

**DINÂMICA DE POPULAÇÕES E
PROGNÓSTICO DE PRODUÇÃO DE
ESPÉCIES ARBÓREAS EM UM
FRAGMENTO DE FLORESTA ESTACIONAL
SEMIDECIDUAL MONTANA, EM LAVRAS
MINAS GERAIS**

RUBENS KOLOSKI CHAGAS

2000

EVOLUCION

RUBENS KOLOSKI CHAGAS

**DINÂMICA DE POPULAÇÕES E PROGNÓSTICO DE PRODUÇÃO DE
ESPÉCIES ARBÓREAS EM UM FRAGMENTO DE FLORESTA
ESTACIONAL SEMIDECIDUAL MONTANA, EM LAVRAS
MINAS GERAIS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do curso de Mestrado em Engenharia Florestal, área de concentração em Manejo Ambiental, para obtenção do título de "Mestre".

Orientador:

Prof. Ary Teixeira de Oliveira Filho

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2000

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Chagas, Rubens Koloski

Dinâmica de populações e prognóstico de produção de espécies arbóreas em um fragmento de floresta estacional semidecidual montana em Lavras, Minas Gerais / Rubens Koloski Chagas. -- Lavras : UFLA, 2000.

66. : il.

Orientadora: Ary Teixeira de Oliveira Filho.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

I. Árvore. 2. Dinâmica de populacional. 3. Mortalidade. 4. Recrutamento. 5. Crescimento. 6. Madeira – Produção - Prognóstico. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-574.52642

-634.9

RUBENS KOLOSKI CHAGAS

**DINÂMICA DE POPULAÇÕES E PROGNÓSTICO DE PRODUÇÃO DE
ESPÉCIES ARBÓREAS EM UM FRAGMENTO DE FLORESTA
ESTACIONAL SEMIDECIDUAL MONTANA, EM LAVRAS
MINAS GERAIS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do curso de Mestrado em Engenharia Florestal, área de concentração em Manejo Ambiental, para obtenção do título de "Mestre".

APROVADA em 28 de fevereiro de 2000.

Prof. José Roberto Soares Scolforo

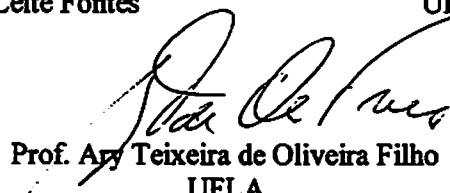
UFLA

Prof. Eduardo van den Berg

UFLA

Prof. Marco Aurélio Leite Fontes

UFLA



Prof. Ary Teixeira de Oliveira Filho
UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL

**A Jesus Cristo, pelo Amor, Compreensão e pelo
exemplo de vida em que todos devem se espelhar;**

**Aos meus pais Antonia e Francisco, que sempre
estiveram ao meu lado, apoiando e incentivando.**

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal de Lavras que me acolheu como seu aluno durante todos esses anos;

A Rosângela pela compreensão, paciência, alegria, e apoio;

Aos meus bons amigos, Denis (Bocão), Denilson, André (Quibe), Claudio (Pudle), Goiano, Batman, Ronaldinho, Caixeta (em memória), Juninho, Cubatão, Lívio, Sybelle, Raimundo, Tião, Valter, casal Gama (Gnomos), pelos bons e maus momentos que participaram da minha vida;

A D. Arlete, minha segunda mãe, pelo apoio e carinho durante esses anos todos;

Aos órgãos financiadores CAPES e FAPEMIG, pela concessão das bolsas de estudos, e PROBIO pelo apoio financeiro ao projeto 'Estratégias para conservação e manejo da biodiversidade em fragmentos de florestas semidecíduas'

Ao Departamento de Ciências Florestais pelo apoio durante o decorrer do curso;

Ao professor Ary Teixeira de Oliveira Filho pela paciência, amizade e orientações em minha dissertação e minha vida;

Ao professor José Roberto Scolforo, pela competência e entusiasmo e pelo seu trabalho na Engenharia Florestal, que muito me incentivou na realização desta dissertação;

Ao professor Eduardo van den Berg pela orientação, paciência e amizade durante o curto período em que nos conhecemos;

Ao professor Marco Aurélio Leite Fontes pela amizade e ajuda nas etapas desse trabalho;

Ao professor José Marcio Mello pela colaboração e dicas;

Aos demais colegas do Departamento de Ciências Florestais da UFLA e de Lavras pela convivência e bons momentos;

Aos professores do Departamento de Ciências Florestais da UFLA pelos ensinamentos e convivência.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	v
ABSTRACT	vii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REFERENCIAL TEÓRICO	3
2.1. Definições de populações.....	3
2.2. Estudos de dinâmica de populações arbóreas em florestas tropicais	4
2.3. Mortalidade e sobrevivência	5
2.4. Recrutamento.....	6
2.5. Crescimento das árvores	7
3. MATERIAL E MÉTODOS	8
3.1. Localização e caracterização da área	8
3.2. Fonte de dados.....	9
3.3. Parâmetros de dinâmica de populações.....	11
3.4. Estudo do crescimento das árvores.....	13
3.5. Prognóstico de colheita para três espécies arbóreas	16
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
4.1. Parâmetros de dinâmica das populações analisadas	22
4.1.1. Dinâmica populacional expressa em número de indivíduos	23
4.1.2. Dinâmica populacional expressa em área basal	28
4.2. Taxas de crescimento.....	33
4.2.1. Crescimento das espécies arbóreas.....	33
4.2.2. Trajetórias de crescimento	42
4.3. Prognóstico de produção para três espécies arbóreas	47
4.3.1. Dinâmica populacional por classe diamétrica: número de indivíduos	47
4.3.2. Dinâmica populacional por classe diamétrica: área basal.....	50

4.3.3. Volume de madeira	50
4.3.4. Simulação de colheita	52
5. CONCLUSÕES.....	59
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61

RESUMO

CHAGAS, R.K. **Dinâmica de populações e prognóstico de produção de espécies arbóreas em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual Montana, em Lavras Minas Gerais.** Lavras: UFLA, 2000. 66p. (Dissertação - Mestrado em Engenharia Florestal)¹

O presente trabalho teve como objetivo analisar a dinâmica de populações de espécies arbóreas no período de 1992-1996, em um fragmento de floresta estacional semidecidual montana, localizado no município de Lavras, MG, bem como realizar o prognóstico de produção em volume de madeira para três espécies de maior potencial econômico através de simulações de corte e colheita. No ano de 1987, o fragmento florestal (Reserva Florestal da UFLA) foi dividido em parcelas contíguas de 400 m² (20 × 20 m), perfazendo um total de 126 parcelas, que cobriram uma área de 5,04 ha. Em 1987, 1992 e 1996 foram feitos inventários em que foram medidos e identificados todos os indivíduos com DAP ≥ 5 cm. Para o estudo de dinâmica de populações, foram utilizados os dados dos inventários de 1992 e 1996 e foram selecionadas 51 espécies representadas por ≥ 10 indivíduos no período. O padrão de crescimento em DAP com a idade foi analisado para 27 espécies, utilizando o método de Condit, Hubbell e Foster. Para três espécies selecionadas, *Copaifera langsdorffii*, *Xylopia brasiliensis* e *Ocotea odorifera*, foi feito o prognóstico da produção de madeira baseado nas curvas de crescimento projetadas. As 51 espécies analisadas apresentaram taxas de mortalidade variando entre 0 e 20,28% ano⁻¹ e taxas de recrutamento variando entre 0 e 12,32% ano⁻¹. Para a maioria das espécies estudadas, a mortalidade superou o recrutamento, embora houvesse um aumento líquido da área basal, principalmente devido ao crescimento das árvores sobreviventes. Este quadro corresponde a um processo de auto-desbaste, ou seja, redução da densidade de árvores e aumento da biomassa total, concentrada em indivíduos maiores, o qual é típico de processos de recuperação pós-distúrbios. Além disso, as espécies exigentes de luz estão perdendo expressão relativa na comunidade com o avanço das espécies tolerantes à sombra, fortalecendo as evidências de que a comunidade encontra-se na fase silvigenética de construção. As taxas de crescimento variaram muito entre as 27 populações analisadas, bem como dentro das mesmas. Para alcançar um

¹ Comitê Orientador: Ary Teixeira de Oliveira Filho - UFLA (Orientador), José Roberto Soares Scolforo - UFLA, Eduardo Van Den Berg - UFLA e Marco Aurélio Leite Fontes - UFLA (Co-orientadores).

diâmetro de 40 cm, por exemplo, as espécies demorariam, pelo crescimento médio da população, de 68 a 200 anos. As curvas de trajetória de crescimento em diâmetro com a idade também variaram muito entre as espécies, podendo ser classificadas em três modelos: sigmoidal, exponencial e retilíneo. As três espécies para as quais foi feito o prognóstico de produção indicaram ser necessárias diferentes estratégias de manejo para a exploração de madeira, considerando diâmetros mínimos de corte ≥ 30 cm e ≥ 45 cm. *Xylopia brasiliensis* apresentou um rápido crescimento, permitindo sua exploração nos dois diâmetros. Porém não seria viável uma intervenção silvicultural nesta espécie visando incrementar o crescimento. Por outro lado, *Copaifera langsdorffii* e *Ocotea odorifera*, apesar do seu crescimento lento, mostraram resultados bastante satisfatórios em relação a uma intervenção silvicultural.

Palavras-chave: Dinâmica de populações arbóreas, mortalidade de árvores, recrutamento de árvores, crescimento de árvores, prognóstico de produção de madeira.

ABSTRACT

CHAGAS, R.K. Population dynamics and prognosis of wood production for some tree species of a fragment of tropical montane semideciduous forest in Lavras, SE Brazil. Lavras: UFLA, 2000. 66p. (Dissertation – Master Program in Forest Engineering).²

The purpose of the present study was to analyse the population dynamics during a four-year period (1992-1996) for some tree species of a fragment of tropical montane semideciduous forest in Lavras, south-eastern Brazil, as well as to make the prognosis of wood production for three species of known economic value, through exercises of harvest simulation. In 1987 the forest fragment (UFLA Forest Reserve) was divided into 126 contiguous plots, each with an area of 400 m² (20 × 20 m), totalling 5,04 ha. In 1987, 1992 and 1996 forest surveys were carried out in these plots, and all individuals with DBH ≥ 5 cm were identified and measured. The study of population dynamics used the data of two surveys, 1992 and 1996, for 51 species surveyed with ≥ 10 individuals in the period. The pattern of growth in DBH with age was analysed for 27 species using the method proposed by Condit, Hubbell and Foster. Three species were selected for prognosis of wood production based on projected growth curves: *Copaifera langsdorffii*, *Xylopia brasiliensis* e *Ocotea odorifera*. The 51 species analysed showed mortality rates between 0 and 20,28% year⁻¹ and recruitment rates between 0 and 12,32% year⁻¹. For most species, mortality was higher than recruitment, although there was a net increase in basal, basically due to the growth of surviving trees. This picture corresponds to a process of self-thinning, i.e., decreasing tree density and accumulation of standing biomass, concentrated by larger trees, a typical trend of past-disturbance recovery. In addition, light-demanding tree species are becoming relatively less important while shade-tolerant species are progressing, giving additional evidence to the fact that the tree community is undergoing a building sylvigenetic phase. The rates of DBH growth varied widely among the populations as well as within populations. Reaching a 40 cm DBH, for example, may take from 68 to 200 years under the present mean growth rates. The curves of DBH growth trajectories with age also varied among species, and were classified into three models: sigmoid, exponential and rectilinear. The wood production prognosis performed for the

² Guidance Committee: Ary Teixeira de Oliveira Filho - UFLA (Main Supervisor), José Roberto Soares Scolforo - UFLA, Eduardo Van Den Berg - UFLA and Marco Aurélio Leite Fontes - UFLA (Supervisors).

three chosen species indicated that different management strategies are required for wood exploitation, considering minimum harvest diameters ≥ 30 cm and ≥ 45 cm. *Xylopia brasiliensis* showed a relatively rapid growth, allowing exploitation for both diameters. However, it would not be advisable a silvicultural intervention for this species aiming at incrementing its growth. On the other hand, *Copaifera langsdorffii* and *Ocotea odorifera*, despite their slow growth, showed quite satisfactory results under silvicultural intervention.

Key-words: Tree population dynamics, tree mortality, tree recruitment, tree growth, prognosis of wood production.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, pouca atenção tem sido dada aos estudos de populações de plantas, principalmente por ser o país incipiente nos estudos de suas florestas nativas e ainda fortemente ligado à silvicultura intensiva e baseada na produção a curto prazo. A falta de pesquisas básicas associando a dinâmica de populações de espécies em floresta nativas ao potencial madeireiro e à produção futura dificulta o desenvolvimento de programas de manejo sustentado das florestas tropicais brasileiras.

Entre os principais fatores limitantes a um melhor uso das florestas nativas brasileiras, pode-se ainda citar, além dos aspectos tecnológicos, o quase total desconhecimento das espécies em seu habitat natural: sua distribuição, demografia, habitats preferenciais e dinâmica, que são aspectos que influirão no seu manejo e desenvolvimento. A importância do estudo de dinâmica de florestas tropicais nativas, associado ao manejo florestal, esbarra na complexidade do ecossistema, no grande número de espécies com as mais diferentes características ecológicas, silviculturais e tecnológicas, nas deficiências de informação sobre o padrão de crescimento das plantas; seja em áreas intactas ou sujeitas a um regime de manejo (Pulz, 1998).

O presente trabalho teve como objetivo analisar a dinâmica de populações de espécies arbóreas em um fragmento de floresta estacional semidecidual montana, localizado no município de Lavras, Minas Gerais, com vistas ao prognóstico da produção de madeira para espécies com potencial de exploração. O estudo consiste de um ensaio aplicando a metodologia proposta por Richard Condit, Stephen Hubbell e Robin Foster para análise do padrão de crescimento (Condit, Hubbell e Foster, 1993a) e prognóstico da produção em volume de madeira através de simulações de corte e colheita (Condit, Hubbell e

Foster, 1995). Considerando a dramática redução das florestas semidecíduais da Região Sudeste a fragmentos, em sua maioria de área reduzida (< 100 ha), o presente estudo não visa avaliar a viabilidade da exploração dos mesmos, mas sim realizar uma simulação utilizando um destes fragmentos como embasamento para áreas em que tal exploração seja possível.

2. REFERENCIAL TEÓRICO:

DINÂMICA DE POPULAÇÕES ARBÓREAS EM FLORESTAS TROPICAIS

O estudo da dinâmica populacional de espécies arbóreas em florestas tropicais pode abordar os mais diferentes aspectos. A ênfase pode ser ampla, estudando a espécie em todos os seus diferentes estádios de desenvolvimento em uma determinada área, seja com propósitos estritamente demográficos (De Steven, 1994; Henriques e Souza, 1989; Ramirez e Arroyo, 1987), ou relacionando estes aspectos a variáveis ambientais (Clark e Clark, 1993, Condit, Hubbel e Foster, 1994). O estudo pode ter também um objetivo mais restrito e detalhado como, por exemplo, testar um método de análise estatística (Stern, Ribic e Schat, 1986), ou estudar a dinâmica de uma espécie visando seu manejo e exploração comercial (Leite e Rankin, 1981; Leite Rankin e Lleras, 1982 e Oliveira e Silva, 1993).

2.1. Definições de populações

A definição de população, de acordo com Odum (1983), é qualquer grupo de organismos cujos indivíduos podem intercambiar a informação genética ocupando um espaço determinado e funcionando como uma parte de uma comunidade biótica. As fronteiras de uma população podem ser as naturais, impostas pelos limites geográficos de um habitat adequado, ou podem ser definidas arbitrariamente à conveniência do pesquisador (Ricklefs, 1993). Desta forma, mesmo que se visualize claramente uma população ideal, em sua totalidade e isolamento, na prática, geralmente tem-se que trabalhar apenas uma

parte dessa população ideal, a qual não é inteiramente isolada da população maior de regiões circunvizinhas (Solomon, 1980).

2.2. Estudos de dinâmica de populações arbóreas em florestas tropicais

O estudo de dinâmica de populações aborda estas mesmas como sistemas em atividade que mudam continuamente com o tempo devido aos nascimentos e mortes (Ricklefs, 1993) e tratam das influências favoráveis ou adversas de membros da população, uns sobre os outros (Solomon, 1980).

Estudos da dinâmica de populações de espécies arbóreas florestais consistem no monitoramento ao longo do tempo das mudanças destas mesmas em termos de distribuição e abundância. Assim, dependem da manutenção de parcelas permanentes para realização de inventário contínuo. Estes estudos ampliam a compreensão ecológica das populações e da comunidade florestal a qual poderá subsidiar o manejo sustentado, as práticas de recuperação florestal e um melhor entendimento dos efeitos da fragmentação florestal (Oliveira Filho, Scolforo e Mello, 1997).

Os estudos da dinâmica de populações arbóreas têm como subsídios as taxas de mortalidade e recrutamento, as quais, quando analisadas em conjunto com as taxas de crescimento, indicam as alterações demográficas da população e os possíveis fatores que estão influenciando este processo e ainda as implicações para a comunidade (Vanclay, 1994).

Ainda são poucos os estudos sobre dinâmica de populações arbóreas nas florestas neotropicais (Lieberman et al., 1985; Jardim, 1990; Korning e Baslev, 1994b; Oliveira-Filho, Scolforo e Mello, 1997). Além do mais, quase todos foram realizados em florestas ombrófilas, como as do Panamá (Brokaw, 1982; Condit, Hubbel e Foster, 1992; Putz e Milton, 1983 e Hubbel e Foster, 1990), da Costa Rica (Lieberman et al., 1985, 1990 e Lieberman e Lieberman, 1987,

1994), de Porto Rico (Crow, 1980), da Venezuela (Uhl et al., 1988 e Carey et al., 1994), do Peru (Gentry e Terborgh, 1990), do Equador (Korning e Baslev, 1994b) e da Amazônia brasileira (Rankin-de-Merona, Hutchings e Lovejoy, 1990). Estudos realizados nas florestas semidecíduais do Brasil são ainda incipientes (Felfili, 1995; Santos et al., 1996; Oliveira-Filho, Scolforo e Mello, 1997; Pulz, 1998; Guilherme, 1999; Appolinario, 1999; Bertani, 2000 e Werneck, 2000).

O manejo das florestas nativas passa, obrigatoriamente, pelo conhecimento dos processos de sua dinâmica, assim como pela compreensão de como e quando as intervenções silviculturais devem ser feitas e como estas afetariam o crescimento das árvores em um povoamento manejado (Souza et al., 1993). Portanto, para obtenção de resultados mais condizentes com a realidade, é necessário o desenvolvimento de modelos quantitativos precisos de exploração, utilizando as informações sobre dinâmica de populações arbóreas e parâmetros demográficos básicos de crescimento e sobrevivência (Condit, Hubbel e Foster, 1995).

2.3. Mortalidade e sobrevivência

A mortalidade pode ser definida como o número de indivíduos que morrem num dado período (óbitos por unidade de tempo), ou como uma taxa específica em termos de unidades da população total ou de qualquer parte desta (Odum, 1983). A mortalidade e a reprodução constituem, juntas, o ponto de partida da maioria dos estudos em dinâmica de populações (Solomon, 1980).

A mortalidade pode ser classificada em duas categorias: regular e irregular. A mortalidade regular ocorre continuamente ao longo do tempo e refere-se principalmente à morte de indivíduos devido à competição, supressão e ao próprio envelhecimento da árvore. Por outro lado, a mortalidade irregular,

que é menos freqüente, é provocada por fenômenos catastróficos, tais como surtos de pragas e doenças, fogos, tempestades, enchentes, secas, além de outras causas sujeitas a acontecer irregularmente. A mortalidade regular é previsível e a irregular não (Cunha-Neto, 1994).

A sobrevivência é a expressão inversa da mortalidade e refere-se à proporção de sobreviventes em relação a um número inicial de indivíduos. Segundo Ricklefs (1993), pode-se estimar a sobrevivência com variados graus de confiabilidade a partir de quatro tipos de informação: (1) a sobrevivência de indivíduos numa idade específica (supervivência), (2) a sobrevivência de indivíduos em cada classe etária de um período para o próximo, (3) as idades de falecimento numa população, e (4) a estrutura etária da população.

2.4. Recrutamento

O recrutamento pode ser definido como a admissão de um ser em uma determinada população ou comunidade. Árvores recrutadas, portanto, são aquelas que ingressaram em um levantamento, mas não estavam presentes no levantamento anterior ou, em outras palavras, árvores que ultrapassaram a dimensão mínima estabelecida para inclusão no intervalo entre dois inventários (Condit, Hubbel e Foster, 1995). O recrutamento realimenta a floresta com novas árvores, podendo ou não compensar a mortalidade. Após o recrutamento, é imprescindível que um número mínimo de árvores sobreviva e cresça até o tamanho de abate a cada ciclo de corte, para que a produção florestal possa ser sustentada (Silva, 1989).

2.5. Crescimento das árvores

O crescimento pode ser definido como o aumento das dimensões (diâmetro, altura, área basal, volume, biomassa e outros) de uma ou mais árvores, em um dado período de tempo. O crescimento de árvores depende de fatores como a disponibilidade dos recursos ambientais (e.g. luz, água e nutrientes) e espaço físico (e.g. impedimentos por cipós), tamanho e constituição genética da árvore bem como sua história de desenvolvimento, cada um destes podendo afetar sozinho ou em conjunto o crescimento das árvores (Poorter e Bongers, 1993).

As taxas de crescimento de árvores são altamente variáveis. Existem grandes variações entre espécies, bem como entre árvores da mesma espécie, porém de diferentes tamanhos ou constituição genética, ou ainda estabelecidas em diferentes habitats. Em contraste, o crescimento de uma árvore individual durante períodos sucessivos é muito menos variável (Swaine, 1990)

O crescimento de uma árvore pode ser expresso pelo aumento em diâmetro, volume ou biomassa, quando a árvore toda é considerada. Se a abordagem restringe-se às partes da planta (células, galhos, folhas ou raízes) pode-se expressar o crescimento pelo aumento da extensão destas. Não só o tamanho das partes é importante, mas a sua distribuição espacial e disposição além da relação alométrica entre elas (Poorter e Bongers, 1993).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização e caracterização da área

A área estudada situa-se no campus da Universidade Federal de Lavras (UFLA), sendo denominada Reserva Florestal da UFLA (FIGURA 1). Possui coordenadas geográficas aproximadas de 21°13'40" S e 44°57'50" W, altitude média de 935 m e área total de 5,8 ha.

O tipo climático é Cwb na classificação de Köppen, com uma temperatura média de 19,4°C e precipitação anual média de 1530 mm. A média pluviométrica mensal na estação chuvosa (dezembro a fevereiro) é de 254 mm e na estação seca (maio a julho), é de 25 mm (DNMet, 1992). Os solos são do tipo Latossolo roxo distrófico (epiálico), textura muito argilosa (Curi et al., 1990).

Conforme Oliveira Filho, Scolforo e Mello (1994, 1997), que obtiveram informações junto aos funcionários da UFLA, a atual Reserva Florestal não sofreu corte raso e tem mantido aproximadamente os mesmos limites pelo menos desde a década de 1920. Porém, os mesmos autores citam que a retirada de lenha e pequenas peças de madeira, bem como a abertura de trincheiras para estudos de perfis de solo, eram freqüentes até 1986, quando a Reserva foi declarada área de preservação permanente e cercada.

A mata estudada é classificada como floresta estacional semidecidual montana (floresta tropical subcaducifolia) pelo sistema do IBGE (1993). Esta fisionomia vegetal caracteriza-se por uma porcentagem de árvores caducifólias, no conjunto florestal, entre 20% e 50% e está relacionada com um clima tropical de altitude com duas estações bem definidas, uma chuvosa de verão e outra seca de inverno.



FIGURA 1: Vista aérea da Reserva Florestal da Universidade Federal de Lavras.

3.2. Fonte de dados

No ano de 1987, foi demarcada, na Reserva Florestal da UFLA, uma rede de 126 parcelas contíguas de 400 m² (20 × 20m) para realização do censo das árvores com diâmetro à altura do peito (DAP) $\geq$ 5 cm (Mello, Oliveira-Filho e Scolforo, 1996) (FIGURA 2). Naquele mesmo ano, as árvores foram medidas (DAP), identificadas e numeradas com plaquetas de alumínio. Os resultados deste inventário encontram-se em Oliveira-Filho et al. (1994) e Oliveira-Filho, Scolforo e Mello, (1994). Foram inventariados 6528 indivíduos, pertencentes a 137 espécies e 52 famílias.

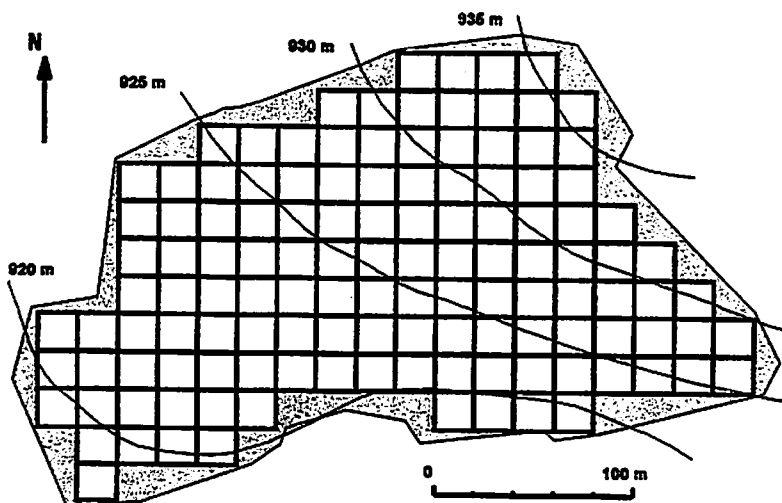


FIGURA 2., Distribuição das 126 parcelas de 20 × 20 m na Reserva Florestal da UFLA. Áreas de floresta não recobertas pelas parcelas são mostradas em cinza.

Em 1992, foi realizado um segundo levantamento em que foram medidas a circunferência à altura do peito (CAP) e a altura comercial do fuste, com auxílio de um bambu graduado. Foram registrados 6770 indivíduos e 135 espécies, sendo que perderam-se 8 e ganharam-se 6 espécies (Oliveira Filho, Scolforo e Mello, 1997).

Em 1996, foi realizado o terceiro levantamento quando foram medidas novamente a CAP e altura comercial, bem como a altura total com uso da vara telescópica. Neste último censo, foram registrados 8221 indivíduos, incorporando 4 novas espécies (Pulz et al., 1999).

Neste trabalho, utilizaram-se somente os dados dos dois últimos levantamentos (1992 e 1996) porque nestes as medidas de CAP foram feitas com auxílio de fita métrica, em lugar da suta, propiciando uma maior acuracidade nas

medições. Para efeito do presente trabalho, estes dois inventários foram denominados primeiro e segundo levantamentos, sendo o intervalo entre eles de 4 anos.

Para fins de interpretação dos resultados, foi utilizada a classificação das espécies da Reserva Florestal da UFLA em grupos ecológicos, feita por Oliveira-Filho, Scolforo e Mello (1997) com base em Swaine e Whitmore (1988). Os grupos ecológicos, definidos por guildas de regeneração, foram: espécies clímax tolerantes à sombra (TS), clímax exigentes de luz (EL) e pioneiras (PI).

3.3. Parâmetros de dinâmica de populações

Das 147 espécies encontradas no segundo levantamento, foram calculados parâmetros de dinâmica populacional para as 51 espécies que apresentaram 10 ou mais indivíduos (exceto *Dalbergia nigra*, com apenas seis indivíduos, que foi incluída devido a sua importância econômica). Os parâmetros de dinâmica calculados foram as taxas de mortalidade, recrutamento e mudança — baseadas em número de indivíduos —, as taxas de acréscimo e decréscimo — para área basal — e as taxas de crescimento individual dos sobreviventes. Além destes, foram obtidas a meia-vida, tempo de duplicação, rotatividade e estabilidade baseadas nos parâmetros anteriores.

As taxas de mortalidade/decréscimo e recrutamento/acréscimo foram calculadas de acordo com o modelo proposto por Lieberman et al. (1985):

$$r = \left(\frac{C_t}{C_0} \right)^{\frac{1}{t}} - 1$$

Onde C_0 e C_t são os tamanhos inicial e final da população (em número de indivíduos ou área basal) e t é o intervalo de tempo em anos entre os dois levantamentos. No cálculo de todas as taxas, C_0 é o número de indivíduos ou área basal no primeiro levantamento. Para taxas de mortalidade/decréscimo, C_t é igual C_0 subtraído do número de indivíduos mortos ou área basal dos mesmos. Para taxas de recrutamento/acréscimo, C_t é igual a C_0 acrescido do número de recrutas ou aumento em área basal (= área basal dos recrutas + crescimento em área basal dos sobreviventes).

A taxa de mudança foi calculada através da diferença no número de indivíduos ou área basal entre os dois levantamentos. Expressa o resultado líquido do balanço entre mortalidade e recrutamento ou acréscimo e decréscimo.

A meia-vida ($t_{1/2}$) é o tempo, em anos, que população estudada levaria para reduzir o número de indivíduos ou área basal pela metade, mantidas as atuais taxas de mortalidade ou decréscimo. O tempo de duplicação (t_2) é o tempo, em anos, que população levaria para duplicar o número de indivíduos ou área basal, mantidas as atuais taxas de recrutamento ou acréscimo. Para o cálculo de $t_{1/2}$ e t_2 foram utilizados as equações de Korning e Balslev (1994a):

$$t_{\frac{1}{2}} (\text{meia-vida}) = \frac{\ln(0,5)}{\ln(1+r)}$$

Onde r é a taxa anual média de mortalidade em número de indivíduos ou decréscimo em área basal da população amostrada.

$$t_2 (\text{tempo de duplicação}) = \frac{\ln(2)}{\ln(1+r)}$$

Onde r é a taxa anual média de recrutamento em número de indivíduos ou acréscimo em área basal da população amostrada.

Ainda seguindo Korning e Balslev (1994a), foram calculados valores de estabilidade e a rotatividade em número de indivíduos e área basal. A rotatividade é calculada como a média entre os valores da meia-vida e tempo de duplicação da população amostrada. Quanto menor o valor da rotatividade mais rápida é dinâmica da comunidade. A estabilidade é obtida através da diferença entre meia-vida e tempo de duplicação. Quanto mais o valor se aproxima de zero, mais estável é a população.

3.4. Estudo do crescimento das árvores

A taxa de crescimento anual em DAP foi calculada para cada árvore das 26 espécies que apresentaram 50 ou mais indivíduos. O crescimento de cada fuste (taxa de crescimento individual) foi calculado de acordo com o modelo proposto por (Condit, Hubbel e Foster, 1993a):

$$g = \left(\frac{LN \left(\frac{DAP_2}{DAP_1} \right)}{t} \right)$$

Onde:

DAP_1 = Diâmetro à altura do peito no primeiro levantamento;

DAP_2 = Diâmetro à altura do peito no segundo levantamento;

t = Intervalo de tempo entre os levantamentos.

ln = logaritmo neperiano.

Os DAPs individuais foram obtidos dividindo-se as CAPs por π . Os DAPs foram transformados em logaritmos visando um melhor ajuste das equações quadráticas, pois o uso dos valores logaritmizados proporcionou uma dispersão mais homogênea dos dados ao longo das curvas produzidas pelas equações (Condit, Hubbel e Foster, 1995).

Ainda seguindo a metodologia proposta por Condit, Hubbel e Foster (1993a), foram ajustadas equações quadráticas para calcular o crescimento médio e crescimento acelerado (média mais desvio padrão) em função do diâmetro (DAP). De acordo com os autores, esta técnica facilita o trabalho com amostras de menor tamanho, pois pode corrigir estimativas erradas de crescimento resultantes de pequenas amostras em determinadas classes de tamanhos. Os autores afirmam, também, que embora outros modelos possam se ajustar de forma mais precisa aos dados, o modelo quadrático foi escolhido por se ajustar melhor do que o modelo linear e possuir soluções claras para as integrais das equações (trajetórias de DAP). As integrais para polinômios de graus mais elevados não possuem soluções tão claras. O modelo de Condit, Hubbel e Foster (1993a) para o ajuste da regressão da taxa de crescimento médio em função do DAP é expresso da seguinte forma:

$$g = aL^2 + bL + c \quad (1)$$

Onde:

g = Taxa de crescimento médio;

a, b e c = Parâmetros da regressão quadrática de crescimento médio;

$L = \ln (\text{DAP}_1)$

$L^2 = \ln (\text{DAP}_1)^2$

As curvas de crescimento das espécies estudadas foram elaboradas em duas etapas. Primeiramente, ajustou-se uma regressão quadrática para os dados das taxas de crescimento em função dos diâmetros logaritmizados, resultando em uma equação relacionando o crescimento médio ao DAP. Em seguida, foi ajustada uma segunda regressão para o crescimento acelerado. Para tal fim, adicionou-se a cada observação individual o valor absoluto do seu resíduo em relação à primeira equação. Para os novos valores assim encontrados, ajustou-se uma nova regressão quadrática, resultando numa equação relacionando o crescimento acelerado ao DAP. Este crescimento acelerado representaria condições melhores de crescimento propiciadas por intervenções silviculturais.

Os parâmetros a , b e c , resultantes das duas equações, foram utilizados para se obterem, por cálculo diferencial, as curvas de diâmetro em função do tempo, ou 'trajetórias de diâmetro', tanto para crescimento médio como acelerado, a partir de um limite inferior de 5 cm de DAP. As trajetórias forneceram estimativas do tempo necessário para as árvores crescerem de 5 cm até qualquer DAP (Condit, Hubbel e Foster, 1995).

Para aplicação das equações diferenciais, temos três situações possíveis:

1) Se $b^2/4a^2 < c/a$ e $a \neq 0$, são utilizadas as expressões:

$$k^2 = \frac{c}{a} - \frac{b^2}{4a^2}$$

e

(3)

$$t = \left(\frac{1}{ak} \right) \arctan \left[\frac{\left(L + \frac{b}{2a} \right)}{k} \right] + m$$

Onde:

t = tempo após 5 cm de DAP

m = constante de integração que zera o crescimento em $t = 0$;

L = Logaritmo do diâmetro;

II) Se $b^2/4a^2 > c/a$ e $a > 0$, utilizam-se as expressões:

$$k^2 = \frac{b^2}{4a^2} - \frac{c}{a}$$

e

$$t = \left(\frac{1}{2ak} \right) \ln \left[\frac{\left(L + \frac{b}{2a-k} \right)}{\left(L + \frac{b}{2a+k} \right)} \right] + m$$

III) Finalmente, sendo $b^2/4a^2 > c/a$ e $a < 0$, as expressões são:

$$k^2 = \frac{b^2}{4a^2} - \frac{c}{a}$$

e

$$t = - \left(\frac{1}{2ak} \right) \ln \left[\frac{\left(L + \frac{b}{2a+k} \right)}{\left(-L - \frac{b}{2a+k} \right)} \right] + m$$

3.5. Prognóstico de colheita para três espécies arbóreas

O prognóstico produz informações sobre colheitas futuras, avalia o efeito de alterar o ciclo de corte (tempo entre cortes) e o DAP mínimo de corte. Embora o prognóstico seja uma estimativa da produção para espécies em particular, ele proporciona uma resposta à pergunta: 'Quanta madeira poderia ser

produzida numa base sustentável a partir destas espécies numa floresta tropical?' (Condit, Hubbel e Foster, 1995).

Baseado nas trajetórias de DAP descritas no item anterior, e seguindo a metodologia proposta por Condit, Hubbel e Foster (1995), foi simulado o crescimento futuro e analisado o potencial de colheita para três espécies da comunidade: *Xylopia brasiliensis* Sprengel (Annonaceae), *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae Caesalpinioideae) e *Ocotea odorifera* (Vell.) Rohwer (Lauraceae). O intuito desse desenvolvimento foi avaliar e analisar a metodologia proposta para florestas tropicais, porém em nenhum momento o autor recomenda que fragmentos como o estudado sejam explorados comercialmente. Estes não possuem escala para uma exploração comercial, no entanto, por ser uma das poucas bases de dados em florestas nativas com remediações utilizou-se estas informações para avaliar o método.

Estas espécies foram escolhidas devido à sua relativa importância econômica, por estarem entre as dez espécies com o maior número de indivíduos e por terem sido estudadas anteriormente por Scolforo, Mello e Lima (1994) para obtenção de uma equação de predição de volume considerando a forma do fuste.

Xylopia brasiliensis possui madeira moderadamente pesada (massa específica de 0,70 g/cm³), é indicada para uso interno na construção civil, apresenta crescimento rápido e é útil em reflorestamentos heterogêneos destinados à recomposição de áreas degradadas e de preservação permanente (Lorenzi, 1992).

Copaifera langsdorffii possui madeira moderadamente pesada, com uma massa específica de 0,64 a 0,86 g/cm³, é indicada para construção civil e confecção de móveis, fornece o óleo de copaíba e é considerada medicinal (Lorenzi, 1992 e Carvalho, 1994).

Ocotea odorifera apresenta uma madeira média a pesada, com uma massa específica aparente de 0,70 a 0,80 g/cm³. É bastante conhecida pelo 'safrol', essência largamente utilizada na indústria de cosméticos (Lorenzi, 1992).

Os valores de DAP dos fustes sobreviventes das três espécies foram distribuídos em cinco classes de diâmetro de amplitude crescente: 5-9, 9-17, 17-33, 33-65 e 65-129. Estas classes foram utilizadas por Oliveira Filho et al. (2000) para uma floresta semidecídua do Sudeste do Brasil como uma forma de compensar a redução da densidade nas maiores classes de diâmetro (J invertido). Para cada classe, foram calculadas as taxas de mortalidade/decrécimo, recrutamento/acrécimo e mudança.

As equações de crescimento médio e acelerado produzidas para as três espécies forneceram relações entre idade e tamanho (DAP), iniciando aos 5 cm de diâmetro. Portanto, esta relação permite obter uma idade atual (após 5 cm de DAP) estimada para cada fuste a partir de seu diâmetro presente, bem como projetar os diâmetros futuros partindo da idade inicial. Desta maneira, primeiramente, foi obtida a idade inicial (1996) de cada fuste sobrevivente das três espécies utilizando-se as equações (4), para *X. brasiliensis*, e (5), para *C. langsdorffii* e *O. odorifera*. A partir destas idades, projetou-se o diâmetro futuro, em intervalos de 10 anos, obtido pelo crescimento médio e acelerado, através das equações (6), para *X. brasiliensis*, e (7), para *C. langsdorffii* e *O. odorifera*.

$$D = e^{\left[\frac{\left[\left(\frac{b}{2a} + k \right) * \left(\frac{t+m}{1} \right) + \left(\frac{b}{2a} + k \right) \right]}{\left(\frac{t+m}{1} \right) + 1} \right]} \quad (6)$$

$$D = e^{\left[\frac{\left[\left(\frac{b}{2a} + k \right) * \left(\frac{t+m}{-1} \right) + \left(\frac{b}{2a} + k \right) \right]}{\left(\frac{t+m}{-1} \right) + 1} \right]} \quad (7)$$

Onde:

D = diâmetro futuro

t = idade projetada no futuro para cada fuste a partir da idade inicial (1996);

m, a, b, c e k = já definidos anteriormente.

O volume total com casca para cada indivíduo foi estimado através de equações ajustadas para as três espécies (TABELA 1) a partir de dados de cubagem rigorosa do fuste aproveitável em todas as classes de tamanho obtidos na Reserva Florestal da UFLA por Scolforo, Mello e Lima (1994). As equações foram escolhidas após testar os modelos propostos por Scolforo (1997). Estas equações foram considerada mais adequadas, pois levaram em consideração apenas o diâmetro e não a altura. Isto é particularmente útil para florestas

nativas, nas quais a composição e idade variadas não propiciam boas correlações hipsométricas (Scolforo, 1993).

TABELA 1. Modelos de volume com casca para as três espécies analisadas e seus respectivos coeficientes de determinação (R^2). Dados originais de cubagem rigorosa obtidos por Scolforo, Mello e Lima (1994). Modelos de equação: Dissescu e Mayer, para *C. langsdorffii* e *X. brasiliensis*, e Berkhout, para *O. odorifera* (Scolforo, 1997).

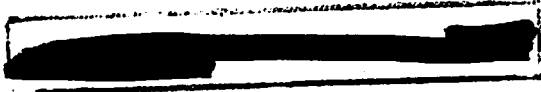
Espécie	Modelo ¹	R^2 (%)
<i>Copaifera langsdorffii</i>	$V = -0,002729 \cdot DAP + 0,000561 \cdot DAP^2$	85,04
<i>Xylopia brasiliensis</i>	$V = 0,001290 \cdot DAP + 0,000472 \cdot DAP^2$	92,57
<i>Ocotea odorifera</i>	$V = 0,000326 \cdot DAP^{2,012036}$	89,89

Para as três espécies, foi estabelecido um ciclo de corte de 30 anos, rotação de 60 anos, e foi simulada a colheita de todos os fustes considerados aproveitáveis para serraria ($DAP \geq 30$ cm e ≥ 45 cm), tanto para crescimento médio como acelerado.

Para cada volume de corte foi aplicada a taxa de mortalidade de cada espécie, assumindo um declínio exponencial constante no volume de madeira (Condit, Hubbel e Foster, 1995). Também foi considerada uma intensidade de dano de 15 % devido à retirada das toras a cada ciclo de corte (Johns, 1988; Uhl e Vieira, 1989), assumindo que este valor é otimista em relação aos danos causados pela exploração em florestas tropicais, porém atingível com métodos razoáveis de baixo impacto (Gullison e Harder, 1993). Por exemplo, se o volume de corte projetado após 30 anos, sem mortalidade, for de $5,0 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, e se a taxa anual de mortalidade for de 2%, então o volume de corte líquido será de $5,0 \times e^{-0,02 \times 30} = 2,74 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$. Ainda, assumindo um dano de 15%, esse valor será de $2,74 \times 0,85 = 2,33 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ (Condit, Hubbel e Foster, 1995).



O recrutamento não foi simulado; portanto, o prognóstico só tratou de caules residuais ≥ 5 cm de DAP, a partir do primeiro corte, em 1996.



4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Parâmetros de dinâmica das populações analisadas

Nos levantamentos feitos em 1992 e 1996, foram encontrados, respectivamente, 6447 e 6080 indivíduos das populações das 51 espécies arbóreas analisadas. Os indivíduos mortos e recrutados totalizaram 1046 e 687, respectivamente. A área basal destas populações nos dois inventários foi de 103,50 e 106,19 m². A área basal dos mortos foi de 10,99 m² e a dos recrutas de 1,76 m², ficando o crescimento em área basal dos sobreviventes em 11,92 m².

Este aumento líquido da área basal dos indivíduos, apesar da redução da densidade, é compatível com o processo de auto-desbaste registrado para esta comunidade como um todo por Oliveira-Filho, Scolforo e Mello (1997). No auto-desbaste, a dimensão média e a biomassa total dos indivíduos aumentam à medida que a densidade caiu. Isto ocorre, em geral, quando a comunidade encontra-se na fase de 'construção' do ciclo silvigenético, no conceito de Hallé, Holdeman e Tomlinson (1978). Estas tendências concordam com o quadro geral de recuperação pós-distúrbio que ocorre em florestas tropicais ao redor do mundo (Goff e West, 1975; Crow, 1980; Gentry e Terborgh, 1990 e Rao et al., 1990).

Dentre as 51 espécies estudadas, houve uma predominância de espécies clímax exigentes de luz: 28 em 51 (55%). As espécies clímax tolerantes à sombra totalizaram 18 (37%), ficando as pioneiras com apenas quatro espécies (8%). A dinâmica destas populações, expressa tanto em número de indivíduos como em área basal, é apresentada abaixo.

4.1.1. Dinâmica populacional expressa em número de indivíduos

A TABELA 2 apresenta os resultados da dinâmica das populações expressa em número de indivíduos. Das 51 espécies analisadas, 32 (63%) diminuíram sua densidade do primeiro para o segundo levantamento ($N_2 < N_1$ ou mortalidade > recrutamento). Entre as outras espécies, 12 (23%) aumentaram sua densidade (recrutamento > mortalidade) e 7 (14%) não sofreram alteração (mortalidade = recrutamento ou nulos).

A maioria das espécies exigentes de luz (EL), 22 em 28 (79%), e todas as quatro pioneiras (PI) apresentaram redução líquida da densidade (mortalidade > recrutamento). Espécies EL e PI apresentaram significativamente mais redução da densidade do que o esperado para o conjunto das populações ($\chi^2 = 3,93$, $P < 0,05$). Entre as 19 espécies tolerantes à sombra (TS), 6 sofreram redução líquida, 8 aumentaram e 5 não se alteraram. As espécies TS apresentaram significativamente menos redução líquida da densidade do que o esperado para o conjunto das populações ($\chi^2 = 6,62$, $P < 0,01$). Os relativos recuo das espécies PI e EL e avanço das TS completam o quadro de recuperação pós-distúrbio da Reserva da UFLA, conforme identificado por Oliveira-Filho, Scolforo e Mello (1997).

As espécies *Miconia pepericarpa* (PI), *Miconia trianae* (EL) e *Myrcia rostrata* (EL) apresentaram as maiores taxas de mortalidade em valores absolutos (-20,3%, -12,4% e -9,6%, respectivamente) e, conseqüentemente, as mais expressivas taxas negativas de mudança. Estas espécies são típicas de habitats com abundância de luz na região, como bordas de floresta e clareiras, e seu recuo provavelmente indica um aumento global do sombreamento na floresta resultante do processo construção.

TABELA 2: Parâmetros de dinâmica de populações para as 51 espécies estudadas expressa em número de indivíduos: N1 = n° inicial de indivíduos, N2 = n° final de indivíduos, Mo = n° de mortos, Re = n° de recrutas, Mo = taxa de mortalidade, Re = taxa de recrutamento, Mu = taxa de mudança, $t_{1/2}$ = meia-vida, t_2 = tempo de duplicação, Es = estabilidade e Ro = rotatividade. Grupos ecológicos: TS = clímax tolerantes à sombra, EL = clímax exigentes de luz e PI = pioneiras.

Espécies e grupos ecológicos		N1	N2	Mo	Re	Mo (%)	Re (%)	Mu (%)	$t_{1/2}$ (anos)	t_2 (anos)	Es (anos)	Ro (anos)
<i>Copaifera langsdorffii</i>	TS	561	542	37	18	-1,69	0,79	-0,86	41,36	88,09	46,73	64,72
<i>Casearia arborea</i>	EL	513	448	146	81	-8,03	3,73	-3,33	8,97	18,93	9,95	13,95
<i>Amaloua guianensis</i>	TS	433	438	55	60	-3,34	3,30	0,29	21,10	21,35	0,25	21,22
<i>Siparuna guianensis</i>	TS	329	416	63	150	-5,18	9,85	6,04	13,72	7,38	6,35	10,55
<i>Ocotea odorifera</i>	TS	390	374	32	16	-2,12	1,10	-1,04	33,04	68,97	35,93	51,01
<i>Tapirira obtusa</i>	EL	357	326	43	12	-3,16	0,83	-2,25	22,28	83,86	61,58	53,07
<i>Miconia argyrophylla</i>	EL	295	279	20	4	-1,74	0,34	-1,38	40,18	204,21	164,03	122,20
<i>Xylopia brasiliensis</i>	TS	240	373	9	142	-0,95	12,32	11,65	73,31	5,97	67,34	39,64
<i>Myrcia rostrata</i>	EL	344	240	114	10	-9,57	0,72	-8,61	7,58	96,62	89,03	52,10
<i>Maprounea guianensis</i>	EL	219	222	13	16	-1,52	1,78	0,34	45,95	39,29	6,66	42,62
<i>Trichilia emarginata</i>	TS	175	203	5	33	-0,96	5,93	3,78	72,55	12,03	60,52	42,29
<i>Ocotea corymbosa</i>	EL	175	176	8	9	-1,16	1,26	0,14	60,10	55,36	4,74	57,73
<i>Rollinia laurifolia</i>	EL	156	153	4	1	-0,65	0,16	-0,48	106,98	433,56	326,58	270,27
<i>Miconia pepericarpa</i>	PI	307	137	183	13	-20,28	1,04	-18,27	3,75	66,99	63,24	35,37
<i>Miconia trianae</i>	EL	192	131	79	18	-12,41	2,27	-9,11	5,93	30,88	24,96	18,40

...continua...

TABELA 2, Cont.

Espécies e grupos ecológicos		N1	N2	Mn	Re	Mo (%)	Re (%)	Mu (%)	t _{1/2} (anos)	t ₂ (anos)	Es (anos)	Ro (anos)
<i>Ixora warmingii</i>	TS	121	125	5	9	-1,05	1,81	0,82	66,36	38,64	27,72	52,50
<i>Cryptocarya aschersoniana</i>	TS	121	121	3	3	-0,63	0,61	0,00	110,37	113,98	3,61	112,17
<i>Miconia chartacea</i>	EL	130	111	31	12	-6,58	2,23	-3,87	10,88	31,43	20,55	21,15
<i>Siphoneugena widgreniana</i>	TS	110	110	6	6	-1,39	1,34	0,00	50,21	52,07	1,86	51,14
<i>Sclerolobium rugosum</i>	EL	135	107	37	9	-7,70	1,63	-5,65	9,34	42,87	33,53	26,11
<i>Protium widgrenii</i>	EL	107	94	14	1	-3,44	0,23	-3,19	20,49	301,71	281,22	161,10
<i>Persea pyrifolia</i>	EL	102	89	14	1	-3,62	0,24	-3,35	19,49	289,16	269,67	154,32
<i>Styrax pohlil</i>	TS	78	73	9	4	-3,02	1,26	-1,64	23,30	55,36	32,06	39,33
<i>Calyptanthes clusiaefolia</i>	TS	88	73	23	8	-7,29	2,20	-4,56	9,85	31,85	22,00	20,85
<i>Cordia sellowiana</i>	EL	67	59	8	0	-3,13	0,00	-3,13	22,49	-	-	-
<i>Lamanonia Ternata</i>	EL	69	57	13	1	-5,09	0,36	-4,66	13,96	192,89	178,93	103,42
<i>Hymenaea courbaril</i>	EL	52	53	0	1	0,00	0,48	0,48	-	144,75	-	-
<i>Bowdichia virgilloides</i>	EL	51	47	5	1	-2,55	0,49	-2,02	27,53	141,80	114,28	84,67
<i>Myrsine lancifolia</i>	EL	49	47	7	5	-3,78	2,46	-1,04	18,68	28,52	9,84	23,60
<i>Piptocarpha macropoda</i>	PI	48	41	9	2	-5,06	1,03	-3,86	14,04	67,64	53,60	40,84
<i>Hirtella hebeclada</i>	TS	36	40	4	8	-2,90	5,14	2,67	24,25	13,83	10,42	19,04
<i>Machaerium nyctitans</i>	EL	39	37	3	1	-1,98	0,63	-1,31	35,35	110,37	75,02	72,86
<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	EL	29	29	5	5	-4,62	4,06	0,00	15,35	17,42	2,07	16,38

...continua...

TABELA 2, Cont.

Espécies e grupos ecológicos		N1	N2	Mo	Re	Mo (%)	Re (%)	Mu (%)	t _{1/2} (anos)	t ₂ (anos)	Es (anos)	Ro (anos)
<i>Croton floribundus</i>	PI	29	27	5	3	-4,62	2,49	-1,77	15,35	28,18	12,84	21,76
<i>Ocotea laxa</i>	TS	28	26	5	3	-4,80	2,58	-1,84	14,78	27,21	12,43	21,00
<i>Byrsonima laxiflora</i>	EL	22	26	1	5	-1,16	5,25	4,26	60,10	13,55	46,55	36,82
<i>Sorocea bonplandii</i>	TS	26	25	1	0	-0,98	0,00	-0,98	71,08	-	-	-
<i>Heteropteris byrsonimifolia</i>	PI	28	24	5	1	-4,80	0,88	-3,78	14,78	79,11	64,33	46,95
<i>Eugenia blastantha</i>	EL	24	23	2	1	-2,15	1,03	-1,06	32,58	67,64	35,06	50,11
<i>Pera glabrata</i>	EL	24	23	3	2	-3,28	2,02	-1,05	21,48	34,66	13,18	28,07
<i>Siphoneugena densiflora</i>	TS	18	18	2	2	-2,90	2,67	0,00	24,25	26,31	2,06	25,28
<i>Duguetia lanceolata</i>	TS	12	18	0	6	0,00	10,67	10,67	-	6,84	-	-
<i>Jacaranda macrantha</i>	EL	18	15	3	0	-4,46	0,00	-4,46	15,89	-	-	-
<i>Myrcia venulosa</i>	EL	17	14	4	1	-6,49	1,44	-4,74	11,02	48,48	37,46	29,75
<i>Machaertium villosum</i>	EL	16	13	3	0	-5,06	0,00	-5,06	14,04	-	-	-
<i>Luehea grandiflora</i>	EL	15	13	3	1	-5,43	1,63	-3,51	13,11	42,87	29,76	27,99
<i>Platypodium elegans</i>	EL	14	12	2	0	-3,78	0,00	-3,78	18,68	-	-	-
<i>Mollinedia widgrenii</i>	TS	10	12	0	2	0,00	4,66	4,66	-1	15,22	-	-
<i>Ocotea pulchella</i>	TS	11	11	0	0	0,00	0,00	0,00	-	-	-	-
<i>Diatenopteryx sorbifolia</i>	EL	11	11	0	0	0,00	0,00	0,00	-	-	-	-
<i>Dalbergia nigra</i>	TS	6	6	0	0	0,00	0,00	0,00	-	-	-	-

Entre as seis espécies com as maiores taxas de recrutamento, apenas *Byrsonima laxiflora* é EL. As outras cinco são todas TS, pertencentes aos sub-grupos das espécies formadoras de banco de imaturos, como *Xylopia brasiliensis* e *Duguetia lanceolata*, ou próprias do sub-bosque, como *Siparuna guianensis*, *Trichilia emarginata* e *Mollinedia widgrenii* (Oliveira-Filho et al., 1995). A expansão das espécies TS é mais um indicativo do aumento global do sombreamento na floresta.

Dentre estas espécies com maiores taxas de mudança positiva, *Siparuna guianensis* destaca-se pela taxa de mortalidade relativamente maior, indicando que o aumento líquido de sua densidade está ocorrendo junto com uma taxa maior de substituição. Em estudo semelhante realizado em uma floresta ripária do município de Bom Sucesso, Minas Gerais, Appolinário (1999) constatou que *Siparuna guianensis*, além de ser muito mais rara, não apresentou recrutas no período de 1990 a 1997, o que demonstra que esta e outras espécies podem apresentar comportamentos discrepantes dependendo da área estudada. Tais diferenças poderiam estar ligadas a fatores ambientais como, por exemplo, propriedades de solo e etapa do ciclo silvigenético.

Para efeito de interpretação, consideramos que taxas de mudança com valores absolutos $> \pm 0,5\%$ representariam espécies instáveis e as consideradas estáveis estariam no intervalo entre $+0,5\%$ e $-0,5\%$. Desta maneira, a maioria das espécies (39 ou 76%) foi considerada instável devido às diferenças entre mortalidade e recrutamento. Entre as poucas estáveis, a maioria pertence ao grupo das TS, como *Amaioua guianensis*, *Cryptocarya aschersoniana*, *Siphoneugena widgreniana*, *Siphoneugena densiflora* e *Ocotea corymbosa*. Entre as espécies EL com maior estabilidade estão *Rollinia laurifolia*, *Diatenopteryx sorbifolia* e *Blepharocalyx salicifolius*. A instabilidade foi proporcionalmente mais acentuada entre as EL.

Os fatores que podem estar interferindo mais fortemente na dinâmica destas populações e causando instabilidade para grande parte das mesmas estão provavelmente ligados ao histórico recente deste fragmento florestal. O efeito borda e as perturbações sofridas no passado certamente contribuem para que a comunidade ainda esteja sofrendo profundas mudanças estruturais. Oliveira-Filho, Scolforo e Mello (1997) relatam, como principais fontes de perturbação no fragmento, antes deste ser transformado em reserva, a extração de madeira, as trincheiras escavadas para coleta de solo e largas trilhas abertas para facilitar o acesso. Entre as espécies mais cortadas antes de 1986 está *Xylopia brasiliensis*, extraída principalmente para confecção de cabos de ferramenta (Pulz, 1998). A alta taxa de recrutamento desta espécie pode estar refletindo sua vigorosa recuperação depois de interrompida sua exploração na Reserva.

4.1.2. Dinâmica populacional expressa em área basal

A TABELA 3 apresenta os resultados da dinâmica das populações expressa em área basal. Das 51 espécies analisadas, 36 (71%) registraram, no período, aumento líquido e 15 (29%), redução líquida na área basal. Este quadro reforça o predomínio, entre as populações estudadas, do aumento líquido da biomassa com a redução da densidade, o qual é típico do processo de auto-desbaste (vide item anterior). Processos dinâmicos semelhantes foram encontrados em dois outros fragmentos florestais da região por Appolinário (1999) e Guilherme (1999). Nos dois casos, os autores interpretaram seu resultados como reflexos da predominância de fases silvigenéticas de construção nas florestas estudadas.

TABELA 3. Parâmetros de dinâmica de populações para as 51 espécies estudadas expressa em número de indivíduos: AB_i = área basal inicial, AB_f = área basal final, Mo = área basal dos mortos, Re = área basal dos recrutados, Cr = crescimento em área basal dos sobreviventes, De = taxas de decréscimo, Ac = taxa de acréscimo, Mu = taxa de mudança, $t_{1/2}$ = meia-vida, t_2 = tempo de duplicação, Ro = rotatividade e Es = estabilidade. Grupos ecológicos: TS = clímax tolerantes à sombra, EL = clímax exigentes de luz e PI = pioneiras.

Espécies e grupos ecológicos		AB_i (cm ²)	AB_f (cm ²)	Mo (cm ²)	Re (cm ²)	Cr (cm ²)	De (%)	Ac (%)	Mu (%)	t_1 (anos)	t_2 (anos)	Ro (anos)	Es (anos)
<i>Copaifera langsdorffii</i>	TS	172052,87	175193,11	8198,48	399,46	10939,26	-1,21	1,61	0,45	57,48	43,44	50,46	14,04
<i>Ocotea odorifera</i>	TS	78556,28	80040,66	4091,14	383,57	5191,95	-1,33	1,73	0,47	52,53	40,43	46,48	12,10
<i>Xyloptia brasiliensis</i>	TS	56075,31	71135,64	1133,61	4062,36	12131,58	-0,51	6,55	6,13	136,45	10,93	73,69	125,52
<i>Persea pyrifolia</i>	EL	68014,96	66877,18	7857,53	21,66	6698,09	-3,02	2,38	-0,42	23,28	29,43	26,35	6,15
<i>Cryptocarya aschersoniana</i>	TS	56168,43	62318,46	101,76	63,20	6188,59	-0,05	2,67	2,63	1529,69	26,27	777,98	1503,42
<i>Ocotea corymbosa</i>	EL	52251,89	57796,34	1867,70	203,30	7208,85	-0,91	3,37	2,55	76,87	20,90	48,88	55,97
<i>Tapirira obtusa</i>	EL	55769,69	56441,94	9379,32	399,43	9652,14	-4,50	4,23	0,30	15,75	16,73	16,24	0,98
<i>Sclerolobium rugosum</i>	EL	66001,62	50695,25	25589,82	223,64	10059,81	-11,54	3,69	-6,38	6,35	19,15	12,75	12,80
<i>Miconia argyrophylla</i>	EL	41635,74	49278,79	2595,42	137,64	10100,83	-1,60	5,65	4,30	43,77	12,61	28,19	31,16
<i>Amaloua guianensis</i>	TS	34562,60	34245,72	3981,74	1398,62	2266,24	-3,01	2,55	-0,23	23,35	27,51	25,43	4,17
<i>Maprounea guianensis</i>	EL	25716,90	30231,87	625,53	428,31	4712,19	-0,61	4,66	4,13	113,29	15,21	64,25	98,07
<i>Casearia arborea</i>	EL	27678,76	26925,67	6929,11	2033,95	4142,07	-6,95	5,16	-0,69	10,32	13,77	12,04	3,45
<i>Hymenaea courbaril</i>	EL	20493,25	22010,37	0,00	5,25	1511,87	0,00	1,80	1,80	—	38,82	38,82	—
<i>Myrcia rostrata</i>	EL	24611,80	21251,31	6772,68	288,66	3123,53	-7,73	3,30	-3,60	9,31	21,35	15,33	12,05
<i>Rollinia laurifolia</i>	EL	18988,51	20533,64	987,06	31,83	2500,36	-1,33	3,18	1,98	52,63	22,15	37,39	30,48
<i>Lamanontia ternata</i>	EL	17718,18	15916,45	2766,40	20,37	944,30	-4,16	1,33	-2,65	17,03	52,30	34,66	35,27

...continua...

TABELA 3, Cont.

Espécies e grupos ecológicos		AB _i (cm ²)	AB _r (cm ²)	Mo (cm ²)	Re (cm ²)	Cr (cm ²)	De (%)	Ac (%)	Mu (%)	t ₁₁ (anos)	t ₂ (anos)	Ro (anos)	Es (anos)
<i>Ixora warmingii</i>	TS	15341,41	15890,05	934,35	355,69	1127,30	-1,56	2,33	0,88	44,82	30,05	37,43	14,77
<i>Siphoneugena widgreniana</i>	TS	14502,40	15524,89	173,10	130,80	1064,79	-0,30	2,00	1,72	231,59	35,00	133,30	196,59
<i>Siparuna gulanensis</i>	TS	11620,29	15189,88	2097,27	3601,79	2065,07	-4,85	10,44	6,93	14,62	6,98	10,80	7,64
<i>Bowdichia virgilioides</i>	EL	14984,72	15165,65	661,02	22,99	818,96	-1,12	1,38	0,30	62,15	50,72	56,43	11,43
<i>Cordia sellowiana</i>	EL	14988,46	14449,73	1123,39	0,00	584,66	-1,93	0,96	-0,91	36,28	72,46	54,37	36,17
<i>Protium widgrenii</i>	EL	14131,68	14067,58	1249,15	23,81	1161,24	-2,29	2,03	-0,11	30,65	34,43	32,54	3,78
<i>Piptocarpha macropoda</i>	PI	12179,76	12790,67	1765,43	54,63	2321,71	-3,84	4,56	1,23	18,40	15,56	16,98	2,84
<i>Trichilia emarginata</i>	TS	9333,76	10826,31	188,97	747,09	934,43	-0,51	4,23	3,78	136,25	16,74	76,49	119,51
<i>Machaerium nycitians</i>	EL	10480,96	10796,53	445,00	24,37	736,20	-1,08	1,77	0,74	64,60	39,58	52,09	25,02
<i>Miconia trianae</i>	EL	12053,66	10690,18	3887,28	445,80	2078,00	-9,27	4,87	-2,96	7,81	14,58	11,20	6,77
<i>Styrax pohlii</i>	TS	8809,29	8907,33	1100,98	136,41	1062,61	-3,28	3,24	0,28	21,46	21,73	21,59	0,27
<i>Miconia pepericarpa</i>	PI	12208,88	6566,42	6956,02	309,63	1003,93	-19,01	2,59	-14,36	3,98	27,13	15,56	23,15
<i>Ocotea pulchella</i>	TS	6123,59	6506,67	0,00	0,00	383,08	0,00	1,53	1,53	—	45,69	45,69	—
<i>Pera glabrata</i>	EL	6154,90	6469,88	119,44	42,83	391,59	-0,49	1,72	1,26	142,18	40,65	91,42	101,52
<i>Miconia chartacea</i>	EL	5626,64	5625,87	1299,04	292,86	1005,41	-6,35	5,33	0,00	11,26	13,35	12,31	2,10
<i>Croton floribundus</i>	PI	4858,18	5238,57	616,80	94,02	903,17	-3,34	4,78	1,90	21,11	14,85	17,98	6,26
<i>Calyptanthus clusiaefolia</i>	TS	5672,34	5159,18	1108,35	193,05	402,14	-5,29	2,53	-2,34	13,45	27,79	20,62	14,34
<i>Ocotea laxa</i>	TS	4183,94	4576,78	148,79	69,56	472,07	-0,90	3,09	2,27	77,26	22,78	50,02	54,49
<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	EL	3890,19	4120,19	191,27	125,07	296,20	-1,25	2,60	1,45	55,69	26,97	41,33	28,72
<i>Machaerium villosum</i>	EL	4622,65	3719,49	1162,05	0,00	258,89	-6,98	1,37	-5,29	10,27	50,88	30,57	40,61

...continua...

TABELA 3, Cont.

Espécies e grupos ecológicos		AB _i (cm ²)	AB _r (cm ²)	Mo (cm ²)	Re (cm ²)	Cr (cm ²)	De (%)	Ac (%)	Mu (%)	t _n (anos)	t _i (anos)	Ro (anos)	Es (anos)
<i>Luehea grandiflora</i>	EL	3728,42	3688,27	288,11	35,09	212,87	-1,99	1,62	-0,27	35,17	43,06	39,11	7,89
<i>Platypodium elegans</i>	EL	2899,84	3125,49	120,48	0,00	346,13	-1,06	2,86	1,89	66,03	24,59	45,31	41,44
<i>Byrsonima laxiflora</i>	EL	2407,19	2933,79	51,74	118,09	460,25	-0,54	5,53	5,07	128,30	12,88	70,59	115,42
<i>Hirtella hebeclada</i>	TS	2516,54	2760,31	112,46	185,72	170,51	-1,14	3,37	2,34	61,34	20,94	41,14	40,40
<i>Heteropteris byrsonimifolia</i>	PI	2580,65	2614,92	224,72	20,37	238,62	-2,25	2,42	0,33	31,13	28,99	30,06	2,13
<i>Myrsine lancifolia</i>	EL	2313,06	2479,58	266,63	117,77	315,38	-3,02	4,38	1,75	23,33	16,15	19,74	7,18
<i>Eugenia blatantha</i>	EL	2223,73	2360,83	84,25	27,23	194,12	-0,96	2,40	1,51	72,48	29,22	50,85	43,26
<i>Sorocea bonplandii</i>	TS	2077,33	2281,60	31,83	0,00	236,10	-0,39	2,73	2,37	180,25	25,76	103,00	154,50
<i>Siphoneugena densiflora</i>	TS	1219,52	1367,04	62,46	48,78	161,20	-1,31	4,05	2,90	53,43	17,45	35,44	35,98
<i>Diatenopteryx sorbifolia</i>	EL	1051,24	1132,75	0,00	0,00	81,51	0,00	1,88	1,88	—	37,13	37,13	—
<i>Jacaranda macrantha</i>	EL	1293,87	1086,60	318,02	0,00	110,75	-6,81	2,07	-4,27	10,52	33,76	22,14	23,24
<i>Duguetia lanceolata</i>	TS	784,58	1053,70	0,00	144,86	124,26	0,00	7,65	7,65	—	9,40	9,40	—
<i>Mollinedia widgrenii</i>	TS	575,04	671,42	0,00	51,92	44,46	0,00	3,95	3,95	—	17,89	17,89	—
<i>Myrcia venulosa</i>	EL	764,02	625,69	224,09	28,72	57,04	-8,31	2,70	-4,87	8,68	26,06	17,37	17,38
<i>Dalbergia nigra</i>	TS	521,46	562,68	0,00	0,00	41,22	0,00	1,92	1,92	—	36,44	36,44	—

Entre as 36 espécies que apresentaram aumento líquido da área basal, 17 são TS, 16 são EL e 3 são PI. Das 15 que sofreram redução, apenas duas são TS, 12 são EL e 1 é PI. Contudo, não pôde ser observada nenhuma tendência particular para os grupos ecológicos. Espécies EL e PI não apresentaram variações na área basal líquida significativamente diferentes do esperado para o conjunto das populações ($\chi^2 = 1,44$, $P > 0,1$), o mesmo sendo observado para as TS ($\chi^2 = 2,42$, $P < 0,01$). No entanto, deve-se salientar que o predomínio do aumento líquido entre as espécies TS indica que o avanço destas mesmas na floresta verifica-se, em geral, tanto em densidade como em área basal. Isto fortalece a evidência de aumento de sua participação relativa na estrutura da comunidade com o progresso da recuperação pós-distúrbio.

A maior parte das espécies estudadas aumentou sua área basal, principalmente pelo crescimento em diâmetro dos indivíduos, como é o caso de *Xylopia brasiliensis*, *Hymenaea courbaril*, *Siparuna guianensis*, *Trichilia emarginata*, *Hirtella hebeclada*, *Byrsonima laxiflora*, *Duguetia lanceolata* e *Mollinedia widgrenii*. Expressivo acréscimo em área basal devido ao recrutamento pôde ser observado em algumas espécies, como *Amaioua guianensis*, *Casearia arborea*, *Siparuna guianensis*, *Styrax pohlil* e *Miconia chartacea*, sendo a maioria destas de pequeno a médio porte. Assim sendo, qualquer acréscimo de indivíduos com DAP ≥ 5 cm aumenta consideravelmente a área basal total para a espécie em questão. *Siparuna guianensis*, por exemplo, não apresentou nenhum indivíduo com DAP > 18 cm. Porém, das espécies que tiveram um acréscimo em área basal, foi a única que apresentou um baixo número de indivíduos mortos e um alto número de recrutas, indicando que a espécie cresceu em área basal principalmente devido ao recrutamento.

Espécies como *Persea pyrifolia* e *Sclerolobium rugosum*, embora apresentassem taxas expressivas de acréscimo em área basal, mostraram mudança líquida negativa. Para estas, os ganhos em área basal, principalmente

71

pelo aumento na circunferência de indivíduos de maior diâmetro não foi superado pela perda de área basal devido à mortalidade. *Persea pyrifolia*, por exemplo, que sofreu uma redução de 102 para 89 indivíduos, foi uma das espécies com maiores valores de crescimento em área basal, mas sua taxa de mudança foi negativa devido à grande perda devida à mortalidade.

4.2. Taxas de crescimento

4.2.1. Crescimento das espécies arbóreas

Os parâmetros das equações ajustadas para o crescimento em função do DAP das 27 espécies analisadas são fornecidos na TABELA 4, juntamente com as taxas de crescimento médio e as trajetórias de diâmetro de 5 cm até 10, 25 e 40 cm de DAP. De uma maneira geral, as equações apresentaram baixos coeficientes de determinação (R^2), que alcançaram valores máximos de 44,47% e 56,05% para os crescimentos médio e acelerado, respectivamente, da espécie *Xylopia brasiliensis*. Houve espécies, no entanto, como *Myrcia rostrata*, *Miconia pepericarpa*, *Miconia trianae* e *Lamanonia ternata*, que apresentaram coeficientes de determinação próximos de zero. A grande variância das taxas de crescimento das árvores de florestas tropicais nativas, principalmente entre as classes de diâmetro menores, é fato largamente conhecido (Lieberman e Lieberman, 1987; Lieberman et al., 1990 e Condit, Hubbel e Foster 1993b). Esta variância relaciona-se principalmente com a grande heterogeneidade do ambiente físico do sub-bosque da floresta, em especial com a distribuição da luz. Desta maneira, o DAP explica pouco a nada das variações da taxa de crescimento e as regressões devem ser vistas como meros instrumentos para se obterem taxas de crescimento médio e acelerado das populações (Richard Condit, comunicação pessoal).

TABELA 4. Trajetórias de DAP, taxas de crescimento médio e parâmetros das regressões para os crescimentos médio e acelerado das 27 espécies com 50 ou mais indivíduos; dados referentes ao período de 1992 a 1997. a, b e c são os coeficientes da regressão quadrática.

Espécies	Idade (anos)			T. Média Cresc. (%)	Parâmetros da regressão			
	10 (cm)	25 (cm)	40 (cm)		A	b	c	R ² (%)
<i>Copaifera langsdorffii</i>	73	166	231	0,91	-0,0029	0,0142	-0,0072	1,85
	41	98	140		-0,0045	0,0206	-0,0059	3,20
<i>Amaioua guianensis</i>	56	240	-	1,11	-0,0010	-0,0036	0,0234	5,39
	32	130	-		-0,0079	-0,0103	0,0455	6,14
<i>Casearia arborea</i>	27	-	-	2,47	-0,0120	0,0412	-0,0080	3,73
	17	-	-		-0,0098	0,0218	0,0362	5,59
<i>Ocotea odorifera</i>	59	153	243	1,03	-0,0029	0,0116	0,0003	3,67
	32	86	138		-0,0055	0,0224	-0,0026	4,35
<i>Tapirira obtusa</i>	21	60	-	2,82	-0,0032	0,0048	0,0354	5,70
	13	37	-		-0,0024	-0,0063	0,0748	7,93
<i>Miconia argyrophylla</i>	16	53	-	3,36	-0,0095	0,0262	0,0282	12,36
	10	35	-		-0,0002	-0,0356	0,1392	20,29
<i>Siparuna guianensis</i>	32	-	-	2,33	0,0167	-0,0809	0,1159	1,77
	20	-	-		0,0147	-0,0711	0,1040	1,49
<i>Xylopia brasiliensis</i>	11	36	68	4,87	0,0153	-0,0804	0,1326	44,47
	8	28	51		0,0017	-0,0512	0,1775	56,05
<i>Myrcia rostrata</i>	35	-	-	1,97	0,0038	-0,0193	0,0432	0,29
	20	-	-		0,0090	-0,0478	0,0929	1,14
<i>Maprounea guianensis</i>	31	68	-	2,35	-0,0173	0,0864	-0,0751	5,65
	18	43	-		-0,0241	0,1110	-0,0839	6,79
<i>Ocotea corymbosa</i>	31	75	112	1,98	-0,0067	0,0302	-0,0104	5,74
	19	46	69		-0,0112	0,0498	-0,0172	8,67
<i>Rollinia laurifolia</i>	38	95	-	1,79	-0,0100	0,0454	-0,0317	3,19
	23	57	-		-0,0166	0,0805	-0,0580	2,52
<i>Trichilia emarginata</i>	50	-	-	1,40	0,0052	-0,0328	0,0581	5,29
	30	-	-		0,0158	-0,0870	0,1328	8,72
<i>Miconia pepericarpa</i>	34	-	-	2,10	0,0179	-0,0720	0,0919	0,46
	22	-	-		0,0354	-0,1369	0,1625	1,00
<i>Cryptocarya aschersoniana</i>	43	94	129	1,67	-0,0059	0,0302	0,0200	5,54
	23	56	78		-0,0059	0,0275	0,0029	8,29
<i>Ixora warmingii</i>	57	162	-	1,04	0,0014	-0,0112	0,0288	3,30
	34	100	-		0,0021	-0,0185	0,0486	5,14
<i>Miconia trianae</i>	28	-	-	2,57	-0,0025	0,0168	0,0017	1,10
	17	-	-		-0,0060	0,0333	-0,0017	0,84

...continua...

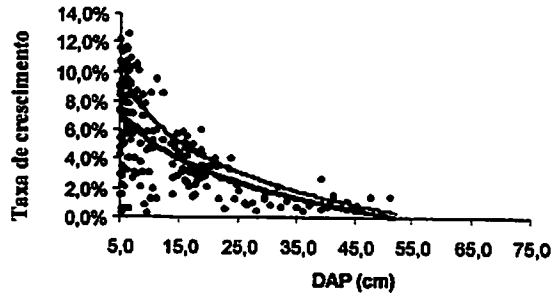
TABELA 4, Cont.

Espécies	Idade (anos)			T. Cresc. Média (%)	Parâmetros da regressão			
	10 (cm)	25 (cm)	40 (cm)		A	b	c	R ² (%)
<i>Siphoneugena widgreniana</i>	72	184	-	0,90	0,0032	-0,0171	0,0309	1,14
	40	108	-		0,0030	-0,0194	0,0438	2,57
<i>Miconia chartacea</i>	26	-	-	2,64	-0,0206	0,0708	0,0322	2,61
	17	-	-		-0,0226	0,0657	0,0003	3,61
<i>Sclerolobium rugosum</i>	15	35	51	4,12	-0,0148	0,0693	-0,0318	9,04
	8	22	32		-0,0131	0,0475	0,0405	15,48
<i>Protium widgrenii</i>	37	131	-	1,46	0,0019	-0,0203	0,0512	10,82
	22	78	-		0,0045	-0,0408	0,0953	15,36
<i>Persea pyrifolia</i>	30	81	116	1,62	-0,0002	-0,0045	0,0328	8,89
	18	48	70		-0,0028	0,0048	0,0395	16,35
<i>Styrax pohlilii</i>	35	102	-	1,76	-0,0056	0,0202	0,0018	2,25
	19	58	-		-0,0009	-0,0097	0,0590	4,31
<i>Calyptranthes clusiaefolia</i>	60	-	-	1,12	-0,0170	0,0741	-0,0672	3,58
	33	-	-		-0,0236	0,0986	-0,0802	3,94
<i>Cordia sellowiana</i>	74	235	-	0,59	0,0013	-0,0110	0,0257	3,89
	38	127	-		-0,0002	-0,0078	0,0346	8,39
<i>Lamanonia ternata</i>	89	228	-	0,69	0,0022	-0,0123	0,0231	0,47
	46	120	-		0,0044	-0,0246	0,0464	0,81
<i>Hymenaea courbaril</i>	54	133	188	1,10	-0,0019	0,0074	0,0057	4,47
	31	80	119		-0,0031	0,0103	0,0148	10,79

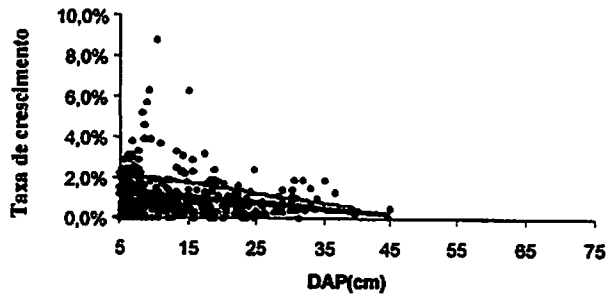
Obs.: Para cada espécie, a idade representa o tempo em anos necessário para as árvores crescerem de 5 cm até 10, 25 e 40 cm de DAP, sendo a primeira linha referente ao crescimento médio e a segunda ao crescimento acelerado.

Os ajustes das equações para as espécies *Xylopia brasiliensis*, *Ocotea odorifera* e *Copaifera langsdorffii* ilustram bem a situação. Apesar de apresentarem um coeficiente de determinação relativamente baixo, as curvas ajustadas acompanharam claramente, para as diversas classes de DAP, as taxas de crescimento médio e crescimento médio mais desvio padrão (FIGURA 3).

Xylopia brasiliensis



Ocotea odorifera



Copaifera langsdorffii

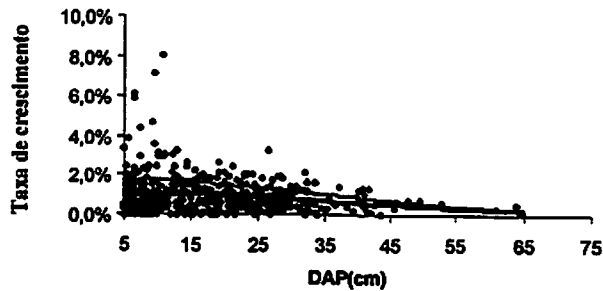


FIGURA 3. Curvas de crescimento médio (inferior) e acelerado (superior) ajustadas para três espécies. Cada ponto representa a taxa de crescimento para cada fuste individual no intervalo entre os censos (1992–1996).

O tempo que as espécies demorariam para alcançar 10, 25 e 40 cm de DAP, tanto sob crescimento médio como acelerado, variou consideravelmente para as 27 espécies analisadas (TABELA 4). *Xylopia brasiliensis* foi a espécie que atingiu mais rapidamente um DAP de 10 cm pela trajetória de crescimento médio (11 anos). Contudo, para diâmetros de 25 e 40 cm, a espécie mais rápida, pelo crescimento médio, seria *Sclerolobium rugosum*, com 22 e 32 anos, respectivamente. As tendências são semelhantes para o crescimento acelerado. Espécies de crescimento mais rápido incluem ainda *Miconia argyrophylla*, *Tapirira obtusa*, *Miconia chartacea*, *Miconia trianae*, *Casearia arborea*, *Maprounea guianensis*, *Siparuna guianensis* e *Miconia pepericarpa*, todas com taxas de crescimento médio acima de 2% ano⁻¹. Dentre estas, contudo, apenas *Miconia argyrophylla*, *Casearia arborea* e *Tapirira obtusa* tornam-se árvores de maior porte.

Entre as espécies de crescimento mais lento, destacam-se *Lamanonia ternata*, *Cordia sellowiana*, *Copaifera langsdorffii* e *Siphoneugena widgreniana*. *Copaifera langsdorffii*, por exemplo, demoraria 73, 166 e 231 anos para alcançar 10, 25 e 40 cm de DAP, respectivamente, pelo crescimento médio. Pelo crescimento acelerado, estes mesmos valores caem para 41, 98 e 140 anos. Somente oito espécies – *Copaifera langsdorffii*, *Ocotea odorifera*, *Xylopia brasiliensis*, *Ocotea corymbosa*, *Cryptocarya aschersoniana*, *Sclerolobium rugosum*, *Persea pyrifolia* e *Hymenaea coubaril* – alcançaram DAPs ≥ 40 cm, indicando que para estas espécies serem manejadas é necessário a adoção de tratamentos silviculturais que reduzam a competição, visando promover um aumento em sua taxa de crescimento. Dentre estas, destaca-se *Sclerolobium rugosum*, pelo rápido crescimento (0,78 cm.ano⁻¹ em média), indicando um potencial de manejo se adotado tratamentos silviculturais que permitam um o aumento em sua taxa de crescimento além do ser uma espécie que apresenta uma madeira moderadamente pesada (densidade 0,69 g/cm³), dura e de boa

resistência mecânica, sendo muito empregada localmente para construção civil, pontes, dormentes, moirões e estacas (Lorenzi, 1992).

Com o propósito de verificar a existência de diferentes estratégias de crescimento para as 27 espécies analisadas, estas foram organizadas em um espaço tridimensional de acordo com o crescimento acelerado máximo, DAP máximo alcançado e tempo de vida projetado máximo, numa abordagem baseada em Lieberman et al. (1990) (FIGURA 4). Com o propósito de facilitar a interpretação e discussão, as espécies foram divididas em três grupos, de acordo com sua distribuição.

As espécies do Grupo 1 apresentaram DAP máximo superior a 40 cm e são todas árvores de grande porte. Estas podem ser divididas em duas tendências de crescimento: *Copaifera langsdorffii*, *Persea pyrifolia* e *Cryptocarya aschersoniana* mostraram crescimento (máximo acelerado) relativamente mais lento – 1,76, 3,08 e 4,00% ano⁻¹, respectivamente – e longevidade (tempo de vida projetado máximo) maior – 260, 153 e 122 anos, respectivamente. Por outro lado, *Xylopia brasiliensis* e *Sclerolobium rugosum* mostraram tendência inversa, ou seja, crescimento mais rápido – 9,97 e 8,29% ano⁻¹, respectivamente – e longevidade menor – 90 e 58 anos, respectivamente Lieberman et al. (1990), Korning e Balslev (1994b) encontraram tendências de crescimento semelhantes para espécies de dossel em florestas da Costa Rica e Equador, respectivamente, as quais também variaram de crescimento mais lento e longevidade maior a crescimento mais rápido e longevidade mais curta.

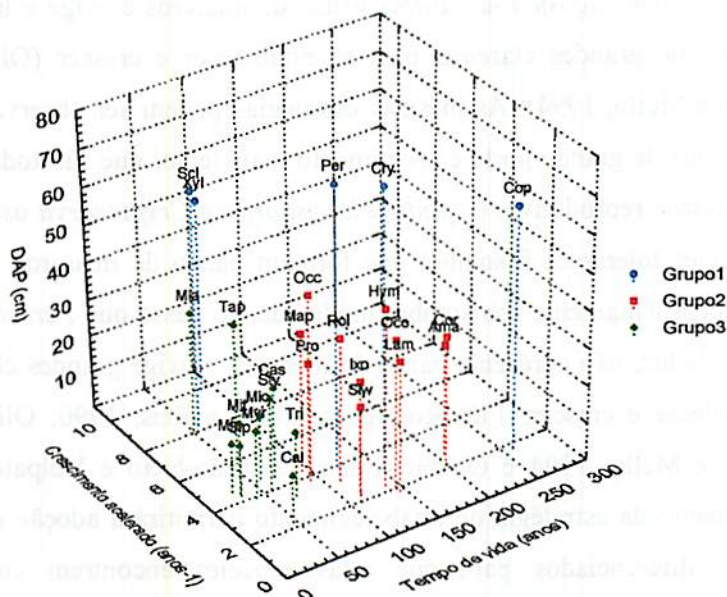


FIGURA 4. Espaço tridimensional com a distribuição das 27 espécies ≥ 50 indivíduos de acordo com os máximos para crescimento acelerado, DAP e tempo de vida projetado. **Ama**, *Amaioua*; **Caa**, *Casearia*; **Cal**, *Calypttranthes*; **Cop**, *Copaifera*; **Cor**, *Cordia*; **Cry**, *Cryptocarya*; **Hym**, *Hymenaea*; **Ixo**, *Ixora*; **Lam**, *Lamanonia*; **Map**, *Maprounea*; **Mia**, *Miconia argyrophylla*; **Mic**, *M. chartacea*; **Mip**, *M. pepericarpa*; **Mit**, *M. trianae*; **Myr**, *Myrcia*; **Occ**, *Ocotea corymbosa*; **Oco**, *O. odorifera*; **Per**, *Persea*; **Pro**, *Protium*; **Scl**, *Sclerolobium*; **Sip**, *Siparuna*; **Siw**, *Siphoneugena*; **Sty**, *Styrax*; **Tap**, *Tapirira*; **Tri**, *Trichilia*; **Xyl**, *Xylopia*; Os grupos 1, 2 e 3 referem-se às estratégias discutidas no texto. Vide nomes completos das espécies na TABELA 4.

No presente caso, as espécies de grande porte e crescimento mais rápido são ambas emergentes na maturidade reprodutiva, embora tenham estratégias de crescimento diferentes. *Xylopia brasiliensis*, mais tolerante à sombra, forma um banco de imaturos persistentes, os quais crescem rapidamente mediante pequenas aberturas no dossel (Oliveira-Filho, Camisão-Neto e Volpato, 1996).

Já *Sclerolobium rugosum* não forma banco de imaturos e exige a luminosidade abundante de grandes clareiras para se estabelecer e crescer (Oliveira-Filho, Scolforo e Mello, 1994). As mesmas estratégias podem ser observadas para as três espécies de grande porte e crescimento mais lento, que são todas de dossel na maturidade reprodutiva. *Copaifera langsdorffii* e *Cryptocarya aschersoniana* são espécies tolerantes à sombra que formam banco de imaturos persistentes, que crescem lentamente sob sombra moderada, ao passo que *Persea pyrifolia* é exigente de luz, não apresenta banco de imaturos e exige grandes clareiras para se estabelecer e crescer (Piña-Rodrigues, Costa e Reis, 1990; Oliveira Filho, Scolforo e Mello, 1994 e Oliveira-Filho, Camisão-Neto e Volpato, 1996). O conhecimento da estratégia de estabelecimento permitirá a adoção de cortes de liberação diferenciados para que estas espécies encontrem condições de crescerem mais rapidamente.

As espécies exigentes de luz do Grupo 1, *Persea pyrifolia* e *Sclerolobium rugosum*, são representadas quase exclusivamente por indivíduos adultos da área (Oliveira-Filho, Scolforo e Mello, 1994), indicando que as mesmas devem ter encontrado, no passado, boas condições para crescimento, tornando-se parte do dossel da floresta. Este fato concorda com o passado de perturbações da Reserva, e com a atual fase de recuperação e construção.

As 11 espécies do Grupo 2 tiveram seu DAP máximo entre 30 e 50 cm. É um grupo heterogêneo de espécies de porte intermediário a grande (sub-dossel a dossel), em que a longevidade máxima variou entre 97 e 145 anos e o crescimento acelerado máximo variou entre 1,82 e 4,37% ano⁻¹. As quatro espécies de maior porte – *Hymenaea courbaril*, *Cordia sellowiana*, *Ocotea corymbosa* e *Rollinia laurifolia* – são todas de dossel na maturidade e exigentes de luz, não formando banco de imaturos persistentes, dependendo de grandes perturbações no dossel para se estabelecer e crescer (Piña-Rodrigues, Costa e Reis, 1990; Oliveira-Filho, Scolforo e Mello, 1994). As três espécies exigentes

de luz e de porte intermediário – *Lamanonia ternata*, *Protium widgrenii* e *Maprounea guianensis* – são características de áreas de dossel baixo e/ou aberto, provavelmente correspondendo a fases silvigenéticas de construção.

As quatro espécies do Grupo 2 classificadas como tolerantes à sombra – *Amaioua guianensis*, *Ocotea odorifera*, *Ixora warmingii* e *Siphoneugena widgreniana* – são típicas de subdossel, podendo permanecer longos períodos ou a vida inteira sob condições de baixa luminosidade (Oliveira-Filho, Scolforo e Mello, 1994; Oliveira-Filho, Camisão-Neto e Volpato, 1996 e 1996; Piña-Rodrigues, Costa e Reis, 1990). Com exceção de *Ocotea odorifera*, que pode atingir o dossel com grandes dimensões, as demais espécies normalmente atingem a maturidade reprodutiva na sombra da floresta, raramente atingindo o dossel.

O Grupo 3 é composto por 11 espécies de porte menor, que não ultrapassaram 30 cm de DAP máximo, possuem longevidade relativamente curta (máximo de 70 anos) e crescimento acelerado máximo variável. As três espécies de maior porte do grupo – *Miconia argyrophylla*, *Tapirira obtusa* e *Casearia arborea* – são todas exigentes de luz e destacam-se pelas taxas de crescimento mais rápidas (5,84% a 8,12% ano⁻¹). As demais espécies exigentes de luz – *Minonia chartacea*, *M. trianae*, *M. pepericarpa* e *Myrcia rostrata* – têm porte e taxas de crescimento menores. As espécies exigentes de luz do Grupo 3 são, em geral, características de fases iniciais de construção do ciclo silvigenético, sendo particularmente comuns nas bordas do fragmento florestal ou nas áreas que sofreram perturbações mais severas no passado (Oliveira-Filho, Scolforo e Mello, 1997). Sua estratégia é a ocupação rápida de clareiras, alta fecundidade um ciclo de vida mais curto (Piña-Rodrigues, Costa e Reis, 1990).

O Grupo 3 apresenta ainda quatro espécies tolerantes à sombra: *Siparuna guianensis*, *Trichilia emarginata*, *Calypttranthes clusiaefolia* e *Styrax pohlii*. Com exceção da última, que atinge normalmente o dossel, estas espécies são

características de sub-bosque ou sub-dossel, apresentando estratégias de estabelecimento, crescimento e reprodução sob baixa luminosidade (Piña-Rodrigues, Costa e Reis, 1990). Estas seguiram a mesma tendência observada por Lieberman et al. (1990) para espécies de sub-bosque em La Selva, Costa Rica, mostrando taxas de crescimento baixas e longevidade curta.

4.2.2. Trajetórias de crescimento

Foram observados diversos tipos de trajetórias de crescimento médio e acelerado em DAP para as 27 espécies analisadas, concordando com os diversos padrões encontrados por Condit, Hubbel e Foster (1995), no Panamá, e por Apollinario (1999), em Bom Sucesso, Minas Gerais, utilizando o mesmo método. Curvas simulando as trajetórias de crescimento em função da idade são apresentadas nas FIGURAS 5 a 7, para 15 das 27 espécies analisadas.

De uma maneira geral, as curvas de crescimento médio e acelerado tiveram formas semelhantes. Algumas mostraram trajetórias de DAP sigmoidal, ou seja, com tendência a diminuir o crescimento com aumento da idade. Estas foram *Copaifera langsdorffii*, *Xylopia brasiliensis*, *Cryptocarya aschersoniana* e *Sclerolobium rugosum*, no Grupo 1 (FIGURA 5); *Rollinia laurifolia* e *Ocotea corymbosa*, no Grupo 2 (FIGURA 6); e *Miconia argyrophylla* e *Casearia arborea*, no Grupo 3 (FIGURA 7). O tempo para iniciar a redução das taxas de crescimento variou muito. *Copaifera langsdorffii*, por exemplo, demoraria aproximadamente 350 anos para sua curva começar a desaceleração, enquanto para *Casearia arborea*, isto se daria em menos de 100 anos.

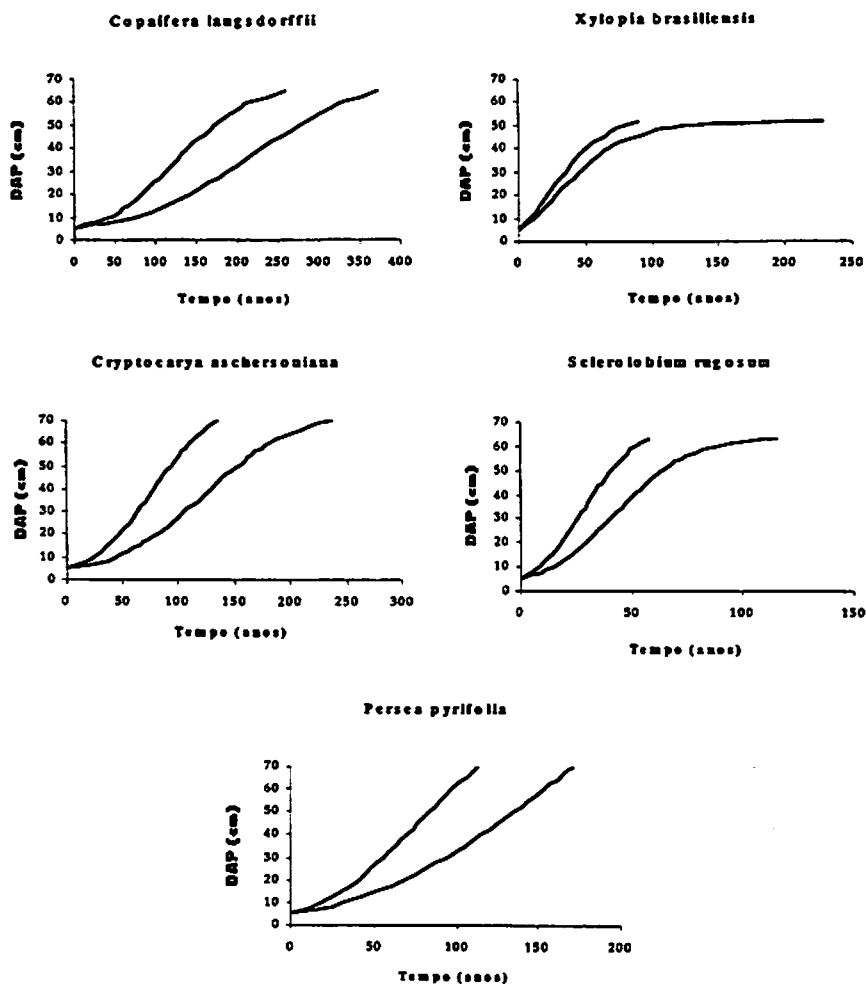


FIGURA 5. Trajetórias de DAP em relação ao tempo projetadas para cinco espécies do Grupo 1 (ver FIGURA 4). A curva inferior representa o crescimento médio e a curva superior o crescimento acelerado.

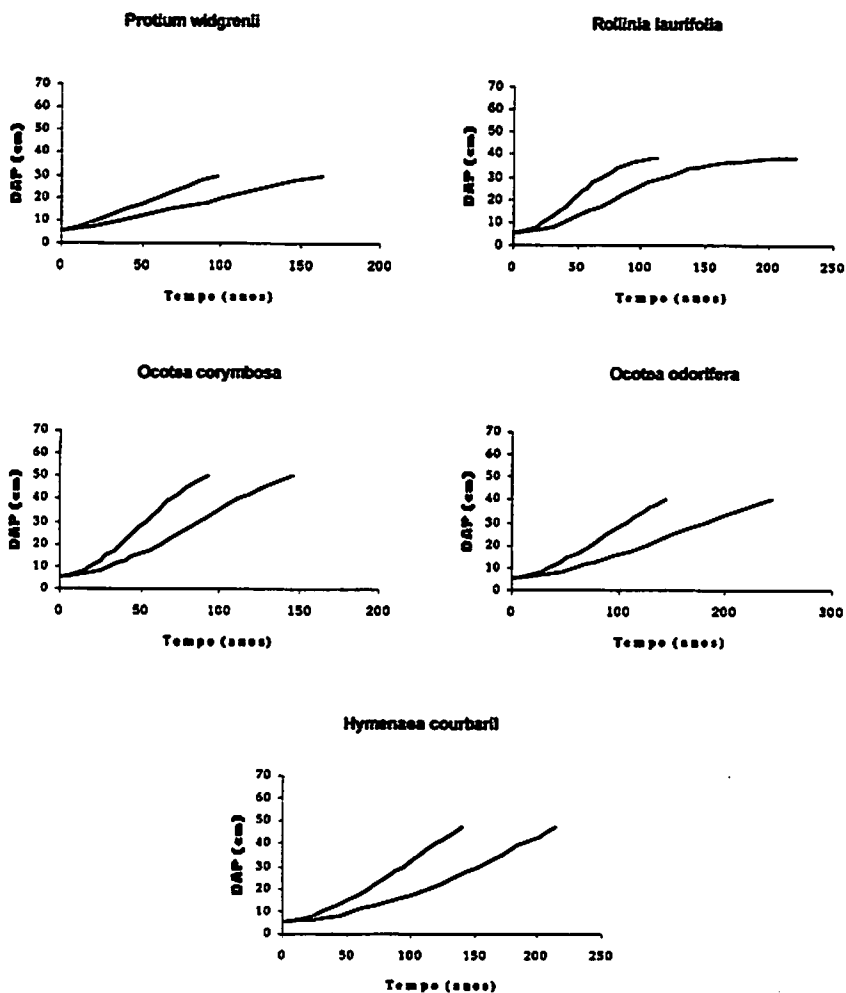
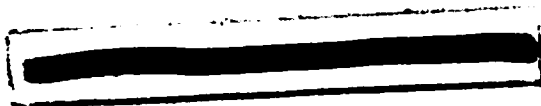


FIGURA 6. Trajetórias de DAP em relação ao tempo projetadas para cinco espécies do Grupo 2 (ver FIGURA 4). A curva inferior representa o crescimento médio e a curva superior o crescimento acelerado.

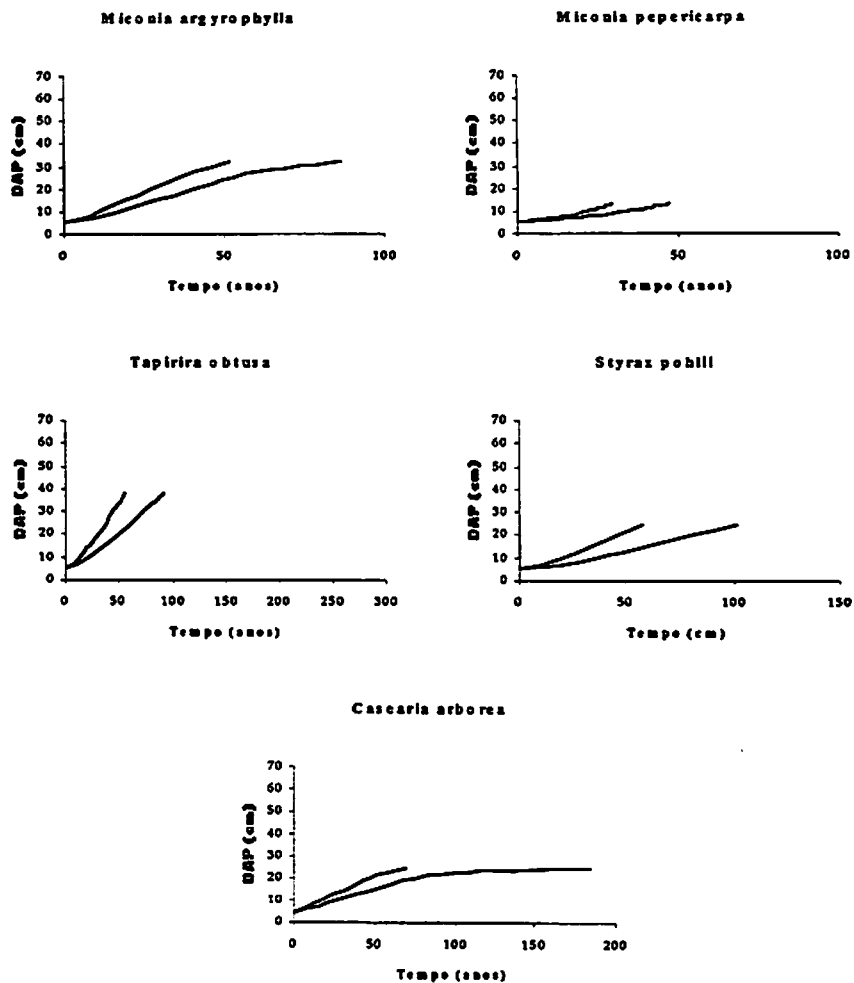


FIGURA 7. Trajetórias de DAP em relação ao tempo projetadas para cinco espécies do Grupo 3 (ver FIGURA 4). A curva inferior representa o crescimento médio e a curva superior o crescimento acelerado.

A tendência sigmoidal parece surgir para as espécies em que pelo menos alguns indivíduos se aproximaram do final do ciclo de crescimento, quando o diâmetro passa a aumentar muito pouco. A maioria das espécies do Grupo 1 (FIGURA 5), todas de grande porte, apresentaram esse tipo de curva provavelmente porque contam com indivíduos que reduziram o crescimento após alcançarem o dossel ou se tornarem emergentes. As outras espécies que apresentaram esse padrão estão todas entre as de maior porte dos Grupos 2 e 3 (FIGURAS 6 e 7) e também devem contar com indivíduos que se aproximaram do final do ciclo de crescimento, alcançado porém em tempos menores que as espécies do Grupo 1.

Quatro espécies – *Persea pyrifolia*, *Hymenaea courbaril*, *Miconia pepericarpa* e *Tapirira obtusa* – mostraram trajetórias do tipo exponencial, ou seja, o crescimento aparentemente se acelera com a idade (FIGURAS 5 a 7). As espécies são de grupos diferentes e a única característica comum é serem todas exigentes de luz ou pioneiras. Uma possível explicação para estes padrões seria que estas populações não contariam, na área, com indivíduos próximos de completar o ciclo de crescimento. Esta hipótese, porém, não se sustenta, pois há indivíduos de grande porte de todas elas na Reserva. Além disso, como se explicaria o fato de que as espécies de crescimento mais lento e maior longevidade (modelo sigmoidal) teriam se aproximado do final do seu ciclo ao contrário destas de crescimento mais rápido (modelo exponencial)? O mais provável é que estas espécies exigentes de luz realmente crescem de forma acelerada até a morte dos indivíduos, padrão este já identificado para algumas espécies no Panamá por Condit, Hubbel e Foster (1993a).

Três espécies – *Protium widgrenii*, *Ocotea odorifera*, e *Styrax pohlil* – mostraram curvas com uma trajetória quase retilínea. Condit, Hubbel e Foster (1993a) encontraram tendências semelhantes para várias espécies estudadas no Panamá, em que as taxas de crescimento variaram tão pouco que as trajetórias de

DAP foram essencialmente uma linha reta. Várias explicações são possíveis para estes padrões não sigmoidais: (a) é provável que, como nos modelos exponenciais acima, estas espécies realmente nunca desacelerem seu crescimento; (b) estas espécies também podem ser imigrantes recentes na comunidade e ainda não atingiram a fase final do ciclo de crescimento; e (c) a variância das taxas de crescimento é tão alta que se torna impossível detectar diferenças significativas nas taxas de crescimento entre classes de DAP.

4.3. Prognóstico de produção para três espécies arbóreas

4.3.1. Dinâmica populacional por classe diamétrica: número de indivíduos

As TABELAS 5 a 7 apresentam as distribuições de freqüências nas classes de diâmetro para *Copaifera langsdorffii*, *Ocotea odorifera* e *Xylopia brasiliensis* nos levantamentos de 1992 e 1996. Em um total de 6080 fustes mensurados na área estudada em 1996, a espécie que apresentou um maior número final de fustes sobreviventes nas classes 5-9, 9-17, 17-33, 33-65, 65-129, foi *Copaifera langsdorffii* (365 fustes), sendo 64 fustes ≥ 30 cm de DAP. As espécies *Xylopia brasiliensis* e *Ocotea odorifera* apresentaram 24 e 23 fustes ≥ 30 cm de DAP, respectivamente. A partir daqui, estas espécies serão tratadas apenas pelo seu nome genérico.

As maiores taxas de mortalidade e recrutamento ocorreram principalmente nas primeiras classes diamétricas, entre 5 e 17 cm de DAP, para *Copaifera* e *Ocotea*, e entre 5 e 9 cm de DAP para *Xylopia*. *Copaifera* foi a espécie que apresentou a maior mortalidade nas classes 3 e 4. Por outro lado *Xylopia* apresentou a maior taxa de recrutamento. Estudando a comunidade na mesma área, Pulz (1998) observou que o maior número de árvores que morreram estava concentrado na menor classe de diâmetro (5-10 cm).

Apollinario (1999), em sua área de estudo em Bom Sucesso, Minas Gerais, verificou que a comunidade também apresentou uma mortalidade, em número de indivíduos maior, na primeira classe diamétrica (5-9 cm). Porém, proporcionalmente nas maiores classes de diâmetro, a ocorrência de qualquer mortalidade assume uma importância muito significativa, devido à menor abundância de fustes nestas classes. Somente *Xylopia* apresentou uma tendência em aumentar seu número de fustes em todas as classes de diâmetro, pois obteve taxas de mudança positivas. No entanto deve-se salientar que o crescimento utilizado não foi o de uma floresta sujeita a exploração e ao refinamento ecortes de liberação periódicos. Esta prática possibilita um desenvolvimento maior das plantas em um menor tempo podendo alterar por completo a tendência detectada neste estudo.

Na possibilidade de implementação de uma estratégia de manejo para a floresta em questão, deve-se levar em consideração, através dos dados obtidos pelas taxas de mortalidade e recrutamento por classe diamétrica, a possibilidade das espécies estarem aumentando ou diminuindo seu número total de fustes em diferentes classes de DAP.

TABELA 5. Número de fustes e taxas de (Mo) mortalidade, (Re) recrutamento e (Mu) mudança por classe diamétrica para o período de, 1992-1996 para *Xylopia brasiliensis*.

Classes de DAP (cm)	Nº inicial de fustes em 1992	Nº final de fustes em 1996	Nº de fustes mortos	Nº de fustes recrutadas	Mo (%)	Re (%)	Mu (%)
5 - 9	117	219	7	138	-1,53	28,23	16,96
9 - 17	47	55	0	4	0,00	1,91	4,01
17 - 33	58	79	2	0	-0,87	0,00	8,03
33 - 65	18	20	0	0	0,00	0,00	2,67
65 - 129	0	0	0	0	-	-	0
Total	240	373	9	142	-0,95	12,73	11,65

TABELA 6. Número de fustes e taxas de (Mo) mortalidade, (Re) recrutamento e (Mu) mudança por classe diamétrica para o período de, 1992-1996 para *Copaifera langsdorffii*.

Classes de DAP (cm)	Nº inicial de fustes em 1992	Nº final de fustes em 1996	Nº de fustes mortos	Nº de fustes recrutadas	Mo (%)	Re (%)	Mu (%)
5 - 9	175	177	12	18	-1,76	2,72	0,28
9 - 17	138	120	13	0	-2,44	0,00	-3,43
17 - 33	216	204	11	0	-1,30	0,00	-1,42
33 - 65	32	40	1	0	-0,79	0,00	5,74
65 - 129	0	1	0	0	-	0,00	0
Total	561	542	37	18	-1,69	0,85	-0,86

TABELA 7. Número de fustes e taxas de (Mo) mortalidade, (Re) recrutamento e (Mu) mudança por classe diamétrica para o período de, 1992-1996 para *Ocotea odorifera*.

Classes de DAP (cm)	Nº inicial de fustes em 1992	Nº final de fustes em 1996	Nº de fustes mortos	Nº de fustes recrutadas	Mo (%)	Re (%)	Mu (%)
5 - 9	152	141	17	16	-2,92	3,06	-1,86
9 - 17	118	112	9	0	-1,96	0,00	-1,30
17 - 33	110	109	6	0	-1,39	0,00	-0,23
33 - 65	10	12	0	0	0,00	0,00	4,66
65 - 129	0	0	0	0	-	-	0
Total	390	374	32	16	-2,12	1,10	-1,04

4.3.2. Dinâmica populacional por classe diamétrica: área basal

As três espécies estudadas apresentaram uma mudança positiva em área basal no período de 1992 a 1996 (TABELAS 8 a 10). *Xylopia* apresentou aumento em área basal para as classes 1, 3 e 4, *Ocotea* nas classes 3 e 4 e *Copaifera* somente na classe 4. O aumento em área basal nas maiores classes diamétricas, para estas três espécies, confirma a tendência observada para as demais espécies estudadas na área, indicando que estas espécies estão tendo um aumento líquido em área basal, principalmente nas maiores classes de diâmetro. *Xylopia*, apresentou um ganho em área basal significativo através do recrutamento, porém este resultado não superou o crescimento na classe 4.

Por outro lado, ocorreram perdas de área basal por classe diamétrica nas três espécies estudadas, sendo que *Copaifera* obteve uma maior perda, principalmente nas classes 2 e 3 ($-6.257,36 \text{ cm}^2$). Esta espécie apresentou, ainda, decréscimo em área basal em quase todas as classes de diâmetro, sendo que as classes 3 e 4 obtiveram uma maior perda ($-6.092,77 \text{ cm}^2$) em relação às demais.

4.3.3. Volume de madeira

Conforme se pode observar na TABELA 11, o volume por hectare para as três espécies estudadas em 1996 foi de $36 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ com um incremento médio de $0,67 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$. A espécie que apresentou o maior volume no período de 1992 a 1996 foi *Copaifera*, com 18 e $20 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, respectivamente, sendo que o seu incremento médio foi de $0,35 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$. *Ocotea odorifera* e *Xylopia brasiliensis* obtiveram, respectivamente, volumes de 7 e $9 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, em 1996, e um incrementos médios de 0,11 e $0,39 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$.

TABELA 8. Área basal inicial (AB_i), final (AB_f), acrescentada por crescimento (Cr), dos mortos (Mo) e dos recrutas (Re) por classe diamétrica para *Xylopia brasiliensis*.

Classes	AB_i (cm ²)	AB_f (cm ²)	Cr (cm ²)	Mo (cm ²)	Re (cm ²)
5 - 9	3370,10	7040,17	3670,07	194,03	3715,40
9 - 17	6904,29	5540,36	-1363,92	263,10	346,95
17 - 33	20893,94	29732,64	8838,69	676,47	0
33 - 65	23773,35	27688,84	3915,48	0	0
65 - 129	0	0	0	0	0
Total	54941,70	70002,03	15060,33	1133,61	4062,36

TABELA 9. Área basal inicial (AB_i), final (AB_f), acrescentada por crescimento (Cr), dos mortos (Mo) e dos recrutas (Re) por classe diamétrica para *Copaifera langsdorffii*.

Classes	AB_i (cm ²)	AB_f (cm ²)	Cr (cm ²)	Mo (cm ²)	Re (cm ²)
5 - 9	5806,67	5860,35	53,69	447,28	399,47
9 - 17	16262,11	14569,20	-1692,90	1658,41	0
17 - 33	98329,70	93765,34	-4564,36	4394,18	0
33 - 65	43455,90	52799,72	9343,82	1698,59	0
65 - 129	0	0	0	0	0
Total	163854,39	166994,63	3140,24	8198,48	399,46

TABELA 10. Área basal inicial (AB_i), final (AB_f), acrescentada por crescimento (Cr), dos mortos (Mo) e dos recrutas (Re) por classe diamétrica para *Ocotea odorifera*.

Classes	AB_i (cm ²)	AB_f (cm ²)	Cr (cm ²)	Mo (cm ²)	Re (cm ²)
5 - 9	5149,74	4806,36	-343,38	621,89	383,57
9 - 17	14234,49	13330,06	-904,43	1233,15	0
17 - 33	43962,57	44239,65	277,08	2236,09	0
33 - 65	11118,32	13573,44	2455,11	0	0
65 - 129	0	0	0	0	0
Total	74465,14	75949,52	1484,38	4091,14	383,57

Xylopia apresentou o maior incremento em volume, ocasionado principalmente pelo aumento em área basal e pela alta taxa de recrutamento observadas para espécie. Indivíduos novos com DAP ≥ 5 cm estão recrutando nas menores classes diamétricas e os fustes remanescentes de menor diâmetro migraram para classes diamétricas maiores, consequentemente aumentando o volume no período.

Estes resultados de incremento reforçam a posição encontrada em Scolforo (1998), cuja alternativa de manejo para produzir madeira, além de não ser viável em fragmentos, necessita da aplicação de práticas que diminuam em todos os estratos da floresta a competição em relação às espécies de interesse, portanto as espécies conduzidas pela prática de manejo poderão aumentar muito sua velocidade de crescimento.

TABELA 11. Volume total por hectare e incremento em volume por hectare para as três espécies estudadas no período entre os censos (1992-1996).

Espécie	Volume em 1992 (m ³ .ha ⁻¹)	Incremento (m ³ ha ⁻¹ .ano ⁻¹)	Volume em 1996 (m ³ .ha ⁻¹)
<i>Copaifera langsdorffii</i>	18,38	1,38	19,76
<i>Ocotea odorifera</i>	6,36	0,45	6,81
<i>Xylopia brasiliensis</i>	7,38	1,57	8,95
Total	31,12	3,40	35,52

4.3.4. Simulação de colheita

A simulação de colheita iniciou em 1996 com a retirada de todos os fustes com DAP ≥ 30 cm e ≥ 45 cm (TABELA 12), com o propósito de comparar o volume líquido por hectare de madeira para os dois diâmetros limite,

considerando como destino final toras para serraria. O primeiro diâmetro representa uma generalização do diâmetro limite explorado no Brasil e o segundo é baseado no diâmetro mínimo exigido pelo IBAMA, para o corte de madeira na floresta amazônica.

Pôde-se observar que somente a espécie *Ocotea odorifera* apresentou um volume líquido inicial menor do que $1 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$ para qualquer ciclo de corte, sendo que ocorreram 23 fustes com $\text{DAP} \geq 30 \text{ cm}$ em 1996 e somente dois fustes com diâmetro $\geq 45 \text{ cm}$ no mesmo ano. Considerando-se um diâmetro de corte de 30 cm para esta espécie, haveria uma diferença no volume de $0,05 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$ após um intervalo de corte de 30 anos e crescimento médio. Porém, após 60 anos, o volume aumentaria para $0,21 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$, proporcionado um ganho de $0,09 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$.

Supondo que o crescimento acelerado represente uma situação otimizada para o crescimento dos fustes para cada espécie estudada, *Ocotea odorifera* apresentaria, após 60 anos, praticamente 5 vezes mais fustes com $\text{DAP} \geq 30 \text{ cm}$ que em 1996, e seu volume triplicaria, indicando que uma intervenção silvicultural que aliviasse a competição (corte de cipós, envenenamento de árvores com fustes defeituosos, desbaste) na área para esta espécie seria benéfica do ponto de vista do manejo.

Por outro lado, considerando um diâmetro de corte de 45 cm e um crescimento médio, após um ciclo de 60 anos, *Ocotea odorifera* não apresentaria nenhum indivíduo para ser explorado. Para o crescimento acelerado, um incremento em volume de $0,08 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$ é observado em um intervalo de corte de 60 anos. Contudo, não seria viável intervir silviculturalmente na floresta para se obter um ganho em volume nesta proporção.

A espécie que apresentou um maior número de fustes e um maior volume em ambas os cortes (30 e 45 cm), no ano 0 (1996), foi *Copaifera langsdorffii*. Considerando-se um $\text{DAP} \geq 30 \text{ cm}$ e um crescimento médio, esta

espécie aumentou em 31 fustes depois de 30 anos e diminuiu 18 fustes após 60 anos da primeira colheita. Porém, seu volume praticamente permaneceu o mesmo após o ciclo de corte de 30 anos e ainda apresentou uma diferença negativa no volume após a colheita, durante o ciclo de 60 anos, de mais de 1 $\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$ em relação ao ano 0.

TABELA 12. Simulação de colheita para três espécies. Cortes de madeira simulados em $m^3.ha^{-1}$ para número de fustes (Ni) com diâmetro ≥ 30 cm e ≥ 45 cm, durante um ciclo de corte de 30 anos e uma rotação de 60 anos. Simulação baseada no crescimento médio (CM), crescimento acelerado (CA) e taxa de mortalidade/espécie para os dados de, 1992-1996, assumindo um dano por exploração de 15% para as árvores remanescentes de cada colheita.

Espécie	Cr	DAP ≥ 30 cm						DAP ≥ 45 cm					
		Volume líquido ($m^3.ha^{-1}$)						Volume líquido ($m^3.ha^{-1}$)					
		Ano 0	Ni	Ano 30	Ni	Ano 60	Ni	Ano 0	Ni	Ano 30	Ni	Ano 60	Ni
<i>Xylopia brasiliensis</i>	CM	1,52	24	4,19	95	0	0	0,37	14	1,10	15	4,30	72
	CA	1,52	24	4,01	91	0	0	0,37	14	1,15	15	3,95	65
<i>Copaifera langsdorffii</i>	CM	1,65	64	1,60	95	0,60	46	0,38	7	0,55	15	0,92	31
	CA	1,65	64	2,71	142	1,78	109	0,38	7	0,85	22	3,68	116
<i>Ocotea odorifera</i>	CM	0,23	23	0,18	24	0,32	51	0,03	2	0,05	4	0	0
	CA	0,23	23	0,44	57	0,70	102	0,03	2	0,03	2	0,11	9

Obs.: Volume líquido = vol*exponencial (mortalidade*danos de exploração)

Contudo, para o crescimento acelerado, ainda considerando um diâmetro de corte de 30 cm, esta mesma espécie apresentou um aumento de 78 fustes para o ciclo de 30 anos e um volume de $1,06 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$, maior do que no primeiro corte. Para um ciclo de 60 anos, o número de fustes e o volume em relação ao ciclo anterior diminuiu, mas em comparação com o ano 0, houve um aumento, indicando que uma intervenção silvicultural para a *Copaifera* possivelmente incrementaria a produção.

Xylopia brasiliensis apresentou resultados expressivos em relação aos diâmetros de corte. No caso de se cortar os fustes com 30 cm de DAP, um crescimento médio e uma rotação de 30 anos o volume no final do período seria superior a $4 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$, ocorrendo o mesmo para o crescimento acelerado. Porém se considerarmos um ciclo de corte de 60 anos, todos os fustes apresentariam diâmetro ≥ 30 cm, inviabilizando a exploração desta espécie, pois, se cortados, haveria um esgotamento de fustes com diâmetro de corte mínimo.

Por outro lado, se esta espécie fosse explorada com um diâmetro mínimo de corte de 45 cm, considerando o crescimento médio ou acelerado, haveria uma maior distribuição no volume ao longo de 60 anos de rotação. Num ciclo de 30 anos, *Xylopia* produziria um volume acima de $1 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$, e ao final do ciclo de 60 anos, o volume produzido alcançaria $4 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$. Considerando ambos diâmetros mínimos de corte, os volumes totais obtidos são semelhantes: $5,71 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$ e $5,53 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$ para o crescimento médio e acelerado, respectivamente, para um DAP ≥ 30 cm e um ciclo de 30 anos. Para um DAP ≥ 45 cm, o volume total produzido ao final de 60 anos é de $5,77 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$ e $5,47 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$ para o crescimento médio e acelerado, respectivamente.

São apresentadas duas opções de manejo para a *Xylopia brasiliensis*, sendo que a primeira – ciclo de 30 anos – fornecerá um maior volume em intervalo de tempo menor, ao passo que, no ciclo de 60 anos, o período para exploração será maior, distribuindo-a ao longo dos anos. Caberia ao manejador,

nestes dois casos, adequar a exploração para esta espécie de acordo com as necessidades imediatas ou não, advindas da venda da madeira.

Observou-se, nestas simulações de colheita, que os padrões de crescimento são diferenciados para cada espécie, diâmetro de corte, ciclo de corte e rotação, apresentando opções diferenciadas de manejo. Por exemplo, considerando a área de estudo sem uma intervenção silvicultural, *Xylopia* apresentaria uma alta taxa de crescimento e recrutamento e uma mortalidade baixa, indicando que para um limite de diâmetro menor esta espécie teria de ser manejada em uma rotação de 30 anos ou, possivelmente, mais curta, enquanto *Copaifera langsdorffii*, com taxas de crescimento lentas, mortalidade alta e recrutamento baixo, teria de ser manejada com uma rotação de 60 anos e um diâmetro mínimo de corte maior.

Estes dados ilustram a necessidade de manejar espécies individualmente, pois, se a média da floresta toda for tomada para guiar o manejo, os resultados seriam bem apropriados para algumas espécies comuns (que dominam o conjunto de dados), enquanto espécies raras poderiam ser tratadas inadequadamente (Condit, Hubbel e Foster, 1995). Por outro lado, pode ser inviável, em certos casos, explorar uma floresta adequando sistemas de manejo para cada espécie. A solução seria agrupar espécies e algumas guildas demográficas e desenvolver um programa de manejo para cada guilda (Condit, Hubbel e Foster, 1995).

As simulações descritas acima apresentam ainda diversas imperfeições, como, por exemplo:

- Não consideram o recrutamento durante os ciclos de corte e as rotações;
- A mortalidade por espécie é considerada constante para todos os períodos de corte apesar de esta sabidamente sofrer oscilações durante períodos sucessivos em florestas tropicais. Seriam necessários muitos levantamentos para modelar a mortalidade a contento;

- A partir do corte inicial, há uma abertura no dossel da floresta, aumentando a incidência de luz e possivelmente criando condições favoráveis para o crescimento dos fustes remanescentes e o surgimento de outras espécies;
- Não foi levado em consideração o ponto de vista econômico da exploração da floresta estudada.

Contudo, este método mostrou-se razoavelmente adequado para os dados provenientes da floresta estudada, pois levaram em consideração o crescimento individual por espécie, fornecendo uma base que proporciona o conhecimento das espécies que possuem crescimento rápido e lento, adequando sua utilização e intervenção silvicultural com objetivo de explorar madeira.

5. CONCLUSÕES

A comunidade arbórea da Reserva Florestal da UFLA estava mudando profundamente no período entre 1992 e 1996, com alteração das abundâncias das populações estudadas, as quais estão diminuindo em número de indivíduos e aumentando em área basal. Isto indica que há uma tendência da floresta mudar estruturalmente, com a redução da densidade de árvores e o aumento da biomassa total, concentrada em indivíduos maiores. Além disso, as espécies exigentes de luz estão perdendo expressão relativa na comunidade com o avanço das espécies tolerantes à sombra. Este quadro corresponde a um processo de auto-desbaste, típico de fases de recuperação pós-distúrbios.

As curvas de crescimento das espécies variaram muito e as trajetórias de crescimento em diâmetro foram classificadas em sigmoidais (com desaceleração final), exponenciais (aceleração com a idade) e retilíneas (sem alteração). Estas variações devem-se provavelmente às diferentes estratégias de estabelecimento e desenvolvimento de cada espécie, incluindo aspectos, tais como posição dos indivíduos maduros nos estratos da floresta (espécies emergentes, de dossel, sub-dossel e sub-bosque), grau de tolerância à sombra entre os imaturos (espécies pioneiras e clímax exigentes de luz e tolerantes à sombra), rapidez de crescimento e longevidade.

As três espécies para as quais foi feito o prognóstico de produção indicaram serem necessárias diferentes estratégias de manejo para a exploração de madeira, considerando diâmetros mínimos de corte ≥ 30 cm e ≥ 45 cm. *Xylopia brasiliensis* apresentou um rápido crescimento, permitindo sua exploração nos dois diâmetros. Porém não seria viável uma intervenção silvicultural nesta espécie visando incrementar o crescimento. Por outro lado, *Copaifera langsdorffii* e *Ocotea odorifera*, apesar do seu crescimento lento,

mostraram resultados bastante satisfatórios em relação a uma intervenção silvicultural.

Modelos que proporcionassem um ajuste melhor aos dados para predição da idade e diâmetro poderiam ser testados com o propósito de se obter uma maior acuracidade nos resultados obtidos. Porém, no geral, o método de Condit, Hubbell e Foster mostrou-se bastante adequado para prever o crescimento das espécies e, conseqüentemente, indicar a melhor estratégia de manejo.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APPOLINARIO, V. A. R. C. **Dinâmica de um fragmento de mata ciliar do Rio Grande em Bom Sucesso – Minas Gerais.** MG: UFLA, 1999 74p. (Dissertação – Mestrado em Engenharia Florestal).
- BERTANI, D. F. **Análise da estrutura e dinâmica de uma comunidade de espécies arbóreas de floresta ribeirinha, Ipeúna, São Paulo.** Piracicaba: USP/ESALQ, 2000. 87p. (Dissertação – Mestrado em Engenharia Florestal).
- BROKAW, N. V. L. Trefalls: frequency, timing and consequences. In: LEIGH, E. G.; RAND, A. S.; WINDSOR, D. M. (eds.) **The ecology of a tropical forest: Seasonal rhythms and long-term changes.** Washington: Smithsonian Institution, 1982. p.101-108.
- CAREY, E. V.; BROWN, S.; GILLESPIE, A. J. R.; LUGO, A. E. Tree mortality in mature lowland tropical moist and tropical lower montane moist forests of Venezuela. *Biotropica*, St. Louis, v.26, p.255-265, 1994.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira.** Curitiba: EMBRAPA-CNPQ/SPI, 1994. p.640.
- CLARK, D. B.; CLARK, D. A. Comparative analysis of microhabitat utilization by saplings of nine tree species in neotropical rain forest. *Biotropica*, St. Louis v.25, n.4, p.397-407, 1993.
- CONDIT, R.; HUBBEL, S. P.; FOSTER, R. B. Demography and harvest potential of Latin American timber species: data from a large, permanent plot in Panama. *Journal of Tropical Forest Science*, v.7, n.4, p.599-622, 1995.
- CONDIT, R.; HUBBEL, S. P.; FOSTER, R. B. Density dependence in two understory tree species in a Neotropical forest. *Ecology*, Oxford, v.75, n.3, p.671-680, 1994.
- CONDIT, R.; HUBBEL, S. P.; FOSTER, R. B. Identifying fast-growing native trees from the Neotropics using data from a large, permanent census plot. *Forest Ecology and Management*, Amsterdam, v.62, p.123-143, 1993a.
- CONDIT, R.; HUBBEL, S. P.; FOSTER, R. B. Mortality and growth of a commercial hardwood “el cativo”, *Prioria copaifera*, in Panama. *Forest Ecology and Management*, Amsterdam, v.62, p.107-122, 1993b.
- CONDIT, R.; HUBBEL, S. P.; FOSTER, R. B. Short-term dynamics of a Neotropical forest. *BioScience*, Washington, v.42, n.1, p.822-828, 1992.
- CROW, T. R. A rainforest chronicle: a 30-year record of change in structure and composition at El Verde, Puerto Rico. *Biotropica*, St. Louis v12, p.42-55, 1980.

- CUNHA NETO, F. R. Sistema para predição presente e futura da produção por classe de diâmetro utilizando a função Weibull, para *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus urophylla*. Lavras, MG: UFLA, 1994. 157p. (Dissertação de Mestrado em Engenharia Florestal)
- CURI, N.; LIMA, J. M.; ANDRADE, H.; GUALBERTO, V. Geomorfologia, física, química e mineralogia dos principais solos da região de Lavras (MG). *Ciência e Prática*, Lavras, v.14, p.297-307, set./dez. 1990.
- DE STEVEN, D. Tropical tree seedling dynamics: recruitment patterns and their population consequences for three canopy species in Panama. *Journal of Tropical Ecology*, Cambridge, v.10, n.3(8), p.369-383, 1994.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE METEOROLOGIA, Ministério da Agricultura, Normais climatológicas (1961-1990), Brasília: DNMET, 1992 132p.
- FELFILI, J. M. Growth, recruitment and mortality in the Gama gallery forest in central Brazil over a six year period (1985-1991). *Journal of Tropical Ecology*, Cambridge, v.11, n.1(2), p.67-83, 1995.
- GENTRY, A. H.; TERBORGH, J. Composition and dynamics of the Cosha Cashu 'mature' floodplain forest. In GENTRY, A. H. (ed.). *Four neotropical rainforests*. New Haven: Yale University Press, p.542-564.
- GOFF, F. G.; WEST, D. C. Canopy-understorey interaction effects on forest population structure. *Forest Science*, Bangalore, v.21, n.1(6), p.98-108, 1975.
- GUILHERME, F. A. G. Efeitos do regime de inundação e de bambus na dinâmica da comunidade arbórea de um fragmento de floresta semidecídua no sul de Minas Gerais. Lavras, MG: UFLA, 1999. 78p. (dissertação - Mestrado em Engenharia Florestal).
- GULLISON, R.E., HARDER, J.J. The effects of road design and harvest intensity on forest damage caused by selective logging: empirical results and a simulation model from the Bosque Chimanes, Bolivia. *Forest Ecology and Management*, Amsterdam, v.59, p.1-14, 1993.
- HALLÉ, F.; OLDEMAN, R. A. A.; TOMLINSON, P. B. *Tropical trees and forests*. Berlin: Springer Verlag, 1978. 483p.
- HENRIQUES, R. P. B.; SOUSA, E. C. E. G. Population structure, dispersion and microhabitat regeneration of *Carapa guianensis* in Northeastern Brazil. *Biotropica*, Washington, v.21, n.3, p.204-209, 1989.
- HUBBELL, S. P.; FOSTER, R. B. Structure, dynamics and equilibrium status of old-growth forest on Barro Colorado Island. In: GENTRY, A.H. (ed). *Four neotropical rainforests*. New Haven: Yale University, 1990 p.522-541.
- FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA Mapa de vegetação do Brasil, Rio de Janeiro: FIBGE, 1993.

- JARDIM, F. C. S. Mortalidade e crescimento na floresta equatorial de terra firme. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi (Série Bot.)*, Belém, v.6, n.2, p.227-235, 1990.
- JOHNS, A. D. Effects of 'selective' timber extraction on rain forest structure and composition and some consequences for frugivores and folivores. *Biotropica*, Washington, v.20, n.1(3), p. 31-37, 1988.
- K KORNING, J.; BALSLEV, H. Growth and mortality of trees in Amazonian tropical rain forest in Ecuador. *Journal of Vegetation Science*, Uppsala, v.4, p. 77-86, 1994a.
- * KORNING, J.; BALSLEV, H. Growth rates and mortality patterns of tropical lowland tree species and the relation to forest structure in Amazonian Ecuador. *Journal of Tropical Ecology*, Aberdeen, v. 4, p. 77-86, 1994b.
- LEITE, A. M. C.; RANKIN, J. M. Ecologia de plântulas de *Pithecolobium racemosum* Ducke. 1 - número e distribuição de indivíduos. *Acta Amazonica*, Manaus, v.11, n.1, p.19-34, 1981.
- LEITE, A. M. C.; RANKIN, J. M.; LLERAS, E. Ecologia de plântulas de *Pithecolobium racemosum* Ducke. 2 - O comportamento populacional de plântulas. *Acta Amazonica*, Manaus, v.12, n.3, p.529-548, 1982.
- LIEBERMAN, D.; HARTSHORN, G. S.; LIEBERMAN, M.; PERALTA, R. Forest dynamics at La Selva Biological Station, 1969-1985. In: GENTRY, A. H. (ed.). *Four neotropical rainforests*. New Haven: Yale University Press, 1990. p.509-521.
- LIEBERMAN, D.; LIEBERMAN, M. Forest tree growth and dynamics at La Selva, Costa Rica (1969-1982). *Journal of Tropical Ecology*, Aberdeen, v.3, p. 347-358, 1987.
- 44 LIEBERMAN, D.; LIEBERMAN, M.; PERALTA, R.; HARTSHORN, G. S. Mortality patterns and stand turnover rates in a wet tropical forest in Costa Rica. *Journal of Tropical Ecology*, Aberdeen, v.73, p.915-924, 1985.
- LIEBERMAN, M.; LIEBERMAN, D. Patterns of density and dispersion of forest trees. In: McDADE, L. A.; BAWA, K. S.; HARTSHORN, G. S.; HESPENHEIDE, H. A. (eds). *La Selva: ecology and natural history of a Neotropical rain-forest*. Chicago: University of Chicago Press, 1994. p.
- LORENZI, H. *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. Nova Odessa: Plantarum 1992. 368 p.
- MELLO, J. M.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; SCOLFORO, J. R. S. Comparação entre procedimentos de amostragem para avaliação estrutural de um remanescente de floresta estacional semidecidual montana. *Cerne*, Lavras, v.2, n 2, p.1-14, 1996.
- * ODUM, E. P. *Ecologia*. Atlanta: University of Georgia, 1983. 434p.

- OLIVEIRA-FILHO, A. T.; CAMISÃO-NETO, A. A.; VOLPATO, M. M. L. Structure and dispersion of four tree populations in area of montane semideciduous forest in southeastern Brazil. *Biotropica*, Washington, v.28, n.4b, p.762-769, 1996.
- OLIVEIRA FILHO, A. T.; CURI, N.; VILELA, E. A.; CARVALHO, D. A. Variation in tree community composition and structure with changes in soil properties within a fragment of semideciduous forest in south-eastern Brazil. *Edinburgh Journal of Botany*, Edinburgh, v.57, 2000. no prelo
- OLIVEIRA-FILHO, A. T.; SCOLFORO, J. R.; MELLO, J. M. Composição florística e estrutura comunitária de um remanescente de floresta semidecídua montana em Lavras (MG). *Revista Brasileira de Botânica*, São Paulo, v.17, n.2, p.159-174. 1994.
- OLIVEIRA-FILHO, A. T.; VILELA, E. A.; CARVALHO, D. A.; GAVILANES, M. L. Estudos florísticos e fitossociológicos em remanescentes de matas ciliares do Alto e Médio Rio Grande. Belo Horizonte: (Boletim técnico 11.106-MA/PA-013), CEMIG, 1995. 27p.
- OLIVEIRA-FILHO, A. T.; VILELA, E. A.; GAVILANES, M. L.; CARVALHO, D. A. Comparison of the woody flora and soils of six areas of montane semideciduous forest in southern Minas Gerais. *Edinburgh Journal of Botany*, Edinburgh, v.51, n.3, p.355-389, 1994.
- OLIVEIRA FILHO, A. T.; SCOLFORO, J.R.S.; MELLO, J.M. Effects of past disturbance and edges on tree community structure and dynamics within a fragment of tropical semideciduous forest in south-eastern Brazil over a five-year period (1987-1992). *Plant Ecology*, Dordrecht, v.131, p. 45-66, 1997.
- OLIVEIRA, L. C.; SILVA, J. N. M. Crescimento e regeneração natural de *Vochysia maxima* Ducke em uma floresta secundária no estado do Pará. CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO, 1., 1993, Curitiba. *Anais...Curitiba: SBS-SBEF*, 1993. p.
- PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; COSTA, L. G. S.; REIS, A. Estratégias de estabelecimento de espécies arbóreas e o manejo de florestas tropicais. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6. 1990, Campos do Jordão. *Anais... Campos do Jordão: Editora*, 1990, p.676-684.
- POORTER, L; BONGERS, F., *Ecology of tropical forests*. Wageningen: Wageningen Agricultural University, 1993 p.79-145.
- ✕ PULZ, F. A. Estudo da dinâmica e a modelagem da estrutura diamétrica de uma floresta semidecídua montana na região de Lavras, MG. Lavras, MG: UFLA, 1998. 156p.(Dissertação – Mestrado em Engenharia Florestal).
- ✕ PULZ, F. A.; SCOLFORO, J. R. S.; OLIVEIRA, A. D.; MELLO, J. M.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. Acuracidade da predição diamétrica de uma floresta inequiana com a matriz de transição. *Cerne*, Lavras, v.5, n.1, p.1-14, 1999.

- PUTZ, F. E.; MILTON, K. Tree mortality rates on Barro Colorado Island. In: LEIGH, E.G.; RAND, A. S.; WINDSOR, D. M. (eds). The ecology of a tropical forest: seasonal rhythms and long-term changes. Washington: Smithsonian Institution Press, 1983 p.95-100.
- RAMIREZ, N.; ARROYO, M. K. Variación espacial y temporal en la depredación de semillas de *Copaifera pubiflora* Benth. (Leguminosae: Caesalpinioideae en Venezuela). *Biotropica*, Washington, v. 9, n.1, p.32-39, 1987.
- RANKIN-DE-MERONA, J. M.; HUTCHINGS, H. R. W.; LOVEJOY, T. E. Tree mortality and recruitment over a five-year period in undisturbed upland rainforest of the Central Amazon. In: GENTRY, A. H. (ed.). *Four Neotropical rainforests*. New Haven: Yale University Press, 1990 p.573-584.
- RAO, P.; BARIK, S. K.; PANDEY, H. N.; TRIPATHI, R. S. Community composition and population structure in a sub-tropical broad-leaved forest along a disturbance gradient. *Vegetatio*, Dordrecht, v.88, p.151-162, 1990.
- RICKLEFS, R. R. A. *Economia da natureza*. Pittsburgh: University of Pennsylvania, 1993 240 p.
- SANTOS, F. A. M.; TAMASHIRO, J. Y.; RODRIGUES, R. R.; SHEPHERD, G. J. The dynamics of tree populations in a semideciduous forest at Santa Genebra Reserva, Campinas, SE Brazil. *Bulletin of the Ecological Society of America*, Washington, v.77, p.389, 1996. (Suplemento).
- SCOLFORO, J. R. S. *Biometria florestal – técnica de regressão aplicada para estimar: volume, biomassa, relação hipsométrica e múltiplos produtos de madeira*. Lavras: UFLA/FAEPE, 1997 292p.
- SCOLFORO, J. R. S. *Mensuração florestal: relações quantitativas: em volume, peso e a relação hipsométrica*. Lavras: ESAL/FAEPE, 1993 182 p.
- SCOLFORO, J. R. S. *Manejo florestal*. Lavras: UFLA/FAEPE, 438p., 1998.
- SCOLFORO, J. R. S.; MELLO, J. M.; LIMA, C. S. A. Obtenção de relações quantitativas para estimativas de volume do fuste em floresta estacional semidecídua montana. *Cerne*, Lavras, v.2, n.1, p.112-137, 1994.
- SILVA, J. N. M. *The behaviour of the tropical rain forest of the Brazilian Amazon after logging*. Oxford: University of Oxford, 1989. 302p. (PhD Thesis).
- ✕ SOLOMON, M. E. *Dinâmica de Populações*. São Paulo: EPU, 1980. 78 p.
- ✕ SOUZA, A. L.; ARAÚJO, P. A.; CAMPOS, J. C. C.; NETO, F. P. Dinâmica de crescimento em diâmetro de uma floresta primária sem interferência: uma análise pelo tempo de passagem entre classes diamétricas. *Revista Árvore*, Viçosa, v.17, n.2, p.129-145, maio/ago. 1993.
- STERNER, R. W., RIBIC, C. A. & SCHATZ, G. E. Testing for life historical changes in spatial patterns of four tropical tree species. *Journal of Ecology*, Oxford, v.74, n.3(9), p.621-633, 1986.

- SWAINE, M. D. Population dynamics of tree species in tropical forests In: NIELSEN, L. B. H.; NIELSEN, I. C.; BALSLEV, H. (eds.). **Botanical Dynamics, Speciation and Diversity**. San Diego: Academic Press, 1990. p.3-101.
- SWAINE, M. D.; WHITMORE, T. C. On the definition of ecological species groups in tropical rain forests. **Vegetatio**, Dordrecht, v.75, p81-86, 1988.
- UHL, C.; CLARK, K.; DEZZEO, N.; MAQUIRINO, P. Vegetation dynamics in Amazonian treefall gaps. **Ecology**, New York, v.69, n.2(6), p.751-763, 1988.
- UHL, C.; VIEIRA, I. C. G. Ecological impacts of selective logging in the Brazilian Amazon: a case study from the Paragominas region of the state of Pará. **Biotropica**, Washington, v.21, p.98-106, 1989.
- VANCLAY, J.K. **Modelling forest growth and yield: applications to mixed tropical forests**. Copenhagen: CAB International, 1994. 312 p.
- WERNECK, M. S. **Estrutura e dinâmica de um fragmento de floresta decídua montana na Estação de Pesquisa e Desenvolvimento Ambiental Galheiros, Perdizes, MG**. Belo Horizonte: UFMG, 2000. 64p. (Dissertação - Mestrado em).

Paulo - Poco Banto
Whiley -
Evaristo -

