

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E MANEJO DE
RECURSOS NATURAIS

COPAÍBA: ESTRUTURA POPULACIONAL, PRODUÇÃO E QUALIDADE DO
ÓLEO-RESINA EM POPULAÇÕES NATIVAS DO SUDOESTE DA AMAZÔNIA

ONOFRA CLEUZA RIGAMONTE AZEVEDO

Dissertação apresentada à
Universidade Federal do Acre, para
obtenção do título de Mestre em
Ecologia e Manejo de Recursos
Naturais.

Rio Branco – AC
2004

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E MANEJO DE
RECURSOS NATURAIS

COPAÍBA: ESTRUTURA POPULACIONAL, PRODUÇÃO E QUALIDADE DO
ÓLEO-RESINA EM POPULAÇÕES NATIVAS DO SUDOESTE DA
AMAZÔNIA

ONOFRA CLEUZA RIGAMONTE AZEVEDO

Bióloga

Orientador: Paulo Guilherme Salvador Wadt, D.Sc.

Dissertação apresentada à
Universidade Federal do Acre, para
obtenção do título de Mestre em
Ecologia e Manejo de Recursos
Naturais.

Rio Branco – AC

2004

Onofra Cleuza Rigamonte Azevedo

**COPAÍBA: ESTRUTURA POPULACIONAL, PRODUÇÃO E QUALIDADE DO
ÓLEO-RESINA EM POPULAÇÕES NATIVAS DO SUDOESTE DA
AMAZÔNIA**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal do Acre, para
obtenção do título de Mestre em
Ecologia e Manejo de Recursos
Naturais.

BANCA EXAMINADORA:

ORIENTADOR: PAULO GUILHERME SALVADOR WADT, D.SC.

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária,
Centro de Pesquisa Agroflorestal do Acre*

LÚCIA HELENA DE OLIVEIRA WADT, D.Sc.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária,
Centro de Pesquisa Agroflorestal Acre

KAREN A. KAINER, Ph.D

Universidade da Flórida - USA

MARCUS VINÍCIOS NEVES D'OLIVEIRA, Ph.D

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária,
Centro de Pesquisa Agroflorestal Acre

NÍVEA MARIA DE PAULA FERNANDES, D.Sc.

Universidade Federal do Acre - UFAC

Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da UFAC.

R565c

RIGAMONTE-AZEVEDO, Onofra Cleuza. Copaíba: estrutura populacional, produção e qualidade do óleo-resina em populações nativas do sudoeste da Amazônia. 2004. 83f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais) – Departamento de Ciência da Natureza, Universidade Federal do Acre, Rio Branco.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Guilherme Salvador Wadt

Copaíba, 2. Estrutura populacional, 3. Produção – Óleo-resina, I.
Título

CDU 633.85 (811.2)

Aos meus queridos

Andressa A. Alves

Valeska R. Azevedo

Valéria R. Azevedo

Domício R. Azevedo

DEDICO

Aos meus pais

Ovídio Rigamonte

Terezinha Reda Rigamonte

OFEREÇO

SUMÁRIO

RESUMO	xi
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUÇÃO.....	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	3
REVISÃO DE LITERATURA	4
DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA	4
ECOLOGIA E ESTRUTURA POPULACIONAL.....	6
ÓLEO-RESINA.....	7
USOS FARMACOLÓGICOS DO ÓLEO-RESINA.....	9
PRODUÇÃO DE ÓLEO-RESINA	10
DISTRIBUIÇÃO DO ÓLEO-RESINA NA ÁRVORE.....	11
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	12
ESTRUTURA POPULACIONAL DE <i>Copaifera spp</i> EM TRÊS REGIÕES DO SUDOESTE DA AMAZÔNIA	18
INTRODUÇÃO.....	18
MATERIAL E MÉTODOS.....	21
<i>Local de estudo</i>	21
<i>Coleta de dados</i>	24
<i>Análise de dados</i>	25
RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
<i>Densidade populacional</i>	26
<i>Estrutura populacional</i>	30
<i>Distribuição espacial</i>	40
CONCLUSÕES.....	41
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	41
POTENCIAL DE PRODUÇÃO DE ÓLEO-RESINA DE COPAÍBA (<i>Copaifera spp.</i> CAESALPINIACEAE) EM FLORESTAS NATURAIS NO SUDOESTE DA AMAZÔNIA.....	45
INTRODUÇÃO.....	45
MATERIAL E MÉTODOS.....	47
RESULTADOS E DISCUSSÃO	51
<i>Árvores produtivas, não produtivas e ocadas</i>	52
<i>Tempo de coleta do óleo-resina</i>	53
<i>Produção de óleo-resina por tipo de copaíba</i>	54
<i>Produção de óleo-resina em relação ao tamanho das árvores</i>	57
CONCLUSÕES.....	59
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DO ÓLEO-RESINA DE COPAÍBA (<i>Copaifera spp.</i> CAESALPINIACEAE) DE DUAS REGIÕES DE PRODUÇÃO DO SUDOESTE DA AMAZÔNIA BRASILEIRA.....	62
INTRODUÇÃO.....	62
MATERIAL E MÉTODOS	64
RESULTADOS E DISCUSSÃO	67
CONCLUSÕES.....	76
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	76
CONCLUSÕES GERAIS	79

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 – Exemplar adulto de copaíba.....	5
Figura 2.2 - Detalhe das folhas e flores de copaíba.....	6
Figura 2.3 – Tipos de óleo-resina de copaíba.....	8
Figura 3.1 – Localização geográfica das áreas de estudo.....	21
Figura 3.2 – Indivíduos de copaíba de diferentes classes. a - Plântula, b -jovem I e c - indivíduo adulto.....	23
Figura 3.3 - Esquema de divisão da parcela para amostragem de plântulas, jovens e adultos.....	24
Figura 3.4 - Distribuição do número de indivíduos amostrados, nos três municípios, nas quatro classes de tamanho.....	29
Figura 3.5 - Taxa de redução para o número de indivíduos entre classes de tamanho consecutivas.....	30
Figura 3.6 - Distribuição do número de indivíduos por ha, nas classes de tamanho de copaíba, em cada município estudado.....	32
Figura 3.7 - Eficiência de regeneração de plântulas e de estabelecimento de jovens I e jovens II em relação a cada município.....	34
Figura 3.8 - Distribuição das plântulas de copaíba em relação às classes de altura nos municípios de Porto Walter, Xapuri e Tarauacá.....	36
Figura 4.1 – Extração de óleo-resina da copaíba com o uso do trado.....	49
Figura 4.2 – Béquer com óleo-resina de copaíba.....	49
Figura 4.3 - Dispersão e modelo de regressão entre a produção de óleo-resina (Produção) de copaíbas e a classe de diâmetro.....	59

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 3.1 - Identificação dos locais de estudo, em relação ao seringal e município..	23
Tabela 3.2 – Distribuição do número de transsectos em relação ao ambiente, para cada local de estudo.....	28
Tabela 3.3 - Freqüência Observada (FO) e freqüência esperada (FE) para as classes de tamanho de copaíba, em três municípios do Estado do Acre (Tarauacá, Xapuri e Porto Walter); valores do teste de qui-quadrado (valor de X^2) para as freqüências esperadas e observadas em cada município (grau de liberdade = 3); e densidade (ind./ha) de árvores adultas em cada município.....	28
Tabela 3.4 - Freqüência de plântulas, jovens I, jovens II e adultos de copaíba nas três locais de estudos, em relação ao tipo de floresta (aberta e densa) e ambiente edáfico (baixo e terra firme).	39
Tabela 3.5 - Índice de morisita padronizado para a copaíba em relação a classes de tamanho de plântulas, jovem I, jovem II e adultos, em três municípios do estado do Acre.	40
Tabela 4.1 – Freqüência de tipos, árvores produtivas, árvores não produtivas e árvores ocadas de copaíba, nos seringais Floresta e União.....	51
Tabela 4.2 – Produção (24 horas), em litros, de óleo-resina por diferentes tipos de copaibeiras, considerando todas árvores amostradas e apenas aquelas produtivas. .	54
Tabela 4.3 - Análise de variância para o efeito do tipo na média da produção de óleo-resina em relação às árvores amostradas e árvores produtivas.....	55
Tabela 4.4 - Comparação das médias de produção de óleo-resina por meio de teste t (GL = 120; assumida igual variância entre os tipos).	55
Tabela 4.5 - Produção de óleo-resina em função do ambiente (baixo ou terra firme) e da tipologia florestal (floresta aberta ou floresta densa).....	56
Tabela 4.6 - Produção de óleo-resina, em l árvore ⁻¹ , em relação a classe de diâmetro de árvores de copaíba, considerando-se todas as árvores amostradas ou apenas as árvores produtivas.	57
Tabela 4.7 - Modelos de regressão para a relação entre a produção de óleo-resina de árvores de copaíba (P, em l árvore ⁻¹), e a classe de diâmetro para ajustado para todas as observações experimentais (A) ou para a média da produção em relação a cada classe de diâmetro (B), sendo as medidas de DAP tomadas em cm.....	58
Tabela 5.1 - Número de amostras (n), média, limite inferior superior para a classes de produção e tamanho de árvores de copaíba.....	67
Tabela 5.2 - Número de árvores de copaíba em relação às classes de coloração, viscosidade e turbidez.	69
Tabela 5.3 - Freqüência de óleo-resina com coloração amarelo claro, amarelo médio e amarelo ouro coloração em relação aos morfotipos, classe de diâmetro, ambiente, tipo de floresta e produção.....	73
Tabela 5.4 - Freqüência de óleo-resina com viscosidade baixa, média e alta, em relação aos morfotipos, classe de diâmetro, ambiente, tipo de floresta e produção....	74
Tabela 5.5 - Freqüência de óleo-resina límpido e opaco em relação aos morfotipos, classe de diâmetro, ambiente, tipo de floresta e produção	75

**COPAÍBA: ESTRUTURA POPULACIONAL, PRODUÇÃO E QUALIDADE DO
ÓLEO-RESINA EM POPULAÇÕES NATIVAS DO SUDOESTE DA
AMAZÔNIA**

RESUMO

A estrutura populacional, o potencial de produção e a qualidade física de óleo-resina de populações naturais de *Copaifera* spp. foram estudadas em áreas extrativistas de três municípios (Porto Walter, Tarauacá e Xapuri) do sudoeste da bacia amazônica brasileira, nos anos de 2000 e 2001. No primeiro estudo, doze transectos de 1 hectare foram instalados em cada município (em Tarauacá foram 13 transectos). O ambiente edáfico (Terra firme ou baixo) e a tipologia florestal (floresta aberta ou densa) foram constantes para cada transecto. Em cada transecto, os indivíduos de copaíbas foram contados e agrupados em quatro classes de desenvolvimento: plântulas (< 50 cm), jovem 1 (> 50 cm e < 10 m), jovem 2 (> 10 m mas em fase não reprodutiva) e adultos (fase reprodutiva). Os resultados mostraram que a densidade e a distribuição dos indivíduos foram estatisticamente diferentes entre os municípios estudados. Em Tarauacá houve a maior densidade de árvores adultas por hectare (1,50) e em Xapuri a menor (0,16). A tipologia de floresta aberta favoreceu um maior número de jovem I e jovem II em Xapuri e Porto Walter e o ambiente de Terra Firme favoreceu jovem I e jovem II em Porto Walter. As plântulas de copaíba apresentaram distribuição do tipo agregada, a qual tendeu

a aleatória com o crescimento em altura das árvores. O segundo estudo avaliou o potencial de produção de óleo-resina em Tarauacá e Xapuri. Trezentas e oitenta e oito árvores adultas foram amostradas nestes dois locais. Para cada árvore foi medido o DAP (diâmetro a altura do peito), produção de óleo-resina, tipo de copaíba (branca, amarela, vermelha, preta e mari-mari), tipologia florestal e ambiente edáfico do entorno de cada árvore. A copaíba Mari-mari apresentou a maior proporção de árvores produtivas (80%) e os outros tipos apresentaram uma proporção variando de 22 a 40%, não diferindo estes últimos valores da proporção esperada para a região (25%). A produção por árvore variou de 0 a 18 L, com a copaíba mari-mari apresentando produção média (1,33 l árvore⁻¹), porém, não diferente significativamente dos demais tipos. Considerando apenas as árvores produtivas, a copaíba preta teve a maior média (2,92 l árvore⁻¹) em relação aos demais tipos. A tipologia florestal, DAP e o ambiente edáfico não afetaram significativamente a produção. As características físicas do óleo-resina (cor, viscosidade e turbidez) foram analisadas em amostras de 107 árvores. A copaíba mari-mari e copaíbas de menor DAP (< 81,35 cm) produziram a maior proporção de óleos límpidos e de baixa densidade e a copaíba preta produziu maior proporção de óleos opacos e de alta densidade. Contudo, nenhuma dos fatores avaliados (ambiente edáfico, tipologia florestal, tipo de copaíba, DAP) foi determinante para qualquer uma das características físicas do óleo-resina de copaíbas.

Palavras Chave: copaíba, estrutura populacional, óleo-resina, produto florestal não-madeireiro.

ABSTRACT

The population structure, potential oil production and physical quality of the oil extracted from natural populations of *Copaifera* spp. were studied in extractive reserves in three municipalities (Porto Walter, Tarauacá and Xapuri) of the Southwestern Brazilian Amazon in 2000 and 2001. In the population structure first study, twelve 1-hectare transects were installed in each site (13 in Tarauaca). Topographic position (*terra firme* and areas seasonally inundated) and forest type were constant throughout the transects. In each transect, individuals of *Copaifera* were counted and divided into 4 classes of the development: seedlings (< 50cm), saplings 1 (> 50 cm and < 10 m), saplings 2 (> 10 m and non-reproductive), and reproducing adults. Results indicate that density and distribution in relation to height classes were significantly different between the study areas. Tarauacá had the highest density of reproducing adults (1.5 trees per hectare) and Xapuri had the lowest (0.16 trees per hectare). Open forest had significantly more individuals of saplings 1 and saplings 2 in Xapuri and Porto Walter. In Porto Walter, *terra firme* favored the establishment of saplings 1 and 2. *Copaifera* seedlings had a grouped spatial distribution and reproducing adults were randomly distributed. The study oil production evaluated potential oil production in Tarauacá and Xapuri. Three hundred and eighty-eight adult trees were selected within these 2 sites. DBH, oil production, topographic position, regional species name (based on the appearance of the bark: White, Red, Yellow, Black and Mari-Mari) and forest

type were recorded for each individual. Copaiba Mari-Mari had the highest proportion of oil-producing individuals (80%) and the others types varied between 22 – 40%, but these proportions were not significantly different from the expected value of 25% for the region. Within the study population, oil production varied between 0 -18 liters/tree, with Copaiba Mari-Mari having oil production of the 1.33 liters/tree, not significantly different of others types. After excluding non-productive trees, Black Copaiba had the highest oil production (2.92 liters/tree). Forest type, diameter and topography were not significantly related to oil production. The physical characteristics (viscosity, color and turbidity) were analyzed for oil samples from 107 individuals. Mari-Mari and trees in smaller diameter classes (< 81.35 cm) produced a higher proportion of low-viscosity and transparent oils. Black *Copaiba* produced a higher proportion of high-viscosity, opaque oils. Individuals encountered in terra firme had a higher proportion of transparent oils. However, none of the factors studied solely determined the physical characteristics of the oil.

Key words: *Copaifera*, Southwestern Brazilian Amazon, populational structure, oil resin production.

INTRODUÇÃO

Produtos florestais não-madeireiros (PNFM), embora utilizados a centenas de anos, comumente apresentam baixo valor comercial agregado, o que torna sua exploração caracterizada pela falta de capital e tecnologia (Ticktin, 2004).

Quanto estes produtos ficam expostos a maior demanda de mercado, sua exploração pode gerar problemas de conservação da espécie explorada ou de outras do mesmo habitat, o que tem exigido leis de proteção especial para aquelas consideradas raras ou em risco de extinção, tais como o pau-rosa, jaborandi, espinheira santa, canela sassafrás, palmito jussara, entre outras.

Entretanto, o manejo e a exploração de PNFMs têm sido considerados, nos últimos anos, uma importante alternativa para a conservação dos ecossistemas florestais e promoção de benefícios econômicos para os moradores locais (Runk, 1998; Arnold e Pérez, 2001; Ticktin, 2004). Neste sistema, o manejo extrativista de PNFMs possibilitaria o aproveitamento comercial da biodiversidade sem causar danos à floresta, por meio de manejo de uso múltiplo, onde se realiza a exploração conjunta de vários produtos florestais (madeireiros e não madeireiros) numa mesma área.

O entendimento incompleto da biologia e ecologia de muitas espécies tem dificultado, entretanto, a definição de estratégias de manejo para muitos destes produtos, dentro das quais se inclui a copaíba.

A copaíba (*Copaifera* spp) é uma espécie arbórea que produz um óleo-resina muito utilizado popularmente devido suas propriedades medicinais e de importante valor para a indústria química e farmacêutica.

No Estado do Acre, várias instituições (Secretaria de Extrativismo e Produção Familiar - Seprof, Centro de Trabalhadores da Amazônia - CTA, Universidade Federal do Acre - UFAC, Fundação de Tecnologia do Estado do Acre – FUNTAC), têm atuando junto à comunidades extrativistas para implementar a produção de óleo-resina de copaíba em sistema de manejo de uso múltiplo. As ações dessas instituições consistem no mapeamento das copaibeiras; capacitação de extrativistas para extração de óleo-resina com uso de trado coletor; organização da produção; classificação do produto; e auxílio nas negociações de comercialização.

Apesar do investimento e das atividades já desenvolvidas, ainda existem diversos problemas relacionados com a produção e qualidade do óleo-resina da copaíba, como identificação botânica das espécies de maior potencial para manejo, fatores relacionados com a produção em cada sítio florestal e com as características físico-químicas do óleo-resina, padronização do óleo-resina, entre outros.

Neste sentido, o propósito deste trabalho foi avaliar a estrutura populacional, o potencial produtivo e a qualidade física do óleo-resina de populações naturais de copaíba, em diferentes regiões do estado do Acre, como forma de subsidiar estratégias de manejo para a produção do óleo-resina em sistemas de manejo extrativista de uso múltiplo.

Referências Bibliográficas

ARNOLD, J. E. M.; PÉREZ, M. R. Can non-timber products match tropical Forest conservation and development objectives? *Ecological Economics*, v.39, p. 347-447, 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, n.2. p. 168-182. 1998

TICKTIN, T. The ecological implications of harvesting non-timber forest products. *Journal of Applied Ecology*: v.41, p.11-21, 2004

REVISÃO DE LITERATURA

Distribuição Geográfica

O gênero *Copaifera* L. pertence à família Caesalpiniaceae, com 28 espécies catalogadas, das quais 16 são endêmicas do Brasil (Dwyer, 1951), principalmente nos biomas amazônico e dos cerrados. As espécies que ocorrem no Brasil são consideradas produtoras de óleo-resina e têm popularmente a mesma utilização medicinal.

As espécies deste gênero são, em geral, árvores com altura de 15 a 40 metros (Figura 2.1), casca aromática, folhagem densa, flores pequenas, frutos secos, do tipo vagem monospérmica e deiscente. As sementes são de cor preta, ovóides com um arilo amarelo rico em lipídeos (Pio Corrêa, 1931; Ducke, 1939; Dwyer, 1951; Lorenzi, 1992; Alencar, 1981; Crestana e Kageyama, 1989; Xena e Berry, 1998; Freitas e Oliveira, 2002).

A copaíba é adaptada a uma grande variedade de ambientes. Ocorre em florestas de terra firme, nas terras alagadas e, ou, nas margens dos lagos e igarapés da bacia Amazônica e nas matas do cerrado do Brasil Central. É encontrada tanto em solos arenosos como argilosos e, geralmente, seus espécimes adultos ocupam o dossel da floresta ou emergem ocasionalmente (Shanley et al., 1998; Sampaio, 2000; Alencar et al., 1979). No Brasil, há relatos da densidade variando de 0,1 a 2 árvores ha⁻¹ (Shanley et al., 1998), sendo a *C. langsdorffii* considerada a espécie mais amplamente distribuída (Carvalho, 1994).



Figura 2.1 – Exemplar adulto de copaíba.

A tipologia florestal predominante no Estado do Acre é a floresta ombrófila aberta e levantamentos e inventários florísticos recentes registram a ocorrência da espécie em praticamente todo o Estado, com densidades variando de 0,07 a 2,00 árvores.ha⁻¹ (Rocha, 2001), embora, alguns estudos tenham associado esta espécie à tipologia de floresta ombrófila densa, sobre relevo dissecado em cristas, em ambientes da formação Solimões ou a solos B-texturais álicos (Acre, 2000).

Ecologia e Estrutura Populacional

A ecologia da copaíba é ainda pouco estudada. Com base em estudos sobre o sistema preferencial de acasalamento, realizados na região de Lavras-MG, com *C. langsdorffii*, 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) (Figura 2.2).



Figura 2.2 - Detalhe das folhas e flores de copaíba.

Nesta espécie as flores são zigomorfas, dispostas em inflorescências paniculadas terminais e multiflorais, de cor creme rosada. Apresenta néctar e grande quantidade de pólen, o que favorece a síndrome de melitofilia. A antese é diurna com duração de vários dias (Crestana e Kageyama, 1989), tendo como principais agentes polinizadores *Aphis mellifera* e *Trigona* spp.

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, Carvalho (1999) cita que a floração desta mesma espécie ocorre de dezembro a janeiro, com frutificação de janeiro a julho e dispersão em julho. No estado do Acre, foram verificados, na região de Xapuri, que a floração de *C. reticulata* ocorre de janeiro a março, com frutificação de

março a agosto (Rocha, 2001). Já para a espécie *C. langsdorffii* na região de São Paulo, esses fenômenos são observados de dezembro a fevereiro e de março a outubro, respectivamente (Pedroni et al, 2002).

As sementes são muito apreciadas pelos animais (tatu, jabuti, cutia, paca, etc.) (Motta Junior, 1990; Leite et al., 2001). Sua dispersão natural é do tipo barocórica (atua a força da gravidade), ocorrendo ainda a dispersão das sementes por aves que as levam a grandes distâncias. Motta Júnior (1990), observou 10 espécies de pássaros dispersores que engolem as sementes e depois de algum tempo as regurgitam ainda com o poder germinativo.

A germinação das sementes de copaíba ocorre em um curto período de tempo. Em laboratório, observou-se uma alta porcentagem de germinação, num período inferior a 15 dias (Alencar, 1981). Pelo fato das sementes caírem em grande quantidade ao pé da árvore, observa-se uma grande quantidade de plântulas, alguns meses depois da frutificação. No entanto, estudos sobre a dinâmica de regeneração da copaíba (*C. langsdorffii*) indicam uma considerada mortalidade das plântulas e uma taxa negativa de recrutamento (Resende et al., 2003) sugerindo que a espécie não forma banco de sementes nem de plântulas.

A distribuição dos indivíduos em classes de tamanho (DAP) sugere uma estrutura populacional do tipo J invertido (Walter et al., 1997). A distribuição espacial de plântulas e varetas tem sido caracterizada com agrupada, enquanto o padrão encontrado para árvores adultas é aleatório (Alencar, 1984).

Óleo-resina

O óleo-resina da copaíba é uma solução composta por uma parte sólida (cerca de 55 a 60%), os ácidos diterpenos, diluídos em óleo essencial composto

principalmente de sesquiterpenos (Cascon & Gilbert, 2000; Pio Corrêa, 1931; Fernandes, 1949; Alencar,1982). Já foram identificados 72 tipos diferentes de sesquiterpenos e 27 tipos de diterpenos em óleos-resina de copaíba (Veiga Junior & Pinto, 2002).

A resina é um sólido vítreo, insolúvel em água, untoso, aderindo as mãos com facilidade, de reação ácida e odor pouco pronunciado (Fernandes,1949). O óleo essencial é extraído por destilação e com aromas marcantes, utilizados pela indústria de perfumes (Veiga Jr & Pinto, 2002)

O óleo-resina bruto pode ser classificado quanto a sua coloração, turbidez e viscosidade. Suas características físicas variam de transparente a opaco, mais ou menos viscoso, de coloração variada desde o amarelo-pálido até o castanho claro dourado, algumas vezes incolor, aromático, com odor de cumarina forte e penetrante, e com sabor acre, persistente, um pouco amargo e muito desagradável (Figura 2.3). É insolúvel em água e parcialmente solúvel em álcool. Quando exposto ao ar, o óleo-resina escurece e aumenta sua viscosidade e densidade.



Figura 2.3 – Tipos de óleo-resina de copaíba.

Apesar desta ampla variação nas características físicas, o óleo-resina de copaíba é um produto muito procurado no mercado e com alto valor comercial depois de alguma manipulação, seja esta para purificação de alguns componentes químicos ou fracionamento em pequenas quantidades.

Usos farmacológicos do óleo-resina

O óleo-resina da copaíba é amplamente usado na medicina popular, medicina indígena e na indústria farmacêutica (Shanley et al., 1998; Ming, 1995; Barata et al., 1997; Veiga Jr e Pinto, 2002; Leite et al., 2001).

As indicações etnofarmacológicas mais usuais são (Veiga Jr e Pinto, 2002):

a) para as vias urinárias, como anti-blenorrágico, anti-inflamatório, anti-gonorréico, anti-séptico, estimulante e no tratamento de cistite, incontinência urinária e sífilis;

b) para as vias respiratórias, como antiasmático, expectorante e no tratamento de bronquite, inflamação de garganta, hemoptise, pneumonia e sinusite;

c) para infecções da derme e mucosas, como dermatites, eczemas, psoríases, ferimentos;

d) para úlceras e feridas no útero;

e) outras finalidades, como afrodisíaco, anti-tetânico, anti-reumático, anti-herpético, anti-cancerígeno, antitumoral (tumores da próstata), leishmaniose, leucorréia, contra paralisia, dores de cabeça e picadas de cobra.

O efeito anti-inflamatório, gastroprotetor, analgésico e, anti-tumoral do óleo-resina de copaíba já foi comprovado (Basile et al., 1988; Paiva et al., 1998; Fernandes et al., 1992; Ohsaki et al., 1994). Seu potencial como antioxidante, inseticida e repelente de insetos também já foi comprovado (Desmarchelier et al., 1997; Gilbert et al., 1999).

Produção de óleo-resina

A produção de óleo-resina por árvore é muito variável e ainda não se tem conhecimento sobre os fatores que a determinam. 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 (Alencar, 1982). 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 & Braz, 2001), porém não há ainda nenhuma conclusão definitiva.

Avaliações realizadas, no início do século passado, indicam que há diferenças na produção das diversas espécies de copaíba (Pio Corrêa, 1931), sendo a *C. reticulata* a espécie de maior potencial produtivo, quando em comparação com a *C. martii* Hayne. Atualmente, considera-se que a produção média varie de 0,3 a 3 l árvore⁻¹, podendo ser esperado ocasionalmente indivíduos com produção da ordem de 30 l árvore⁻¹.

Além da produção por árvore, outro fator que afeta a produção é a proporção de árvores produtivas na área explorada. Na Reserva Ducke, em Manaus-AM, Alencar (1982) observou para *C. multijuga* uma proporção de 24% de árvores produtivas em solos arenosos e de 39% em solos argilosos. Ferreira & Braz (2001), avaliando a produção de óleo-resina de copaíba na Floresta Estadual do Antimary, no sudeste do estado do Acre, observaram que a proporção de árvores produtivas foi de 72% no período seco e de apenas 41% na estação chuvosa. Este último resultado é contraditório com o relatado por Baima et al. (1999), na região do Tapajós, PA, onde foi observado que na estação seca a produção de óleo-resina seria menor. Outras estimativas discrepantes são as de

Plowden (2003), que encontrou uma proporção de 61% de copaíbas produtivas em uma reserva indígena do Pará, enquanto que no Estado do Acre, estima-se que apenas 25% das árvores adultas sejam produtivas Leite et al (2001).

As estimativas de produção podem variar ainda 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 se planeja 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 da produção na terceira coleta. Em alguns casos, só foi possível extrair óleo-resina na primeira visita (Alencar, 1982).

Distribuição do óleo-resina na árvore

Várias são as espécies vegetais que produzem algum tipo de óleo, sendo os principais os óleos essenciais e os óleos-resina. Geralmente estes óleos são produzidos e secretados por glândulas especiais e armazenados em cavidades intercelulares (Silva, 1993). Estes óleos podem ter várias funções para o desenvolvimento da espécie, como atração de insetos polinizadores, repulsão de inimigos naturais ou como regulador do metabolismo ou mesmo antibiótico natural (Alencar, 1982; Silva, 1993).

No caso da copaíba, supõe-se que o óleo-resina tenha função de defesa contra o ataque de animais, fungos e bactérias (Leite et al., 2001; Alencar, 1982). Seu óleo é encontrado em pequenas bolsas distribuídas nas folhas e no xilema primário (Langenheim, 1973), cuja secreção ocorre em canais axiais do tipo esquizógenos, formados a partir do afastamento das células parenquimáticas

(Marcati et al., 2001), organizados na posição vertical e interconectados de tal forma que o óleo-resina drena quando um dos canais são perfurados (Alencar, 1982; Sampaio, 2000). Devido a esta localização do óleo-resina na árvore, torna-se possível o uso de um trado para a extração do óleo-resina, em substituição ao método tradicional baseado em um corte lateral do tronco por meio de machado ou moto serra (Alencar, 1982). A técnica de extração do óleo-resina com o uso do trado, por causar menor dano à árvore, é ecologicamente recomendada (Leite et al., 2001)

Referências Bibliográficas

ACRE. Governo do Estado. **Zoneamento Ecológico-Econômico: indicativos para a gestão territorial do Acre**. Rio Branco: SECTMA, 2000. v.1

ALENCAR, J.da C. Estudos silviculturais de uma população natural de *Copaifera multijuga* HAYNE – LEGUMINOSAE, na Amazônia Central. 3 – Distribuição espacial da regeneração natural pré-existente. *Acta Amazônica*, Manaus, v.14, n. 1-2, p.225-279, 1984.

ALENCAR, J.da C. Estudos silviculturais de uma população natural de *Copaifera multijuga* HAYNE - LEGUMINOSAE, na Amazônia Central. 2 - Produção de óleo-resina. *Acta Amazônica*, Manaus v.12, n.1, p.79-82, 1982.

ALENCAR, J.da C. Estudos silviculturais de uma população natural de *Copaifera multijuga* HAYNE – LEGUMINOSAE, na Amazônia Central. 1 – Germinação. *Acta Amazônica*, Manaus, v.11, n.1, p.3-11. 1981.

ALENCAR, J.da 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, n.1, p. 163-198, 1979.

BAIMA, A.M.V.; SANTOS, L.S.; NUNES, D.S.; CARVALHO, J.O.P.de. *Produção de óleo de copaíba na Região de Tapajós*. Belém: EMBRAPA. 1999, 3p. (Comunicado Técnico, 103).

BARATA, L. E. S.; MENDONÇA, C. *Copaíba*: propriedades farmacológicas, etnofarmacologia, usos. Rio de Janeiro: GEF/Instituto Pró-Natura, 1997. (Relatório, 1).

BASILE, A.C. Anti-inflammatory activity of Oleoresin from Brazilian *Copaifera*. *Journal of Ethnopharmacology*. v.22, p.101 109, 1988.

CARVALHO, P.E.R. *Espécies florestais brasileiras*: recomendações silviculturais, potencialidades e uso de madeira. Curitiba: EMBRAPA/CNPF. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. 640p.

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

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

CRESTANA, C.de S.M.; KAGEYAMA, P.Y. Biologia de polinização de *Copaifera langsdorffii* DESF. (LEGUMINOSAE-CAESALPINIOIDEAE), O “óleo-de-copaíba”. *Revista do Instituto Florestal*, São Paulo, v.1, n.1, p. 201-214, 1989.

DESMARCHELIER, C.; REPETTO, M.; COUSSIO, J.; LLESUY, S.; CICCIA, G. Total reactive antioxidant potencial (TRAP) and total antioxidant reactivity (TAR) of medicinal plants used in douthwest amazonia (Bolivia e Peru). *International Journal of Pharmacognosy*. v.35, n. 4, p.288-296,1997.

DUCKE, A. *As leguminosas da Amazônia Brasileira*. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura/Serviço de Publicidade Agrícola, 1939. p. 48-69.

DWYER, J. D. The Central American, West Indian and South American species of *Copaifera* (Caesalpiniaceae). *Brittonia*. v.7, n.3, p.143-172. 1951.

FERNANDES, J. *Sobre o óleo-resina de Copaíba e sua aplicação industrial*. Manaus: Associação Comercial do Amazonas. 1949.

FERNANDES, R.M.; PEREIRA, N.A.; PAULO, L.G. Anti-inflammatory activy of copaiba balsam (*Copaifera cearensis*, Huber). *Revista Brasileira de Farmácia*. v.73, n.3,1992.

FERREIRA, L.; BRAZ, E.M. Avaliação do Potencial de Extração e Comercialização do Óleo-Resina de Copaíba (*Copaifera* spp.). *Advances in Economic Botany*. New York, 2001.

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

GILBERT, B; TEIXEIRA D.F. et al. Activities of the Pharmaceutical Technology Institute of the Osvaldo Cruz Foundation with medicinal, insecticidal and insect repellent plants. *An A Bras Cienc.* v. 71, n.2, p.265-271, 1999.

LANGENHEIM, J. H. Leguminous resin-producing trees in Africa and South America Pages 89-104 in: MEGGERS, B. J.; AYENSU, E. S.; DUCKWORTH, W. D. (eds.). *Tropical forest ecosystems in Africa and South America: a comparative review.* Washington: Smithsonian Institution Press, 1973. p. 89-104.

LEITE, A.; ALECHANDRE, A.; RIGAMONTE-AZEVEDO, C.; CAMPOS, C.A.; OLIVEIRA, A. *Recomendações para o manejo sustentável do óleo de copaíba.* RIO BRANCO: UFAC/SEFE, 2001. 38 p. il.

LORENZI, H. *Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil.* Nova Odessa/SP: Ed. Plantarum, 1992.

MARCATI, C.R.; ANGYALOSSY-ALFONSO, V.; BENETATI, L. Anatomia comparada do lenho de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae-Caesalpioideae) de floresta e cerrado. *Revista Brasileira de Botânica*, São Paulo, v. 24, n.3, p.311-320, 2001.

MING, L. C. *Levantamento de plantas medicinais na Reserva Extrativista "Chico Mendes", Acre.* Botucatu/SP : UNESP, 1995. (Tese de Doutorado).

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

OHSAKI, A; YAN, L.T.; ITO, S.; EDATSAGI,H.; IWATA,D.; KOMODA,Y. The isolation and in vivo potent antitumor activity of clerodane diterpenoid from the oleoresin of the Brazilian medicinal plant, *Copaifera langsdorffii* Desf. *Bioorg.Med.Chem.Lett.* v.4,n.24, p.2889-2892, 1994.

OLIVEIRA, A.F.; CARVALHO, D.de; ROSADO, S.C.S. Taxa de cruzamento e sistema reprodutivo de uma população natural de *Copaifera langsdorffii* Desf. na região de Larvas (MG) por meio de isoenzimas. *Revista Brasileira de Botânica*, São Paulo, v.25, n.3, p.331-338, 2002.

PAIVA, L.A.; RAO, V.S.; GRANOSA, N.V.; SILVEIRA, E.R. Gastroprotective effect of *Copaifera langsdorffii* óleo-resin on experimental gastric ulcer models in rats. *Journal Ethnopharmacology.* v.62, p.1, p.73-78, 1998.

PEDRONI, F.; SANCHEZ, M. SANTOS, F.A.M. Fenologia de copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.- Legumonosae, Caesalpinioideae) em uma floresta semidecídua no sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, São Paulo, v. 25, n.2. p.183-194, 2002.

PIO CORRÊA, M. *Dicionário de plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas..* Rio de Janeiro: IBDF, p.370-375, 1931.

PLOWDEN, C. Ecology da produção de Copaíba (*Copaifera* spp) Oleoresin no Amazon brazilian oriental. *Botany Econômico.* v.57, n. 4, p. 491-501, 2003.

RESENDE, J.C.F; KLINK, C.A.; SCHIAVINI. Spatial Heterogeneity and its Influence on *Copaifera langsdorffii* Desf. (Caelsapiniaceae). Brazilian Archives of Biology and Technology. *An International Journal.* v.46. n.3. p.405-414, 2003.

ROCHA, A.A. *Subsídios técnicos para elaboração do Plano de Manejo de Copaíba (Copaifera spp)*. Rio Branco/Acre: [s.n.], 2001. ??p. (Relatório).

RIZZINI, C. DE T. *Arvores e madeiras úteis do Brasil*. Rio de Janeiro. IBGE/SUPREN, 1977. (Série Paulo de Assis Ribeiro 6).

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

SHANLEY, P.; CYMERIS, M.; GALVÃO, J. *Frutíferas da Mata na Vida Amazônica*. Belém: [s.n.], 1998. p.91-98

SILVA, M.H.L. *Tecnologia de cultivo e produção racional de pimenta longa (Piper hispidinervium C.DC)*. Taguai, 1993. 87p. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

VEIGA JUNIOR, F.; PINTO, A.C. O Gênero *Copaifera* L. *Química Nova*. v.25, n. 2, p.273-286, 2002.

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

XENA, N.; BERRY, P.E. *Copaifera* L. In: STEYERMARK, J.A.; BERRY, P.E.; HOLST, B.K. *Flora of the Venezuelan Guayana*. [s.l.]: Missouri Botanical Garden Press, 1998. v. 4, p. 45-47.

ESTRUTURA POPULACIONAL DE *Copaifera spp* EM TRÊS REGIÕES DO SUDOESTE DA AMAZÔNIA

Introdução

A Floresta Amazônica apresenta a maior diversidade de espécies do mundo, com uma grande variedade de plantas e complexas interações entre seus indivíduos e suas respectivas populações.

Por sua vez, a organização espacial, abundância e a estrutura genética das populações vegetais variam em função da disponibilidade de ambientes favoráveis e da capacidade da espécie em colonizar esses ambientes (Hall & Bawa, 1993, Budowski, 1965 e Harper, 1977).

Para uma mesma espécie vegetal, em função desses fatores, a estrutura populacional de uma espécie pode apresentar diferentes formas e por isso é muito difícil determinar um padrão único para cada espécie, implicando que em um dado local e em determinado espaço de tempo, a distribuição e abundância de uma mesma espécie podem apresentar diferenças em relação a esta mesma população em outro momento ou local próximo. Mesmo considerando estas limitações, é possível fazer-se inferências sobre a dinâmica de determinada população (Hall & Bawa, 1993).

A chegada de uma semente ao solo de uma floresta não garante sua germinação e estabelecimento. A semente deve escapar de ser consumida pelos

predadores, encontrar condições de luz, umidade e solos apropriados para germinar e crescer mais rapidamente que outras espécies, que também estão competindo pelos mesmos fatores ambientais e, inclusive, pelo mesmo nicho no caso de sementes da mesma espécie (Peters, 1996). Por este motivo, o estudo da estrutura e dinâmica de uma população é um elemento essencial para a silvicultura e manejo de recursos florestais, por permitir compreender os processos e mecanismos relacionados à ocupação, utilização do habitat e as condições necessárias para manutenção de uma espécie (Reis et al. 1996).

Denslow (1980) classifica as espécies em três grupos ecológicos em função de sua especialidade em colonizar os ambientes da floresta, considerando as perturbações naturais (especialistas de clareiras grandes, de clareiras pequenas e de sub-bosque), enquanto que Witmore (1978) as classifica apenas em dois grupos: o das espécies tolerantes à sombra e o das exigentes à luz na fase inicial de desenvolvimento.

Seguindo essas classificações, tanto no bioma amazônico como no dos cerrados, a copaíba é considerada uma espécie tolerante à sombra na fase inicial e dependente de clareiras pequenas para o seu desenvolvimento (Elias, 1997).

A distribuição espacial de uma espécie, geralmente é determinada pela dispersão de sementes e estabelecimento das plântulas, os quais são influenciados pela posição, densidade e periodicidade na produção de sementes dos indivíduos parentais (Schiavini, 1992).

A copaíba apresenta em sua estrutura, uma densidade populacional com poucos indivíduos adultos por área e grandes quantidades de plântulas. Este tipo de distribuição espacial deve-se ao fato de que poucas são as plântulas que conseguem se estabelecer e atingirem a fase produtiva, cuja densidade na fase

adulta varia de 0,1 a 2 árvores.ha⁻¹ (Shanley et al, 1998), com ocorrência tanto em florestas de terra firme como em áreas alagadas e, ou, nas margens de lagos e igarapés (Alencar, et al. 1979; Sampaio, 2000).

A distribuição espacial parece depender também das características ambientais do habitat e de eventos relacionados a estes ambientes. Resende et al (2003), observou para plântulas e varetas de *C. langsdorffii*, em florestas de galeria em Uberlândia-MG, um padrão de distribuição espacial mais agrupado no platô mediano em relação ao dique (terra firme), e um grau de agrupamento intermediário na várzea. Eventos de inundação, os quais determinariam a dispersão de sementes, e as características ambientais dos habitats, seriam responsáveis pelas diferenças observadas.

Por ser uma espécie tolerante à sombra para a germinação, porém dependente de luz para seu crescimento inicial, aparentemente a copaíba apresenta baixa eficiência reprodutiva. Freitas (2001) estimou que cada árvore de copaíba (*C. langsdorffii*) pode gerar outro indivíduo adulto a cada 16 eventos reprodutivos, o que se traduz numa baixa probabilidade de sobrevivência das plântulas.

O objetivo deste trabalho foi estudar a estrutura populacional e a distribuição espacial de populações naturais de copaíba (***Copaifera*** spp.-Caesalpiniaceae) em três regiões do Estado do Acre, relacionando-as com características edáficas ou com a tipologia do local de crescimento da árvore.

Material e Métodos

Local de estudo

O estudo foi realizado em três municípios do Estado do Acre: dois localizados no Vale do rio Juruá (Porto Walter e Tarauacá) e outro no Vale do rio Acre (Xapuri) (Figura 3.1).

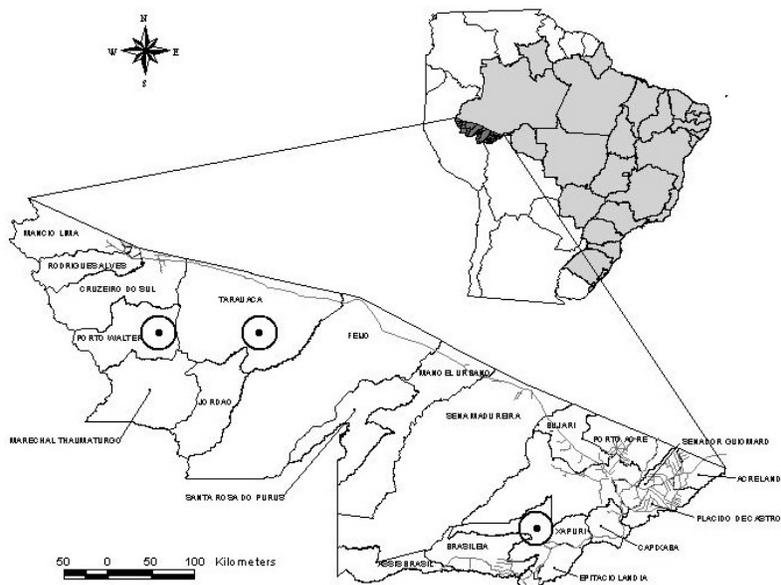


Figura 3.1 – Localização geográfica das áreas de estudo.

No município de Porto Walter a área amostrada foi no seringal Cruzeiro do Vale, às margens do Riozinho Cruzeiro do Vale, afluente do rio Juruá ($8^{\circ}29'58,4''S$ e $72^{\circ}27,1'10,6''W$). Em Tarauacá o local escolhido foi no seringal União, localizado às margens do Rio Tarauacá cerca de 80 km à leste da cidade de Tarauacá ($08^{\circ}30'4,7''S$ e $71^{\circ}25'11,4''W$); e em Xapuri, o local escolhido foi no seringal Palmari, localizado dentro dos limites legais da Reserva Extrativista Chico Mendes, à aproximadamente 20 Km ao Norte da cidade de Xapuri ($10^{\circ}30'37''S$ e $68^{\circ}33'46''W$).

No Vale do Rio Juruá, o acesso aos seringais somente era possível por via dos rios e na Reserva Extrativista Chico Mendes (Xapuri) o acesso poderia ser feito por estradas não asfaltadas, varadouros (caminhos abertos na floresta) e também pelos rios.

Para estudar a estrutura populacional da Copaíba, foram selecionadas três colocações em cada seringal (Tabela 3.1). Em cada colocação foram instaladas quatro transectos de 1,00 ha cada, com dimensões de 500 x 20m, exceto na colocação Soledade onde foram instalados cinco transectos (Tabela 3.1). Os locais de instalação dos transectos foram selecionados seguindo orientação do morador da colocação, para evitar a inclusão de áreas antropizadas.

Tabela 3.1 - Identificação dos locais de estudo, em relação ao seringal e município.

Município	Seringal	Colocação	Área transecto (ha)
Porto Valter	Cruzeiro do Vale	Estirão Azul	4
		Foz do Nilo	4
		Vagem Grande	4
Tarauacá	União	Pau Mulato	4
		Laranjal	4
		Soledade	5
Xapuri	Palhari	Cruzeiro	4
		Bom Futuro	4
		Açaizal	4

Os transectos foram subdivididos, no comprimento, a cada 50 metros para facilitar a coleta de dados, a qual foi baseada na classificação dos indivíduos em quatro classes de tamanho: plântulas, até 0,5 m de altura; jovem I, com altura entre 0,5 m e 10 m; jovem II, com altura maior que 10 m em fase não reprodutiva e; adultos, todos os indivíduos na fase reprodutiva (Figura 3.2).



Figura 3.2 – Indivíduos de copaíba de diferentes classes. a - Plântula, b - jovem I e c - indivíduo adulto.

Para cada classe de tamanho foram avaliadas diferentes áreas devido à abundância de plântulas e jovens. Assim, o tamanho de uma parcela para as

plântulas foi de 0,25 ha, para os jovens I e II de 0,50 ha e para os adultos de 1,00 ha (Figura 3.3).

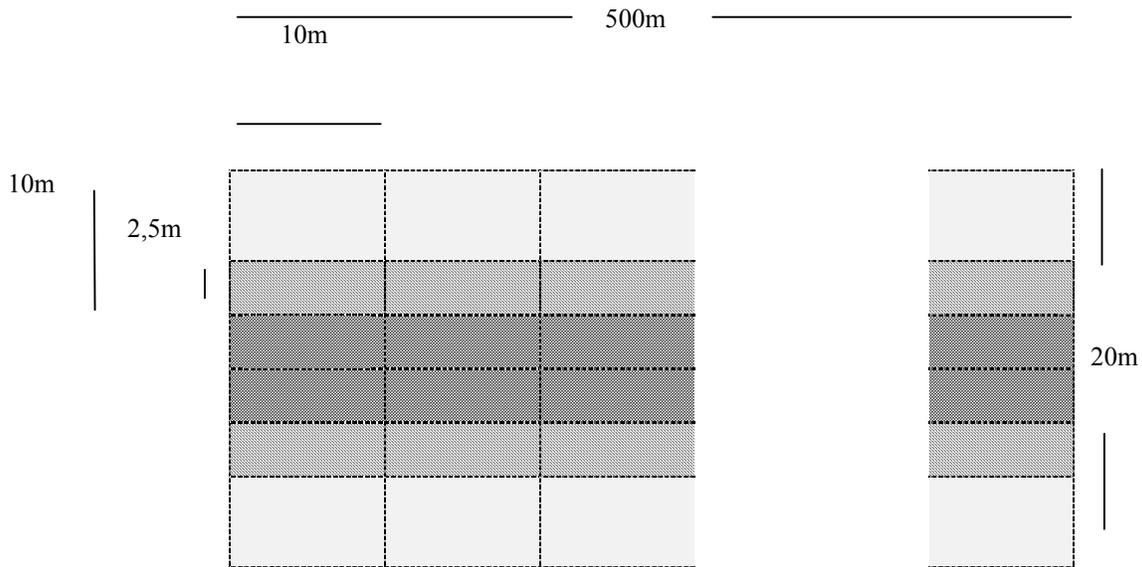


Figura 3.3 - Esquema de divisão da parcela para amostragem de plântulas, jovens e adultos.

Coleta de dados

Todos os adultos amostrados foram plaqueteados e anotados dados estimados da altura do tronco (estimativa visual) e medida a circunferência à altura do peito (CAP). Posteriormente, os dados de CAP foram transformados em diâmetro à altura do peito (DAP), por meio da formula $DAP = \frac{CAP}{\pi}$.

Os indivíduos jovem I e jovem II foram contados e a altura do Jovem I foi medida até 5m, sendo estimada nos casos de altura superior a este valor; as plântulas foram contadas e medida a altura usando uma fita métrica.

Para avaliação da distribuição espacial foi anotada a posição de cada indivíduo em relação ao eixo do transecto (coordenada Y), para todas as classes de tamanho e em todos os transectos avaliados.

O ambiente de cada transecto foi classificado quanto ao tipo de floresta predominante (aberta ou densa) e quanto ao ambiente edáfico predominante (baixo ou terra firme de acordo com a drenagem do solo).

Ambiente de floresta aberta foi considerada aquela tipologia onde predominou o dossel aberto, com a presença de indivíduos arbóreos bem esparsos e sub-bosque denso, enquanto que floresta densa foi considerada aquela tipologia onde predominou o dossel fechado e presença de grandes árvores emergindo de um estrato arbóreo uniforme e com bosque e sub-bosque de baixa luminosidade e pouca vegetação.

O ambiente de baixo foi caracterizado por áreas côncavas ou planas, que ocupavam cotas mais baixas na paisagem, normalmente com sinais de pouca drenagem ou sujeitas a alagamentos periódicos. Terra firme foram todas as áreas convexas ou planas, com aparência de boa drenagem.

Análise de dados

Para análise da estrutura populacional os adultos e jovens foram distribuídos em classes de DAP e as plântulas em classes de altura. Estas distribuições foram avaliadas em função do município e também dentro de cada município, em função do tipo de cobertura florestal e do ambiente edáfico.

Todos os dados foram analisados estatisticamente pelo teste de X^2 , sendo que para avaliar os municípios foi considerado como frequência esperada (FE) de cada classe de tamanho, o total de indivíduos amostrados na referida classe independente do município.

Para comparação das distribuições entre os ambientes de ocorrência (cobertura e drenagem) a frequência esperada foi determinada pelo número total de indivíduos amostrados em cada município, considerando a porcentagem de indivíduos para cada uma das classes de tamanho para o total dos três municípios.

Para comparar a eficiência de regeneração e estabelecimento das plantas de copaíba, em cada município calculou-se a proporção total (P_t) e por município (P_m) do número de indivíduos em cada classe de tamanho (plântulas, jovem I e jovem II) em relação com o número total de adulto, obtendo-se a eficiência de regeneração (plântula/adulto) e de estabelecimento (jovem I/adulto e jovem II/adulto). A avaliação da eficiência (E) em cada município foi feita pela seguinte relação percentual:

$$E = \frac{P_m \cdot 100}{P_t}$$

A distribuição espacial da copaíba para as classes de plântula, jovem I, jovem II e adulto foi avaliada pelo índice de Morisita padronizado (Smith-Gill, 1975 citado por Krebs, 1998), considerando-se o total de sub-parcelas em cada seringal como uma única amostragem, o que resultou em 200 sub-parcelas por seringal, a exceção do seringal Soledade que o número de sub-parcelas foi de 250.

Resultados e Discussão

Densidade populacional

Em avaliações da tipologia florestal do Estado do Acre, na escala de 1:1.000.000 (Acre, 2000), os locais de estudo são classificados como Floresta

Ombrófila Aberta. No entanto, na escala de campo, a tipologia florestal predominante observada nos transectos foi Floresta Densa e o ambiente edáfico predominante foi Terra Firme (Tabela 3.2). Estes resultados concordam com os do zoneamento econômico ecológico do Estado do Acre (Acre, 2000), que indica ser a ocorrência de copaíbas associada a tipologias classificadas como floresta densa neste estudo.

Tabela 3.2 – Distribuição do número de transectos em relação ao ambiente, para cada local de estudo.

Local de estudo	Tipo de Floresta		Ambiente Edáfico	
	Aberta	Densa	Baixo	Terra Firme
Porto Walter	2	10	4	8
Tarauacá	3	10	6	7
Xapuri	3	9	3	9
Total	8	29	13	24

Em relação ao total da área amostrada (37 ha) a densidade de árvores adultas foi de 0,76 árvores ha⁻¹ (Tabela 3.3), variando entre os locais de 0,16 árvores ha⁻¹ em Xapuri, 0,62 árvores ha⁻¹ em Porto Walter e 1,50 árvores ha⁻¹ em Tarauacá (Tabela 3.3). Este resultado é coerente 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 ha⁻¹ (Shanley et al, 1998).

Os resultados deste trabalho indicam, entretanto, ser a densidade de copaíbas em geral maiores que as encontradas em outros estudos realizados no Estado do Acre, cuja densidade de árvores com DAP > 40 cm variou de 0,1 árvores ha⁻¹, no Projeto de Assentamento Santa Quitéria, Brasiléia-AC (Funtac/Embrapa, 1997) a até 0,4 árvores ha⁻¹ no seringal Retiro, em Tarauacá-AC (Assis, 2000).

Aparentemente, a região de Tarauacá apresenta maior potencial para exploração desta espécie devido a sua maior densidade populacional (1,50 árvores ha⁻¹). No entanto, como esta densidade decorre de eventos fenológicos, ações antrópicas e condições ambientais ocorridos a dezenas de anos atrás, não se pode dizer com base nesses resultados que as populações estão estabilizadas e, portanto, sobre o risco de uma exploração mais intensa destas árvores.

Tabela 3.3 - Frequência Observada (FO) e frequência esperada (FE) para as classes de tamanho de copaíba, em três municípios do Estado do Acre

(Tarauacá, Xapuri e Porto Walter); valores do teste de qui-quadrado (valor de X^2) para as freqüências esperadas e observadas em cada município (grau de liberdade = 3); e densidade (ind./ha) de árvores adultas em cada município.

Classe de Tamanho	Total	Xapuri (12 ha)		Porto Walter (12 ha)		Tarauacá (13 ha)	
		FO	FE	FO	FE	FO	FE
Plântulas	1796	120	138,4	892	870,7	784	786,9
Jovem 1	116	26	8,9	44	56,2	46	50,8
Jovem 2	32	4	2,5	12	15,5	16	14,0
Adultas	28	2	2,2	8	13,6	18	12,3
Densidade		0,16		0,62		1,50	
Valor de X^2		35,97**		6,27 Δ		3,42	

(ns) não significativo; (**) significativo a 1%; (Δ) significativo a 10%

Considerando as áreas amostradas nos três municípios como pertencente a uma mesma população, a densidade média total de copaíba em cada um dos municípios exceto plântulas, foi de $4,7 \pm 1,9$ indivíduos ha^{-1} . Para as quatro classes de tamanho, a densidade média foi de $0,7 (\pm 0,6)$ adultos ha^{-1} ; $0,9 (\pm 0,5)$ jovem II ha^{-1} ; $3,1 (\pm 0,9)$ jovem I ha^{-1} ; e $48,2 (\pm 33,8)$ plântulas ha^{-1} (Figura 3.4).

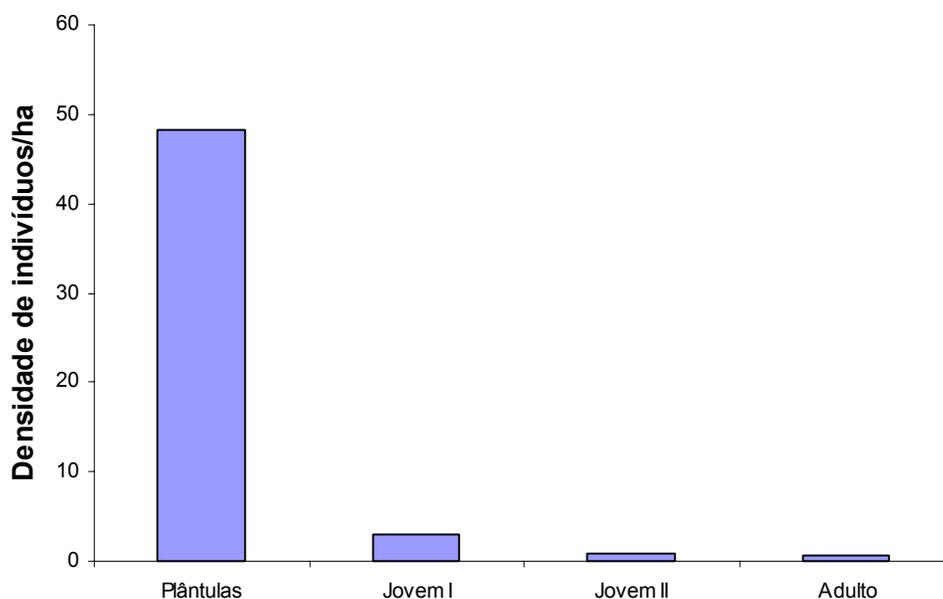


Figura 3.4 - Distribuição do número de indivíduos amostrados, nos três municípios, nas quatro classes de tamanho.

Estrutura populacional

A curva de distribuição do número de indivíduos por classe de tamanho (Figura 3.4) apresenta características da distribuição do Tipo I (Peters, 1996), também conhecido por J invertido, onde o número de plantas nas menores classes de tamanho é muito maior que nas maiores classes e a taxa de redução no número de indivíduos é maior das classes de menor tamanho em relação as classes de maior tamanho. Esse tipo de distribuição também foi encontrada em outros estudos com espécies de copaíba (Alencar, 1984; Freitas, 2001; Resende et al., 2003). No presente estudo, a taxa de redução decresceu das classes de menor tamanho para a de maior tamanho (Figura 3.5), caracterizando uma distribuição exponencial para o número de indivíduos entre as diferentes classes de tamanho (Figura 3.4 e Figura 3.6). A taxa de redução média foi de 93,6% entre as classe de plântulas e jovem I e de 13,5% entre as classes de jovem II e adulto (Figura 3.5).

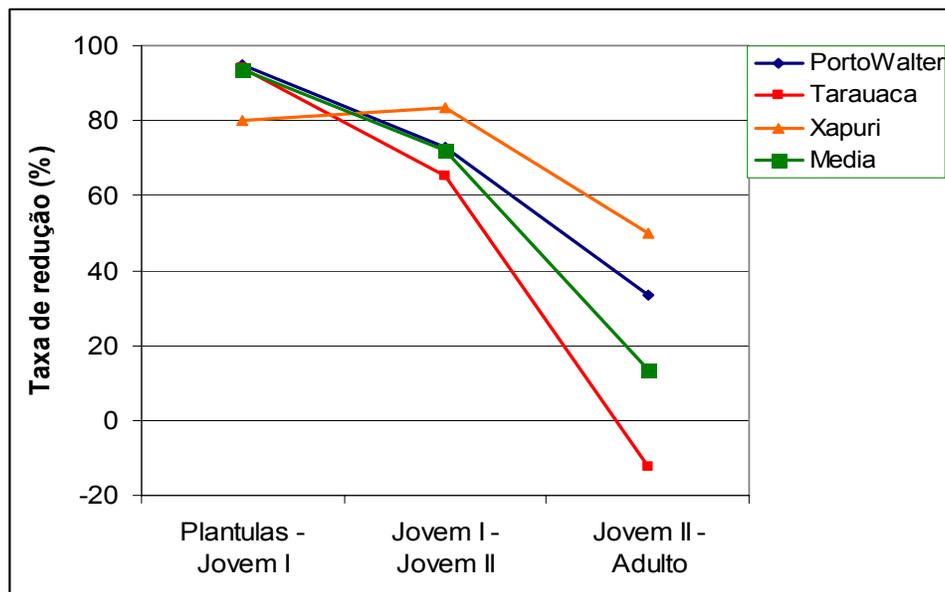
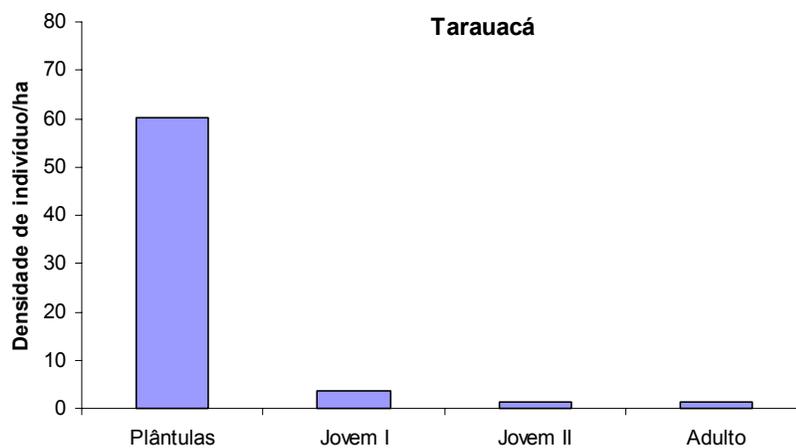
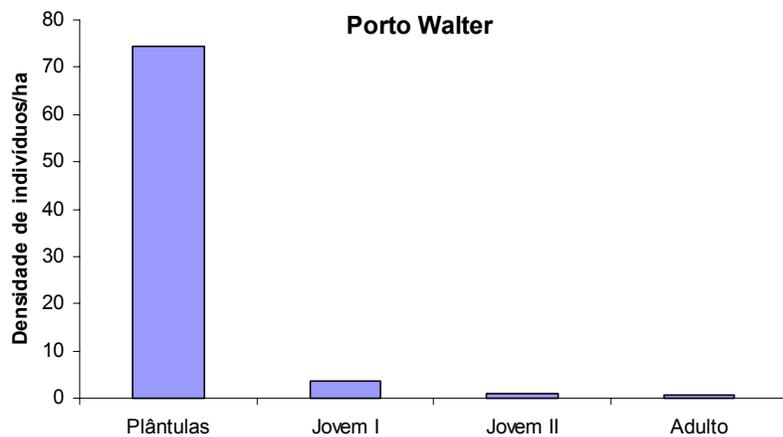


Figura 3.5 - Taxa de redução para o número de indivíduos entre classes de tamanho consecutivas.

Este tipo de distribuição é característica de espécies primárias, tolerantes a sombra, capazes de manter uma taxa de estabelecimento de plântulas mais ou menos constante (Peters, 1996). Elias (1997) considerou, em seu estudo em Manaus - AM, que *C. multijuga* em sua fase inicial é tolerante ao sombreamento, podendo sobreviver muito tempo em estado suprimido, porém necessitando de luminosidade para seu desenvolvimento.

A distribuição em J invertido é considerada por muitos autores, como a estrutura ideal de uma população estável. Isto porque quase se pode garantir que um indivíduo adulto eliminado será substituído, em determinado tempo, por indivíduos da classe anterior.



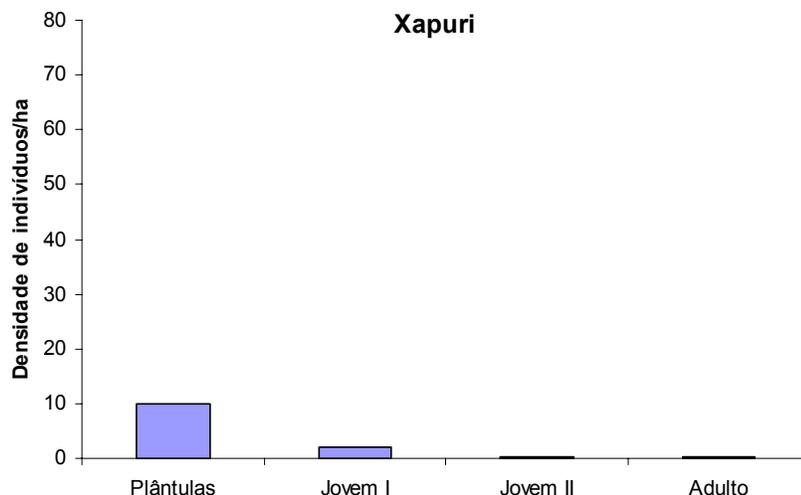


Figura 3.6 - Distribuição do número de indivíduos por ha, nas classes de tamanho de copaíba, em cada município estudado.

Os resultados mostram, entretanto, que embora todos os municípios tenham apresentado a mesma distribuição do tipo I, o comportamento foi diferente entre os municípios, com maior discrepância para Xapuri em relação aos demais (Figura 3.6). É importante notar para este município que a taxa de redução do número de indivíduos das classes Plântulas para Jovem I foi a menor em relação a mesma taxa observada em relação aos demais municípios, e que esta tendência se inverteu em relação as taxas de redução para as demais classes de tamanho (Figura 3.5).

Estas diferenças entre os municípios também foram confirmadas por meio da análise de distribuição de freqüência pelo teste de qui-quadrado, em que a distribuição do número de indivíduos nas classes de tamanho, em Xapuri e Porto Walter diferiram da freqüência esperada (freqüência total observada para a soma dos indivíduos em cada classe de tamanho nos três municípios), enquanto que para Tarauacá não houve diferença significativa (Tabela 3.3).

Em Xapuri, a diferença na distribuição do número de indivíduos em classes de tamanho ($p < 1\%$) poderia ser atribuída às diferentes condições ambientais deste município, o que proporcionaria um arranjo diferente no estabelecimento dos indivíduos de copaíba, refletindo em uma estrutura populacional distinta.

A menor frequência de plântulas em Xapuri pode estar relacionada tanto ao baixo número de árvores adultas como ao padrão fenológico da espécie. A copaíba apresenta frutificação anual, bi-anual e às vezes supra anual (Alencar, 1979), fazendo com que o recrutamento das plântulas seja dependente dos eventos fenológicos reprodutivos (Walter et al, 1997). Este tipo de comportamento poderia explicar tanto a maior frequência de plântulas encontradas em Porto Walter como a menor frequência em Xapuri.

Não se pode descartar, entretanto, o efeito do habitat e das condições ambientais entre o município de Xapuri e os demais. Resende et al, (2003), encontrou diferenças na estrutura populacional de *C. langsdorffi*, em florestas de galeria do Brasil central, em relação ao habitat (várzea, platô médio e dique), sugerindo que a maior concentração de árvores parentais contribuiu para uma maior quantidade de sementes dispersas e, conseqüentemente, maior eficiência no estabelecimento de plântulas. Este autor considerou, ainda, que diferenças ambientais, no caso associação espacial e temporal da distribuição de sementes em função da flutuação das águas de inundação, influenciam na disponibilidade de sítios para o estabelecimento das plântulas.

A análise da eficiência da regeneração e do estabelecimento de plântulas ilustra melhor a diferença observada na estrutura da copaíba entre os três municípios, inclusive, confirmando o fato de que Porto Walter teve um comportamento distinto daquele observado em Tarauacá. A eficiência de

regeneração e de estabelecimento em Porto Walter sempre foi superior, para todas as classes de idade, que as observadas para Tarauacá, sugerindo que neste último a maior densidade de árvores adultas pode não ser suficiente para garantir uma maior densidade de adultos ha^{-1} no futuro (Figura 3.7).

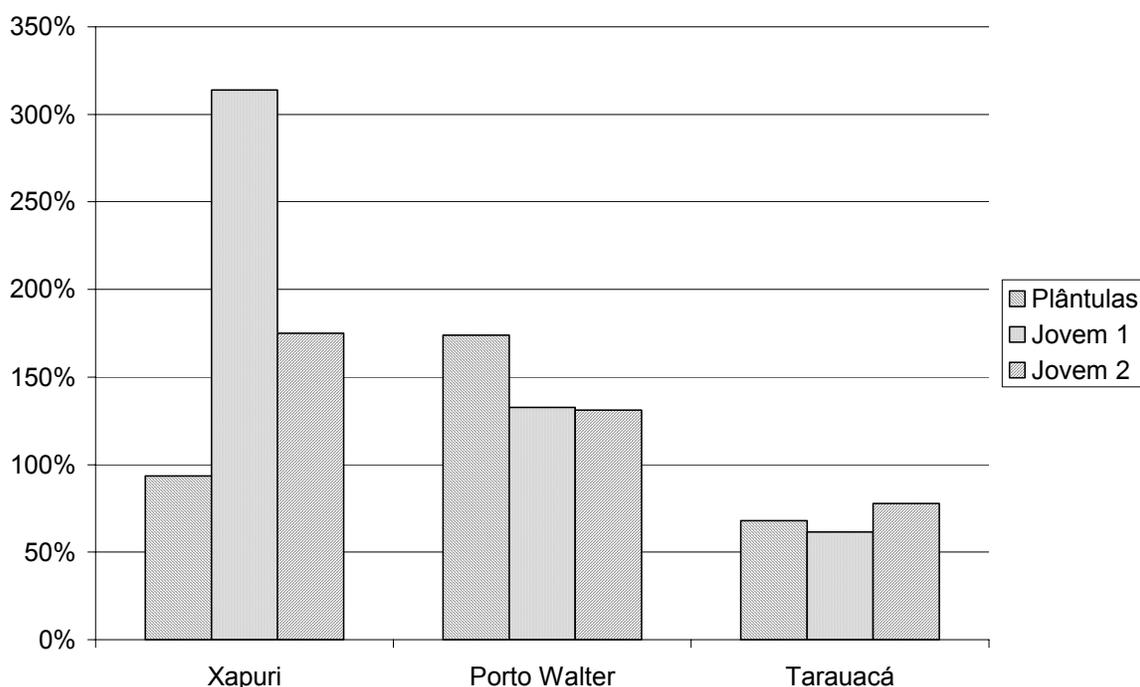


Figura 3.7 - Eficiência de regeneração de plântulas e de estabelecimento de jovens I e jovens II em relação a cada município.

Estes resultados indicam que o município de Porto Valter foi o que apresentou melhor estrutura populacional (avaliada pela eficiência de regeneração e de estabelecimento), caracterizada por um elevado número relativo de plântulas seguido de menor número de jovens. E embora o município de Tarauacá tenha sido o que apresentou distribuição do número de indivíduos nas classes de tamanho semelhante à distribuição total para as áreas amostradas, observa-se que em relação aos outros locais, sua estrutura populacional apresenta

problemas, pois era de se esperar um número relativo de plântulas e jovens muito maior devido a quantidade de adultos amostrados (Tabela 3.3).

Por outro lado, embora a eficiência de regeneração em Xapuri não tenha sido maior que a observada para a média dos três locais, este município apresentou elevada eficiência para o estabelecimento de jovem I e jovem II, superior até mesmo ao observado para Porto Walter (Figura 3.7). Provavelmente, por algum motivo não elucidado neste trabalho, as condições para o estabelecimento dos jovens foi mais favorável em Xapuri, o que resultou tanto em um menor taxa de redução de plântulas para jovem I (Figura 3.5) como também em uma maior eficiência para o estabelecimento de jovem I.

Analisando-se a distribuição da altura dos indivíduos na classe de plântulas (Figura 3.8) observa-se que embora Tarauacá e Porto Walter tenham apresentado um número muito maior de plantas em relação a Xapuri (Tabela 3.3), foi neste último município que a distribuição das plântulas nas classes de altura apresentou uma estrutura mais estável (forma de J invertido).

Mesmo a copaíba sendo considerada uma espécie com grande plasticidade ecológica, ocorrendo tanto em áreas de terra firme como em áreas alagadas e, ou, nas margens de lagos e igarapés (Alencar et al,1979; Sampaio, 2000), não se pode descartar a possibilidade de que a diferença na estrutura populacional observada entre os três municípios (Tabela 3.3) possa estar relacionada a características ambientais. Assim, foram feitas análises da estrutura populacional em cada município considerando o tipo de floresta e o tipo de ambiente edáfico.

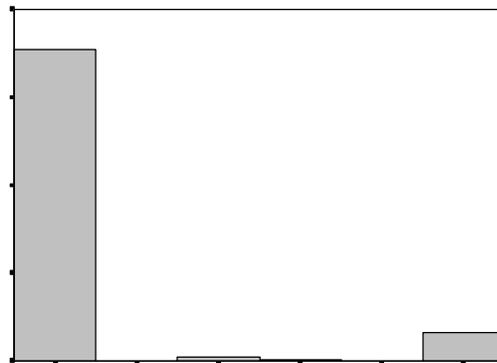
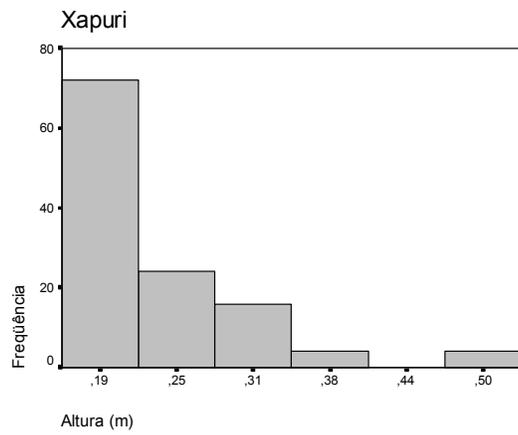
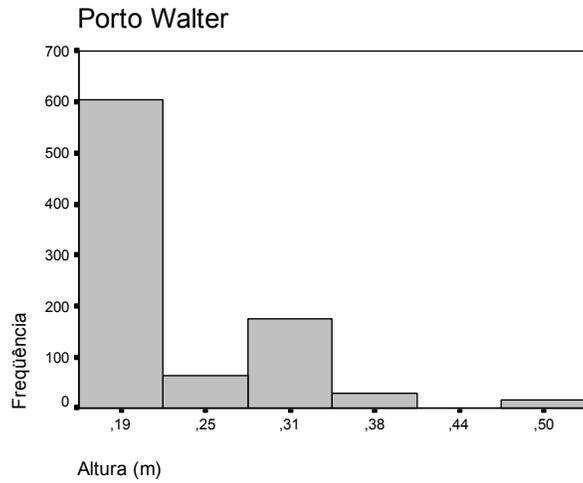


Figura 3.8 - Distribuição das plântulas de copaíba em relação às classes de altura nos municípios de Porto Walter, Xapuri e Tarauacá.

Devido a baixa freqüência de adultos, esta análise foi feita considerando apenas duas classes: plântulas e jovens I + II, para cada município.

Em relação ao tipo de floresta, observa-se que em Tarauacá quase não foram observados indivíduos em floresta aberta (Tabela 3.4). Este resultado pode ajudar a explicar a diferença entre a estrutura populacional de Tarauacá e os outros municípios, onde houve menor eficiência de regeneração e de estabelecimento (Figura 3.7). A floresta aberta, por permitir maior infiltração de luz, favoreceria principalmente o estabelecimento dos jovens.

Por outro lado, tanto em Xapuri como em Porto Valter houve uma maior freqüência de jovens em floresta aberta do que o esperado, indicando ser este ambiente favorável ao estabelecimento da espécie, o que pode também justificar a melhor distribuição das plântulas em classes de altura no município de Xapuri (Figura 3.7b). Elias (1997), estudando o estabelecimento de plântulas de *C. multijuga*, em fragmentos florestais de Manaus, verificou que a sobrevivência foi menor em ambientes de maior luminosidade devido as flutuações principalmente das temperaturas diurnas e estresse hídrico, porém o crescimento das plântulas que se estabeleceram mais rápido. Estes resultados suportam a hipótese de que Xapuri apresenta, em termos globais, condições ambientais mais favoráveis ao crescimento de copaíba, porém necessitando de intervenções para aumentar a densidade das plantas em desenvolvimento.

Para o ambiente edáfico, Xapuri não apresentou diferenças na distribuição do número de plântulas e jovens entre o baixo e terra firme. No entanto, houve diferença significativa para esta distribuição em Tarauacá e Porto Valter, sendo que em Porto Valter a freqüência maior foi na terra firme e em Tarauacá, em áreas de baixo. Assim, pode ser possível que o ambiente edáfico de Terra Firme seja

mais favorável que o ambiente de baixo para o estabelecimento dos jovens de
copaíba.

Tabela 3.4 - Frequência de plântulas, jovens I, jovens II e adultos de copaíba nas três locais de estudos, em relação ao tipo de floresta (aberta e densa) e ambiente edáfico (baixo e terra firme).

Classe de tamanho	Frequência	Local de estudo											
		Xapuri				Porto Walter				Tarauacá			
		Ambiente edáfico ^{NS}		Tipo de floresta [*]		Ambiente edáfico ^{**}		Tipo de floresta ^{**}		Ambiente edáfico ^{**}		Tipo de floresta ^{NS}	
Baixo	Terra firme	Aberta	Densa	Baixo	Terra firme	Aberta	Densa	Baixo	Terra firme	Aberta	Densa		
Plântulas	Observada	32	88	68	52	60	832	56	836	616	168	8	776
	Esperada	33,6	86,4	73,6	46,4	73,4	818,6	67,7	824,3	593,1	190,9	7,4	776,6
Jovens I +	Observada	10	20	24	6	18	38	16	40	24	38	0	62
Jovens II	Esperada	8,4	21,6	18,4	11,6	4,6	51,4	4,3	51,5	46,9	15,1	0,6	61,4
Total	Observada	42	108	92	58	78	870	72	876	640	206	8	838

não significativo (^{NS}), significativo a 1% (**), 5% (*) ou 10% (^Δ).

Distribuição espacial

O padrão de distribuição espacial da copaíba foi do tipo agrupado para plântulas, sendo que a medida que a classe de tamanho foi aumentando o padrão de distribuição foi tendendo para aleatório (Tabela 3.5).

Este tipo de distribuição para as plântulas pode ser atribuído ao fato de que a copaíba apresenta dispersão natural do tipo barocórica (Alencar, 1984), com alta porcentagem de germinação das sementes. Árvores com este tipo de dispersão normalmente apresentam banco de plântulas sob a copa da planta-mãe (Silva & Barbosa, 2000), mesmo que esta dispersão de sementes esteja associada com a zoocoria, como no caso da copaíba, que é promovida também pelas aves (Motta Junior, 1990). Este padrão de distribuição para as plântulas também foi observado em *C. multijuga* por Alencar (1984) em Manaus – AM, e também em *C. langsdorffii* em Uberlândia – MG por Resende et al (2003) e em Brasília – DF por Walter et al (1997).

Tabela 3.5 - Índice de morisita padronizado para a copaíba em relação a classes de tamanho de plântulas, jovem I, jovem II e adultos, em três municípios do estado do Acre.

Município	Seringal	Plântulas	Jovem I	Jovem II	Adultos
Xapuri	Açaizal	-	-	-	-
	Bom Futuro	Muito agrupado	-	-	-
	Cruzeiro	Agrupado	Agrupado	-	-
Tarauacá	Laranjal	Agrupado	Aleatório	Aleatório	Aleatório
	Pau Mulato	Agrupado	Aleatório – uniforme	-	Aleatório - uniforme
	Soledade	Agrupado	Agrupado	Aleatório	Aleatório - uniforme
Porto Walter	Estirão Azul	Agrupado	Agrupado	-	Aleatório
	Foz do Nilo	Agrupado	Aleatório	Aleatório	Aleatório
	Vargem Grande	Agrupado	Aleatório	Aleatório	Aleatório

* Casos onde não houve número de plantas suficiente para a análise

É importante notar que a distribuição espacial praticamente não foi afetada pela localização geográfica (município) e, portanto, não poderia

justificar as diferenças observadas na estrutura populacional, principalmente em relação a eficiência de regeneração e de estabelecimento.

Conclusões

A densidade e a distribuição dos indivíduos entre classes de diâmetro e de altura foram diferentes entre as populações naturais de copaíba nos municípios de Xapuri, Porto Walter e Tarauacá.

A tipologia floresta aberta esteve relacionada com o maior número de indivíduos nas classes de tamanho jovem I e jovem II, em Xapuri e Porto Walter, sendo que o ambiente de Terra Firme favoreceu o estabelecimento de jovens em Porto Walter em relação a Tarauacá.

A copaíba apresentou padrão de distribuição agregada para os indivíduos da classe de plântulas, tendendo a aleatória com o aumento da classe de tamanho.

Referências Bibliográficas

ACRE. Governo do Estado. *Zoneamento Ecológico-Econômico: indicativos para a gestão territorial do Acre*. Rio Branco: SECTMA, 2000. v.1

ALENCAR, J.da C. Estudos silviculturais de uma população natural de *Copaifera multijulga* HAYNE – LEGUMINOSAE, na Amazônia Central. 3 – Distribuição espacial da regeneração natural pré-existente. *Acta Amazônica*, Manaus, v.14, n. 1-2, p.225-279, 1984.

ALENCAR, J.da 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, n.1, p. 163-198, 1979.

ASSIS, L.D. *Plano de Manejo Florestal do Seringal Retiro em Tarauacá*. Rio Branco: [s.n.], 2000 (Documento).

BUDOWSKI, G. Distribution of Tropical American rain forest species in the light of successional processes. *Turrialba*, v.15, p.40-42, 1965.

DENSLOW, J. L. Gap partitioning among tropical rain-forest trees. *Biotropica*, v.12, p.47-55, 1980.

ELIAS, M.E. de A. *Estabelecimento de plântulas de Copaifera multijuga Hayne – (Caesalpinaceae) em fragmentos florestais e estádios de sucessão*. Manaus: INPA, 1997. (dissertação de mestrado).

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.

FUNDAÇÃO DE TECNOLOGIA DA MADEIRA/EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *Plano de Manejo de Uso Múltiplo com rendimento Sustentável do Projeto de Assentamento Agroextrativista Santa Quitéria, Brasília*. Rio Branco, 1997. (Documento).

GOMES-SILVA, D.A. *Estrutura Populacional e Produtividade de Patauá (Oenocarpus bataua Mart. - Arecaceae) na Amazônia Sul-ocidental - Acre*,

Brasil. 2003. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Acre, Rio Branco.

HALL, P.; BAWA, K. Methods to Assess the Impact on Extraction of non-timber Tropical Forest products on Plant Population. *Economic Botany*, New York, v.47, n.3, p.234-247, 1993.

HARPER, J. L. *Population Biology of plants*. New York: Academic Press, 1977. 892p.

KREBS, C. J. *Ecological methodology*. 2.ed. New York : Library of Congress,. 1998. 581p.

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

PETERS, C. M. *Aprovechamiento sostenible de recursos no maderables en bosque húmedo tropical: un manual ecológico*. Washinton: Serie General del Programa de Apoyo a la Biodiversidad, nº 2. Biodiversity Support Program Corporate Press, Landdover, 1996.

REIS, A. KAGEYANA P.Y. REIS, M.S.R.; FANTINI, A. Demografia de *Euterpe edulis* Mart. (Arecaceae) em uma floresta Densa Montana em Blumenau (SC). *Sellowia*, v.45/48, p.13-45, 1996.

RESENDE, J.C.F; KLINK, C.A.; SCHIAVINI. Spatial Heterogeneity and its Influence on *Copaifera langsdorffii* Desf. (Caelsapiniaceae). *Brazilian Archives*

of Biology and Technology. *An International Journal*. v.46. n.3. p.405-414. 2003.

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

SCHIAVINI, I. *Estruturas das Comunidades Arbóreas de Mata de galeria da Estação Ecológica do Panga (Uberlândia, MG)*. 1992. Tese (Doutorado) - Instituto de Biologia, UNICAMP, Campinas/SP.

SHANLEY, P.; CYMERIS, M.; GALVÃO, J. *Frutíferas da Mata na Vida Amazônica*. Belém: INPA, 1998. p.91-98

SILVA, L.M.B.; BARBOSA, D.C.A. Crescimento e sobrevivência de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth) São Paulo. Brenan (Leguminosae), em uma área de Caatinga, Alagoinha, PE. *Acta Bot. Brás.* São Paulo, v. 14, n.3,2000.

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

WHITMORE, T.C. Gaps in the Forest canopy. *In: TOMLINSON, P.B. E ZIMMERMANN.M.H. (eds.). Tropical trees as living systems*. Cambridge: University Press, 1978. p.639-55.

POTENCIAL DE PRODUÇÃO DE ÓLEO-RESINA DE COPAÍBA (*Copaifera* spp. CAESALPINIACEAE) EM FLORESTAS NATURAIS NO SUDOESTE DA AMAZÔNIA.

Introdução

A copaíba (*Copaifera* spp.) é uma árvore nativa de regiões tropicais da América e da África. Na América, sua ocorrência tem sido verificada desde o México até a Argentina, enquanto que na África foi relatada na porção ocidental (Dwyer, 1951).

No bioma amazônico ocorrem várias espécies do gênero *Copaifera*, entretanto, pela complexibilidade morfológica que apresentam a identificação botânica dos indivíduos, normalmente não é feita de forma sistemática (Veiga Jr. e Pinto, 2002), o que tem limitado a identificação ao nível de gênero ou no conhecimento empírico das características morfológicas da casca e das folhas (Ferreira & Braz, 2001; Leite et al., 2001; Plowden, 2001 e 2003;).

Com base na classificação, baseada nas características morfológicas da casca e das folhas, são reconhecidos seis “tipos” de copaíbeiras no Estado do Acre: copaíba preta da placa grande, copaíba preta da placa pequena, copaíba branca, copaíba amarela, copaíba vermelha e copaíba mari-mari (Leite et al., 2001).

A importância da copaíba deve-se a sua madeira, de boa qualidade, e à produção de óleo-resina, este utilizado pelas populações tradicionais e

indústrias farmacêuticas devido suas propriedades terapêuticas. O óleo-resina da copaíba pode ser utilizado puro (*in natura* ou destilado), ou como componente na preparação de uma variedade de produtos terapêuticos e cosméticos, como xaropes, pomadas, cápsulas, óvulos vaginais, cremes, sabonetes, xampus, detergentes e loções; possui ainda potencial para uso industrial em tintas, vernizes e como fixador de fragrância de perfumes (Sebrae, 1995; Sampaio, 2000).

Face às diversas pressões antrópicas atuantes sobre os ecossistemas amazônicos, a exploração do óleo-resina da copaíba, por meio de manejo florestal pode constituir-se numa importante atividade para a conservação das florestas e manutenção da tradição extrativista das populações locais. No entanto, para que esta estratégia seja viável é necessário conhecer melhor a dinâmica desta espécie visando subsidiar seu manejo.

Dentre os fatores de manejo que podem ser considerados, está o potencial produtivo dos diferentes tipos de copaíba encontrados na região e os fatores ambientais que influenciam a produção do óleo-resina. Alguns estudos indicam grande variação entre os indivíduos de copaíba na produção de óleo-resina, variando de nula (Alencar, 1982; Ferreira e Braz, 2001; Leite et al., 2001; Plowden, 2001 e 2003) a até 30 l arvore^{-1} (Leite et al., 2001). Estas variações têm sido atribuídas a questões genéticas ou ambientais (Alencar, 1982; Cascon & Gilbert, 2000), embora, ainda careçam de estudos conclusivos a este respeito.

No Estado do Pará a produção de óleo-resina de copaíba foi relacionada com o diâmetro da árvore, e não teve relação com o tipo de copaíba (Plowden, 2003). Em outro estudo, no Estado do Amazonas, a produção esteve relacionada com a textura do solo do local de crescimento de *Copaifera multijuga* (Alencar, 1982), onde solos mais argilosos propiciaram

maior produção. A produção das árvores também foi dependente da estação do ano, sendo maior na estação chuvosa.

Apesar destes resultados, ainda não se tem conhecimento dos fatores que realmente afetam a produção e muito menos de como manipulá-los para aumentar a produção. Neste sentido, o presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a produção de cinco tipos de copaibeiras, como também sua relação com o diâmetro da árvore e com o local de crescimento da árvore (tipo de floresta e ambiente edáfico).

Material e Métodos

A avaliação de produção da copaíba foi realizada em dois municípios do Estado do Acre: Tarauacá (Vale do Rio Juruá) e Xapuri (Vale do Rio Acre). No município de Xapuri selecionou-se o Seringal Floresta, na Reserva Extrativista Chico Mendes, localizado a aproximadamente 20 Km ao Norte da cidade de Xapuri (10° 30' 37" S e 68° 33' 46" W). A tipologia predominante nesta região é a floresta ombrófila aberta, com clima do tipo equatorial quente e úmido, caracterizado por temperatura média anual de 25 °C e pluviosidade média anual de 1.930 mm e alta umidade relativa do ar (Acre, 2000).

No município de Tarauacá selecionou-se o Seringal União, localizado às margens do Rio Tarauacá, a cerca de 80 km à leste da cidade de Tarauacá (08° 30' 4,7" S e 71° 25' 11,4" W). A tipologia florestal predominante nesta região é a floresta ombrófila aberta com clima do tipo equatorial quente e úmido, com temperatura média anual de 24,4 °C e pluviosidade média anual de 2.244 mm (Acre, 2000).

Para a estimativa da produção de óleo-resina, foram utilizadas em cada seringal, árvores de uma população de copaibeira, aparentemente sadias, com

diâmetro a altura do peito (DAP) maior que 35 cm, previamente selecionadas para plano de manejo.

No seringal Floresta, foram avaliadas 273 árvores e no seringal União 115, totalizando 388. Para cada árvore amostrada foram tomadas medidas da circunferência a altura do peito (CAP) com uma fita métrica, sendo os resultados transformados em DAP; e identificadas quanto ao tipo, com o auxílio de um identificador botânico prático, como copaíba preta, amarela, branca, vermelha e mari-mari. Não se fez distinção entre a copaíba preta da casca grande e a copaíba preta da casca pequena, sendo ambos consideradas um único tipo botânico.

Todas as extrações foram realizadas durante a estação chuvosa, nos meses de janeiro e fevereiro de 2001 (seringal União) e janeiro a fevereiro de 2002 (seringal Floresta).

Para extração do óleo-resina utilizou-se trado com diâmetro de 1,9 cm e comprimento suficiente para atingir o centro de cada tronco das árvores amostradas (Figura 4.1). Em cada árvore foram feitos dois furos, perpendiculares entre si e a 1,30 m do solo. Após a perfuração, foi encaixado, no furo, um cano de PVC embutido em uma mangueira, para conduzir o óleo-resina exudado até um recipiente coletor, conforme descrito por diversos autores (Alencar, 1982; Leite et al., 2001; Ferreira & Braz, 2001).



Figura 4.1 – Extração de óleo-resina da copaíba com o uso do trado.

Todas as árvores estudadas foram denominadas árvores amostradas, as quais subdividiram-se em produtivas e não produtivas. As árvores que, no momento da perfuração, apresentaram serragem oleosa, mas não chegaram a escorrer óleo-resina, foram consideradas não produtivas.

No Seringal União a coleta do óleo-resina foi feita durante o período de 24 horas, e após a qual fechou-se o furo. No seringal Floresta, o furo não foi fechado e a extração prosseguiu até a completa exaustão do óleo-resina, anotando-se os volumes coletados no período de 24 horas e no período compreendido pela completa exaustão. Após a extração do óleo-resina o furo do tronco foi tampado para evitar a entrada de fungos e insetos que pudessem causar doenças na árvore.



Figura 4.2 – Béquer com óleo-resina de copaíba

Quanto às características do ambiente em torno do local de crescimento de cada árvore, este foi classificado quanto ao tipo da cobertura florestal (floresta aberta e floresta densa) e tipo de ambiente edáfico (baixo e terra firme).

Floresta aberta foi considerada quando o dossel era aberto, com a presença de indivíduos arbóreos bem esparsos e sub-bosque denso. Floresta densa significou dossel fechado e presença de grandes árvores que emergem de um estrato arbóreo uniforme, de 25 a 35 metros de altura e com bosque e sub-bosque de baixa luminosidade e pouca vegetação.

Ambiente de baixo foi considerado as áreas côncavas ou planas, que ocupavam cotas mais baixas na paisagem, normalmente com sinais de drenagem deficiente ou sujeitas a alagamentos periódicos. Ambientes de terra firme foram consideradas todas as áreas convexas ou planas, com aparência de boa drenagem.

Os dados de produção foram analisados por meio de análise de variância (ANOVA), teste de médias de Tukey e teste t para contraste a produção entre cada um dos tipos em relação aos demais. Foram feitas ainda comparações pelo teste t, independente do tipo, para as médias de produção entre a tipologia florestal e o ambiente edáfico de entorno de cada árvore amostrada. O relacionamento entre o DAP e a produção foi determinado por meio de análise de regressão quadrática. Foi também utilizado o teste t para comparar a produção obtida por um período de 24 horas em relação a produção obtida até a exaustão completa do óleo-resina.

A freqüência de tipos, árvores produtivas, árvores não produtivas e árvores ocadas de copaíba, nos seringais Floresta e União foi avaliada por meio de teste de qui-quadrado.

Resultados e Discussão

As 388 copaibeiras amostradas foram classificadas como pertencentes a cinco diferentes tipos de copaíba: amarela, branca, mari-mari, preta e vermelha. A identificação botânica destes cinco tipos indicaram que os tipos copaíba amarela, branca, preta e vermelha correspondem a *Copaifera reticulata* Duke, enquanto que o tipo mari-mari, embora ainda não tendo a identificação botânica definitiva, corresponde provavelmente à *Copaifera cf paupera*.

A identificação dos tipos, embora empírica, foi feita sempre pelo mesmo identificador, permitindo assim comparar as proporções entre os locais estudados; todavia, não permite a comparação com resultados da ocorrência de tipos de copaíba em outras regiões da Amazônia, mesmo havendo relatos, por exemplo, de copaíba vermelha e branca no Pará (Plowden, 2001 e 2003).

Em Tarauacá, 43% das árvores foram classificadas como copaíba vermelha, enquanto que em Xapuri, 77% foram identificadas como copaíba preta, não tendo sido registrado neste local nenhuma copaíba mari-mari (Tabela 4.1).

Tabela 4.1 – Frequência de tipos, árvores produtivas, árvores não produtivas e árvores ocadas de copaíba, nos seringais Floresta e União.

Seringal	Contagens de árvores	Árvores	Tipos de copaíba					Total
			Amarela	Branca	Mari-mari	preta	vermelha	
União (Tarauacá)	Produtivas**		5	4	22	4	11	46
			(38,5%)	(30,8%)	(81,5%)	(33,3%)	(22,0%)	(40,0%)
	Não produtivas	Ocadas	2	0	2	1	6	11
			(15,4%)	(0%)	(7,4%)	(8,3%)	(12,0%)	(9,6%)
		Não ocadas	6	9	3	7	33	58
	(46,2%)	(69,2%)	(11,1%)	(58,3%)	(66%)	(50,4%)		
	Amostradas		13	13	27	12	50	115
			(100%)	(100%)	(100%)	(100%)	(100%)	(100%)
Floresta (Xapuri)	Produtivas ^{ns}		4	5		62	8	79
			(23,5%)	(29,4%)		(29,4%)	(28,6%)	(28,9%)
	Não produtivas	Ocadas	1	1		28	5	35
			(5,9%)	(5,9%)		(13,3%)	(17,9%)	(12,8%)
	Não ocadas	12	11		121	15	159	
		(70,5%)	(64,7%)		(57,3%)	(53,5%)	(58,2%)	

Amostradas	17 (100%)	17 (100%)		211 (100%)	28 (100%)	273 (100%)
Total	30	30	27	223	78	388

** significativo a 1%; ^{ns} não significativo.

A diferente proporção de tipos de copaíba entre os dois locais (Tarauacá e Xapuri) sugere que a distribuição de espécies e tipos de copaíba apresentam variabilidade entre os ecossistemas amazônicos. Isto indica a necessidade de estudos botânicos e a elaboração de guias de identificação das espécies, como forma de subsidiar a avaliação do potencial de manejo desta espécie.

Árvores produtivas, não produtivas e ocadas

Leite et al. (2001) consideram que no Estado do Acre, 25% das copaibeiras são produtivas. Neste estudo, a proporção de árvores produtivas em Xapuri foi de 28,9%, variando de 23,5% para a copaíba amarela à 29,4% para a branca e preta, não havendo diferença significativa, pelo teste de qui-quadrado ($p < 0,1$), para as respectivas proporções entre os tipos avaliados (Tabela 4.1).

Contudo, em Tarauacá, a média de árvores produtivas foi de 40%, diferença esta explicada pela maior proporção de árvores produtivas de copaíba mari-mari, cuja proporção foi de 81% (Tabela 4.1). Excluindo-se as árvores de copaíba mari-mari, a proporção de árvores produtivas seria de 27%. A análise de qui-quadrado também indicou diferenças significativas ($p < 0,1$) na proporção de árvores produtivas entre os diferentes tipos de copaíba (Tabela 4.1).

As diferenças observadas na proporção de árvores produtivas não têm sido explicadas pela literatura, embora este seja um componente do potencial produtivo de determinada área a ser manejada e haja relatos de diferenças em relação a determinadas condições ambientais.

Por exemplo, em levantamento feito na floresta Estadual do Antimary (Acre), Ferreira & Braz (2001) trabalhando com amostras não pareadas

observaram que a proporção de árvores produtivas foi maior no período seco (72%) que no período chuvoso (41%). Por outro lado, em uma reserva indígena, no Pará, foram encontradas 61% de copaíbas produtivas Plowden (2003), enquanto que na Reserva Ducke (Amazonas) foi registrado uma taxa de 24% de árvores produtivas de *C. multijuga* em solos arenosos e 39% em solos argilosos (Alencar, 1982), embora, não se deva relatar, pois estes valores não foram estatisticamente testados.

Um fator importante a ser considerado quando se trata da proporção de árvores não produtivas é a ocorrência de árvores ocadas. Neste estudo, considerando todos os tipos de copaíba, a proporção de árvores ocadas em Tarauacá variou de 0 a 15,4% e em Xapuri variou de 5,9 a 27,1%, não havendo diferenças significativas entre os tipos de copaíba (qui-quadrado, $p < 0,1$).

Tempo de coleta do óleo-resina

Além da proporção de árvores produtivas e de sua condição física (ocada ou não), outro fator determinante da capacidade de produção de uma área é a produção das árvores, a qual varia grandemente de uma árvore para outra. Além da capacidade produtiva da árvore *per si*, o tempo de coleta pode afetar a estimativa da produção de óleo-resina por árvore.

Geralmente, os estudos sobre produção da copaíba não fazem referência ao tempo de coleta do óleo-resina. (Ferreira & Braz, 2001; Plowden, 2003; Alencar, 1982), embora Leite et al., (2001) proponham que a coleta seja feita até a completa exaustão.

Nas coletas feitas em Xapuri, comparou-se a produção obtida em 24 horas (Prod24h) com a produção até completa exaustão (ProdTot). Entretanto, a média de produção entre os dois tempos de coleta foi estatisticamente igual (t, $p < 0,28$)

Este resultado pode ser explicado pelo fato de que, em muitas árvores, a exudação do óleo-resina encerrou-se naturalmente antes das primeiras 24 horas de coleta, indicando que esse período pode ser utilizado em outros estudos.

É importante ainda relatar que não há até o momento nenhuma indicação segura de que a exaustão do óleo-resina durante a coleta não cause danos fisiológicos ou comprometa a viabilidade da árvore, de forma que pelo fato da produção ter sido estatisticamente igual entre os dois períodos, sugere-se que este tempo de coleta seja adotado até que estudos mais conclusivos sejam realizados.

Produção de óleo-resina por tipo de copaíba

A produção de óleo-resina nas árvores amostradas foi bastante variável, cuja amplitude foi de 0 e 18,0 l árvore⁻¹, com média de 0,94 l árvore⁻¹ (Tabela 4.2).

Considerando todas as árvores amostradas, a produção média variou de 0,38 l árvore⁻¹ para a copaíba vermelha a até 1,33 l árvore⁻¹ para a copaíba mari-mari. A maior média de produção para a copaíba mari-mari explica-se por este tipo ter apresentado uma elevada proporção de árvores produtivas (Tabela 4.1). Entretanto, as médias de produção entre os tipos de copaíba, para o total de árvores amostradas, não diferiram entre si pela análise de variância (Tabela 4.3).

Tabela 4.2 – Produção (24 horas), em litros, de óleo-resina por diferentes tipos de copaibeiras, considerando todas árvores amostradas e apenas aquelas produtivas.

Tipos de copaíba	Média	Erro padrão	Intervalo de confiança de 95% para média		Amplitude	
			Limite inferior	Limite superior	Mínimo	Máximo
Árvores amostradas						
Preta	1,14	0,20	0,74	1,53	0	18,00
Amarela	1,04	0,45	0,13	1,96	0	11,00
Mari-mari	1,33	0,31	0,69	1,98	0	4,60

Branca	0,48	0,20	0,06	0,90	0	4,50
Vermelha	0,38	0,11	0,16	0,61	0	5,50
Geral	0,94	0,13	0,69	1,19	0	18,00
Árvores produtivas						
Preta	3,84	,55	2,74	4,93	0,10	18,00
Amarela	3,47	1,17	0,77	6,17	0,05	11,00
Mari-mari	1,64	0,35	0,90	2,38	0,07	4,60
Branca	1,59	0,53	0,35	2,82	0,10	4,50
Vermelha	1,57	0,35	0,83	2,31	0,05	5,50
Geral	2,92	0,33	2,27	3,56	0,05	18,00

Tabela 4.3 - Análise de variância para o efeito do tipo na média da produção de óleo-resina em relação às árvores amostradas e árvores produtivas.

Fonte de variação	GL ¹	QM ²	F	Sig ³
Árvores amostradas				
Tipos	4	10,940	1,794	0,129
Erro	383	6,098		
Total	387			
Árvores produtivas				
Tipos	4	38,283	2,878	0,026
Erro	120	12,607		
Total	124			

¹ Grau de Liberdade; ² Quadrado Médio; ³ Significância do teste F.

Analisando-se apenas as árvores efetivamente produtivas (excluindo-se as árvores não produtivas), a produção média foi de 2,92 l árvore⁻¹, e neste caso a produção média variou de 1,57 l árvore⁻¹ para a copaíba vermelha a até 3,84 l árvore⁻¹ para a copaíba preta (Tabela 4.2). A análise de variância indicou haver diferença entre as médias de produção dos cinco tipos avaliados (Tabela 4.3), contudo, o teste de médias de Tukey não indicou nenhuma diferença entre as médias ($p < 0,05$).

Por este motivo, utilizou-se o teste de contrastes para comparar a média de produção de cada tipo com a média de produção dos demais tipos (teste t, $p < 0,05$) (Tabela 4.4). Estes resultados indicam que somente a copaíba apresentou um produção de óleo-resina superior a apresentada pelos demais tipos.

Tabela 4.4 - Comparação das médias de produção de óleo-resina por meio de teste t (GL = 120; assumida igual variância entre os tipos).

Tipos de Copaíba

Contrastes						Valor do Contraste	t	Sig
	Amarela	Branca	Mari-Mari	Preta	Vermelha			
A	-4	1	1	1	1	-5,25	-1,046	0,298
B	1	-4	1	1	1	4,16	0,828	0,409
C	1	1	-4	1	1	3,92	1,094	0,276
D	1	1	1	-4	1	-7,08	-2,659	0,009
E	1	1	1	1	-4	4,26	1,131	0,260

Por outro lado, embora a produção média de óleo-resina tenha sido dependente do tipo de copaíba, esta foi independente do ambiente (baixo e terra firme), do tipo de floresta (aberta e densa) e do local de estudo (Seringais e Municípios), tanto para as árvores amostradas como apenas para àquelas produtivas (Tabela 4.5), resultados estes diferentes daqueles relatados na literatura.

Ferreira & Braz (2001), por exemplo, concluíram que as condições ambientais afetaram a produção média de óleo-resina, a qual teria sido maior em terra firme ($1,7 \text{ l árvore}^{-1}$) que em várzea ($0,14 \text{ l árvore}^{-1}$). Estudos realizados no Amazonas, com *Copaifera multijuga*, também mostraram haver dependência entre a textura do solo (arenosa ou argilosa) e a produtividade de óleo-resina, onde a produção foi maior nos solos argilosos ($0,23 \text{ l árvore}^{-1}$) que naqueles arenosos ($0,16 \text{ l árvore}^{-1}$) (Alencar, 1982).

Tabela 4.5 - Produção de óleo-resina em função do ambiente (baixo ou terra firme) e da tipologia florestal (floresta aberta ou floresta densa)

Característica	n	Árvores amostradas			Árvores produtivas			
		Média	Erro padrão da média	Sig	n	Média	Erro padrão da média	Sig
Baixo Terra Firme	78 310	1,03 0,92	0,31 0,14	0,719	32 93	2,51 3,06	0,67 0,38	0,469
Floresta Aberta Floresta Densa	63 325	1,04 0,92	0,34 0,14	0,736	28 97	2,33 3,09	0,69 0,37	0,339
Tarauacá Xapuri	115 273	0,92 0,95	0,22 0,15	0,936	46 79	2,31 3,27	0,49 0,43	0,158

Produção de óleo-resina em relação ao tamanho das árvores

Os valores do diâmetro à altura do peito (DAP) para as árvores de copaíba variaram de 36 a 180 cm, considerando as 388 árvores amostradas. Em função desta distribuição, foram definidas 15 classes de diâmetro, cada uma com incrementos de 10 cm (Tabela 4.6).

A análise de variância para a produção de óleo-resina em relação às classes de diâmetro não foi significativa, embora tenha sido observado grande variação entre as classes de diâmetro (Tabela 4.6), seja para o total de árvores amostradas ($p < 0,478$) ou somente as árvores produtivas ($p < 0,772$). Estes resultados concordam com aqueles obtidos por Alencar et al., (1982), os quais não encontram diferenças significativas na correlação entre o diâmetro do fuste, altura e diâmetro da copa das árvores e a produção do óleo-resina, embora os autores tenham observado uma ligeira tendência das árvores com valores extremos para DAP (as de menor e maior classe de diâmetro) serem menos produtivas.

Tabela 4.6 - Produção de óleo-resina, em l árvore⁻¹, em relação a classe de diâmetro de árvores de copaíba, considerando-se todas as árvores amostradas ou apenas as árvores produtivas.

Classe de DAP	Limites da Classe	Produção de óleo-resina (l árvore ⁻¹)	
		Todas as árvores	Árvores produtivas
1	36 ≤ DAP < 46	0,83	
2	46 ≤ DAP < 56	0,38	0,63
3	56 ≤ DAP < 66	1,30	3,24
4	66 ≤ DAP < 76	0,67	2,47
5	76 ≤ DAP < 86	0,75	2,06
6	86 ≤ DAP < 96	0,87	2,38
7	96 ≤ DAP < 106	1,92	3,94
8	106 ≤ DAP < 116	0,87	3,06
9	116 ≤ DAP < 126	0,96	3,49
10	126 ≤ DAP < 136	1,47	5,03
11	136 ≤ DAP < 146	0,61	2,74
12	146 ≤ DAP < 156	0,13	1,14
13	156 ≤ DAP < 166	0,62	2,07
14	166 ≤ DAP < 186	0,30	

De modo semelhante, Plowden (2001) sugere que árvores com diâmetro entre 55 e 65cm apresentem maior produção média que as árvores com diâmetro maior ou menor que os limites estabelecidos. Isto sugere que a produção aumentaria com o crescimento da árvore, até um limite máximo, e a partir deste ponto, houvesse novamente diminuição da produção, ajustando-se a um modelo quadrático.

Para testar esta hipótese, foram avaliados quatro modelos quadráticos: dois considerando todas as observações experimentais (A, Tabela 4.7) e outros dois considerando a média por classe de diâmetro (B, Tabela 4.7). Em cada um desses grupos de modelos foram feitas análises para todas as árvores amostradas e para as árvores produtivas. Dos quatro modelos avaliados, apenas a regressão entre a produção média de óleo-resina e a classe de diâmetro das árvores produtivas foi significativa ao nível de 10% de probabilidade, sendo inclusive neste modelo, significativos os coeficientes de regressão linear e quadrática ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 4.7).

Tabela 4.7 - Modelos de regressão para a relação entre a produção de óleo-resina de árvores de copaíba (P, em l árvore⁻¹), e a classe de diâmetro para ajustado para todas as observações experimentais (A) ou para a média da produção em relação a cada classe de diâmetro (B), sendo as medidas de DAP tomadas em cm.

Variável Independente	Modelo de regressão	R ²	Significância α para a regressão
Classe de DAP – todas as árvores	$P = -0,244 + 0,366 A^{\Delta} - 0,024 A^{2\Delta}$	0,01	0,1414
Classe de DAP – árvores produtivas	$P = -1,734 + 1,187 A^{\Delta} - 0,067 A^2$	0,03	0,1821
Classe de DAP – todas as árvores	$P = 0,367 + 0,224 B - 0,017 B^{2\Delta}$	0,33	0,1066
Classe de DAP – árvores produtivas	$P = -0,747 + 1,076 B^* - 0,068 B^{2*}$	0,42	0,0846

▲ significativo ao nível de 10% pelo teste F de variâncias; e
* significativo ao nível de 5% pelo teste F de variâncias.

Apesar disto, não se pode concluir que, ao menos em termos biológicos, as árvores com valores intermediários para DAP foram as mais produtivas, já

que a significância estatística somente foi obtida para a tendência analisada pelos dados médios (Figura 4.2), sendo que ao se considerar os todos os dados individuais, mesmo que somente as classes de diâmetro das árvores produtivas, o modelo quadrático não foi significativo (Tabela 4.7, Figura 4.3).

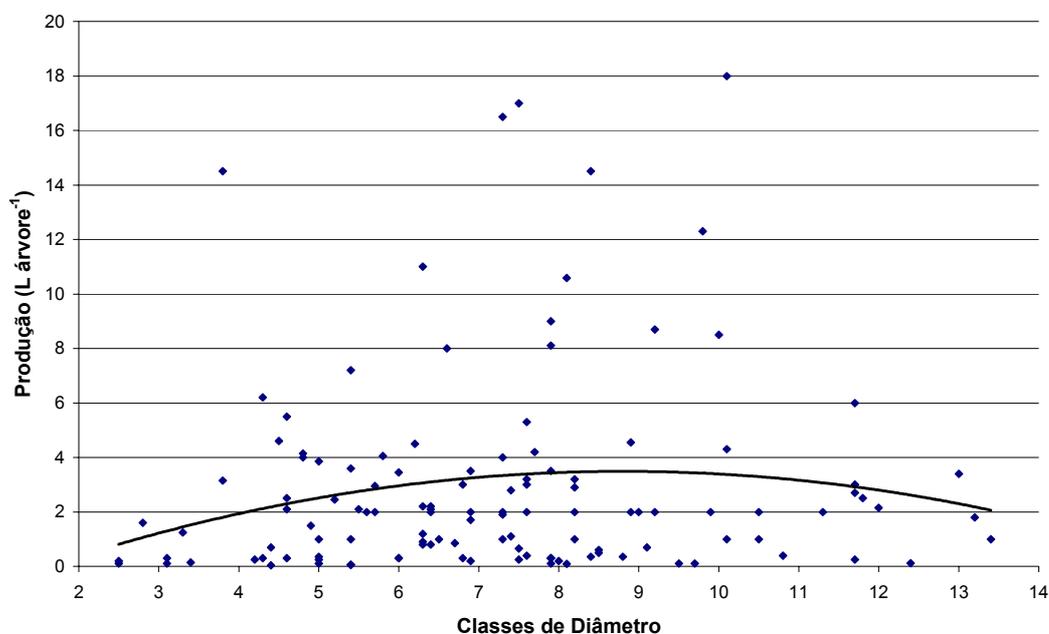


Figura 4.3 - Dispersão e modelo de regressão entre a produção de óleo-resina (Produção) de copaíbas e a classe de diâmetro.

Conclusões

A produção de óleo-resina de copaíba não foi dependente do ambiente (terra firme ou baixo) nem da tipologia florestal e fatores ambientais (posição no relevo e vegetação), porém dependeu do tipo de copaíba;

O diâmetro (DAP) das copaíbas não influenciou a produção de óleo-resina;

A copaíba mari-mari ocorreu apenas no município de Tarauacá e não houve diferença para a produção média entre os tipos de copaíba, considerando-se todas as árvores amostradas.

A copaíba preta apresentou uma elevada proporção de árvores não produtivas, porém, considerando apenas as árvores produtivas, foi o tipo que apresentou maior produção média em relação aos demais tipos estudados.

Referências bibliográficas

ACRE. Governo do Estado. *Zoneamento Ecológico-Econômico*: indicativos para a gestão territorial do Acre. Rio Branco: SECTMA.. 2000. v.1

ALENCAR, J.da C. Estudos silviculturais de uma população natural de *Copaifera multijuga* HAYNE - LEGUMINOSASEAE, na Amazônia Central. 2 - Produção de óleo-resina. *Acta Amazônica*. Manaus, v.12, n.1: p.79-82. 1982.

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

DWYER, J. D. The Central American, West Indian and South American species of *Copaifera* (Caesalpiniaceae). *Brittonia*. v.7, n.3, p.143-172. 1951.

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*. Rio Branco/AC: UFAC. 1999. (Dissertação de mestrado).

FERREIRA, L.; BRAZ, E.M. Avaliação do Potencial de Extração e Comercialização do Óleo-Resina de Copaiba (*Copaifera* spp.). *Advances in Economic Botany*. New York: [s.n.], 2001.

LEITE, A.; ALECHANDRE, A.; RIGAMONTE-AZEVEDO, C.; CAMPOS, C.A.; OLIVEIRA, A. *Recomendações para o manejo sustentável do óleo de copaíba*. RIO BRANCO: UFAC/SEFE. 2001.38 p. il.

PLOWDEN, C. *The ecology, management and marketing of non-timber forest products in the Alto Rio Guamá indigenous reserve (eastern Brazilian Amazon)*. 2001. Dissertação (Mestrado) - Penn State University, University Park).

PLOWDEN, C. Ecology da produção de Copaíba (*Copaifera* spp) Oleoresin no Amazon brazilian oriental. *Botany Econômico*. v.57, n.4, p.491-501. 2003.

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

VEIGA JUNIOR, F. e PINTO, A.C. O Gênero *Copaifera* L. *Química Nova*. v.25 n.2, p.273-286. 2002.

**CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DO ÓLEO-RESINA DE COPAÍBA (*Copaifera*
spp. CAESALPINIACEAE) DE DUAS REGIÕES DE PRODUÇÃO DO
SUDOESTE DA AMAZÔNIA BRASILEIRA**

Introdução

A copaíba (*Copaifera spp.*) é uma das espécies florestais de uso não-madeireiro mais conhecidas e utilizadas na Amazônia (Ming, 1995; Shanley et al., 1998). O uso de seu óleo-resina como cicatrizante, diurético, antiinflamatório e antibiótico natural são difundidos e de conhecimento popular (Leite, 1997), sendo utilizado *in natura*, principalmente no tratamento de gripes e bronquites e, na forma industrializada, como componente de produtos terapêuticos e cosméticos ou ainda, em tintas e vernizes como fixador de odor em fragrâncias (Leite et. al, 2001; Sampaio, 2000)

O óleo-resina da copaíba é uma solução natural de resina dissolvida em óleo essencial, em diferentes proporções (Cascon e Gilbert, 2000). A fração de óleo essencial é composta basicamente de sesquiterpenos, e da resina, de ácidos diterpenicos (Barata, 1997; Monti et al., 1996; Veiga Jr. e Pinto, 2002). Apresenta uma escala de graduações de coloração, viscosidade e turbidez (Leite et al., 2001), cujas características físicas variam de líquido transparente a opaco; de baixa a alta viscosidade; de coloração variada desde o amarelo-pálido até o castanho claro dourado, algumas vezes incolor ou mesmo avermelhada; aromático, com odor forte e penetrante e; com sabor acre,

persistente, um pouco amargo e muito desagradável (Pio Corrêa, 1931; Leite et al., 2001; Veiga Jr. e Pinto, 2002).

Tradicionalmente, a comercialização do óleo-resina não tem levado em consideração suas características físicas, sendo misturados óleos de diferentes qualidades, principalmente para aquelas extrações oriundas de áreas de corte raso, onde com a derrubada e corte das árvores, o óleo é recolhido e aproveitado.

Mais recentemente, principalmente no Estado do Acre, tem sido implantados planos de manejo para a extração do óleo-resina. Neste sistema, o óleo-resina é colhido por meio de furos no tronco das árvores, feitos com trados, que são tampados após a extração e incluem cuidados com a pós-colheita. Este sistema de extração possibilita ainda que seja mantido o controle de origem do óleo-resina extraído, identificando-se, por exemplo, local de coleta, produtor e árvore coletada.

Neste sentido, têm-se investido esforços para que seja feita a classificação deste produto quanto a sua coloração, viscosidade e turbidez, de modo que os lotes comerciais sejam formados por óleos com características físicas semelhantes que pertençam à mesma região geográfica (comunidade, seringal, etc.), visando a padronização do produto e atender demandas específicas do mercado.

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, relata que o óleo-resina claro é preferido por fabricantes de cosméticos, o amarelo pelos encapsuladores e o escuro pelos exportadores (Leite, 1997). Atualmente, tem-se identificado a preferência do mercado por óleos claros de baixa viscosidade.

Esta gama de óleos resina de diferentes qualidades e preferência tem sido possível devido à variabilidade em suas características físicas, atribuídas geralmente, a origem botânica, idades e locais de crescimento das árvores (Cascon e Gilbert, 2000; Veiga Jr. e Pinto, 2002 e Plowden, 2003), ou ainda, no caso de óleos comerciais, a adulterações por outros tipos de óleo de menor valor agregado (Leite, 1997).

Entretanto, os estudos não permitem ainda uma definição segura das fontes naturais de variação, objetivo pela qual o presente estudo foi proposto, visando avaliar as características físicas do óleo-resina extraído de três tipos de copaíba, como também sua relação com o diâmetro e local de crescimento da árvore (tipo de floresta e ambiente edáfico).

Material e métodos

Para a caracterização física do óleo-resina de copaíba foram coletadas amostras de 107 árvores com diâmetro a altura do peito (DAP) superior a 35 cm, aparentemente sadias e produtivas, de três tipos de copaíba, dois destes pertencentes à espécie *Copaifera reticulata* Ducke (preta e vermelha) e o outro tipo pertencente à espécie *C. cf paupera* (Herzog) Dwyer (mari-mari).

As árvores foram amostradas em dois seringais do Estado do Acre: Seringal União, localizado às margens do Rio Tarauacá no município de Tarauacá (08° 30' 4,7" S e 71° 25' 11,4" W), e Seringal Floresta, localizado na Reserva Extrativista Chico Mendes, em Xapuri (10° 30' 37" S e 68° 33' 46" W). A identificação dos tipos de copaíba foram feitos com o auxílio de um identificador botânico prático.

O critério de seleção levou em consideração o número e a produção média das árvores de cada tipo e a proporção de árvores produtivas em

relação ao total amostrado dentro de cada tipo. A copaíba mari-mari foi selecionada por apresentar boa produção média (1,64 l árvore⁻¹) e alta proporção de árvores produtivas (82%); a copaíba preta foi selecionada por apresentar alta produção (3,84 l árvore⁻¹) e baixa proporção de árvores produtivas (33%) e a vermelha, por apresentar tanto baixa produção (0,38 l árvore⁻¹) como baixa proporção de árvores produtivas (22%). As árvores, independente do tipo, foram também classificadas quanto à produção em baixa (árvores com produção menor que a produção média – 0,5 desvio padrão da produção), alta (árvores com produção maior que a produção média + 0,5 desvio padrão da produção), e média produção (todas as demais árvores selecionadas).

As árvores também foram classificadas quanto ao tamanho em pequenas, médias e grandes, segundo o DAP. Com base na amplitude de DAP das árvores, foram consideradas pequenas as do primeiro tercil, médias as árvores do segundo tercil e grandes as árvores do último tercil.

O local de crescimento de cada árvore foi classificado quanto ao tipo de cobertura vegetal (floresta aberta ou densa) e ambiente edáfico (baixo ou terra firme). Foi considerado ambiente de floresta aberta quando o dossel das árvores no entorno do local de crescimento da copaíba caracterizava-se pela presença de indivíduos arbóreos bem esparsos e sub-bosque denso. Floresta densa quando o dossel das árvores no local de crescimento da copaíba caracterizava-se por um estrato arbóreo uniforme, de 25 a 35 metros de altura e com bosque e sub-bosque de baixa luminosidade e pouca vegetação.

Ambiente de baixo foi caracterizado pelas áreas côncavas ou planas, nas cotas mais baixas na paisagem, com sinais de drenagem deficiente ou naquelas sujeitas a alagamentos periódicos. Ambientes de terra firme foram as áreas convexas ou planas, sem sinais aparentes de restrição à drenagem.

As extrações de óleo-resina foram todas realizadas durante a estação chuvosa, nos meses de janeiro e fevereiro de 2001 (seringal União) e janeiro a fevereiro de 2002 (seringal Floresta), conforme descrito no capítulo anterior, anotando-se o total de óleo-resina exudado em um período de 24 horas, e após esta medição, foram tomadas amostras de 50 ml do óleo recolhido, em triplicatas, as quais foram transferidas para frasco de vidro não transparente (âmbar), fechados e levados ao laboratório de produtos florestais da Universidade Federal do Acre.

No laboratório foi utilizada uma única repetição para a classificação do óleo-resina quanto a sua coloração, turbidez e viscosidade.

Na a classificação das amostras de óleo-resina quanto sua coloração, foi utilizada uma tabela de cores e por comparação visual as amostras foram classificadas em cada uma das seguintes classes de cor: incolor, amarelo claro, amarelo médio, amarelo dourado e acastanhado.

Para a classificação da viscosidade, foram colocados 20ml de cada amostra de óleo-resina em tubos de ensaio com tampa e após girar o tubo em 180°, foram estabelecidos três graus de viscosidade segundo a fluidez do óleo-resina, estimada esta pelo tempo de escorrimento. Foi considerado de baixa viscosidade quando o óleo-resina escorria rapidamente pelo frasco (menos de 2 segundos), de alta viscosidade quando demorou a fluir ao longo do tubo (mais de 15 segundos) e de média viscosidade aquelas com tempo intermediário.

As mesmas amostras usadas na determinação da viscosidade foram usadas para a classificação quanto à turbidez (20 ml de cada amostra), as quais foram transferidas para cadinho de porcelana branca com marcação no fundo, e observada visualmente a nitidez da marca. Estando a marca nítida a

amostra foi considerada límpida e qualquer perda de nitidez a amostra foi considerada opaca, independentemente do grau de turbidez observado.

Foi determinada a distribuição de árvores em cada uma das classes de coloração, viscosidade, turbidez, produção e as frequências observadas foram comparadas com as frequências esperadas por meio de teste de χ^2 (qui-quadrado) de aderência.

Resultados e Discussão

Das 107 árvores amostradas, a maioria foi classificada como de baixa produção e tamanho médio (Tabela 5.1). Em todas as amostras avaliadas foram encontrados apenas óleos resina com tons amarelados (Tabela 5.2), sendo que destas, somente 6,5% foi amarelo acastanhado e as demais, amarelo claro, médio e dourado. Face ao pequeno número de amostras de amarelo acastanhado, nas análises de frequência para distribuição de cor pelo método de χ^2 estas foram desconsideradas (Tabela 5.3).

A classe de coloração amarelo médio representou a maior frequência, enquanto a classe amarelo claro apresentou a menor frequência. Contudo a proporção de árvores em cada uma destas classes não foi dependente do tipo de copaíba (Tabela 5.3).

Tabela 5.1 - Número de amostras (n), média, limite inferior superior para as classes de produção e tamanho de árvores de copaíba.

Classes de produção	n	Produção (l árvore ⁻¹)			Classes de tamanho	n	DAP (cm)		
		Média	Amplitude				Média	Amplitude	
			Mínimo	Máximo				Mínimo	Máximo
Baixa	48	0,609	≥ 0,099	≤ 1,089	Pequena	32	67,740	≥ 38,019	≤ 81,35
Média	43	2,791	> 1,089	≤ 4,875	Média	59	103,261	> 81,35	≤ 125,7
Alta	16	10,618	> 4,875	≤ 18,0	Grande	16	143,597	> 125,7	≤ 157,7

Estes resultados discordam de muitos relatos encontrados na literatura. Por exemplo, Pio Corrêa (1931) descreve ser a coloração uma característica

típica do óleo-resina de cada espécie: *Copaifera reticulata* Ducke apresentaria óleo-resina de coloração amarelo claro ou avermelhado, e *Copaifera martii* Hayne óleo-resina de coloração clara. Estas diferenças de coloração entre os óleos-resina dos tipos de copaíba não foram confirmadas no atual estudo, embora todas amostras coletadas tenham apresentado apenas pequenas variações na tonalidade do amarelo, sem a ocorrência de amostras de tonalidade incolor ou avermelhada.

Tabela 5.2 - Número de árvores de copaíba em relação às classes de coloração, viscosidade e turbidez.

Coloração	Viscosidade						
	Baixa		Média		Alta		
	Turbidez						
	límpido	opaco	límpido	opaco	límpido	opaco	
Amarelo claro	7	2	3	6	0	10	28
amarelo médio	10	0	5	20	0	5	40
amarelo dourado	10	2	5	9	1	5	32
acastanhado	0	1		2	0	4	7
Total geral	27	5	13	37	1	24	107

No mesmo sentido, Plowden (2003) relaciona a coloração do óleo-resina como uma característica dos tipos de copaíba, na qual copaíba branca possui óleo-resina de coloração amarelo; a copaíba knobby, óleo-resina acinzentado e a copaíba vermelha, óleo-resina avermelhado-alaranjado. Esta variabilidade na determinação da coloração do óleo-resina pelo tipo de copaíba também não foi confirmada neste trabalho, ao menos para as três copaíbas estudadas.

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 (Alencar, 1982), possa também afetar a coloração do óleo-resina. Contudo, os dados do presente estudo não indicaram nenhuma tendência em relação à coloração do óleo-resina o tipo de ambiente edáfico (baixo ou terra firme), como também não foi observada nenhuma relação entre a coloração e a produção das árvores.

Entretanto, os dados demonstraram que a coloração variou em função do tipo de floresta e da classe de tamanho das árvores. A árvores de tamanho médio apresentaram uma freqüência de óleo-resina de coloração amarelo claro maior que a freqüência esperada, enquanto que as árvores pequenas apresentaram uma freqüência de óleo-resina de coloração amarelo médio maior que a freqüência esperada. De modo semelhante, árvores de copaíba crescendo em ambiente de floresta densa apresentaram uma freqüência de

óleo-resina amarelo dourado maior que a esperada, enquanto que árvores de copaíba crescendo em um ambiente de floresta aberta apresentaram uma frequência de árvores com óleo-resina de coloração amarelo médio maior que a frequência esperada.

Estes resultados sugerem que existe certa influência da tipologia e da idade das árvores (estimada esta pelo DAP) na determinação da coloração do óleo-resina, sendo que os resultados apontam no sentido desta influência estar mais relacionada com a luminosidade e idade das árvores que com fatores edáficos.

A distribuição das árvores de copaíba em relação à classificação do óleo-resina quanto a viscosidade, não se mostrou dependente do ambiente edáfico, tipo de cobertura florestal e da classe de produção das árvores, havendo, entretanto, influência na frequência de árvores para as classes de tipos de copaíba e de tamanho das árvores em relação as respectivas frequências esperadas (Tabela 5.4).

Tomando-se como base a frequência esperada, a copaíba mari-mari apresentou uma maior frequência de árvores com óleo-resina de baixa viscosidade, enquanto que a copaíba preta apresentou uma 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 entre a viscosidade do óleo-resina e a espécie ou tipos de copaíba. Baseado no conhecimento empírico, extrativistas do Estado do Acre também relacionam a viscosidade do óleo-resina ao tipo de copaíba, afirmando que a copaíba branca e amarela produziriam óleo-resina de baixa viscosidade, a vermelha de viscosidade média e a copaíba preta de alta viscosidade.

Entretanto, é importante salientar que os resultados deste trabalho indicam que nenhuma das características avaliadas (coloração ou viscosidade)

apresentou especificidade em relação aos fatores avaliados (classe de ambiente edáfico, classe de cobertura florestal, classe do tipo de copaíba, classe de tamanho da árvore ou classe de produção). Contudo, caso a extração seja direcionada para a coleta de produtos de viscosidade baixa, cuja demanda pelo mercado é maior, deve-se dar preferência ao manejo da copaíba mari-mari ou a árvores de tamanho médio.

A turbidez do óleo-resina é decorrente da contaminação por água (Gilbert, 2002, comunicação pessoal). Este tipo de contaminação pode ocorrer de forma natural por atividade fisiológica da própria árvore, não havendo na literatura relatos que atribuam a ocorrência desta contaminação a fatores ambientais ou botânicos.

Os resultados indicam que este tipo de contaminação ocorre em todas as situações avaliadas (Tabela 5.5), entretanto, algumas situações parecem favorecer este tipo de contaminação que foi menor em árvores mais jovens (menor tamanho), mais produtivas, naquelas crescendo em terrenos bem drenados (terra firme) ou pertencentes a espécie *Copaifera cf. paupera* (copaíba mari-mari).

De forma análoga, a espécie *C. reticulata* (copaíba preta e vermelha), ou as árvores de tamanho médio, de baixa produção ou crescendo em ambientes de baixo apresentaram uma maior frequência, em relação à frequência esperada, de óleo-resina de pior qualidade (opaco).

Como em relação à coloração do óleo-resina, nenhum dos fatores avaliados mostrou especificidade em relação as características de viscosidade ou turbidez do óleo de copaíba.

É possível que isto decorra tanto da generalidade inerente a cada um destes tipos de fatores que, em geral, retratam um grande conjunto de propriedades específicas não mensuradas, como também devido a baixa

exatidão do método usado para a caracterização dos fatores estudados, mesmo considerando-se que o processo proporcione uma elevada precisão.

O fato de haver preferência do mercado por óleos-resina com características físicas definidas requer novos estudos visando determinar quais fatores passíveis de manejo poderiam estar efetivamente controlando a qualidade do produto comercial. Ainda, em face da necessidade de conservar efetivamente a diversidade biológica da copaíba, é importante separar quais variações físicas na qualidade do óleo-resina seriam controladas pelo ambiente ou pelo genótipo.

Tabela 5.3 - Frequência de óleo-resina com coloração amarelo claro, amarelo médio e amarelo ouro coloração em relação aos morfotipos, classe de diâmetro, ambiente, tipo de floresta e produção.

Coloração do óleo-resina	Frequência	Tipo ^{ns}			Tamanho da árvore*			Ambiente ^{ns}		Floresta ^Δ		Produção ^{ns}		
		Mari-mari	preta	vermelha	Pequena	média	grande	baixo	terra firme	aberta	densa	baixa	média	alta
Amarelo Claro	Observada	3	17	8	4	21	3	8	20	6	22	15	10	3
	Esperada	6,2	16,8	5,0	8,7	15,4	3,9	7	21	6,2	21,8	12,6	10,9	4,5
Amarelo médio	Observada	13	21	6	17	19	4	9	31	13	27	19	17	4
	Esperada	8,8	24,0	7,2	12,4	22,0	5,6	10	30	8,8	31,2	18,0	15,6	6,4
Amarelo dourado	Observada	6	22	4	10	15	7	8	24	3	29	11	12	9
	Esperada	7,0	19,2	5,8	9,9	17,6	4,5	8	24	7	25	14,4	12,5	5,1
Total	Observada	22	60	18	31	55	14	25	75	22	78	45	39	16

(ns) não significativo

(^Δ) significativo a 10%

(*) significativo a 5%

Tabela 5.4 - Frequência de óleo-resina com viscosidade baixa, média e alta, em relação aos morfotipos, classe de diâmetro, ambiente, tipo de floresta e produção.

Grau de Viscosidade	Frequência	Morfotipo**			Tamanho da árvore ^A			Ambiente ^{ns}		Floresta ^{ns}		Produção ^{ns}		
		Mari-mari	preta	vermelha	P	M	G	baixo	terra firme	aberta	densa	baixa	média	alta
Baixa	Observada	14	16	2	13	16	3	6	26	9	23	11	15	6
	Esperada	6,6	19,7	5,7	9,6	17,6	4,8	8,1	23,9	7,2	24,8	14,4	12,9	4,8
Média	Observada	8	30	12	16	28	6	16	34	10	40	22	19	9
	Esperada	10,3	30,8	8,9	15,0	27,6	7,5	12,6	37,4	11,2	38,8	22,4	20,1	7,5
Alta	Observada	0	20	5	3	15	7	5	20	5	20	15	9	1
	Esperada	5,1	15,4	4,4	7,5	13,8	3,7	6,3	18,7	5,6	19,4	11,2	10,0	3,7
Total	Observada	22	66	19	32	59	16	27	80	24	83	48	43	16

(ns) não significativo

(**) significativo a 1%

(*) significativo a 5%

Tabela 5.5 - Frequência de óleo-resina límpido e opaco em relação aos morfotipos, classe de diâmetro, ambiente, tipo de floresta e produção.

Turbidez	Frequência	Morfotipo**			Classe de diâmetro*			Ambiente*		Floresta ^{ns}		Produção*		
		Mari-mari	preta	vermelha	P	M	G	baixo	terra firme	aberta	densa	baixa	média	alta
Límpido	Observada	18	20	3	19	18	4	6	35	11	30	12	19	10
	Esperada	8,4	25,3	7,3	12,3	22,6	6,1	10,3	30,7	9,2	31,8	18,4	16,5	6,1
Opaco	Observada	4	46	16	13	41	12	21	45	13	53	36	24	6
	Esperada	13,6	40,7	11,7	19,7	36,4	9,9	16,7	49,3	14,8	51,2	29,6	26,5	9,9
Total	Observada	22	66	19	32	59	16	27	80	24	83	48	43	16

(ns) não significativo

(**) significativo a 1%.

(*) significativo a 5%

Conclusões

As características físicas do óleo-resina de copaíba (coloração, turbidez e viscosidade) variaram amplamente em relação a todos os fatores avaliados (tipos de cobertura florestal, tipos de copaíba, classes de produção e de tamanho das árvores e tipos de ambiente edáfico), não havendo especificidade para nenhum destes fatores.

Árvores de menor tamanho e do tipo mari-mari tenderam a produzir óleos de baixa viscosidade e límpidos, enquanto que árvores do tipo copaíba preta tenderam a produzir óleos de alta viscosidade e opacos.

O ambiente de crescimento das árvores afetou a turbidez do óleo-resina, onde árvores crescendo em Terra Firme produziram maior proporção de óleo-resina límpidos.

Referências Bibliográficas

ALENCAR, J.da C. Estudos silviculturais de uma população natural de *Copaifera multijuga* HAYNE - LEGUMINOSASEAE, na Amazônia Central. 2 - Produção de óleo-resina. *Acta Amazônica*. Manaus, v.12, n.1, p.79-82. 1982.

BARATA, L. E. S.; MENDONÇA, C. *Copaíba*: propriedades farmacológicas, etnofarmacologia, usos. Rio de Janeiro: GEF/Instituto Pró-Natura. 1997 (Relatório, 1).

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

LEITE, A.; ALECHANDRE, A.; RIGAMONTE-AZEVEDO, C.; CAMPOS, C.A.; OLIVEIRA, A. *Recomendações para o manejo sustentável do óleo de copaíba*. RIO BRANCO: UFAC/SEFE, 2001.38 p. il.

LEITE A. 1997. Disponível em <<http://www.ariquemes.com.br/bio/documentos/copaiba.htm>> Acesso em: 13 mar.2004.

MONTI, H.; TILIACOS, N. FAURE,R. Two diterpenoids from copaiba oil. *Phytochemistry*, v.42. n. 6, p 1653-1656. 1996.

MING, L. C. *Levantamento de plantas medicinais na Reserva Extrativista "Chico Mendes"*, Acre. Botucatu/SP: UNESP, 1995. (Tese de Doutorado).

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

SHANLEY, P.; CYMERIS, M.; GALVÃO, J. *Frutíferas da mata na vida Amazônica*. Belém: [s.n.], 1998.

PIO CORRÊA, M. *Dicionário de plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas*. Rio de Janeiro: IBDF, 1931. p.370-375.

PLOWDEN, C. Ecology da produção de Copaíba (*Copaifera* spp) Oleoresin no Amazon brazilian oriental. *Botany Econômico*. v.57, n. 4, p. 491-501. 2003.

VEIGA JUNIOR, F. e PINTO, A.C. O Gênero *Copaifera* L. *Química Nova*. v.25, n.2, p.273-286. 2002.

CONCLUSÕES GERAIS

A copaíba apresentou-se densidade de árvores nas áreas estudadas variando de 0,2 por hectare em Xapuri a 1,5 por hectare em Tarauacá. O padrão de distribuição foi do tipo agregada para os indivíduos da classe de plântulas, tendendo a aleatória com o aumento da classe de tamanho.

A produção média de óleo-resina foi de 0,94 l árvore⁻¹, em relação ao total de árvores amostradas, e de 2,92 l árvore⁻¹ em relação somente as árvores consideradas produtivas.

A copaíba mari-mari apresentou a maior proporção de árvores produtivas, porém, a produção média de óleo-resina deste tipo não diferiu dos demais, seja em relação ao total de árvores amostradas ou somente ao universo de árvores produtivas.

Por sua vez, a copaíba preta apresentou uma elevada proporção de árvores não produtivas, porém, sendo neste caso a copaíba preta a mais produtiva e a única que apresentou produção estatisticamente diferente aos dos demais tipos.

A produção de óleo-resina não se mostrou dependente do ambiente (terra firme ou baixo) ou da tipologia florestal (floresta aberta ou densa) e também não foi relacionada com o diâmetro da árvore.

As características físicas do óleo-resina de copaíba (coloração, turbidez e viscosidade) variaram amplamente em relação a todos os fatores avaliados (tipos

de cobertura florestal, tipos de copaíba, classes de produção e de tamanho das árvores e tipos de ambiente edáfico), não havendo especificidade para nenhum destes fatores.