

Regeneração de agroflorestas: a importância da cobertura arbórea na transição florestal

Breno Moreira *

Fabício Alvim Carvalho

Universidade Federal de Juiz de Fora, Departamento de Botânica – ICB
CEP 36036-900, Juiz de Fora – MG, Brasil

* Autor para correspondência
biomota2009@hotmail.com

Submetido em 26/07/2017

Aceito para publicação em 14/11/2017

Resumo

Este estudo analisou e descreveu a composição, riqueza e diversidade de espécies do componente arbustivo-arbóreo nos diferentes estratos florestais de um sistema agroflorestal abandonado (~3 ha), situado em área urbana de Floresta Atlântica, no município de Juiz de Fora (MG), Brasil. Partiu-se da premissa de que o estrato arbóreo remanescente tende a auxiliar o processo de regeneração natural e sucessão florestal. Foram alocadas aleatoriamente 25 parcelas de 20 x 20 m para a análise do estrato arbóreo e subparcelas de 5 x 5 m para a análise do estrato regenerante. Observou-se uma comunidade com forte dominância específica e baixo índice de diversidade de espécies (H') em comparação com florestas secundárias de mesma fitofisionomia na região. As análises demonstraram que a presença de indivíduos de grande porte que remaneceram no local após o processo de desbaste do sub-bosque tende a auxiliar e acelerar o processo de regeneração natural e sucessão ecológica.

Palavras-chave: Fitossociologia; Floresta Atlântica; Sucessão ecológica

Abstract

Regeneration of urban agroforestry systems: the importance of tree cover in forest transition. This study analyzed and described the composition, richness and diversity of species of the woody component in different forest strata of an abandoned agroforestry system (~ 3 ha), located in an urban Atlantic Forest area, in the city of Juiz de Fora (MG), Brazil. We started from the premise that the remaining tree stratum tends to improve the process of natural regeneration and forest succession. We randomly designated 25 plots of 20 x 20 m for the analysis of the tree layer, and subplots of 5 x 5 m for the analysis of regeneration stratum. We observed a community with strong dominance and a low Shannon diversity index (H') compared to secondary forest vegetation in the same region. The analysis demonstrated that the presence of large-sized individuals remaining after thinning the understory tends to assist and accelerate the process of natural regeneration and ecological succession.

Key words: Ecological succession; Phytosociology; Atlantic forest

Introdução

Os mecanismos pelos quais os sistemas agroflorestais contribuem para a biodiversidade vêm sendo examinados em vários estudos. Schroth et al. (2004) e Jose (2009) afirmam que os sistemas agroflorestais realizam importantes funções na conservação da biodiversidade, fornecendo habitat para espécies que toleram variados níveis de perturbação antrópica, contribuindo para preservar o germoplasma de espécies sensíveis a essas perturbações e ajudando a reduzir as taxas de conversão de habitat natural, proporcionando uma alternativa mais produtiva e sustentável que os sistemas agrícolas tradicionais, que envolvem a total remoção da cobertura florestal.

Em sistemas agroflorestais abandonados, o processo de sucessão ecológica pode acarretar o desenvolvimento de um “ecossistema emergente” (novel ecosystem, sensu HOBBS et al., 2006), cujas características mais marcantes são as mudanças na composição e na abundância relativa de espécies, o que pode gerar alterações funcionais no ecossistema. Esses “ecossistemas emergentes” podem surgir a partir do resultado da ação humana deliberada ou acidental, mas não dependem de intervenção humana continuada para a sua manutenção (LUGO, 2013). Quando o gerenciamento do sistema agroflorestal cessa, o futuro ecológico desse tipo de ecossistema emergente é incerto, já que a composição e a abundância relativa de espécies regenerantes no sub-bosque irão depender dos vários fatores que influenciam o processo de sucessão (LUGO, 2013).

Estudos em regiões tropicais têm demonstrado que as árvores que remanesçam em sistemas agroflorestais abandonados podem ajudar na restauração ecológica local, não só em termos de composição e diversidade de espécies, mas também funcionando como barreiras ao estabelecimento de gramíneas exóticas e samambaias (TULLY et al., 2012; LUGO, 2013). Também agem evitando a compactação do solo, a redução de nutrientes, o esgotamento do banco de sementes e propiciando condições microclimáticas favoráveis ao desenvolvimento de novas espécies, além de funcionar como um refúgio para a fauna local (TEKLAY, 2007; GUARIGUATA et al., 2009).

Compreender as relações ecológicas entre os diferentes estratos de árvores em uma floresta é um passo fundamental para a compreensão da dinâmica e estrutura da comunidade (CHAZDON et al., 2010). Diversos trabalhos têm avaliado essas relações em comunidades de árvores e populações, no entanto muitas dessas abordagens estão relacionadas apenas com o estrato adulto da floresta, em detrimento dos indivíduos presentes no sub-bosque florestal (NORDEN et al., 2009). A vegetação de sub-bosque tem sido apontada como um dos bons indicadores da integridade ecológica de florestas manejadas. As espécies típicas de sub-bosque desempenham um papel importante na diversidade de uma área. Muitas espécies estão restritas a esse estrato da floresta e muitas outras devem passar por ele durante seus estágios de desenvolvimento (CHAZDON et al., 2010). E em casos de sistemas agroflorestais abandonados, a sua contribuição para a conservação da biodiversidade dependerá da capacidade de regeneração do sub-bosque, relacionada a fatores como estrutura inicial, composição de espécies, técnicas de manejo, proximidade de outros fragmentos florestais, além dos grupos funcionais das espécies presentes na área (CASSANO et al., 2009).

O presente trabalho foi desenvolvido na “Mata do Krambeck”, um dos maiores remanescentes de Floresta Atlântica em área urbana no estado de Minas Gerais, com cerca de 370 ha. No local, o cultivo de café se desenvolveu em locais arborizados, muitas vezes sob o dossel das matas, sempre acompanhado de um manejo constante da vegetação. Entre as técnicas de manejo adotadas, figurava a supressão do sub-bosque florestal e o corte seletivo de espécies arbóreas nativas consolidadas, processo conhecido como bosqueamento. Tal sistema de manejo configura um sistema agroflorestal (SCHROTH et al., 2004), combinando de maneira simultânea a produção de cultivos agrícolas com plantações de árvores frutíferas ou árvores florestais remanescentes, utilizando a mesma unidade de terra e com técnicas de manejo compatíveis. A produção de café foi abandonada na década de 1960 e as espécies do dossel foram mantidas, realizando-se a supressão (capina) do sub-bosque durante os últimos 40 anos. Há cerca de 10 anos esse trecho se encontra totalmente abandonado e em franco processo de regeneração natural, onde é possível perceber a formação de dois estratos, um formado pelas espécies arbóreas,

que foram mantidas no local, e outro formado pelas espécies em regeneração no sub-bosque. Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo analisar, de forma comparativa, os aspectos florísticos e estruturais dos estratos arbóreo e regenerante deste sistema agroflorestal abandonado. Parte-se da premissa de que o estrato arbóreo remanescente desse sistema agroflorestal tende a auxiliar e acelerar o processo de regeneração natural e sucessão florestal em comparação com outros trechos de floresta em regeneração na região, especialmente em locais onde ocorreu total supressão da cobertura florestal.

Material e Métodos

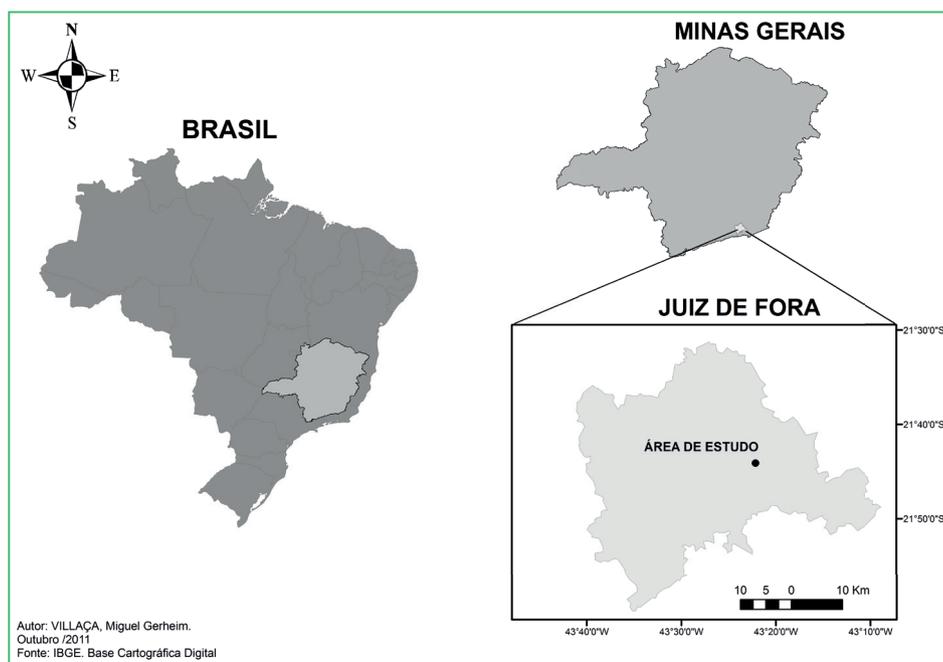
Área de estudo

O município de Juiz de Fora (Minas Gerais) possui cerca de 25% do seu território coberto por florestas nativas secundárias, totalizando aproximadamente 28.000 ha de Floresta Atlântica (BARROS, 2015). A expressiva cobertura florestal do município é consequência do declínio da cafeicultura, há pouco mais de um século atrás, que provocou o abandono das lavouras e a consequente regeneração natural da Floresta Atlântica. Os diferentes modos de cultivo do café, como

o plantio sob a copa das árvores ou à sombra da floresta nativa, somados aos diferentes intervalos de abandono, favoreceram etapas distintas de regeneração natural e, por consequência, as florestas da região tendem a ser distintas em termos de composição e diversidade de espécies, estrutura, dinâmica e conservação (FONSECA; CARVALHO, 2012; MOREIRA; CARVALHO, 2013; BRITO; CARVALHO, 2014).

O estudo foi desenvolvido em um fragmento de Floresta Atlântica pertencente ao Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora (JB-UFJF), no município de Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil (FONSECA; CARVALHO, 2012). A área está situada na região central de Juiz de Fora, dentro da malha urbana do município (coordenadas 21°43'59.21''S, 91°22'19.35''W), às margens do rio Paraibuna, e abrange um importante remanescente florestal com área aproximada de 80 ha, dos quais cerca de 70 ha são cobertos por florestas estacionais semidecíduais em diferentes estágios de regeneração e o restante é constituído por áreas construídas. O Jardim Botânico da UFJF está conectado a outros 290 ha de Floresta Atlântica da Área de Proteção Ambiental (APA) Mata do Krambeck, formando um extenso remanescente florestal com área total equivalente a 370 ha (Figura 1).

FIGURA 1: Localização geográfica do trecho de vegetação florestal estudado no Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil.



O relevo da área apresenta altitude média em torno de 700 m e uma topografia irregular, com encostas de alta declividade, porém estabilizadas devido à presença do maciço florestal. Os solos são pobres, úmidos e ácidos, com características arenosas e argilosas em sua composição, enquadrando-se predominantemente na categoria Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico (FEAM, 2011). O clima local é do tipo Cwb (KÖPPEN, 1948), mesotérmico com verões quentes e chuvosos e invernos frios e secos. Os índices pluviométricos anuais variam em torno de 1.536 mm, e a temperatura média anual é próxima de 18°C (dados da Estação Climatológica Principal da UFJF). A vegetação florestal é classificada como Floresta Estacional Semidecidual Montana (IBGE, 2012).

Amostragem da vegetação

A área total do trecho florestal que sofreu supressão do sub-bosque, de aproximadamente 3,0 ha, foi delimitada como universo amostral. Foram alocadas aleatoriamente 25 parcelas de 20 x 20 m para a análise do estrato arbóreo, totalizando uma amostra de 1,0 ha e suas respectivas subparcelas de 5 x 5 m para a análise do estrato regenerante, totalizando 0,0625 ha.

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 tiveram seu DAP medido, foram identificados e marcados com placas metálicas (marcação permanente). 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. 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 e as amostras foram identificadas com auxílio de bibliografia taxonômica ampla e materiais depositados no Herbário CESJ e no Laboratório de Ecologia Vegetal da UFJF, seguindo a circunscrição de famílias proposta por APG III (2009).

Estrutura e diversidade dos estratos

A estrutura fitossociológica dos estratos arbóreo e regenerante foi analisada em conformidade com Kent e Coker (1992), sendo calculados os parâmetros: riqueza de espécies (S), densidades absoluta e relativa (DA e DR), frequência absoluta e relativa (FA e FR), dominância relativa (DoR), área basal (AB) e Valor de Importância (VI), que é expresso pelo somatório de DR, FR e DoR. Os cálculos foram realizados no software Microsoft Office Excel 2010®. 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 a diversidade H' obtida estaria da diversidade H' hipotética máxima (MAGURRAN, 2004). Foi realizada a distribuição diamétrica das árvores do estrato adulto, com $DAP \geq 5$ cm, que foram distribuídas em classes de diâmetro em intervalos de 5 cm. Análises de distribuição diamétrica foram realizadas tanto para a comunidade quanto para as populações de maior VI na comunidade. Os gráficos foram elaborados no programa Microsoft Office Excel 2007® (CARVALHO; NASCIMENTO, 2009).

O teste t de Hutcheson foi aplicado para comparar os valores dos índices de diversidade de espécies de Shannon (H') entre os dois estratos, e o coeficiente de correlação de Pearson foi utilizado para se determinar o nível de associação entre os estratos arbóreo e regenerante (MAGURRAN, 2004). Para análise de similaridade entre os estratos arbóreo e regenerante, foram aplicadas análises de agrupamento com coeficientes de Morisita-Horn para análise quantitativa e de Jaccard para análise qualitativa. As análises estatísticas foram realizadas no software PAST v.2.12 (HAMMER et al., 2001).

Resultados

No componente arbóreo, foram amostrados 651 ind.ha⁻¹, distribuídos em 53 espécies, pertencentes

a 31 famílias botânicas. Entre as famílias de maior riqueza estão Fabaceae (oito espécies) e Myrtaceae (quatro). Observou-se uma comunidade arbórea com forte dominância específica, com grande concentração dos Valores de Importância (VI) nas três primeiras espécies (*Piptadenia gonoacantha* (Mart.) J.F. Macbr, *Piptocarpha macropoda* (DC.) Baker e *Xylopia sericea* A.St.Hil), que juntas somaram 43,74% do VI total.

No estrato regenerante, foram amostrados 901 indivíduos (equivalente a 14.416 ind.ha⁻¹), distribuídos em 29 famílias e 62 espécies. Entre as famílias de maior riqueza estão Fabaceae (sete espécies), Sapindaceae (cinco) e Asteraceae (cinco). As espécies que mais se destacaram segundo o VI foram *Piptocarpha macropoda* (DC.) Baker (35,61%) e *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan (6,87%). A Tabela 1 apresenta a estrutura fitossociológica do fragmento florestal.

TABELA 1: Parâmetros fitossociológicos das espécies dos estratos arbóreo e regenerante amostrados no sistema agroflorestal abandonado no município de Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil. Espécies ordenadas de forma decrescente segundo o Valor de Importância (VI) no estrato arbóreo. Siglas: DA: densidade absoluta; DR: densidade relativa; VI: valor de importância em %; Rank: posição da espécie em relação ao VI. *Espécies exóticas.

Espécie	Família	Arbóreo			Regeneração			Rank (VI)	
		DA	DR	VI(%)	DA	DR	VI(%)	Arbóreo	Regeneração
<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F. Macbr	Fabaceae	142	21,81	26,65	9	1,00	0,89	1	22
<i>Piptocarpha macropoda</i> (DC.) Baker	Asteraceae	132	20,28	10,88	299	33,19	35,61	2	1
<i>Xylopia sericea</i> A.St.Hil	Annonaceae	38	5,84	6,21	1	0,11	0,18	3	54
<i>Euterpe edulis</i> Mart.	Arecaceae	38	5,84	4,17	-	-	-	4	-
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	Arecaceae	22	3,38	3,62	-	-	-	5	-
<i>Cupania oblongifolia</i> Mart	Sapindaceae	20	3,07	3,56	9	1,00	1,50	6	11
<i>Cecropia glaziovii</i> Snethl.	Urticaceae	26	3,99	3,29	5	0,55	0,95	7	19
<i>Lecythis pisonis</i> Cambess.	Lecythidaceae	7	1,08	2,90	-	-	-	8	-
<i>Cupania ludowigii</i> Sommer & Ferrucci	Sapindaceae	12	1,84	2,75	10	1,11	1,43	9	12
<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston	Myrtaceae	16	2,46	2,70	37	4,11	3,09	10	7
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	Fabaceae	15	2,30	2,32	122	13,54	6,87	11	2
<i>Miconia cinnamomifolia</i> (DC.) Naudin	Melastomataceae	9	1,38	2,15	58	6,44	5,72	12	4
<i>Myrciaria cauliflora</i> (Mart.) O. Berg	Myrtaceae	22	3,38	1,96	-	-	-	13	-
<i>Mangifera indica</i> L.	Anacardiaceae	7	1,08	1,89	-	-	-	14	-
<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.	Rosaceae	17	2,61	1,87	-	-	-	15	-
<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp	Euphorbiaceae	10	1,54	1,85	2	0,22	0,34	16	42
<i>Senna macranthera</i> (DC. ex Collad.) H.S. Irwin & Barneby	Fabaceae	13	2,00	1,67	4	0,44	0,79	17	24
<i>Cybistax antisiphilitica</i> (Mart.) Mart.	Bignoniaceae	8	1,23	1,65	29	3,22	4,47	18	5
<i>Machaerium nictitans</i> (Vell.) Benth.	Fabaceae	5	0,77	1,19	3	0,33	0,34	19	43

<i>Dalbergia nigra</i> (Vell.) Alemão ex Benth.	Fabaceae	9	1,38	1,06	-	-	-	20	-
<i>Tabernaemontana laeta</i> Mart.	Apocynaceae	5	0,77	0,99	-	-	-	21	-
<i>Pouteria guianensis</i> Aubl.	Sapotaceae	4	0,61	0,97	-	-	-	22	-
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	Myrtaceae	5	0,77	0,94	-	-	-	23	-
<i>Annona cacans</i> Warm.	Annonaceae	3	0,46	0,91	-	-	-	24	-
<i>Xylopia brasiliensis</i> Spreng.	Annonaceae	3	0,46	0,90	-	-	-	25	-
<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	Siparunaceae	10	1,54	0,85	67	7,44	6,00	26	3
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	Urticaceae	6	0,92	0,84	-	-	-	27	-
<i>Ceiba speciosa</i> (A.St.-Hill) Ravenna	Malvaceae	4	0,61	0,82	1	0,11	0,18	28	50
<i>Cordia sellowiana</i> Cham.	Boraginaceae	3	0,46	0,75	7	0,78	0,97	29	17
<i>Nectandra oppositifolia</i> Nees & Mart.	Lauraceae	2	0,31	0,74	3	0,33	0,53	30	30
<i>Machaerium stipitatum</i> (DC.) Vogel	Fabaceae	4	0,61	0,71	10	1,11	1,23	31	14
<i>Eugenia florida</i> DC.	Myrtaceae	2	0,31	0,48	1	0,11	0,17	32	57
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Mull. Arg.	Euphorbiaceae	2	0,31	0,48	-	-	-	33	-
<i>Maytenus salicifolia</i> Reissek	Celastraceae	5	0,77	0,48	2	0,22	0,36	34	38
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	Sapindaceae	2	0,31	0,44	4	0,44	0,69	35	28
<i>Lacistema pubescens</i> Mart.	Lacistemaceae	5	0,77	0,44	2	0,22	0,33	36	44
<i>Psychotria vellosiana</i> Benth.	Rubiaceae	2	0,31	0,43	21	2,33	2,60	37	8
Indet sp2	Indet	1	0,15	0,25	-	-	-	38	-
<i>Ocotea odorifera</i> Rohwer	Lauraceae	1	0,15	0,24	-	-	-	39	-
<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F. Macbr.	Fabaceae	1	0,15	0,23	6	0,67	1,05	40	16
<i>Casearia arborea</i> (Rich.) Urb	Salicaceae	1	0,15	0,23	6	0,67	0,94	41	21
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Salicaceae	1	0,15	0,22	3	0,33	0,39	42	35
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam	Rutaceae	1	0,15	0,22	1	0,11	0,19	43	49
<i>Tachigali densiflora</i> (Benth.) L.G.Silva & H.C.Lima	Fabaceae	1	0,15	0,22	-	-	-	44	-
<i>Erythroxylum deciduum</i> A.St.-Hil.	Erythroxylaceae	1	0,15	0,22	10	1,11	1,20	45	15
<i>Ficus guaranitica</i> Chodat.	Moraceae	1	0,15	0,22	-	-	-	46	-
<i>Podocarpus sp1</i>	Podocarpaceae	1	0,15	0,22	-	-	-	47	-
Indet sp1	Indet	1	0,15	0,21	-	-	-	48	-
<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Choisy	Hypericaceae	1	0,15	0,21	1	0,11	0,17	49	61
<i>Cabrera canjerana</i> (Vell.) Mart.	Meliaceae	1	0,15	0,21	-	-	-	50	-
<i>Maytenus robusta</i> Reissek	Celastraceae	1	0,15	0,21	-	-	-	51	-

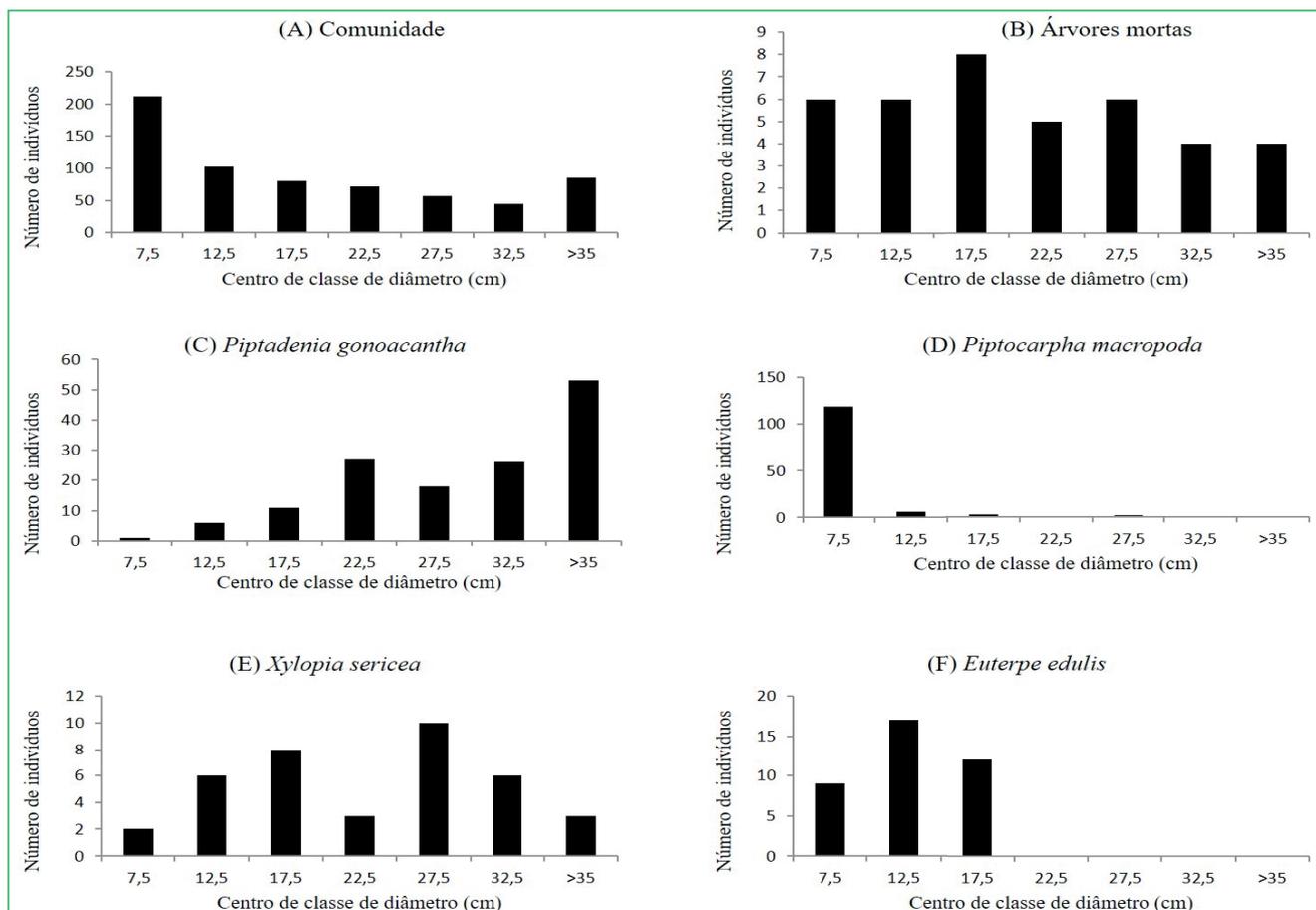
<i>Jacaranda micrantha</i> Cham	Bignoniaceae	1	0,15	0,20	3	0,33	0,73	52	26
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	Cannabaceae	1	0,15	0,20	4	0,44	0,86	53	23
<i>Piper arboreum</i> Aubl.	Piperaceae	-	-	-	50	5,55	4,22	-	6
<i>Coffea arabica</i> L.	Rubiaceae	-	-	-	19	2,11	1,99	-	9
<i>Piper vicosanum</i> Yunck.	Piperaceae	-	-	-	14	1,55	1,59	-	10
<i>Miconia urophylla</i> DC.	Melastomataceae	-	-	-	10	1,11	1,34	-	13
<i>Roupala Montana</i> Aubl.	Proteaceae	-	-	-	11	1,22	0,97	-	18
<i>Psychotria deflexa</i> DC.	Rubiaceae	-	-	-	4	0,44	0,95	-	20
<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sarg.	Cannabaceae	-	-	-	5	0,55	0,78	-	25
<i>Luehea divaricata</i> Mart.	Malvaceae	-	-	-	5	0,55	0,72	-	27
<i>Heterocondylus alatus</i> (Vell.) R.M. King & H. Rob.	Asteraceae	-	-	-	4	0,44	0,61	-	29
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	Sapindaceae	-	-	-	3	0,33	0,53	-	31
<i>Vernonia discolor</i> (Spreng.) Less.	Asteraceae	-	-	-	3	0,33	0,52	-	32
<i>Annona sylvatica</i> A. St.-Hil.	Annonaceae	-	-	-	3	0,33	0,42	-	33
<i>Piper anisum</i> (Spreng.) Angely	Piperaceae	-	-	-	3	0,33	0,39	-	34
<i>Piptocarpha sellowii</i> (Sch. Bip.) Baker	Asteraceae	-	-	-	2	0,22	0,37	-	36
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	Nyctaginaceae	-	-	-	2	0,22	0,37	-	37
<i>Solanum cernuum</i> Vell.	Solanaceae	-	-	-	3	0,33	0,35	-	39
<i>Machaerium brasiliense</i> Vogel	Fabaceae	-	-	-	2	0,22	0,34	-	40
<i>Campomanesia guaviroba</i> (DC.) Kiaersk.	Myrtaceae	-	-	-	2	0,22	0,34	-	41
<i>Casearia ulmifolia</i> Vahl ex Vent.	Salicaceae	-	-	-	3	0,33	0,26	-	45
<i>Lepidaploa sp1</i>	Asteraceae	-	-	-	1	0,11	0,22	-	46
<i>Miconia latecrenata</i> (DC.) Naudin	Melastomataceae	-	-	-	2	0,22	0,21	-	47
<i>Annona neolaurifolia</i> H. Rainer	Annonaceae	-	-	-	1	0,11	0,19	-	48
<i>Cupania racemosa</i> (Vell.) Radlk.	Sapindaceae	-	-	-	1	0,11	0,18	-	51
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	Lauraceae	-	-	-	1	0,11	0,18	-	52
<i>Plinia cauliflora</i> (DC.) Kausel	Myrtaceae	-	-	-	1	0,11	0,18	-	53
<i>Banara serrata</i> (Vell.) Warb.	Flacourtiaceae	-	-	-	1	0,11	0,17	-	55
<i>Brosimum guianense</i> (Aubl.) Hube	Moraceae	-	-	-	1	0,11	0,17	-	56
<i>Celtis sp1</i>	Cannabaceae	-	-	-	1	0,11	0,17	-	58
<i>Croton floribundus</i> Spreng.	Euphorbiaceae	-	-	-	1	0,11	0,17	-	59
<i>Myrsinaceae sp1</i>	Myrsinaceae	-	-	-	1	0,11	0,17	-	60
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyererm. & Frodin	Araliaceae	-	-	-	1	0,11	0,17	-	62

O valor do índice de Shannon (H') do estrato arbóreo do trecho florestal foi 2,92 nats.ind⁻¹, e o de equabilidade de Pielou (J') foi de 0,74. Para o estrato regenerante, o índice de diversidade de Shannon (H') foi 2,72 nats.ind⁻¹, e a equabilidade (J') foi de 0,66. Embora os valores do índice de Shannon pareçam próximos, o teste t de Hutcheson mostrou que eles são significativamente diferentes ($P < 0,05$). Complementarmente, a análise de correlação de Pearson ($r = 5,2662 \text{ E-}09$, $P < 0,05$) não encontrou correlação linear significativa entre a densidade de espécies nos estratos arbóreo e regenerante. Para verificar a similaridade dos estratos estudados, foram utilizados também os índices de Jaccard e Morisita-Horn. Neste estudo foi encontrado índice de Jaccard = 0,319 e índice de similaridade de Morisita-Horn = 0,51.

Foi verificado que a maior porcentagem de indivíduos (32,6% do total) encontra-se na classe de

diâmetro entre 5 e 10 cm, e que a estrutura diamétrica do fragmento florestal estudado seguiu o padrão de “J” invertido, com exceção da última classe de diâmetro, com alta concentração de indivíduos de grande porte. Foram registradas 39 árvores mortas em pé, que em porcentagem correspondem a 5,6% dos indivíduos adultos. As árvores mortas encontram-se distribuídas em todo o trecho de vegetação analisado, apresentando indivíduos em todas as classes de diâmetro. Foi realizada a distribuição diamétrica das quatro espécies arbóreas que apresentaram os maiores Valores de Importância (VI) no fragmento, sendo estas: *Piptadenia gonoacantha*, *Piptocarpha macropoda*, *Xylopia sericea* e *Euterpe edulis*. Contrastando com a distribuição diamétrica da comunidade, o padrão de distribuição com forma de “J” reverso não foi observado nas espécies com maiores VI, com exceção de *P. macropoda*, cujo estoque de indivíduos se restringiu às duas primeiras classes (Figura 2).

FIGURA 2: Distribuição diamétrica da comunidade (A), das árvores mortas (B) e das espécies *Piptadenia gonoacantha* (C), *Piptocarpha macropoda* (D), *Xylopia sericea* (E) e *Euterpe edulis* (F), por classes de diâmetro (cm) no sistema agroflorestal abandonado no município de Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil.



A distribuição de altura dos indivíduos na área estudada revelou que 768 indivíduos, o que corresponde a 49,5% de um total de 1552 amostrados, encontram-se nas duas primeiras classes de altura (< 4 m). Já as árvores de grande porte, com alturas superiores a 15 m, estão representadas por 268 indivíduos, correspondendo a 17,3% do total. Essas árvores de grande porte presentes no local são, em sua maioria, aquelas que foram selecionadas para realizar o sombreamento sobre a plantação de café, não sendo, portanto, submetidas a corte nem a processos de bosqueamento pretérito, com destaque para a espécie *Piptadenia gonoacantha*.

Discussão

Entre os dois estratos estudados foram encontradas 32 espécies em comum, de um total de 84 amostradas, equivalendo a 38% das espécies. Observou-se uma maior riqueza de espécies no componente regenerante (62 espécies) em relação ao componente adulto (53 espécies). Tal fato provavelmente se deve às técnicas de corte seletivo das espécies de dossel no passado, sendo mantidas apenas aquelas mais adequadas para realizar o sombreamento do cultivo de café e as utilizadas na extração de tanino.

Foi possível perceber que as principais espécies em termos de VI apresentam posições hierárquicas distintas nos estratos analisados. Apenas *Piptocarpha macropoda* se manteve como uma espécie de elevado VI nos dois estratos (2º no estrato arbóreo e 1º no estrato regenerante), demonstrando que essa espécie tem uma tendência a permanecer relevante na comunidade. *Piptadenia gonoacantha*, que no estrato arbóreo obteve o maior VI (26,65%), no estrato regenerante aparece em 22º lugar (0,89%), o que demonstra que com o passar do tempo a sua dominância na vegetação será reduzida. *Xylopia sericea*, que aparece em terceiro lugar no estrato arbóreo (6,21%), está representada por apenas um indivíduo no estrato regenerante (0,18%), indicando que essa espécie também tende a diminuir a sua importância na comunidade. A espécie *Euterpe edulis*, quarta colocada em termos de VI no estrato arbóreo (4,17%), não foi amostrada no estrato regenerante da floresta.

A espécie *Piptocarpha macropoda* pode ser tanto tolerante à sombra como se desenvolver na presença de luz. Esse padrão permite que essa espécie possa se desenvolver sob um amplo espectro de condições ambientais, o que pode ter favorecido o alto número de indivíduos de *P. macropoda* na vegetação. A espécie *Piptadenia gonoacantha* é comum nas florestas secundárias da região, sendo uma espécie tipicamente gregária, com alta capacidade de colonização em terrenos abandonados. Em levantamentos fitossociológicos realizados na Floresta Estacional Semidecidual em Minas Gerais, foram encontradas entre 3 a 18 árvores dessa espécie por hectare (WERNECK et al., 2000; BRITO; CARVALHO, 2014). No fragmento analisado esses valores são muito superiores, tendo sido encontrados 142 ind.ha⁻¹ no estrato arbóreo, dos quais 53 estão classificados na maior classe de diâmetro.

A espécie *Xylopia sericea* cresce naturalmente na Floresta Atlântica de Minas Gerais, onde é conhecida popularmente como Pimenta-de-macaco (LORENZI, 2008). Trata-se de uma espécie pioneira, muito apreciada pela avifauna, e comum em fragmentos de floresta secundária em Juiz de Fora (FONSECA; CARVALHO, 2012; MOREIRA; CARVALHO, 2013). A espécie *Euterpe edulis* é característica da Floresta Pluvial Atlântica, podendo ser encontrada na Mata de Araucárias e Floresta Semidecidual Atlântica (LORENZI, 2008). Essa espécie sofre exploração predatória constante e está incluída na lista da flora ameaçada de extinção de Minas Gerais e na lista de espécies da flora brasileira ameaçada de extinção. Além de *E. edulis*, também foram amostradas as espécies *Dalbergia nigra* e *Ocotea odorifera*, que também estão incluídas nas listas supracitadas.

O valor do índice de Shannon (H') do estrato arbóreo do trecho florestal foi 2,92 nats.ind⁻¹, e o de equabilidade de Pielou (J') foi de 0,74. Para o estrato regenerante, o índice de diversidade de Shannon (H') foi 2,72 nats.ind⁻¹, e a equabilidade (J') foi de 0,66. Esses valores são baixos em comparação com outras florestas secundárias na região (SILVA JÚNIOR, 2004; GONZAGA et al., 2008), o que está relacionado à grande densidade de algumas poucas espécies na amostra, especialmente *P. gonoacantha*

e *P. macropoda*. Contudo, os valores obtidos estão próximos aos encontrados em um estudo desenvolvido em outra área do Jardim Botânico, caracterizada por um alto grau de perturbação antrópica (FONSECA; CARVALHO, 2012). Embora os valores do índice de Shannon pareçam próximos, o teste t de Hutcheson mostrou que eles são significativamente diferentes ($P < 0,05$). Complementarmente, a análise de correlação de Pearson ($r = 0,0005$, $P > 0,05$) não encontrou correlação linear significativa entre a densidade de espécies nos estratos arbóreo e regenerante.

Valores estimados para o índice de Morisita-Horn maiores que 0,5 indicam que há similaridade na abundância relativa entre espécies, segundo critérios de Felfili et al. (2011). A análise de agrupamento de Morisita-Horn demonstrou que em termos quantitativos o trecho de vegetação florestal mantém alta similaridade, com valores do coeficiente de Morisita-Horn = 0,51, ou seja, superior a 50% entre os estratos. Valores estimados para o índice de Jaccard menores que 0,5 indicam substancial diferença na presença/ausência de espécies (FELFILI et al., 2011). O índice de Jaccard = 0,319 obtido indica uma baixa similaridade florística entre os estratos arbóreo e regenerante. Em conjunto, essas 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, o que indica que no futuro o fragmento possuirá uma composição estrutural diferente da apresentada atualmente.

Prever futuras condições da vegetação é essencial para um manejo florestal eficaz. Em estudos fitossociológicos, o crescimento das árvores é expresso principalmente através das medições de diâmetro à altura do peito (DAP). Foi verificado que a estrutura diamétrica da comunidade arbórea do trecho florestal seguiu o padrão de “J” invertido, com a maior percentagem de indivíduos (32,6% do total) concentrada na menor classe de diâmetro (DAP entre 5 e 10 cm) e com percentual de indivíduos com maiores DAP decaindo progressivamente, com exceção da última classe de diâmetro, com elevada densidade de indivíduos de grande porte (13% do total).

Quanto à distribuição diamétrica das espécies arbóreas que apresentaram os maiores Valores de Importância (VI) no fragmento, *Piptadenia gonoacantha* foi a que apresentou maior contraste em relação ao padrão observado para a comunidade. O número expressivo de árvores de grande porte de *P. gonoacantha* se deve às técnicas de manejo adotadas no passado, quando essa espécie foi mantida e/ou plantada para realizar o sombreamento sobre o cultivo de café que anteriormente existia no local. Além disso, essa espécie foi utilizada como matéria prima para a extração de tanino, utilizado por uma indústria de curtume que havia no local. A ausência de indivíduos nas classes diamétricas inferiores e a queda de sua densidade no estrato regenerante indicam uma tendência de sua saída da comunidade no futuro.

Em relação às espécies *Piptocarpha macropoda*, *Xylopia sericea* e *Euterpe edulis*, ainda não é possível inferir sobre tendências de desequilíbrio populacional. As espécies *Piptocarpha macropoda* e *Xylopia sericea* são pioneiras típicas, que tendem a apresentar dinâmicas de mortalidade mais aceleradas (CHAZDON, 2008). Já *E. edulis* é uma espécie secundária tardia, que possui o caule do tipo estipe e não chega a alcançar grandes diâmetros, motivo de todos os indivíduos amostrados no fragmento estarem incluídos nas três primeiras classes de diâmetro. No Jardim Botânico da UFJF é possível encontrar trechos onde *E. edulis* ocorre com elevada densidade em ambos os estratos da floresta (OLIVEIRA-NETO et al., 2017). Com isso, acredita-se que à medida que o processo de sucessão ecológica avançar na área de estudo, essa espécie voltará a ocupar seu nicho e alcançará maior representatividade ecológica.

Foram registradas 39 árvores mortas em pé, que em porcentagem correspondem a 5,6% dos indivíduos adultos. Estes números são muito inferiores aos encontrados por Fonseca e Carvalho (2012) e Brito e Carvalho (2014), que encontraram respectivamente 17,5% e 15,2% do total de indivíduos, em diferentes trechos de florestas secundárias no município de Juiz de Fora. Estes números são muito elevados em comparação aos obtidos na presente área, certamente em função de um maior número de árvores de menor diâmetro (DAP 5 – 10 cm), que tendem a apresentar maior

mortalidade via competição, uma vez que as classes de menor diâmetro, representadas pelos indivíduos mais jovens, são justamente as mais suscetíveis à mortalidade na competição por recursos, e por isso apresentam maior número de indivíduos mortos no fragmento (CHAZDON, 2008).

Estudos em florestas tropicais mostram que o padrão típico da diversidade de espécies em florestas secundárias é o acúmulo de espécies ao longo do tempo (BROWN; LUGO, 1990). Essa diversidade se aproxima do seu limite máximo em uma floresta madura, dentro de um intervalo de tempo estimado em 80 anos ou mais, embora esse tempo de “reconstrução florestal” não seja determinístico, pois a regeneração natural está sujeita a processos estocásticos ocorrentes na sucessão (CHAZDON, 2008). Em nossa área de estudo, a presença acentuada de espécies e indivíduos nas categorias mais avançadas de sucessão sugere que o trecho estudado tende a alcançar o status de floresta madura mais rapidamente que uma área onde tenha ocorrido supressão total da vegetação florestal, mesmo possuindo curto período de regeneração (~10 anos). Isso ocorre porque as árvores que foram mantidas no local, além de evitarem a instalação de gramíneas e samambaias, melhoram o estado nutricional do solo e facilitam o fluxo de espécies, agindo como espécies facilitadoras e restaurando a produtividade biológica local (PARROTTA, 1995). Portanto, a premissa de que o estrato arbóreo remanescente no sistema agroflorestal analisado tende a auxiliar e a acelerar o processo de regeneração natural e sucessão florestal em comparação com uma área que tenha sido desmatada foi aceita, uma vez que há fortes indícios de que a presença das espécies e de indivíduos de grande porte que remaneceram no local, após o processo de desbaste do sub-bosque, criaram condições ecológicas que favoreceram o processo de estabelecimento e desenvolvimento das espécies em regeneração, além de contribuírem para o incremento da diversidade local.

As relações entre a transição florestal em agroflorestas e as mudanças na estrutura da paisagem e da biodiversidade ainda são pouco compreendidas. Estudos adicionais são necessários para compreender como a transição florestal pode afetar a qualidade de

solo e a manutenção da biodiversidade como um todo. Neste trabalho as análises de similaridade da vegetação entre os estratos arbóreo e regenerante demonstraram que há um nítido processo de substituição de espécies na comunidade, o que indica que no futuro o fragmento possuirá uma composição estrutural diferente da apresentada atualmente. Foi verificado que o estrato arbóreo remanescente no sistema agroflorestal analisado tende a auxiliar e a acelerar os processos de regeneração natural e sucessão florestal, em comparação com outros trechos de floresta em regeneração na região. As árvores remanescentes no sistema agroflorestal incrementaram a composição e a diversidade de espécies, enriqueceram o banco de sementes do local e propiciaram condições microclimáticas favoráveis ao desenvolvimento de novas espécies.

A manutenção dessa floresta torna-se importante, pois trata-se de um fragmento florestal urbano, que representa um valioso ecossistema para a melhoria da qualidade de vida local, possuindo diversas utilidades e fornecendo benefícios ambientais, socioculturais e econômicos, como, por exemplo, abrigo para a fauna, desenvolvimento de processos ecológicos, estabilidade do microclima, interceptação de chuvas, manutenção das nascentes e melhoria da qualidade de vida local (ALVEY, 2006).

Referências

- ALVEY, A. A. Promoting and preserving biodiversity in the urban forest. *Urban Forestry & Urban Greening*, Frederiksberg, v. 5, p. 195-201, 2006.
- APG III. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society*, London, v. 161, p. 105-121, 2009.
- BARROS, K. A. R. T. **Levantamento dos fragmentos florestais da cidade de Juiz de Fora**. 2015. 191 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora. 2015.
- BRITO, O. S.; CARVALHO, F. A. Estrutura e diversidade arbórea da Floresta Estacional Semidecidual secundária no Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora. *Rodriguésia*, Rio de Janeiro, v. 65, n. 4, p. 817-830, 2014.
- BROWN, S.; LUGO, A. E. Tropical secondary forests. *Journal of Tropical Ecology*, Winchelsea, v. 6, n. 1, p. 1-32, 1990.
- CARVALHO, F. A.; NASCIMENTO, M. T. Estrutura diamétrica da comunidade e das principais populações arbóreas de um

- remanescente de Floresta Atlântica submontana (Silva Jardim-RJ, Brasil). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 33, n. 2, p. 327-337, 2009.
- CASSANO, C. R.; SCHROTH, G.; FARIA, D. Landscape and farm scale management to enhance biodiversity conservation in the cocoa producing region of southern Bahia, Brazil. **Biodiversity Conservation**, Madrid, v. 18, p. 577-603, 2009.
- CHAZDON, R. L. Chance and determinism in tropical forest succession. In: CARSON, W. P.; SCHNITZER, S. A. (Ed.). **Tropical forest community ecology**. Hoboken: Wiley-Blackwell, 2008. p. 384-408.
- CHAZDON, R. L.; FINEGAN, B.; CAPERS, R. S.; SALGADO-NEGRET, B.; CASANOVES, F.; BOUKILI, V.; NORDEN, N. Composition and dynamics of functional groups of trees during tropical forest succession in Northeastern Costa Rica. **Biotropica**, Malden, v. 42, p. 31-40, 2010.
- FEAM. **Mapa de solos do estado de Minas Gerais**. 2011. Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente. Disponível em: <<http://www.feam.br/noticias/1/949-mapas-de-solo-do-estado-de-minas-gerais>>. Acesso em: 10 out. 2013.
- FELFILI, J. M.; CARVALHO, F. A.; HAIDAR, R. F. **Manual para o monitoramento de parcelas permanentes nos biomas Cerrado e Pantanal**. Brasília: Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Florestal, 2005. 54 p.
- FELFILI, J. M.; CARVALHO, F. A.; VENTUROLI, F.; PEREIRA, B. A. S.; LIBANO, A. M.; MACHADO, E. L. M. Análise multivariada: princípios e métodos em estudos de vegetação. In: FELFILI, J. M.; EISENLOHR, P. V.; MELO, M. M. R. F.; ANDRADE, L. A.; MEIRA NETO, J. A. A. (Ed.). **Fitossociologia no Brasil: métodos e estudos de caso**. Vol. 1. Viçosa: Editora UFV, 2011. p. 122-155.
- FONSECA, C. R.; CARVALHO, F. A. Aspectos florísticos e fitossociológicos da comunidade arbórea de um fragmento urbano de Floresta Atlântica (Juiz de Fora, MG). **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, p. 820-832, 2012.
- GONZAGA, A. P. D.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; MACHADO, E. L. M.; HARGREAVES, P.; MACHADO, J. N. M. Diagnóstico florístico-estrutural do componente arbóreo da floresta da Serra de São José, Tiradentes, MG, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte, v. 22, n. 2, p. 505-520, 2008.
- GUARIGUATA, M. R.; LICONA, J. C.; MOSTACEDO, B.; CRONKLETON, P. Damage to Brazil nut trees (*Bertholletia excelsa*) during selective timber harvesting in Northern Bolivia. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 25, n. 8, p. 788-793, 2009.
- HAMMER, Ø.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. **PAST**: paleontological statistics software package for education and data analysis. 2001. Palaeontologia Electronica, PAST, 3.0. Disponível em: <http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/past.pdf>.
- HOBBS, R. J.; ARICO, S.; ARONSON, J.; BARON, J. S.; BRIDGEWATER, P.; CRAMER, V. A.; EPSTEIN, P. R.; EWEL, J. J.; KLINK, C. A.; LUGO, A. E.; NORTON, D.; OJIMA, D.; RICHARDSON, D. M.; SANDERSON, E. W.; VALLADARES, F.; VILÀ, M.; ZAMORA, R.; ZOBEL, M. Novel ecosystems: Theoretical and management aspects of the new ecological world order. **Global Ecology and Biogeography**, Ottawa, v. 15, n. 1, p. 1-7, 2006.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. 271 p.
- JOSE, S. Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: an overview. **Agroforestry Systems**, Columbia, v. 76, p. 1-10, 2009.
- KENT, M.; COKER, P. **Vegetation description and analysis**. New York: John Wiley and Sons, 1992. 365 p.
- KÖPPEN, W. **Das geographische System der Klimate** – handbuch der klimatologie. Vol. 1. Part C. Berlin: Gebr. Bornträger Verlag, 1948. 388 p.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Vol. 1. 5 ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008. 368 p.
- LUGO, A. E. Novel tropical forests: Nature's response to global change. **Tropical Conservation Science**, Menlo Park, v. 6, n. 3, p. 325-337, 2013.
- MAGURRAN, A. E. **Measuring biological diversity**. Malden: Blackwell Publishing, 2004. 256 p.
- MOREIRA, B.; CARVALHO, F. A. A comunidade arbórea de um fragmento urbano de Floresta Atlântica após 40 anos de sucessão secundária (Juiz de Fora, MG, Brasil). **Biotemas**, Florianópolis, v. 26, n. 2, p. 59-70, 2013.
- NORDEN, N. R. L.; CHAZDON, A.; CHAO, Y. H.; JIANG, B.; ALVARADO, V. Resilience of tropical rain forests: tree community reassembly in secondary forests. **Ecology Letters**, Montpellier, v. 12, p. 385-394, 2009.
- OLIVEIRA-NETO, N. E.; NASCIMENTO, D. R.; CARVALHO, F. A. Biodiversity inventory of trees in a neotropical secondary forest after abandonment of shaded coffee plantation. **iForest Biogeosciences and Forestry**, Rome, v. 10, p. 303-308, 2017.
- PARROTTA, J. A. Influence of canopy composition on understory colonization by native species in plantations on a degraded tropical site. **Journal of Vegetation Science**, Xalapa, v. 6, p. 627-636, 1995.
- SCHROTH, G.; FONSECA, G. A. B.; HARVEY, C. A.; GASCO, N. C.; VASCONCELOS, H.; IZAC, A. N. **Agroforestry and biodiversity conservation in tropical landscapes**. Washington: Island Press, 2004. 537 p.
- SILVA-JÚNIOR, W. M. Regeneração natural de espécies arbustivo-arbóreas em dois trechos de uma Floresta Estacional Semidecidual, Viçosa, MG. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 66, p. 169-179, 2004.
- TEKLAY, T. Decomposition and nutrient release from pruning residues of two indigenous agroforestry species during the wet and dry seasons. **Nutrients Cycle in Agroecosystems**, Ithaca, v. 77, p. 115-126, 2007.
- TULLY, K. L.; LAWRENCE, D.; SCANLON, T. M. More trees less loss: nitrogen leaching losses decrease with increasing biomass in coffee agroforests. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, Amsterdam, v. 161, p. 137-144, 2012.
- WERNECK, M. S.; PEDRALI, G.; KOENIG, R.; GIESEKE, L. F. Florística e estrutura de três trechos de uma floresta semidecidual na Estação Ecológica do Tripuí, Ouro Preto, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 23, p. 97-106, 2000.