

**DINÂMICA DA ESTRUTURA DE UMA  
FLORESTA ALTIMONTANA NA SERRA DA  
MANTIQUEIRA**

**LIDIANY CAMILA DA SILVA CARVALHO**

**2010**

**LIDIANY CAMILA DA SILVA CARVALHO**

**DINÂMICA DA ESTRUTURA DE UMA FLORESTA ALTIMONTANA  
NA SERRA DA MANTIQUEIRA**

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

Orientador

Prof. Eduardo Van Den Berg

LAVRAS  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2010

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

Carvalho, Lidiany Camila da Silva.

Dinâmica da estrutura de uma floresta altimontana na Serra da  
Mantiqueira / Lidiany Camila da Silva Carvalho. – Lavras : UFLA,  
2010.

49 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2010.

Orientador: Eduardo van den Berg.

Bibliografia.

1. Gradiente. 2. Distúrbios. 3. *Pteridium aquilinum*. I.  
Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 574.5264

**LIDIANY CAMILA DA SILVA CARVALHO**

**DINÂMICA DA ESTRUTURA DE UMA FLORESTA ALTIMONTANA  
NA SERRA DA MANTIQUEIRA**

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

APROVADA em 22 de Fevereiro 2010

Prof. Flávio Nunes Ramos

UNIFAL

Prof. Marco Aurélio Leite Fontes

UFLA

Prof. Eduardo Van Den Berg  
UFLA  
(Orientador)

LAVRAS  
MINAS GERAIS – BRASIL

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelas oportunidades concedidas até aqui e pelos obstáculos colocados em meu caminho que me trouxeram o amadurecimento.

Aos meus pais Luiz e Lúcia, que sempre me deram a liberdade de escolha, que acreditaram em minha capacidade, muitas vezes mais que mim mesma, que ajudaram a dar vida aos meus sonhos mesmo sem saber ao certo o que eles significavam, e que hoje eu sei, sentem orgulho de tudo isso que conquistamos juntos. As minhas irmãs Lila e Ana, pelo incentivo, preocupação, zelo, amizade e amor.

Aos meus amigos, que de perto ou mesmo longe sempre estiveram presentes em minha vida fazendo toda diferença, transformando muitos momentos difíceis em doces e divertidas lembranças que ficarão eternamente em minha memória. Em especial aos amigos que colaboraram com a coleta de dados deste trabalho Grazi, Malcon e Paulo, desejo que nunca nenhum “bambuzal” nos impeça de encontrar o rumo certo em nossas vidas.

Ao professor Eduardo van den Berg pela orientação, pelos conselhos pessoais e profissionais, paciência e confiança que depositou em mim.

Aos professores da graduação e Pós-graduação que numa doação de sabedoria contribuíram para a construção do meu conhecimento aplicado neste trabalho. Aos funcionários do Departamento de Engenharia Florestal que sempre estiveram prontamente dispostos a me ajudar.

ALCOA pela parceria na realização deste trabalho e ao CNPQ pela bolsa concedida.

*...Eu só levo a certeza de que muito pouco eu sei, que nada sei...*

*(Almir Sater & Renato Teixeira)*

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
RESUMO.....	i
ABSTRACT .....	iii
1 INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	3
1 INTRODUÇÃO .....	4
2 OBJETIVOS E HIPÓTESES.....	7
3 MATERIAIS E MÉTODOS .....	9
3.1 Caracterização da área de estudo: .....	9
3.2 Inventário da Comunidade Arbórea:.....	10
3.3 Análise da dinâmica da comunidade arbórea: .....	11
4 RESULTADOS .....	15
5 DISCUSSÃO .....	18
6 CONCLUSÕES .....	25
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	26
ANEXOS .....	37

## RESUMO

CARVALHO, Lidiany Camila da Silva. **Dinâmica da estrutura de uma floresta altimontana na Serra da Mantiqueira**. 2010. 49p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.\*

O estudo foi conduzido em uma floresta estacional semidecidual altimontana, na Serra da Mantiqueira, município de Poços de Caldas, Minas Gerais, Brasil. A floresta é localmente conhecida como Mata da Colina e possui altitude entre 1400m a 1640m. Foram utilizados como base os dados obtidos em inventários realizados nos anos de 2002 e de 2008, sendo o intervalo temporal entre eles de 6,12 anos. A amostra total foi composta por 28 parcelas permanentes de 20x20 m, distribuídas em 4 transectos ao longo do gradiente. Dentro dessas unidades amostrais, todos os indivíduos vivos com CAP (circunferência a altura do peito) >5cm foram identificados e mensurados em 2002 e foram medidos novamente em 2008. Os indivíduos que alcançaram o critério de inclusão (CAP >5cm) no segundo inventário, os chamados recrutas, foram também mensurados, plaqueteados, identificados e os mortos contabilizados. O objetivo desse trabalho foi avaliar a dinâmica estrutural de uma comunidade arbórea em uma floresta altimontana. Foram calculadas as taxas de dinâmica (mortalidade, recrutamento, rotatividade e mudança) em função do número de indivíduos sobreviventes, recrutas e mortos, as taxas de dinâmica da área basal (perda, ganho, rotatividade e mudança), além do incremento e do decremento em área basal. Foi verificado se existem diferenças espaciais entre as taxas ao longo de gradiente vegetacional e se há correlações entre as taxas de dinâmicas com as variáveis bióticas (número inicial de indivíduos, área basal inicial) e abiótica (cota altimétrica). Para a comunidade como um todo, foram encontradas taxas de recrutamento superiores às taxas de mortalidade, havendo também maiores taxas de ganho em relação à perda em área basal. Esse resultado indica que a floresta se encontra em expansão, com ganho em números de indivíduos e em área basal. Normalmente, esse resultado caracteriza florestas que se encontram em recuperação após algum distúrbio. Quando foi analisada a comunidade dividida em setores (base, meio e topo da encosta), verificou-se que não houve diferenças entre as taxas de dinâmicas para os setores. De maneira geral, obtiveram-se poucas correlações significativas entre as variáveis bióticas e abióticas e as taxas de dinâmicas. O padrão de dinâmica encontrado, a não diferenciação das taxas de dinâmica entre os setores

---

\*Orientador: Eduardo Van Den Berg - UFLA

e as baixas correlações entre as variáveis com dinâmica da estrutura da floresta sugerem que eventos históricos, como um incêndio ocorrido na década de 90, que atingiu toda a comunidade, pode hoje estar afetando diretamente as taxas de dinâmica da floresta como um todo.



## ABSTRACT

CARVALHO, Lidiany Camila da Silva. **Dynamic of structure in a tropical upper montane forest in the Serra da Mantiqueira**. 2010. 49p. Dissertation (Master Program in Forestry Engineering) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.\*

The study was conducted inside an season semideciduous upper montane forest, in Mantiqueira Mountain, Poços de Caldas City, Minas Gerais State, Brazil. The forest is locally known as Mata da Colina and it has altitude between 1400 and 1640m. It was utilized the dates obtained after surveys that were performed in years 2002 and 2008, being the temporal interval between them of 6,12years. The grid was composed of 28 permanent portion of 20x20m, that was distributed in 4 transects along of the gradient. Inside this sample units, every alive being with diameter at breast level (DBH - 1,30m) >5cm were identified and measured in 2002 and measured again in 2008. Trees that were included in the rule (DBH >5cm) in the second survey which called recruits, they were measured, plateleted, identified and dead were registered. The purpose of this paper was to measure the structural dynamic rates of an arboreou community. It was calculated dynamic rates (mortality, recruitment, rotativity and change) in funtion of survival individuals number, recruits and deads, dynamic rates of basal area (loss, gain, rotativity and change), besides the increment and decrement of basal area. We verified if there are special differences between the rates along of the altitudinal gradient and correlations the rates found with biotic (initial numbers of trees and initial basal area) and abiotic parameters (altimetric quota). This result suggests the forest is in expansion, with gain in number of individuals and in basal area. Normally, this result characterizes forests in recuperation after some disturbance. When the community is divided in sectors (basis, middle and top of hillside) was analyzed, it was verified that there were no differences between dynamic rates of the sectors. In general, there were few indications of correlations between biotic and abiotic parameters and the dynamic rates. The pattern of dynamic found, no differentiation of dynamic rates between the sections and the pour correlation between parameters and the dynamic of forest's structure, similar to those historic events, like a forest fire occurred in 90's, that affected all the communities, could be, nowadays, interfering directly in dynamic rates of forest like all.

---

\*Adviser: Eduardo Van Den Berg - UFLA

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

As florestas tropicais altimontanas são muitas vezes também chamadas de florestas nebulares, devido à presença da cobertura de nuvens, durante a maior parte do ano (Webster, 1995). São ambientes dotados de condições climáticas peculiares caracterizadas por temperaturas amenas, menor exposição ao sol devido à presença de neblina na maior parte do ano. Normalmente esses ambientes são úmidos devido à forte influência da condensação de nuvens geradas pelo efeito orográfico (Waring & Schlesinger, 1985). Na Serra da Mantiqueira na região de Poços de Caldas, Minas Gerais, além dessas características climáticas diferenciadas ainda se observam solos bastante rasos e pedregosos devido ao relevo extremamente acidentado e íngreme. Isso afeta não somente a composição de espécies, mas também a estrutura e consequentemente a dinâmica da floresta.

A variação da altitude é um dos principais gradientes ambientais capaz de influenciar no crescimento dos vegetais e propiciar mudanças na composição florística, na fisionomia e na estrutura das formações vegetacionais (Ogden & Powell, 1979; Proctor et al., 1988).

A vegetação que ocupa a Mata da Colina, local onde o estudo foi conduzido, apresenta um nítido gradiente vegetacional, representado por formações florestais mais exuberantes na base e nas linhas de drenagem, onde a vegetação é mais densa e de maior porte e por uma vegetação escleromórfica de baixa estatura à medida que se aproxima do topo da encosta. Observa-se também um maior raleamento da vegetação no meio da encosta onde o afloramento de bauxita é mais acentuado. Há relatos que houve um incêndio na área estudada na década de 1990, o qual parece ter atingido toda a floresta (Fernandes, 2003).

Pouco se sabe sobre os processos ecológicos que atuam sobre essas florestas tropicais altimontanas e sobre a dinâmica da estrutura dessas florestas ao longo do tempo.

Portanto, na Mata da Colina, localizada no município de Poços de Caldas, MG, foram realizados dois inventários nos anos de 2002 e 2008 e a análise dos dados desses dois levantamentos resultou nesta dissertação. Esse trabalho traz a análise da dinâmica da estrutura dessa floresta no intervalo de 6,12 anos, abordando as questões do gradiente vegetacional e do incêndio ocorrido no passado.

## 2 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FERNANDES, F. B. **Estudo de gradientes vegetacionais em uma floresta semidecídua altimontana no Planalto de Poços de Caldas, MG.** 2003. 158 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

OGDEN, J.; POWELL, J. A. A quantitative description of the forest vegetation on an altitudinal gradient in the Mount Field National Park, Tasmania, and a discussion of its history and dynamics. **Australian Journal of Ecology**, Melbourne, n. 4, p. 293-325, Nov. 1979.

PROCTOR, J.; LEE, Y. F.; LANGLEY, A. M.; MUNRO, W. R. C.; NELSON, T. Ecological studies on Gunung Silam, a small ultrabasic mountain in Sabah, Malaysia: I., environment, forest structure and floristics. **Journal of Ecology**, Durham, v. 76, n. 2, p. 320-340, Apr. 1988.

WARING, R. H.; SCHLESINGER, W. H. **Forest ecosystems: concepts and management.** San Diego: Academic, 1985. 340 p.

WEBSTER, G. L. The panorama of Neotropical Cloud Forests. In: \_\_\_\_\_. **Neotropical montane forest biodiversity and conservation symposium.** New York: The New York Botanical Garden, 1995. p. 53-77.

## 1 INTRODUÇÃO

As florestas de altitude correspondem a somente 1,2% das florestas tropicais americanas (Bubb et al., 2004). Essas florestas se encontram localizadas principalmente na região norte da Cordilheira dos Andes e na região sudeste do Brasil, no domínio da Mata Atlântica (Behing, 2008). No Brasil, ocorrem principalmente ao longo da Serra do Mar, com altitude máxima de 2.000m, e da Serra da Mantiqueira onde a altitude máxima chega a 2.800m na porção meridional (Moreira & Camelier, 1977). Essas formações, devido às características desfavoráveis do relevo à prática da agricultura ou à ocupação humana, correspondem à porção mais preservada da Mata Atlântica, da qual restam apenas cerca 8% da cobertura original (Mittermeier et al., 2004; Hirota, 2005).

As Florestas de montanhas da Região Neotropical estão entre as mais desconhecidas e ameaçadas dentre os diferentes tipos de vegetação dos trópicos (Gentry, 1995). O último mapeamento da diversidade global de plantas vasculares enfatiza essas áreas de florestas tropicais de montanha como um dos mais importantes hotspots de biodiversidade, onde se destaca a Mata Atlântica como um dos principais centros de diversidade de plantas e com a maior taxa de endemismo (Barthlott et al., 2005).

Esses ecossistemas têm sua distribuição determinada climaticamente por temperaturas amenas e precipitação geralmente entre 2000 a 4000 mm anuais e normalmente estão localizadas na faixa de 900 a 2800m de altitude (Fontes, 1997). Quando comparada com as florestas úmidas de baixas altitudes, normalmente as florestas de altitude apresentam dossel irregular e menor estatura, menores produtividade e diversidade de espécies arbóreas (Grubb,

1977; Spurr & Barnes, 1982; Young, 1995; Lieberman et al., 1996; Aiba & Kitayama, 1999; Leuschner et al., 2007; Homeier et al., 2008).

Os processos de dinâmica das florestas podem estar relacionados a ocorrência de algum distúrbio que pode afetar a estrutura da floresta por um tempo indeterminado, gerando uma variação espacial na dinâmica da floresta em função das consequências dos impactos gerados e da capacidade de resiliência que cada ambiente apresenta após o distúrbio (Jentsch et al., 2002). Além disso, os distúrbios podem gerar uma condição ambiental heterogênea por provocar variações no ambiente físico, principalmente quanto à luz e temperatura, e nos atributos bióticos de uma comunidade (Martinez-Ramos, 1985; Denslow, 1987), o que pode acentuar as variações das taxas de dinâmica dentro de uma floresta.

As florestas altimontanas ainda apresentam como uma característica peculiar a substituição das espécies e das estruturas florestais diversas montanha acima, diferenciando-se normalmente a curtas distâncias, formando um gradiente (Whitmore, 1990), o que também pode afetar o processo de dinâmica estrutural. Alguns estudos relacionam esse gradiente a heterogeneidade ambiental condicionada pelas condições hídricas e fatores edáficos associados ao relevo (Gartlan et al., 1986; Homeier, 2004, 2008). Tais fatores combinados podem explicar, em parte, a existência desses gradientes vegetacionais frequentemente constatados nos estudos de florestas tropicais em regiões montanhosas.

Os estudos existentes em florestas de altitude ainda são escassos e concentram-se na região andina e na América Central (Webster, 1995), como Torre-Cuadros et al. (2007) realizado no Peru, Killeem (1998) na Bolívia, Igram et al. (1996), Lieberman & Lieberman (1996) e Wenny (2000) na Costa Rica. No Brasil, o conhecimento sobre a ecologia das florestas acima dos 1000 m de altitude é ainda incipiente (Pereira et al., 2006), a literatura conta com poucos levantamentos florísticos de vegetação florestal altimontana nessa região, destacando-se os trabalhos de Silva (1989), Fontes (1997), Guedes-Bruni et al.

(1997), Ribeiro (2003), França & Stehmann (2004), Carvalho et al. (2005) e Pereira et al. (2006). Esses trabalhos enfocam, sobretudo, a descrição florística e fitossociológica da comunidade de plantas. São escassas as informações sobre essas vegetações em termos de mudanças estruturais ao longo do tempo. Deste modo, são ainda necessários estudos de longo prazo em comunidades altimontanas que permitam captar as mudanças espaciais e temporais nessas florestas, bem como a distinção entre os processos dinâmicos naturais e mudanças resultantes dos distúrbios naturais ou antrópicos.

## 2 OBJETIVOS E HIPÓTESES

Este estudo teve por objetivo a avaliação da dinâmica de um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual Altimonta, sobre áreas de ocorrência de bauxita, entre os anos 2002 – 2008, para verificar se há variações nas taxas de dinâmica em relação ao gradiente altitudinal e averiguar se essas taxas estão desequilibradas, apontando ganho em número de indivíduos e em área basal devido ao processo de regeneração em que a floresta se encontra em função de um incêndio ocorrido na década de 1990.

Foram testadas quatro hipóteses:

- Hipótese 1 - A dinâmica varia entre os setores base, meio e topo da encosta, refletindo as variações do gradiente topográfico e edáfico que se observa na área. Portanto, é esperado que na base da encosta, onde a vegetação é mais densa e as condições ambientais parecem ser mais favoráveis a dinâmica seja mais acelerada, com maiores taxas de mudança em número de indivíduos e área basal em relação ao topo e ao meio da encosta.
  
- Hipótese 2 – Existe relação entre o incremento em área basal e a altitude. Espera-se que em parcelas com altitude mais elevada o incremento em área basal seja menor, uma vez que a altitude influencia na produtividade líquida e conseqüentemente no crescimento das plantas.
  
- Hipótese 3 - A dinâmica da comunidade é afetada pela área basal e pela densidade de indivíduos inicial. Essas variáveis influenciam a relação de competição entre os indivíduos. Portanto, espera se encontrar:



- Correlação negativa entre a densidade e área basal inicial com as taxas de recrutamento.
- Correlação positiva entre a densidade e área basal inicial com as taxas de mortalidade.
- Correlação negativa entre a densidade e área basal inicial com as taxas de rotatividade em número de indivíduos e em área basal.
- Hipótese 4 – A floresta se encontra em um processo de construção após um incêndio ocorrido na década de 1990. Portanto a expectativa é encontrar taxas de mudança positivas para números de indivíduos e área basal.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 Caracterização da área de estudo:

O estudo foi conduzido no Município de Poços de Caldas, Minas Gerais, Brasil, em um fragmento localmente chamado de Mata da Colina, localizado dentro dos limites 46°31'03"W, 46°31'27"W, 21°46'36"S e 21°46'51"S. Esta é uma área protegida, de propriedade da municipalidade, embora já tenha sido perturbada parcialmente por incêndios florestais comuns na região e pela própria atividade minerária. Trata-se de unidade geomorfológica de interesse mineral cuja história registra procedimentos das empresas na prospecção e exploração de bauxita no local. A região é composta por um maciço alcalino que se destaca como uma das maiores manifestações de rochas alcalinas do mundo (Almeida, 1967). Essa formação constitui jazidas de urânio, minerais zirconíferos, bauxita e depósitos de tório dentre outros (Gisler, 1995) que, em conjunto, são responsáveis pelas feições topográficas da região e pela natureza físico-química do substrato da área estudada, os quais devem influenciar nos gradientes da vegetação em escala regional. O solo do fragmento foi classificado como Cambissolo Húmico Distrófico Léptico com base no manual de classificação de solos da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA (2000). O clima predominante na região com base na classificação de Koppen é Cfb (subtropical úmido), ou seja, clima de verão temperado e chuvoso, sem estação seca (Instituto de Desenvolvimento Industrial - INDI, 1977), o índice pluviométrico anual é de 1.695 mm. A temperatura média anual é de 17,6°C; com umidade relativa anual média de 78,2%, com variação de 69,8 a 83% (Gisler, 1995).

O fragmento Mata da Colina é um exemplo típico de uma fisionomia florestal do Planalto de Poços de Caldas que, segundo Gatto (1983) fazia parte de

uma vegetação original de contatos transicionais entre floresta estacional semidecidual e floresta ombrófila mista, com ocorrência significativa de savana gramíneo-lenhosa. A altitude no fragmento varia de 1400 a 1643 m, enquadrando-se no sistema de classificação proposto por Oliveira Filho & Fontes (2000), nos domínios fitoecológicos das florestas estacionais semidecíduais altimontanas. A vegetação que ocupa a Mata da Colina apresenta nítido gradiente altitudinal representado por formações mais exuberantes na base e nas linhas de drenagem e por formações escleromórficas de baixa estatura e com raleamento conspícuo, à medida que se aproxima da cumeeira. Ao longo das linhas de drenagem, a vegetação se adensa e se eleva no porte, sendo encontrados inúmeros fetos arborescentes (*Cyathea* spp. - Pteridophyta) com mais de 3m de altura. À medida que a vegetação arbórea se esparsa em direção ao cume, constata-se intensa colonização por *Pteridium aquilinum* e orquídeas terrícolas e rupícolas distribuídas principalmente em pontos de afloramento de rocha. Nas cotas mais baixas, parte da vegetação apresenta porte mais avantajado em termos de diâmetro e altura total e intensa forração do terreno por bambus (taquara) (Fernandes, 2003).

### **3.2 Inventário da Comunidade Arbórea:**

O levantamento estrutural foi realizado entre junho e outubro de 2002 e os resultados se encontram em Fernandes (2003). O desenho amostral (Figura 2A e 2B) foi constituído por 28 parcelas permanentes de 40m<sup>2</sup> (20m x 20m), totalizando 1,12ha amostrados. As parcelas foram distribuídas sistematicamente ao longo de quatro transectos paralelos, distanciados, lateralmente, 80m um do outro, sendo que as parcelas que compõem cada transecto foram distanciadas 20m umas das outras. Os transectos foram alinhados partindo do topo em direção à base do morro, ao longo do gradiente altitudinal (Figura 2B). Esta distribuição foi realizada com o intuito de captar as rápidas mudanças da vegetação ao longo

do gradiente altitudinal, conforme sugerem Kent & Coker (1992). Dentro da área delimitada pelas parcelas, todos os indivíduos que apresentaram CAP (circunferência à altura do peito ou a 1,30m) igual ou superior a 15,7cm ( $DAP \geq 5\text{cm}$ ), ou soma quadrática dos CAPs dos indivíduos ramificados também superior a 15,7cm foram amostrados. Esses indivíduos foram marcados com placas de alumínio sequencialmente numeradas, e tiveram seu CAP medido com uma fita métrica e altura total estimada. A identificação botânica, quando possível, foi realizada por especialista no próprio local. Porém, para os espécimes cuja identificação não foi prontamente possível, foram coletadas amostras de material botânico para posterior identificação.

Em julho de 2008, foi realizado o segundo inventário nas mesmas 28 parcelas alocadas em 2002, utilizando-se o mesmo critério de inclusão adotado no primeiro inventário ( $DAP > 5\text{cm}$ ). Os indivíduos mortos foram somente contabilizados, os sobreviventes foram medidos novamente e os recrutas (indivíduos que alcançaram o critério mínimo de inclusão), foram marcados, medidos e identificados. O intervalo de tempo entre os pontos centrais da duração dos dois inventários foi de 6,12 ano.

### **3.3 Análise da dinâmica da comunidade arbórea:**

As possíveis mudanças estruturais foram avaliadas por meio das variáveis de dinâmica, calculadas para a amostra total da comunidade e para extrações da amostra total definidas pelas parcelas amostrais representando a base, meio e topo do gradiente (Figura 1A, 2B). Cada estrato foi composto de sete parcelas sorteadas aleatoriamente – base (A6, A7, B6, B7, C6, C7 e D6), meio (A4, B3, B4, C3, C5, D4 e D5) e topo (A1, A2, B1, C1, C2, D1 e D2). A dinâmica foi analisada de duas formas: em número (contagens) de indivíduos arbóreos (recrutas, mortos e sobreviventes) e em área basal das árvores, assumida como a soma das áreas seccionais à altura do peito calculada admitindo

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 do 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:

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

$$R = [1 - (1 - r/Nt)^{1/t}] \times 100,$$

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

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

Sendo  $t$  o tempo decorrido entre os inventários (6,12 anos),  $N_0$  e  $N_t$ , respectivamente, as contagens inicial e final de árvores individuais;  $m$  e  $r$  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 recrutados; 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 em número de árvores ( $TN$ ) e área basal ( $TAB$ ) a partir, respectivamente, das médias das taxas de mortalidade e recrutamento e de perda e ganho (Oliveira Filho et al., 1997; Werneck et al., 2000):

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

$$TAB = (P + G)/2$$

De acordo com Korning & Balslev (1994), também foram ainda obtidas as taxas de mudança líquida no período, tanto para número de árvores ( $ChN$ ) como área basal ( $ChAB$ ), sendo utilizadas as equações:

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

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

Para analisar as variações nas taxas de dinâmica entre as parcelas amostrais foram realizadas análises de variância não paramétrica de Kruskal-Wallis (Sokal & Rohlf, 1995) considerando os três setores (base, meio e topo), e o nível de significância adotada em todos os testes estatísticos foi de  $P \leq 0,05$ . Comparou-se por meio do teste não paramétrico Mann-Whitney as taxas de mortalidade e recrutamento assim como o ganho e perda em área basal, tanto para a amostragem total quanto para os setores.

A dinâmica das árvores por classe de diâmetro nos três setores (base, meio e topo) foi analisada por meio da frequência por classes de diâmetro para a comunidade e para os setores, empregando-se intervalos de classe de amplitudes crescentes (Hubbell & Foster, 1990) para compensar a grande diminuição da densidade nas classes de tamanhos maiores (Lossos, 2004). As classes foram I (5 - 10 cm), II (>10 - 20 cm), III (>20 - 40 cm) e IV (>40 - 80 cm). Esses intervalos têm sido empregados em muitos estudos de dinâmica na região sudeste do Brasil (Appolinário et al., 2005; Oliveira Filho et al., 2007a,b). Para descrever as variações temporais ocorridas em cada classe de diâmetro, foi contabilizado o número de árvores que passou pelos seguintes eventos: permanência na classe, morte, recrutamento, entrada (imigrantes + recrutas) e saída (emigração + mortos) na classe, podendo os dois últimos ser progressivos ou regressivos (Lieberman et al., 1985). Com base na frequência de indivíduos do primeiro inventário foram calculadas as frequências esperadas para as classes diamétricas, conforme a fórmula descrita abaixo:

$$N_{espclasse} = (N_{0classe} / N_{0total}) \times N_{total}$$

Onde:  $N_{espclasse}$  é o número de indivíduos esperado por classe diamétrica;  $N_{0classe}$  e  $N_{0total}$  são, respectivamente, as contagens iniciais de árvores por classe diamétrica e  $N_{total}$  a contagem final total de árvore para cada setor. Após essa etapa foi verificado, usando o teste de qui-quadrado ( $\chi^2$ ), se as frequências observadas no segundo inventário foram diferentes dos valores esperados com

base na distribuição diamétrica encontrada em 2002, e também foi aplicado o teste de qui-quadrado ( $\chi^2$ ) para verificar se os valores encontrados para a entrada e saída de indivíduos nas classes diamétricas, para a comunidade e para setores foram estatisticamente diferentes (Zar, 1984).

As variáveis número inicial de indivíduos, área basal inicial e a cota foram testadas por meio de regressão linear simples, para verificar a sua relação com as taxas de dinâmica da comunidade (taxa de recrutamento e mortalidade dos indivíduos, rotatividade e mudança em termos de números de indivíduos e área basal e o incremento e decréscimo da área basal). A regressão linear permite inferir se as variáveis testadas possuem relação com a dinâmica da floresta, em relação ao recrutamento, mortalidade de indivíduos, ganho e perda em área basal, no intervalo compreendido pelo estudo.

## 4 RESULTADOS

Em 2002 foram amostrados 1337 indivíduos, e, em 2008 1444. Foram encontrados 186 indivíduos mortos e 293 recrutas. Para a área amostrada como um todo a taxa de mortalidade foi de  $2,41\%ano^{-1}$  e o recrutamento de  $3,64\%ano^{-1}$ , resultando nas taxas de rotatividade de  $3,03\%ano^{-1}$  e na de mudança de  $1,26\%ano^{-1}$ . As taxas de dinâmicas não diferiram entre os setores (Tabela 1). Ao analisar a dinâmica dentro de cada setor percebe-se que as taxas de recrutamento foram superiores as taxas de mortalidade no topo ( $P = 0,04876$ ) e na base ( $P = 0,04612$ ) e para a amostra total ( $P = 0,03763$ ). O setor meio apresentou as maiores taxas de mortalidade e recrutamento e rotatividade em número de indivíduos ( $2,66\%ano^{-1}$ ,  $3,80\%ano^{-1}$  e  $3,23\%ano^{-1}$  respectivamente). A base da encosta obteve maior taxa de mudança de líquida ( $1,42\%ano^{-1}$ ) devido a maior diferença entre as taxas de mortalidade e recrutamento (Tabela1).

A área total amostrada apresentou uma área basal inicial (2002) de  $19,05m^2$  e área basal final (2008) de  $22,73m^2$ , sendo a área basal dos indivíduos mortos  $1,81m^2$  e recrutas  $0,95m^2$ . A taxa de ganho foi de  $4,79\%ano^{-1}$  e a taxa de perda de  $2,00\%ano^{-1}$ , e as taxas de rotatividade e mudança líquida em área basal foram de  $3,40\%ano^{-1}$  e  $2,92\%ano^{-1}$  respectivamente. As taxas de ganho foram superiores a taxa de perda no topo ( $P = 0,03605$ ), na base da encosta ( $P = 0,046814$ ) e na amostra total ( $P = 0,01879$ ). O teste de Kruskal-Wallis não mostrou diferenças significativas para as taxas de dinâmica de área basal entre os setores (Tabela 1).

As distribuições das frequências de indivíduos observados por classes diamétricas em 2008, diferiram significativamente da distribuição esperada em relação a 2002 para a amostra total ( $\chi^2 = 17,55$  e  $P < 0,00545$ ) assim como a frequência de indivíduos mortos observados e esperados ( $\chi^2 = 8,03$  e  $P <$



0,04340). Para os setores houve diferença significativa entre indivíduos observados e esperados apenas para a base ( $\chi^2 = 29,44$  e  $P < 0,000002$ ). Quando a comparação foi realizada entre as frequências observada e esperada para a contagem de indivíduos mortos por classe diamétrica no intervalo entre os dois inventários, encontrou-se diferença apenas para o topo ( $\chi^2 = 14,97$  e  $P < 0,001840$ ) (Tabela 2). Tanto para a comunidade quanto para os setores, observou-se que o número de indivíduos encontrados na classe I foi menor que o esperado. Ao analisar a mortalidade tanto para a amostragem total como para os setores, em termos de classe de diâmetro, observa-se que na classe I houve mais indivíduos mortos que o esperado, com exceção apenas da porção intermediária, porém as demais classes apresentaram mortalidade menor que a esperada. A análise da segunda classe em separado indicou que o número de indivíduos ingressantes (recrutas mais imigrantes) superou o número de indivíduos egressos (mortos mais emigrantes) na amostra total e em todos os setores. Todas as classes em todos os setores apresentaram ganho em número de indivíduo, com exceção da classe I no setor topo. A classe I foi a que apresentou maior número de indivíduos mortos tanto para a comunidade quanto para os setores (Tabela 2).

Para as regressões, foram encontrados de modo geral, baixos coeficientes de correlação e valores não significativos (Tabela 3). As taxas de mortalidade e mudança, em número de indivíduos e a mudança e decremento em área basal não foram afetadas por nenhuma das variáveis analisadas. Houve correlação significativa positivas apenas para as regressões entre o número de indivíduos inicial ( $N_i$ ) com o incremento em área basal dos sobreviventes ( $b = 0,0032$  e  $P < 0,0097$ ) e com taxa de rotatividade em número de indivíduos ( $b = -0,0298$  e  $P < 0,0414$ ). A área basal inicial ( $AB_i$ ) teve correlações significativas negativas para a taxa de recrutamento ( $b = -2,1736$  e  $P < 0,0387$ ) e positiva para o incremento em área basal ( $b = 0,216$  e  $P < 0,0019$ ) (Figura 3). A cota

apresentou correlação significativa negativa apenas com o incremento em área basal ( $b = -0,0025$  e  $P < 0,0131$ ) (Figura 3).

## 5 DISCUSSÃO

A Mata da Colina possui algumas peculiaridades como um gradiente vegetacional e solo raso com afloramento de bauxita visível principalmente na porção intermediária da encosta, e a ocorrência de um incêndio nos anos 90 (Fernandes, 2003). Alguns trabalhos realizados em florestas tropicais altimontana discutem a questão da variação ambiental e da estrutura da vegetação ao longo de um gradiente (Lieberman et al., 1985; Clark et al., 1999; Webb et al., 1999; Harms et al., 2001; Phillips et al., 2003). Portanto, esperava-se que em resposta às condições edáficas, ao gradiente vegetacional e às variações topográficas, que resultam em um ambiente com condições edafo-climáticas heterogêneas, a comunidade fosse apresentar taxas de dinâmica diferenciadas entre os setores da encosta. Porém, os resultados encontrados demonstram que não existem diferenças nas taxas de dinâmica entre os setores, portanto, o processo de dinâmica estrutural da floresta acontece de maneira similar ao longo do gradiente altitudinal.

A correlação negativa entre a variável cota e o incremento em área basal dos indivíduos sobreviventes é um padrão tipicamente observado e em gradientes altitudinais. Alguns estudos têm verificado o mesmo resultado, um decréscimo na produtividade primária líquida e um crescimento mais lento com o aumento da altitude, e conseqüentemente um menor incremento em área basal (Aiba & Kitayama, 1999; Leuschner et al., 2007; Homeier et al., 2008). Como por exemplo, os resultados encontrados por Homeier et al. (2004), ao avaliar a influência do relevo e da altitude sobre a estrutura da vegetação arbórea em uma floresta tropical altimontana (1800m) em São Francisco no Equador. Esse estudo verificou que nas porções com maiores altitudes, a vegetação é menos densa com a abertura do dossel significativamente maior, já que a densidade e o

porte das árvores em termos de altura e diâmetro são menores em relação às áreas encaixadas nas depleções do relevo ou na base da encosta, onde o porte da vegetação e a área basal dos indivíduos tendiam a serem maiores assim como o incremento anual. Essa relação entre a taxa de incremento e a altitude pode estar associada não só às variações do microclima ao longo de um gradiente altitudinal, que afeta a fisiologia da planta e, portanto todos os seus processos vitais (Kreft & Jetz, 2007), mas também a variação na concentração e disponibilidade de nutrientes que podem existir devido à lixiviação de nutrientes ao longo da encosta e ao acúmulo desses sedimentos nas depleções ou nas áreas de menor altitude (Soethe et al., 2008).

A correlação negativa entre a área basal inicial e a taxa de recrutamento também foi encontrada em outros trabalhos de dinâmica (Felfili, 1995a; Guimarães et al., 2008). A redução do recrutamento com o aumento da área basal inicial pode refletir uma condição de competição entre os indivíduos. Normalmente área basal elevada está associada a uma vegetação mais densa ou com indivíduos maiores, onde há uma menor disponibilidade de luz para os indivíduos mais jovens, retardando o crescimento desses indivíduos do sub-bosque e conseqüentemente diminuindo o recrutamento (Benitez-Malvido & Martinez-Ramos, 2003; Laurance et al., 2006; Michalski et al., 2007). A relação da área basal inicial com o recrutamento é tão direta que essa tem sido utilizada como parâmetro na modelagem do recrutamento em florestas nativas. Como os modelos propostos por Kohyama (1992) que utilizaram área basal e o sombreamento como parâmetros para estimar o recrutamento em uma floresta de Dipterocarpaceas e Spathelf & Durlo (2001) que considerou a área basal na prognose do recrutamento em florestas subtropicais do sul do Brasil.

A correlação negativa entre o número de indivíduos inicial com as taxas de rotatividade em área basal mostra que parcelas com menor densidade obtiveram taxas de rotatividade mais aceleradas. Portanto as parcelas com menor

número de indivíduos, que se encontram localizadas principalmente na porção intermediária e no topo da encosta, apresentaram dinâmica em área basal mais instável, pois se ganhou muito (incremento em área basal proporcionado pelo crescimento dos sobreviventes e a entrada de novos recrutas), mas também se perdeu muita área basal (decremento por mortalidade e perda de biomassa dos sobreviventes). A densidade afeta diretamente a competição por recursos, principalmente espaço físico e luz. Sendo assim, a competição limita o incremento em área basal como também concluíram alguns autores (Condit et al., 1992; Niklas, 1994). Portanto, no meio e no topo, embora haja o favorecimento do ganho em área basal pela competição aparentemente menos expressiva, há também a elevada perda de biomassa por danos físicos ocasionados por quebra de galhos. Deve-se ressaltar que a vegetação desses setores é menos densa e os indivíduos de maneira geral apresentam menor estatura e diâmetro em relação à base, e isso contribuiu para uma maior exposição à ação dos ventos.

O setor meio ao contrário dos demais, apresentou as taxas de mortalidade e recrutamento, ganho e perda em área basal estatisticamente iguais. Além da perda de biomassa por mortalidade e decremento, outro fator que contribuiu para que as taxas de perda e ganho em área basal se equivalessem nesse setor é o fato da mortalidade e o recrutamento serem também estatisticamente iguais, assim o ganho em área basal proporcionado pelo recrutamento compensou a perda ocorrida em função da mortalidade.

Algumas características bióticas e abióticas que foram observadas no meio da encosta e que o diferencia dos demais setores, podem ajudar a compreender as taxas de mortalidade e recrutamento encontradas no meio da encosta. Como por exemplo, o afloramento de bauxita concentrado em muitos pontos desse setor, agindo como um impedimento físico a ocupação desse espaço por novos indivíduos e a vegetação herbácea, com expressiva ocorrência de uma

espécie invasora, *Pteridium aquilinum* (Fernandes, 2003). As taxas de dinâmica encontradas para esse setor parecem ser influenciadas também pela competição interespecífica, entre as espécies arbóreas e o *P. aquilinum*. Foi observado em campo que a folhagem dessa espécie chega a atingir 3m de altura, fechando o dossel com uma cobertura homogênea. Essa espécie atua como um potencial competidor por recursos com facilidade de propagação em áreas abertas (Rook, 2009). *P. aquilinum* é também uma espécie colonizadora agressiva e inibe a regeneração natural. A grande produtividade e o acúmulo da serrapilheira dificultam a entrada de luz para a germinação e o estabelecimento do banco de sementes (Ghorbani et al., 2003). Essa espécie pode ser utilizada como indício da passagem de fogo, e acaba favorecendo a incidência de incêndio, pois a folhagem quando seca, se torna um material de fácil combustão, podendo favorecer queimadas mais intensas e frequentes (Antonio & Vitousek, 1992; Rook, 2009).

Muitos dos resultados encontrados indicam que a floresta está em uma fase de reconstrução, pois a comunidade apresentou aumento no número de indivíduos e área basal. Esse resultado têm sido encontrado e discutidos em muitos outros trabalhos que abordam dinâmica de florestas tropicais (Berg, 2001; Werneck & Franceschinelli, 2004; Appolinário et al., 2005; Machado, 2005; Oliveira Filho et al., 2007b; Higuichi et al., 2008). Na maioria dos casos, esse padrão de ganho em área basal e em números de indivíduos é discutido abordando a questão de distúrbios passados que possam ter influenciado a estrutura e a dinâmica temporal das florestas (White & Pick, 1985). Sheil (2003) sugere que as perturbações por fatores antrópicos ou naturais podem criar períodos favoráveis à mortalidade ou ao recrutamento, dependendo da intensidade e do tempo corrido após o evento. Portanto, esses distúrbios podem afetar as taxas de mortalidade, recrutamento e rotatividade em número de

indivíduos (Sheil, 1995) e também o aumento da área basal (Konrner, 2003; Chambers & Silver, 2004).

Não existem registros precisos até o momento que indiquem ações antrópicas severas na Mata da Colina, excetuando-se a ocorrência de incêndios florestais nas últimas décadas e de um mais recente nos anos 90 que atingiu grande parte da comunidade (Fernandes, 2003). A intensidade e abrangência desse evento não são conhecidas. Porém, o impacto do incêndio pode ser observado em uma floresta ao longo de muitos anos, e dependendo da intensidade pode alterar a estrutura e dinâmica das populações e conseqüentemente da comunidade (Hoffman & Moreira, 2002). Dependendo da frequência e da intensidade, o fogo, pode alterar o ritmo, a composição de espécies e o desenvolvimento do processo de sucessão florestal (Quintana-Ascencio et al., 1996).

Após um incêndio, normalmente, a floresta passa por um primeiro estágio de elevada mortalidade (Sheil & Burslem, 2003), principalmente de indivíduos menores que são menos resistentes (Woods, 1989), alterando as densidades e as estruturas populacionais. Após essa fase de depleção, a floresta passa por um período de recuperação, onde ocorre o recrutamento de uma nova coorte (Ogden et al., 1998), resultando no ganho em densidade de indivíduos, área basal e muitas vezes a substituição de espécies (Castellani & Stubblebine, 1993). Portanto, o ganho em número de indivíduos e em área basal pode ser indício de que a floresta esteja em meio a um processo de construção, se recuperando de algum distúrbio (Lewis et al., 2004; Phillips et al., 2004), provavelmente o referido incêndio.

A análise da dinâmica de classes diamétricas também indica que a floresta vem passando por um processo de construção, sendo isso mais evidente nas mudanças ocorridas nas classes de menor diâmetro (5-10cm e 10-15cm). Quando comparada à frequência observada e esperada em ambas as classes

observa-se que em 2008, na primeira classe, foi encontrado um número menor de indivíduos do que o esperado, ao contrário do que ocorreu na segunda classe. Isso indica que muitos dos indivíduos que em 2002 compunham a classe I migraram para classe posterior ou morreram. Isso também explica porque o balanço entre a entrada e saída de indivíduos na classe II foi positivo e na classe I negativo. Esse processo foi mais intenso na porção basal da encosta. Segundo Fernandes (2003), o solo desse setor é mais profundo, isso pode proporcionar condições edáficas mais favoráveis ao crescimento da floresta em relações aos outros setores, resultando em um crescimento mais acelerado dos indivíduos (Denslow et al., 1998). A mortalidade maior que a esperada na classe I é o resultado mais comumente encontrado em florestas onde não se observa o corte seletivo de indivíduos de grande porte (Briscoe & Wadsworth, 1979; Matelson et al., 1995; Taylor et al., 1996). Isso ocorre naturalmente porque indivíduos menores e suprimidos são mais susceptíveis aos efeitos deletérios da competição em comparação com as árvores situadas no dossel (Felfili, 1995b).

Supondo que não haja novos distúrbios causadores de impactos significativos na vegetação arbórea, as taxas de dinâmicas, principalmente de mortalidade e recrutamento provavelmente tenderão a um equilíbrio, com uma desaceleração na taxa de ganho em área basal (Oliveira Filho et al., 1997; Appolinário et al., 2005). Isso poderá ser comprovado em inventários futuros, onde possivelmente a floresta entrará em um processo de construção tardia, caracterizada pelo autodesbaste, no qual a densidade de indivíduos arbóreos diminuiria principalmente nas classes de menores diâmetros, e a área basal aumentaria ou estabilizaria (Gentry & Terborgh, 1992; Oliveira Filho et al., 1997; 2007a; Werneck & Franceschinelli, 2004). Ou ainda, é possível que a comunidade apresente um padrão de constante desequilíbrio, devido a freqüentes perturbações naturais ou antrópicas, como por exemplo, incêndios recorrentes, que podem causar alterações permanentes na estrutura de florestas tropicais e no



ciclo de dinâmica (Cochrane & Schulze, 1999). Nesses casos, a comunidade se mostra sempre instável (Riece, 1994), com oscilações cíclicas nas taxas de mortalidade e recrutamento fazendo com que a floresta nunca atinja seu equilíbrio (Swaine et al., 1987). Normalmente, florestas tropicais que sofrem constantes distúrbios, naturais ou antrópicos, tendem ao modelo de equilíbrio dinâmico proposto por Hunston (1994), que se aplicam a alguns ecossistemas tropicais assumindo um equilíbrio de variação nas taxas de crescimentos e mortalidade da comunidade, com baixa intensidade de competição intraespecífica e baixa frequência de distúrbios intensos.

## 6 CONCLUSÕES

O processo de dinâmica da Mata da Colina dentro do intervalo de tempo estudado se mostra mais influenciado pelo incêndio ocorrido no passado do que pelas próprias variáveis bióticas como a diferença estrutural ao longo da encosta encontrada no primeiro levantamento em 2002.

Quanto aos resultados obtidos, ao contrário do que se esperava na hipótese 1, as taxas de dinâmica não variaram entre os setores. Esse resultado fortalece a discussão de que o incêndio ocorrido na década de 90, que atingiu toda a comunidade, esteja hoje sendo um dos principais fatores no direcionamento e na homogeneização das taxas encontradas para a dinâmica estrutural em todos os setores.

A hipótese 2 foi confirmada, existe relação negativa entre a altitude e o incremento em área basal.

A hipótese 3 também foi parcialmente confirmada, existe relação negativa entre a área basal inicial e o recrutamento e entre a rotatividade em área basal e o número de indivíduos inicial e a taxa de rotatividade em número de indivíduos, mas não se encontrou nenhuma relação entre as variáveis e a taxa de mortalidade.

Muitos dos resultados encontrados caracterizam uma floresta em expansão em número de indivíduos e biomassa e sugerem que a comunidade florestal estudada está em processo de reconstrução em resposta a uma perturbação, o que confirma a hipótese 4.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIBA, S.; KITAYAMA, K. Structure, composition and species diversity in an altitude substrate matrix of rain forest tree communities on Mount Kinabalu, Borneo. **Plant Ecology**, Dordrecht, v. 140, n. 2, p. 139-157, July 1999.
- ALMEIDA, F. F. M. Origem e evolução da plataforma brasileira. **Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia do Rio de Janeiro**, Rio de Janeiro, n. 241, p. 1-36, 1967.
- ANTONIO, C. M. d'; VITOUSEK, P. M. Biological invasions by exotic grasses, the grass fire cycle, and global change. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v. 23, p. 63-87, 1992.
- 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, mar./abr. 2005.
- BARTHLOTT, W.; MUTKE, J.; RAFIQPOOR, M. D.; KIER, G.; KREFT, H. Global centres of vascular plant diversity. **Nova Acta Leopoldina**, Halle, v. 342, n. 1, p. 61-83, Feb. 2005.
- BEHLING, H. Tropical mountain forest dynamics in Mata Atlantica and northern Andean biodiversity hotspots during the late Quaternary Biodiversity and Ecology Series. In: GRADSTEIN, S. R.; HOMEIER, J.; GÖTTINGEN, D. G. **The tropical mountain forest: patterns and processes in a biodiversity**. 2. ed. Goettingen: Universitätsverlat Goettingen, 2008. p. 25-33.
- BENÍTEZ-MALVIDO, J.; MARTINEZ-RAMOS, M. Impact of forest fragmentation on understory plant species richness in Amazonia. **Conservation Biology**, Boston, v. 17, n. 2, p. 389-400, Apr. 2003.
- BERG, E. van den. **Variáveis ambientais e a dinâmica estrutural e populacional de uma floresta de galeria em Itutinga, MG**. 2001. 113 p. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

BRISCOE, C. B.; WADSWORTH, F. H. Stand structure and yield in the Tabonuco forest of Puerto Rico. In: ODUM, H. T.; PIGEON, R. F. (Ed.). **A tropical rain forest**. Tennessee: USA Atomic Energy Commission, 1979. p. B79-B89, 1678 p.

BUBB, P.; MAY, I.; MILES, L.; SAYER, J. **Cloud forest**. Cambridge: UNEPWCMC, 2004. 32 p.

CARVALHO, D. A.; OLIVEIRA FILHO, A. T.; BERG, E. van den; FONTES, M. A. L.; VILELA, E. A.; MARQUES, J. J. G. S. M.; CARVALHO, W. A. C. Variações florísticas e estruturais do componente arbóreo de uma floresta ombrófila alto-montana às margens do Rio Grande, Bocaina de Minas, MG, Brasil. **Acta Botanica Brasílica**, Porto Alegre, v. 19, n. 1, p. 91-109, Feb. 2005.

CASTELLANI, T. T.; STUBBLEBINE, W. H. Sucessão secundária inicial em uma mata tropical, após perturbação por fogo. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 16, n. 2, p. 181-203, abr. 1993.

CHAMBERS, J. Q.; SILVER, W. L. Some aspects of ecophysiological and biogeochemical responses of tropical forests to atmospheric change. **Philosophical Transactions of Royal Society**, London, v. 359, n. 2, p. 463-476, Sept. 2004.

CLARK, D. B.; PALMER, M. W.; CLARK, D. A. Edaphic factors and the landscape-scale distributions of tropical rain forest trees. **Ecology**, Durham, v. 80, n. 8, p. 2662-2675, Dec. 1999.

COCHRANE, M. A.; SCHULZE, M. D. Fire as a recurrent event in tropical forests of the eastern Amazon: effects on forest structure, biomass and species composition. **Biotropica**, Washington, v. 31, n. 1, p. 2-16, Feb. 1999.

CONDIT, R.; HUBBELL, S. P.; FOSTER, R. B. Short-term dynamics of a Neotropical forest: change within limits. **BioScience**, Washington, v. 42, n. 11, p. 822-828, Nov. 1992.

DENSLOW, J. S. Tropical rainforest gaps and tree species diversity. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v. 18, p. 431-451, Nov. 1987.

DENSLOW, J. S.; ELLISON, A.; SANFORD JUNIOR, R. E. Treefall gap size effects on ecological processes in a tropical wet forest. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 86, n. 6, p. 597-609, Dec. 1998.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de classificação de solos**. Brasília, 2000. 412 p.

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

FERNANDES, F. B. **Estudo de gradientes vegetacionais em uma floresta semidecídua altimontana no Planalto de Poços de Caldas, MG**. 2003. 158 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

FONTES, M. A. L. **Análise da composição florística das florestas nebulares do Parque Estadual de Ibitipoca, Minas Gerais**. 1997. 50 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

FRANÇA, G. S.; STEHMANN, J. R. Composição florística e estrutura do componente arbóreo de uma floresta altimontana no município de Camanducaia, Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 27, n. 1, p. 19-30, Mar. 2004.

GARTLAN, J. S.; NEWBERY, D. M.; THOMAS, D. W.; WATERMAN, P. G. The influence of topography and soil phosphorus on the vegetation of Korup Forest Reserve, Cameroun. **Vegetatio**, The Hague, v. 65, n. 3, p. 131-148, Sept. 1986.

GATTO, L. C. S. Geomorfologia. In: BRASIL. Ministério das Minas e Energia. **Projeto Radambrasil: levantamento dos recursos naturais**. Rio de Janeiro, 1983. p. 385-535.

GENTRY, A. H. Patterns of diversity and floristic composition in neotropical montane forests. In: CHURCHILL, S. P.; BALSLEV, H.; FORERO, E.; LUTEYN, J. L. (Ed.). **Biodiversity and conservation of neotropical montane forests**. New York: The New York Botanical Garden, 1995. p. 103-126.

GENTRY, A. H.; TERBORGH, J. Composition and dynamics of the Cosha Cashu 'mature' floodplain forest. In: GENTRY, A. H. (Ed.). **Four neotropical rainforests**. New Haven: Yale University, 1990. p. 542-564.

GISLER, C. V. T. **O uso da serapilheira na recomposição da cobertura vegetal em áreas mineradas de bauxita, Poços de Caldas, MG.** 1995. 133 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade de São Paulo, São Paulo.

GHORBANI, J. A.; DAS, P. M.; DAS, A. B.; HUGHES, J. M.; MCALLISTER, H. A.; PALLAI, S. K.; PAKEMANR, J.; MARRS, R. H.; LE DUC, M. G. Effects of restoration treatments on the diaspore bank under dense Pteridium stands in the UK. **Applied Vegetation Science**, Knivsta, v. 6, n. 2, p. 189-198, June 2003.

GRUBB, P. J. Control of forest growth and distribution on wet tropical mountains, with special reference to mineral nutrition. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v. 8, n. 1, p. 83-107, Mar. 1977.

GUEDES-BRUNI, R. R.; PESSOA, S. V. A.; KURTZ, B. C. Florística e estrutura do componente arbustivo arbóreo de um trecho preservado de floresta montana na Reserva Ecológica de Macaé de Cima. In: LIMA, H. C.; GUEDES-BRUNI, R. R. **Serra de Macaé de Cima: diversidade florística e conservação da Mata Atlântica.** Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 1997. p. 127-146.

GUIMARÃES, J. C. C.; BERG, E. V. D.; CASTRO, G. C.; MACHADO, E. L. M.; OLIVEIRA FILHO, A. T. Dinâmica do componente arbustivo-arbóreo de uma floresta de galeria aluvial no planalto de Poços de Caldas, MG, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 31, n. 4, p. 621-632, dez. 2008.

HARMS, K.; CONDIT, R.; HUBBELL, S. P.; FOSTER, R. B. Habitat association of trees and shrubs in a 50-ha neotropical forest plot. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 89, n. 6, p. 947-959, Dec. 2001.

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**, Dordrecht, v. 199, n. 1, p. 125-135, Nov. 2008.

HIROTA, M. M. Monitoramento da cobertura da Mata Atlântica brasileira. In: GALINDO, L. C.; CÂMARA, I. G. (Ed.). **Mata Atlântica: biodiversidade, ameaças e perspectivas.** Belo Horizonte: Fundação SOS Mata Atlântica/Conservação Internacional, 2005. p. 60-65, 472 p.

HOFFMANN, W. A.; MOREIRA, A. G. The role of fire in population dynamics of woody plants. In: OLIVEIRA, P. S.; MARQUIS, R. J. (Ed.). **The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna**. New York: Columbia University, 2002. p. 159-177.

HOMEIER, J.; WALDSTRUKTUR, W.; YNAMIK, Z. Tropischer bergregenwalder in Ecuador und Costa Rica. **Dissertationes Botanicae**, San Jose, v. 391, n. 1, p. 1-27, Mar. 2004.

HOMEIER, J.; WERNER, F. A.; GRADSTEIN, S. R.; BRECKLE, S. W.; RICHTER, M. Potential vegetation and floristic composition of Andean forests in South Ecuador, with a focus on the RBSF. In: BECK, E.; BENDIX, J.; KOTTKE, I.; MAKESCHIN, F.; MOSANDL, R. (Ed.). **Gradients in a tropical mountain ecosystem of Ecuador**. Berlin: Ecological Studies Springer, 2008. p. 87-100.

HUBBELL, S. P.; FOSTER, R. B. Structure, dynamics and equilibrium status of old-growth forest on Barro Colorado Island. In: GENTRY, A. H. (Ed.). **Four neotropical rainforests**. New Haven: Yale University, 1990. p. 522-541.

HUSTON, M. A. **Biological diversity: the coexistence of species on changing landscapes**. Cambridge: Cambridge University, 1994. 681 p.

INGRAM, A. U.; FERRELL, S. W.; INGRAM, K.; NADKARNI, N. M. Floristic composition of vascular epiphytes in a Neotropical cloud forest, Monteverde, Costa Rica. **Selbyana**, Sarasota, v. 17, n. 1, p. 88-103, Apr. 1996.

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. **Informaoes basicas para investidores**. Belo Horizonte, 1977. 189 p.

JENTSCH, A.; BEIERKUHNLIN, C.; WHITE, A. S. Scale, the dynamic stability of forest ecosystems, and the persistence of biodiversity. **Silva Fennica**, Helsinki, v. 36, n. 1, p. 393-402, Feb. 2002.

KENT, M.; COKER, P. **Vegetation, description and analysis, a practical approach**. London: Belhaven, 1992. 363 p.

KOBYAMA, T. Size-structured multi-species model of rain forest trees. **Functional Ecology**, Oxford, v. 6, n. 2, p. 206-212, Aug. 1992.

KILLEEN, T. J. Vegetation and flora of Noel Kempff Mercado National Park. In: KILLEEN, T. J.; SCHULENBERG, T. S. (Ed.). **A biological assessment of Parque Nacional Noel Kempff Mercado, Bolivia**. Washington: Conservation International, 1998. p. 61-85.

KÖRNER, C. Ecological impacts of atmospheric CO<sub>2</sub> enrichment on terrestrial ecosystems. **Philosophy Transactions of Royal Society of London**, London, v. 361, n. 1571, p. 2023-2041, Mar. 2003.

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

KREFT, H.; JETZ, W. Global patterns and determinants of vascular plant diversity. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, v. 104, n. 14, p. 5925-5930, Nov. 2007.

LAURANCE, W. F.; NASCIMENTO, H. E. M.; LAURANCE, S. G.; ANDRADE, A.; RIBEIRO, J.; GIRALDO, J. P.; LOVEJOY, T. E.; CONDIT, R.; CHAVE, J.; HARMS, K. E.; ANGELO, S. d'. Rapid decay of tree-community composition in Amazonian forest fragments. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, v. 103, n. 50, p. 19010-19014, Oct. 2006.

LEUSCHNER, C.; MOSER, G.; BERTSCH, C.; RÖDERSTEIN, M.; HERTEL, D. Large altitudinal increase in tree shroot/shoot ratio in tropical mountain forests of Ecuador. **Basic and Applied Ecology**, Jena, v. 8, n. 2, p. 219-230, May 2007.

LEWIS, S. L.; PHILLIPS, O. L.; SHEIL, D.; VINCETI, B.; BAKER, T. R.; BROWN, S.; GRAHAM, A. W.; HIGUCHI, N.; HILBERT, D. W.; LAURANCE, W. F.; LEJOLY, J.; MALHI, Y.; MONTEAGUDO, A.; VARGAS, P. N.; SONKÉ, B.; SUPARDI, N.; TERBORGH, J. W.; MARTÍNEZ, R. V. Tropical forest tree mortality, recruitment and turnover rates: calculation, interpretation and comparison when census intervals vary. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 92, n. 4, p. 929-944, Sept. 2004.

LIEBERMAN, D.; LIEBERMAN, M.; PERALTA, R.; HARTSHORN, G. S. Mortality patterns and stand turnover rates in a wet tropical forest in Costa Rica. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 73, n. 3, p. 915-924, Nov. 1985.



LIEBERMAN, D.; LIEBERMAN, M.; PERALTA, R.; HARTSHORN, G. S. Tropical forest structure and composition on a large-scale altitudinal gradient in Costa Rica. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 84, n. 2, p. 137-152, Apr. 1996.

LOSSOS, E. C. The structure of tropical forests. In: LOSSOS, E. C.; LEIGH JUNIOR, E. G. **Tropical forest diversity and dynamism**: finding from a large-scale plot network. Chicago: The University of Chicago, 2004. p. 69-78, 645 p.

MACHADO, E. L. M. **Heterogeneidade espacial e temporal em um fragmento de floresta estacional em Lavras, MG**. 2005. 167 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

MARTÍNEZ-RAMOS, M. C. Ciclos vitales de los arboles tropicales y regeneración natural de las selvas altas perennifolias. In: GÓMEZ-POMPA, A.; DELAMO, R. S. (Ed.). **Investigaciones sobre la regeneración de las selvas alta en Vera Cruz, Mexico**. Mexico: Xalapa, 1985. p. 191-239.

MATELSON, T. J.; NADKARNI, N. M.; SOLANO, R. Tree damage and annual mortality in a montane forest in Monteverde, Costa Rica. **Biotropica**, Washington, v. 27, n. 4, p. 441-447, Apr. 1995.

MICHALSKI, F.; NISHI, I.; PERES, C. A. Disturbance-mediated drift in tree functional groups in Amazonian forest fragments. **Biotropica**, Washington, v. 39, n. 6, p. 691-701, Dec. 2007.

MITTERMEIER, R. A.; GIL, P. R.; HOFFMANN, M.; PILGRIM, J.; BROOKS, T.; MITTERMEIER, C. G.; LAMOUREX, J.; FONSECA, G. A. B. **Hotspots revisited**: earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions. Washington: CEMEX, 2004. 219 p.

MOREIRA, A. A. N.; CAMELIER, C. Relevô. In: GALVÃO, M. G. (Coord.). **Geografia do Brasil, região sudeste**. Rio de Janeiro: IBGE, 1977. cap. 1, p. 1-50, 50 p.

NIKLAS, K. **Plant allometry**: the scaling of form and process. Chicago: University of Chicago, 1994. 142 p.

OGDEN, J.; BASHER, L.; McGLONE, M. Fire, forest regeneration and links with early human habitation: evidence from New Zealand. **Annals of Botany**, London, v. 81, n. 6, p. 687-696, June 1998.

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./fev. 2007.

OLIVEIRA FILHO, A. T.; CARVALHO, W. A. C.; MACHADO, E. L. M.; HIGUCHI, P.; CASTRO, G. C.; SILVA, A. C.; SANTOS, R. M.; BORGES, L. F. R.; 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, Mar. 2007.

OLIVEIRA FILHO, A. T.; FONTES, M. A. L. Patterns of floristic differentiation among Atlantic forests in south-eastern Brazil, and the influence of climate. **Biotropica**, Washington, v. 31, n. 4, p. 71-88, Apr. 2000.

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**, Dordrecht, v. 131, n. 1, p. 45-66, Jan. 1997.

PEREIRA, I. M.; OLIVEIRA FILHO, A. T.; BOTELHO, S. A.; CARVALHO, W. A. C.; FONTES, M. A. L.; SCHIAVINI, I.; SILVA, A. F. Composição florística do compartimento arbóreo de cinco remanescentes florestais do maciço do Itatiaia, Minas Gerais e Rio de Janeiro. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 57, n. 1, p. 103-126, jan. 2006.

PHILLIPS, O. L.; BAKER, T. R.; ARROYO, L.; HIGUCHI, N.; KILLEEN, T. J.; LAURANCE, W. F.; LEWIS, S. L.; LLOYD, J.; MALHI, Y.; MONTEAGUDO, A.; NEILL, D. A.; NÚÑEZ VARGAS, P.; SILVA, J. N. M.; TERBORGH, J.; VÁSQUEZ MARTÍNEZ, R.; ALEXIADES, M.; ALMEIDA, S.; BROWN, S.; CHAVE, J.; COMISKEY, J. A.; CZIMCZIK, C. I.; DI FIORE, A.; ERWIN, T.; KUEBLER, C.; LAURANCE, S. G.; NASCIMENTO, H. E. M.; OLIVIER, J.; PALACIOS, W.; PATIÑO, S.; PITMAN, N. C. A.; QUESADA, C. A.; SALDIAS, M.; LEZAMA, A. T.; VINCETI, B. Pattern and process in Amazon tree turnover, 1976-2001. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London: Series B**, London, v. 359, n. 1443, p. 381-407, 2004.

PHILLIPS, O. L.; NUÑEZ, V. P.; LORENZO, M. A.; PEÑA, C. A.; CHUSPE, Z. M. E.; GALIANO, S. W.; YLI-HALLA, M.; ROSE, S. Habitat association among Amazonian tree species: a landscape-scale approach. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 91, n. 5, p. 757-775, Oct. 2003.

QUINTANA-ASCENCIO, P.; GONZALEZ-ESPINOZA, M.; RAMIREZ-MARCIAL, N.; DOMINGUEZ-VAZQUEZ, G.; MARTINEZ-ICÓ, M. Soil seed banks and regeneration of tropical rain forest from milpa fields at the Selva Lacandona, Chiapas, Mexico. **Biotropica**, Washington, v. 28, n. 2, p. 192-209, Feb. 1996.

RIBEIRO, C. A. N. **Florística e fitossociologia de um trecho de floresta atlântica de altitude na fazenda da Neblina, Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Minas Gerais**. 2003. 52 p. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

RIECE, S. R. Nonequilibrium determinants of biological community structure. **American Scientist**, New Haven, v. 82, n. 7, p. 424-435, Mar. 1994.

ROOK, E. J. S. **Pteridium aquilinum**: bracken Fern: the natural history of The north woods. Disponível em <[HTTP://www.rook.org/earl/bwca/nature/ferns/pteridiumaqui.html](http://www.rook.org/earl/bwca/nature/ferns/pteridiumaqui.html)>. Acesso em: 10 dez. 2009.

SHEIL, D. Evaluating turnover in tropical forests. **Science**, Washington, v. 268, n. 5212, p. 894-895, 1995.

SHEIL, D. Observations of long-term change in an African rain forest. In: STEEGE, H. (Ed.). **Long-term changes in composition and diversity as a result of natural and man made disturbances**: case studies from the Guyana Shield, Africa, Borneo and Melanesia. Wageningen: Tropenbos, 2003. p. 37-59.

SHEIL, D.; BURSLEM, D. F. R. P. Disturbing hypotheses in tropical forests. **Trends in Ecology and Evolution**, Amsterdam, v. 18, n. 1, p. 18-26, Jan. 2003.

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, Apr. 1995.

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

SILVA, A. F. **Composição florística e estrutura fitossociológica do estrato arbóreo da Reserva Florestal Augusto Ruschi, São José dos Campos, SP.** 1989. 187 f. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

SOETHE, N.; WILCKE, W.; HOMEIER, J.; LEHMANN, J.; ENGELS, C. Plant growth along the altitudinal gradient: role of plant nutritional status, fine root activity and soil properties. In: BECK, E.; BENDIX, J.; KOTTKE, I.; MAKESCHIN, F.; MOSANDL, R. (Ed.). **Gradients in a tropical mountain ecosystem of Ecuador.** Berlin: Springer, 2008. p. 259-266.

SOKAL, R. R.; ROHLF, F. J. **Biometry: the principles and practices of statistics in biological research.** New York: Freeman, 1995. 887 p.

SPATHELF, P.; DURLO, M. A. Transition matrix for modeling the dynamics of a subtropical seminatural forest in southern Brazil. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 151, n. 1/3, p. 139-149, Mar. 2001.

SPURR, S. H.; BARNES, B. V. **Ecologia forestal.** México: AGT, 1982. 690 p.

SWAINE, M. D.; HALL, J. B.; ALEXANDER, I. J. Tree populations dynamics at Kade, Ghana: 1968-1982. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 3, n. 4, p. 331-345, Nov. 1987.

TAYLOR, D. M.; HAMILTON, A. C.; WHYATT, J. D.; MUCUNGUZI, P.; BUKENYA-ZIRABA, R. Stand dynamics in Mpanga research forest reserve, Uganda, 1968-1993. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 12, n. 4, p. 583-597, Aug. 1996.

TORRE-CUADROS, M. A.; HERRANDO-PÉREZ, S. K.; YOUNG, R. Diversity and structural patterns for tropical montane and premontane forests of central Peru, with an assessment of the use of higher-taxon surrogacy. **Biodiversity & Conservation**, London, v. 16, n. 3, p. 2965-2988, July 2007.

WEBB, E. L.; STANFIELD, B. J.; JENSEN, M. L. Effects of topography on rainforest tree community structure and diversity in American Samoa, and implications for frugivore and nectarivore populations. **Journal of Biogeography**, Oxford, v. 26, n. 4, p. 887-897, Dec. 1999.

WEBSTER, G. L. The panorama of Neotropical Cloud Forests. In: NEOTROPICAL MONTANE FOREST BIODIVERSITY AND CONSERVATION SYMPOSIUM, 1., 1993, New York. **Proceedings...** New York: The New York Botanical Garden, 1995. p. 53-77.

WENNY, D. G. Seed dispersal, seed predation, and seedling recruitment of *Ocotea endresiana* (Lauraceae) in Costa Rica. **Ecological Monographs**, Lawrence, v. 70, n. 2, p. 331-335, Apr. 2000.

WERNECK, M. S.; FRANCESCHINELLI, E. V.; TAMEIRÃO-NETO, E. Mudanças na florística e estrutura de uma floresta decídua durante um período de quatro anos, 1994-1998, na região do Triângulo Mineiro, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 23, n. 4, p. 399-411, jul./ago. 2000.

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

WHITMORE, T. C. **An introduction to tropical rain forests**. Oxford: Clarendon, 1990. 226 p.

WOODS, P. Effects of logging, drought and fire on structure and composition of forests in Sabah, Malaysia. **Biotropica**, Washington, v. 21, n. 4, p. 290-298, Dec. 1989.

YOUNG, K. R. Biogeographical paradigms useful for the study of Tropical Montane Forests and their biota. In: CHURCHILL, S. P.; BALSLEV, H.; FORERO, E.; LUTEYN, J. L. (Ed.). **Biodiversity and conservation of neotropical montane forests**. New York: The New York Botanical Garden, 1995. p. 79-87.

ZAR, J. H. **Biostatistical analysis**. New Jersey: Prentice-Hall, 1984. 718

## ANEXOS

<b>ANEXOS A</b>	<b>Página</b>
FIGURA 1A	Disposição dos transectos e respectivas parcelas; as linhas contínuas representam as curvas de níveis, no fragmento florestal da Mata da Colina, Poços de Caldas, MG..... 38
FIGURA 2A	Grade de superfície do fragmento florestal da Mata da Colina, Poços de Caldas, MG, mostrando a topografia e distribuição dos 4 transectos, contendo 28 parcelas de 400m <sup>2</sup> com espaçamento entre linhas da grade de 10 m..... 38
FIGURA 3A	Regressões lineares estatisticamente significativas para amostra total do componente arbustivo-arbóreo de uma floresta tropical altimontana, Poços de Caldas, MG, Brasil, entre 2002 e 2008, relacionando o número de indivíduos inicial, área basal inicial e cota com as taxas de dinâmica (x = variável independente; y = a variável dependente; y = equação de regressão linear; R <sup>2</sup> = coeficiente de determinação; F = o valor do teste F; P = nível de significância, P ≤ 0,05)..... 39

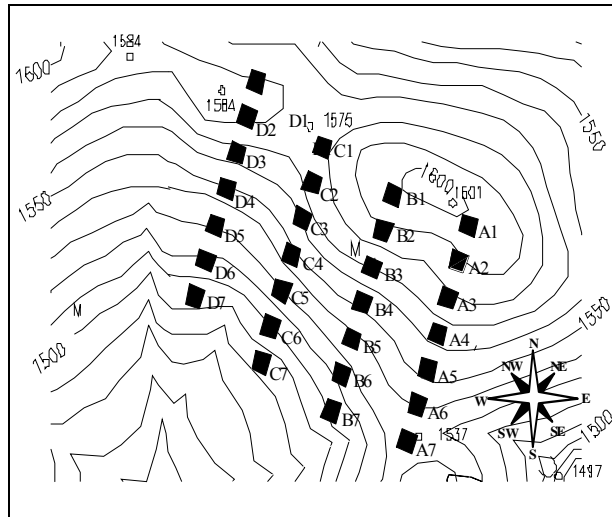


FIGURA 1A Disposição dos transectos e respectivas parcelas; as linhas contínuas representam as curvas de níveis, no fragmento florestal da Mata da Colina, Poços de Caldas, MG.

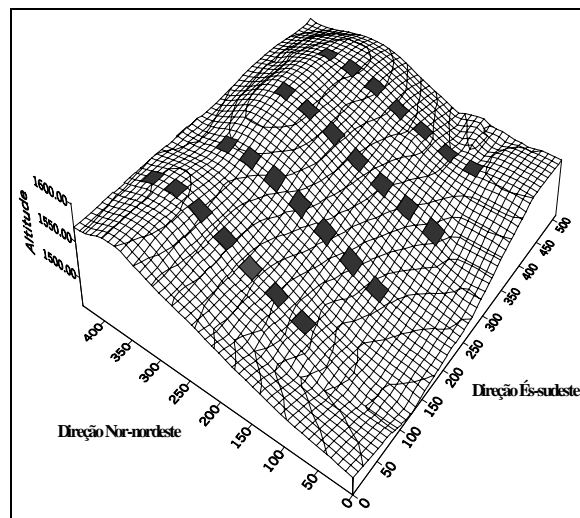


FIGURA 2A Grade de superfície do fragmento florestal da Mata da Colina, Poços de Caldas, MG, mostrando a topografia e distribuição dos 4 transectos, contendo 28 parcelas de 400m<sup>2</sup> com espaçamento entre linhas da grade de 10 m.

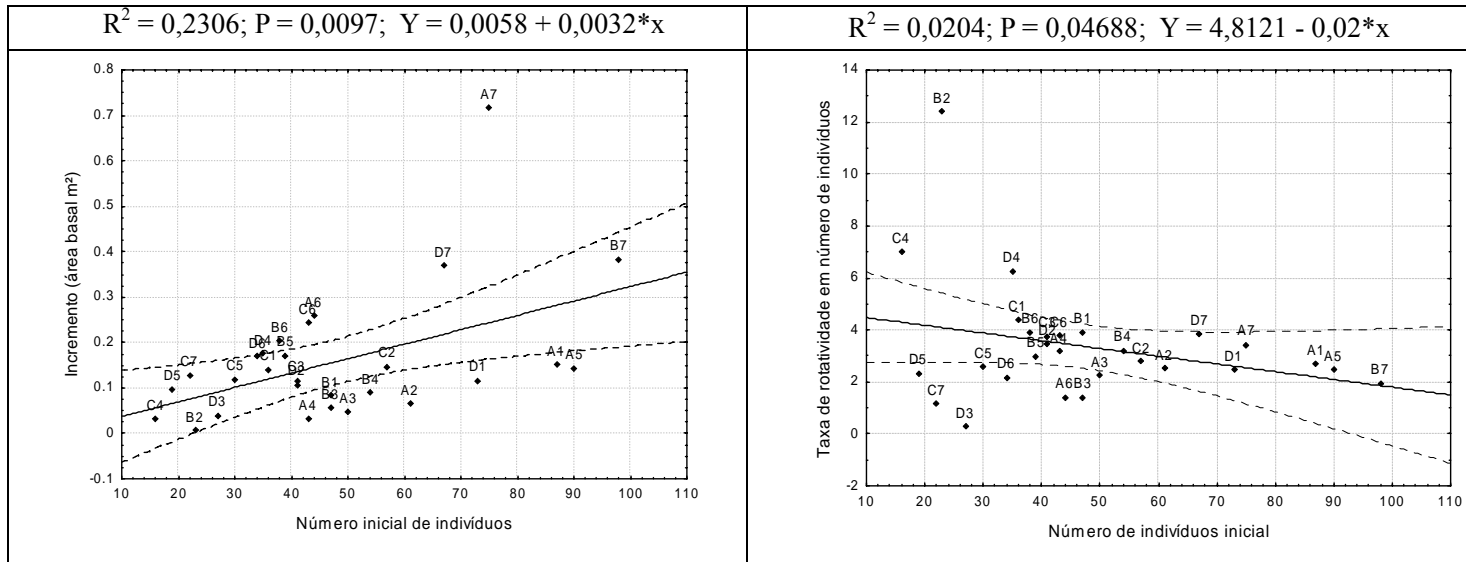


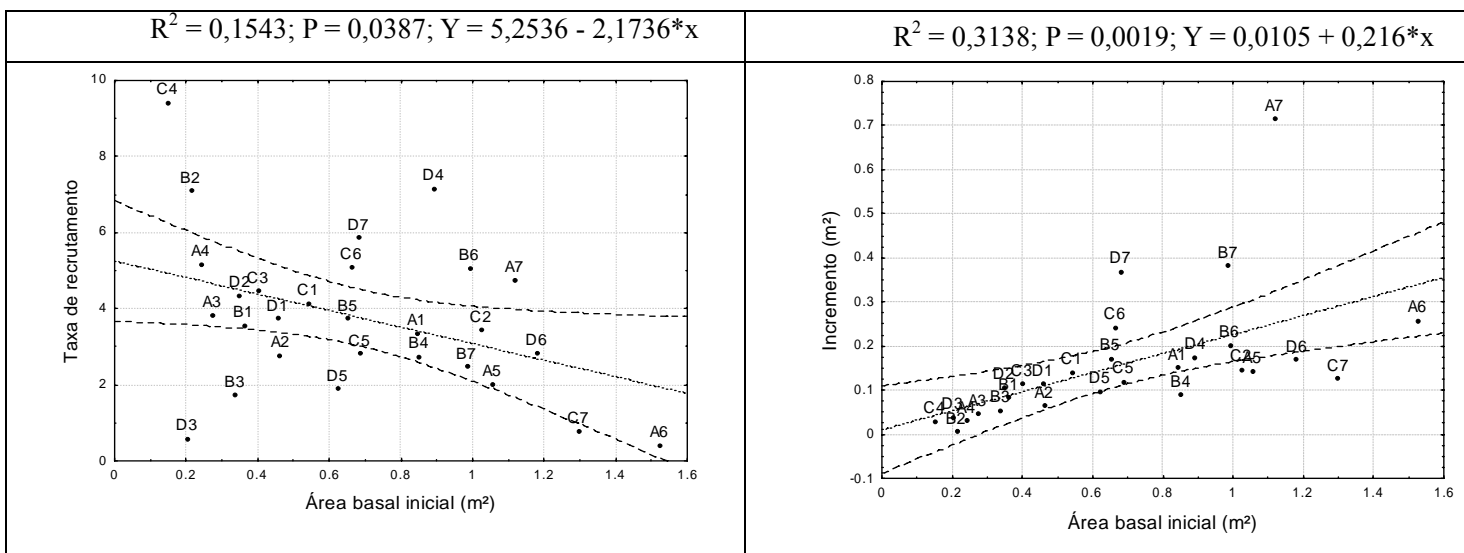
FIGURA 3A Regressões lineares estatisticamente significativas para amostra total do componente arbustivo-arbóreo de uma floresta tropical altimontana, Poços de Caldas, MG, Brasil, entre 2002 e 2008, relacionando o número de indivíduos inicial, área basal inicial e cota com as taxas de dinâmica ( $x$  = variável independente;  $y$  = variável dependente;  $y$  = equação de regressão linear;  $R^2$  = coeficiente de determinação;  $F$  = o valor do teste  $F$ ;  $P$  = nível de significância,  $P \leq 0,05$ ).

FIGURE 3A Statistically significant linear regressions for the total sample for the shrub-tree component of a Tropical upper montaine forest, Poços de Caldas, Minas Gerais State, Brazil, between 2002 and 2008, relating the initial number of individuals, the basal area and quota altitude to the dynamic rates ( $x$  = independent variable;  $y$  = dependent variable;  $Y$  = linear regression equation;  $R^2$  = determination coefficient;  $F$  =  $F$  test value;  $P$  = significance level,  $P \leq 0,05$ ).

...continua...

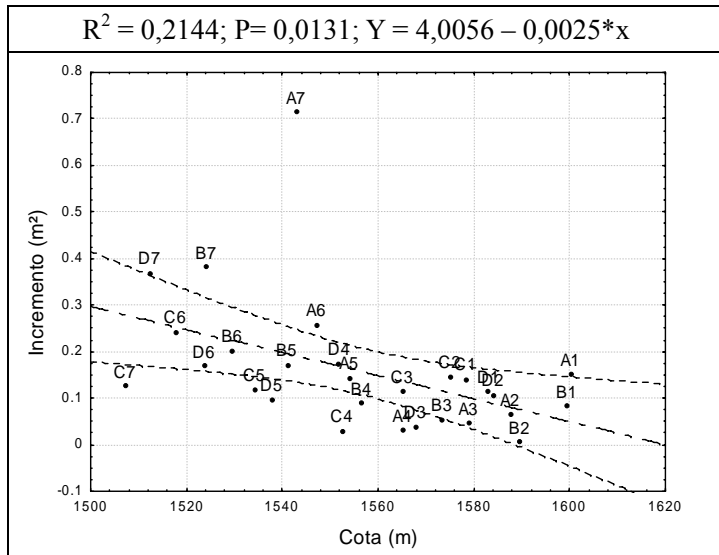


FIGURA 3A, Cont.



...continua...

FIGURA 3A, Cont.



**ANEXOS B****Página**

TABELA 1B	Dinâmica da comunidade arbórea em uma floresta tropical altimontana inventariada nos anos de 2002 e 2008 em Poços de Caldas, MG, contabilizada para a amostra total e seus três setores, base, meio e topo, e expressa em número de árvores e área basal. Diferenças entre os setores foram avaliadas pelo teste de Kruskal-Wallis com significância de $P \leq 0,05$ .....	44
TABELA 2B	Dinâmica da comunidade arbórea por classe de diâmetro (DAP) entre 2002 e 2008 em uma floresta tropical altimontana estudada em Poços de Caldas, MG, contabilizada para a amostra total e seus três setores, base, meio e topo. As frequências esperadas (esp.) para o número árvores em 2008 e para o número de mortos por classe de DAP basearam-se na distribuição do número de árvores por classe de diâmetro em 2002. A entrada de indivíduos em cada classe diamétrica se refere à soma de recrutas e imigrantes e a saída a soma de indivíduos mortos e emigrantes. As frequências observadas foram comparadas pelo teste qui-quadrado ( $\chi^2$ ), com significância de $P \leq 0,05$ .....	46
TABELA 3B	Regressões lineares para amostra total do componente arbustivo arbóreo da floresta altimontana, Poços de Caldas, MG, Brasil, entre 2002 e 2008, relacionando o número de indivíduos inicial, a área basal inicial e a cota altimétrica com as taxas de dinâmica ( $N_i =$	

número inicial de indivíduos;  $AB_i$  = área basal inicial,  
Cota = cota altimétrica;  $x$  = variável independente;  $y$  =  
a variável dependente; Equação = equação de  
regressão linear;  $R^2$  = coeficiente de determinação;  $F$   
= o valor do teste  $F$ ;  $P$  = nível de significância); \*  $P \leq$   
0,05..... 48

TABELA 1B Dinâmica da comunidade arbórea em uma floresta tropical altimontana inventariada nos anos de 2002 e 2008 em Poços de Caldas, MG, contabilizada para a amostra total e seus três setores, base, meio e topo, e expressa em número de árvores e área basal. Diferenças entre os setores foram avaliadas pelo teste de Kruskal-Wallis com significância de  $P \leq 0,05$ .

TABLE 1B Tree community dynamics in a tropical altimountain forest surveyed in 2002 and 2008 in Poços de Caldas, SE Brazil, given for the total sample and its three strata, base, middle and top and expressed as number of trees and tree basal area. Evaluated by Kruskal-Wallis test with significance of  $P \leq 0,05$ .

	Amostra total	Setor		
		Topo	meio	base
<b>N parcelas</b>	28	7	7	7
Número inicial indivíduos	1337	402	269	354
Número final indivíduos	1444	432	289	386
Indivíduos sobreviventes	1151	346	228	314
Indivíduos mortos	186	56	41	40
Indivíduos recrutadas	293	86	61	72
Taxa de mortalidade (%.ano <sup>-1</sup> )	2,41	2,42	2,66	1,94
<i>Kruskal-Wallis (P) (mortalidade)</i>			0,5853	
Taxa de recrutamento (%.ano <sup>-1</sup> )	3,64	3,56	3,80	3,32
<i>Kruskal-Wallis (P) (recrutamento)</i>			0,8913	
Teste de <i>Mann-Whitney (P)</i> (mortalidade x recrutamento)	0,03763	0,04876	0,82786	0,04612
Taxa de rotatividade (%.ano <sup>-1</sup> )	3,03	2,99	3,23	2,63
<i>Kruskal-Wallis (P) (rotatividade)</i>			0,4470	

...continua...

TABELA 1B, Cont.

Taxa de mudança (%.ano <sup>-1</sup> )	1,26	1,18	1,18	1,42
<i>Kruskal-Wallis (P) (mudança)</i>			0,9319	
Área basal inicial (m <sup>2</sup> )	19,0473	4,0359	4,0278	7,7578
Final (m <sup>2</sup> )	22,7299	4,8131	4,2669	9,4894
Mortos (m <sup>2</sup> )	1,8118	0,3601	0,4967	0,5121
Decremento dos sobreviventes (m <sup>2</sup> )	0,3969	0,0445	0,1618	0,1292
Incrementos dos sobreviventes (m <sup>2</sup> )	4,8319	0,8115	0,6854	2,1027
Indivíduos recrutados (m <sup>2</sup> )	0,9513	0,3704	0,2100	0,2657
Taxa de perda (%.ano <sup>-1</sup> )	2,00	1,71	2,87	1,4
<i>Kruskal-Wallis (P) (Taxa de perda)</i>			0,3699	
Taxa de ganho (%.ano <sup>-1</sup> )	4,79	4,50	3,77	4,58
<i>Kruskal-Wallis (P) (Taxa de ganho)</i>			0,5071	
<i>Teste de Mann-Whitney (P) (Tx. ganho x Tx. perda)</i>	0,01879	0,03605	0,209287	0,046814
Taxa de rotatividade (%.ano <sup>-1</sup> )	3,39	3,10	3,32	2,99
<i>Kruskal-Wallis (P) (Taxa de rotatividade)</i>			0,7915	
Taxa de mudança (%.ano <sup>-1</sup> )	2,92	2,92	0,95	3,34
<i>Kruskal-Wallis (P) (Taxa de mudança)</i>			0,3237	

TABELA 2B Dinâmica da comunidade arbórea por classe de diâmetro (DAP) entre 2002 e 2008 em uma floresta tropical altimontana estudada em Poços de Caldas, MG, contabilizada para a amostra total e seus três setores, base, meio e topo. As frequências esperadas (esp.) para o número árvores em 2008 e para o número de mortos por classe de DAP basearam-se na distribuição do número de árvores por classe de diâmetro em 2002. A entrada de indivíduos em cada classe diamétrica se refere à soma de recrutas e imigrantes e a saída a soma de indivíduos mortos e emigrantes. As frequências observadas foram comparadas pelo teste qui-quadrado ( $\chi^2$ ), com significância de  $P \leq 0,05$ .

TABLE 2B Tree community dynamics per diameter (dbh) classes between 2002 and 2008 in a tropical upper montaine forest in Poços de Caldas, SE Brazil, given for the total sample and its three strata, base, middle and top. The expected frequencies (esp.) for the number of trees in 2008 and the number of death events per DAP class were based on the distribution of the number of trees per diametric class in 2002. The input of individuals in each diametric class, refers to the sum of recruits and immigrants and output to the sum of death and emigrants. The frequencies observed and expected were compared by Qui-square test ( $\chi^2$ ), with significance of  $P \leq 0,05$ .

	Classe	N indivíduos			Mortos		Entrada	Saída
		2003	2008	Esp. 2008	Obs.	Esp.	N	N
Comunidade	I	828	821	894	132	115	287	305
	II	380	476	410	45	53	171	72
	III	110	122	119	8	15	30	18
	IV	19	25	21	1	3	7	1
	Total	1337	1444	1444	186	186		
	$\chi^2$			17,55		8,03		
	P			0,000545*		0,043400*		

...continua...

TABELA 2B, Cont.

Setores	Classe	N indivíduos			Mortos		Entrada	Saída
		2003	2008	Esp. 2008	Obs.	Esp.	N	N
Topo	I	243	236	261	48	34	82	90
	II	137	168	147	7	19	47	16
	III	21	27	23	1	3	7	1
	IV	1	1	1	0	0	0	0
	Total	402	432	432	56	56		
	$\chi^2$		6,23		14,97			
	P		0,101075		0,001840*			
Meio	I	147	162	159	21	22	61	46
	II	84	88	91	17	13	28	24
	III	37	37	40	3	6	7	7
	IV	0	2	0	0	0	2	0
	Total	268	289	289	41	41		
	$\chi^2$		3,61		2,78			
	P		0,948229		0,42743			
Base	I	231	209	252	31	26	69	91
	II	67	113	73	6	8	64	18
	III	39	46	43	2	4	11	5
	IV	17	18	19	1	2	2	1
	Total	354	386	386	40	40	0	
	$\chi^2$		29,44		3			
	P		0,00002*		0,3914667			



TABELA 3B Regressões lineares para amostra total do componente arbustivo – arbóreo da floresta altimontana, Poços de Caldas, MG, Brasil, entre 2002 e 2008, relacionando o número de indivíduos inicial, a área basal inicial e a cota altimétrica com as taxas de dinâmica (Ni = número inicial de indivíduos; ABi = área basal inicial, Cota = cota altimétrica; x = variável independente; y = a variável dependente; Equação = equação de regressão linear; R<sup>2</sup> = coeficiente de determinação; F = o valor do teste F; P = nível de significância); \* P ≤ 0,05.

TABLE 3B Linear regressions for the total sample for the shrub-tree component of upper montaine foresta, Poços de Caldas, Minas Gerais State, Brazil, between 2002 and 2008, relating the initial number of individuals, the basal area and altimetric quota to the dynamic rates (Ni = initial number of individuals; ABi = initial basal area; Cota = altimetric quota; x = independent variable; y = dependent variable; Equation = linear regression equation; R<sup>2</sup> = determination coefficient; F = F test value; P = significance level); \* P ≤ 0,05.

<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Equação</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>F</b>	<b>P</b>
Ni	Tx, Mortalidade	$y = 4,9677 - 0,0426*x$	0,0856	2,43	0,1309
Ni	Tx, Recrutamento	$y = 4,5851 - 0,017*x$	0,032	0,86	0,3627
Ni	Tx, Rotatividade (N)	$y = 4,7764 - 0,0298*x$	0,0813	4,36	0,0414*
Ni	Tx, Mudança (N)	$y = -0,3527 + 0,0261*x$	0,0356	0,96	0,3364
Ni	Decremento	$y = -0,0207 + 0,0001*x$	0,0126	0,33	0,5693
Ni	Incremento	$y = 0,0058 + 0,0032*x$	0,2306	7,94	0,0097*
Ni	Tx, Perda	$y = 5,6322 - 0,0559*x$	0,0557	1,53	0,2265
Ni	Tx, Ganho	$y = 3,992 + 0,016*x$	0,0317	0,85	0,3644
Ni	Tx, Rotatividade (AB)	$y = 4,8121 - 0,02*x$	0,0204	0,54	0,4688
Ni	Tx, Mudança (AB)	$y = -1,8663 + 0,0786*x$	0,1064	3,09	0,0903
ABi	Tx, Mortalidade	$y = 4,179 - 1,8286*x$	0,0464	1,27	0,2707

...Continua...

TABELA 3B, Cont.

ABi	Tx, Recrutamento	$y = 5,2536 - 2,1736*x$	0,1543	4,74	0,0387*
ABi	Tx, Rotatividade (N)	$y = 4,7163 - 2,0011*x$	0,1081	3,15	0,0875
ABi	Tx, Mudança (N)	$y = 1,0579 - 0,2432*x$	0,0009	0,02	0,8789
ABi	Decremento	$y = 0,0007 - 0,0219*x$	0,0966	2,79	0,1075
ABi	Incremento	$y = 0,0105 + 0,216*x$	0,3138	11,89	0,0019*
ABi	Tx, Perda	$y = 5,692 - 4,015*x$	0,0844	2,4	0,1336
ABi	Tx, Ganho	$y = 6,0705 - 1,9335*x$	0,1366	4,11	0,0529
ABi	Tx, Rotatividade (AB)	$y = 5,8812 - 2,9742*x$	0,1328	3,98	0,0566
ABi	Tx, Mudança (AB)	$y = 0,3114 + 2,3126*x$	0,0271	0,72	0,4024
Cota	Tx, Mortalidade	$y = -43,9958 + 0,0302*x$	0,0659	1,83	0,1874
Cota	Tx, Recrutamento	$y = -4,3004 + 0,0052*x$	0,0046	0,11	0,7321
Cota	Tx, Rotatividade (N)	$y = -24,1481 + 0,0177*x$	0,044	1,19	0,2842
Cota	Tx, Mudança (N)	$y = 43,6491 - 0,0275*x$	0,0606	1,68	0,2068
Cota	Decremento	$y = -0,4632 + 0,0003*x$	0,0875	2,49	0,1265
Cota	Incremento	$y = 4,0056 - 0,0025*x$	0,2144	7,09	0,0131*
Cota	Tx, Perda	$y = -70,5631 + 0,0472*x$	0,061	1,69	0,2053
Cota	Tx, Ganho	$y = 0,3741 + 0,0028*x$	0,0015	0,04	0,8444
Cota	Tx, Rotatividade (AB)	$y = -35,0945 + 0,025*x$	0,049	1,34	0,2576
Cota	Tx, Mudança (AB)	$y = 77,7922 - 0,0488*x$	0,0629	1,74	0,1981