

**ESTUDOS POPULACIONAIS DE ÁRVORES EM FLORESTAS
FRAGMENTADAS E AS IMPLICAÇÕES PARA CONSERVAÇÃO In
Situ DAS MESMAS NA FLORESTA TROPICAL DA AMAZÔNIA
CENTRAL**

JUDY M. RANKIN-DE-MERONA

Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia
Manaus - AM

DAVID D. ACKERLY

World Wildlife Fund
Washington, D.C. - E.U.A.

RESUMO - O processo de desmatamento da floresta amazônica de terra firme para a implantação de projetos agropecuários tem efeito além da destruição da floresta no local. Enquanto é conhecido que a eliminação de grandes trechos de floresta pode causar a extinção de certas espécies, a fragmentação da floresta em "ilhas" isoladas causa efeitos indiretos importantes sobre as espécies que restam nas "ilha" através de mudanças em microclima e outras características do habitat, perda de indivíduos reprodutivos da população, modificação ou eliminação de relações ecológicas com outras espécies como polinizadores, e outras, que afetam as suas capacidades de sobreviver na "ilha". Este processo de fragmentação é ainda mais preocupante pela impressão que cria da permanência de "floresta" na região, porém sem nenhuma garantia de que as espécies nativas e as funções ecológicas do ecossistema terão as condições necessárias para se manterem. Este trabalho apresenta resultados de 6 anos de estudos sobre os efeitos de fragmentação florestal nas árvores da floresta de terra firme na Amazônia central perto de Manaus, AM. Dados sobre distribuição local de espécies, estrutura demográfica e comportamento fenológico são apresentados destacando as diferenças entre populações em floresta nativa e "ilhas" de floresta. As conclusões enfatizam a importância da criação de áreas de preservação regional de tamanho adequado para populações locais e da necessidade de proteção da integridade em longo prazo da área demarcada.

INTRODUÇÃO

A preocupação com a conservação genética in situ das espécies de árvores da floresta amazônica vem crescendo recentemente devido à rápida eliminação desta comunidade por desmatamento descontrolado, as dificuldades enfrentadas na manutenção de populações fora do ambiente da floresta nativa, como no caso notório dos plantios de Seringa (*Hevea brasiliensis*) no Brasil e a escassez de dados básicos sobre a ecologia e biologia da maioria das espécies de árvores nativas da Amazônia.

Nos últimos 18 anos a paisagem nativa de terra firme da bacia amazônica tem sido rápida e radicalmente transformada pelas ações de seres humanos. Com a expansão das rodovias pelo interior e as fronteiras agrícolas, os grandes projetos hidrelétricos os pólos minerais e outras atividades, a comunidade característica da terra firme - a floresta tropical densa pluvial -vem sofrendo um processo intenso de desmatamento e fragmentação em

grande escala e numa taxa que aproxima exponencial em certos estados (FEARNSIDE, 1986). Atualmente, existe na Amazônia uma gama de paisagens transformada desde as áreas completamente desmatadas, como no leste dos Estados do Pará e Maranhão, até áreas intocadas no interior do Estado do Amazonas. Nas áreas de colonização e outros projetos agrícolas existem mosaicos de fragmentos florestais intercalados com pasto para gado e áreas de culturas anuais. O mosaico de floresta e área desmatada surgiu em parte em decorrência do Código Florestal que exige a manutenção de 50% de cada propriedade na Amazônia Legal em floresta. Instituída como um meio de preservação da floresta, a lei não prevê uma orientação quanto à condição da floresta a ser conservada nem quanto à dimensão e à geometria de cada parcela, tanto dentro de uma propriedade como a nível regional. Apesar de dimensões não normalmente muito extensas, e de estabelecimento basicamente arbitrário diante dos objetivos de conservação, a importância destas florestas fragmentadas cresce tanto quanto cresce a área da floresta amazônica atingida pelo processo de desmatamento e fragmentação florestal.

O presente trabalho trata de considerações sobre a conservação genética *in situ* de árvores em fragmentos florestais na Amazônia. As árvores da floresta tropical exercem um papel de suma importância nesta comunidade, não só fornecendo abrigo e alimento para outros organismos como também por sua influência no microclima através da sua produção de sombra, abrigo do vento, absorção e escoamento de águas de chuva e a sua participação no ciclo hidrológico na parte de evapotranspiração (SALATI, 1983). Por compor a maior parte da biomassa da comunidade as árvores são também elementos importantes no ciclo de nutrientes. O papel das árvores é ainda mais relevante quando uma área de floresta é isolada, pois a continuidade da integridade estrutural e biológica da comunidade depende em grande parte da condição de suas árvores. Por outro lado, o impacto de isolamento de curto e médio prazo nas árvores no fragmento é difícil de se avaliar devido exatamente as características que dão a estes organismos um papel preponderante no ecossistema: organismos fixos autotróficos de grande longevidade.

No caso de organismos que se deslocam com facilidade como aves, roedores ou primatas, a resposta óbvia à perturbação por isolamento, pode ser a imigração para fora da área isolada resultando na "extinção local" da espécie. Organismos fixos, como plantas superiores, não podem deslocar-se como indivíduos exceto na fase de semente, ficando eliminado do fragmento somente se forem destruídos no momento do isolamento ou se morrerem por qual quer razão em algum momento depois do isolamento. Uma diferença essencial entre plantas e animais no fragmento florestal é que o genótipo da planta individual é perdido tanto ao nível local como a regional quando a planta é eliminada do fragmento, enquanto no caso de um animal que migra para fora do fragmento, o seu genótipo é "extinto" ao nível do fragmento porém continua presente na população global.

Uma outra característica de árvores é a sua relativa longevidade em comparação com os animais. WHITMORE (1975) cita valores variando entre 60 e 720 anos de idade para árvores da floresta tropical em Borneo. Mesmo quando não existe uma população reprodutiva de uma espécie arbórea capaz de manter a espécie presente na comunidade, o fato não é imediatamente evidente devido a presença ainda de indivíduos daquela espécie. Uma espécie pode estar efetivamente "extinta" anos antes da morte do último indivíduo. Não é nem necessário que a densidade populacional de uma espécie seja radicalmente reduzida para afetar o potencial reprodutivo; no caso de espécies dióicas, mudanças na razão sexual e disponibilidade de agentes de polinização podem afetar a reprodução.

Em geral, a presença de fragmentos florestais numa região dá a impressão inicial que ainda existe uma amostra da comunidade original nos mesmos. Isto de fato não é verdade, pois mesmo antes de completar o isolamento por desmatamento é possível constatar mudanças na composição de espécies no fragmento. Por exemplo, a tradicional "broca" que elimina todas as plantas do sub-bosque além de arvoretas em volta de um fragmento a ser conservado é suficiente para impedir os movimentos de pássaros do sub-bosque (BIERREGAARD & LOVEJOY, 1986). No caso de abelhas Euglossine, um grupo que tem um papel importante na polinização de árvores da floresta, seus movimentos podem ser bloqueados por uma clareira de 100 metros em diâmetro (POWELL, 1984). Depois do isolamento, ocorrem também mudanças na microclima e na própria estrutura física do fragmento que exercem influência sobre as espécies que restam e que podiam ser eventualmente refletidas em mudanças em composição taxonômica e demográfica.

Para o melhor entendimento do efeito de fragmentação florestal sobre as árvores da floresta tropical e as suas implicações para conservação genética *in situ* é necessário informações sobre a composição taxonômica da floresta, estrutura populacional das espécies e seus comportamentos reprodutivos antes e depois do isolamento. Enquanto que já existem trabalhos que reúnem informações sobre a composição florística e a ecologia de plantas das florestas tropicais da América Central (CROAT, 1978; JANZEN, 1983) ainda tem poucos dados detalhados deste tipo para as espécies da floresta amazônica e somente agora que tem trabalhos sendo publicados reunindo os conhecimentos adquiridos até hoje (PRANCE, 1985; KUBITZKI, 1985). O presente trabalho descreve as características florísticas da floresta de terra firme da Amazônia central e apresenta dados demográficos e reprodutivos de algumas espécies representativas numa tentativa de mostrar a importância destas na consideração de conservação *in situ* de árvores. As questões de interesse são:

1 - Quais são as densidades populacionais de árvores na floresta de terra firme na Amazônia Central?

2 - Quais são as distribuições de classes de tamanho para a população e a distribuição no espaço?

3 - Quais são as estruturas reprodutivas, os sistemas de cruzamento e os modos e frequências de reprodução?

4 - Quais são os mecanismos de polinização e dispersão de sementes?

5 - Quais são as diferenças nestes parâmetros entre populações em fragmentos florestais e em floresta contínua?

6 - Qual é o papel de fragmentos florestais na conservação genética *in situ* para árvores da floresta amazônica?

MATERIAL E METODOS

O presente estudo é parte de um projeto integrado sobre os impactos de fragmentação e isolamento de floresta tropical de terra firme, chamado Projeto "Dinâmicas Biológicas de Fragmentos Florestais". Este projeto está sendo realizado sob a direção do World Wildlife Fund (Washington, D.C.E. U.A.) e o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Manaus, Brasil). Com a colaboração da Superintendência da Zona Franca de Manaus (SUFRAMA) o projeto coordena pesquisas científicas sobre os efeitos de fragmentação florestal com os planos para o desenvolvimento de projetos de agropecuária na terra firme, no Distrito Agropecuário da SUFRAMA.

Os estudos do Projeto "Dinâmicas Biológicas de Fragmentos Florestais" estão sendo realizados na floresta de terra firme em áreas destinadas à transformação em pastagem pelo processo de desmatamento e queima da floresta nativa. Áreas chamadas "reservas" são demarcadas antes da derrubada para permitir a coleta de dados básicos sobre a composição e estrutura da comunidade no seu estado original. Os levantamentos e outros estudos de diversos grupos taxonômicos continuam depois do isolamento. As reservas de 1, 10, 100 e 1.000 ha, com réplicas para cada tamanho, estão distribuídos numa faixa de aproximadamente 60 km de largura no sentido leste-oeste no meio do Distrito Agropecuário da SUFRAMA, aproximadamente 80 km ao norte da cidade de Manaus. Uma área de 10.000 ha na mesma região servirá como área-testemunha de floresta intocada.

O levantamento fitodemográfico florestal abrange todas as árvores ≥ 10 cm DAP (diâmetro à altura do peito = 1,30 m). Em cada reserva, áreas de 1 ha, normalmente de 100 por 100 metros, e em certos casos em transectos, estão demarcadas e divididas em quadrados de 20 por 20 metros com os cantos marcados com estacas de tubo tipo PVC, pintadas e identificadas com coordenadas de localização. De cada árvore ≤ 10 cm DAP é tomada a medida de DAP e estimado o comprimento do fuste. Amostras de folhas e frutos ou flores, quando disponíveis, são coletadas para identificação no Herbário do INPA e por especialistas de outras instituições. As amostras férteis, além de coleções completas de alguns hectares, estão sendo incorporadas no Herbário do INPA. Cada árvore recebe uma etiqueta de alumínio, fixada no tronco por um prego galvanizado, com um número único para a reserva. Este número serve para associar o material botânico coletado com os dados merísticos anotados no campo. Cada árvore é alocada no mapa do quadrado, de forma a possibilitar a sua localização no futuro para novas medidas ou coletas. Até abril de 1986, mais de 43.500 árvores foram inventariadas em 67 ha de floresta, dos quais entre 16 a 50 ha foram analisados no presente trabalho.

Inventários das plantas < 10 cm DAP estão feitos em transectos de 5 m de largura cada 40 m, atravessando os hectares de inventário das árvores maiores, dando para cada hectare uma área amostrada de 0,15 ha. Atualmente este tipo de inventário está sendo realizado para 16 espécies de interesse especial que podem ser reconhecidas em todas as fases da vida.

Observações bimensais de comportamento fenológico (florificação, frutificação, troca de folhas, etc.) estão sendo feitas para estas 16 espécies.

Diversidade taxonômica e abundância de espécies arbóreas:

RANKIN-DE-MÉRONA et alii¹ apresentam umas análises preliminares de dados sobre a diversidade e abundância das famílias e espécies de árvores encontradas em 31 ha de floresta na área do estudo. Estes resultados estão resumidos aqui para fornecer um pano de fundo para as considerações sobre as populações de árvores. Ocorrem nesta área um mínimo de 560 espécies arbóreas e um máximo possível de mais de 850 espécies representadas por 55 famílias, levando-se em conta também as morfoespécies catalogadas mas ainda não identificadas. Aumentando-se a área amostrada aumenta o número de famílias encontradas modificando-se a relação entre o número de árvores presentes por

¹ FRANKIN-DE-MÉRONA, J.M. et alii. Tree inventory results from upland rain forest in the Central Amazon: vegetation, structure, taxonomic composition and selected tree species abundances (não publicado).

família. Em áreas pequenas, somente um terço das famílias encontradas em 31 ha são representadas, a maioria por somente uma árvore. Numa amostra de 10 ha quase todas as famílias encontradas em 31 ha estão presentes e a maioria relativamente abundante. As famílias mais abundantes em todos os níveis de amostragem são: Burseraceae, Sapotaceae, Leguminosae e Lecythydaceae.

As quatro famílias mais abundantes são também as mais ricas em espécies. A família Sapotaceae, com um mínimo de 85 espécies, é uma das mais destacadas por sua diversidade em espécies junto com a Burseraceae com 65 espécies. Embora os resultados finais ainda não estejam disponíveis para as famílias importantes como Lauraceae e Leguminosae, estudos preliminares indicam que estas famílias abundantes são também extremamente diversificadas. Somente em Lauraceae foram catalogados mais de 130 morfoespécies. Com referência às demais famílias, o número de espécies por família cai relativamente muito rápido. Mais de 30% destas famílias têm de 1 - 3 espécies somente.

Com a exceção de poucas espécies, a maioria das espécies em cada família tem densidades baixas, geralmente bem inferiores a 1 árvore/ha. No caso de Chrysobalanaceae, uma família bastante diversificada com 53 espécies, existe uma predominância de espécies com poucas árvores: 75% têm densidades de menos que 1 árvore por hectare. Aproximadamente 50% destas espécies relativamente raras são representadas por árvores 20 cm DAP, sugerindo que a raridade não é artefato do limite mínimo de DAP para amostragem. Outras hipóteses para explicar a raridade, tais como a preferência por habitats raros, amostragem de indivíduos no limite da distribuição geográfica da espécie, a chegada recente da espécie na região e, etc., estão atualmente sob estudo. O caso é ainda mais acentuado na família Annonaceae que conta com 60 espécies, dos quais 51 ou 85% têm densidade inferior a 1 árvore por hectare.

A espécie mais abundante encontrada até hoje na área do levantamento, e com a densidade mais elevada num único hectare, é **Micrandopis scleroloxylon** (Euphorbiaceae), com uma densidade média de 11 árvores por hectare e uma variação por hectare de 0 a 33 árvores².

Referente a área necessária para obter uma amostra taxonomicamente representativa das espécies de cada família, no caso das famílias Apocynaceae, Chrysobalanaceae, Melastomataceae e Myristicaceae as áreas variam entre 11 e 21 hectares com entre 16 e 53 espécies. Em geral o mais diversificada a família, maior a área de amostragem necessária para encontrar todas as espécies. A família mais diversificada até hoje, a Sapotaceae com 85 espécies, não mostra nenhuma indicação de diminuição da taxa de encontro de novas espécies, mesmo depois de 31 hectares de amostragem.

Como indicação das mudanças florísticas que podem acontecer com o isolamento de fragmentos florestais por pastagens, a capoeira em volta da reserva 1202 (10 ha) foi examinada para determinar as espécies resistentes as condições abertas e perturbadas. Famílias com espécies características da floresta nativa como Sapotaceae, Burseraceae e Lecythydaceae foram notavelmente diminuídas relativas à mata nativa enquanto Flacourtiaceae, Malpighiaceae, Melastomataceae e Celastraceae aumentaram³. Nestas famílias que acusaram aumento de frequência de indivíduos na capoeira, o número de

² ACKERLY, D.D. & RANKIN, J.M. Synchronous flowering in a Central Amazonian tree, *Micrandopis scleroloxylon* (W.Rodr.) W.Rodr., (Euphorbiaceae). (não publicado).

³ RANKIN-DE-MÉRONA, J.M. & UEHLING, M.E. (dados não publicados).

espécies diminuiu relativo o número na floresta e a dominância de uma ou duas espécies aumentou. Foi registrada em 1983 uma nova espécie de árvore atingindo o limite mínimo de 10 cm DAP para o inventário florestal na margem sul da reserva 1202 (10ha, isolada em 1980, queimada uma segunda vez em 1982). **Trema micrantha** (Ulmaceae) é uma espécie de rápido crescimento, reprodução precoce, e ampla dispersão de sementes, provavelmente por pássaros, e é bem conhecida como espécie típica de áreas perturbadas. Mas em geral nos primeiros 4 anos depois do desmatamento, as mudanças na capoeira e as margens das reservas têm sido em termos de abundância relativa e não em composição taxonômica. Dados sobre mudanças na composição das partes interiores das reservas isoladas com a mortalidade de árvores estão sendo analisados mas não estão disponíveis no momento.

EXEMPLOS DE DADOS DEMOGRAFICOS E FENOLOGICOS DE ESPECIES SELECIONADAS:

As seguintes espécies estão apresentadas como exemplos de algumas das estruturas demográficas, distribuições no espaço e comportamentos reprodutivos que são encontradas para árvores na floresta de terra firme na Amazônia Central. Enquanto o nível de conhecimento sobre elas parece baixo, na realidade estas espécies são entre as poucas com qualquer informação sobre as populações nativas. A maioria das 500- 800 espécies nesta floresta está completamente desconhecida do ponto de vista demográfico ou ecológico.

Scleronema micranthum (Bombacaceae) e **Hevea guianensis** (Euphorbiaceae), espécies de floresta fechadas.

Scleronema micranthum e **Hevea guianensis** são árvores típicas dos platôs e encostas da floresta de terra firme na região. **S. micranthum** é uma espécie mais abundante na área com uma densidade de 8 árvores maiores ou iguais 10 cm DAP por hectare e tem uma distribuição ampla não-agregada. **H. guianensis** segue o mesmo padrão numa densidade menor do que 4 árvores por hectare. A distribuição é abundância das plantas inferiores a 10 cm DAP indicam que estas duas espécies são capazes de regenerar em condições de florestas fechadas.

A distribuição por classes de tamanho para toda população de **S. micranthum** segue o padrão J-reversa, com uma grande concentração de plantas nas classes inferiores a 5 cm DAP. Dados fenológicos indicam que plantas maiores que 10 cm DAP são capazes de reproduzir com flores e plantas maiores que 25 cm DAP produzem frutos mais que não todas as plantas nestas classes de tamanho reproduzem, talvez devido condições de sítio local. A reprodução é anual. Mesmo em áreas de florestas muito pequenas, de 1 hectare, há várias plantas reprodutivas presentes (Figura 1). Os sistemas de cruzamento e polinização são desconhecidos. Dispersão de sementes é por gravidade e roedores.

Observações de sobrevivência de plântulas em fragmentos florestais de tamanhos diferentes sugerem que **S. micranthum** pode sofrer mudanças populacionais devido a diferenças em microclima e dispersão nos fragmentos que afetam as plantas menores. Numa reserva de 1 hectare somente aquelas sementes enterradas por roedores (2%) sobreviviam ao primeiro ano depois da germinação em comparação com 27% mínimo sobrevivência com ou sem dispersão numa reserva de 10 hectares (RANKIN & COSTICH, 1982). A árvore na reserva de 1 ha também frutificou fora de época (na época de seca) indicando talvez perturbação no processo de produção de flores ou frutos sob condições do fragmento mas até o momento a única mudança constatada nos dados fenológicos é um

período de floração que termina mais cedo ao nível da população em fragmentos florestais que na mata contínua⁴.

A distribuição de classes de tamanho para a população de **H. guianensis** mostra uma ausência notável na classe 2 m altura -5 cm DAP. Estudos de sobrevivência de plântulas mostram que enquanto a reprodução é abundante, é geralmente anual nesta espécie. A mortalidade nos primeiros anos é muito elevada. As condições para estabelecimento são desconhecidas, mas observações sugerem que a espécie regenera em floresta fechada e não em clareiras ou áreas perturbadas. Polinização é possivelmente feita por dípteros noturnos. Dispersão de sementes é por explosão das cápsulas devido a secagem diferencial dos tecidos e por este mecanismo sementes podem ser lançadas até 12 metros da árvore matriz. Árvores maiores que 15 cm DAP são capazes de reproduzir, mas é somente a partir de 40 cm que todas as árvores na classe estão reprodutivas. Entre 15 e 40 cm DAP há uma certa porcentagem de árvores em cada classe que reproduzem somente através de pólen. Mesmo assim, um fragmento o tamanho de um hectare pode conter várias árvores produtoras de sementes.

Observações feno lógicas sugerem que pode haver mudanças na época e na duração de reprodução de **H. guianensis** ao nível da população em fragmentos florestais isolados. Dados coletados nos anos depois de isolamento de reservas de 1 e 10 ha assinalaram mudanças na floração e frutificação para ocorrer mais cedo na época de seca e de durar mais tempo em comparação com a floresta contínua⁴. Ainda não há dados concretos para explicar as diferenças observadas, mas, possíveis mudanças no microclima e umidade do solo estão sendo investigadas.

A família Myristicaceae , espécies do dossel e sub-dossel da floresta fechada

A família Myristicaceae na região é composta de 16 espécies que atingem tamanhos maiores ou iguais a 10 cm DAP, com densidades variando entre 0,04 a 3 árvores por hectare. A maioria é pequena, com somente **Osteophloeum platyspermum** ultrapassando 50 cm DAP. Quatorze das espécies são díbricas; os polinizadores são desconhecidos. Dispersão de sementes é feita por aves do dossel, como tucanos.

A distribuição de **O. platyspermum** é altamente agregada com 12 de 18 árvores total em 22,5 hectares encontradas na reserva 1202 (10 ha contínuos). As árvores maiores ou iguais a 10 cm DAP se dividem nitidamente em dois grupos: não-reprodutivos menores que 30 cm DAP e possivelmente reprodutivos maiores que 40 cm DAP. A espécie é dióica. Em 1985 aproximadamente 50% das plantas femininas floresceram, todas maiores que 40 cm DAP e todas maiores que 40 cm DAP e todas, menos uma na reserva 1202. Na reserva 1202 a distância ao sexo oposto mais próximo é de 147 m (largura da reserva é de 320 m) e duas árvores masculinas foram aparentemente responsáveis pela polinização de 4 árvores femininas.

As espécies **Viola elongata**, **V. calophylla** e **Iryanthera dialyandra** são espécies dióicas e são relativamente abundantes (1-3 árvores/ha). As duas últimas tem viés significativamente para plantas masculinas com razão de 3.33 e 2.55 respectivamente. Observações de 3 espécies em floresta contínua e fragmentos isolados não mostraram diferenças em floração e frutificação que podem ser atribuídas ao isolamento em si mas

⁴ RANKIN-DE-MÉRONA, J.M. & VASCONCELOS. (dados não publicados).

⁴ RANKIN-DE-MÉRONA, J.M. & VASCONCELOS. (dados não publicados).

mostram que áreas de 1 hectare são insuficientes para se ter uma amostragem de plantas femininas (Figura 2). A ausência de plantas com frutos em reservas de 1 hectare e as densidades observadas em áreas maiores sugerem que estas árvores "matrizes" são bastante dispersas. Distâncias entre matrizes e árvores masculinas mais próximas em 10 ha contíguos (1202) são 57, 75 e 97 metros respectivamente. Uma espécie monóica, **Iryanthera juruensis** mostrou um padrão de frutificação diminuída para reservas isoladas de 1 há mas não ao nível de 10 ha (Figura 3). É ainda possível que algumas plantas inferiores a 10 cm de DAP são capazes de frutificar mas supõe-se que estas seriam afetadas da mesma forma pelos fatores afetando árvores de 10 a 15 cm de DAP num fragmento de 1 ha.

Caryocar glabrum, **C. villosum** e **C. pallidum** (Caryocaraceae), espécies emergentes regenerando em clareiras:

Caryocar glabrum, **C. villosum** e **Caryocar pallidum** são árvores grandes e emergentes, encontradas nos platôs e encostas da floresta de terra firme e são relativamente raras. Devido à dispersão das suas sementes por roedores como a cotia que em terra as sementes no chão, aparentemente há sementes no solo em toda a floresta, mas as plantas juvenis são encontradas apenas em clareiras ou em áreas desmatadas, por exemplo nas bordas de fragmentos florestais. Reprodução é supra-anual. A morfologia das flores com muitos estames longos tipo escova, cores claras ou pálidas, e a localização fora das flores da copa, sugerem que estas espécies são polinizadas por morcegos ou possivelmente mariposas grandes. O sistema de cruzamento é desconhecido.

A espécie mais rara destas três, **C. villosum** tem uma densidade populacional muito baixa (0,24 árvores/ha) com uma variação de tamanhos de DAP igualmente distribuídos entre 10 e 140 cm e com uma alta porcentagem de plantas reprodutivas (75%). **C. glabrum** é um pouco mais abundante e também atinge diâmetros grandes, mas a maior parte da população acima de 10 cm DAP é encontrada na faixa de 10 a 60 cm. Sessenta por cento das árvores acima de 10 cm DAP são reprodutivas. **C. pallidum** tem 50% das plantas acima de 10 cm DAP na faixa de 10 a 30 cm DAP, mas as árvores produzem flores somente acima de 40 cm DAP e frutos somente acima de 75 cm DAP. Vinte e dois por cento da população é reprodutiva. Esta espécie também atinge diâmetros acima de 100 cm (Figura 4).

Apesar das suas baixas densidades populacionais estas espécies de Caryocaraceae não tem sido afetadas na sua reprodução em fragmentos florestais de 1, 10 e 100 ha⁴ e a sua capacidade de se estabelecer em clareiras e em áreas perturbadas tem sido refletida nas suas presenças nas margens dos fragmentos e nas áreas desmatadas. O papel da agente de dispersão parece ser imprescindível na regeneração destas espécies uma vez que sementes não são encontradas germinando na superfície do solo e seria provavelmente o fator determinante na continuação destas espécies em fragmentos florestais.

Goupia glabra (Celastraceae), espécie do dossel e de clareiras pequenas:

Goupia glabra é a única representante arborícola da família Celastraceae na floresta de terra firme na região. A espécie é emergente e atinge diâmetros até de um metro. Sua densidade é 1,5 árvore por hectare, com os indivíduos presentes em 49 de 50 hectares analisados. Há uma pequena concentração de indivíduos nas classes de diâmetro de 10 a 25 cm, mas em geral todos os tamanhos até 90 cm de DAP são igualmente representados na população. Reprodução através de flores pode começar a partir de 10 cm DAP com frutos sendo produzidos a partir de 20 cm DAP. Não todas as árvores em cada classe de tamanho são; reprodutivas mas acima de 20 cm de DAP todas as árvores reprodutivas produzem tanto flores como frutos. Inventários de 1 hectare mostram que me51Tf0 com densidades

acima da média para a população não são sempre encontradas árvores reprodutivas (Figura 5).

Plantas pequenas são encontradas em grande abundância em clareiras naturais e em áreas perturbadas fora das reservas isoladas, mas tem crescimento menos rápido que outras espécies da capoeira e são geralmente eliminadas por competição dentro dos primeiros anos. A espécie persiste em clareiras pequenas onde as espécies mais agressivas são limitadas provavelmente pelas condições menos ensolaradas. Seus frutos e sementes são pequenos e são aparentes e amplamente dispersas por pássaros. Nada é conhecido do seu sistema de cruzamento ou de polinização.

DISCUSSÃO

Enquanto seria impossível de dar uma resposta definitiva às 6 questões levantadas na introdução no contexto de um trabalho desta dimensão, os dados apresentados iluminam alguns aspectos importantes referentes a cada pergunta e a direção para futuros trabalhos.

As densidades populacionais das árvores na floresta tropical da Amazônia Central são muito baixas com a maior parte das espécies acusando densidades inferiores a 1 árvore por hectare. Esquemas de amostragem ao nível de 1 hectare são incapazes de detectar mais que um terço das famílias de árvores existentes na floresta, enquanto análises da taxa de encontro de espécies em famílias diversificadas indicam que será necessário entre 11 e 21 hectares para ter uma amostragem representativa. Referente à estrutura populacional para uma determinada espécie, exemplo de 9 espécies apresentadas indicam que mesmo no caso de uma espécie abundante, não é sempre possível detectar em amostras de 1 e 10 hectares um padrão na distribuição de classes de tamanho e o número, tamanho e capacidade reprodutiva da espécie mesmo quando a variação no número de árvores por hectare não é muito grande. Ao menos para as espécies mais abundantes e com distribuições não altamente agrupadas, parece necessário no mínimo uma amostra de 10 hectares para caracterizar a estrutura populacional. Maiores densidades populacionais não quer dizer que tem necessariamente maiores níveis de reprodução para uma determinada espécie pois o maior número de indivíduos é concentrado nas classes de tamanho menores com poucas árvores capazes de se reproduzir.

Quanto aos padrões de reprodução, em todas as espécies examinadas foi constatado que um tamanho mínimo necessário para reprodução é suficiente para que uma determinada árvore se reproduza. Frequentemente também as árvores menores produzem somente pólen e não frutos. Estes dois fatos fazem que o conhecimento da estrutura de classes de tamanhos de uma população, sem informações sobre as condições do local, fatores importantes na reprodução e dados fenológicos é inadequado para avaliar o potencial reprodutivo de uma determinada subpopulação. Amostras de 1 hectare parecem inadequadas para mostrar a estrutura reprodutiva para qualquer densidade populacional e amostras de 10 hectares podem ser válidas somente para espécies com densidades bem acima de 1 árvore por hectare.

Muito pouco é conhecido sobre a frequência de reprodução, sistemas de cruzamento, polinização e dispersão e as taxas de crescimento e sobrevivência de plântulas. O número pequeno de exemplos considerados no presente trabalho não permite generalizações sobre estes e apenas chama atenção a esta lacuna, destacando a importância de tais informações diante do número de árvores efetivamente reprodutivas numa população.

Podemos, constatar dois tipos de diferenças entre a mata contínua e fragmentos florestais: aquelas que vêm das variações naturais na distribuição no espaço de árvores dos diferentes tamanhos e que podem ou não ser adequadamente representados num fragmento de um determinado tamanho e que foram considerados acima; e aquelas que surgem depois como resultados de mudanças provenientes do processo de fragmentação da floresta. Esta segunda categoria engloba mudanças em fenologia, relações com agentes de polinização e de dispersão, estabelecimento de plântulas, sobrevivência e taxas de crescimento. Dos poucos dados apresentados é possível de detectar certos exemplos de mudanças em período e abundância de reprodução como em estabelecimento para diferentes espécies nos primeiros anos depois de isolamento do fragmento florestal. Enquanto não pode ser alegado que estes terão como efeito mudanças permanentes na população, indicam que a possibilidade existe e que deve ser estudado em mais detalhes. Dados de crescimento e de sobrevivência ainda não estão disponíveis ao nível de espécie, mas análises ao nível da comunidade mostram que há um aumento na taxa de mortalidade e mudanças nos tipos de falecimentos para árvores em fragmentos florestais de 1 e 10 hectares dentro de 2 anos depois de isolamento (LOVEJOY et alii, 1984). As margens de fragmentos florestais, independente de tamanho do fragmento, têm sofrido muitos danos com árvores mortas e caídas, transformando a margem numa espécie de grande queda de árvore penetrando até 50 m dentro da floresta. É ainda desconhecido se esta erosão de estrutura da floresta continuará, ou se o processo será estabilizado com o crescimento de espécies pioneiras na margem e a formação de um "stand" de capoeirão ou floresta secundária. Os estudos da capoeira, ao lado das reservas isoladas, mostra que com uma única perturbação por desmatamento muitas espécies pioneiras presentes na floresta nativa são capazes de estabelecer um "stand" de aproximadamente 8 m de altura em 4 anos. Mesmo assim, fragmentos de 1 a 10 hectares estão sendo rapidamente transformados em toda a sua área por quedas de árvores. É evidente que podemos aprender muito estudando a ecologia de árvores nestes fragmentos menores onde os resultados de qualquer mudança são rapidamente detectáveis, mas que a atual conservação destas espécies dependerá de áreas muito maiores para garantir a presença do maior número de espécies possível e de uma população reprodutiva protegida das mudanças que acontecerão nas margens do fragmento.

CONCLUSOES

A floresta de terra firme da Amazônia central tem uma flora arborícola muito diversificada com mais de 300 espécies por hectare e possivelmente até 900 espécies para a região. A densidade da maioria das espécies é inferior a 1 árvore por hectare. Paralelamente, o número de hectares necessários para amostrar as espécies de uma família aumenta com o número de espécies na região e pode ultrapassar a 30 ha para famílias mais diversificadas. Áreas ainda maiores são necessárias para manter o número de árvores reprodutivas, e as proporções sexuais no caso de plantas dióicos, adequadas para produzir o número de progênie necessário para estabelecimento de plântulas e eventualmente adultos também reprodutivas. Por enquanto nada é conhecido sobre o esforço reprodutivo necessário para garantir a substituição de uma árvore produtora de frutas com uma outra na geração seguinte para qualquer espécie na floresta amazônica. Na medida que isolamento modifica as condições dentro do fragmento estes números podem aumentar ou diminuir. A fragmentação da floresta por atividades pecuárias divide populações de árvores em conjuntos menores nem sempre com as características das populações originais e pode

afetar as condições locais necessárias para reprodução e manutenção da espécie no longo prazo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao World Wildlife Fund - U.S.A., ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia e ao projeto "Dinâmicas Biológicas de Fragmentos Florestais" pelo apoio financeiro e logístico que possibilitaram este estudo, e ao Dr. Paulo Yoshio Kageyama e a F.A.O. pela oportunidade de contribuir este trabalho para a Mesa Redonda sobre "Conservação in situ de Recursos Genéticos de Plantas" realizado no Departamento de Ciências Florestais da ESALQ/USP em abril de 1986. Heloisa Helena de Aquino Vasconcelos participou na coleta e análise dos dados fenológicos e Roger W. Hutchings ajudou com correções no manuscrito. Esta é uma publicação do projeto "Dinâmicas Biológicas de Fragmentos Florestais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BIERREGARD, R.O. & LOVEJOY, T.E. Birds in Amazonian forest fragments : effects of insularization. **PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL ORNITHOLOGICAL CONGRESS**, 1986. (no prelo) .
- CROAT, T.B. **Flora of Barro Colorado Island**. Stanford, Stanford University Press, 1978. 943p.
- FEARNSIDE, P.M. spatial concentration of deforestation in the Brazilian Amazon. **Ambio**,15(2): 74-81, 1986.
- JANZEN, D.H. **Costa Rican Natural History**. Chicago, University of Chicago Press, 1983. 816p.
- KUBITZKI, K. The dispersal of forest plants. In: PRANCE,G.T. & LOVEJOY,T.E. **Amazonia**: key environments series. Oxford, Pergamon Press, 1985. p.192-206.
- LOVEJOY, T.E. et alli. Ecosystem decay of Amazon forest remanent. In: NITECKI,M.H. **Extinctions**. Chicago, University of Chicago Press, 1984. p. 295-325.
- POWELL, A.H. Englossine bees: population dynamics in Amazonian forest fragments. s.i., 1984. 12p.
- PRANCE, G.T. The pollination of Amazonian plants. In: PRANCE,G.T. & LOVEJOY,T.E. **Amazonia**: key environments series. Oxford, Pergamon Press, p.166-91.
- RANKIN, J.M. & COSTICH, D. Impact of forest fragmentation on the regeneration of carteiro (**Scleronema micrantha** Ducke, Bombaceae) a large-seeded tree of the upland rain forest in the Central Amazon. (resumo) **SYMPOSIUM ON THE TROPICAL RAIN FOREST**: ecology and resource management, Leeds, abril 1982.

SALATI, E. O clima atual depende da floresta. In: SALATI, E. et alii. **Amazônia: desenvolvimento, integração e ecologia.** São Paulo, Ed. Brasiliense/CNPq, 1983. p.15-44.

NHITMORE, T.C. **Tropical rain forest of the far east.** Oxford, Clarendon Press, 1975. 282p.

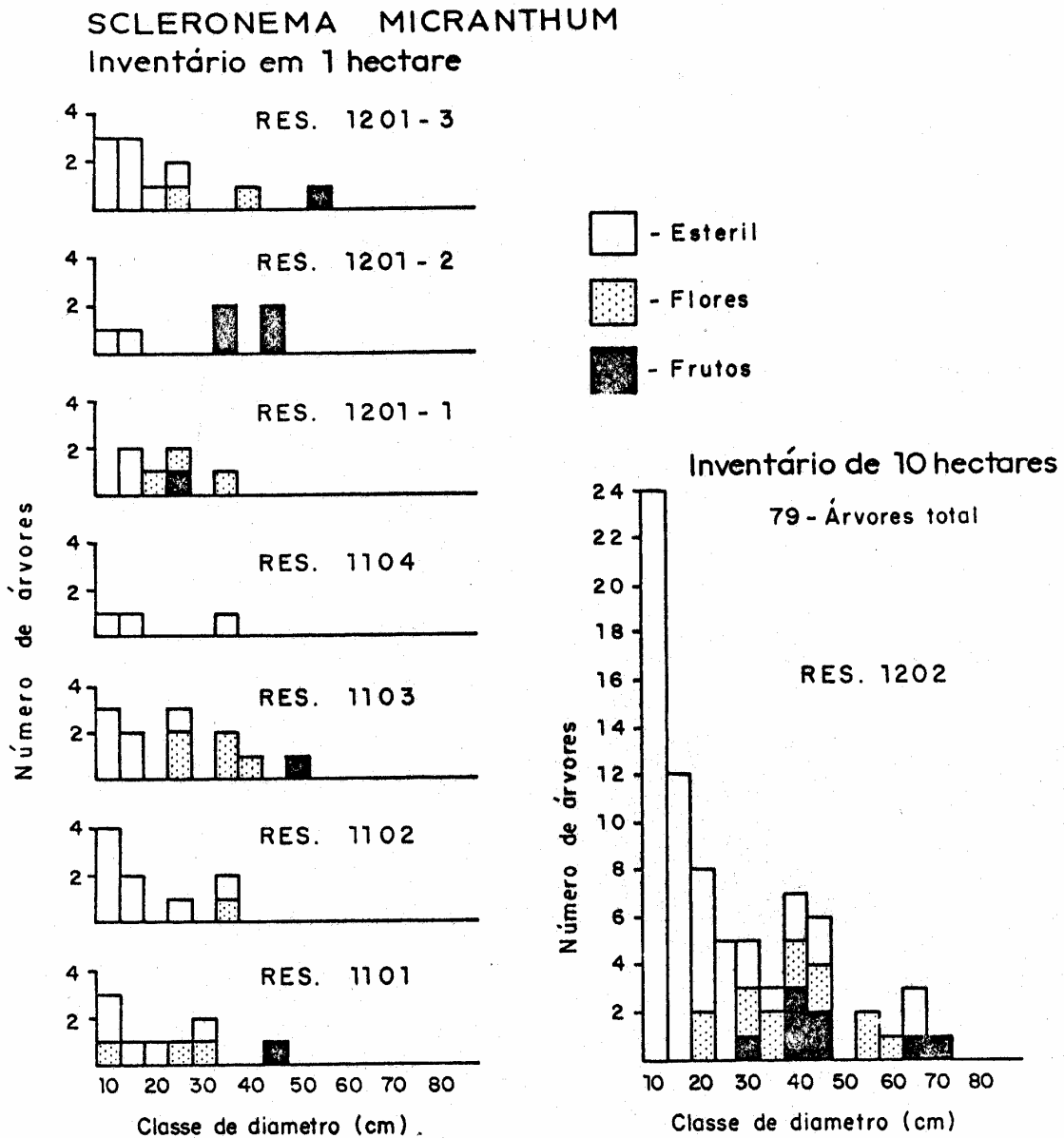


Figura 1 - Distribuição de classes de tamanho para *Scleronema*

Figura 1 - Distribuição de classes de tamanho para *Scleronema micranthum* em áreas inventariadas de 1 e 10 hectares. Em cada classe de tamanho as barras indicando o número de árvores estéreis e reprodutivas são postas uma em cima da outra no sentido vertical e não superpostas. Assim por exemplo na Reserva 1101 a classe de

DAP de 30 a 34,9 cm contém duas árvores, uma estéril e uma que tem produzido flores. Reservas 1202 e 1104 estão isoladas desde 1980.

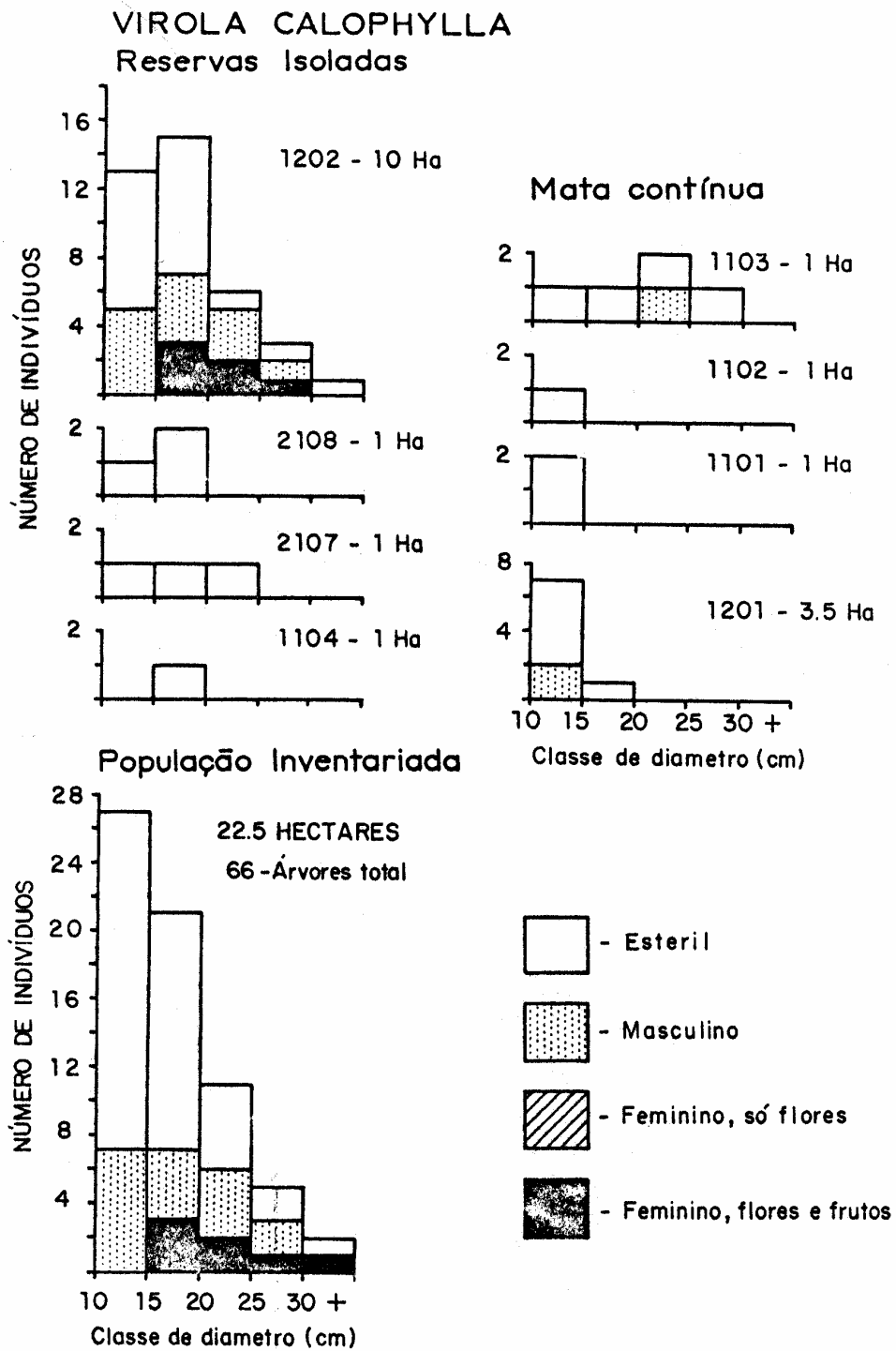
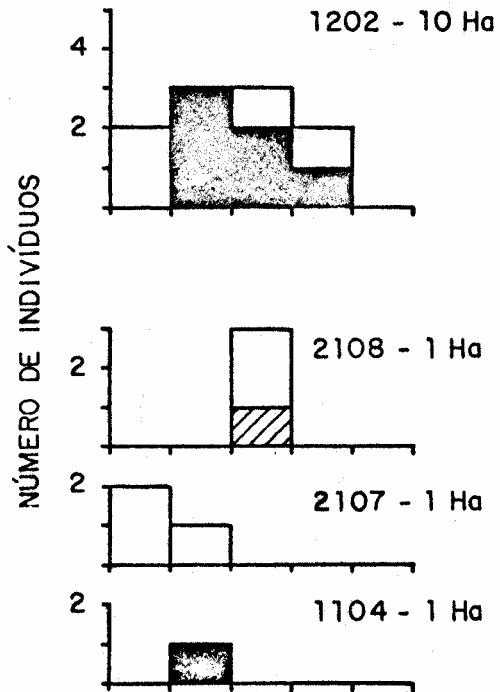
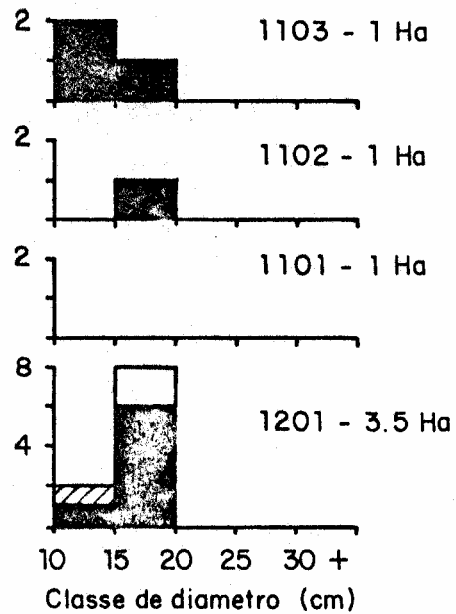


Figura 2 - Distribuição de classes de tamanho de *Viola calophylla*, uma espécie dióica, na mata contínua e em fragmentos florestais de 1 e 10 hectares. A densidade de árvores femininas é muito abaixo da densidade média para a população em geral.

IRYANTHERA JURUENSIS
Reservas isoladas



Mata contínua



População inventariada

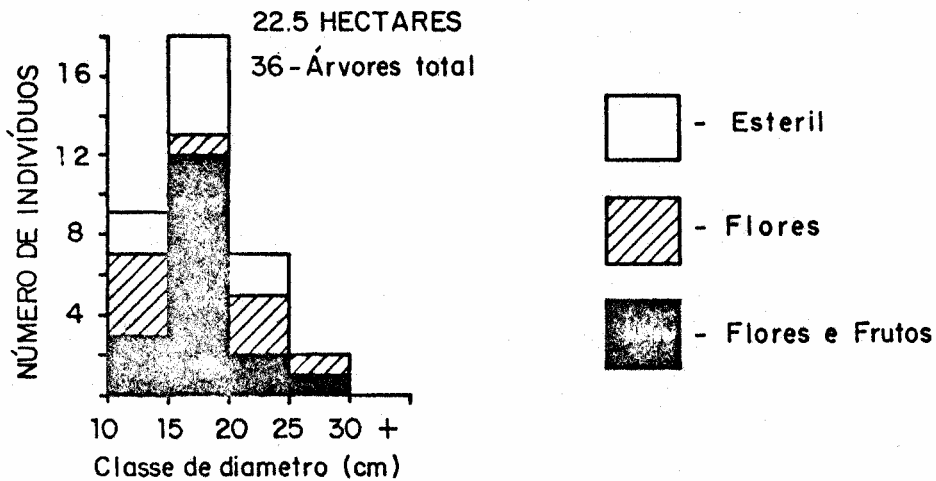


Figura 3 - Distribuição de classes de tamanho de *Iryanthera juruensis*, uma espécie monóica, na mata contínua e em fragmentos florestais.

CARYOCARACEAE

Reservas inventariadas: 1101, 1102, 1103, 1104,
1105, 1109, 2107, 2108,
3114, 1201, 1202, 2206,
3209, 3304, 1302.
(50 ha.s total)

□ esteril ▨ flores ■ frutos

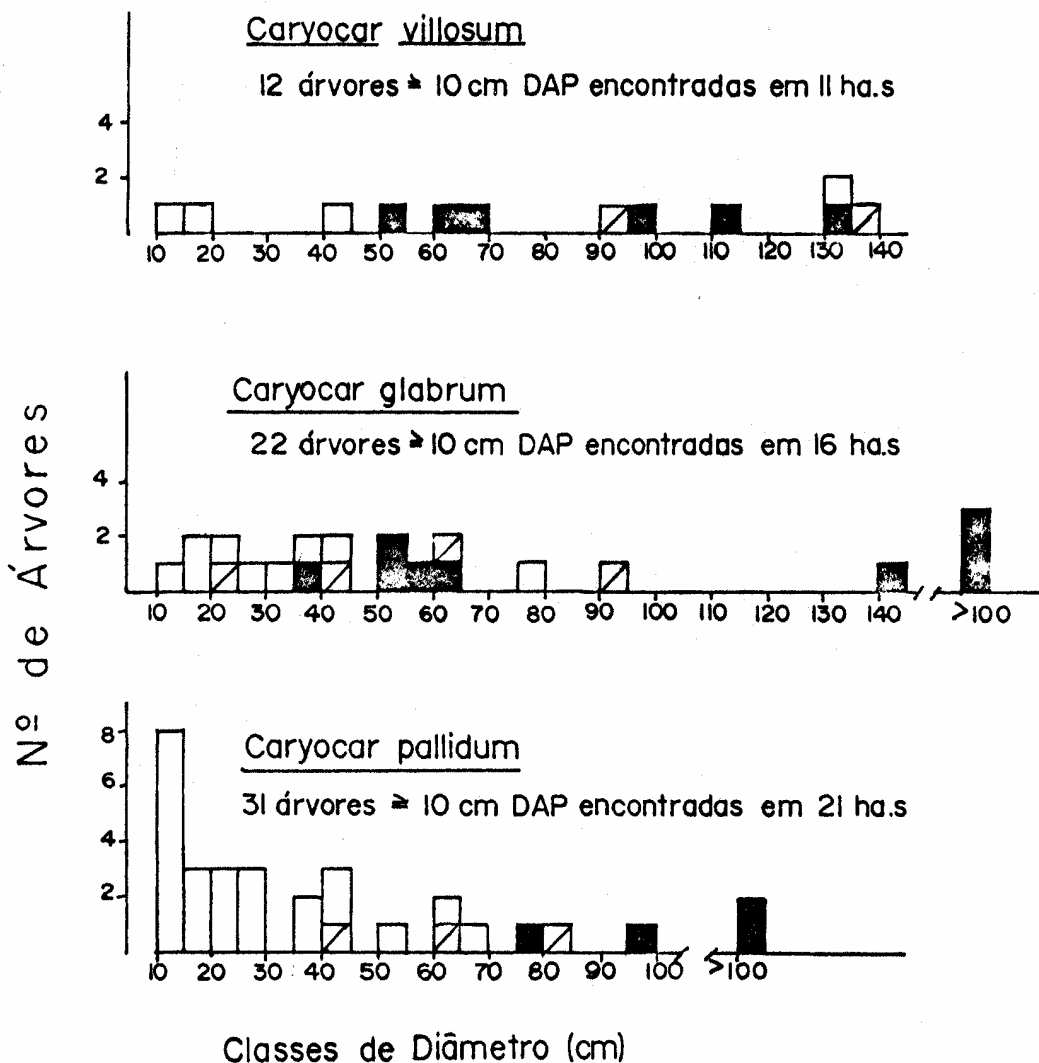
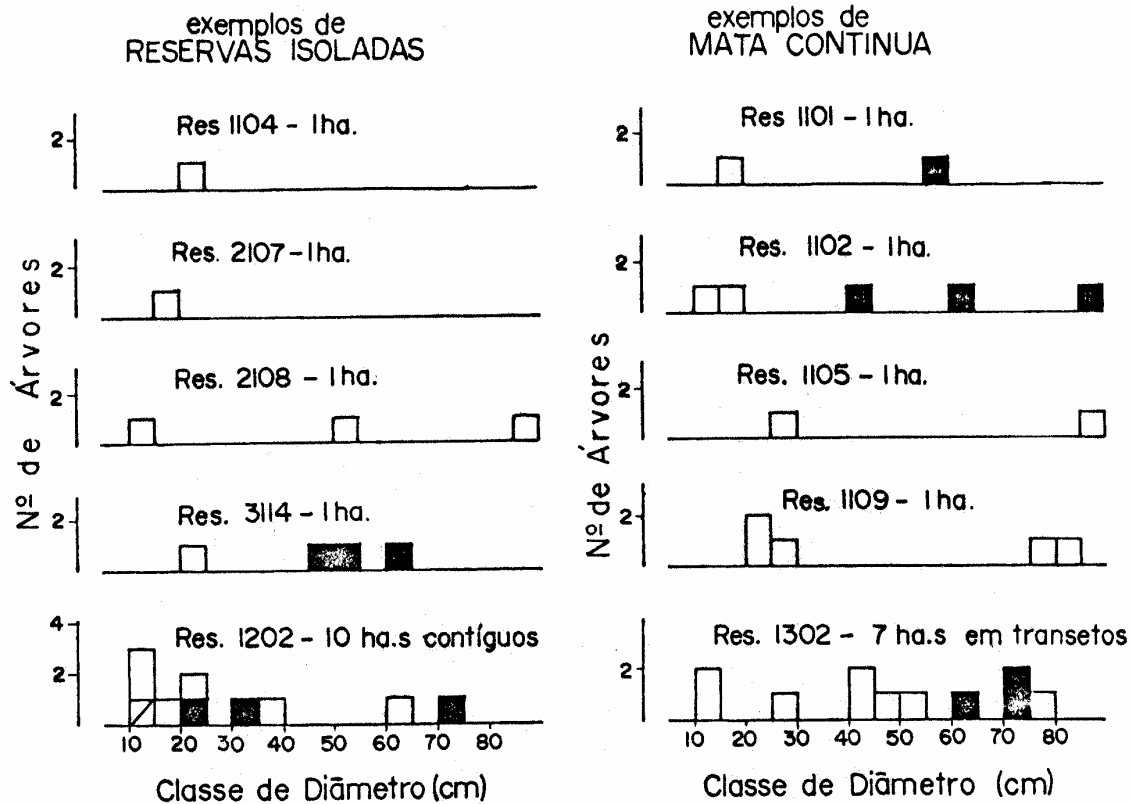
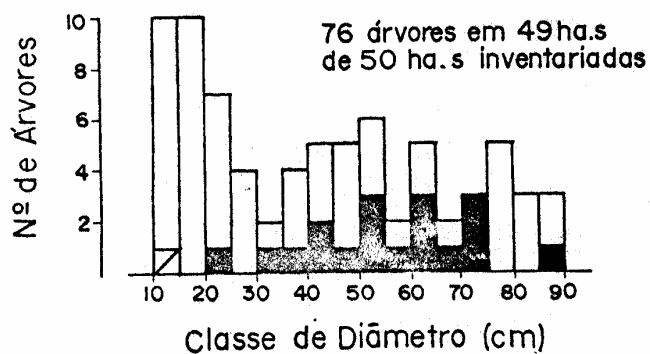


Figura 4 - Distribuição de classes de tamanho para as espécies da família Caryocaraceae na floresta de terra firme na Amazônia Central.

Goupia glabra



População Inventariada



estéril
 flores
 frutos

Figura 5 - Distribuição de classes de tamanho de *Goupia glabra* na mata contínua e em fragmentos florestais na terra firme da Amazônia Central.

CAF – O DESENVOLVIMENTO DE ALTERNATIVAS ENERGÉTICAS A PARTIR DA PRODUÇÃO DE CARVÃO VEGETAL

A CAF, Cia Agrícola e Florestal Santa Bárbara, é a empresa do grupo Belgo-Mineira responsável pelo reflorestamento e a produção de carvão.

A madeira para a produção de carvão é proveniente das florestas homogêneas de eucalipto de alta produtividade, abrangendo uma extensão superior a 150.000 ha.

O seu modelo de expansão é apoiado na implantação de carvoarias de grande porte, com a recuperação dos combustíveis líquidos da madeira, especialmente o alcatrão e o metano¹. Faz parte deste modelo a implantação de fornos contínuos de carbonização.

Este ano, 9.000 t de alcatrão serão recuperadas, em parte da produção de 310.000 t de carvão vegetal, segundo tecnologia e equipamentos desenvolvidos pela própria empresa.

A CAF integra o homem ao ambiente onde realiza suas atividades, dando-lhe condições adequadas de saúde, educação, habitação e trabalho.

Assim, é uma empresa que reúne o homem, a técnica e a terra para produzir energia de fonte brasileira, renovável e com tecnologia inteiramente nossa contribuindo de maneira significativa para o esforço nacional de desenvolvimento de alternativas energéticas.



Recuperador de alcatrão em fornos de alvenaria