

**HETEROGENEIDADE TEMPORAL E  
ESPACIAL DE COMUNIDADES ARBÓREAS  
FRAGMENTADAS NA REGIÃO DO ALTO RIO  
GRANDE, MG**

**EVANDRO LUIZ MENDONÇA MACHADO**

**2008**

**EVANDRO LUIZ MENDONÇA MACHADO**

**HETEROGENEIDADE TEMPORAL E ESPACIAL DE COMUNIDADES  
ARBÓREAS FRAGMENTADAS NA REGIÃO DO ALTO RIO GRANDE,  
MG**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras,  
como parte das exigências do programa de Pós-  
graduação em Engenharia Florestal, área de  
concentração Ciências Florestais, para a obtenção do  
título de “Doutor”.

**Orientador**

**Prof. Dr. Ary Teixeira de Oliveira Filho**

**LAVRAS  
MINAS GERAIS - BRASIL**

**2008**

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

Machado, Evandro Luiz Mendonça

Heterogeneidade temporal e espacial de comunidades arbóreas fragmentadas na região do Alto Rio Grande, MG / Evandro Luiz Mendonça Machado. -- Lavras: UFLA, 2008.

55 p. : il.

Orientador: Ary Teixeira de Oliveira Filho

Tese (Doutorado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Drenagem. 2. Dinâmica florestal. 3. Estrutura florestal. 4. Floresta tropical semidecídua. 5. Impactos ambientais. 6. Solo. I. Universidade Federal de Lavras.

II. Título.

CDD-634.9

**EVANDRO LUIZ MENDONÇA MACHADO**

**HETEROGENEIDADE TEMPORAL E ESPACIAL DE COMUNIDADES  
ARBÓREAS FRAGMENTADAS NA REGIÃO DO ALTO RIO GRANDE,  
MG**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras,  
como parte das exigências do programa de Pós-  
graduação em Engenharia Florestal, área de  
concentração Ciências Florestais, para a obtenção do  
título de “Doutor”.

**APROVADA em 04 de junho de 2008**

**Profa. Dra. Jeanine Maria Felfili Fagg - UnB**

**Prof. Dr. Márcio de Souza Werneck – UFMG**

**Prof. Dr. Douglas Antônio de Carvalho - UFLA**

**Prof. Dr. Enivanis Vilela - UFLA**

**Prof. Dr. Eduardo van den Berg - UFLA**

**Prof. Dr. Marco Aurélio Leite Fontes - UFLA**

**Prof. Dr. Ary Teixeira de Oliveira Filho - UFLA**

**(Orientador)**

**LAVRAS**

**MINAS GERAIS – BRASIL**

Aos meus exemplos de perseverança, dedicação, vida e fé, minha mãe,  
Maria Aparecida Mendonça Machado e meu pai, José Luiz Machado.

## **OFEREÇO**

*“Sobre tudo creio que, nem todo está perdido”*

**Jorge Drexler**

A todos aqueles que não se acomodam  
e buscam a realização.

## **DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelas oportunidades oferecidas, pelos amigos, mas, sobretudo, pela certeza de que, com trabalho e seriedade, nenhum obstáculo é intransponível.

Aos meus pais, pelo incentivo, amor e confiança. Apesar do filho tão ausente, sempre encorajaram e incentivaram a realização de meus sonhos.

À pessoa que, como poucas, me conhece profundamente e foi capaz de transformar angústias em alegrias, tristezas em sorrisos e dúvidas em certezas... Anne Priscila, minha noiva. Agradeço-lhe pelo auxílio em todas as etapas deste trabalho (desde o campo até este momento), pela compreensão, pelo companheirismo, pela paciência e, principalmente, pelo amor incondicional.

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Ciências Florestais, pela oportunidade de realizar o doutorado, bem como à CAPES, pela concessão da bolsa.

Ao professor Ary Teixeira de Oliveira Filho, o qual tem, milagrosamente, me aturado desde a graduação, agradeço pela orientação, mas, sobretudo, pela amizade e confiança ao longo destes anos, tão fundamentais para a minha formação pessoal e profissional;

À professora Jeanine Maria Felfili Fagg, agradeço pela amizade e pela co-orientação. Apesar de estar distante fisicamente, sempre esteve presente com suas opiniões. Aos professores Douglas Antônio de Carvalho e Enivanis Vilela que, juntamente com o professor Ary, foram responsáveis por criar uma rede de parcelas permanentes com uma bases de dados sólida e, mais, acabaram por gerar também toda uma geração de profissionais!!! Aos professores Marco Aurélio Leites Fontes e Eduardo van den Berg, membros da banca examinadora, pelas críticas construtivas e sugestões essenciais para o enriquecimento do trabalho, além de serem grandes companheiros em várias campanhas de campo. Ao professor Márcio de Souza Werneck, pelas considerações, apontamento e sugestões que tanto engradeceram este trabalho.

Aos professores Alexandre Salino, João José Marques, José Aldo Alves Pereira, José Marcio de Mello, Júlio Neil Cassa Louzada, Marx Leandro Naves Silva, Natalino Calegário, Rosângela Alves Tristão Borém e Sérgio Gulaberto Martins, pelas infinitas vezes que os procurei e fui sempre atendido. Obrigado pelas sugestões e críticas que me ajudaram neste e outros trabalhos que ainda vou realizar... (espero).

Aos amigos, de hoje e sempre, do Laboratório de Dendrologia e Ecologia de Florestas Tropicais: Fernando, Yule, Rejane, Paulo, Cinthia, Lívia, Peter, Pedro, Carol, Rubens, João, Vivete, Rodrigo, Leonardo, Ricardo, Jean, Daniel,

Arthur, Lidyane, Helaine, Emílio, Leandro e outros tantos que por aqui passaram e cujo convívio diário me fortaleceu... com especial atenção aos meus irmãos, não de sangue, mas de vida (aqueles com os quais eu sei que sempre poderei contar), Gislene, Luciana, Israel, Josival e Warley.

Aos dos demais professores e funcionários do Departamento de Ciências Florestais, pelos agradáveis momentos. Em especial às “meninas do DCF”, Chica, Terezinha, Gláucia, Regina e Rose.

Desculpem-me os que esqueci. É difícil não cometer omissões ou, mesmo, agradecer nominalmente a todos os que contribuíram, das formas mais diversas, para a realização deste trabalho.

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
Resumo .....	i
Abstract .....	ii
APRESENTAÇÃO .....	iii
ARTIGO:	
Heterogeneidade temporal e espacial de comunidades arbóreas fragmentadas na região do Alto Rio Grande, MG .....	01
Resumo .....	02
Abstract .....	03
Introdução .....	04
Material e Métodos .....	06
Área de estudo .....	06
Sistema de amostragem das áreas de estudo .....	06
Dinâmica da comunidade .....	07
Inventário das variáveis ambientais .....	08
Análises estatísticas .....	10
Resultados .....	12
Dinâmica comunitária .....	12
Modelos da dinâmica comunitária .....	16
Discussão .....	17
Referências bibliográficas .....	23
Figuras .....	32
Tabelas .....	40

## RESUMO

MACHADO, Evandro Luiz Mendonça. **Heterogeneidade temporal e espacial de comunidades arbóreas fragmentadas na região do Alto Rio Grande, MG.** Lavras: UFLA, 2008. 55 p. (Tese - Doutorado em Engenharia Florestal).<sup>1</sup>

Estudos de longo prazo sobre as mudanças temporais em florestas tropicais são importantes para a distinção entre processos dinâmicos naturais e os causados por distúrbios antrópicos. Com o objetivo de avaliar as variações das comunidades arbóreas, tanto na dimensão espacial como na temporal, foram amostrados 16 fragmentos de floresta estacional semidecidual na região do Alto Rio Grande, os quais foram inventariados em duas ocasiões, entre os anos de 1999 e 2008. No primeiro inventário, foram amostrados todos os indivíduos arbóreos vivos com  $DAP \geq 5\text{cm}$  e, no segundo período, foram utilizados os mesmos critérios, tendo os novos indivíduos que atingiram o critério de inclusão (recrutas) sido marcados e medidos, além de serem registrados os mortos e sobreviventes. Devido à alta diferenciação ambiental, três áreas foram subdivididas, resultando em 19 áreas. A dinâmica das comunidades foi expressa tanto em demografia como em biomassa. Foram extraídas, ainda, informações sobre variáveis ambientais de cada unidade amostral (estrutural, nutricional, água no solo e histórico de distúrbios). Foram verificadas as tendências considerando dois critérios de inclusão;  $DAP \geq 5\text{cm}$  e  $DAP \geq 10\text{cm}$ , no intuito de verificar se os padrões comunitários sofrem influência do sub-bosque. De modo geral, não houve divergências substanciais entre os dois critérios analisados. Os modelos preditores da dinâmica florestal não foram capazes de detectar a influência das variáveis ambientais quando estes foram gerados para o primeiro critério. A tendência predominante entre os fragmentos do Alto Rio Grande foi de um processo de construção inicial tendendo a tardio, nos fragmentos mais protegidos. Este processo de (re)construção da floresta foi mais acelerado em solos de maior fertilidade. Outro fator é a estrutura pretérita da floresta, que regula a estrutura futura da mesma. Portanto, a dinâmica de comunidades arbóreas parece ser primariamente relacionada com a própria estrutura da floresta, os impactos passados e o status nutricional dos solos.

Palavras-chave: Drenagem, Dinâmica florestal, Estrutura florestal, Floresta tropical semidecídua, Impactos ambientais, Solos.

---

<sup>1</sup> Comitê Orientador: Ary Teixeira de Oliveira Filho – UFLA (Orientador).

## ABSTRACT

MACHADO, Evandro Luiz Mendonça. **Temporal and spatial heterogeneity of fragmented tree communities in the Upper Rio Grande Region, SE Brazil.** 2008. 55 p. Thesis (Doctorate in Forest Engineering) – Federal University of Lavras, Lavras, Minas Gerais, Brazil.<sup>1</sup>

Long-term studies on temporal changes of tropical forests are important for distinguishing natural dynamic processes from those caused by man-made disturbance. With the purpose of assessing tree community variations along both spatial and temporal dimensions, 16 fragments of tropical semideciduous forests of the Upper Rio Grande Region, SE Brazil, were repeatedly surveyed between 1999 and 2008. The first survey registered all live individual trees with dbh  $\geq$  5 cm, measured their dbh and tagged them, and the second survey adopted the same procedure to include trees that surpassed the minimum dbh (recruits), re-measure surviving trees and register dead trees. Due to marked environmental differentiation, three areas were subdivided, resulting in 19 areas. Tree community dynamics was expressed as both demography and biomass. Additional information was also extracted for sample units (forest structure, soil moisture and fertility status, and disturbance history). Dynamics trends were examined for two inclusion criteria; dbh  $\geq$  5 cm and dbh  $\geq$  10 cm, with the purpose of assessing whether community patterns are biased by understory trees. Generally speaking, there was no substantial difference between the two criteria. Predictive models of forest dynamics were not able to detect the influence of environmental variables for the first criteria. The overall trend for the Upper Rio Grande fragments was the predominance of early forest building phases with some later building phases, in more protected areas. This (re)building process was more accelerated on soils of higher fertility. Another relevant factor is the influence of past forest structure on the future structure. The dynamics of tree community was therefore primarily related to forest structure, past disturbance history and soil nutritional status.

Key-words: Drainage, Forest dynamics, Forest structure, Tropical seasonal forest, Environmental impacts, Soils.

---

<sup>1</sup> Supervising Committee: Ary Teixeira de Oliveira Filho – UFLA (Supervisor).

## APRESENTAÇÃO

Nos últimos 20 anos, a região do Alto Rio Grande, sul de Minas Gerais, tem sido foco de muitas iniciativas de pesquisa que buscam expandir o conhecimento sobre a flora dos remanescentes florestais da região e suas interações com variáveis do ambiente físico, tanto no espaço como no tempo. Tais iniciativas visam, em última instância, subsidiar programas e políticas para a conservação e a recuperação dos atuais fragmentos florestais. Os estudos pioneiros ocorreram no fim da década de 1980, quando pesquisadores da Universidade Federal de Lavras (UFLA) realizaram os primeiros levantamentos descritivos de três fragmentos florestais da região (Reserva da UFLA, Poço Bonito e Tiradentes), com apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico (CNPq) e do Instituto Brasileiro de Meio Ambiente (IBAMA). Na década seguinte, um convênio entre a UFLA e a Companhia Energética de Minas Gerais (Cemig) possibilitou a intensificação dos trabalhos, apoiando estudos semelhantes em mais três fragmentos da região (Bom Sucesso, Itutinga e Madre de Deus de Minas), além de mais cinco em outras regiões do estado. Além disso, bolsas de iniciação científica e mestrado da Capes e CNPq apoiaram levantamentos de mais dois fragmentos na região (Camargos e Ibitipoca).

A partir de 1998, um novo impulso foi dado aos levantamentos na região pelo subprojeto “Estratégias para conservação e manejo da biodiversidade em fragmentos de florestas semidecíduas”, executado pela Embrapa Recursos Genéticos, pela UFLA e pela Universidade de Brasília (UnB), integrante do “Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira” (PROBIO), supervisionado pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), gerido pelo CNPq e apresentado pelo governo brasileiro ao GEF/BIRD. O subprojeto do PROBIO foi responsável pela realização de mais dez levantamentos (Capivari, Mata da Lagoa, Subestação, Piedade do Rio Grande,

Carrancas, Ingaí, Luminárias, Ibituruna, Bocaina de Minas e Coqueiral). Com o encerramento do subprojeto PROBIO em 2002, os estudos passaram a uma nova fase, com apoio da Fapemig, compreendendo a condução de inventários contínuos em uma rede de parcelas permanentes que totaliza 25 ha em 19 fragmentos, com o propósito de avaliar a dinâmica das comunidades arbóreas.

O presente estudo, intitulado “Heterogeneidade temporal e espacial de comunidades arbóreas fragmentadas na região do Alto Rio Grande, MG”, foi executado em 16 fragmentos florestais da região do Alto Rio Grande, os quais tiveram sua história relatada neste e em mais de uma dezena de artigos. Foi considerado, para este trabalho, o período de 1999 a 2008. Assim, meu projeto de tese de doutorado no Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal da UFLA, é, portanto, o resultado de todo o meu ciclo de trabalho nesta Universidade.

A presente dissertação foi estruturada em um artigo, de acordo com a opção de formatação de dissertações e teses do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. Foi preparado para submissão à revista *Acta Oecologica* e será, posteriormente, traduzido. Embora possa parecer pequenino, este trabalho representa um esforço de campo e de análise extremamente grande, o qual contou com o apoio de muitas pessoas. A hipótese básica é a de que existe um padrão para as variações estruturais da comunidade arbórea e que estas estariam relacionadas a variáveis bióticas e abióticas. Esta informação é relevante, devido à realidade atual de muitas das regiões do Brasil, em que pequenas unidades de hábitat representam, talvez, a única forma de conservação disponível de amostras, algo semelhante ao que foram as comunidades primitivas. Assim, os resultados deste estudo reforçam a convicção de que os pequenos fragmentos florestais dispersos pela paisagem refletem, de maneira pálida e imperfeita, uma notável heterogeneidade ambiental, tanto no espaço como no tempo.

Esperamos, com os presentes estudos, colaborar para o enriquecimento do conhecimento sobre fatores produtores e mantenedores da valiosa diversidade florestal brasileira, em particular na região do Alto Rio Grande, no sul de Minas Gerais.

Lavras, 04 de junho de 2008.

**Evandro Luiz Mendonça Machado**

**Heterogeneidade temporal e espacial de comunidades arbóreas  
fragmentadas na região do Alto Rio Grande, MG**

(Preparado de acordo com as normas da *Acta Oecologica*, exceto as citações  
(NBR 10520) e as referências bibliográficas (NBR 6023)

EVANDRO L. M. MACHADO<sup>1</sup>, CLAUDIO R. THIERSCH<sup>2</sup>, ANNE P. D.  
GONZAGA<sup>3</sup> e ARY T. OLIVEIRA-FILHO<sup>1</sup>

Autor para correspondência: Evandro L. M. Machado. e-mail: [machadoelm@gmail.com](mailto:machadoelm@gmail.com)

---

<sup>1</sup> Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Lavras, 37200-000, Lavras, MG.

<sup>2</sup> Biometria Florestal, Votorantim/Celulose e Papel, 12340-010, Jacareí, SP.

<sup>3</sup> Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, 70919-970, Brasília, DF.

RESUMO – (Heterogeneidade temporal e espacial de comunidades arbóreas fragmentadas na região do Alto Rio Grande, MG). Estudos de longo prazo sobre as mudanças temporais em florestas tropicais são importantes para a distinção entre processos dinâmicos naturais e os causados por distúrbios antrópicos. Com o objetivo de avaliar as variações das comunidades arbóreas, tanto na dimensão espacial como na temporal, foram amostrados 16 fragmentos de floresta estacional semidecidual na região do Alto Rio Grande, os quais foram inventariados em duas ocasiões, entre os anos de 1999 e 2008. No primeiro inventário, foram amostrados todos os indivíduos arbóreos vivos com  $DAP \geq 5\text{cm}$  e, no segundo período, foram utilizados os mesmos critérios, tendo os novos indivíduos que atingiram o critério de inclusão (recrutas) sido marcados e medidos, além de serem registrados os mortos e sobreviventes. Devido à alta diferenciação ambiental, três áreas foram subdivididas, resultando em 19 áreas. A dinâmica das comunidades foi expressa tanto em demografia como em biomassa. Foram extraídas, ainda, informações sobre variáveis ambientais de cada unidade amostral (estrutural, nutricional, água no solo e histórico de distúrbios). Foram verificadas as tendências considerando dois critérios de inclusão;  $DAP \geq 5\text{cm}$  e  $DAP \geq 10\text{cm}$ , no intuito de verificar se os padrões comunitários sofrem influência do sub-bosque. De modo geral, não houve divergências substanciais entre os dois critérios analisados. Os modelos preditores da dinâmica florestal não foram capazes de detectar a influência das variáveis ambientais quando estes foram gerados para o primeiro critério. A tendência predominante entre os fragmentos do Alto Rio Grande foi de um processo de construção inicial tendendo a tardio, nos fragmentos mais protegidos. Este processo de (re)construção da floresta foi mais acelerado em solos de maior fertilidade. Outro fator é a estrutura pretérita da floresta, que regula a estrutura futura da mesma. Portanto, a dinâmica de comunidades arbóreas parece ser primariamente relacionada com a própria estrutura da floresta, os impactos passados e o status nutricional dos solos.

Palavras-chave: drenagem, dinâmica florestal, estrutura florestal, floresta tropical semidecídua, impactos ambientais, solos.

ABSTRACT – (Temporal and spatial heterogeneity of fragmented tree communities in the Upper Rio Grande Region, SE Brazil) Long-term studies on temporal changes of tropical forests are important for distinguishing natural dynamic processes from those caused by man-made disturbance. With the purpose of assessing tree community variations along both spatial and temporal dimensions, 16 fragments of tropical semideciduous forests of the Upper Rio Grande Region, SE Brazil, were repeatedly surveyed between 1999 and 2008. The first survey registered all live individual trees with dbh  $\geq$  5 cm, measured their dbh and tagged them, and the second survey adopted the same procedure to include trees that surpassed the minimum dbh (recruits), re-measure surviving trees and register dead trees. Due to marked environmental differentiation, three areas were subdivided, resulting in 19 areas. Tree community dynamics was expressed as both demography and biomass. Additional information was also extracted for sample units (forest structure, soil moisture and fertility status, and disturbance history). Dynamics trends were examined for two inclusion criteria; dbh  $\geq$  5 cm and dbh  $\geq$  10 cm, with the purpose of assessing whether community patterns are biased by understory trees. Generally speaking, there was no substantial difference between the two criteria. Predictive models of forest dynamics were not able to detect the influence of environmental variables for the first criteria. The overall trend for the Upper Rio Grande fragments was the predominance of early forest building phases with some later building phases, in more protected areas. This (re)building process was more accelerated on soils of higher fertility. Another relevant factor is the influence of past forest structure on the future structure. The dynamics of tree community was therefore primarily related to forest structure, past disturbance history and soil nutritional status.

Key-words: Drainage, Forest dynamics, Forest structure, Tropical seasonal forest, Environmental impacts, Soils

## **Introdução**

As florestas tropicais podem ser entendidas como um mosaico composto por peças de diferentes tamanhos, estádios sucessionais e composição de espécies (Richards, 1979; Oldeman, 1983, 1989). Estas unidades de hábitat (White & Pickett, 1985) estão continuamente inter-relacionadas (Torquebiau, 1986).

Os processos sucessionais podem atuar sobre os parâmetros fisionômico-estruturais de maneira diferente, a curtas distâncias, produzindo grande heterogeneidade espacial (Whitmore, 1989; Lieberman & Lieberman, 1989, 1994; Felfili, 1995b). Esta heterogeneidade resulta da combinação e ou da interação de inúmeros fatores, com especial destaque para as variações do ambiente físico e do regime de distúrbios (Martinez-Ramos, 1985; Denslow, 1987). Estudos de longo prazo sobre as mudanças espaciais e temporais dos remanescentes naturais de florestas tropicais são importantes para permitir a distinção entre processos dinâmicos naturais e mudanças resultantes da ação antrópica (Kornig & Balslev, 1994). A interação dos fatores bióticos e abióticos com as flutuações das comunidades e populações de plantas ao longo do tempo determina o processo evolutivo da comunidade florestal (Appolinário et al., 2005).

A realidade das florestas contínuas apresenta um complicador adicional quando se tratam de florestas fragmentadas, pois o surgimento das bordas gera mudanças abruptas no espaço e no tempo (Laurance et al., 1998). Dessa maneira, a composição das espécies e a dinâmica da comunidade podem ser afetadas pelas alterações na intensidade e na qualidade da luz, na umidade e na temperatura do solo e do ar, e nas propriedades edáficas, além de variações topográficas.

Os distúrbios causam heterogeneidade adicional ao modificarem localmente vários aspectos do ambiente físico, notadamente as condições de luz,

de temperatura e de umidade (Burslem & Whitmore, 1999). Desse modo, o histórico de perturbação tem sido reportado como um dos principais elementos que determinam o processo de dinâmica e a estrutura de comunidades de espécies arbóreas (Whitmore & Burslem, 1998). Os processos dinâmicos ordinários ocorrentes nas florestas tropicais são geradores de heterogeneidade espacial e temporal, com fortes reflexos na estrutura das comunidades. Assim, a interação complexa dos regimes de distúrbios com as variações do ambiente físico é o principal gerador e mantenedor da elevada heterogeneidade ambiental das florestas tropicais e explica, pelo menos em parte, sua elevada diversidade.

Na região do Alto Rio Grande, sul do estado de Minas Gerais, o processo de alteração das paisagens remete ao início do século XVII (Oliveira-Filho & Machado, 1993). Derivados da floresta primordial, os fragmentos de florestas semidecíduais da região, foram drasticamente reduzidos. Para isso, concorreu sua distribuição nos solos mais férteis e úmidos que são mais atraentes para agropecuária (Oliveira-Filho et al., 1994a). Esses processos resultaram no isolamento das áreas remanescente, bem como no aumento da suscetibilidade destas a diversos fatores impactantes, como invasão pelo gado, incêndios, extração seletiva, deposição de lixo, dentre outros, o que contribui para a descaracterização fito-fisionômica (Pereira et al., 2007). No entanto, os pequenos fragmentos florestais dispersos pela paisagem, em muitas regiões do Brasil, representam, talvez, a única forma de conservação disponível atualmente.

Uma série de trabalhos anteriores realizados no Alto Rio Grande mostra que a diversidade de espécies e a estrutura das comunidades arbóreas contidas em fragmentos florestais estão significativamente relacionadas à heterogeneidade de habitats e aos impactos antrópicos. Nesse sentido, o objetivo principal deste trabalho foi o de estabelecer, além da dimensão espacial, a dimensão temporal destas variáveis sobre as mudanças nas comunidades arbóreas. Para tanto, traz duas perguntas básicas: i) existe padrão predominante

de dinâmica da comunidade arbórea?; ii) a dinâmica da comunidade arbórea varia de acordo com variações ambientais aqui representadas pela própria estrutura da floresta, com a variação do status nutricional e a capacidade de drenagem do solo e com o histórico de distúrbios de cada remanescente?

### **Material e métodos**

**Área de estudo** – O presente estudo foi conduzido em 16 fragmentos de floresta estacional semidecidual (Veloso et al., 1991) localizados na região do Alto Rio Grande, Minas Gerais (21°00' – 21°43'S e 43°50' – 45°05'W) e inclui as porções internas da serra da Mantiqueira, abrigando a porção superior do Rio Grande (Fig. 1 e Tab. 1).

A topografia da região é predominantemente montanhosa, com altitudes que variam entre 800 e 1.500m, mas, ao longo dos topos das cadeias montanhosas, pode alcançar altitudes superiores a 2.000m. O material de origem dos solos predominante na região são os quartzitos e gnaiesses, os quais originaram Latossolos, Cambissolos, Argissolos, Litossolos e Neossolos (Curi et al., 1990).

A classificação climática, segundo Köppen, é do tipo Cw, mesotérmico com verões brandos e suaves e estiagens de inverno, com 66% da precipitação ocorrendo no período de novembro a fevereiro (Vilela & Ramalho, 1979). O clima Cwa é o predominante na região, enquanto que o Cwb está restrito às regiões mais elevadas. As médias anuais de temperatura e precipitação para o clima Cwa são 19,3°-20,1°C e 1,514-1,588mm, respectivamente e de 14,8°-18,6°C e 1,536-1,605mm, para Cwb.

**Sistema de amostragem das áreas de estudo** – A rede de parcelas permanentes instaladas na região do Alto Rio Grande estende-se por mais de 20 fragmentos florestais e é resultado do trabalho de um grupo de pesquisadores da Universidade Federal de Lavras.

Neste trabalho, no entanto, foram utilizados apenas 16 fragmentos, os quais foram inventariados em duas ocasiões, entre os anos de 1999 e 2008 (Tab. 1). No caso de três fragmentos, houve necessidade de subdividir a amostra em função da alta diferenciação de ambientes, decorrente da existência de uma porção aluvião (a) e outra estacional (s) na mesma área. A saber, as áreas Coqueiral (CQ – a e CQ – s), Ingáí (IN – a e IN – s) e Madre de Deus (MD – a e MD – s).

Em virtude de características e das propriedades próprias de cada fragmento, não existe um padrão no sistema de amostragem. Contudo, o critério de inclusão foi o mesmo em todas as áreas. Foram considerados inclusos na amostragem todos os indivíduos arbóreos vivos encontrados nas parcelas com diâmetro à altura do peito (DAP)  $\geq 5$  cm. As identificações taxonômicas de angiospermas seguem o sistema Angiosperm Phylogeny Group II (APG II, 2003) e o material botânico foi herborizado e depositado no Herbário do Departamento de Biologia da Universidade Federal de Lavras (Herbário ESAL). Um segundo inventário da comunidade arbórea, cinco anos após o primeiro, foi realizado utilizando-se os mesmos critérios do anterior. Desse modo, os novos indivíduos que atingiram o critério de inclusão (recrutas) foram marcados e medidos, os mortos foram registrados e os sobreviventes mensurados novamente.

**Dinâmica da comunidade** – As variáveis expressam a dinâmica de duas formas: em demografia (contagens) de indivíduos arbóreos e em área basal das árvores, assumida como a soma das áreas seccionais à altura do peito, calculada assumindo uma relação circular com o DAP. Com base em Sheil et al. (1995, 2000), foram assumidas mudanças em tamanho populacional por intervalo de tempo em proporção constante ao tamanho inicial da população e foram, assim, calculadas as taxas anuais médias de mortalidade (M) e recrutamento (R) de

árvores individuais e taxas anuais médias de perda (P) e ganho (G) de área basal das árvores, por meio das expressões exponenciais:

$$M = \{1 - [(N_0 - N_m)/N_0]1/t\} \times 100,$$

$$R = [1 - (1 - N_r/N_t)1/t] \times 100,$$

$$P = \{1 - [(AB_0 - AB_m - AB_d)/AB_0]1/t\} \times 100, \text{ e}$$

$$G = \{1 - [1 - (AB_r + AB_g)/AB_t]1/t\} \times 100,$$

em que  $t$  é o tempo decorrido entre os inventários;  $N_0$  e  $N_t$  são, respectivamente, as contagens inicial e final de árvores individuais;  $N_m$  e  $N_r$  são, respectivamente, o número de árvores mortas e recrutadas;  $AB_0$  e  $AB_t$  são, respectivamente, as áreas basais inicial e final das árvores;  $AB_m$  é a área basal das árvores mortas;  $AB_r$  é a área basal dos recrutadas e  $AB_d$  e  $AB_g$  são, respectivamente, o decremento (por meio de quebra ou perda parcial do tronco) e o incremento em área basal das árvores sobreviventes. Para expressar a dinâmica global, foram obtidas as taxas de rotatividade (*turnover*) em número de árvores ( $T_N$ ) e área basal ( $T_{AB}$ ) a partir, respectivamente, das médias das taxas de mortalidade e recrutamento e de perda e ganho (Oliveira-Filho et al., 1997; Werneck & Franceschinelli, 2004):

$$T_N = (M + R)/2$$

$$T_{AB} = (P + G)/2$$

Conforme Korning & Balslev (1994), foram também obtidas as taxas de mudança líquida no período, tanto para número de árvores ( $Ch_N$ ) como área basal ( $Ch_{AB}$ ), utilizando-se as equações:

$$Ch_N = [(N_t/N_0)1/t - 1] \times 100, \text{ e}$$

$$Ch_{AB} = [(AB_t/AB_0)1/t - 1] \times 100.$$

**Inventário das variáveis ambientais** – Foram extraídas informações sobre variáveis ambientais de cada unidade amostral (Tab. 2), as quais podem ser divididas em quatro grupos: a) estrutural; b) nutricional; c) água no solo e f) histórico de distúrbios.

Para verificar a influência da estrutura da floresta sobre os processos no tempo, foi realizada uma caracterização da estrutura das florestas, a qual foi obtida por meio da análise da estrutura diamétrica. Este método consiste na avaliação da inclinação da reta de regressão ( $\alpha$ ) e do intercepto ( $\beta$ ), obtidos por meio da plotagem do logaritmo neperiano do número de indivíduos (variável resposta) pelo logaritmo neperiano dos centros de classes (variável explanatória) da distribuição diamétrica. A utilização do valor do intercepto ( $\beta$ ) é embasada no pressuposto de que quanto maior seu valor, maior o número de indivíduos agrupados na menor classe de diâmetro, o que reflete um estágio seral mais inicial, e quanto maior o valor da inclinação da reta de regressão ( $\alpha$ ), maior o número de classes, indicando a melhor estruturação da floresta, refletindo um estágio seral mais avançado (Harper, 1977; Lawton, 1987). A distribuição das árvores por classe de diâmetro foi analisada empregando-se os mesmos intervalos de classe com amplitudes crescentes que foram adotados em estudo de dinâmica florestal na região, por Appolinário et al. (2005), para compensar o forte decréscimo da densidade nas classes de tamanhos maiores, típico da distribuição em exponencial negativo, conhecida como *J*-invertido (Botrel et al., 2002).

Foram coletadas, aleatoriamente, em cada parcela, cinco amostras simples do solo superficial (0–20 cm), as quais foram misturadas e homogeneizadas para formar uma amostra composta, com cerca de 500 g de solo. As amostras foram enviadas para o Laboratório de Análise de Solos do Departamento de Ciências do Solo da UFLA, para análises químicas e texturais, realizadas segundo o protocolo da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa, 1997). Os solos de cada parcela foram classificados segundo Embrapa (1999). A partir dessas análises foi possível obter uma variável síntese para o *status* nutricional do solo, a saturação por bases (V).

Para avaliação indireta das variáveis hidrológicas (capacidade de armazenamento de água nos solos), foi utilizada uma combinação composta pelas proporções de areia, silte e argila, juntamente com o desnível do terreno (obtido pela diferença entre as cotas máxima e mínima de cada unidade amostral).

Para avaliar o histórico de distúrbios passados, foi utilizada uma matriz composta de linhas contendo os 19 fragmentos e colunas contendo os impactos, julgados como principais, aos quais os fragmentos foram historicamente submetidos, juntamente com três elementos da matriz de entorno. As interseções entre linhas e colunas foram divididas em quadrantes contendo pontuações (0 a 4) de avaliação de três características do impacto ambiental: quadrante 1 – severidade; quadrante 2 - espaço (extensão) e quadrante 3 - tempo (duração). O quadrante 4 continha a soma das pontuações dos outros três quadrantes. Na última coluna da matriz foi lançado um valor sintético obtido a partir da soma dos valores dos quadrantes 4 multiplicados por pesos (valores) atribuídos a cada impacto, sendo eles: lixo, silvicultura e cerca = 1; agricultura e trilhas = 2; estradas externas e pasto = 3; estradas internas e gado = 4; fogo, corte seletivo e proporção de borda = 5 e corte raso = 6 (valor máximo de impacto). A atribuição de valores aos impactos seguiu a adoção subjetiva de valoração com base na literatura (Dean, 1996; Fiszon & Marchioro, 2002) e, na experiência dos pesquisadores que trabalharam nos fragmentos e que se traduz nas impressões pessoais e subjetivas sobre efeitos das atividades antrópicas sobre a vegetação. Esta metodologia já fora aplicada no Alto Rio Grande, em trabalhos anteriores, com grande sucesso (Pereira et al., 2007).

**Análises estatísticas** – Como os eventos amostrados não são espacialmente aleatorizados nas parcelas, ou seja, estas não foram distribuídas independentemente, foram realizados testes de auto-reamostragem *bootstrap*, que fornece informações sobre a confiabilidade dos resultados (Pillar, 1998,

1999a, 1999b). O teste consiste na comparação dos padrões observados aos resultados obtidos por meio de uma amostragem aleatória (com reposição) dentro do mesmo universo amostral. A amostra gerada aleatoriamente é chamada de amostra *bootstrap* e, para tanto, foram realizadas 100.000 iterações e utilizado o *software R*, por meio do pacote RODBC.

Cada parcela de cada fragmento foi classificada, tanto para número de indivíduos como para área basal, em três categorias: ganho ( $\geq 5\%$  de ganho), perda ( $< -5\%$  de perda) e estável ( $-5\% \geq a > -5\%$ ) (Higuchi et al., 2008). Tendo por base a proporção de parcelas por área em cada categoria, foi possível determinar a etapa silvigenética para cada área (Machado & Oliveira-Filho, 2008a). O estágio “Degradação” é caracterizado pela redução em número de indivíduos e área basal; a “Construção Inicial” apresentaria acréscimo em número de indivíduos e a área basal nas etapas mais iniciais reduziria e, em fases mais avançadas, aumentaria; a “Construção Tardia” se caracterizaria pela redução no número de indivíduos e acréscimo na área basal e a “Estabilidade” seria caracterizada por suaves flutuações nos números de indivíduos e na área basal (suave  $< 5\%$ ).

Para todas as análises foram considerados dois critérios de inclusão: o primeiro,  $DAP \geq 5\text{cm}$  e o segundo,  $DAP \geq 10\text{cm}$ . A intenção, com esta abordagem, é verificar quais são os padrões com a influência do sub-bosque (primeiro critério) e sem a sua influência (segundo critério).

Foram, então, realizados ajustes de modelos de regressão linear múltipla, aplicando-se análises o método de seleção de variáveis *StepWise*. Para tanto, foram necessárias duas matrizes de variáveis. A matriz de variáveis dependentes foi composta pelas variáveis de dinâmica comunitária por fragmento, expressas em área basal e em número de indivíduos, tendo sido considerados dois critérios de inclusão pré-definidos ( $DAP \geq 5\text{cm}$  e  $DAP \geq 10\text{cm}$ ). A matriz de variáveis independentes foi composta de quatro variáveis ambientais, sendo duas

fisionômico-estruturais (inclinação da reta de regressão -  $\alpha$  e o intercepto -  $\beta$ ), uma representando o *status* nutricional dos solos (saturação por bases - V), outra refletindo o teor de água no solo (drenagem) e o histórico de perturbações (impactos ambientais). Ambas as matrizes foram preparadas com valores extraídos por meio das técnicas *bootstrap*. Estas verificaram quais variáveis apresentavam a maior correlação com as variáveis dependentes, ou seja, as taxas de dinâmica. Foi utilizada uma equação para estimar cada taxa de dinâmica (mortalidade, recrutamento, perda e ganho). A equação proposta para ajustar o modelo é uma equação linear do tipo:  $Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_4X_4 + b_5X_5 + b_6X_6$ .

Em estatística, o nível de significância é definido como a probabilidade de se cometer um erro Tipo I (rejeitar uma hipótese nula verdadeira). No presente caso, a hipótese de nulidade testada é a de não existência de associação entre as taxas de dinâmica da comunidade e as variáveis ambientais. Quando se tem um conjunto grande de variáveis independentes sendo relacionadas, nos deparamos com o problema de encontrar correlações espúrias. O nível de significância individual (de cada teste -  $\alpha$ ) é definido pelo pesquisador, contudo, o nível de significância conjunto do teste ( $\alpha^*$ ) cresce à medida que aumenta o número de testes realizados. Por exemplo, realizando-se dois testes, adotando-se  $\alpha = 0,05$  em cada um, o nível de significância conjunto será  $\alpha^* = 0,0975$ ; com cinco testes, esse valor será de 0,2262 e, com 10 testes, 0,4012. Usando o método de Bonferroni (Miller, 1991; Province, 1999) nível  $\alpha$  para cada teste feito individualmente é ajustado, para assegurar que o risco global para os vários testes permaneça 5%. Assim, mesmo que mais de um teste seja realizado, o risco de encontrar uma diferença ou efeito, incorretamente, significativo permanece em 5%.

## Resultados

**Dinâmica comunitária** – As variáveis de dinâmica comunitária para os 19 fragmentos de florestas estacionais do Alto Rio Grande, considerando o primeiro critério de inclusão ( $DAP \geq 5\text{cm}$ ), sugerem, de forma geral, uma redução líquida da densidade (Tab. 3), como resultado das taxas de mortalidade superiores às de recrutamento. A única exceção é o fragmento CM, que apresentou acréscimo no número de indivíduos. As contagens de mortos foram significativamente maiores que as de recrutas para os seguintes fragmentos CP ( $Z = 3,28$ ;  $p = 0,002$ ), CQ - a ( $Z = 2,99$ ;  $p = 0,005$ ), CQ - s ( $Z = 5,22$ ;  $p = 0,001$ ), CR ( $Z = 5,83$ ;  $p = 0,001$ ), IB ( $Z = 2,10$ ;  $p = 0,05$ ), IN - a ( $Z = 2,69$ ;  $p = 0,01$ ), IN - s ( $Z = 2,56$ ;  $p = 0,02$ ), IT ( $Z = 9,34$ ;  $p = 0,001$ ), IU ( $Z = 7,05$ ;  $p = 0,001$ ), LU ( $Z = 9,70$ ;  $p = 0,001$ ), LV ( $Z = 21,98$ ;  $p = 0,001$ ), MC ( $Z = 10,45$ ;  $p = 0,001$ ), MD - a ( $Z = 2,12$ ;  $p = 0,005$ ), ML ( $Z = 3,04$ ;  $p = 0,005$ ), PI ( $Z = 2,84$ ;  $p = 0,005$ ) e SE ( $Z = 4,55$ ;  $p = 0,001$ ), mas não para MD - s ( $Z = 0,60$ ;  $p \geq 0,1$ ) e PB ( $Z = 1,25$ ;  $p \geq 0,1$ ). E, em um caso, CM ( $Z = 3,30$ ;  $p = 0,001$ ), as contagens de recrutas foram significativamente maiores que as de mortos.

Considerando o segundo critério de inclusão ( $DAP \geq 10\text{cm}$ ), os padrões se alteraram para alguns fragmentos (Tab. 5). A redução líquida da densidade resultante das taxas de mortalidade superiores às de recrutamento se repetiu em 12 deles (CP, CQ - a, CQ - s, IB, IN - a, IT, IU, LU, LV, MD - a, ML, SE), enquanto sete fragmentos (CM, CR, IN - s, MC, MD - s, PB, PI) apresentaram acréscimo no número de indivíduos. As contagens de mortos foram significativamente maiores que as de recrutas, para os seguintes fragmentos CP ( $Z = 2,63$ ;  $p = 0,01$ ), CQ - a ( $Z = 2,00$ ;  $p = 0,05$ ), CQ - s ( $Z = 2,29$ ;  $p = 0,05$ ), IT ( $Z = 5,28$ ;  $p = 0,001$ ), IU ( $Z = 1,92$ ;  $p = 0,10$ ), LU ( $Z = 3,15$ ;  $p = 0,002$ ), LV ( $Z = 1,83$ ;  $p = 0,10$ ), ML ( $Z = 5,65$ ;  $p = 0,001$ ) e PB ( $Z = 3,61$ ;  $p = 0,001$ ), mas não para IB ( $Z = 0,51$ ;  $p \geq 0,1$ ), IN - a ( $Z = 0,66$ ;  $p \geq 0,1$ ), MD - a ( $Z = 0,26$ ;  $p \geq 0,1$ ) e SE ( $Z = 1,38$ ;  $p \geq 0,1$ ). E, em dois casos, CM ( $Z = 3,18$ ;  $p = 0,002$ ) e IN - s ( $Z$

= 3,02;  $p = 0,005$ ), as contagens de recrutas foram significativamente maiores que as de mortos, mas não houve diferenças significativas para CR ( $Z = 0,89$ ;  $p \geq 0,1$ ), MC ( $Z = 1,52$ ;  $p \geq 0,1$ ), MD - s ( $Z = 0,25$ ;  $p \geq 0,1$ ) e PI ( $Z = 1,30$ ;  $p \geq 0,1$ ).

Para área basal no primeiro critério de inclusão (Tab. 4), verificou-se que, em dez fragmentos, houve acréscimo (CM, CQ - a, CR, IN - s, LV, MC, MD - a, MD - s, PB, PI), ou seja, as taxas de ganho foram superiores às de perda, mas em outros nove fragmentos (CP, CQ - s, IB, IN - a, IT, IU, LU, ML, SE), a tendência foi contrária. No segundo critério de inclusão (Tab. 6), verificou-se que, em 13 fragmentos, houve acréscimo (CM, CQ - a, CQ - s, CR, IN - s, IT, IU, LV, MC, MD - a, MD - s, PB, PI), mas, em outros seis fragmentos (CP, IB, IN - a, LU, ML, SE), a tendência foi contrária.

Quando se considera o primeiro critério de inclusão ( $DAP \geq 5\text{cm}$ ), verifica-se que, em relação do número de indivíduos (Tab. 3), houve maioria de parcelas em estabilidade em sete fragmentos, sendo estas predominantes ( $\geq 50\%$ ) em quatro (CM, CR, IN-s, MD-s) e pouco abaixo da metade (41% a 47%) em outros três (IB, MD-a, SE). Parcelas com perda de indivíduos predominaram ( $\geq 50\%$ ) em sete fragmentos (CQ-s, IN-a, IT, IU, LU, LV, MC) e estiveram pouco abaixo da metade (40% a 47%) em outros cinco (CP, CQ-a, ML, PB, PI).

Para a área basal (Tab. 3), verificou-se que seis fragmentos (CP, CR, LV, MC, MD-s, PI) apresentaram predominância ( $\geq 50\%$ ) de parcelas em estabilidade e cinco (CM, IN-a, IN-s, MD-a, PB), predominância ( $\geq 50\%$ ) de parcelas com de ganho. Em outros cinco (CQ-a, IB, IT, LU, SE), a maioria das parcelas (39,5% a 47%) mostrou tendência à estabilidade e, em dois deles (CQ-s, IU), a maior parte das parcelas (37,5% a 38,5%) tendeu ao ganho. Houve apenas um fragmento (ML) no qual a maior parte das parcelas tendeu à perda (48,3%).

Ajustando-se estes resultados ao modelo de etapas silvigenéticas de Machado & Oliveira-Filho (2008a), verifica-se que: um (ML) fragmento

encontra-se em estágio de “Degradação”, dez (CM, CP, CQ-a, IN-s, IT, LU, LV, MC, MD-a, PI) estariam transitando entre os estágios de “Construção Inicial” e “Construção Tardia”, quatro (CQ-s, IN-a, IU, PB) estariam em “Construção Tardia” e outros quatro (CR, IB, MD-s, SE) em “Estabilidade”.

Para o segundo critério de inclusão ( $DAP \geq 10\text{cm}$ ), quando se observa o número de indivíduos (Tab. 3), verifica-se que, em quatro fragmentos (CQ-a, CR, MC, MD-s), houve predominância ( $\geq 50\%$ ) de parcelas em estabilidade; em outros quatro ( $\geq 50\%$ ), de parcelas em perda (CQ-s, IT, LU, ML) e, em apenas um fragmento, predominaram ( $\geq 50\%$ ) parcelas em ganho (IN-s). Seis remanescentes apresentaram maioria de parcelas (40% a 45,5%) com tendência à estabilização (IU, LU, MD-a, PB, PI, SE), um com tendência a ganho (CM, 46,4%) e um outro com tendência à perda (CP, 39,3%). Além disso, um fragmento (IB) apresentou iguais proporções de parcelas, tanto para ganho como para perda (41,7%) e outro (IN-a) apresentou proporções semelhantes de parcelas para todas as três categorias (ganho, perda e estabilidade).

Considerando área basal (Tab. 3), verifica-se que, em dois fragmentos (CP, CQ-a), houve predominância ( $\geq 50\%$ ) das parcelas na estabilização; em oito deles, das parcelas em ganho (CM, IN-a, IN-s, IU, LV, MC, MD-a, PB) e, em cinco (CR, IB, MD-s, PI, SE), as parcelas tendentes à estabilidade foram maioria (38,5% a 46,7%). Em dois fragmentos (CQ-s e IT), as parcelas tenderam a ganho (37,5% a 38,1%) e um fragmento tendeu à perda (48,3%, ML). Além disso, o fragmento LU apresentou valores iguais tanto para ganho como para a perda (34,4%).

Em conclusão, de acordo com o modelo silvigenético adotado, apenas um fragmento (ML) estaria em estágio de “Degradação”, dois (CM, CQ-s) em “Construção Inicial”, oito (CP, IN-a, IU, LU, LV, MC, MD-a, PB) transitando entre os estágios de “Construção Inicial” e “Construção Tardia”, dois (CQ-s, IT) em “Construção Tardia” e outros seis (CQ-a, CR, IB, MD-s, PI, SE) em

“Estabilidade”. Nota-se que onze fragmentos se mantiveram na mesma classificação nas etapas silvigênicas, independente do critério de inclusão adotado. No entanto, não foi verificado um claro padrão de dinâmica da comunidade arbórea, tanto para o primeiro critério de inclusão ( $DAP \geq 5\text{cm}$ ) (Fig. 2) como para o segundo critério ( $DAP \geq 10\text{cm}$ ) (Fig. 3). Embora não seja possível discriminar grupos com padrões de dinâmica claramente distintos, é possível verificar algumas tendências, como: as áreas que apresentam baixa rotatividade e baixa mudança (ou seja, baixas “velocidades” de dinâmica) estão localizadas nas porções mais à esquerda e ou inferiores, enquanto as que apresentaram maiores “velocidades” nas taxas de dinâmica (rotatividade e mudança altas) estão nas porções mais à direita e ou superior e este padrão é verificado tanto para número de indivíduos como para área basal. Assim, é possível inferir sobre as tendências futuras destes fragmentos, uma vez que aqueles localizados nas porções mais à esquerda e ou abaixo tendem a permanecer nos atuais estágios sucessionais, enquanto que os localizados nas porções à direita e ou superior tendem a mudar de estado, podendo avançar ou regredir.

Deve-se salientar que essas mudanças líquidas, tanto em número de indivíduos como em área basal, ocorrem com “velocidade” diferenciada em cada fragmento. Isso pode ser verificado tanto para os dois critérios de inclusão como para os dois parâmetros, tanto os relacionados à demografia (taxas de mortalidade recrutamento), como à biomassa (taxas de perdas e ganhos). Quando se observam os dois critérios de inclusão ( $DAP \geq 5\text{ cm}$ ) (Fig. 4 e 5) ( $DAP \geq 10\text{ cm}$ ) (Fig. 6 e 7), notam-se algumas diferenças nas posições relativas às médias dos valores, mas o padrão geral é bastante compatível em ambos os critérios, não havendo grandes diferenças nos padrões encontrados.

**Geração dos modelos da dinâmica comunitária** – A matriz de correlações entre as variáveis de dinâmica e as variáveis estruturais e ambientais identificou apenas quatro correlações significativas. Contudo, quando aplicada a correção

de Bonferroni, restaram apenas duas (Tab. 9), realizadas para o primeiro critério de inclusão ( $DAP \geq 5\text{cm}$ ). Para o segundo critério de inclusão ( $DAP \geq 10\text{cm}$ ), foram, inicialmente, encontradas outras quatro correlações significativas. No entanto, após ter sido aplicada a correção de Bonferroni, restaram apenas três (Tab. 10). Assim, foi possível gerar apenas três modelos preditores da dinâmica da comunidade arbórea.

A dinâmica comunitária para o primeiro critério de inclusão ( $DAP \geq 5\text{cm}$ ) indicou correlações significativas ( $F = 3,5756$ ;  $p = 0,0135$ ;  $B = 0,0268$ ) encontrada foi entre a taxa de ganho em área basal com os coeficientes angular e linear, gerando o seguinte modelo: ganho ( $DAP > 5\text{cm}$ ) =  $3,3798 - 2,4058 \times \text{coef. angular} - 0,4687 \times \text{coef. linear}$ .

Para o segundo critério de inclusão ( $DAP \geq 10\text{cm}$ ), encontraram-se correlações significativas ( $F = 4,3807$ ;  $p = 0,0492$ ;  $B = 0,0492$ ) entre as taxas de mortalidade e saturação por bases (V), gerando o seguinte modelo: mortalidade ( $DAP \geq 10\text{cm}$ ) =  $2,0028 + 0,0322 \times V$ . Também foi verificada correlação significativa ( $F = 3,4539$ ;  $p = 0,0430$ ;  $B = 0,0319$ ) encontrada foi entre a taxa de ganho em área basal com os coeficientes angular e linear, gerando o seguinte modelo: ganho ( $DAP > 10\text{cm}$ ) =  $4,121 - 2,7658 \times \text{coef. angular} - 0,6851 \times \text{coef. linear}$ .

### **Discussão**

As diferentes fases do processo de regeneração florestal, de maneira geral, podem ser reconhecidas pelas mudanças estruturais que estão sendo registradas, indicando a etapa do processo silvigenético na qual a floresta se encontra (Oldeman, 1983, 1989; Engel, 1993; Nascimento & Viana, 1999; Machado & Oliveira-Filho, 2008a). Aspectos diagnósticos importantes neste reconhecimento são as mudanças verificadas tanto na demografia como na biomassa, tradicionalmente expressas como densidade e área basal, no caso de comunidades arbóreas. A condição de “Estabilidade” corresponderia a uma fase

na qual a floresta ou a eco-unidade florestal flutuariam moderadamente a densidade e a área basal, sob um regime de distúrbios leves, isto é, sem formação de clareiras de dossel ou derrubadas. Na ocorrência de distúrbios mais severos, haveria a “Degradação”, caracterizada pela redução súbita de densidade e área basal. A partir deste ponto, a floresta ou a eco-unidade entra no processo de “Construção Inicial”, com um aumento tanto em densidade como em área basal, mas podendo passar por uma fase em que a degradação ainda está presente na forma de morte de grandes árvores, ao mesmo tempo em que aumenta a densidade de árvores pequenas. Segue-se a “Construção Tardia”, caracterizada pelo ‘autodesbaste’, no qual a densidade cai e a área basal aumenta, devido à morte de árvores pequenas e ao crescimento das sobreviventes. A dimensão média dos indivíduos tende a aumentar à medida que a densidade diminui. Este processo leva à evolução da estrutura de ‘paliteiro’ (adensamento de árvores finas), típica dos estágios iniciais de regeneração, para uma estrutura mais complexa e estratificada, característica da fase de “Estabilidade”. Salienta-se que retrocessos por degradação podem intervir em qualquer fase do processo regenerativo. Dessa maneira, distúrbios causados fatores naturais ou antrópicos podem afetar a estrutura da comunidade, fazendo com que esta não atinja a condição de estabilidade (Swaine & Hall, 1988).

No entanto, deve-se considerar, além da relação entrada (recrutamento ou ganho) e saída (mortalidade ou perda), a “velocidade” destas, uma vez que, sem este cuidado, podem-se levar falsas impressões acerca da etapa silvigenética de uma determinada área. Conforme demonstrado na figura 8, pode-se obter uma comunidade estável em duas situações: a primeira, quando os processos de entrada e saída são pouco frequentes (quadrante 1) ou quando os processos de entrada e saída são muito intensos (quadrante 3). Em ambos os casos, o balanço entre a entrada e a saída se equivale, levando à falsa impressão de que a comunidade encontra-se em “Estabilidade”. Nos demais quadrantes (2 e 4),

podem-se notar mudanças na estrutura comunitária, existindo, no quadrante 2, uma tendência maior de saída do que de entrada e, no quadrante 4, a entrada supera a saída.

Neste contexto, verifica-se que a região do Alto Rio Grande, foco deste estudo, apresenta dispersos, em sua paisagem, fragmentos em diferentes estágios sucessionais como reflexo de um histórico de mais de 300 anos de ocupação da região. Esta heterogeneidade resulta da combinação e ou da interação de inúmeros fatores, com especial destaque para as variações do ambiente físico e do regime de distúrbios (Martinez-Ramos, 1985; Denslow, 1987). Dessa maneira, a composição das espécies e a dinâmica da comunidade podem ser afetadas pelas alterações na intensidade e na qualidade da luz, na umidade e na temperatura do solo e ar, nas propriedades edáficas, além de variações topográficas. Os distúrbios causam uma heterogeneidade adicional ao modificarem localmente vários aspectos do ambiente físico, notadamente as condições de luz, temperatura e umidade (Burslem & Whitmore, 1999).

Uma característica importante dos fragmentos apresentados neste trabalho é que estes, em sua grande maioria (exceção a três – IB, LV, SE), estão presentes em áreas particulares e sujeitas a toda forma de descaracterização florística e fisionômica. Dos três fragmentos teoricamente protegidos, dois LV e se se encontram dentro da Universidade Federal de Lavras e, apesar de constituírem a reserva legal desta instituição, ainda assim estão bastante sujeitos às perturbações.

Assim verificou-se, para o presente estudo, que, dentre os distúrbios candidatos, os principais responsáveis pelas reduções na densidade e área basal seriam: a retirada seletiva de madeira, os incêndios florestais e as constantes invasões de gado no interior dos fragmentos. Há de se considerar que o fragmento classificado como estando em “Degradação” é o menor fragmento analisado (4ha), refletindo bem a realidade descrita anteriormente. Outros

fragmentos que apresentaram elevadas reduções em densidade refletem distúrbios passados intensos, como retirada seletiva de madeira (CP, IT, LU, LV, MC), constantes invasões de gado (CQ - s) e incêndios florestais (IU). As inundações por corpos d'água atuam como impactos naturais (CQ - a, IN - a, MD - a) e explicam os padrões caóticos encontrados nestes fragmentos, uma vez em que o regime de cheias não é previsível (Oliveira-Filho et al., 1994b; Botrel et al., 2002; Guilherme et al., 2004).

Áreas com regime de distúrbios leves (CM, CR, IN - s, MD - s, PB, SE) ou com um histórico de preservação mais antigo, superior a 50 anos (IB, PI), demonstraram maior estabilidade. Isso indica que medidas simples, como o fim do corte seletivo, a construção de aceiros e a retirada do gado do interior dos fragmentos, podem ainda restabelecer as características fitofisionômicas, assim como as funções ecológicas destes.

Quando se analisam as variações na estrutura de comunidades arbóreas em florestas tropicais há de se atentar, pois são comuns períodos de expansão sucedidos por outros de retração (Manokaran & Kochummen, 1987; Felfili 1995a, 1995b; Kellman et al., 1998). Após um período em que predominam a mortalidade ou a perda, ocorre abertura de espaços para que, em seguida, ocorra um predomínio de recrutamento ou ganho. Contudo, é difícil determinar se os processos de ganho e de perda são desencadeados por um distúrbio ou são o resultado de flutuações cíclicas, em que se alternam períodos de acúmulo líquido com outros de perda líquida de densidade e ou biomassa. Assim, só com o monitoramento periódico, por longos períodos, das áreas, será possível determinar quando se tratam de flutuações cíclicas e quando se tratam de processos pós-distúrbios. Mas, deve-se salientar que mesmo as flutuações cíclicas podem desencadear efeitos desastrosos, principalmente quando se tratam de pequenos fragmentos, uma vez que nestes o peso destas flutuações é mais intenso.

Para compreender a dinâmica das florestas tropicais, é necessário também avaliá-las sob o prisma das várias condições ambientais, respeitando particularidades locais e variações internas (Clark, 1994; Viana et al., 1997; Guilherme et al., 2004; Appolinário et al., 2005; Oliveira-Filho et al., 2007; Higuchi et al., 2008; Machado & Oliveira-Filho, 2008a).

Variações ambientais mostraram, com maior clareza, algumas das principais forças reguladoras da heterogeneidade espacial da dinâmica da comunidade, como a disponibilidade de água e de luz. Era esperado que, em função do menor acesso às reservas de água do subsolo, a capacidade de drenagem provocasse reflexo nas taxas de dinâmica, uma vez que, em florestas estacionais, o déficit hídrico constitui o período mais crítico, principalmente para as árvores menores (Fortini et al., 2003).

O regime de disponibilidade de água nos solos é fortemente dependente das características do solo e da topografia, podendo variar em uma escala de poucos metros, com reflexo na distribuição das espécies de plantas (Terborgh, 1992). Dessa forma, muitas vezes é difícil distinguir claramente os efeitos do regime de água no solo sobre a distribuição das plantas, devido à sua inter-relação com demais características do substrato. As florestas semidecíduais ocorrem, geralmente, associadas a um regime estacional de chuvas, com uma estação seca bem definida, podendo-se presumir que a capacidade de armazenamento de água de cada hábitat tem um papel mais importante nos padrões de distribuição das espécies do que em florestas mais úmidas (Rizzini, 1979). Na região do alto e do médio rio Grande, a relação entre regime de água do solo e distribuição de espécies arbóreas tem sido amplamente documentada nos últimos anos (Oliveira-Filho et al., 1997, 2004; Botrel et al., 2002; Espírito-Santo et al., 2002; Souza et al., 2003; Dalanesi et al., 2004; Rocha et al., 2005; Machado et al., 2008b).

Quanto à dinâmica das árvores maiores, a maior disponibilidade de nutrientes minerais nos solos implicou em maiores taxas de mortalidade de árvores. O efeito destes recursos para as árvores maiores pode ter se expressado exatamente porque água e luz são menos críticos para esta classe de tamanho, muito embora o *status* nutricional dos solos na região do Alto Rio Grande, de forma geral, não inclua solos de fertilidade muito elevada, apresentado valores médios de saturação de bases (V) inferiores a 50%, o que define solos distróficos. Isso ocorre, mesmo que as variações internas contidas nos fragmentos já tenham sido documentadas como um fator primordial na distribuição de espécies.

O aspecto que se mostrou notadamente mais relacionado com as taxas de dinâmica foi a estrutura fisionômica, em que tanto o valor do intercepto ( $\beta$ ) como o valor da inclinação da reta de regressão ( $\alpha$ ) correlacionaram-se negativamente com o ganho em área basal. Dessa forma, entende-se que houve maior ganho nos locais onde não havia grande adensamento de árvores finas e pequenas, o que é característico de estágios mais iniciais de sucessão. Dessa forma, pode-se dizer que as taxas de dinâmica da comunidade arbórea são dependentes da densidade, e a competição constitui uma importante força reguladora. Esta idéia é reforçada quando se consideram os dois critérios de inclusão, uma vez que, para o primeiro ( $DAP \geq 5$  cm), esta força se mostrou mais evidente. A competição, tipicamente, leva à redução das taxas de entrada de recursos por indivíduo e, desse modo, à diminuição das taxas de crescimento ou desenvolvimento individual. Assim, em um ambiente de competição, recursos como luz, água e nutrientes se tornam ainda mais preciosos, afetando, dessa forma, reprodução, crescimento e mortalidade.

Contudo, pode-se verificar que padrões relacionados à demografia só puderam ser captados para o segundo critério de inclusão ( $DAP \geq 10$  cm). Já os padrões relacionados à biomassa foram sentidos em ambos. Isto se deve à

natureza das variáveis, já que as relacionadas à demografia são discretas, enquanto a biomassa é contínua. Dessa forma, a demografia é mais sensível ao grande adensamento de árvores na primeira classe diamétrica que, em função da exclusão competitiva, possuem alta rotatividade. Já a área basal, por sua natureza contínua, tende a valorizar mais as árvores maiores, apresentando, assim, pouca variação entre os dois critérios analisados.

A heterogeneidade ambiental em florestas tropicais limita espacialmente a quantidade de recursos disponíveis, controlando não o número de espécies, mas sim minimizando a exclusão competitiva, o que permite a coexistência de um maior número de espécies por unidade de área (Stevens & Carson, 2002). Dessa forma, a quantidade de habitats diferentes tem forte influência na formação de mosaicos de eco-unidades. Segundo Pulliam (1996), estas variações ambientais também não são estáticas no tempo, redundando em uma heterogeneidade espaço-temporal que varia em função do estágio sucessional, da produtividade do habitat e da estocasticidade ambiental e demográfica.

O processo de sucessão de uma formação vegetal envolve mudanças graduais na estrutura da comunidade e das populações que a compõem. Portanto, informações sobre as taxas de crescimento, recrutamento e mortalidade dos indivíduos são muito importantes para que se possa verificar se as populações locais estão sendo substituídas por elas próprias ou não. Estes achados mostram que os processos dinâmicos em fragmentos florestais podem ser muito heterogêneos e diferem substancialmente daqueles observados em florestas contínuas. E, considerando um contexto em que os pequenos fragmentos florestais dispersos pela paisagem representam, em muitas regiões do Brasil, talvez a única forma de conservação disponível, no momento atual torna-se fundamental o conhecimento dos mecanismos de geração e de manutenção da diversidade, bem como dos processos ecológicos aos quais estão sujeitos, o que

é primordial para o estabelecimento de ações e políticas pertinentes de conservação e de recuperação destas áreas remanescentes.

### Referências bibliográficas

ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP II – APG II. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. **Botanical Journal of the Linnean Society**, London, v. 141, n. 4, p. 399-436, Apr. 2003.

APPOLINÁRIO, V.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; GUILHERME, F. A. G. Tree population and community dynamics in a Brazilian tropical semideciduous forest. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 28, n. 2, p. 347-360, jun. 2005.

BOTREL, R. T.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; RODRIGUES, L.; CURI, N. Influência do solo e topografia sobre as variações da composição florística e estrutural da comunidade arbóreo-arbustiva de uma floresta estacional semidecidual em Ingai, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 25, n. 2, p.195-213, jun. 2002.

BURSLEM, D. F. R. P.; WHITMORE, T. Species diversity, susceptibility to disturbance and tree population dynamics in tropical rain forests. **Journal of Vegetation Science**, Estocolmo, v. 10, n. 6, p. 767-776, June 1999.

CLARK, D. A. Plant demography. In: MCDADE, L. A; BAWA, K. S.; HESPENHEIDE, H. A.; HARTSHORN, G. S. **La Selva: ecology and natural history of a neotropical rain forest**. Chicago: University of Chicago, 1994. p. 90-105.

CURI, N.; LIMA, J. M.; ANDRADE, H.; GUALBERTO, V. Geomorfologia, física, química e mineralogia dos principais solos da região de Lavras (MG). **Ciência Prática**, Lavras, v. 14, n. 2, p. 297-307, jun. 1990.

DALANESI, P. E; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; FONTES, M. A. L. Flora e estrutura do componente arbóreo da floresta do Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito, Lavras, MG, e correlações entre a distribuição das espécies e variáveis ambientais. **Acta Botânica Brasílica**, Brasília, v. 18, n. 4, p. 737-757, out. 2004.

DEAN, W. **A ferro e fogo**. São Paulo: Ed. Schwarcz, 1996. 484 p.

DENSLOW, J. S. Tropical rain forest gaps and tree species diversity. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Québec, v. 18, n. 2, p. 431-451, Apr. 1987.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 65 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1999. 123 p.

ENGEL, V. L. Silvigênese, dinâmica de fragmentos e conservação de florestas tropicais. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, v. 1, n. 1, p. 1-19, jan. 1993.

ESPÍRITO-SANTO, F. D. B.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; MACHADO, E. L. M.; SOUZA, J. S.; FONTES, M. A. L.; MARQUES, J. J. G. S. M. Variáveis ambientais e a distribuição de espécies arbóreas em um remanescente de floresta estacional semidecidual montana no campus da Universidade Federal de Lavras (UFLA), MG. **Acta Botanica Brasilica**, Brasília, v. 16, n. 3, p. 331-356, ago. 2002.

FELFILI, J. M. Diversity, structure and dynamics of a gallery forest in central Brazil. **Vegetatio**, Oxford, v. 117, n. 1, p. 1-15, Jan. 1995a.

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, p. 67-83, Jan. 1995b.

FIZON, J. T.; MARCHIORO, N. P. X. (Coord.). Atividades antrópicas e fatores de impacto nos fragmentos. In: **Efeitos da fragmentação de habitats: recomendações de políticas públicas**. Brasília: MMA/Secretaria de Biodiversidade e Florestas/PROBIO, 2002. 332 p. Versão prévia.

FORTINI, L. B.; MULKEY, S. S.; ZARIN, D. J.; VASCONCELOS, S. S.; CARVALHO, C. J. R. Drought constraints on leaf gas exchange by *Miconia ciliata* (Melastomataceae) in the understory of an eastern Amazonian regrowth forest stand. **American Journal of Botany**, Vancouver, v. 90, n. 6, p. 1064-1070, Ago. 2003.

GUILHERME, F. A. G.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; APPOLINÁRIO, V.; BEARZOTI, E. Effects of flooding regimes and woody bamboos on tree community dynamics in a section of tropical semideciduous forest in South-Eastern Brazil. **Plant Ecology**, Oxford, v. 174, n. 1, p. 19-36, Jan. 2004.

HARPER, J. L. **Population biology of plants**. London: Academic, 1977. 892 p.

HIGUCHI, P.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; BEBBER, D. P.; BROWN, N. D.; SILVA, A. C.; MACHADO, E. L. M. Spatio-temporal patterns of tree community dynamics in a tropical forest fragment in South-east Brazil. **Plant Ecology**, Oxford, Mar. 2008. Disponível em: <<http://www.springerlink.com/content/h11j92g662754477/>>. Acesso em: 20 maio 2008.

KELLMAN, M.; TACKABERRY, R.; RIGG, L. Structure and function in two tropical gallery forest communities: implications for forest conservation in fragmented systems. **Journal of Applied Ecology**, London, v. 35, n.1, p. 195-206, Jan. 1998.

KORNING, J.; BALSLEV, H. Growth and mortality of trees in Amazonian tropical rain forest in Ecuador. **Journal of Vegetation Science**, Estocolmo, v. 4, n. 1, p. 77-86, Jan. 1994.

LAURANCE, W. F.; FERREIRA, L. V.; RANKIN-DE-MERONA, J. M.; LAURANCE, S. G. Rain forest fragmentation and the dynamics of Amazonian tree communities. **Ecology**, Washington, v. 79, n. 6, p. 2032-2040, June 1998.

LAWTON, J. H. Are there assembly rules for successional communities? In: GRAY, A. J.; CRAWLEY, M. J. **Colonization, succession and stability**. Victoria: Blackwell Scientific Publications, 1987. p. 440-482.

LIEBERMAN, M.; LIEBERMAN, D. Forests are not just Swiss cheese: canopy stereogeometry of non-gaps in tropical forests. **Ecology**, Washington, v. 70, n. 3, p. 550-552, Apr. 1989.

LIEBERMAN, M.; LIEBERMAN, D. Patterns of density and dispersion of forest trees. In: MCDADE, L. A.; BAWA, K. S.; HESPENHEIDE, H. A.; HARTSHORN, G. S. **La selva: ecology and natural history of a neotropical rain forest**. Chicago: University of Chicago, 1994. p. 106-119.

MACHADO, E. L. M.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. Are spatial patterns of tree community dynamics detectable in a small (4 ha) and disturbed fragment of the Brazilian Atlantic forest? **Plant Ecology**, Oxford, 2008a. Submetido.

MACHADO, E. L. M.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; BERG, E. van den; CARVALHO, W. A. C.; SOUZA, J. S.; MARQUES, J. J. G. S. M.; CALEGÁRIO, N. Efeitos da proximidade espacial, substrato e bordas na estrutura da comunidade arbórea de um fragmento florestal em Lavras, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, 2008b. No prelo.

MANOKARAN, N.; KOCHUMMEN, K. M. Recruitment, growth and mortality of tree species in a lowland dipterocarp forest in Peninsular Malaysia. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 3, n. 2, p. 315-30, Apr. 1987.

MARTÍNEZ-RAMOS, M. Claros, ciclos vitales de los árboles tropicales y regeneración natural de las selvas altas perenifolias. In: GOMEZ-PÓMPA, A.; AMO, S. R. **Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz, Mexico**. Ciudad del Mexico: Editorial Alhambra Mexicana, 1985. p. 191-239.

MILLER JR., R. G. **Simultaneous statistical inference**. New York: Springer-Verlag, 1991. 143 p.

NASCIMENTO, H. E. M.; VIANA, V. M. Estrutura e dinâmica de eco-unidades em um fragmento de floresta estacional semidecidual na região de Piracicaba, SP. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 55, n. 1, p. 29-47, jan. 1999.

OLDEMAN, R. A. A. Dynamics in tropical rain forests. In: HOLM-NIELSEN, L. B.; NIELSEN, I. C.; BALSLEV, H. **Tropical forest: botanical dynamics, speciation and diversity**. London: Academic, 1989. p. 3-21.

OLDEMAN, R. A. A. Tropical rain forest, architecture, silvigenesis, and diversity. In: SUTTON, S. L.; WHITMORE, T. C.; CHADWICK, A. C. **Tropical rain forest: ecology and management**. Oxford: Blackwell Scientific Publication, 1983. p. 131-150.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; CARVALHO, D. A.; FONTES, M. A. L.; BERG, E. van den; CURI, N.; CARVALHO, W. A. C. Variações estruturais do compartimento arbóreo de uma floresta semidecídua alto-montana na chapada das Perdizes, Carrancas, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 27, n. 2, p. 291-309, abr. 2004.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; CARVALHO, W. A. C.; MACHADO, E. L. M.; HIGUCHI, P.; APPOLINÁRIO, V.; CASTRO, G. C.; SILVA, A. C.; SANTOS, R. M.; BORGES, L. F.; CORRÊA, B. S.; ALVES, J. M. Dinâmica da comunidade e populações arbóreas da borda e interior de um remanescente florestal na serra da Mantiqueira, Minas Gerais, em um intervalo de cinco anos (1999-2004). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 30, n. 1, p. 149-161, jan. 2007.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; MACHADO, J. N. M. Composição florística de uma floresta semidecídua montana, na Serra de São José, Tiradentes, Minas Gerais. **Acta Botanica Brasílica**, Brasília, v. 7, n. 2, p. 71-88, abr. 1993.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; MELLO, J. M.; SCOLFORO, J. R. S. 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**, Oxford, v. 131, n. 1, p. 45-66, Jan. 1997.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; SCOLFORO, J. R. S.; MELLO, J. M. Composição florística e estrutura de um remanescente de floresta semidecidual montana em Lavras, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 17, n. 2, p. 167-182, abr. 1994a.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; VILELA, E. A.; GAVILANES, M. L.; CARVALHO, D. A. Effect of flooding regime and understory bamboos on the physiognomy and tree species composition of a tropical semideciduous forest in Southeastern Brazil. **Vegetatio**, Dordrecht, v. 113, n. 2, p. 99-124, abr. 1994b.

PEREIRA, J. A. A.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; LEMOS FILHO, J. P. Environmental heterogeneity and disturbance by humans control much of the tree species diversity of Atlantic montane forest fragments in SE Brazil. **Biodiversity and Conservation**, Netherlands, v. 16, p. 1761-1784, Oct. 2007.

PILLAR, V. D. How sharp are classifications? **Ecology**, Washington, v. 80, n. 8, p. 2508-2516, Ago. 1999a.

PILLAR, V. D. Sampling sufficiency in ecological surveys. **Abstracta Botanica**, Budapest, v. 22, n. 1, p. 37-48, Apr. 1998.

PILLAR, V. D. The bootstrapped ordination reexamined. **Journal of Vegetation Science**, Estocolmo, v. 11, n. 1, p. 895-902, Jan. 1999b.

PROVINCE, M. A. Sequential methods of analysis for genome scan. In: RAO, D. C.; PROVINCE, M. A. **Dissection of complex traits**. San Diego: Academic, 1999. p. 578- 583.

PULLIAM, H. R. Sources and sinks: empirical evidence and population consequences. In: RHODES, O. E.; CHESSER, R. K.; SMITH, M. H. **Population dynamics in space and time**. Chicago: The University of Chicago, 1996. p. 45-70.

RICHARDS, P. W. **The tropical rain forest**. London: Cambridge University, 1979. 76 p.

RIZZINI, C. T. **Tratado de fitogeografia do Brasil: aspectos sociológicos e florísticos**. São Paulo: HUCITEC-EDUSP, 1979. 89 p.

ROCHA, C. T. V.; CARVALHO, D. A.; FONTES, M. A. L.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; BERG, E. van den; MARQUES, J. J. G. S. M. Comunidade arbórea de um continuum entre floresta paludosa e de encosta em Coqueiral, Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 28, n. 2, p. 203-218, abr. 2005.

SHEIL, D.; BURSLEM, D. F. R. P.; ALDER, D. The interpretation and misinterpretation of mortality rate measures. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 83, n. 2, p. 331-333, Feb. 1995.

SHEIL, D.; JENNINGS, S.; SAVILL, P. Long-term permanent plot observations of vegetation dynamics in Budongo, a Ugandan rain forest. **Journal of Tropical Ecology**, Berkeley, v. 16, n. 1, p. 765-800, Jan. 2000.

SOUZA, J. S.; ESPÍRITO-SANTO, F. D. B.; FONTES, M. A. L.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; BOTEZELLI, L. Análise das variações florísticas e estruturais da comunidade arbórea de um fragmento de floresta semidecídua às margens do rio Capivari, Lavras-MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 185-206, fev. 2003.

STEVENS, M. H. H.; CARSON, W. P. Resource quantity, not resource heterogeneity, maintains plant diversity. **Ecology Letters**, Montpellier, v. 5, n. 1, p. 420-426, Jan. 2002.

SWAINE, M. D.; HALL, J. B. The mosaic theory of forest regeneration and the determination of forest composition in Ghana. **Journal of Tropical Ecology**, Berkeley, v. 4, n. 1, p.253-269, Jan. 1988.

TERBORGH, J. **Diversity and the tropical rain Forest**. New York: Scientific American Library, 1992. 53 p.

TORQUEBIAU, E. F. Mosaic patterns in dipterocarps forest in Indonésia, and their implications for practical forestry. **Journal of Tropical Ecology**, Berkeley, v. 2, n. 1, p. 301-325, Jan. 1986.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, 1991. 82 p.

VIANA, V. M.; TABANEZ, A. J. A.; BATISTA, J. L. F. Dynamics and restoration of forest fragments in the Brazilian Atlantic moist forest. In: LAURANCE, W. F.; BIERREGAARD JR., R. O. **Tropical forest remnants: ecology, management and conservation of fragmented communities**. London: The University of Chicago, 1997. p. 351-365.

VILELA, E. A.; RAMALHO, M. A. P. Análise das temperaturas e precipitações pluviométricas de Lavras, Minas Gerais. **Ciência e Prática**, Lavras, v. 3, n. 1, p. 71-79, jan. 1979.

WERNECK, M.; FRANCESCHINELLI, E. V. Dynamics of a dry forest fragment after the exclusion of human disturbance in southeastern Brazil. **Plant Ecology**, Oxford, v. 174, n. 2, p. 337-346, Feb. 2004.

WHITE, P. S.; PICKETT, S. T. A. Natural disturbance and patch dynamics: an introduction. In: \_\_\_\_\_. **The ecology of natural disturbance and patch dynamics**. New York: Academic, 1985. p. 3-13.

WHITMORE, T. C.; BURSLEM, D. F. R. P. Major disturbances in tropical rainforests. In: NEWBERY, D. M.; PRINS, H. H. T.; BROWN, N. **Dynamics of tropical communities**. Oxford: Blackwell, 1998. p. 549-565.

WHITMORE, T. C. Canopy gaps and the two major groups of forest trees. **Ecology**, Washington, v. 70, n. 4, p. 536-38, May 1989.

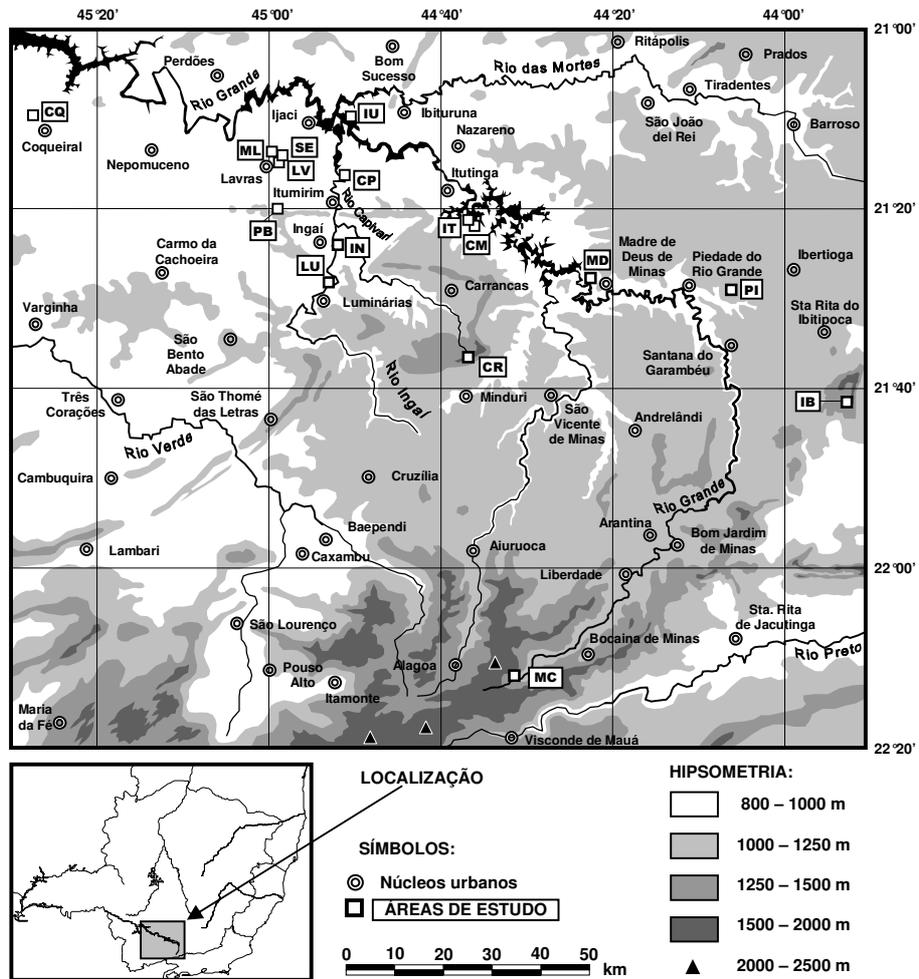


Figura 1. Mapa altimétrico mostrando a localização dos 16 fragmentos de florestas estacionais da região do Alto Rio Grande (MG). Vide identificação das áreas na Tabela 1.

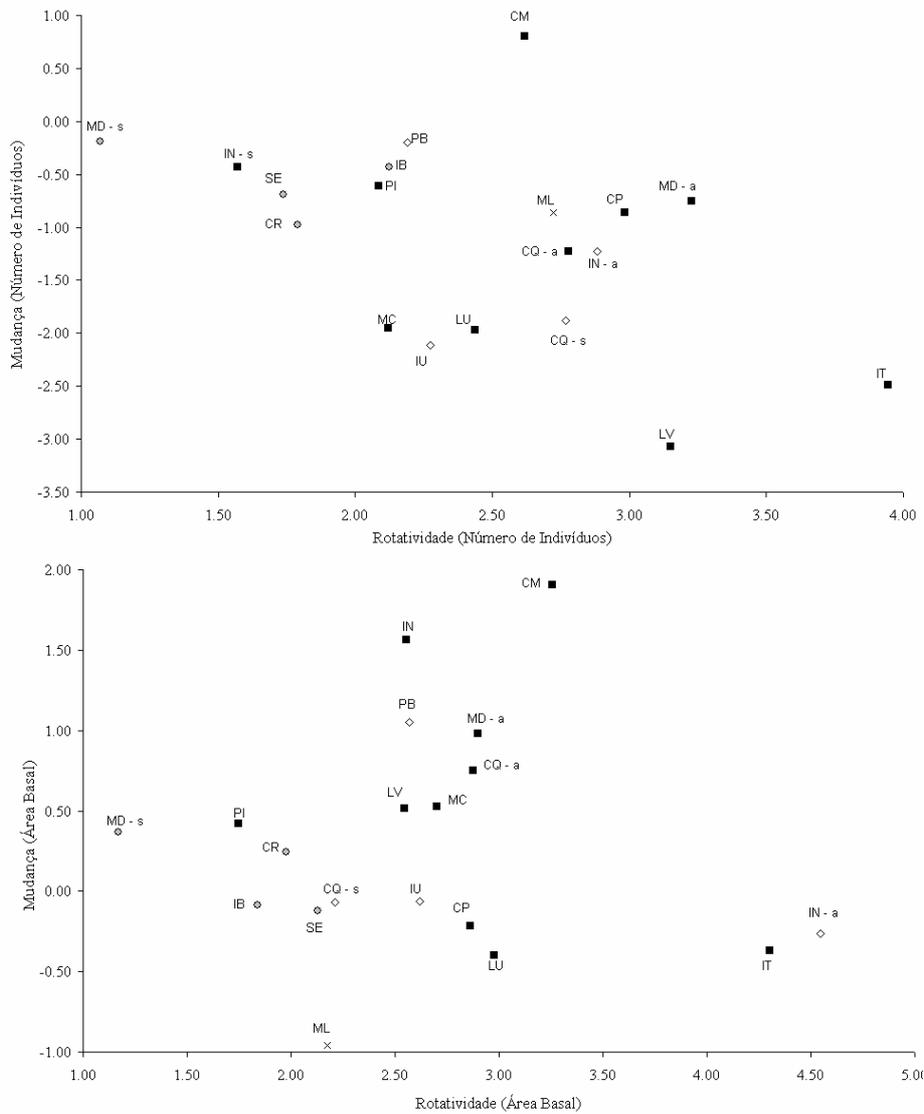


Figura 2. Dinâmica de 19 fragmentos de florestas estacionais do Alto Rio Grande (MG), expressa em rotatividade e mudança do número de indivíduos e área basal, para a comunidade arbórea com  $DAP \geq 5\text{cm}$  (x Degradação; ■ Const. Inicial ↔ Tardia; ◊ Const. Tardia; ◐ Estabilidade).

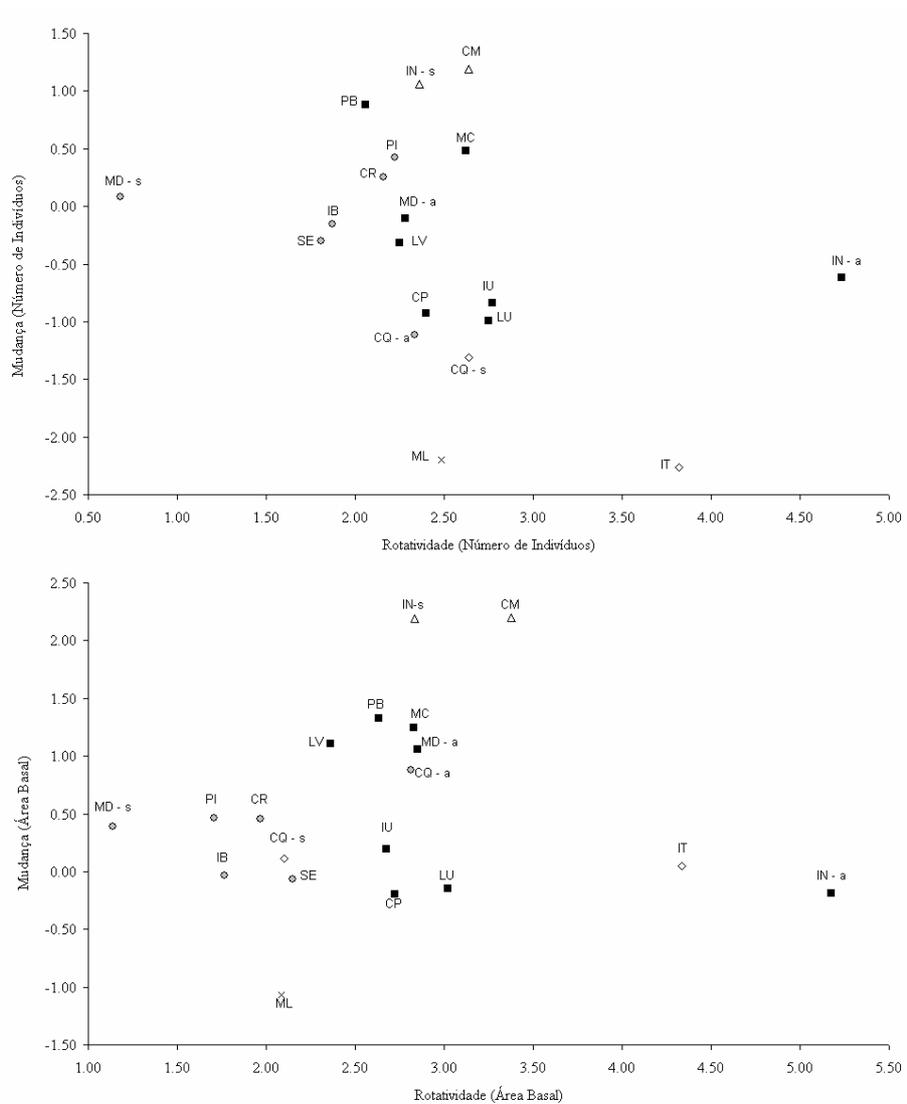


Figura 3. Dinâmica de 19 fragmentos de florestas estacionais do Alto Rio Grande (MG), expressa em rotatividade e mudança do número de indivíduos e área basal, para a comunidade arbórea com  $DAP \geq 10\text{cm}$  (× Degradação; △ Const. Inicial; ■ Const. Inicial ↔ Tardia; ◇ Const. Tardia; ● Estabilidade).

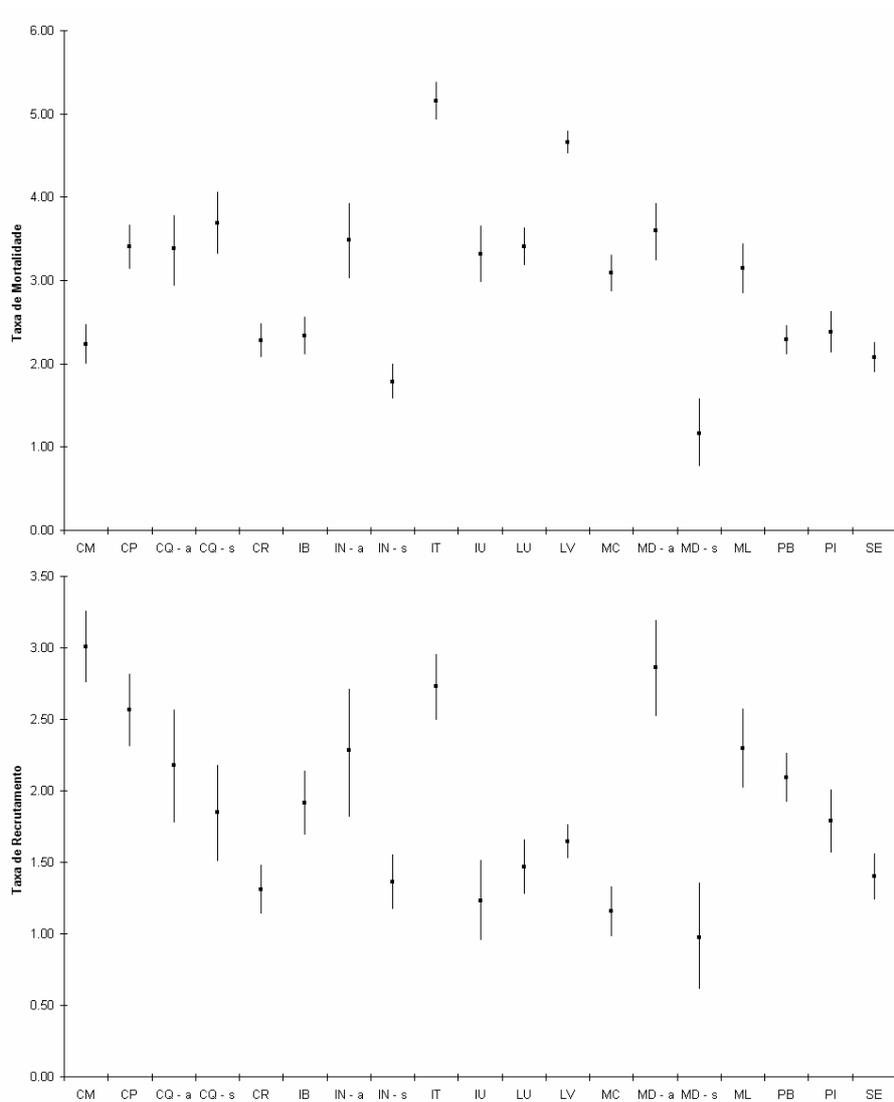


Figura 4. Valores médios máximos e mínimos (% ano<sup>-1</sup>) dos parâmetros de dinâmica expressa em número de indivíduos (mortalidade e recrutamento), para a comunidade arbórea com DAP $\geq$ 5cm, dos 19 fragmentos de florestas estacionais do Alto Rio Grande (MG).

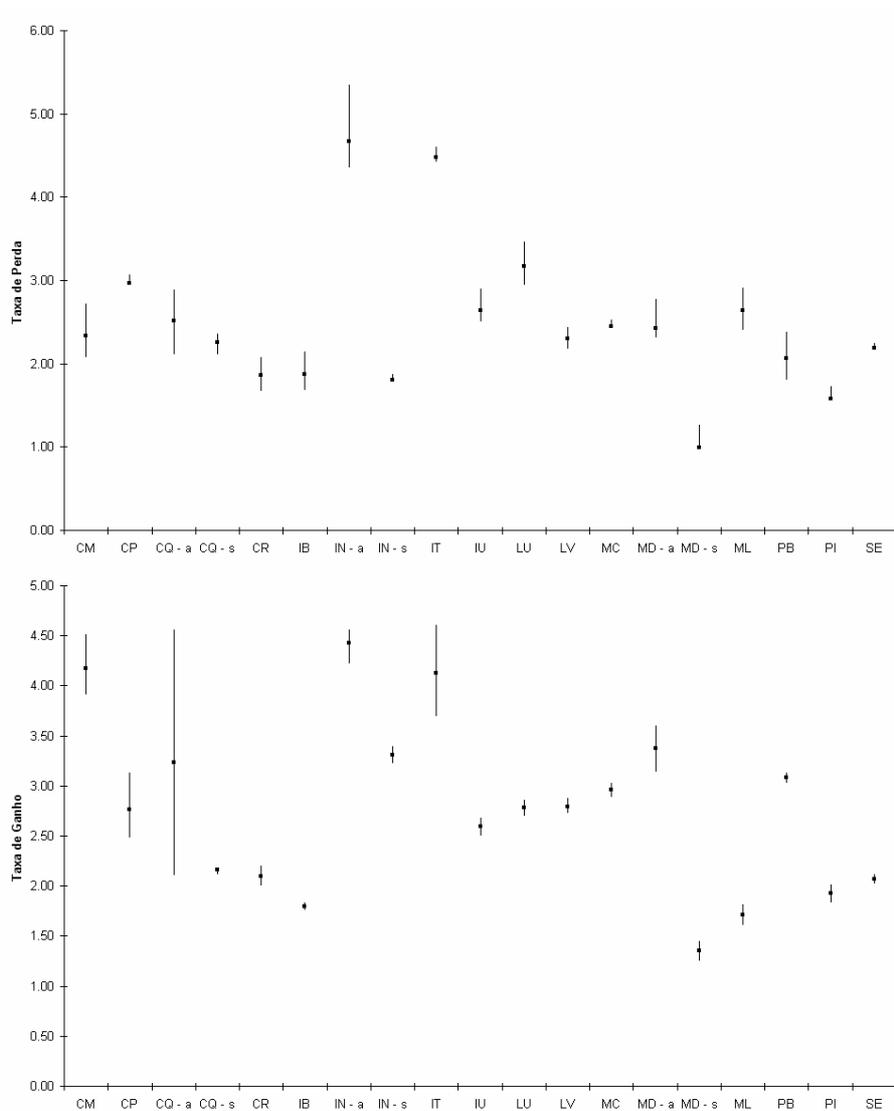


Figura 5. Valores médios máximos e mínimos ( $\% \text{ ano}^{-1}$ ) dos parâmetros de dinâmica expressa em número de indivíduos (perda e ganho), para a comunidade arbórea com  $\text{DAP} \geq 5\text{cm}$ , dos 19 fragmentos de florestas estacionais do Alto Rio Grande (MG).

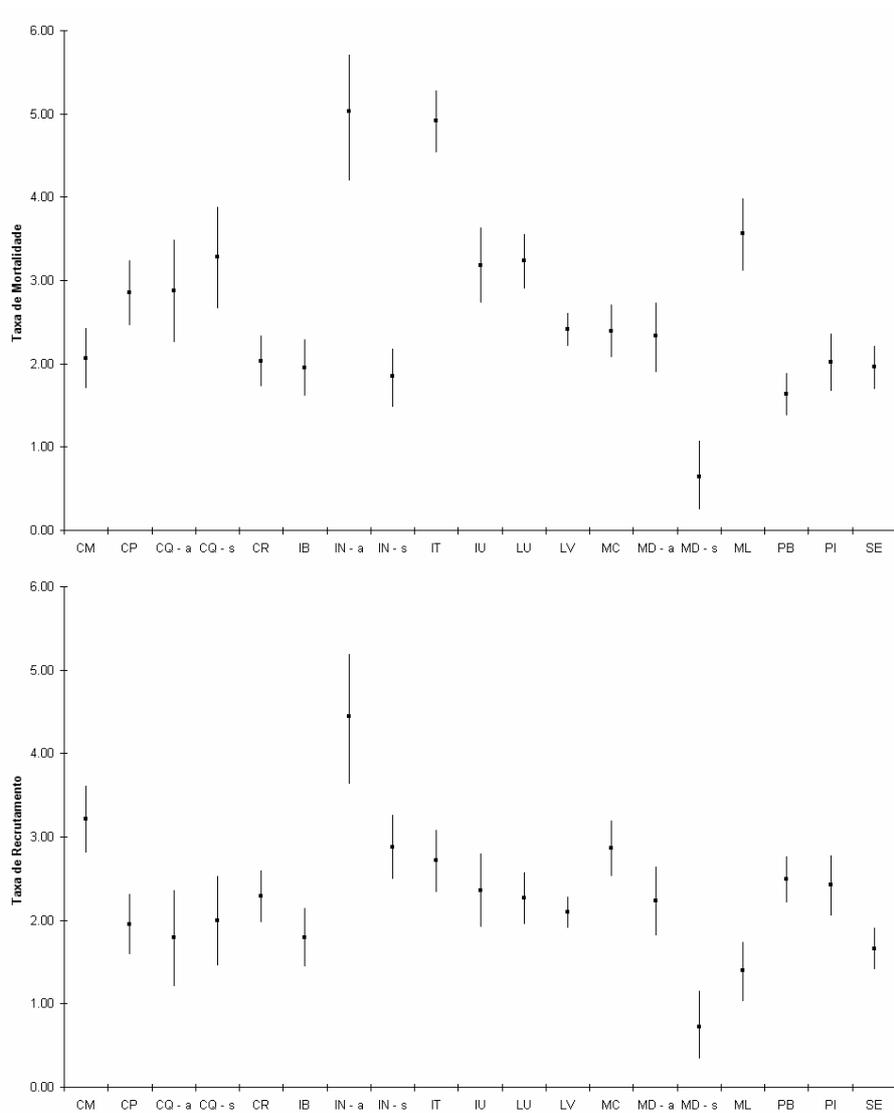


Figura 6. Valores médios máximos e mínimos (% ano<sup>-1</sup>) dos parâmetros de dinâmica expressa em número de indivíduos (mortalidade e recrutamento), para a comunidade arbórea com DAP $\geq$ 10cm, dos 19 fragmentos de florestas estacionais do Alto Rio Grande (MG).

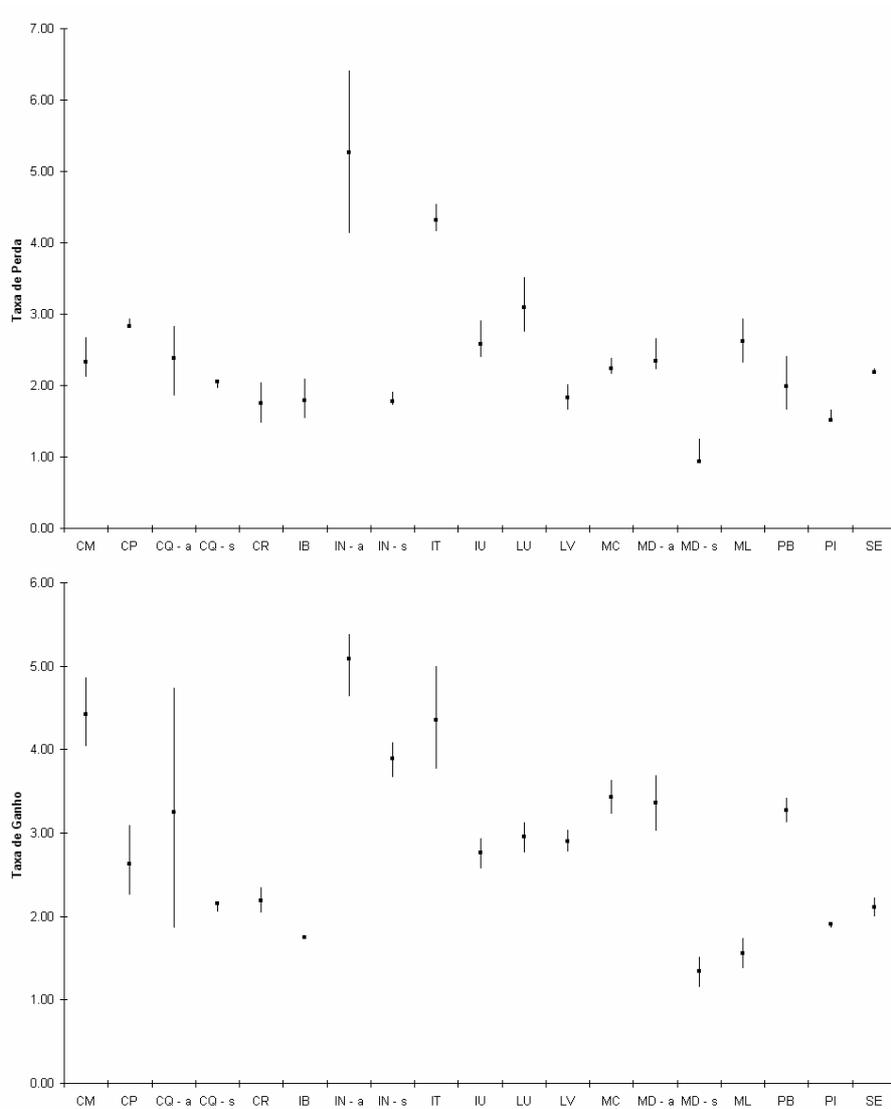


Figura 7. Valores médios máximos e mínimos ( $\% \text{ ano}^{-1}$ ) dos parâmetros de dinâmica expressa em número de indivíduos (perda e ganho), para a comunidade arbórea com  $\text{DAP} \geq 10\text{cm}$ , dos 19 fragmentos de florestas estacionais do Alto Rio Grande (MG).

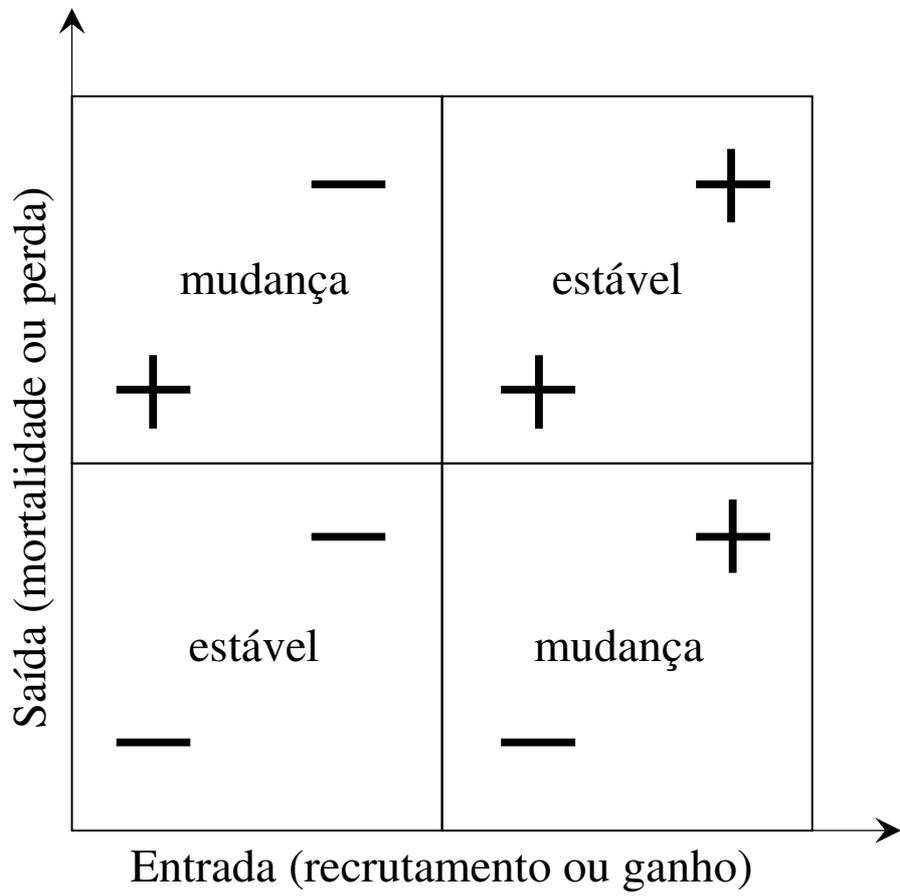


Figura 8. Fluxograma demonstrativo das variações em comunidades arbóreas (J. R. R. Pinto comunicação pessoal).

Tabela 1. Informações geográficas e ambientais dos 16 fragmentos de florestas estacionais da região do Alto Rio Grande (MG). Cód. = códigos de identificação da área, Área = área total do fragmento, Clima = tipo climático de Köppen, N = número de unidades amostrais, Dimensão = área de cada unidade amostral, Sistema = sistema de amostragem utilizado, Inventários = anos dos inventários utilizados. \* Em anexo.

Cód	Localidade	Latitude (S)	Longitude (W)	Altitude (m)	Área (ha)	Clima	Tipo de solo*	Unidades amostrais			Inventários
								N	Dimensão	Sistema	
CM	Mata de Camargos	21°21'18''	44°36'49''	913 a 960	10,27	Cwa	CXbd3, LVAw1	28	300m <sup>2</sup>	blocos	1999-2004
CP	Mata do Capivari	21°16'23''	44°52'53''	825 a 875	9,78	Cwa	CXbd3, PVd	25	400m <sup>2</sup>	sistemática	2003-2008
CQ	Coqueiral	21°09'19''	45°28'17''	810 a 840	10,00	Cwa	CXbd, LVd	28	400m <sup>2</sup>	sistemática	2002-2007
CR	Carrancas	21°36'29''	44°36'38''	1440 a 1513	35,93	Cwb	RLh, CHd, RRq	30	400m <sup>2</sup>	sistemática	2000-2005
IB	Ibitipoca	21°42'13''	43°52'43''	1150 a 1510	95,08	Cwa	OXY, LVAd1	48	200m <sup>2</sup>	blocos	2000-2005
IN	Ingaí	21°24'26''	44°53'32''	860 a 890	16,14	Cwa	CXbd3, PVd	25	400m <sup>2</sup>	sistemática	2000-2005
IT	Mata de Itutinga	21°21'05''	44°36'29''	913 a 945	3,74	Cwa	PVAd, CXbd3	42	225m <sup>2</sup>	sistemática	1999-2004
IU	Ibituruna	21°10'00''	44°50'25''	820 a 980	59,77	Cwa	CXbe, PVd	26	400m <sup>2</sup>	blocos	2000-2005
LU	Luminárias	21°29'11''	44°44'20''	880 a 1000	77,00	Cwa	PVd, CXbd3	32	400m <sup>2</sup>	blocos	2000-2005
LV	Reserva da UFLA	21°14'42''	44°58'10''	918 a 937	5,74	Cwa	LVdf	126	400m <sup>2</sup>	censo	2001-2006
MC	Mata da Cachoeira	22°13'06''	44°34'27''	1210 a 1360	10,00	Cwb	LVd, LVAd	26	400m <sup>2</sup>	sistemática	2001-2006

Continua...

Tabela 1. Continuação...

Cód	Localidade	Latitude (S)	Longitude (W)	Altitude (m)	Área (ha)	Clima	Tipo de solo*	Unidades amostrais			Inventários
								N	Dimensão	Sistema	
MD	Madre de Deus de Minas	21°29'03''	44°22'32''	915 a 980	20,60	Cwb	LVd1, GXbd	71	225m <sup>2</sup>	blocos	2001-2006
ML	Mata da Lagoa	21°13'00''	44°58'49''	855 a 902	3,99	Cwa	PVAd, NVef	29	400m <sup>2</sup>	sistemática	2000-2005
PB	Poço Bonito	21°19'45''	44°58'18''	925 a 1210	85,53	Cwa	CXbd2, CXbd3	64	300m <sup>2</sup>	blocos	2000-2005
PI	Piedade do Rio Grande	21°29'16''	44°06'02''	1040 a 1150	24,97	Cwb	LVAw2, PVad	30	400m <sup>2</sup>	aleatória	1999-2004
SE	Subestação	21°13'17''	44°57'47''	910 a 940	8,75	Cwa	NVef, LVAdf2	49	400m <sup>2</sup>	blocos	1999-2004

Tabela 2. Variáveis estruturais e ambientais utilizadas nas regressões (StepWise), nas comparações entre as taxas de mortalidade, recrutamento, ganho e perda, nos 19 fragmentos de florestas estacionais da região do Alto Rio Grande (MG). Os coeficientes foram extraídos da regressão da estrutura diamétrica das populações definidas por dois critérios de inclusão ( $DAP \geq 5\text{cm}$  e  $DAP \geq 10\text{cm}$ ).

Códigos	Coeficiente				Impactos ambientais	Drenagem	Saturação de bases
	Angular	Linear	Angular	Linear			V
	$DAP \geq 5\text{cm}$		$DAP \geq 10\text{cm}$				
CM	-1,6268	8,8831	-1,6863	7,9757	88	112,68	4,79
CP	-1,4011	8,5711	-1,7407	8,2823	210	450,70	17,47
CQ - a	-0,7000	5,6958	-0,6816	5,0242	200	82,45	42,94
CQ - s	-0,3646	4,3444	-0,3252	3,6768	200	69,21	29,05
CR	-1,5481	9,1649	-1,6604	8,4019	118	420,38	3,11
IB	-0,8410	7,0201	-0,7915	6,1433	12	327,78	7,47
IN - a	-1,8197	7,8728	-1,4690	6,2518	90	77,82	27,62
IN - s	-1,9973	9,5190	-2,0918	8,4608	90	197,83	18,34
IT	-1,8806	9,4328	-2,0451	8,5581	93	254,57	16,33
IU	-1,1168	7,4560	-0,9901	6,3446	206	392,20	54,14
LU	-1,5971	9,0671	-1,7328	8,3617	124	226,44	20,73
LV	-1,5921	10,2540	-1,4928	9,0115	198	52,19	5,09
MC	-1,4157	8,6268	-1,4719	7,7528	199	698,43	4,56
MD - a	-1,0017	7,3997	-1,1254	7,0574	132	90,62	12,59
MD - s	-1,2150	7,0254	-1,3504	6,5976	132	147,52	4,33
ML	-1,1957	8,0549	-1,2070	7,3440	265	142,00	39,76
PB	-1,8029	9,7504	-1,9972	8,9712	182	437,73	4,34
PI	-0,6044	6,3246	-0,5116	5,3009	88	255,71	31,85
SE	-1,4107	9,1014	-1,4600	8,3369	147	167,45	29,19

Tabela 3. Dinâmica da comunidade arbórea ( $DAP \geq 5\text{cm}$ ) dos 19 fragmentos de florestas estacionais da região do Alto Rio Grande (MG), contabilizada para cada amostra e expressa em número de indivíduos. Os valores brutos (número inicial, final, sobreviventes, mortas e recrutadas) estão expressos em valores absolutos ( $\text{ind. ha}^{-1}$ ) e as taxas (mortalidade, recrutamento, rotatividade e mudança), em valores relativos ( $\% \text{ ano}^{-1}$ ).

Códigos	Inicial	Final	Sobreviventes	Mortas	Recrutadas	Taxas de			
						Mortalidade	Recrutamento	Rotatividade	Mudança
CM	1669,07	1737,03	1491,04	178,02	245,98	2,23	3,01	2,62	0,80
CP	1655,02	1584,98	1392,03	262,98	192,95	3,40	2,56	2,98	-0,86
CQ - a	633,02	595,02	533,01	100,01	62,01	3,38	2,18	2,78	-1,23
CQ - s	839,95	763,97	696,00	143,95	67,96	3,69	1,85	2,77	-1,88
CR	2504,01	2384,01	2232,05	271,96	151,96	2,27	1,31	1,79	-0,98
IB	1983,06	1941,05	1762,07	220,98	178,97	2,34	1,92	2,13	-0,43
IN - a	536,09	504,04	449,04	87,04	55,00	3,48	2,28	2,88	-1,23
IN - s	2147,95	2101,90	1962,89	185,07	139,01	1,79	1,36	1,57	-0,43
IT	2150,01	1895,11	1650,10	499,91	245,00	5,16	2,73	3,94	-2,49
IU	1017,91	915,01	859,97	157,94	55,03	3,32	1,23	2,27	-2,11
LU	2344,09	2122,05	1971,04	373,05	151,01	3,41	1,47	2,44	-1,97
LV	6510,73	5571,89	5128,91	1381,82	442,98	4,66	1,64	3,15	-3,07
MC	2426,03	2198,13	2074,10	351,93	124,04	3,09	1,15	2,12	-1,95
MD - a	969,00	932,95	806,95	162,05	126,00	3,59	2,86	3,23	-0,76

Continua...

Tabela 3. Continuação...

Códigos	Inicial	Final	Sobreviventes	Mortas	Recrutas	Taxas de			
						Mortalidade	Recrutamento	Rotatividade	Mudança
MD - s	422,00	417,99	398,01	24,00	19,99	1,16	0,98	1,07	-0,19
ML	1293,99	1239,00	1102,99	190,99	136,01	3,14	2,30	2,72	-0,86
PB	3361,93	3328,93	2994,96	366,97	333,96	2,29	2,09	2,19	-0,20
PI	1769,07	1716,01	1568,03	201,03	147,98	2,38	1,79	2,09	-0,61
SE	2982,10	2881,12	2685,09	297,01	196,04	2,08	1,40	1,74	-0,69

Tabela 4. Dinâmica da comunidade arbórea ( $DAP \geq 5\text{cm}$ ) dos 19 fragmentos de florestas estacionais da região do Alto Rio Grande (MG), contabilizada para cada amostra e expressa em biomassa (área basal). Os valores brutos (inicial, final, mortas, decremento e incremento dos sobreviventes e recrutadas) estão expressos em valores absolutos ( $\text{m}^2 \text{ha}^{-1}$ ) e as taxas (mortalidade, recrutamento, rotatividade e mudança), em valores relativos ( $\% \text{ano}^{-1}$ ).

Códigos	Inicial	Final	Mortas	Decremento dos sobreviventes	Recrutadas	Incremento dos sobreviventes	Taxas de			
							Perda	Ganho	Rotatividade	Mudança
CM	25,45	27,97	1,18	-1,66	0,92	4,44	2,34	4,17	3,25	1,91
CP	30,74	30,41	3,23	-1,06	0,90	3,07	2,96	2,76	2,86	-0,22
CQ - a	15,27	15,86	1,68	-0,15	0,17	2,23	2,51	3,23	2,87	0,75
CQ - s	21,06	20,99	2,06	-0,22	0,20	1,97	2,26	2,16	2,21	-0,07
CR	40,75	41,24	3,23	-0,42	0,61	3,53	1,86	2,09	1,98	0,24
IB	38,78	38,62	2,98	-0,52	0,42	2,92	1,88	1,80	1,84	-0,08
IN - a	6,12	6,04	1,19	-0,12	0,18	1,04	4,67	4,42	4,54	-0,26
IN - s	22,25	24,05	1,48	-0,45	0,39	3,34	1,80	3,31	2,56	1,56
IT	25,76	25,29	3,98	-1,29	1,24	3,56	4,48	4,13	4,30	-0,37
IU	24,27	24,19	2,68	-0,36	0,18	2,79	2,64	2,59	2,62	-0,07
LU	35,35	34,65	4,63	-0,63	0,45	4,11	3,17	2,78	2,98	-0,40
LV	114,89	117,88	11,77	-0,83	1,23	14,35	2,30	2,80	2,55	0,51
MC	33,37	34,26	3,17	-0,72	0,33	4,45	2,45	2,96	2,70	0,53
MD - a	30,13	31,64	2,48	-1,00	0,58	4,41	2,43	3,37	2,90	0,98

Continua...

Tabela 4. Continuação...

Códigos	Inicial	Final	Mortas	Decremento dos sobreviventes	Recrutas	Incremento dos sobreviventes	Taxas de			
							Perda	Ganho	Rotatividade	Mudança
MD - s	11,04	11,25	0,38	-0,16	0,05	0,69	0,99	1,35	1,17	0,37
ML	34,00	32,40	3,71	-0,55	0,40	2,28	2,64	1,71	2,18	-0,96
PB	42,65	44,94	3,97	-0,25	0,85	5,66	2,06	3,08	2,57	1,05
PI	49,96	51,01	3,19	-0,62	0,44	4,28	1,57	1,92	1,75	0,42
SE	55,01	54,68	3,92	-1,85	0,55	4,88	2,19	2,07	2,13	-0,12

Tabela 5. Dinâmica da comunidade arbórea ( $DAP \geq 10\text{cm}$ ) dos 19 fragmentos de florestas estacionais da região do Alto Rio Grande (MG), contabilizada para cada amostra e expressa em número de indivíduos. Os valores brutos (número inicial, final, sobreviventes, mortas e recrutadas) estão expressos em valores absolutos ( $\text{ind. ha}^{-1}$ ) e as taxas (mortalidade, recrutamento, rotatividade e mudança), em valores relativos ( $\% \text{ ano}^{-1}$ ).

Códigos	Inicial	Final	Sobreviventes	Mortas	Recrutadas	Taxas de			
						Mortalidade	Recrutamento	Rotatividade	Mudança
CM	707,08	750,07	637,03	70,05	113,04	2,07	3,21	2,64	1,19
CP	749,05	715,03	648,05	101,00	66,97	2,86	1,95	2,40	-0,93
CQ - a	294,00	278,02	254,02	39,98	24,00	2,88	1,79	2,34	-1,11
CQ - s	311,97	292,00	263,99	47,98	28,01	3,28	2,00	2,64	-1,31
CR	1012,99	1025,98	914,01	98,98	111,97	2,04	2,28	2,16	0,26
IB	768,02	762,00	696,02	72,00	65,99	1,95	1,80	1,87	-0,16
IN - a	197,98	191,96	152,96	45,02	39,01	5,03	4,44	4,74	-0,62
IN - s	719,99	758,98	655,95	64,04	103,03	1,85	2,88	2,36	1,06
IT	803,05	716,11	624,04	179,01	92,07	4,92	2,71	3,82	-2,27
IU	555,95	532,95	472,95	83,00	60,00	3,18	2,36	2,77	-0,84
LU	1068,05	1016,02	906,03	162,02	109,99	3,24	2,27	2,75	-0,99
LV	2832,09	2787,12	2507,07	325,02	280,05	2,41	2,10	2,25	-0,32
MC	983,03	1007,04	871,05	111,97	135,98	2,39	2,86	2,62	0,48
MD - a	583,95	581,00	519,01	64,94	61,98	2,33	2,23	2,28	-0,10

Continua...

Tabela 5. Continuação...

Códigos	Inicial	Final	Sobreviventes	Mortas	Recrutas	Taxas de			
						Mortalidade	Recrutamento	Rotatividade	Mudança
MD - s	253,00	254,01	245,00	7,99	9,01	0,64	0,72	0,68	0,08
ML	655,95	586,96	546,96	108,99	39,99	3,57	1,40	2,49	-2,20
PB	1318,00	1377,04	1214,00	104,01	163,04	1,63	2,49	2,06	0,88
PI	794,97	811,98	718,00	76,97	93,99	2,02	2,43	2,22	0,42
SE	1454,94	1433,00	1317,97	136,97	115,04	1,96	1,66	1,81	-0,30

Tabela 6. Dinâmica da comunidade arbórea ( $DAP \geq 10\text{cm}$ ) dos 19 fragmentos de florestas estacionais da região do Alto Rio Grande (MG), contabilizada para cada amostra e expressa em biomassa (área basal). Os valores brutos (inicial, final, mortas, decréscimo e incremento dos sobreviventes e recrutadas) estão expressos em valores absolutos ( $\text{m}^2 \text{ha}^{-1}$ ) e as taxas (mortalidade, recrutamento, rotatividade e mudança), em valores relativos ( $\% \text{ano}^{-1}$ ).

Códigos	Inicial	Final	Mortas	Decréscimo dos sobreviventes	Recrutadas	Incremento dos sobreviventes	Taxas de			
							Perda	Ganho	Rotatividade	Mudança
CM	21,72	24,21	1,16	-1,25	1,44	3,47	2,32	4,43	3,38	2,20
CP	27,17	26,91	2,76	-0,86	0,94	2,42	2,82	2,63	2,72	-0,20
CQ - a	13,90	14,53	1,46	-0,11	0,24	1,97	2,38	3,24	2,81	0,88
CQ - s	19,03	19,14	1,71	-0,17	0,29	1,68	2,06	2,15	2,10	0,12
CR	34,87	35,66	2,65	-0,29	1,19	2,55	1,75	2,19	1,97	0,45
IB	34,22	34,17	2,54	-0,42	0,61	2,27	1,79	1,75	1,77	-0,03
IN - a	4,81	4,76	1,10	-0,04	0,35	0,74	5,26	5,09	5,17	-0,19
IN - s	16,71	18,63	1,13	-0,31	0,97	2,38	1,78	3,89	2,83	2,19
IT	20,68	20,73	3,27	-0,82	1,28	2,85	4,31	4,36	4,33	0,05
IU	22,35	22,56	2,47	-0,28	0,60	2,35	2,58	2,76	2,67	0,19
LU	30,28	30,06	4,00	-0,40	1,07	3,11	3,09	2,95	3,02	-0,15
LV	100,88	106,59	8,32	-0,56	2,82	11,77	1,83	2,90	2,36	1,11
MC	27,50	29,25	2,47	-0,47	1,46	3,22	2,23	3,43	2,83	1,24
MD - a	28,64	30,19	2,20	-0,99	0,86	3,88	2,34	3,36	2,85	1,06

Continua...

Tabela 6. Continuação....

Códigos	Inicial	Final	Mortas	Decremento dos sobreviventes	Recrutas	Incremento dos sobreviventes	Taxas de			
							Perda	Ganho	Rotatividade	Mudança
MD - s	10,38	10,58	0,32	-0,15	0,08	0,61	0,94	1,34	1,14	0,39
ML	31,41	29,76	3,48	-0,42	0,38	1,86	2,61	1,56	2,09	-1,07
PB	34,63	37,00	3,13	-0,18	1,54	4,14	1,99	3,27	2,63	1,33
PI	46,19	47,28	2,79	-0,59	0,94	3,40	1,51	1,90	1,71	0,47
SE	48,78	48,62	3,46	-1,64	1,13	3,79	2,18	2,11	2,15	-0,07

Tabela 7. Classificação, em etapas silvigenéticas (Machado & Oliveira-Filho, 2008a), dos 19 fragmentos de florestas estacionais da região do Alto Rio Grande (MG), tendo como base a porcentagem de parcelas que apresentaram ganho, perda ou estabilidade (em número de indivíduos e área basal), considerando o primeiro critério de inclusão ( $DAP \geq 5\text{cm}$ ).

Código	Número de indivíduos			Área basal			Etapa Silvigenica
	estável	ganho	perda	estável	ganho	perda	
CM	53,57	35,71	10,71	25,00	67,86	7,14	Const. inicial ↔ tardia
CP	28,57	25,00	46,43	50,00	21,43	28,57	Const. inicial ↔ tardia
CQ - a	33,33	22,22	44,44	44,44	33,33	22,22	Const. inicial ↔ tardia
CQ - s	31,25	18,75	50,00	31,25	37,50	31,25	Const. tardia
CR	50,00	6,67	43,33	56,67	30,00	13,33	Estabilidade
IB	41,67	20,83	37,50	39,58	35,42	25,00	Estabilidade
IN - a	16,67	16,67	66,67	0,00	66,67	33,33	Const. tardia
IN - s	52,63	15,79	31,58	36,84	63,16	0,00	Const. inicial ↔ tardia
IT	14,29	7,14	78,57	42,86	23,81	33,33	Const. inicial ↔ tardia
IU	23,08	3,85	73,08	30,77	38,46	30,77	Const. tardia
LU	21,88	3,13	75,00	46,88	21,88	31,25	Const. inicial ↔ tardia
LV	12,70	1,59	85,71	51,59	36,51	11,90	Const. inicial ↔ tardia
MC	19,23	3,85	76,92	53,85	34,62	11,54	Const. inicial ↔ tardia
MD - a	41,82	29,09	29,09	12,73	61,82	25,45	Const. inicial ↔ tardia
MD - s	73,33	6,67	20,00	53,33	33,33	13,33	Estabilidade
ML	37,93	17,24	44,83	31,03	20,69	48,28	Degradação
PB	34,38	25,00	40,63	18,75	68,75	12,50	Const. tardia
PI	36,67	20,00	43,33	50,00	36,67	13,33	Const. inicial ↔ tardia
SE	46,94	18,37	34,69	42,86	26,53	30,61	Estabilidade

Tabela 8. Classificação, em etapas silvigenéticas (Machado & Oliveira-Filho, 2008a), dos 19 fragmentos de florestas estacionais da região do Alto Rio Grande (MG), tendo como base a porcentagem de parcelas que apresentaram ganho, perda ou estabilidade (em número de indivíduos e área basal), considerando o segundo critério de inclusão ( $DAP \geq 10\text{cm}$ ).

Código	Número de indivíduos			Área basal			Etapa Silvigenética
	estável	ganho	perda	estável	ganho	perda	
CM	39,29	46,43	14,29	17,86	75,00	7,14	Const. inicial
CP	32,14	28,57	39,29	50,00	21,43	28,57	Const. inicial ↔ tardia
CQ - a	55,56	11,11	33,33	55,56	33,33	11,11	Estabilidade
CQ - s	12,50	25,00	62,50	31,25	37,50	31,25	Const. tardia
CR	56,67	23,33	20,00	43,33	40,00	16,67	Estabilidade
IB	16,67	41,67	41,67	39,58	37,50	22,92	Estabilidade
IN - a	33,33	33,33	33,33	0,00	66,67	33,33	Const. inicial ↔ tardia
IN - s	36,84	52,63	10,53	26,32	73,68	0,00	Const. inicial
IT	16,67	14,29	69,05	30,95	38,10	30,95	Const. tardia
IU	42,31	23,08	34,62	15,38	53,85	30,77	Const. inicial ↔ tardia
LU	25,00	21,88	53,13	31,25	34,38	34,38	Const. inicial ↔ tardia
LV	42,06	25,40	32,54	34,13	57,14	8,73	Const. inicial ↔ tardia
MC	50,00	38,46	11,54	23,08	65,38	11,54	Const. inicial ↔ tardia
MD - a	41,82	30,91	27,27	18,18	61,82	20,00	Const. inicial ↔ tardia
MD - s	60,00	26,67	13,33	46,67	40,00	13,33	Estabilidade
ML	20,69	17,24	62,07	31,03	20,69	48,28	Degradação
PB	45,31	42,19	12,50	17,19	68,75	14,06	Const. inicial ↔ tardia
PI	40,00	33,33	26,67	46,67	40,00	13,33	Estabilidade
SE	44,90	18,37	36,73	38,78	32,65	28,57	Estabilidade

Tabela 9. Análise de regressões (StepWise) entre as variáveis de dinâmica, fisionômico-estruturais e ambientais, nos 19 fragmentos de florestas estacionais da região do Alto Rio Grande (MG), considerando o critério de inclusão de  $DAP \geq 5\text{cm}$ , em que  $B$  é a correção de Bonferroni.

<b>Taxa de mortalidade</b>	<b>R</b>	<b>R2</b>	<b>GL</b>	<b>F</b>	<b>p</b>	<b>B</b>
Impactos	0,2815	7,92	1,17	1,4630	0,2417	0,2417
Impactos, V	0,2972	8,84	2,16	0,7754	0,5192	0,7688
Impactos, V, drenagem	0,3315	10,99	3,15	0,6174	0,6175	0,9440
Impactos, V, drenagem, coef. linear	0,3674	13,5	4,14	0,5461	0,7072	0,9927
Impactos, V, drenagem, coef. linear, Coef. angular	0,3683	13,56	5,13	0,4080	0,8353	0,9999
<b>Taxa de recrutamento</b>	<b>R</b>	<b>R2</b>	<b>GL</b>	<b>F</b>	<b>p</b>	<b>B</b>
Drenagem	0,3064	9,39	1,17	1,7617	0,1997	0,1997
Drenagem, impactos	0,3104	9,63	2,16	0,8528	0,5521	0,7994
Drenagem, impactos, coef. angular	0,3201	10,25	3,15	0,5709	0,6461	0,9557
Drenagem, impactos, coef. angular, V	0,3258	10,61	4,14	0,4155	0,7961	0,9983
Drenagem, impactos, coef. angular, V, Coef. linear	0,3278	10,74	5,13	0,3130	0,8960	1,0000
<b>Taxa de perda</b>	<b>R</b>	<b>R2</b>	<b>GL</b>	<b>F</b>	<b>p</b>	<b>B</b>
Coef. angular	0,3772	14,22	1,17	2,8192	0,1082	0,1082
Coef. angular, V	0,5706	32,56	2,16	3,8622	0,0419	0,0820
Coef. angular, V, coef. linear	0,6218	38,66	3,15	3,1519	0,0554	0,1572
Coef. angular, V, coef. linear, drenagem, impactos	0,6219	38,68	4,14	2,2074	0,1205	0,4017
Coef. angular, V, coef. linear, drenagem	0,6220	38,69	5,13	1,6410	0,2177	0,7070
<b>Taxa de ganho</b>	<b>R</b>	<b>R2</b>	<b>GL</b>	<b>F</b>	<b>p</b>	<b>B</b>
Coef. angular	0,5325	28,35	1,17	6,7277	0,0180	0,0180
Coef. angular, coef. linear	0,6445	41,54	2,16	5,6843	0,0135	0,0268
Coef. angular, coef. linear, impactos	0,6457	41,69	3,15	3,5756	0,0389	0,1122
Coef. angular, coef. linear, impactos, drenagem, V	0,6566	43,11	4,14	2,6526	0,0771	0,2745
Coef. angular, coef. linear, impactos, drenagem	0,6593	43,47	5,13	1,9989	0,1456	0,5447

Tabela 10. Análise de regressões (StepWise) entre as variáveis de dinâmica, fisionômico-estruturais e ambientais, nos 19 fragmentos de florestas estacionais da região do Alto Rio Grande (MG), considerando o critério de inclusão de  $DAP \geq 10\text{cm}$ , em que  $B$  é a correção de Bonferroni.

<b>Taxa de mortalidade</b>	<b>R</b>	<b>R2</b>	<b>GL</b>	<b>F</b>	<b>p</b>	<b>B</b>
V	0,4526	20,49	1,17	4,3807	0,0492	0,0492
V, drenagem	0,4559	20,78	2,16	2,0985	0,1538	0,2839
V, drenagem, impactos	0,4572	20,91	3,15	1,3217	0,3041	0,6630
V, drenagem, impactos, coef. linear	0,4811	23,15	4,14	1,0541	0,4158	0,8835
V, drenagem, impactos, coef. linear, coef. angular	0,5822	33,9	5,13	1,3335	0,3101	0,8437
<b>Taxa de recrutamento</b>	<b>R</b>	<b>R2</b>	<b>GL</b>	<b>F</b>	<b>p</b>	<b>B</b>
Impactos	0,3256	10,6	1,17	2,0160	0,1709	0,1709
Impactos, coef. angular	0,4246	18,03	2,16	1,7598	0,2027	0,3643
Impactos, coef. angular, coef. linear	0,5284	27,92	3,15	1,9371	0,1663	0,4205
Impactos, coef. angular, coef. linear, drenagem, V	0,5351	28,63	4,14	1,4042	0,2829	0,7356
Impactos, coef. angular, coef. linear, drenagem	0,5627	31,66	5,13	1,2045	0,3603	0,8929
<b>Taxa de perda</b>	<b>R</b>	<b>R2</b>	<b>GL</b>	<b>F</b>	<b>p</b>	<b>B</b>
V	0,2752	7,57	1,17	1,3929	0,2531	0,2531
V, coef. angular	0,5212	27,16	2,16	2,9830	0,0780	0,1499
V, coef. angular, drenagem	0,5361	28,74	3,15	2,0170	0,1541	0,3947
V, coef. angular, drenagem, impactos	0,5732	32,85	4,14	1,7123	0,2026	0,5957
V, coef. angular, drenagem, impactos, coef. linear	0,6322	39,97	5,13	1,7309	0,1965	0,6651
<b>Taxa de ganho</b>	<b>R</b>	<b>R2</b>	<b>GL</b>	<b>F</b>	<b>p</b>	<b>B</b>
Coef. angular	0,4768	22,74	1,17	5,0024	0,0370	0,0370
Coef. angular, coef. linear	0,6342	40,22	2,16	5,3826	0,0161	0,0319
Coef. angular, coef. linear, impactos	0,6392	40,86	3,15	3,4539	0,0430	0,1235
Coef. angular, coef. linear, impactos, V	0,6518	42,48	4,14	2,5853	0,0823	0,2907
Coef. angular, coef. linear, impactos, V, drenagem	0,6620	43,83	5,13	2,0285	0,1410	0,5323

**ANEXO 1.** Classes de solos, segundo Embrapa (1999), registradas nos 16 fragmentos de florestas estacionais da região do Alto Rio Grande (MG), com a simbologia empregada na Tabela 1.

<b>Simbologia</b>	<b>Classe de solo</b>
CHd	CAMBISSOLOS HÚMICOS Distróficos típicos
CXbd1	CAMBISSOLOS HÁPLICOS Tb Distróficos argissólicos
CXbd2	CAMBISSOLOS HÁPLICOS Tb Distróficos lépticos
CXbd3	CAMBISSOLOS HÁPLICOS Tb Distróficos típicos
CXbe	CAMBISSOLOS HÁPLICOS Tb Eutróficos lépticos
GXbd	GLEISSOLOS HÁPLICOS Tb Distróficos típicos
LAd	LATOSSOLOS AMARELO Distróficos típicos
LVAd	LATOSSOLOS VERMELHOS-AMARELOS Distróficos
LVAdf1	LATOSSOLOS VERMELHOS-AMARELOS Distroféricos argissólicos
LVAdf2	LATOSSOLOS VERMELHOS-AMARELOS Distroféricos típicos
LVAw1	LATOSSOLOS VERMELHOS-AMARELOS Ácricos câmbicos
LVAw2	LATOSSOLOS VERMELHOS-AMARELOS Ácricos típicos
LVd1	LATOSSOLOS VERMELHOS Distróficos câmbicos
LVd2	LATOSSOLOS VERMELHOS Distróficos típicos
LVdf	LATOSSOLOS VERMELHOS Distroféricos típicos
NVef	NITOSSOLOS VERMELHOS Eutroféricos típicos
OXY	ORGANOSSOLO HÁPLICOS Hêmicos típicos
PVAd	ARGISSOLOS VERMELHOS-AMARELOS Distróficos típicos
PVd	ARGISSOLOS VERMELHOS Distróficos típicos
RLd	NEOSSOLOS LITÓLICOS Distróficos típicos
RLe	NEOSSOLOS LITÓLICOS Eutróficos típicos
RLh	NEOSSOLOS LITÓLICOS Húmicos típicos
RRd	NEOSSOLOS REGOLÍTICOS Distróficos típicos
RRq	NEOSSOLOS REGOLÍTICOS Psamíticos lépticos
RUbd	NEOSSOLOS FLÚVICOS Tb Distróficos típicos
RUbe	NEOSSOLOS FLÚVICOS Tb Eutróficos gleicos
RUq	NEOSSOLOS FLÚVICOS Psamíticos típicos