CONVERT (GLAUBITZ, 2004). O programa STRUCTURE versão 2.3.2.1 (FALUSH e HUBISZ, 2009) foi utilizado para determinar se existia uma ou mais populações na área de coleta, via a simulação do melhor número de agrupamentos detectados (clusters). Os parâmetros utilizados foram: burn-in de 100.000 permutações, com 500.000 permutações, a partir de 10 simulações para cada K. A simulação encontrou dois grupos sem relação com as “populações geográficas”, de forma que tanto as populações geográficas como os agrupamentos alélicos foram examinados nas análises posteriores.

As estimativas padrões de diversidade genética incluíram o número de alelos (A), a heterozigosidade observada (H_o) e esperada (H_e), e o coeficiente de endogamia (f), e foram calculados para cada loco por meio do programa ARLEQUIN v.3.01 (EXCOFFIER *et al.*, 2006). Para examinar a estrutura genética das populações genéticas e geográficas, foi efetuada uma análise de variância molecular (AMOVA) (MICHALAKIS e EXCOFFIER, 1996), bem como o grau de diferenciação (F_{ST}) entre as populações, com o programa GenAlEx (PEAKALL e SMOUSE, 2006).

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.3.1 Cor, densidade e viscosidade

A *Copaifera reticulata* produz um óleo de aspecto líquido, fino, odor fraco e de coloração amarelo claro, mas com variações (Figura 2a), sendo que 73% da coloração amarelo dourada foi a coloração que mais destacou-se (Figura 2b). Alencar (1982) comenta que além do tipo de copaíba, acredita-se que características do local de crescimento das árvores, como a granulometria do solo no local de crescimento das árvores, afetem a coloração do óleo-resina.

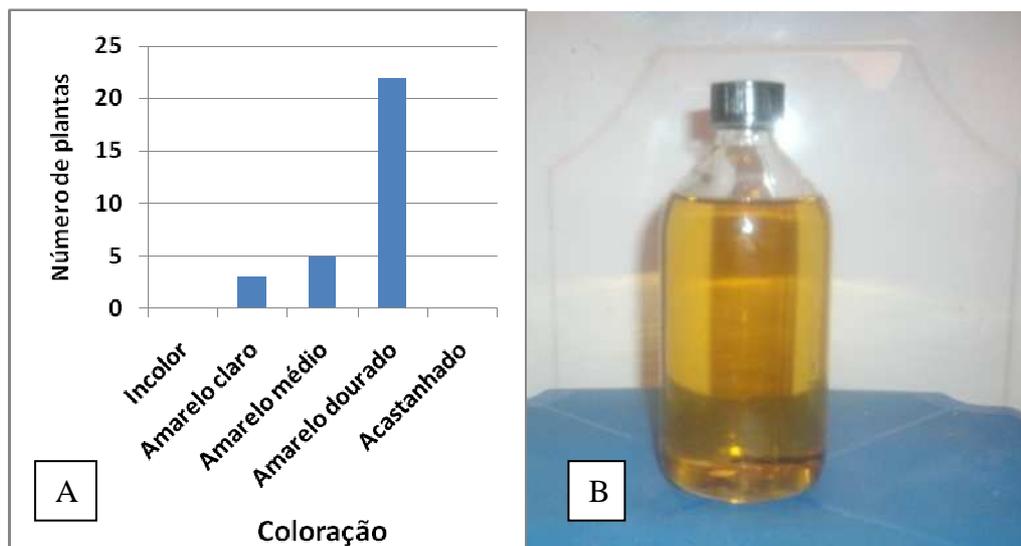


Figura 2 a e b: A- Variações de coloração do óleo-resina de *Copaifera reticulata* na Floresta Nacional do Tapajós, Pará. B- coloração amarelo dourada de *Copaifera reticulata* na Floresta Nacional do Tapajós, Pará.

A densidade do óleo-resina de *C. reticulata* não variou muito nas duas áreas de coleta (Figura 3a). Em contraste, a viscosidade variou enormemente (Figura 3b); (Tabela 2). Rigamonte-Azevedo (2004) comenta em seu estudo com diferentes espécies de copaíba no Acre, que *C. reticulata* foi a que apresentou maior frequência de árvores com óleo-resina de alta viscosidade, resultados que concordam com os de Pio Corrêa (1931) e Plowden (2003), que também relatam variabilidade na viscosidade do óleo-resina. Mathias *et al.* (2011) encontraram uma viscosidade baixa de $6,56 \pm 0,01$ para *C. multijuga* coletada na região da bacia petrolífera no rio Urucú, no Amazonas. Acredita-se que as variações físicas do óleo-resina são devidas a atributos genéticos ou fatores ambientais (ALENCAR, 1982; CASCON e GILBERT, 2000).

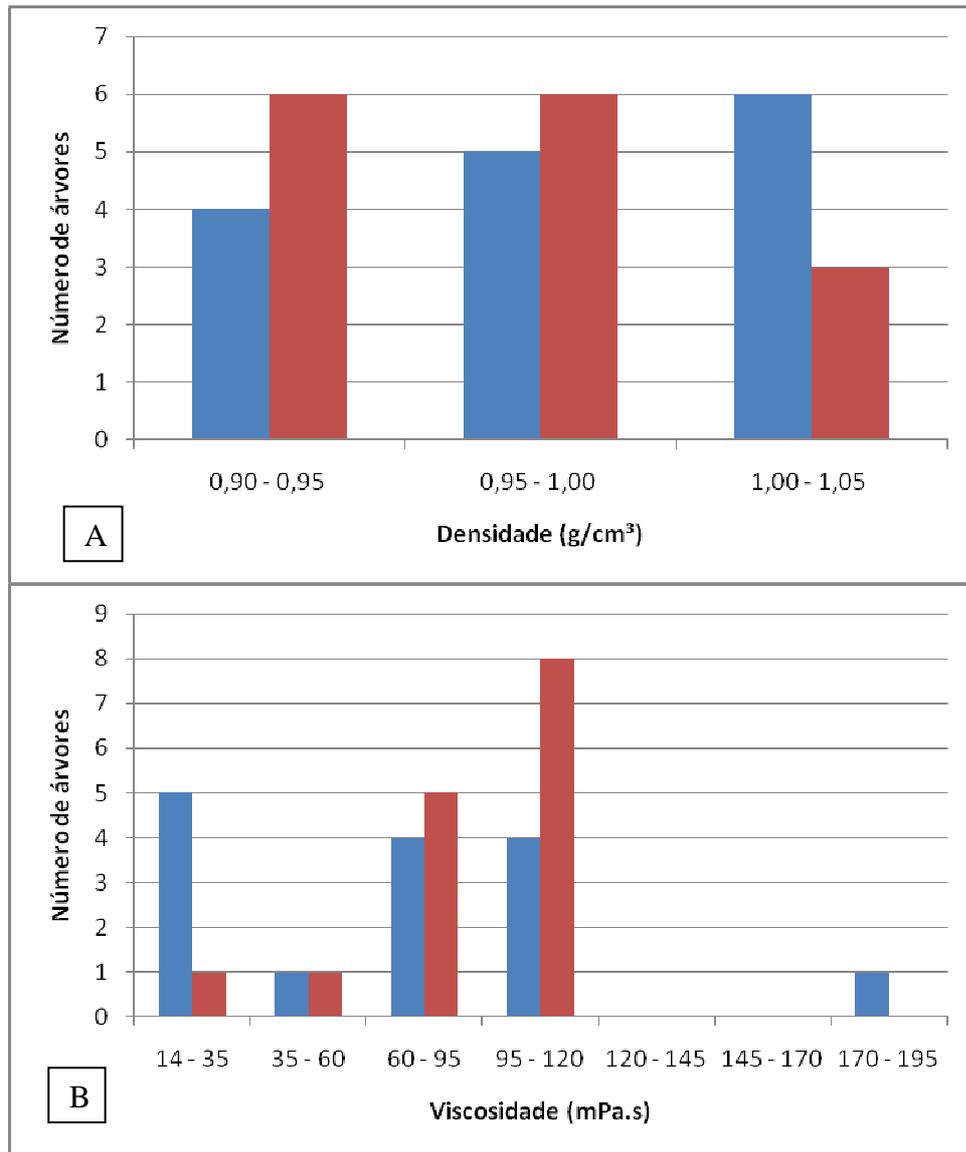


Figura 3 a e b: A- Variação da densidade do óleo-resina na área de coleta do Km 67 e Km 72 na Flona do Tapajós-Pá. B- Variação da viscosidade do óleo-resina na área de coleta do Km 67 e Km 72 na Flona do Tapajós-Pá.

Tabela 2. Características físicas dos óleos-resina de copaíba (*Copaifera reticulata*) de duas áreas de coleta na Floresta Nacional do Tapajós, Pará. Os valores são médias \pm desvios padrão (mínimo-máximo) de 15 plantas por área.

Característica	Área do km 67	Área do km 72	Média
Densidade (g/cm ³)	0,97 \pm 0,047 (0,9428-1,0097)	0,98 \pm 0,051 (0,9535-1,0261)	0,975
Viscosidade (mPa.s)	79,04 \pm 32,29 (18,54-114,49)	85,51 \pm 49,30 (18,80-187,66)	82,27

3.3.2 Índices de Acidez, Saponificação, Éster e Refração

As diferenças entre os óleos-resina encontrados propiciam diferentes utilizações industriais. Um óleo-resina mais fino é menos ácido, tem maior fração de óleos essenciais e pode se destinar às indústrias farmacêuticas, ou como fixadores de perfumes nas empresas de cosméticos, enquanto aqueles mais espessos, densos e ácidos podem ser empregados em indústrias de cosméticos com a finalidade, por exemplo, de fabricação de sabonetes, xampus e condicionadores (FLEURY, 1997).

A acidez apresentou-se baixa nas amostras analisadas nas duas áreas de coleta, no entanto o índice de saponificação apresentou-se alto (Figura 4); (Tabela 3). Souza (2010) em seu estudo em Igarapé Lourdes – Ro, encontrou um baixo índice de acidez para *C. multijuga* (9,40 mg de KOH/g) , seguido de baixo índice de saponificação (15,4 mg de KOH/g), no entanto para a espécie *C. piressi* a acidez encontrada foi alta (48,93 mg de KOH/g), bem como a saponificação (64,88 mg de KOH/g).

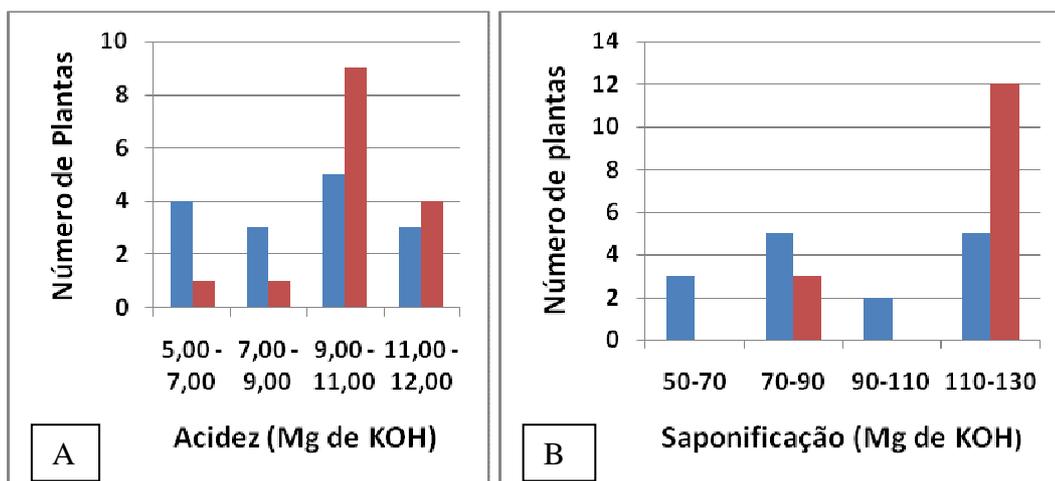


Figura 4 a e b: A- Variação do índice de acidez do óleo-resina de copaíba nas áreas de coleta do Km 67 e Km 72 na floresta Nacional do Tapajós-Pá. B- Variação do índice de acidez do óleo-resina de copaíba nas áreas de coleta do Km 67 e Km 72 na floresta Nacional do Tapajós-Pá.

Tabela 3- Índices de acidez e saponificação dos óleos-resina de *Copaifera reticulata* coletados nas duas áreas de coleta (Km 67 e Km 72) na Flona do Tapajós, Pará.

Característica	Área do km 67	Área do km 72	Média
Refração	1,5097±0,0008(1,5080-1,5105)	1,5101±0,0015(1,5080- 1,5135)	1,5099
Acidez (Mg de OH)	10,17±1,62 (6,68-11,19)	9,62±1,89 (6,2-11,44)	9,89
Saponificação (Mg de KOH)	109,84±14,76(80,85-124,12)	100,63±20,86 (58,92-127,91)	105,23
Éster	98,99±13,38(66,07-116,35)	89,05±20,52 (48,81-116,71)	94,02

3.3.3 Transferibilidade dos locos microssatélites

Seis locos desenvolvidos para *C. langsdorffii* transferiram para *C. reticulata* e apresentaram bom número de alelos: CL01 (09 alelos), CL02 (17 alelos), CL06 (8 alelos), CL27 (12 alelos), CL 32 (17 alelos) e CL 34 (15 alelos). O número médio de alelos encontrados nos grupos genéticos nos 6 locos foi de 19,8 alelos, sendo maior o número de alelos para as áreas geográficas (21,6).

Vários alelos privados foram encontrados nesta espécie (Tabela 4), como o esperado pelas altas taxas de mutação (SLATKIN, 1995). Ciampi (1999) encontrou diversos alelos privados em apenas um ou poucos indivíduos. No geral obteve uma média de 24,5 alelos nos oito locos estudados de *C. langsdorffii*. Valores similares foram encontrados em outras espécies tropicais, incluindo *Platypodium elegans* (CHASE *et al.*, 1996), *Eucalyptus grandis* (BRONDANI *et al.*, 1998). Neste estudo obteve-se uma taxa de transferibilidade de 75% de *C. langsdorffii* para *C. reticulata*. Uma alta transferibilidade de locos SSR ocorre entre espécies taxonomicamente relacionadas, como dentro de um gênero (DAYANADAN, 1997), sendo que a absoluta transferibilidade (100% dos locos) ocorre em consequência da homologia da sequência de DNA das regiões que flanqueiam os microssatélites (COLEVATTI *et al.*, 1999), caso que não ocorreu com os locos CL20 e CL39 em *C. reticulata*.

3.3.4 Análise com Structure

As simulações com Structure determinou que a probabilidade de existir dois grupos é duas vezes maior do que existir três e seis vezes maior do que existir quatro grupos (Figura 5), baseado no cálculo de ΔK proposto por Evanno *et al.* (2005). As simulações para $\Delta K = 2$ não apresentaram relação com as duas áreas de coleta (Figura 6). A probabilidade de existir duas populações na área era pequena devido à pequena distância geográfica, mas a existência de dois grupos genéticos não foi esperada. Portanto, no que segue tanto as áreas de coleta como os grupos alélicos serão examinados.

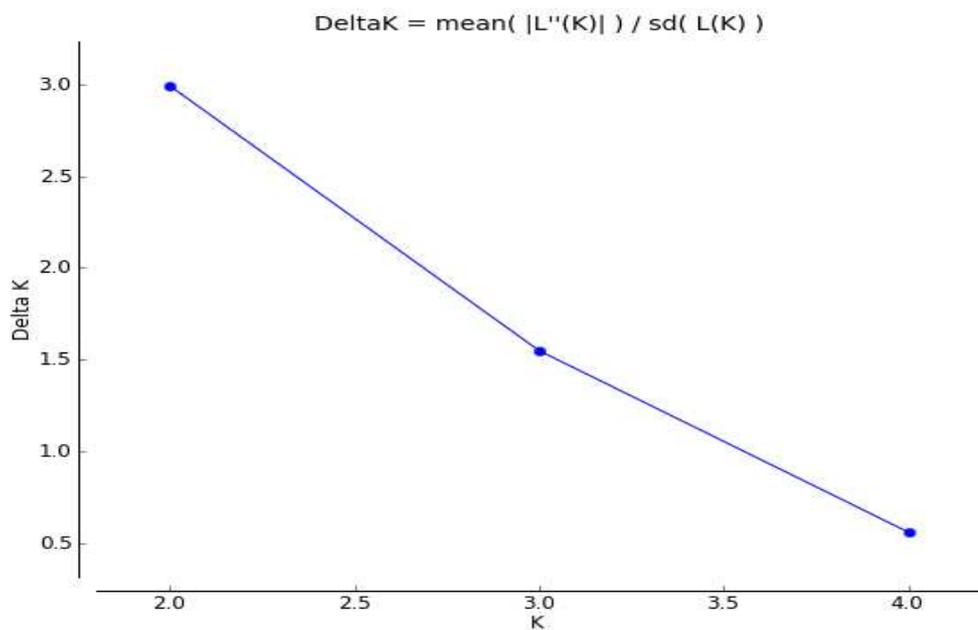


Figura 5. Agrupamentos identificados pelo programa STRUCTURE com base em 6 locos microssatélites de *C. reticulata* (ΔK com 10 simulações) nas áreas de estudo do Km 67 e Km 72 da BR-163, no limite da Flona do Tapajós, Pará.

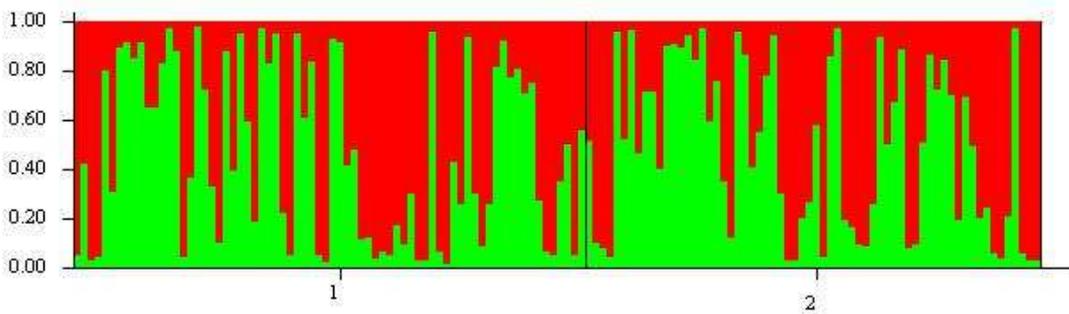


Figura 6. Probabilidade de associação das 136 plantas em dois grupos identificados pelo programa STRUCTURE ($\Delta K = 2$). As cores representam os grupos como similaridades alélicas e cada planta (linha vertical) é avaliada em termos da probabilidade de compor um determinado grupo. A área geográfica 1 é do km 67 e a área geográfica 2 é do km 72, da BR-163, no limite da Flona do Tapajós, Pará.

3.3.5 Determinação da estrutura genética

Duas análises de variância molecular (AMOVA), com respectiva estimação de F_{ST} (Índice de diferenciação genética), examinaram duas possíveis estruturas: área geográfica de coleta e agrupamentos genéticos de Structure para os indivíduos de *C. reticulata* nos km 67 e km 72 da Flona do Tapajós (Tabela 4). A maior parte da variação genética foi encontrada dentro das áreas de coleta (97%), enquanto encontrou-se uma fraca diferenciação genética entre as áreas ($F_{ST} = 0,030$). Um pouco menos de variação genética foi encontrada dentro dos grupos genéticos (93%), com um aumento correspondente na divergência ($F_{ST} = 0,070$). Ambos os valores de F_{ST} foram baixos, indicando fraca diferenciação genética. Pinto *et al.* (2004), em estudos com isoenzimas com *C. langsdorffi* em Lavras, MG, encontrou divergência alta entre as populações 17,5%. Ciampi (1999), trabalhando com dados de marcadores AFLP (Amplified Fragment Length Polymorphism) e microssatélites (SSR), verificou que a maior parte da variabilidade genética em *C. langsdorffii*, da ordem de 90%, está contida dentro das populações, e cerca de 10% estão entre populações.

Tabela 4- Distribuição da variabilidade genética de *C. reticulata* pela análise de variância molecular (AMOVA), com base na análise de 6 locos microssatélites, examinando duas possíveis estruturas identificadas pelo programa STRUCTURE: áreas geográficas e grupos genéticos, nas áreas do Km 67 e Km 72 da BR-163, no limite da Flona do Tapajós, Pará.

Estrutura	F_{ST}	Fonte de variação	d.f.	Variância	Porcentagem de variação
Geográfica	0,030	<i>Entre populações</i>	1	0.211	3
		<i>Dentro das populações</i>	134	6.784	97
		<i>Total</i>	135	6.995	100
Genética	0,070	<i>Entre populações</i>	1	0.498	7
		<i>Dentro das populações</i>	134	6.640	93
		<i>Total</i>	135	7.138	100

3.3.6 Estimativas de diversidade genética

Nos 136 indivíduos adultos genotipados com 6 locos microssatélites foram identificados 78 alelos (Tabela 4). Martins (2008) encontrou 108 alelos utilizando 6 locos para *C. langsdorffii* em fragmentos florestais do Portal de Paranapanema, SP, e Ciampi (1999) encontrou 196 alelos para os oito locos que desenvolveu.

Tabela 5- Índices de diversidade genética baseado em seis locos microssatélites de *C. reticulata*, examinando dois possíveis agrupamentos de indivíduos, e ainda do conjunto considerando os 136 indivíduos na Flona do Tapajós, Pará: A- áreas geográficas, B- grupos genéticos e C- Conjunto de indivíduos. A – Número de alelos; P – Número de alelos privados; *Ho* – Heterozigosidade observada; *He* - Heterozigosidade esperada; *f* - coeficiente de endogamia de Weir & Cockerham (1984).

A-áreas de coletas		CL01	CL02	CL06	CL27	CL32	CL34	Todos os locos
Km 67 (N= 72)	<i>A</i>	6	14	7	10	14	11	62
	<i>P</i>	2	6	-	3	2	1	14
	<i>Ho</i>	0,444	0,394	0,357	0,653	0,471	0,535	0,476
	<i>He</i>	0,628	0,821	0,669	0,830	0,835	0,785	0,761
	<i>f</i>	0,293	0,520	0,466	0,214	0,437	0,318	0,375
Km 72 (N= 64)	<i>A</i>	10	11	8	14	13	11	67
	<i>P</i>	3	3	1	3	4	2	18
	<i>Ho</i>	0,578	0,381	0,217	0,459	0,569	0,508	0,452
	<i>He</i>	0,701	0,846	0,665	0,852	0,825	0,772	0,777
	<i>f</i>	0,176	0,550	0,674	0,461	0,310	0,341	0,419
B- agrupamentos genéticos		CL01	CL02	CL06	CL27	CL32	CL34	Todos os locos
N= 72	<i>A</i>	5	12	8	12	12	10	59
	<i>P</i>	1	5	1	3	6	4	20
	<i>Ho</i>	0,514	0,371	0,319	0,638	0,522	0,563	0,488
	<i>He</i>	0,596	0,778	0,757	0,826	0,841	0,716	0,752
	<i>f</i>	0,137	0,522	0,579	0,288	0,379	0,213	0,343
N= 64	<i>A</i>	8	14	7	14	9	8	60
	<i>P</i>	4	3	-	5	3	2	17
	<i>Ho</i>	0,500	0,407	0,262	0,484	0,508	0,475	0,440
	<i>He</i>	0,706	0,851	0,645	0,825	0,790	0,750	0,761
	<i>f</i>	0,291	0,522	0,594	0,413	0,356	0,366	0,424
C- Conjunto de indivíduos								
N= 136	<i>A</i>	9	17	8	12	17	15	78
	<i>P</i>	4	6	1	8	9	6	34
	<i>Ho</i>	0,507	0,388	0,292	0,523	0,564	0,516	0,465
	<i>He</i>	0,668	0,845	0,719	0,785	0,843	0,834	0,782
	<i>f</i>	0,240	0,541	0,593	0,334	0,331	0,381	0,403

Os indivíduos apresentam um déficit de heterozigosidade observada pelas proporções do Equilíbrio de Hardy-Weinberg em todos os locos, resultando assim em estimativa moderada de endogamia. De acordo com Farias (2010), mesmo em espécies alógamas, o equilíbrio de Hardy-Weinberg deixa de existir na presença de cruzamentos preferenciais, o que pode resultar em estruturação dentro da população.

Martins (2008) encontrou que o loco CL06 apresentou H_o maior que H_e em *C. langsdorfi*. Em contraste, Ciampi (1999) encontrou que os locos CL02, CL27 e CL34 apresentaram heterozigosidade observada menor do que a esperada, e que os demais locos apresentaram heterozigosidade observada maior que a esperada. A heterozigosidade para os agrupamentos genéticos foi alta ($H_e = 0,75$) em relação às heterozigosidades esperadas para outras espécies neotropicais (GAIOTTO *et al.*, 2003; LEMES *et al.*, 2007). Valores similares foram encontrados em outras espécies arbóreas tropicais, incluindo *Eucalyptus grandis* (BRONDANI *et al.*, 1998), *Swietenia humilis* (WHITE e POWELL, 1997).

As estimativas elevadas de f provavelmente são decorrentes de agrupamento de árvores na floresta, permitindo cruzamentos entre parentes. Resultado similar foi citado no estudo de Martins (2008) com *C. langsdorfi*, apontando uma elevada endogamia f (0,292), utilizando também seis marcadores microssatélites. O elevado índice de endogamia detectado para *C. reticulata* explica o déficit de heterozigotos observado para a espécie, provavelmente devido ao acasalamento entre indivíduos aparentados (*biparental inbreeding*).

3.4 CONCLUSÕES

- Caso a extração seja direcionada para a coleta de indivíduos com baixa acidez (Mg de KOH) de óleo-resina, cuja demanda é ampla na indústria farmacêutica, deve-se dar preferência no manejo de indivíduos que possuam esta característica.
- A estrutura genética foi caracterizada por apresentar uma maior variação genética dentro dos agrupamentos e uma menor variação entre os agrupamentos em ambas as análises, demonstrando fraca estruturação das copaibeiras nas áreas de estudo na Flona do Tapajós.
- As copaibeiras por estarem em moderado processo de endogamia, sugere-se o plantio dentro das áreas estudadas com árvores de genótipos heterozigotos, para promover a mistura dos alelos.

3.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALENCAR, J.C. Estudos silviculturais de uma população natural de *Copaifera multijuga* Hayne – Leguminosae, na Amazônia central. Produção de óleo resina. **Acta Amazônica**, v. 12, p. 15-29, 1982.
- AOAC- Official Methods: 921.08. Official Methods of Analysis, 18Th edition, 2005, chapter 41, p.3.
- AOAC- Official Methods: 921.08. Official Methods of Analysis, 18Th edition, 2005, chapter 41, p.12.
- BARRETO-JUNIOR, C. B. Abordagem para a Síntese de Amidas Naturais Bioativas e Seus Análogos. 2005. 199f. Dissertação (Mestrado em Química Orgânica). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.
- BRONDANI, R. P. V.; BRONDANI, C.; TARCHINI, R.; GRATTAPAGLIA, D. Development, characterization and mapping of microsatellite markers in *Eucalyptus grandis* and *E. urophylla*. **Theoretical and Applied Genetics**, v.9, p.816-827, 1998.
- CARRARA JR., E.; MEIRELLES, H. A Indústria Química e o Desenvolvimento do Brasil - 1500-1889; Metalivros: São Paulo, 1996, p. 115.

CASCON, V; GILBERT, B. Characterization of the chemical composition of oleoresins of *Copaifera guianensis* Desf., *Copaifera duckei* Dwyer, *Copaifera multijuga* Hayne, **Phytochemistry**, v. 55, p. 773-778, 2000.

CIAMPI, A. Y. Desenvolvimento e utilização de marcadores microssatélites, AFLP e seqüenciamento de cpDNA, no estudo da estrutura genética e parentesco em populações de copaíba (*Copaifera langsdorffii*) em matas de galeria no Cerrado. Botucatu, SP: Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP, 1999.

CHASE, M.; KESSEL, R.; BAWA, K. Microsatellite markers for population and conservation genetics of tropical trees. **American Journal of Botany**. v.83, p.51-57, 1996.

COLLEVATTI, R. G.; BRONDANI, R. V.; GRATTAPAGLIA, D. Development and characterization of microsatellite markers for genetic analysis of a brazilian endangered tree species *Caryocar brasiliense*. **Heredity**. 83: 748-756, 1999.

DAYANANDAN S.; DOLE, J.; BAWA, K.; KESSELLI, R. Population structure delineated with microsatellite markers in fragmented populations of a tropical tree, *Carapa guianensis* (Meliaceae). **Molecular ecology**, 8: 1585-1592

DOYLE, J. J. & DOYLE, J. S. Isolation of plant DNA from fresh tissue. **Focus**, v.12, p.13-15, 1987.

DWYER, J. D. *Brittonia*. v. 7, 143-154, 1951.

EVANNO, G.; REGNAUT, S.; GOUDET, J. Detecting the number of clusters of individuals using the software STRUCTURE: a simulation study. **Molecular Ecology**, v.14, p.2611-2620, 2005.

EXCOFFIER, L. G. L.; SCHNEIDER, S. Arlequin ver. 3.0: An integrated software package for population genetics data analysis. **Evolutionary Bioinformatics Online**, v.1, p.47-50, 2006.

FARIAS, G. S. Estrutura genética de populações e filogeografia da acariquara (*Minquartia guianensis* Aubl., Olacaceae). Dissertação (Mestrado em genética) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 2010.

FERREIRA, M. E.; GRATTAPAGLIA, D. Introdução ao uso de marcadores moleculares em análise genética. 2. ed. Brasília: Embrapa, Cenargen, 220 p, 1998.

GAIOTTO, F. A.; GRATTAPAGLIA, D.; VENCOVSKY, R. Genetic structure, mating system, and long-distance gene flow in heart of palm (*Euterpe edulis* Mart.) **Journal of heredity**, v.5, p.399-406, 2003.

GLAUBITZ, J. C. CONVERT: A user-friendly program to reformat diploid genotypic data for commonly used population genetic software packages. **Molecular Ecology Notes**, v.4, p.309 – 310, 2004.

HOMMA, A. K. O. O extrativismo vegetal na Amazônia: limites e oportunidades. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1993. 202 p.

- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Determinação de acidez: 325/IV. Brasília: Ministério da Saúde. p. 593. 2005.
- LEMES, M. R.; GRATTAPAGLIA, D. Flexible mating system in a logged population of *swietenia macrophylla* King (Meliaceae): implications for the management of threatened neotropical tree species. **Plant Ecology**, v.192, p.169-179, 2007.
- LESCURE, J.; PINTON, F.; EMPERAIRE L. Povos e Produtos da Floresta na Amazônia Central: o enfoque multidisciplinar do extrativismo. *In*: Vieira, P. F.; Weber, J. (org.). Gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento: novos desafios para a pesquisa ambiental. São Paulo: Cortez, p.433 – 466, 1997.
- MATHIAS, C. C.; CAMPELO M.; JUSTO, S. P. E.; GALVÃO N. V.; VEIGA JUNIOR, V. F. ; MOREIRA, S. L.; CHAAR, J. S.; VARGAS, F. S.; SILVA, E. S.; CLEMENT, C. R.; AZEREDO G. N.; SAMPAIO, P. T. B. Estudos de variáveis físico-químicas de Óleos de Copaíba das espécies *Copaifera multijuga* e *C. reticulata*. Sociedade Brasileira de Química (SBQ). Resumo expandido. 34ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, 2011.
- MARTINS-DA-SILVA, R. C. V. O Gênero *Copaifera* (Leguminosae- caesalpinioideae) na Amazônia Brasileira. **Rodriguésia**, p. 455-476, 2008.
- MARTINS, K. Estrutura genética populacional de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae – Caesalpinioideae) em fragmentos florestais no Pontal do Paranapanema, SP, Brasil. **Revista brasileira de Botânica**, v.31, 2008.
- MICHALAKIS, Y.; EXCOFFIER, L. A generic estimation of population subdivision using distances between alleles with special reference for microsatellite loci. **Genetics**, v.142, p.1061–1064, 1996.
- MORETTO, E.; FETT, R. Tecnologia de óleos e gorduras vegetais: na indústria de alimentos. São Paulo: Varela, 1998. 150 p
- MULLIS K; FALOONA F. Specific synthesis of DNA in vitro via a polymerase-catalyzed chain reaction. **Methods in Enzymology**, v.155, p.335–350, 1987.
- PADOVAN, M. P.; PIOTTO, D. Avaliação do Manejo da Floresta Nacional do Tapajós. Belterra: IBAMA/ProManejo, 2002.
- PEAKALL, R.; SMOUSE P. Population genetic software for teaching and research. **Molecular Ecology Notes** 6, p. 288-295, 2006.
- PECKOLT, G.; Revista Flora Medicinal, v. 9, 453461, 1942.
- PINTO, C. I. S.; SOUZA, M. A.; CARVALHO, D. Variabilidade genética por isoenzimas em populações de *Copaifera langsdorffii* em dois fragmentos de mata ciliar. **Scientia Forestalis**, v.65, p. 40-48, 2004.
- PIO CORRÊA, M. Dicionário de plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas. Rio de Janeiro: IBDF, p.370-375, 1931.

- PLOWDEN, C. Ecology (Copaifera spp) Oleoresin no Amazon brazilian oriental. **Botany Econômico**. v.57, p.491-501.2003.
- PORTELA, E. M. Diagnóstico sócio-econômico e ambiental das comunidades do entorno da Floresta Nacional do Tapajós. Resumo executivo. Santarém-PA:IBAMA/Promanejo, 31p, 2001.
- PROMANEJO/IBAMA. Desafios, resultados, ameaças e oportunidades em uma unidade de conservação na Amazônia: A Floresta Nacional do Tapajós. Santarém: ProManejo/IBAMA, 169p, 2006.
- RIGAMONTE-AZEVEDO, O. C. Copaíba: Estrutura Populacional, Produção e Qualidade do óleo-resina em Populações Nativas do sudoeste da Amazônia. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Acre, Rio Branco, Acre, Brazil, p.102, 2004.
- SLATKIN, M. A measure of population subdivision based on microsatellite allele frequencies. *Genetics*, 139, 457-462, 1995.
- SOUZA, F. D. R. **O manejo do óleo-resina de *Copaifera* spp. Realizado pelas etnias Arara (Karo rap) e Gavião (Ikolen) na Terra Indígena Igarapé Lourdes, Rondônia.** Dissertação (Mestrado em Biologia Tropical e Recursos Florestais da Amazônia) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Am, 2010.
- VASCONCELOS, A. F. F.; GODINHO, O. E. S.; 2002. **Uso de métodos analíticos convencionados no estudo da autenticidade do óleo de copaíba.** *Química Nova*, v.25, p 1057-1060, 2002.
- VEIGA JR, V. F.; PINTO, A.C. **O gênero *Copaifera* L.** *Química Nova*, v.25, p 273-86, 2002.
- WEIR, B. S.; COCKERHAM, C.C. Estimating F-statistics for the analysis of population structure. **Evolution**, v.38, p.1358-1370, 1984.
- WHITE, G., POWELL, W. Isolation and characterization of microsatellite loci in *Swietenia humilis* (Meliaceae): an endangered tropical hardwood species. **Molecular Ecology**, v.6, p.851-860, 1997.

APÊNDICES



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS

**PROGRAMA MULTI-INSTITUCIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
BIOTECNOLOGIA**

**PROJETO – Aspectos socioeconômicos, genéticos e químicos do óleo-resina de copaíba em
duas comunidades da Flona do Tapajós, Santarém-Pá.**

Roteiro de entrevista

Pesquisador: _____ Data: __/__/__ Comunidade/UF:

Nome/Apelido: _____ Comunidade: _____

I- Dados da família

Número de pessoas _____ casal () sim () não /filhos _____ agregados _____

homens _____ idades _____, _____, _____, _____, _____, _____

mulheres _____ idades _____, _____, _____, _____, _____, _____

Há quanto tempo mora neste local _____ Por que veio morar neste local ?

_____ Onde morou antes _____

Por que motivos se mudou ?

() ficar perto de parentes () casamento () briga de vizinho

() outros _____

Os membros da família participam de :

() Cooperativa de extrativismo () Associação () Grupo de mulheres () Grupo da igreja ()

Grupo de jovens () outros _____

II- Atividades Produtivas e renda

Quais as principais atividades de renda ?

() trabalha fora diarista () aposentadoria () salário () trabalhos de projetos ()

outros _____

Como comercializa seus produtos?

Cooperativa Atravessador Direto na cidade Outro _____

Como leva seus produtos para comercializar

entrega no núcleo vende em casa leva até local combinado

Outro _____

Extrativismo da copaíba

A renda obtida através da venda do produto é ?

mensal

vendem a cada retirada de óleo-resina

semanal

outra _____

Há quanto tempo participa do manejo da copaíba? _____

Quantas árvores são manejadas para a retirada do óleo em sua comunidade?

Como você explorava a copaíba antes? _____

Para quem vende a copaíba e qual é o preço do litro?

Qual a técnica utilizada para extrair o óleo-resina de copaíba?

machado

derrubada da árvore

uso de trado

outro _____

Quais são as dificuldades para comercializar a copaíba? Quanto produziu até agora?

Quantas árvores no dia consegue perfurar?

1 a 3

5

10

outro _____

O tamanho da árvore influencia na quantidade do óleo-resina retirado?

sim

não

Porquê _____

Um estudo químico para identificar as diferenças entre os óleos coletados seria necessário para a comunidade obter informações sobre as diferenças entre os óleos coletados?

sim

não

Há diferença entre as colarações de óleo extraído? Quais?

Você conhece a espécie da qual extrai o óleo-resina?

sim

não

Se sim, qual _____

Existem crenças para se fazer uma boa extração do óleo-resina das populações de copaibeiras?

Para que fins terapêuticos o óleo-resina é utilizado na comunidade?

- antiinflamatório
 iluminação caseira
 outro _____

Qual é a distância percorrida da comunidade até chegarem as populações de copaibeiras?

Quais as maiores dificuldades de explorar a copaíba? O que você acha que pode ser feito para melhorar o trabalho do manejo?

Quais são os fatores que influenciam na exploração da copaíba?

- solo água lua espécies diferentes época do ano animais
 Outro _____

Depois que você começou a explorar o óleo a planta continua saudável e produzindo sementes? Você notou alguma mudança?

A exploração de óleo atrapalha a caça? Sim Não, Caso sim como ?

Quem faz o que no processo de manejo?

Qual o período específico que vão extrair o óleo-resina na mata?

- mensalmente
 de 3 em 3 meses
 semestral
 anual
 não tem época definida
 outro _____

Quem participou de treinamentos na época em que o PROManejo/IBAMA atuava apoiando na comunidade?

- Pai Esposa Filho adulto Filha adulta Agregado Criança
 Outro _____

Faz mapeamento das árvores

- Pai Esposa Filho adulto Filha adulta Agregado Criança
 Outro _____

Fura a árvore

- Pai Esposa Filho adulto Filha adulta Agregado Criança
 Outro _____

Passa o óleo para garrafas e filtra

- Pai Esposa Filho adulto Filha adulta Agregado Criança
 Outro _____

Vende

- Pai Esposa Filho adulto Filha adulta Agregado Criança
 Outro _____

Quais os outros produtos florestais que você acha que tem potencial para serem explorados comercialmente? Por que ?

Como você pretende investir o dinheiro que ganha na venda do produto?

- Compra rancho, roupas, etc
- Compra equipamentos ferramentas
- Melhorar moradia
- deposita no banco
- Mandar para parentes na cidade
- Outro _____

Você acha que seus filhos vão continuar morando neste local e continuar este trabalho?

Quais as consequências do fim do apoio do PROManejo/IBAMA ao processamento de óleo-resina de copaíba?

- causou desestímulo
- continuam trabalhando na extração como antes
- Outros _____

Na época em que existia o PROManejo/IBAMA de que maneira trabalhavam com o óleo-resina de copaíba?

Como você vê o futuro da comunidade daqui a alguns anos em relação a produção do óleo-resina?



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
PROGRAMA MULTI-INSTITUCIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
BIOTECNOLOGIA PPGBIOTEC
TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TCLE

Nome do Voluntário: _____

As informações contidas neste TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE) foram fornecidas pelo (a) pesquisador(a) _____ e tem como objetivo esclarecer os representantes de família ou líderes das comunidades São Domingos e Pedreira sobre o projeto de pesquisa que será desenvolvido nas comunidades, ao mesmo tempo pretende firmar um acordo escrito em que o(s) comunitário(s) informante(s) da pesquisa autorizando a sua participação, com pleno conhecimento dos objetivos e procedimentos que serão realizados, com a capacidade de livre arbítrio e sem qualquer obrigação ou constrangimento.

1. Título da Pesquisa

Aspectos socioeconômicos, fito-demográficos, genéticos e físicos-químicos da extração do óleo-resina de *Copaifera reticulata* em duas comunidades da Flona do Tapajós, Pá.

2. Objetivos

- 1- Mapear os aspectos sociais relacionados à produção do óleo-resina de copaíba.
- 2- Determinar os parâmetros fito-demográficos das populações de copaibeiras que estão disponíveis para as comunidades.
- 3- Quantificar a variabilidade genética mantida dentro e entre as populações de copaibeiras das espécies identificadas, contribuindo para conservação in situ e o plano de manejo.
- 4- Analisar o óleo-resina, caracterizando a variabilidade física das populações de copaibeiras existentes nas comunidades.
- 5- Propor um plano de manejo sobre para as populações de copaibeiras, visando uma produção contínua do óleo-resina pelas comunidades para fornecê-lo ao mercado com melhor qualidade.

3. Justificativa

A extração de óleos essenciais durante muito tempo foi realizada de forma tradicional e em pequena escala. No entanto, a procura por estes produtos, principalmente o óleo-resina de copaíba, cresceu tanto que sua extração ganhou escala comercial. Isto tem gerado preocupações quanto ao manejo adequado das populações de copaibeiras; principalmente devido à extração de óleo-resina para uso doméstico e abastecimento de mercado local ser na maioria das vezes realizada de forma predatória. Assim, este projeto de pesquisa pretende Analisar parâmetros socioeconômicos, demográficos, genéticos e físicos da produção do óleo-resina de copaíba nas comunidades de São Domingos e Pedreira na FLONA do Tapajós, propondo subsidiar futuras ações de manejo.

4. Procedimento Metodológico

Antes de iniciar o projeto propriamente dito será apresentado o projeto para lideranças e comunitários, para assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e identificação do interesse das comunidades em participar do projeto. Essas atividades dar-se-ão a partir de uma reunião. Serão realizadas visitas aos grupos familiares para a realização de entrevistas e pesquisa de campo.

5. Informações sobre a participação

O projeto considera que as populações da Amazônia, entre elas as populações ribeirinhas possuem conhecimentos importantes. Fica assegurado o direito de fazer qualquer pergunta referente aos riscos possíveis ou conhecidos durante a participação neste estudo. Caso o participante da pesquisa se sinta ofendido por algum motivo, fica estabelecido o direito do participante se retirar da pesquisa a qualquer momento.

6. Desconfortos e riscos possíveis

Sobre a possibilidade de uso não correto das informações, serão tomadas todas as medidas possíveis para que estas não sejam utilizadas de outra forma que não seja objetivo desta pesquisa.

7. Retirada do Consentimento

A qualquer momento, se assim ele quiser, o ribeirinho pode retirar seu consentimento e deixar de participar do estudo sem que isto possa causar algum problema para ele ou para os pesquisadores.

8. Aspecto Legal

Este termo foi elaborado de acordo com as diretrizes e normas que regulamentam pesquisas envolvendo seres humanos, atendendo à Resolução no. 196, de 10 de outubro de 1996, do Conselho Nacional de Saúde/Ministério da Saúde – Brasília-DF.

9. Benefícios esperados

O estudo socioeconômico: espera-se saber sobre a real “situação”, das práticas de manejo nas comunidades quanto a extração do óleo-resina.

A determinação dos parâmetros fito-demográficos recomendará aos extratores: o tamanho ideal de perfuração das árvores (DAP), identificação taxonômica da espécie de copaíba explorada, mapeamento da localização das árvores, densidade das árvores potencialmente produtivas e as não produtivas.

Quantificação da variabilidade genética: revelará a geração de dados genéticos populacionais fundamentais e indispensáveis à condução do programa de coletas, conservação *in situ*.

Os laudos físicos-químicos das amostras: revelarão as diferenças expressivas das características físicas das duas áreas de coleta dos óleos-resina de *C. reticulata* designando a destinação do óleo-resina a indústria farmacêutica ou cosmética.

10. Garantia de sigilo

As populações das comunidades envolvidas têm a garantia de que as informações coletadas serão utilizadas somente para finalidade da pesquisa que tem como objetivo, Analisar parâmetros socioeconômicos, demográficos, genéticos e físicos da extração do óleo-resina de copaíba nas comunidades de São Domingos e Pedreira na FLONA do Tapajós, propondo subsidiar futuras ações de manejo, assegurando-os segredo (sigilo e privacidade) quanto às informações fornecidas para este estudo.

11. Local da Pesquisa

A pesquisa será realizada nas comunidades São Domingos e Pedreira na Floresta Nacional do Tapajós (FLONA) no Município de Sanatém-Pá.

12. Consentimento

Eu _____, após ter lido as informações acima e esclarecido(a) de todos os itens pelo(a)

pesquisador(a) _____ estou plenamente de acordo com a realização da pesquisa.

Manaus, _____ de _____ de 2009.

Nome por extenso _____

Assinatura do voluntário ou responsável legal _____

ou IMPRESSÃO DATILOSCÓPICA

Em caso de dúvidas ou para maiores informações o comunitário pode entrar em contato com: **Ederly Santos Silva**, aluna de Doutorado em Biotecnologia da Universidade Federal do Amazonas (UFAM) – Av. Gen. Rodrigo Octávio Jordão Ramos 3000 – Aleixo- Fone/Fax 92 3647-4206 ou 93 9123-8823.



PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

O Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Amazonas aprovou, em reunião ordinária realizada nesta data, por unanimidade de votos, o Projeto de Pesquisa protocolado no CEP/UFAM com CAAE nº. 0001.0.115.000-09, intitulado: **“Aspectos socioeconômicos, genéticos e químicos do óleo-resina de copaíba em duas comunidades da FLONA do Tapajós, Santarém-Pá”**, tendo como Pesquisadora Responsável Ederly Santos Silva.

Sala de Reunião da Escola de Enfermagem de Manaus – EEM da Universidade Federal do Amazonas, em Manaus/Amazonas, 08 de abril de 2009.

Aya Sadahiro

Vice-Coordenadora



Ministério do Meio Ambiente - MMA
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA
Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio
 Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 16595-1	Data da Emissão: 18/08/2008 17:18	Data de Validade: 18/08/2009
Dados do titular		
Registro no Ibama: 2834724	Nome: Ederly Santos Silva	CPF: 414.669.182-68
Título do Projeto: Análise química do óleo-resina de copaiba nas comunidades de São Domingos e Pedreira na Fona do Tapajós, Santarém-PA		
Nome da Instituição: FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE DO AMAZONAS - FUA		CNPJ: 04.378.626/0001-97

Observações, ressalvas e condicionantes

1	As atividades de campo exercidas por pessoa natural ou jurídica estrangeira, em todo o território nacional, que impliquem o deslocamento de recursos humanos e materiais, tendo por objeto coletar dados, materiais, espécimes biológicos e minerais, peças integrantes da cultura nativa e cultura popular, presente e passa da, obtidos por meio de recursos e técnicas que se destinem ao estudo, à difusão ou a pesquisa, estão sujeitas a autorização do Ministério de Ciência e Tecnologia.
2	Esta autorização não exime o titular e a sua equipe da necessidade de obter as anuências previstas em outros instrumentos legais, bem como do consentimento do responsável pela área, pública ou privada, onde será realizada a atividade.
3	Esta autorização não poderá ser utilizada para fins comerciais, industriais, esportivos ou para realização de atividades inerentes ao processo de licenciamento ambiental de empreendimentos. O material biológico coletado deverá ser utilizado para atividades científicas ou didáticas no âmbito do ensino superior.
4	A autorização para envio ao exterior de material biológico não consignado deverá ser requerida por meio do endereço eletrônico www.ibama.gov.br/sisbio . Em caso de material consignado, consulte www.ibama.gov.br/sisbio - menu Exportação.
5	O titular de licença ou autorização e os membros da sua equipe deverão optar por métodos de coleta e instrumentos de captura direcionados, sempre que possível, ao grupo taxonômico de interesse, evitando a morte ou dano significativo a outros grupos; e empregar esforço de coleta ou captura que não comprometa a viabilidade de populações do grupo taxonômico de interesse em condição in situ.
6	Este documento não dispensa o cumprimento da legislação que dispõe sobre acesso a componente do patrimônio genético existente no território nacional, na plataforma continental e na zona econômica exclusiva, ou ao conhecimento tradicional associado ao patrimônio genético, para fins de pesquisa científica, bioprospecção e desenvolvimento tecnológico.
7	Em caso de pesquisa em Unidade de Conservação Federal, o pesquisador titular deverá contactar a administração dessa unidade a fim de CONFIRMAR AS DATAS das expedições, as condições para realização das coletas e de uso da infra-estrutura da unidade.
8	As atividades contempladas nesta autorização NÃO abrangem espécies brasileiras constantes de listas oficiais (de abrangência nacional, estadual ou municipal) de espécies ameaçadas de extinção, sobreexplotadas ou ameaçadas de sobreexplotação.

Locais onde as atividades de campo serão executadas

#	Município	UF	Descrição do local	Tipo
1	SANTAREM	PA	FLORESTA NACIONAL DO TAPAJÓS	UC Federal

Atividades X Táxons

#	Atividade	Táxons
1	Coleta de material botânico, fungico ou microbiológico	Angiospermae (*Okt 2)
2	Coleta/transporte de amostras biológicas ex situ	Angiospermae
3	Coleta/transporte de amostras biológicas in situ	Angiospermae
4	Observação e gravação de imagem ou som	Angiospermae

* Qtde. de indivíduos por espécie/localidade/unidade de conservação, a serem coletados durante um ano.

Material e métodos

1	Amostras biológicas (Plantas)	Frutos/estrobilos
2	Método de captura/coleta (Plantas)	Outros métodos de captura/coleta(óleo-resina copaiba), Coleta manual

Destino do material biológico coletado

#	Nome local destino	Tipo Destino
1	FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE DO AMAZONAS - FUA	Laboratório de Análises químicas

Este documento (Autorização para atividades com finalidade científica) foi expedido com base na Instrução Normativa Ibama nº154/2007. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Ibama/Sisbio na internet (www.ibama.gov.br/sisbio).

Código de autenticação: 94774337



Página 1/2



Ministério do Meio Ambiente - MMA
 Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio
 Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 16595-2	Data da Emissão: 17/07/2010 13:53
Dados do titular	
Nome: Ederly Santos Silva	CPF: 414.669.182-68
Título do Projeto: Análise química do óleo-resina de copaíba nas comunidades de São Domingos e Pedreira na Flona do Tapajós, Santarém-Pá	
Nome da Instituição: FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE DO AMAZONAS - FUA	CNPJ: 04.378.626/0001-97

Cronograma de atividades

#	Descrição da atividade	Início (mês/ano)	Fim (mês/ano)
1	coleta de flores para identificação espécies	08/2008	08/2008
2	coleta de amostras do óleo-resina verão (sazonal)	09/2008	09/2008
3	período de análise do óleo coletado verão	09/2008	01/2009
4	coleta de amostra do óleo no inverno	03/2009	03/2009
5	período da análise do óleo coletado no inverno	03/2009	06/2009
6	organização dos resultados químicos	06/2009	07/2009
7	coleta de amostra óleo-resina	06/2010	07/2010
8	Redação final do trabalho	09/2010	01/2011

De acordo com o art. 33 da IN 154/2007, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto.

Observações e ressalvas

1	As atividades de campo exercidas por pessoa natural ou jurídica estrangeira, em todo o território nacional, que impliquem o deslocamento de recursos humanos e materiais, tendo por objeto coletar dados, materiais, espécimes biológicos e minerais, peças integrantes da cultura nativa e cultura popular, presente e passa da, obtidos por meio de recursos e técnicas que se destinem ao estudo, à difusão ou à pesquisa, estão sujeitas a autorização do Ministério de Ciência e Tecnologia.
2	Esta autorização não exige o titular e a sua equipe da necessidade de obter as anuências previstas em outros instrumentos legais, bem como do consentimento do responsável pela área, pública ou privada, onde será realizada a atividade.
3	Esta autorização não poderá ser utilizada para fins comerciais, industriais ou esportivos. O material biológico coletado deverá ser utilizado para atividades científicas ou didáticas no âmbito do ensino superior.
4	A autorização para envio ao exterior de material biológico não consignado deverá ser requerida por meio do endereço eletrônico www.ibama.gov.br (Serviços on-line - Licença para importação ou exportação de flora e fauna - CITES e não CITES). Em caso de material consignado, consulte www.icmbio.gov.br/sisbio - menu Exportação.
5	O titular de licença ou autorização e os membros da sua equipe deverão optar por métodos de coleta e instrumentos de captura direcionados, sempre que possível, ao grupo taxonômico de interesse, evitando a morte ou dano significativo a outros grupos; e empregar esforço de coleta ou captura que não comprometa a viabilidade de populações do grupo taxonômico de interesse em condição in situ.
6	Este documento não dispensa o cumprimento da legislação que dispõe sobre acesso a componente do patrimônio genético existente no território nacional, na plataforma continental e na zona econômica exclusiva, ou ao conhecimento tradicional associado ao patrimônio genético, para fins de pesquisa científica, bioprospeção e desenvolvimento tecnológico.
7	Em caso de pesquisa em UNIDADE DE CONSERVAÇÃO, o pesquisador titular desta autorização deverá contactar a administração da unidade a fim de CONFIRMAR AS DATAS das expedições, as condições para realização das coletas e de uso da infra-estrutura da unidade.
8	As atividades contempladas nesta autorização NÃO abrangem espécies brasileiras constante de listas oficiais (de abrangência nacional, estadual ou municipal) de espécies ameaçadas de extinção, sobreexploradas ou ameaçadas de sobreexploração.

Outras ressalvas

1	A pesquisadora se comprometeu em fornecer para a coordenação de pesquisa da FLONA do Tapajós um mapa com a identificação das árvores que serão selecionadas para o estudo. O mapa será útil para informar novos pesquisadores que também tem interesse em executar pesquisas com Copaíba na FLONA do Tapajós.
---	---

Locais onde as atividades de campo serão executadas

#	Município	UF	Descrição do local	Tipo
1	SANTAREM	PA	FLORESTA NACIONAL DO TAPAJÓS	UC Federal

Atividades X Táxons

#	Atividade	Táxons
1	Coleta de material botânico, fúngico ou microbiológico	Angiospermae (*Qtde: 100)
2	Coleta/transporte de amostras biológicas ex situ	Angiospermae

Este documento (Autorização para atividades com finalidade científica) foi expedido com base na Instrução Normativa nº154/2007. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

Código de autenticação: 48848576



Página 1/3


CENTRO DE BIOTECNOLOGIA DA AMAZÔNIA

Avenida Governador Danilo Matos Areosa, 690
CEP 69075-351 - Manaus/AM
Tel: (92) 3182-4855 FAX: (92) 3237-3589


RELATÓRIO DE ENSAIO

Nº do Relatório: 161/2011 - A	Laboratório: Laboratório Central Analítica e Ressonância Magnética Nuclear	Nº da Página / Total de Páginas: 1/2
----------------------------------	---	---

DADOS DO CLIENTE

Cliente: Universidade Federal do Amazonas - UFAM Nº da Solicitação: 207/2011
Departamento: Charles Clement INPA - Mestrado em Biotecnologia
Endereço: Av. General Rodrigo Octávio Jordão Ramos, 3000
I.E: CNPJ: Fone: Fax:

DADOS DA AMOSTRA

Descrição:	Nº de Controle de Entrada:	Dt de Entrada da Amostra:
80A	749/2011	18/07/2011
45B	750/2011	18/07/2011
29B	751/2011	18/07/2011
35A	752/2011	18/07/2011
100A	753/2011	18/07/2011
75B	754/2011	18/07/2011
36A	755/2011	18/07/2011
92B	756/2011	18/07/2011
93A	757/2011	18/07/2011
21B	758/2011	18/07/2011
48B	759/2011	18/07/2011
5B	760/2011	18/07/2011
72B	761/2011	18/07/2011
97A	762/2011	18/07/2011
64A	763/2011	18/07/2011
99B	764/2011	18/07/2011
84A	765/2011	18/07/2011
15A	766/2011	18/07/2011
39A	767/2011	18/07/2011
63A	768/2011	18/07/2011
53B	769/2011	18/07/2011
12A	770/2011	18/07/2011



CENTRO DE BIOTECNOLOGIA DA AMAZÔNIA

Avenida Governador Danilo Matos Areosa, 690
CEP 69075-351 - Manaus/AM
Tel: (92) 3182-4855 FAX: (92) 3237-3589



Descrição:	Nº de Controle de Entrada:	Dt de Entrada da Amostra:
41A	771/2011	18/07/2011
14B	772/2011	18/07/2011
73B	773/2011	18/07/2011
30A	774/2011	18/07/2011
20A	775/2011	18/07/2011
9A	776/2011	18/07/2011
81A	777/2011	18/07/2011
16A	778/2011	18/07/2011

DADOS DO ENSAIO

Data da Realização do Ensaio: 25/07/2011		Data de Emissão do Relatório: 26/07/2011
Ensaio Solicitado:	Índice de Acidez, Índice de Saponificação, Índice de éster, Índice de refração, Acidez	
Método utilizado:	Índice de refração - Índice de acidez - Índice de saponificação - Índice de éster -	
Resumo do Ensaio:	<p>* Índice de acidez (IA): Instituto Adolfo Lutz. 325/IV Determinação da acidez. Métodos físico-químicos para análise alimentos. Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Brasília: Ministério da Saúde. p. 592. 2005.</p> <p>*Índice de saponificação(IS) utilizou-se a metodologia da AOAC - Official Methods of Analysis, 920.160, 16th edition, 2005, chapter 41, p. 12.</p> <p>*Índice de Refração(IR) as amostras foram analisadas a 20 °C seguiu-se a metodologia da AOAC – Official Methods: 921.08 – Index of Refraction of Oils and Fats. AOAC Official Methods of Analysis, 16th Edition, 2005, chapter 41, p. 3.</p> <p>*Índice de éster(IE): para obtenção dos resultados foi feita a subtração dos valores do IS pelo IA.</p>	

RESULTADOS OBTIDOS E INTERVALOS ADMISSÍVEIS

Os resultados seguem em tabela anexo.

TÉCNICO(S) EXECUTOR

Dácio Montenegro Mendonça

COORDENAÇÃO TÉCNICA

Raimundo Carlos Pereira Junior
Técnico de Laboratório

Os Resultados apresentados têm significado restrito e se aplicam tão somente à amostra recebida e a amostra controle
O relatório só deve ser reproduzido completo e a reprodução de partes requer aprovação por escrito

CENTRO DE BIOTECNOLOGIA DA AMAZÔNIA



ANEXO DO RELATÓRIO

Amostra	Índice de refração ¹	Índice de acidez ²	Índice de saponificação ³	Índice de ester ⁴
97A	1,5095	11,20	127,91	116,71
63A	1,5100	11,40	112,69	101,29
53B	1,5100	10,00	110,11	100,11
05B	1,5085	6,96	73,03	66,07
39A	1,5100	11,10	111,78	100,68
41A	1,5100	11,10	121,30	110,20
09A	1,5095	11,20	117,38	106,18
93A	1,5100	7,76	124,12	116,35
81A	1,5080	6,68	80,85	74,17
99B	1,5100	11,19	114,69	103,50
20A	1,5085	6,53	78,88	72,35
45B	1,5135	11,44	120,11	108,66
84A	1,5090	6,20	82,93	76,73
35A	1,5105	10,11	116,25	106,14
92B	1,5130	10,33	124,02	113,69
14B	1,5080	7,13	74,66	67,53
16A	1,5080	7,02	75,57	68,55
12A	1,5100	10,99	113,66	102,67
72B	1,5105	9,95	105,45	95,50
75B	1,5105	10,96	113,52	102,56
73B	1,5095	10,30	100,72	90,42
15B	1,5100	10,99	111,39	100,40
80A	1,5105	10,81	121,22	110,42
64A	1,5105	11,21	111,88	100,67
36A	1,5105	10,97	110,49	99,52
30A	1,5105	11,12	105,98	94,86
100A	1,5100	10,13	110,89	100,76
21B	1,5105	11,13	105,59	94,47
29B	1,5105	10,11	58,92	48,81
48B	1,5105	11,10	110,65	99,54

Legenda

¹ AOAC – Official Methods: 921.08. AOAC Official Methods of Analysis, 18th Edition, 2005, chapter 41, p. 3.

² Instituto Adolfo Lutz, Determinação de acidez: 325/IV. Brasília: Ministério da Saúde. p. 593. 2005.

³ AOAC – Official Methods: 920.160. AOAC Official Methods of Analysis, 18th Edition, 2005, Chapter 41, p. 12.

⁴ Os valores é a subtração do IS pelo IA.

