

REGENERAÇÃO NATURAL E RELAÇÕES ECOLÓGICAS COM O ESTRATO ARBÓREO EM UM FRAGMENTO URBANO DE FLORESTA ATLÂNTICA**BRENO MOREIRA**

Programa de Pós-graduação em Ecologia, Universidade Federal de Juiz de Fora. Rua José Lourenço Kelmer, s/n, Martelos. CEP 36036-900. Juiz de Fora, MG, Brasil. E-mail: biomota2009@hotmail.com

SABRINA NASCIMENTO FONSECA

Acadêmica do Curso de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Juiz de Fora. Rua José Lourenço Kelmer, s/n, Martelos. CEP 36036-900. Juiz de Fora, MG, Brasil. E-mail: sabrinanfjf@hotmail.com

FABRÍCIO ALVIM CARVALHO

Departamento de Botânica, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Juiz de Fora. Rua José Lourenço Kelmer, s/n, Martelos. CEP 36036-900. Juiz de Fora, MG, Brasil. E-mail: fabricio.alvim@gmail.com

RESUMO: O objetivo deste estudo foi avaliar a estrutura, a diversidade e as relações florísticas entre os estratos arbóreo e regenerante de um fragmento de floresta estacional semidecidual no *Campus* da Universidade Federal de Juiz de Fora (mata do ICB), MG. Trata-se de um pequeno fragmento florestal (ca. 1,5 ha) oriundo de regeneração natural após abandono de pastagem bovina há 40 anos atrás. Ao todo, foram amostrados 920 indivíduos no estrato arbóreo (1.533 ind.ha⁻¹, 48 espécies), e 487 indivíduos no estrato regenerante (12.986 ind.ha⁻¹, 45 espécies). Das espécies mais importantes, destaque para as exóticas *Pinus elliottii* no estrato arbóreo (VI = 15,9%) e *Syzygium jambos* no estrato regenerante (VI = 22,05%). Os índices de diversidade de Shannon (H') foram baixos e estatisticamente diferentes (teste t de H') entre os estratos (H' = 2,84 nats.ind⁻¹ no estrato arbóreo e H' = 2,65 nats.ind⁻¹ no regenerante). A DCA mostrou uma grande dissimilaridade florística entre as parcelas dos estratos arbóreo e regenerante, indicando uma substituição de espécies em longo prazo. Entretanto, a baixa diversidade, mesmo após 40 anos de sucessão, revela que a comunidade apresenta uma dinâmica sucessional com dificuldades de incorporar espécies localmente raras e avançar para estágios mais maduros.

PALAVRAS-CHAVE: Diversidade, espécies exóticas, fitossociologia, floresta urbana, regeneração.

ABSTRACT: The aim of this study was to evaluate the structure, diversity and floristic relationships between tree and regenerating strata in a fragment of semideciduous forest on the campus of the Federal University of Juiz de Fora (ICB forest), Minas Gerais State, Brazil. It is a small forest fragment (ca. 1.5 ha) originating from natural regeneration after abandonment of grazing cattle 40 years ago. In total, 920 individuals were sampled in the tree layer (1,533 ind.ha⁻¹, 48 species), and 487 individuals were sampled in regenerating layer (12,986 ind.ha⁻¹, 45 species). The most important species were the exotic *Pinus elliottii* in the tree layer (VI = 15.9%), and the exotic *Syzygium jambos* in the regenerating layer (VI = 22.05%). The values of Shannon's diversity indices were low and statistically different (diversity t test) between strata (H' = 2.84 nats.ind⁻¹ in the tree layer, and H' = 2.65 nats.ind⁻¹ in the regeneration layer). The DCA showed a great floristic dissimilarity between tree and regenerating plots, indicating a long-term replacement of species. However, the low diversity, even after 40 years of succession reveals that the forest has successional difficulties to incorporate locally rare species, and to advance to more mature stages.

KEY WORDS: Diversity, exotic species, phytosociology, urban forest, regeneration.

INTRODUÇÃO

O estudo de fenômenos relacionados a variações na estrutura das comunidades vegetais tem cada vez mais envolvido a avaliação do potencial regenerante da estrutura arbórea, uma vez que a regeneração natural torna as florestas capazes de se restaurarem após distúrbios naturais ou antrópicos (Chazdon, 2008). A regeneração natural decorre da interação de processos naturais de restabelecimento e manutenção do ecossistema florestal. Este processo depende de uma série de fatores como a chegada dos diásporos pela chuva de sementes, a composição do banco de sementes do solo e do banco de plântulas, além da intensidade e duração do distúrbio, fatores que podem interferir na dispersão e na composição florística e estrutural das florestas, favorecendo diferentes espécies ao longo do tempo. É, portanto, parte do ciclo de crescimento da floresta e refere-se às fases iniciais de seu estabelecimento e desenvolvimento (Guariguata & Ostertag, 2001). O estudo da regeneração natural permite a realização de previsões sobre o comportamento e desenvolvimento futuro da floresta, pois fornece a relação e a quantidade de espécies que constituem o seu estoque, bem como suas dimensões e distribuição na área (Norden *et al.*, 2009).

No *campus* da Universidade Federal de Juiz de Fora, onde até a década de 1960 o terreno era constituído por áreas de pastagem, atualmente estão presentes vários fragmentos de Floresta Atlântica resultantes da regeneração natural. No início da construção do Campus na década de 1960 foi implantado o plantio de *Pinus elliottii* Engelm. para arborização das pistas para os veículos e nas partes centrais de recreação. Paralelamente, muitas áreas anteriormente utilizadas como pastagens foram abandonadas e deixadas em processo de regeneração natural, possibilitando o desenvolvimento de fragmentos de florestas secundárias com idade atual em torno de 40 anos (Moreira & Carvalho, 2013). Este é o caso do fragmento florestal do Instituto de Ciências Biológicas (ICB), alvo do presente estudo.

Ainda existem muitas controvérsias sobre a utilização de espécies exóticas na restauração de áreas degradadas. Há um consenso na literatura de florestas tropicais que espécies exóticas, quando se tornam invasoras, prejudicam a regeneração natural e a estrutura da comunidade nativa por serem fortes competidoras (Denslow & DeWalt, 2008). Porém, alguns estudos demonstraram que, ao invés de reduzir a diversidade local, certas espécies exóticas utilizadas na restauração podem, quando manejadas corretamente, auxiliar a sucessão florestal, criando condições para o estabelecimento de espécies nativas no sub-bosque (Silveira & Durigan, 2004). Trata-se de espécies incapazes de invadir a comunidade, e que ajudam a promover alterações ambientais positivas, tais como: redução da luminosidade e

do calor excessivo, acúmulo de biomassa no solo, favorecendo a presença de fauna e a cadeia trófica no sub-bosque, oferta de abrigo para a fauna dispersora de sementes e promove maior eficácia no acúmulo de biomassa e sequestro de carbono em comparação com plantios de espécies nativas (Melo & Durigan, 2006).

No Brasil os pinheiros são reconhecidamente uma grande ameaça biológica, especialmente no domínio da Floresta Atlântica das regiões Sul e Sudeste (Simberloff *et al.*, 2010). Espécies do gênero *Pinus*, por possuírem rápido crescimento e serem fortes competidoras por recursos naturais, tendem a prejudicar o desenvolvimento de espécies nativas, uma vez que se observa baixa densidade e baixa diversidade de espécies do sub-bosque nestes locais, se comparados à regeneração natural ou regeneração com plantio de nativas (Durigan, 2004).

No fragmento florestal do presente estudo, a espécie *Pinus elliottii* foi uma das primeiras presentes no processo de recolonização, apresentando hoje uma grande dominância no estrato arbóreo, conforme reportado por Moreira & Carvalho (2013). No entanto, existe a dúvida se este padrão perdura na regeneração natural da floresta, e de que forma isto se reflete nas relações ecológicas entre os estratos arbóreo e de regeneração natural. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar comparativamente a diversidade de espécies dos estratos arbóreo e regenerante do fragmento de floresta estacional semidecidual localizado no *campus* da Universidade Federal de Juiz de Fora. Este trabalho visou ainda avaliar se a elevada dominância exercida pelas árvores de *Pinus elliottii* no local tende a afetar o processo de sucessão da área e a diversidade de espécies presentes no local, bem como suas tendências florísticas e estruturais e as possíveis consequências das ações antrópicas no presente e futuro dessa comunidade.

MATERIAL E MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo está localizada no *campus* da Universidade Federal de Juiz de Fora (21°43'S, 43°22'W), situada na Unidade Serrana da Zona da Mata, em altitude em torno de 850 m, pertencente à Região Mantiqueira Setentrional, estado de Minas Gerais (Rocha *et al.*, 2003). A vegetação presente na área apresenta características de Floresta Estacional Semidecidual Montana (IBGE, 2012). Os solos da área são classificados como Latossolos vermelho-amarelos e distróficos (Rocha *et al.*, 2003).

De acordo com a classificação de Köppen (1948), a região possui clima do tipo Cwb, ou seja, clima mesotérmico com verões quentes e estação chuvosa também no verão e invernos frios e secos. Este clima pode ser definido, genericamente, como Tropical de Altitude, por corresponder a um

tipo tropical influenciado pelos fatores altimétricos, em vista do relevo local apresentar altitudes médias entre 700 e 900 m, que contribuem para a amenização da temperatura. Os índices pluviométricos anuais, obtidos pela Estação Climatológica Principal da UFJF/ 5° DISME (NÚMERO 83692), nas últimas décadas, apresentam médias próximas a 1.536 mm. Por sua vez a média térmica anual oscila em torno de 18,9°C (CESAMA, 2010).

A área do *campus* da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) era ocupada por vegetação de pastagem até a década de 1960. Então o projeto de paisagismo desenvolvido nesse *campus* culminou na introdução de inúmeras espécies exóticas e espécies lenhosas ornamentais. Merece destaque a espécie *Pinus elliottii*, que foi largamente utilizada no plantio junto às vias de acesso do *campus*, visando a um contraste com os traços firmes e rígidos das edificações. Desde então a área está em processo de regeneração natural. Atualmente o Campus da UFJF apresenta diversos fragmentos florestais pequenos, isolados e em diferentes estágios sucessionais, distantes cerca de 2 km de outros remanescentes florestais de maior dimensão, como o Morro do Cristo (~50 ha) e o Parque Municipal da Lajinha (~80 ha).

AMOSTRAGEM DA VEGETAÇÃO

Foi adotado o modelo de parcelas de área fixa, que tem como vantagem a padronização das unidades amostrais e a possibilidade de obter dados comparáveis com outros estudos desenvolvidos na região. A área total do fragmento florestal, de aproximadamente 1,5 ha, foi delimitada como universo amostral, sendo gradeada em parcelas de 20 x 20 m para o sorteio das unidades amostrais e dentro de cada uma destas parcelas foi alocada uma subparcela de 5 x 5 m, em posição fixa no canto direito inferior, para amostragem e análise do estrato regenerante arbustivo-arbóreo.

No interior das parcelas de 20 x 20 m foram amostrados todos os indivíduos arbóreos vivos com diâmetro à altura do peito (DAP medido a 1,30 m acima do solo) maior ou igual a 5,0 cm. Todos os indivíduos incluídos foram marcados com placas metálicas (marcação permanente), medidos quanto ao DAP e altura e identificados. Nas parcelas de 5 x 5 m foram mensurados e identificados todos os indivíduos da regeneração arbórea, denominados "arvoretas" segundo classes em Felfili *et al.* (2005), com altura maior que 1 m ($H > 1$ m) e DAP < 5 cm (DAP: diâmetro a altura do peito a 1,30 m do solo). O diâmetro das arvoretas foi medido a 30 cm do solo (DB: diâmetro a altura da base a 30 cm do solo) com um paquímetro, e a altura através de uma vara graduada. O material botânico foi coletado com tesoura de alta poda e as amostras foram identificadas com auxílio de bibliografia taxonômica ampla e com materiais depositados no Herbário CESJ e no Laboratório de Ecologia Vegetal da UFJF, seguindo a circunscrição de famílias proposta por APG III (2009).

ANÁLISE DOS DADOS

A estrutura fitossociológica dos estratos arbóreo e regenerante foi analisada em conformidade com Kent & Coker (1992), sendo calculados os parâmetros riqueza de espécies (S), densidades absoluta e relativa (DA e DR), frequência relativa (FR), dominância relativa (DoR) e Valor de Importância (VI). Os cálculos foram realizados no software Microsoft Office Excel 2007®. Para o presente estudo, foram incluídas na tabela fitossociológica apenas as espécies em comum aos dois estratos. As listas fitossociológicas completas dos estratos arbóreo e regenerante podem ser obtidas em Moreira & Carvalho (2013) e Fonseca *et al.* (2013).

A diversidade de espécies foi analisada pelo índice de diversidade de Shannon (H'), que considera a transformação logarítmica (logaritmo natural) da densidade das espécies, sendo mais influenciado pelas espécies de menor densidade ou "raras" na amostra (Magurran, 2004). O índice de equabilidade de Pielou (J), baseado em H' , foi utilizado para se estimar a uniformidade da comunidade, como forma de aferir o quão próximo à diversidade H' obtida estaria da diversidade H' hipotética máxima (Magurran, 2004).

Para se ordenar as espécies em relação às suas unidades amostrais foi realizada uma análise de correspondência segmentada (DCA) a fim de se verificar o nível de similaridade na composição florística e na distribuição das espécies dos estratos arbóreo e regenerante ao longo do trecho de vegetação analisado. A DCA é uma técnica de análise indireta de gradientes, aplicada a um conjunto de dados que têm distribuição não linear e unimodal. Para a realização das DCAs foram elaboradas duas matrizes de densidade de espécies por parcelas, uma para o estrato arbóreo e outra para o estrato regenerante.

O teste t de diversidade foi aplicado para se comparar a diversidade de espécies de Shannon (H') e o coeficiente de correlação de Spearman foi utilizado para se determinar o nível de associação entre os estratos arbóreo e regenerante. As análises estatísticas foram realizadas no software PAST v.2.12 (Hammer *et al.*, 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No componente arbóreo foram amostrados 920 indivíduos (equivalente a 1533 ind.ha⁻¹), distribuídos em 48 espécies, pertencentes a 24 famílias botânicas. Observou-se uma comunidade com forte dominância específica, com grande concentração dos Valores de Importância (VI) nas cinco primeiras espécies (*Pinus elliottii* Engelm; *Miconia latecrenata* (DC.) Naudin, *Tibouchina granulosa* (Desr.) Cogn; *Peltphorum dubium* (Spreng.) Taub. e *Syzygium jambos* (L.) Alston), que juntas somaram 51,7% do VI total (Tabela 1).

Tabela 1 - Parâmetros fitossociológicos das espécies em comum dos estratos arbóreo e regenerante amostradas no fragmento florestal (mata do ICB), Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil. Espécies ordenadas de forma decrescente segundo o Valor de Importância (VI) no estrato arbóreo.

| Família | Espécie | GE | GD | Arbóreo | | | Regeneração | | | Rank | |
|-----------------|--|----|-----|---------|-------|-------|-------------|-------|-------|------|------|
| | | | | DA | DR | VI% | DA | DR | VI% | Arb. | Reg. |
| Pinaceae | <i>Pinus elliotii</i> Engelm. | Pi | Ane | 142 | 15,43 | 15,9 | 6 | 1,23 | 1,4 | 1 | 10 |
| Melastomataceae | <i>Miconia latecrenata</i> (DC.) Naudin | Pi | Zoo | 155 | 16,85 | 11,59 | 76 | 15,61 | 14,75 | 2 | 2 |
| Fabaceae | <i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub. | Pi | Aut | 69 | 7,5 | 7,8 | 2 | 0,41 | 1,06 | 3 | 13 |
| Myrtaceae | <i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston | Si | Zoo | 89 | 9,67 | 6,73 | 155 | 31,83 | 22,05 | 4 | 1 |
| Fabaceae | <i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F. Macbr | Pi | Aut | 34 | 3,7 | 5,31 | 5 | 1,03 | 1,23 | 5 | 11 |
| Asteraceae | <i>Piptocarpha macropoda</i> (DC.) Baker | Pi | Ane | 28 | 3,04 | 3,03 | 7 | 1,44 | 1,52 | 6 | 9 |
| Euphorbiaceae | <i>Croton floribundus</i> Spreng. | Pi | Aut | 16 | 1,74 | 2,78 | 8 | 1,64 | 1,98 | 7 | 8 |
| Malvaceae | <i>Luehea divaricata</i> Mart. | Pi | Ane | 12 | 1,3 | 2,01 | 11 | 5,3 | 3,02 | 8 | 4 |
| Melastomataceae | <i>Miconia cinnamomifolia</i> (DC.) Naudin | Pi | Zoo | 9 | 0,98 | 1,73 | 2 | 0,41 | 0,45 | 9 | 18 |
| Fabaceae | <i>Inga marginata</i> Willd. | Pi | Zoo | 2 | 0,22 | 1,45 | 4 | 0,41 | 0,81 | 10 | 14 |
| Fabaceae | <i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan | Pi | Ane | 12 | 1,3 | 1,4 | 7 | 1,44 | 2,44 | 11 | 7 |
| Euphorbiaceae | <i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong | Si | Zoo | 9 | 0,98 | 1,06 | 1 | 0,21 | 0,52 | 12 | 17 |
| Euphorbiaceae | <i>Alchornea glandulosa</i> Poepp. & Endl. | Pi | Zoo | 4 | 0,43 | 0,87 | 2 | 0,41 | 0,8 | 13 | 16 |
| Anacardiaceae | <i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi | Pi | Zoo | 8 | 0,87 | 0,76 | 1 | 0,21 | 0,34 | 14 | 22 |
| Euphorbiaceae | <i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Mull. Arg. | Pi | Zoo | 6 | 0,65 | 0,75 | 26 | 5,34 | 7,04 | 15 | 3 |
| Rutaceae | <i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam. | Pi | Zoo | 2 | 0,22 | 0,45 | 4 | 0,82 | 1,11 | 16 | 12 |
| Fabaceae | <i>Enterolobium contorsiliquum</i> (Vell.) Morong | Pi | Zoo | 1 | 0,11 | 0,21 | 1 | 0,21 | 0,35 | 17 | 21 |
| Lauraceae | <i>Lauraceae</i> sp1 | NC | Zoo | 1 | 0,11 | 0,21 | 1 | 0,21 | 0,39 | 18 | 19 |
| Sapindaceae | <i>Cupania ludowigii</i> Sommer & Ferrucci | Pi | Zoo | 1 | 0,11 | 0,21 | 1 | 0,21 | 0,38 | 19 | 20 |
| Fabaceae | <i>Bauhinia forficata</i> Link. | Pi | Aut | 1 | 0,11 | 0,2 | 2 | 0,53 | 0,81 | 20 | 15 |
| Rosaceae | <i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl. | NC | Zoo | 1 | 0,11 | 0,2 | 14 | 2,87 | 2,71 | 21 | 5 |
| Rubiaceae | <i>Psychotria vellosiana</i> Benth. | Si | Zoo | 1 | 0,11 | 0,2 | 9 | 2,23 | 2,62 | 22 | 6 |

Siglas: GE: grupo ecofisiológico (PI: pioneira; SI: secundária inicial; ST: secundária tardia; NC: não classificada); GD: síndrome de dispersão (Zoo: zoocórica; Ane: anemocórica; Aut: autocórica); DA: densidade absoluta; DR: densidade relativa; VI: valor de importância em %.; Rank: posição da espécie em relação ao VI; Arb.: arbóreo; Reg.: regeneração

No estrato regenerante foram amostrados 487 indivíduos (equivalente a 12.986 ind.ha⁻¹), distribuídos em 21 famílias e 45 espécies. As famílias que apresentaram maior riqueza de espécies foram Melastomataceae (10 espécies), Fabaceae (05) e Euphorbiaceae (04). As espécies que mais se destacaram segundo o VI foram *Syzygium jambos* (22,1%) e *Miconia latecrenata* (14,7%), que juntas somaram 36,8% do VI total (Tabela 1)

Entre os dois estratos estudados foram encontradas apenas 22 espécies em comum, de um total de 75, indicando uma baixa semelhança qualitativa, onde cerca de 70% das espécies amostradas não foram comuns aos dois estratos.

A Tabela 1 apresenta a estrutura fitossociológica das 22 espécies que ocorrem simultaneamente nos estratos arbóreo e regenerante. É possível perceber que as principais espécies em termos de VI apresentaram posições hierárquicas distintas nos estratos analisados. Apenas a espécie pioneira *Miconia latecrenata*, uma espécie

de ampla ocorrência nas florestas secundárias de Juiz de Fora (Fonseca & Carvalho, 2012), ocupou a mesma posição no ranking de VI nos dois estratos analisados, com o segundo lugar tanto no estrato arbóreo (11,6%) quanto no estrato regenerante (14,8%), demonstrando que esta espécie tem uma tendência a permanecer relevante na comunidade.

A espécie exótica *Pinus elliotii*, que no estrato arbóreo possui o mais elevado VI (15,9%), no estrato regenerante aparece em décimo lugar (1,4%), o que demonstra que aparentemente o *Pinus* se encontra em um processo de exclusão da comunidade, e que com o passar do tempo a sua dominância no estrato arbóreo tende a ser reduzida. Aparentemente, esta retração populacional de *P. elliotii* pode estar relacionada ao fato de ser uma espécie tipicamente pioneira e heliófila (Menon & Carvalho, 2012), que com o fechamento do dossel, está sendo gradativamente substituída na comunidade.

Já a espécie exótica *Syzygium jambos*, que aparece no ranking de VI na quarta colocação no estrato arbóreo (6,7%), emerge como a principal espécie em termos de VI no estrato regenerante, situando-se em primeiro lugar no ranking (22,1%). Estes valores demonstram que esta espécie está em pleno processo de estabelecimento no local. *Syzygium jambos* é uma espécie exótica originária da Ásia e apresenta algumas características do ciclo de vida que, segundo Carvalho (2005), a torna uma invasora de sucesso, tais como rápida germinação, rápido crescimento das mudas e juvenis e precocidade reprodutiva, o que em conjunto proporciona um rápido crescimento de suas populações, representando uma grave ameaça para a estrutura arbórea, com tendência a potencializar o processo de exclusão local das espécies nativas. A espécie foi encontrada com grande densidade em outras florestas secundárias de Juiz de Fora com longo período de sucessão (> 70 anos; Fonseca & Carvalho, 2012), mas não foi registrada em florestas em etapas iniciais de regeneração (< 20 anos; F.A. Carvalho, observação pessoal), o que demonstra sua preferência por um dossel mais fechado, como encontrado no presente estudo.

O valor do índice de Shannon (H') do estrato arbóreo do fragmento foi 2,84 nats.ind⁻¹, e o de equabilidade de Pielou (J') foi de 0,72. Para o estrato regenerante, o índice de diversidade de Shannon (H') foi 2,65 nats.ind⁻¹, e a equabilidade (J') foi de 0,69. Estes valores são baixos em comparação com outras florestas na região (Silva Júnior *et al.*, 2004; Gonzaga *et al.*, 2008), o

que está relacionado à grande densidade de algumas poucas espécies na amostra, especialmente *P. elliotii* (arbóreo) e *S. jambos* (regenerante), sendo esta dominância um padrão típico florestas tropicais secundárias em suas fases intermediárias de sucessão (Chazdon, 2008).

Embora os valores do índice de Shannon pareçam próximos, o teste t de diversidade mostrou que eles são significativamente diferentes ($t = -2,66$; $P < 0,001$). Foi possível observar que tanto em termos de diversidade quanto de similaridade, os dois estratos são muito distintos. Estes dados revelam que, aparentemente, está havendo uma substituição nas espécies da comunidade arbórea, o que indica que no futuro o fragmento possuirá uma composição estrutural diferente da apresentada atualmente.

A análise de correlação de Spearman ($r = -0,051$, $P > 0,05$) não encontrou correlação significativa na densidade das espécies entre os estratos arbóreo e regenerante. Complementarmente, a análise de correspondência segmentada (DCA) mostrou uma nítida separação florística entre as parcelas dos estratos arbóreo e regenerante (Figura 1), indicando uma baixa correlação entre as matrizes. Os autovalores dos eixos 1 e 2 estiveram acima de 0,3, valor considerado significativo para a presença de gradientes ambientais em florestas tropicais heterogêneas segundo critérios em Felfili *et al.* (2011). Em conjunto, estas análises corroboraram os resultados obtidos na comparação da diversidade, reforçando a ideia de que as espécies estão em um nítido processo de substituição na comunidade.

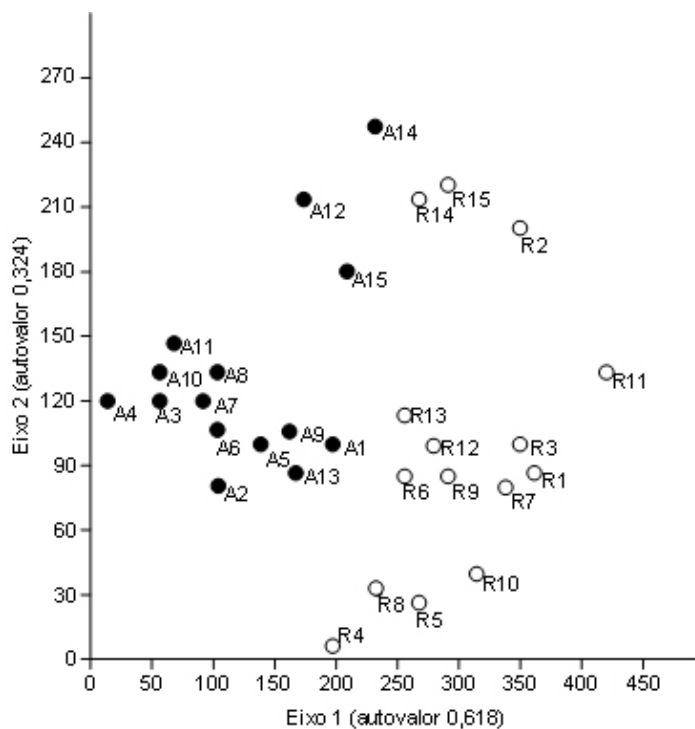


Figura 1 – Diagrama de ordenação *biplot* da análise de correspondência segmentada (DCA) das parcelas amostradas nos estratos arbóreo (círculo fechado) e regenerante (círculo aberto) no fragmento florestal (mata do ICB), Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil.

A análise de DCA ainda revela um padrão interessante. Tanto *Pinus elliottii* no estrato arbóreo quanto *Syzygium jambos* no estrato regenerante apresentam distribuição fortemente agrupada no fragmento florestal, fato evidenciado pela concentração de muitos indivíduos em poucas parcelas. No entanto, nas parcelas onde o *P. elliottii* ocorre com maior densidade, a espécie *S. jambos* é representada por poucos indivíduos, e vice-versa. Este padrão pode estar diretamente associado a uma separação de nichos, definindo-se como a ocupação diferencial de cada porção de habitat por estas espécies exóticas. Sugere ainda que as duas principais espécies exóticas presentes na área aparentemente ocupam espaços diferenciados no fragmento, o que pode estar relacionado às suas diferentes estratégias de colonização e competição por recursos.

Em síntese, o fragmento florestal analisado apresenta um padrão ecológico peculiar, com uma baixa diversidade decorrente da dominância apresentada por pequeno conjunto de espécies e uma forte dominância exercida por duas espécies exóticas invasoras, *P. elliottii* no estrato arbóreo e *S. jambos* no estrato regenerante. A grande dissimilaridade entre os estratos indica que ao longo da sucessão está ocorrendo a substituição da comunidade de espécies arbóreas. A baixa diversidade apresentada pelo fragmento, mesmo após 50 anos de sucessão, aponta uma tendência de dificuldades de incorporar espécies localmente raras e avançar para estágios mais maduros. Isso certamente decorre do fato de se tratar de uma floresta urbana de pequenas dimensões, sendo um ambiente vulnerável às perturbações e alterações bióticas provocadas pelas ações antrópicas. O monitoramento da dinâmica desta vegetação, através da remediação destas parcelas permanentes em intervalos padronizados, será fundamental para avaliar o efetivo papel das espécies invasoras no funcionamento da comunidade e de que forma este remanescente se manterá florística e estruturalmente ao longo do tempo.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos pesquisadores João Marcelo A. Braga (JBRJ), Daniel S. Pifano (IF-Goiano), Berenice C. Campos (UFJF) e colegas do herbário CESJ-UFJF pelo auxílio na identificação botânica; aos alunos do Laboratório de Ecologia Vegetal (Departamento de Botânica/UFJF) pelo auxílio nos trabalhos de campo; aos dois avaliadores anônimos pelas sugestões; à FAPEMIG pelo apoio financeiro (CRA APQ 04438/10); à PROEX-UFJF pelas bolsas de estudos concedidas à B. Moreira e S.N. Fonseca.

REFERÊNCIAS

- APG. 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. Botanical Journal of the Linnean Society of London, London.161:105-121.
- Carvalho, F. A.** 2005. *Syzygium jambos* (L.) Alston – uma invasora na Mata Atlântica? In Simpósio Brasileiro de espécies exóticas e invasoras: 2005; Brasília. Brasília: Ministério do Meio Ambiente.
- CESAMA** – Companhia de Saneamento Básico De Juiz De Fora. 2010. Dados climáticos de Juiz de Fora, MG. Disponível em <www.cesama.com.br>. Acesso em: 10 novembro 2012.
- Chazdon, R. L.** 2008. Chance and determinism in tropical forest succession. p. 384-408. In: Carson, W. P., Schnitzer, S. A. (Ed.). Tropical forest community ecology. Chichester: Blackwell Publishing Ltd.
- Denslow, J. S. & S. L. DeWalt.** 2008. Exotic plant invasions in tropical forests: patterns and hypotheses. p. 409-426. In: Carson, W. P., Schnitzer, S. A. (Ed.). Tropical forest community ecology. Chichester: Blackwell Publishing Ltd.
- Durigan, G.** 2004. Regeneração da mata ciliar sob plantio de *Pinus elliottii* var. *elliottii* em diferentes densidades. P.363-376. In: Vilas Bôas, O. Durigan, G. (Org.). Pesquisas em conservação e recuperação ambiental no oeste paulista: resultados da cooperação Brasil/Japão. São Paulo: Páginas & Letras.
- Felfili, J. M., F. A. Carvalho, & R. F. Haidar.** 2005. Manual para o monitoramento de parcelas permanentes nos biomas Cerrado e Pantanal. Brasília: Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Florestal, 56 pp.
- Felfili, J. M., F. A. Carvalho, A. M. Libano, F. Venturoli, B. A. S. Pereira & E. L. M. Machado.** 2011. Análise multivariada: princípios e métodos em estudos de vegetação. 1:122-165. *IN*: Jeanine Maria Felfili, Pedro Vasconcellos Eisenlohr, Maria Margarida da Rocha Fiuza de Melo, Leonaldo Alves de Andrade, João Augusto Alves Meira Neto. (Org.). Fitossociologia no Brasil: Métodos e estudos de casos. Viçosa. Editora UFFV.
- Fonseca, C. R. & F. A. Carvalho.** 2012. Aspectos florísticos e fitossociológicos da comunidade arbórea de um fragmento urbano de Floresta Atlântica (Juiz de Fora, MG). Bioscience Journal. 28: 820-832.
- Fonseca, S. N., Ribeiro, J. H. C. & Carvalho, F. A.** 2013. Estrutura e Diversidade da Re-

- geração Arbórea em uma Floresta Secundária Urbana (Juiz de Fora, MG, Brasil). *Floresta e Ambiente*. 20: 307-315.
- Gonzaga, A. P. D., A. T. Oliveira-Filho, E. L. M. Machado, P. Hargreaves, & J. N. Machado.** 2008. Diagnóstico florístico-estrutural do componente arbóreo da floresta da Serra de São José, Tiradentes, MG, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, Feira de Santana. 22:505-520.
- Guariguata, M. R. & R. Ostertag.** 2001. Neotropical secondary forest succession: changes in structural and functional characteristics. *Forest Ecology and Management*, 148: 185-206.
- Hammer, Ø., D. A. T. Harper, P. D. Ryan.** 2001. PAST: Paleontological Statistical software package for education and data analysis. *Palaentologia Electronica*. 4: 9 p.
- IBGE.** 2012. Manual técnico da vegetação brasileira. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Rio de Janeiro, 271 pp.
- Kent, M. & P. Coker.** 1992. *Vegetation description and analysis*. New York: John Wiley & Sons, 365 pp.
- Köppen, W.** 1948. *Das geographische System der Klimate – handbuch der klimatologie*. Vol. 1. Part C. Berlim: Gebr. Bornträger Verlag, 388 pp.
- Magurran, A. E.** 2004. *Measuring biological diversity*. Oxford: Blackwell Science, 215 pp.
- Melo, A. C. G. & G. Durigan.** 2006. Fixação de carbono em reflorestamentos de matas ciliares no Vale do Paranapanema, SP, Brasil. *Scientia Forestalis*, Piracicaba. n.71, 149-154.
- Menon, T. A. & F. A. Carvalho.** 2012. Estrutura populacional de *Pinus elliottii* em áreas de regeneração florestal em Juiz de Fora, MG. *Pesquisa Florestal Brasileira (Online)*. 32: 367-372.
- Moreira, B. & F. A. Carvalho.** 2013. A comunidade arbórea de um fragmento urbano de Floresta Atlântica após 40 anos de sucessão secundária (Juiz de Fora, Minas Gerais). *Biotemas*. n.26, 59-70.
- Norden, N., R. L. Chazdon, A. Chao, Y. H. Jiang & B. V. Alvarado.** 2009. Resilience of tropical rain forests: tree community re-assembly in secondary forests. *Ecology Letters*. n.12,385-394.
- Rocha, G. C., M. O. Latuf & L. F. Z. Carmo.** 2003. Mapeamento de riscos ambientais à escorregamentos na área urbana de Juiz de Fora, MG. *Geografia, Londrina*. 12: 509-516.
- Silva Júnior, W. M., S. V. Martins, A. F. Silva & P. Marco Júnior.** 2004. Regeneração natural de espécies arbustivo-arbóreas em dois trechos de uma Floresta Estacional Semidecidual, Viçosa, MG. *Scientia Forestalis*; 66: 169-179.
- Silveira, E. R. & G. Durigan.** 2004. Recuperação de matas ciliares: estrutura da floresta e regeneração natural aos dez anos em diferentes modelos de plantio na Fazenda Canaçu, Tarumã, SP. p. 325-347. In: Vilas Bôas, O.; Durigan, G. (Org.). *Pesquisas em conservação e recuperação ambiental no oeste paulista: resultados da cooperação Brasil/Japão*. São Paulo: Páginas & Letras.
- Simberloff, D., M. A. Nuñez, N. J. Ledgard, A. Pauchard, D. M. Richardson, M. Sarasola, B. W. Van Wilgen, S. M. Zalba, R. D. Zenni, R. Bustamante, E. Peña & S. R. Ziller.** 2010. Spread and impact of introduced conifers in South America: lessons from other southern hemisphere regions. *Austral Ecology*, Adelaide.35: 489-504.

Recebido em 17.VII.2013

Aceito em 27.IX.2013