

AVALIAÇÃO DA REGENERAÇÃO NATURAL COMO INDICATIVO DA CONSOLIDAÇÃO DA RESTAURAÇÃO FLORESTAL EM ÁREA DE REFLORESTAMENTO MISTO

Geanderson Santiago Fernandes *, Francisco de Assis Braga

* Universidade Federal de Viçosa - Câmpus de Florestal-MG, geanderson-biu@hotmail.com

RESUMO

O estudo foi desenvolvido no setor de silvicultura da UFV Câmpus de Florestal, no estado de Minas Gerais, no município de Florestal, localizado na região metropolitana de Belo Horizonte, Brasil. O objetivo foi avaliar o processo de consolidação da restauração florestal de reflorestamento misto, através da avaliação da regeneração natural no sub-bosque do reflorestamento, analisando a composição e a diversidade florística dos indivíduos regenerantes através de quatro parcelas de 4 x 25 m lançadas ao acaso na área. O reflorestamento foi implantado em 1978, com mudas de 29 espécies, em sua maioria de ocorrência na Floresta Estacional Semidecidual do bioma Mata Atlântica. A suficiência de amostragem foi verificada pela análise da curva do coletor. Foram calculados os índices de diversidade de Shannon, de equabilidade de Pielou e a similaridade entre as espécies plantadas e regeneradas por meio do índice de Jaccard. Foram consideradas duas classes de regenerantes com $DAP \geq 5$ cm (recrutas) e com $DAP < 5$ cm (mudas). Foram identificados 498 indivíduos de 53 espécies no sub-bosque da área reflorestada, pertencentes a 25 famílias botânicas. A classe de mudas apresentou 475 indivíduos, distribuídos em 19 famílias e 48 espécies, apresentando densidade total estimada pela amostragem de 11.900 indivíduos.ha⁻¹. A diversidade e equabilidade dos regenerantes com $DAP < 5$ cm foram, respectivamente, 3,023 nats.ind⁻¹ e 0,772. Na classe de recrutas, foram identificados 23 indivíduos, distribuídos em 15 espécies, pertencentes a cinco famílias, que juntos representam uma densidade estimada de 575 ind.ha⁻¹. A diversidade de recrutas foi de 2,692 nats.ind⁻¹ e a equabilidade de 0,95. A área estudada apresentou 29% de similaridade entre as espécies plantadas e regenerantes, estimada pelo índice de Jaccard. Em termos de avanço no processo sucessional, o reflorestamento misto da área promoveu a estruturação do dossel florestal e a regeneração no sub-bosque, e encontra-se na fase de consolidação, com o futuro ingresso de recrutas ao dossel.

PALAVRAS-CHAVE: sucessão florestal, Mata Atlântica, Floresta Estacional, ecologia florestal, área degradada.

INTRODUÇÃO

A degradação dos ecossistemas promove a redução qualitativa e quantitativa da capacidade de sustentação e potencial de produção de bens e serviços nos ambientes em geral, sendo assim um problema mundial, que ocorre nos mais diversos continentes. Quando ocorre alguma alteração, proveniente de fatores naturais ou antrópicos, a condição natural é modificada, alterando o meio ambiente (MARTINS, 2012).

Diante deste cenário, a partir dos anos 80, aumentou-se a preocupação com as questões ambientais, com a manutenção e recuperação do meio ambiente, surgindo reuniões de âmbito mundial e trabalhos que visavam estudar a recuperação de áreas degradadas, tornando-se uma atividade crescente e contemporânea (DAVIDE e BOTELHO, 2015). Segundo Almeida (2016), a recuperação da vegetação de uma área degradada é de extrema importância, uma vez que visa, através de espécies adequadas a cada condição ecológica, proteger o solo e posteriormente estabelecer condições para alcançar uma comunidade estável.

Áreas desflorestadas podem ser reflorestadas por métodos envolvendo processos sucessoriais espontâneos (regeneração natural), através de mecanismos presentes no ambiente, como banco de sementes, banco de plântulas e rebrota, e/ou por meio de restauração ativa (plantio de árvores, semeadura direta e regeneração induzida). Nessa última trabalha-se por meio da intervenção humana sistemática, de forma a superar limitações ao processo de regeneração natural dos ecossistemas, tais como a degradação do solo provocada pela erosão e a perda da camada superficial, colonização inadequada de espécies ocasionada por pouca dispersão, ou o predomínio de plantas invasoras (BRANCALION et al., 2015).

Em sistemas ambientais alterados ou degradados pela ação antrópica, o reflorestamento misto com espécies nativas é uma opção, pois pode promover a melhora e/ou recuperação destes, possibilitando maior equilíbrio ecológico, ao aproximá-los a um processo natural de sucessão ecológica secundária. Os plantios mistos de espécies arbóreas nativas, que representam a intervenção mais comum em áreas degradadas, devem atuar como catalisadores da sucessão ecológica (KLIPPELI et al., 2015), exercendo, por exemplo, a função de atrair a fauna dispersora, através da utilização de espécies com dispersão zoocórica, e aumentar naturalmente a diversidade vegetal, com a chegada de sementes de outras espécies trazidas por dispersores (ALMEIDA, 2016).

O uso de espécies florestais nativas em florestamento misto pode ser eficiente para acelerar a regeneração natural. Uma das estratégias mais eficazes é utilizar maior número de espécies para iniciar a sucessão ecológica. A sucessão ecológica vegetal

pode ser definida como um processo no qual uma comunidade vegetal é gradualmente substituída por outra, com diferentes comportamentos, ao longo do tempo e em um mesmo espaço (ALMEIDA, 2016). Isto se dá principalmente como consequência de perturbações ou fenômenos naturais, ocasionadas pela morte, queda ou quebra de árvores do dossel, sendo substituídas por outras. Assim, o dossel de uma floresta muda continuamente a sua estrutura, provocando alterações que causam diferentes condições, determinando o mosaico de estágios sucessionais na floresta (BRANCALION et al., 2015).

O processo sucessional é muito importante para a manutenção das comunidades. Os pesquisadores passaram a interpretar as áreas em restauração principalmente sob a ótica da dinâmica de clareiras. Nas clareiras, ocorre a substituição de grupos ecológicos, ocorrendo também outras modificações paralelas no ambiente, principalmente nas características do solo. Estudos mostram que existem diferentes aspectos que influenciam o “caminho” da sucessão. Reconheceu-se que cada uma das fases do processo de sucessão podia ser representada por espécies com habilidades diferentes de crescimento, sobrevivência e reprodução, que possuíam características que fizessem com que se adaptassem às condições que o ambiente proporcionava (RODRIGUES et al., 2009).

Com base nisso, adotou-se categorias para classificar as espécies segundo as suas características dentro do processo sucessional, sendo usualmente utilizados termos pioneiras, secundárias e clímax. Alguns dos critérios mais comumente adotados para as classificações das espécies nos grupos ecológicos são a velocidade de crescimento, a tolerância à sombra, o tamanho das sementes e frutos, a longevidade e o tempo para início da fase reprodutiva. De forma geral, o que se espera dos reflorestamentos em que se consorciavam diferentes grupos ecológicos é que o processo de sucessão ocorra de forma “tradicional”, onde ocorre uma sequência de ocupação, que inicialmente passa pelas espécies pioneiras, seguida das secundárias e climáticas (RODRIGUES et al., 2009). O desenvolvimento das mudas plantadas dentro de um modelo sucessional pretende imitar o processo de ocupação de clareiras abertas na floresta. As espécies que primeiro irão se desenvolver são as pertencentes ao grupo das pioneiras típicas (MORAES et al., 2013).

Além disto, deve-se dar preferência aquelas que produzam frutos atrativos para a fauna silvestre, de modo a proporcionar uma maior dispersão de sementes no local, aumentando assim a diversidade vegetal na área a ser restaurada (MORAES et al., 2013). Além disso, a maior diversidade utilizada num plantio misto proporciona um aumento das propriedades emergentes desse ecossistema, aumentando a resistência e elasticidade ambiental, e consequente adaptação aos distúrbios exógenos (DAVIDE e BOTELHO, 2015).

A diversidade da regeneração natural nas áreas em processo de restauração é particularmente um dos indicadores mais eficientes na avaliação do sucesso da restauração, além de apresentar-se também como um excelente sinalizador das ações de manejo necessárias para garantir a sustentabilidade das áreas em restauração (RODRIGUES et al., 2013). Do ponto de vista ecológico, considera-se que um projeto de reintrodução de espécies teve sucesso quando a população reintroduzida dispersa suas sementes e consiga estabelecer uma segunda geração. Então, o sucesso de um projeto de restauração está relacionado com a capacidade de autopropagação de uma comunidade ao longo dos anos, sem que seja necessária a intervenção humana, considerando-se o tempo gasto por sucessivas gerações para crescer e se manter no local (SOUZA, 2014).

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 seu estoque, bem como suas dimensões e distribuição na área (BRANCALION et al., 2015). Os estudos para caracterizar as espécies regenerantes no sub-bosque comumente abordam a riqueza florística, a estrutura fitossociológica e diversidade, buscando compreender o estabelecimento do processo de sucessão ecológica e avaliar o avanço do processo de restauração florestal (FREITAS e MAGALHÃES, 2012).

OBJETIVOS

O presente trabalho teve como objetivos avaliar o processo de consolidação da restauração florestal de um reflorestamento misto, através do estudo fitossociológico e da análise da regeneração natural no sub-bosque.

METODOLOGIA

O trabalho foi realizado em Florestal, região central de Minas Gerais (Figura 1); altitudes entre 684 e 1.158 m; temperaturas médias máxima anual de 28.0°C, mínima anual de 13.9°C e precipitação anual média de 1.465 mm. A cobertura vegetal predominante no município é de Floresta Estacional Semidecidual (FES).

A área estudada tem aproximadamente 0,5 ha; coordenadas 19° 53' 03,92" S, 44° 25' 22,74" O; altitude 770 m, Latossolo Amarelo distrófico argissólico, relevo suave ondulado, localizada no Setor de Silvicultura do Campus de Florestal da Universidade Federal de Viçosa, sendo originalmente coberta por FES, suprimida para formação de pastagem.

Posteriormente, foi realizado o reflorestamento da área em 1978, através do plantio de mudas de 29 espécies predominantemente da FES (Tabela 1), distribuídas ao acaso no terreno, em espaçamento de 7 x 7 m.



Figura 1: Localização do município de Florestal em Minas Gerais.

Fonte: http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:MinasGerais_Municip_Florestal.svg

Tabela 1. Espécies usadas em reflorestamento misto implantado no Setor de Silvicultura do Câmpus de Florestal da Universidade Federal de Viçosa – MG em 1978. GE: grupo ecológico - P: pioneira; SI: secundária inicial; ST: secundária tardia; C: clímax. SD: síndrome de dispersão - ZOO: zocoria; ANEM: anemocoria; AUTO: autocoria.

Fonte: Autores do Trabalho.

Nome científico	Família	GE	SD
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	Fabaceae	SI	AUTO
<i>Anadenanthera macrocarpa</i> (Benth.) Brenan	Fabaceae	SI	ANEM
<i>Adenanthera pavonina</i> L.	Fabaceae	P	AUTO
<i>Balfourodendron riedelianum</i> (Engl.) Engl.	Rutaceae	ST	ANEM
<i>Caesalpinia echinata</i> Lam.	Fabaceae	ST	AUTO
<i>Caesalpinia ferrea</i> Mart. ex Tul.	Fabaceae	ST	ZOO
<i>Caesalpinia pluviosa</i> DC.	Fabaceae	P	AUTO
<i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) Kuntze	Lecythidaceae	ST	ZOO
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	Meliaceae	SI	ANEM
<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	Malvaceae	ST	ANEM
<i>Chorisia speciosa</i> A.St.-Hil.	Malvaceae	ST	ANEM
<i>Dalbergia nigra</i> (Vell.) Allemão ex Benth.	Fabaceae	SI	AUTO
<i>Delonix regia</i> (Bojer ex Hook.) Raf.	Fabaceae	P	ANEM
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	Fabaceae	P	ZOO
<i>Esenbeckia grandiflora</i> Mart.	Rutaceae	ST	AUTO
<i>Genipa americana</i> L.	Rubiaceae	P	AUTO
<i>Gmelina arborea</i> Roxb. ex Sm.	Lamiaceae	ST	AUTO
<i>Hevea brasiliensis</i> (Willd. ex A.Juss.) Müll. Arg.	Euphorbiaceae	ST	AUTO
<i>Holocalyx balansae</i> Micheli.	Fabaceae	C	ZOO
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	Fabaceae	ST	ZOO
<i>Joannesia princeps</i> Vell.	Euphorbiaceae	P	AUTO
<i>Mabea brasiliensis</i> Müll. Arg.	Euphorbiaceae	P	ZOO
<i>Melanoxylon brauna</i> Schott	Fabaceae	ST	AUTO
<i>Ocotea odorifera</i> (Vell.) Rohwer	Lauraceae	SI	ZOO
<i>Paratecoma peroba</i> (Record) Kuhlman.	Bignoniaceae	SI	ANEM
<i>Samanea tubulosa</i> (Benth.) Barneby & J. W. Grimes	Fabaceae	P	ANEM
<i>Sapindus saponaria</i> L.	Sapindaceae	P	AUTO

<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) Blake	Fabaceae	SI	ZOO
<i>Tibouchina granulosa</i> (Desr.) Cogn.	Melastomataceae	P	ANEM

Os tratos culturais, até o fechamento do dossel, consistiram no coroamento das mudas e no bosqueamento (roçada manual). A matriz de paisagem e o entorno são ocupados por eucaliptos, pastagem e fragmentos remanescentes de FES. (Figura 2).



Figura 2 - Imagem aérea da área de reflorestamento misto em estudo (A); Floresta Estacional Semidecidual (B) e plantio de eucaliptos (C). Fonte: Google Earth.

Para avaliação da regeneração natural arbórea do sub-bosque foram demarcadas quatro unidades amostrais ao acaso, de 4 x 25 m, conforme proposto por Rodrigues et al. (2013). Os indivíduos regenerantes foram identificados em campo e confirmados através consulta a bibliografia (família e espécie); mensurados os DAPs (Diâmetro à Altura do Peito à 1,30 m do nível do solo).

Os dados foram armazenados e organizados em planilhas eletrônicas. A suficiência amostral foi verificada através da estabilização da curva de acumulação de espécies e indivíduos. Para caracterização da comunidade regenerante foram calculados os parâmetros fitossociológicos, conforme descrito por Freitas e Magalhães (2012), sendo determinado o índice de valor de importância (IVI) de cada espécie, através da soma da densidade, frequência e dominância dos indivíduos. Para comparação entre espécies plantadas e regeneradas utilizou-se o índice de similaridade de Jaccard. Foram identificadas as síndromes de dispersão de cada espécie regenerante - autocoria, zoocoria e anemocoria - e os grupos ecológicos - pioneira, secundária inicial ou tardia e clímax (CARVALHO, 2014). Foram consideradas duas classes de indivíduos regenerantes: mudas (DAP < 5 cm) e recrutas (DAP ≥ 5 cm). A diversidade foi avaliada com o índice de Shannon e a equabilidade com o índice de Pielou (FREITAS e MAGALHÃES, 2012).

RESULTADOS

A suficiência amostral foi atestada pela curva de acúmulo de espécies e indivíduos (Figura 3), indicando que as quatro unidades amostrais de 100 m², no total de 400 m², foi suficiente para representar a composição florística da regeneração natural fragmento. A curva de acumulação de espécies e indivíduos amostrados na área estudada tendeu a estabilizar-se a partir de 40 espécies e 500 indivíduos.

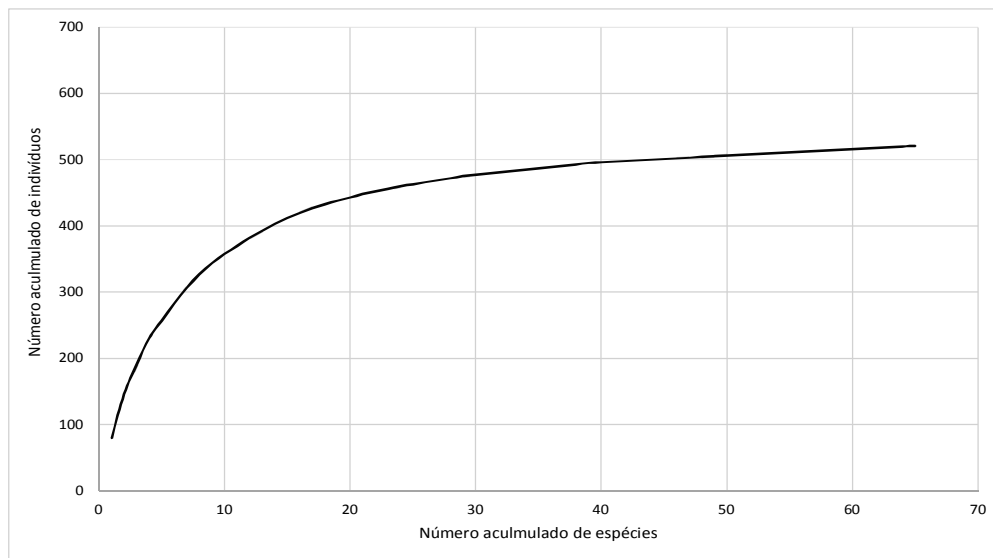


Figura 3: Curva do coletor da regeneração natural no sub-bosque de reflorestamento misto no Setor de Silvicultura do Campus de Florestal da Universidade Federal de Viçosa - MG. Fonte: Autores do Trabalho.

Foram identificados 498 indivíduos de 53 espécies no sub-bosque da área reflorestada, distribuídos em 25 famílias botânicas, com destaque para Fabaceae, Rutaceae, Bignoniaceae e Euphorbiaceae. Ferreira et al. (2010), avaliando a regeneração natural sob reflorestamento misto, também observaram predomínio da família Fabaceae, seguida por Myrtaceae, Anacardiaceae, Melastomataceae e Asteraceae. A família Fabaceae é a mais numerosa entre as árvores das florestas tropicais (CARVALHO, 2014).

As espécies que apresentaram maior número de indivíduos na regeneração natural não foram as mesmas plantadas inicialmente. Pelo índice de Jaccard, a área estudada apresentou 29,7% de similaridade entre as espécies plantadas e as regeneradas, com 19 espécies em comum, 34 exclusivas da regeneração natural e 11 plantadas. As exceções foram para as espécies *Samanea tubulosa* (Benth.) Barneby & J. W. Grimes (Fabaceae), *Hevea brasiliensis* (Willd. ex A.Juss.) Müll. Arg. (Euphorbiaceae), *Paratecoma peroba* (Record) Kuhl. (Bignoniaceae), *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. (Fabaceae), *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong (Fabaceae), *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake (Fabaceae), *Gmelina arborea* Roxb. ex Sm. (Lamiaceae), *Delonix regia* (Bojer ex Hook.) Raf. (Fabaceae), *Joannesia princeps* Vell. (Euphorbiaceae) e *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan (Fabaceae), que foram plantadas (Tabela 1) e também apresentaram indivíduos regenerantes no sub-bosque.

Tal fato evidencia a relevância do aporte de propágulos externos na área e a efetiva contribuição dos mecanismos de dispersão das espécies na colonização do sub-bosque (VIANE et al., 2010). Entre as espécies regeneradas no banco de mudas, destacou-se a zoocoria, enquanto no estrato de recrutas predominaram as espécies anemocóricas e autocóricas (Figura 4).

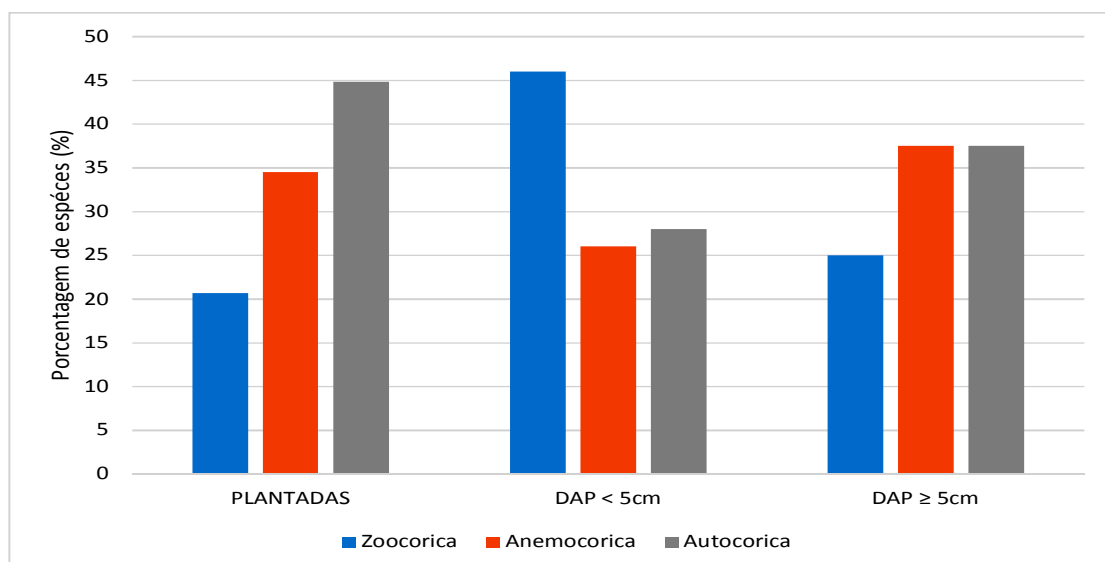


Figura 4: Síndromes de dispersão das espécies presentes nos diferentes estratos arbóreos de reflorestamento misto no Setor de Silvicultura do Campus UFV de Florestal, MG. Fonte: Autores do Trabalho.

De acordo com Ferreira et al. (2010), as espécies zoocóricas atuam como facilitadoras no processo da sucessão ecológica, pois proporcionam interação da vegetação com a fauna, favorecendo o aumento do fluxo biológico entre os fragmentos nativos e os reflorestamentos. No presente estudo, a presença expressiva de espécies zoocóricas na regeneração natural de mudas pode estar relacionada com a formação de corredor ecológico ligado à área reflorestada, bem como ao efeito de “poleiro vivo”, decorrente da estruturação do dossel florestal (VIANI et al., 2010).

No estrato de mudas (DAP < 5 cm) foram identificados 475 indivíduos, distribuídos em 19 famílias e 48 espécies, com destaque para *Dialium guianense* (Aubl.) Sandwith (Fabaceae), *Centrolobium tomentosum* Guillem. ex Benth. (Fabaceae), *Triplaris americana* L. (Polygonaceae), *Nectandra* sp (Lauraceae), *Copaifera langsdorffii* Desf. (Fabaceae), *Myrcia splendens* (Sw.) DC. (Myrtaceae), *Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze (Lecythidaceae), *Caesalpinia phuviosa* DC. (Fabaceae) e *Sapindus saponaria* L (Sapindaceae), com os maiores valores de IVI. Estas espécies representam 21% do total da diversidade florística amostrada e detém 76% da densidade de mudas. A densidade total de mudas, estimada pela amostragem, foi de 11.900 indivíduos/ha.

No levantamento da regeneração natural, realizado por Ferreira et al. (2010) na hidrelétrica de Camargos - MG, foram identificadas 64 espécies arbustivo-arbóreas, pertencentes a 27 famílias. Nóbrega et al. (2008) encontraram 1.990 indivíduos regenerantes com DAP < 5 cm, pertencentes a 24 famílias e 51 espécies. Souza (2014) identificou 291 indivíduos, pertencentes a 64 espécies, 43 gêneros e 27 famílias botânicas, na regeneração natural de plantio misto.

No estrato de recrutas (DAP ≥ 5 cm) foram identificados 23 indivíduos, distribuídos em 15 espécies (Tabela 2), pertencentes a cinco famílias - Fabaceae, Sapindaceae, Bignoniaceae, Lamiaceae, Anacardiaceae -, que representam uma densidade estimada de 575 ind/ha. As espécies com os maiores valores de IVI foram *C. tomentosum*, *S. saponaria*, *Plathymenia reticulata* Benth. (Fabaceae), *C. langsdorffii*, *Platypodium elegans* Vogel (Fabaceae), *Spathodea campanulata* P. Beauv. (Bignoniaceae) e *Dalbergia nigra* (Vell.) Allemão ex Benth. (Fabaceae).

Vale destacar que foram encontrados recrutas de espécies não presentes na classe de mudas (DAP < 5 cm), como *P. reticulata*, *P. elegans*, *Adenantha pavonina* L., *Caesalpinia echinata* Lam. e *Caesalpinia ferrea* Mart., indicando descontinuidade na regeneração dessas espécies no sub-bosque (Tabela 2). A ordem dos valores de IVI indica o grau de recrutamento das espécies entre a fase de muda e de recruta. Por exemplo, *D. guianense* perdeu sua importância entre as recrutas, ao passo que *C. tomentosum* manteve-se importante nas classes de muda e recruta.

Tabela 2. Espécies com DAP ≥ 5cm encontradas no sub-bosque de reflorestamento misto no Setor de Silvicultura do Câmpus de Florestal da Universidade Federal de Viçosa, Florestal, MG. SD: Síndrome de Dispersão - ZOO: Zoocoria; ANEM: Anemocoria; AUTO: Autocoria; GE: Grupo Ecológico - P: pioneira; SI: secundária inicial; ST: secundária tardia; C: clima; IVI: índice de valor de importância dos recrutas (DAP > 5 cm); IVIp: índice de valor de importância parcial (densidade relativa + frequência relativa) das mudas (DAP < 5 cm). Fonte: Autores do Trabalho.

Nome científico	Família	SD	GE	IVI (%)	IVIp (%)
<i>Centrolobium tomentosum</i> Guillem. ex Benth.	Fabaceae	ANEM	SI	15,8	8,8
<i>Sapindus saponaria</i> L.	Sapindaceae	AUTO	P	12,1	3,5
<i>Plathymenia reticulata</i> Benth.	Fabaceae	ANEM	SI	11,3	-
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	Fabaceae	ZOO	ST	8,0	5,1
<i>Platypodium elegans</i> Vogel	Fabaceae	ANEM	SI	7,3	-
<i>Spathodea campanulata</i> Beauv.	Bignoniaceae	ANEM	P	6,5	1,6
<i>Dalbergia nigra</i> (Vell.) Benth	Fabaceae	AUTO	SI	5,8	1,3
<i>Gmelina arborea</i> Robx.	Lamiaceae	ZOO	ST	5,1	0,7
<i>Caesalpinia peltophoroides</i> Benth.	Fabaceae	AUTO	P	5,1	3,9
<i>Adenantha pavonina</i> L.	Fabaceae	AUTO	SI	4,6	-
<i>Caesalpinia echinata</i> Lam.	Fabaceae	AUTO	ST	4,2	-
<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott & Spreng.	Anacardiaceae	ANEM	ST	3,9	0,7
<i>Dialium guianense</i> (Aubl.) Sandwith	Fabaceae	ZOO	C	3,4	10,6
<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F. Macbr	Fabaceae	ANEM	SI	3,4	4,8
<i>Caesalpinia ferrea</i> Mart	Fabaceae	AUTO	ST	3,4	-

A diversidade da regeneração natural no estágio de mudas foi de 3,02 nats.ind⁻¹, e a equabilidade de 0,77. Na classe de recrutas, a diversidade foi de 2,69 nats.ind⁻¹, e a equabilidade de 0,95, indicando, em ambos casos, uma distribuição uniforme e equilibrada entre as espécies, notadamente no estágio de recrutas. No Inventário Florestal do Estado de Minas Gerais, Scolforo et al. (2008) observaram amplo intervalo de valores desses parâmetros para fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual, com índices de diversidade de entre 0,332 a 4,739 nats ind⁻¹ e de equabilidade entre 0,185 e 0,912.

Vale destacar, entretanto, a expressiva redução na densidade e na diversidade de espécies entre os estágios de mudas e recrutas, indicando o baixo sucesso no recrutamento de indivíduos/espécies para futura ocupação do dossel, e consequente avanço do processo sucessional na área reflorestada. A sucessão florestal secundária envolve três fases - estruturação, consolidação e maturação. Na estruturação, ocorre a formação do dossel e a criação do ambiente florestal sombreado. Três aspectos desta fase interferem na evolução para a fase subsequente de consolidação: o grau de sombreamento do sub-bosque, a riqueza e abundância de espécies pioneiras no dossel, e a presença, abundância e distribuição espacial de secundárias iniciais no sub-bosque. Para que a fase de consolidação seja alcançada e superada, é necessário que o dossel inicial (estruturação) se desfça gradualmente, formando poucas clareiras pequenas e regularmente espalhadas; que preexistam espécies secundárias iniciais no sub-bosque sombreado, em densidade adequada, distribuídas pela área, e que não sejam jovens demais, apresentando porte muito pequeno (BRANCALION et al. 2015).

Considerando os grupos ecológicos presentes na área reflorestada, verifica-se alteração na proporção de cada grupo ao longo do tempo. A maioria das espécies plantadas no reflorestamento são secundárias tardias, seguidas de pioneiras e secundárias iniciais, configurando um dossel relativamente longo e denso. No banco de mudas, observou-se, praticamente, a mesma proporção entre grupos ecológicos das espécies plantadas, enquanto no estrato de recrutas, houve expressivo aumento das espécies secundárias iniciais, sinalizando a possibilidade de sua ocupação futura no dossel florestal (Figura 5).

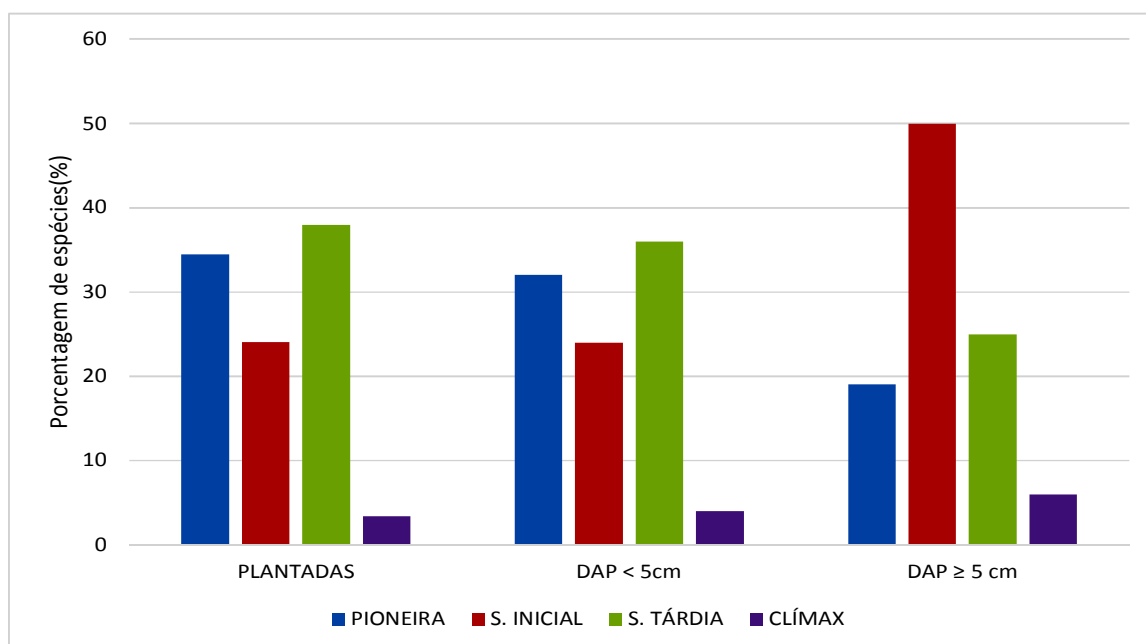


Figura 5: Grupos ecológicos presentes nos diferentes estratos arbóreos de reflorestamento misto no Setor de Silvicultura do Campus UFV de Florestal - MG. Fonte: Autores do Trabalho.

Segundo Piña-Rodrigues et al. (1990), as espécies pioneiras formam banco de sementes e banco de mudas efêmero, devido à sua intolerância ao sombreamento. Por outro lado, as espécies dos estágios finais de sucessão florestal tendem a formar e manter banco de mudas e recrutas no sub-bosque, devido a sua tolerância ao sombreamento. As espécies secundárias constituem banco de plântulas, pois as suas sementes normalmente não possuem dormência e/ou não exigem luz para germinar, enquanto as pioneiras permanecem abundantes no banco de sementes, germinando em ambientes com maior luminosidade, como por exemplo, a partir da abertura de uma clareira.

Embora a área estudada tenha fontes de propágulos próximos e esteja numa matriz de paisagem com fragmentos florestais remanescentes, o plantio inicial, com relativamente baixa diversidade, poucas espécies pioneiras (34%) (Tabela 1), espécies longevas e de copa densa, baixa entrada de luz nos estratos inferiores e pouca abertura de clareiras, propiciou a regeneração natural no sub-bosque, mas limitou a diversidade e a densidade do recrutamento. O reflorestamento misto, implantado há 40

anos, propiciou a estruturação do dossel e a regeneração no sub-bosque, mas ainda não superou o estágio de consolidação, com o recrutamento de novas espécies ao dossel florestal.

Cada espécie do dossel de uma floresta pode exercer grande influência sobre o ambiente situado sob a sua copa, afetando, por exemplo, o padrão de luminosidade e efeitos alelopáticos no sub-bosque. Uma vez modificado o ambiente, todo o processo de germinação de sementes, recrutamento de plântulas será influenciado (BRANCALION et al, 2015). Segundo, Moraes et al. (2013), as árvores do dossel são as “engenheiras” da floresta, determinando a composição e a estrutura da comunidade que se desenvolve sob a projeção de suas copas.

Segundo Viani et al. (2010), vários fatores podem influenciar na dinâmica florestal, notadamente a densidade de copas e a disponibilidade de luz. Considerando que a luz é um fator primordial na dinâmica de regeneração natural, as variações na densidade de copas atuam como reguladores da regeneração no sub-bosque dos plantios florestais. Neste caso, as espécies da fase inicial de estruturação influenciam diretamente na regeneração, atuando como um dos mais importantes filtros a direcionar o processo sucessional da comunidade em regeneração.

A redução na densidade de indivíduos com $DAP \geq 5$ cm, em relação ao estágio de mudas, provavelmente se deve à alta competição por recursos no sub-bosque. De acordo com Piña-Rodrigues et al. (1990), em florestas tropicais a manutenção do banco de mudas é uma estratégia na qual as populações existentes persistem no sub-bosque em condições com limitação de recursos, como luz, água, nutrientes e temperatura. Dessa forma, o banco de mudas pioneiras, tende a diminuir sua densidade de indivíduos devido à alta competição. Com o aparecimento de uma clareira, também surge uma oportunidade de crescimento, onde as espécies oportunistas, que crescem a pleno sol, tendem a se desenvolver mais rapidamente, chegando a ocupar o espaço aberto com a morte das espécies anteriores. Nessa classe, comumente as secundárias estão em maior número, graças ao fato de crescerem em condições de baixa luminosidade, porém em velocidade reduzida.

CONCLUSÕES

O estoque de regeneração natural no sub-bosque da área reflorestada apresentou alta densidade e diversidade de espécies arbóreas no estágio de mudas ($DAP < 5$ cm), com predomínio de espécies pioneiras e secundárias iniciais e dispersão zoocórica.

Houve baixo recrutamento do estoque de mudas para o estrato com $DAP \geq 5$, com forte redução na densidade e na diversidade de espécies, predominando as secundárias iniciais e as síndrome de dispersão autocórica ou anemocórica.

O reflorestamento misto, implantado há 40 anos, propiciou a estruturação do dossel e a regeneração natural de mudas de espécies arbóreas no sub-bosque, mas limitou a evolução do processo sucessional, via recrutamento de novas espécies ao dossel florestal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Almeida, D. S. **Recuperação ambiental da mata atlântica**. SciELO-Editus-Editora da UESC, 2016.
2. Brancalion, P. S. Gandolfi, S.; Rodrigues, R. R. **Restauração florestal**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.
3. Carvalho, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2014.
4. Davide, A. C.; Botelho, S. A. **Fundamentos e métodos de restauração de ecossistemas florestais: 25 anos de experiência em matas ciliares**. Lavras: Editora UFLA, 2015.
5. Freitas, W. K.; Magalhaes, L. M. S. Métodos e parâmetros para estudo da vegetação com ênfase no estrato arbóreo. **Floresta e Ambiente**, v. 19, n. 4, p. 520-540, 2012.
6. Ferreira, W. C.; Botelho, S. A.; Davide, A. D.; Faria, J. M. R.; Ferreira, D. F. Regeneração natural como indicador de recuperação de área degradada a jusante da usina hidrelétrica de Camargos, MG. **Revista Árvore**, v.34, n.4, p.651-660, 2010.
7. Klippeli, V. H.; Pezzopane, J. E. M.; Silva, G. F.; Caldeira, M. V. W.; Pimenta, L. R.; Toledo, J. V. Avaliação de métodos de restauração florestal de mata de tabuleiros. **Revista Árvore**, v. 39, n. 1, p. 69-79, 2015.
8. Martins, S. V. (ed.) **Restauração ecológica de ecossistemas degradados**. Viçosa: Ed. UFV, 2012.
9. Moraes, L. F. D.; Assumpção, J. M.; Pereira, T. S.; Luchiari, C. **Manual técnico para a restauração de áreas degradadas no Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2013.
10. Nóbrega, A. M. F. Valeri, S. V.; Paula, R. C.; Silva, S. A. Regeneração natural em remanescentes florestais e áreas reflorestadas da várzea do rio Mogi-Guaçu, Luiz Antônio - SP. **Revista Árvore**, v. 32, n. 5, p. 909-920, 2008.
11. Piña-Rodrigues, F. C. M.; Costa, L. G. S.; Reis, A. **Estratégias de estabelecimento de espécies arbóreas e o manejo de florestas tropicais**. In: Anais VI Congresso Florestal Brasileiro, Campos do Jordão, 1990. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, v.3, p.676-684, 1990.



12. Rodrigues, R. R.; Brancalion, P. H. S.; Isernhagen, I. **Pacto pela restauração de Mata Atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal**. São Paulo: USP/ESALQ/LERF, 2009.
13. Scolforo, J. R. S.; Mello, J. M.; Silva, C. P. C. **Inventário florestal de Minas Gerais. Floresta Estacional Semidecidual e Ombrófila: florística, estrutura, diversidade, similaridade, distribuição diamétrica e de altura, volumetria, tendências de crescimento e áreas aptas para manejo florestal**. Lavras: Editora UFLA, 2008.
14. Souza, L. M. **Regeneração natural como indicador de sustentabilidade em áreas em processo de restauração**. 127f. 2014. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2014.
15. Viani, R. A. G.; Durigan, G.; Melo, A. C. G. A Regeneração natural sob plantações florestais: desertos verdes ou redutos de biodiversidade? **Ciência Florestal**, v. 20, n. 3, p. 533-552, 2010.