

# AVALIAÇÃO DE MÉTODOS DE RESTAURAÇÃO FLORESTAL DE MATA DE TABULEIROS-ES<sup>1</sup>

Valéria Hollunder Klippel<sup>2</sup>, José Eduardo Macedo Pezzopane<sup>3</sup>, Gilson Fernandes da Silva<sup>3</sup>, Marcos Vinicius Winckler Caldeira<sup>3</sup>, Luciano Roncete Pimenta<sup>4</sup> e João Vitor Toledo<sup>4</sup>

**RESUMO** – O objetivo deste estudo foi avaliar o crescimento de espécies florestais nativas mediante a utilização de diferentes métodos de restauração florestal e submetidas a diferentes técnicas de manutenção, em uma Mata de Tabuleiros. O experimento foi instalado em agosto de 2007, na Reserva Natural Vale (RNV), Linhares, ES, em blocos casualizados que consistiram em quatro tratamentos e três repetições, sendo: T1 (Controle) controle de formigas-cortadeiras; T2 capina química seletiva e controle de formigas e das espécies tolerantes ao herbicida; T3 Idem ao T2 + plantio de 14 espécies pioneiras da Mata Atlântica (espaçamento: 5 x 5 m) intercalado com semeio de *Sesbania grandiflora* em covas; e T4 Idem ao T2 + plantio de 54 espécies da Mata Atlântica (3 x 3 m). Foram medidos e identificados os indivíduos com DAP  $\geq$  a 5 cm, no momento da implantação do experimento e nos três anos posteriores. No terceiro ano, também foi coletado o IAF. As famílias mais ricas em espécies no terceiro ano de estudo foram Fabaceae, Anacardiaceae e Lecythidaceae, sendo somente no T4 observadas espécies nos quatro grupos ecológicos. O maior índice de área foliar foi observado no T3, indicando maior sombreamento da área. O ingresso de número de indivíduos e de área basal foi superior nos T3 e T4, sugerindo maior crescimento da vegetação, em que houve plantio de mudas. De forma geral, a eliminação da matocompetição atuou positivamente no crescimento da vegetação arbórea.

Palavras-chave: Mata Atlântica; Crescimento; Grupos funcionais.

## EVALUATION OF FOREST RESTORATION METHODS OF TABLELAND FOREST, ES

**ABSTRACT** – The aim of this study was to evaluate the growth of native forest species using different forest restoration methods and under different maintenance techniques, in a Tableland Forest. The experiment was installed in August 2007 in 'Reserva Natural Vale (RNV), Linhares, ES, in a randomized blocks that consisted of 4 treatments and 3 replications: T1 (control) ants control; T2 selective chemical weeding, ants control and control of herbicide tolerant species; T3 same as T2 + planting of 14 pioneer species of the Atlantic Rainforest (spacing: 5 x 5 m) and intercalated seeding of *Sesbania grandiflora* in pits; and T4 same as T2 + planting of 54 species of the Atlantic Rainforest (3 x 3 m). Plants with DBH  $\geq$  5 cm were measured and identified at the time of the installation of the experiment and the three subsequent years. In the third year the IAF was also collected. The richest families in species in the third year of study were Fabaceae, Anacardiaceae and Lecythidaceae, and only in T4 species were observed in the four ecological groups. The higher leaf area index was observed in T3, indicating greater shading area.

---

<sup>1</sup> Recebido em 16.07.2013 aceito para publicação em 08.10.2014

<sup>2</sup> Universidade Federal do Espírito Santo, Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Jerônimo Monteiro, ES, Brasil. E-mail: <vhklippel@gmail.com>.

<sup>3</sup> Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, Jerônimo Monteiro, ES - Brasil. E-mail: <pezzopane2007@yahoo.com.br>, <gilson.silva@pq.cnpq.br> e <caldeiramv@yahoo.com.br>.

<sup>4</sup> Universidade Federal do Espírito Santo, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Alegre, ES, Brasil. E-mail: <lucianorpimenta@yahoo.com.br> e <jvitor\_agr@yahoo.com.br>.

*The ingrowth of plants and basal area was higher in T3 and T4, suggesting greater vegetation growth, where seedlings were planted. In general, the elimination of weed competition worked positively in the tree growth.*

*Keywords: Atlantic Rainforest; Growth; Functional groups.*

## 1. INTRODUÇÃO

A Mata Atlântica é um dos biomas mundiais que se destacam não só por apresentar alta biodiversidade, mas também devido ao ritmo acelerado de devastação ambiental. Estima-se que restam apenas 11% da floresta original (RIBEIRO et al., 2009), o que evidencia a importância de ações de conservação e restauração dessas áreas.

A Mata de Tabuleiros, uma das formações florestais da Floresta Ombrófila Densa da faixa litorânea (PEIXOTO, 1992), ocorre, principalmente, entre o Sul da Bahia e o Norte do Espírito Santo, sendo condicionada, sobretudo, pelo solo e clima. O solo apresenta-se muito pobre, e o clima é quente e úmido, mas há um período de seca bem evidente (THOMAZ, 2010).

A restauração florestal é considerada importante instrumento para a recuperação de áreas degradadas, resgatando em parte a forma e função inerentes a essas paisagens naturais (HOBBS; HARRIS, 2001; LAMB et al., 2005). Segundo Parrotta et al. (1997), a regeneração natural de florestas tropicais é, muitas vezes, lenta e incerta em virtude da combinação de fatores, como a agressividade e dominância de plantas invasoras, a recorrência das queimadas, as condições microclimáticas desfavoráveis, a baixa fertilidade dos solos e a exaustão do banco de sementes. Como alternativa, vários estudos têm sugerido a preparação intensiva do local, reduzindo a concorrência causada por gramíneas, aumentando a sobrevivência e taxas de crescimento de mudas plantadas ou naturalmente estabelecidas (PARROTTA et al., 1997; SINGH et al., 2000; FLORENTINE; WESTBROOKE, 2004; LALIBERTE et al., 2008).

O plantio de mudas tem sido o método mais utilizado em projetos de restauração (FERREIRA et al., 2007), pois ameniza os fatores desfavoráveis, acelerando a sucessão natural (BROWN; LUGO, 1994; SILVA JÚNIOR et al., 1995). Em locais com limitações ambientais à sucessão de espécies, a regeneração natural pode ser potencializada por meio do plantio de espécies facilitadoras. Espécies leguminosas apresentam vantagem adicional por estabelecerem simbiose com bactérias

fixadoras de N<sub>2</sub> atmosférico. Pesquisas indicam que plantios de leguminosas beneficiam a regeneração natural de espécies nativas (CHADA et al., 2004).

Diante do exposto, o monitoramento e avaliação dos projetos de restauração florestal tornam-se fundamentais para o avanço do conhecimento científico-tecnológico, o que pode subsidiar novas propostas e nortear a tomada de decisões (RODRIGUES et al., 2010).

Este estudo tem como objetivo avaliar o crescimento de espécies florestais nativas, mediante a utilização de diferentes métodos de restauração florestal e submetidas a diferentes técnicas de manutenção. Associado a isso, foi avaliado e acompanhado o número de espécies que ingressaram na área via dispersão. Pretendeu-se com este estudo contribuir para o conhecimento sobre a restauração de Florestas de Tabuleiro.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi realizado na Reserva Natural Vale (RNV), Linhares, ES. O clima da região é do tipo Aw (KÖPPEN, 1948), tropical quente e úmido, com estação chuvosa no verão e seca no inverno. A precipitação pluviométrica média anual é de 1.202 mm e a temperatura média anual, de 23,3 °C, com média mínima de 14,8 °C e máxima de 34,2 °C. A umidade relativa apresenta pouca variabilidade com médias anuais de 80,6 a 86,6% (JESUS; ROLIM, 2005).

A Floresta de Tabuleiro na RNV é classificada como Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas (VELOSO et al., 1991). O solo da área de estudo é classificado como Argissolo Amarelo (SANTOS et al., 2006).

O experimento foi instalado em agosto do ano 2007, em blocos casualizados com quatro tratamentos e três repetições, ocupando área total de 7,02 ha (12 unidades experimentais UE), em que cada UE tem 65 x 90 m. No entanto, a área útil de cada UE é 50 x 40 m, existindo uma borda entre um tratamento e outro.

Os seguintes tratamentos foram aplicados no momento da implantação: T1 (Controle) Somente o controle de formigas-cortadeiras; T2 Roçada manual seletiva, capina química seletiva, controle de formigas e das espécies tolerantes ao herbicida, como algumas lianas ocorrentes, que foram destocadas; T3 Idêntico ao Tratamento 2, mas com o plantio aleatório de mudas de 14 espécies pioneiras da Mata Atlântica (Tabela 1), no espaçamento de 5 x 5 m, intercalando, no mesmo espaçamento, o semeio de *Sesbania grandiflora* em covas (10 sementes por cova). Portanto, o espaçamento final para esse tratamento foi de 2,5 x 2,5 m; e T4 Idêntico ao Tratamento 2, mas com o plantio aleatório de mudas de 54 espécies da Mata Atlântica (Tabela 1), no espaçamento próximo de 3 x 3 m.

Nos Tratamentos 3 e 4, em que houve plantio de mudas, procedeu-se à adubação composta por 200 g de superfosfato simples, aplicado na cova no momento do plantio. As espécies nativas da Mata Atlântica utilizadas nos Tratamentos 3 e 4 (Tabela 1) foram classificadas em quatro grupos ecológicos (GE): pioneiras (PI), secundárias iniciais (SI), secundária tardia (ST) e climáxica (CL), de acordo com os estudos realizados por Lima et al. (2010), Colonetti et al. (2009), Jesus e Rolim (2005), Silva et al. (2003) e Rolim et al. (1999).

Após a implantação do experimento, as atividades para manutenção dos tratamentos foram realizadas anualmente. No Tratamento 1 houve somente controle de formigas, uma vez por ano, nos três anos posteriores à implantação do experimento. Nos Tratamentos 2, 3 e 4, realizou-se o controle de formigas duas vezes em cada ano. Além disso, efetuaram-se a roçada manual seletiva e a aplicação seletiva de herbicida no primeiro, segundo e terceiro anos após a implantação, respectivamente, 4, 3 e 2 e 2, 1 e 1 vezes por ano. Nos Tratamentos 3 e 4, também ocorreu o coroamento de mudas 2, 1 e 1 vezes por ano, respectivamente, no primeiro, segundo e terceiro anos após a implantação do estudo.

No estudo florístico e de crescimento da vegetação arbórea dos tratamentos, foram medidos e identificados os indivíduos, segundo coletas depositadas no Herbário CVRD, com Diâmetro à Altura do Peito (DAP) igual ou superior a 5 cm, no momento da implantação do experimento (agosto de 2007) e no primeiro (agosto

de 2008), segundo (agosto de 2009) e terceiro (agosto de 2010) anos após a implantação. Para esses indivíduos, primeiramente foi medida a Circunferência à Altura do Peito (CAP), utilizando uma fita métrica que, posteriormente, foi convertida em DAP.

Utilizando os dados dos inventários, DAP e listagem de espécies, foram calculados os seguintes parâmetros: ingresso total do número de indivíduos  $ha^{-1}$  (INI  $ha^{-1}$ ) e ingresso da área basal (IAB em  $m^2 ha^{-1}$ ) no primeiro, segundo e terceiro anos de experimentação.

Os dados de ingresso do número de indivíduos  $ha^{-1}$  e da área basal nos tratamentos em estudo foram submetidos à análise de perfis a 5% de probabilidade, conforme Johnson e Wichern (1998), em rotina implementada no *software* Matlab 6.5<sup>®</sup>. A análise de perfis tem por objetivo testar hipóteses sobre os perfis médios de respostas dos diversos tratamentos, isto é, sobre os valores médios da variável resposta nas diferentes condições de observação. Essa análise é realizada por pares de perfis médios dos tratamentos, em que estes são testados em três etapas. Na primeira, testou-se se os perfis médios de resposta dos diferentes tratamentos são paralelos, ou seja, se a interação entre os tratamentos e o tempo é nula. Assumindo que os perfis são paralelos, testa-se se esses perfis são coincidentes, ou seja, se existe diferença significativa entre as médias dos tratamentos. Por fim, se os perfis são coincidentes, testa-se se os perfis são horizontais. Neste último caso, analisa-se se há diferença significativa das médias no tempo. Quando os perfis são horizontais, pressupõe-se que as médias dos tratamentos analisados são coincidentes e, portanto, iguais, mas existe diferença entre elas no tempo. Para averiguar essa diferença, foi realizado o teste de médias pelo Método de Bonferroni a 5% de probabilidade.

O índice de área foliar (IAF) foi coletado em todas as unidades experimentais utilizando o aparelho LAI-2000 (LI-COR, PCH1773). Foram medidos 20 pontos, de forma aleatória, em cada unidade experimental a 70 cm de altura. O aparelho determinou um IAF médio por unidade experimental. A coleta dos pontos ocorreu no mês de novembro de 2010, nas primeiras horas do dia ou no fim da tarde, conforme a metodologia descrita no manual do equipamento. Os valores de IAF de cada tratamento foram submetidos à análise de variância; quando significativas, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 1** – Espécies florestais nativas da Mata Atlântica utilizadas nos tratamentos 3 e 4 com os respectivos Grupos Ecológicos (GE) listados segundo a família, espécie e nome popular.

**Table 1** – Native species of the Atlantic Rainforest used in treatments 3 and 4 with their respective Ecological Groups (GE) listed by family, species and common name.

Família	Nome científico	Nome vulgar	GE	Tratamento
ANACARDIACEAE	<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	Ademe	SI	4
APOCYNACEAE	<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i> Müll. Arg.	Peroba-osso	ST	4
ARECACEAE	<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	Gerivá	ST	4
BIGNONIACEAE	<i>Sparattosperma leucanthum</i> (Vell.) K. Schum.	Cinco-folhas	PI	3 e 4
	<i>Handroanthus riodecensis</i> (A.H. Gentry) S. O. Grose	Ipê-amarelo	SI	4
	<i>Handroanthus umbellatus</i> (Sond.) Mattos	Ipê-brasil	PI	4
	<i>Handroanthus ochraceus</i> (Cham.) Mattos	Ipê-cocoeira	SI	4
	<i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) S. O. Grose	Ipê-ovo-de-macuco	SI	4
	<i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.) Mattos	Ipê-roxo	SI	4
	<i>Paratecoma peroba</i> (Record & Mell.) Kuhlman	Peroba-amarela	CL	4
BIXACEAE	<i>Bixa arborea</i> Huber	Urucum-da-mata	PI	3 e 4
CLUSIACEAE	<i>Vismia aff. martiana</i> Reichardt.	Copiã	PI	3 e 4
COMBRETACEAE	<i>Terminalia kuhlmannii</i> Alwan & Stace	Pelada	SI	4
EUPHORBIACEAE	<i>Joannesia princeps</i> Vell.	Boleira	PI	3 e 4
FABACEAE	<i>Andira fraxinifolia</i> Benth.	Angelim-coco	ST	4
	<i>Senna multijuga</i> (Rich.) H.S. Irwin & R.C. Barneby	Angico-branco	PI	3 e 4
	<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	Angico-canjiquinha	PI	3 e 4
	<i>Parapiptadenia pterosperma</i> (Benth.) Brenan	Angico-vermelho	PI	3 e 4
	<i>Myrocarpus frondosus</i> Allemão	Caboretinga	CL	4
	<i>Amburana cearensis</i> (Fr. All.) A.C. Smith	Cerejeira	PI	4
	<i>Poeppigia procera</i> C. Presl.	Coco-d'óleo	PI	3 e 4
	<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F. Macbr.	Garapa	ST	4
	<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F. Blake	Guapuruvu	PI	3 e 4
	<i>Inga</i> sp.	Ingá-mole	PI	3 e 4
	<i>Dialium guianense</i> (Aubl.) Sandwith	Jatai-peba	ST	4
	<i>Parkia pendula</i> (Willd.) Benth.	Jueirana-vermelha	SI	4
	<i>Pterogyne nitens</i> Tul.	Madeira nova	SI	4
	<i>Lonchocarpus cultratus</i> (Vell.) A.M.G. Azevedo & H.C. Lima	Óleo-amarelo	SI	4
	<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	Óleo-de-copaíba	SI	4
	<i>Dimorphandra jorgei</i> M.F. Silva	Pau-para-tudo	SI	4
	<i>Pterocarpus rohrii</i> Vahl.	Pau-sangue	SI	4
LAURACEAE	<i>Cinnamomum</i> sp. nov.	Canela-vermelha	CL	4
LECYTHIDACEAE	<i>Couratari asterotricha</i> Prance	Imbirema	SI	4
	<i>Cariniana legalis</i> (Mart.) Kuntze	Jequitibá-rosa	ST	4
	<i>Lecythis lanceolata</i> Poir.	Sapucaia-mirim	CL	4
MALVACEAE	<i>Pseudobombax cf. grandiflorum</i> (Cav.) A. Robyns	Paineira-da-pedra	SI	4
MALVACEAE	<i>Ceiba pubiflora</i> (A. St.-Hil.) K. Schum.	Paineira-de-espinho	SI	4
MALVACEAE	<i>Pseudobombax longiflorum</i> (Mart. & Zucc.) A. Robyns	Paineira-rosada	SI	4
MELASTOMACEAE	<i>Miconia cf. cinnamomifolia</i> (DC.) Naudin	Guaratã	PI	3 e 4
MELIACEAE	<i>Cedrela odorata</i> Linn.	Cedro-rosa	SI	4
MORACEAE	<i>Ficus clusiifolia</i> Schott	Gameleira	SI	4
MORACEAE	<i>Ficus gomelleira</i> Kunth & C.D. Bouché	Mata-pau	SI	4
MYRTACEAE	<i>Myrcia aff. atropunctata</i> Kiaersk.	Araçá-estrela	PI	4
NYCTAGINACEAE	<i>Guapira pernambucensis</i> (Casar.) Lundl.	João-moleza	PI	3 e 4
PHYTOLACCACEAE	<i>Gallsia integrifolia</i> (Spreng.) Harms.	Pau-d'álho	PI	3 e 4
RUBIACEAE	<i>Genipa americana</i> L.	Jenipapo	ST	4
SALICACEAE	<i>Carpotroche brasiliensis</i> (Raddi.) A. Gray	Sapucainha	CL	4
SAPINDACEAE	<i>Toulicia laevigata</i> Radlk.	Camboatá-branco	SI	4
SAPOTACEAE	<i>Pouteria</i> sp.	Bapeba-rugosa	CL	4
	<i>Pouteria psammophila</i> (Mart.) Radlk.	Leiteiro-branco	ST	4
	<i>Manilkara bella</i> Monach.	Paraju	CL	4
URTICACEAE	<i>Cecropia hololeuca</i> Miq.	Imbaúba-branca	PI	3 e 4

### 3. RESULTADOS

Observa-se que no momento da implantação do experimento os tratamentos tinham, basicamente, o mesmo número de famílias e de espécies (7 a 9 famílias e 8 a 12 espécies) (Tabela 2). O Tratamento 1 manteve o número de famílias e aumentou uma espécie. Os demais tratamentos aumentaram o número de famílias e espécies após a implantação. Quando se compara o terceiro ano de estudo com a implantação do experimento, observa-se um aumento de 57% no número de famílias nos Tratamentos 2 e 3. Como esperado, esse valor foi ainda maior (88%) no Tratamento 4, em que houve o plantio de diversas espécies nativas. Com relação ao número de espécies, também foram observados valores maiores no terceiro ano de 112, 90 e 158%, respectivamente, nos Tratamentos 2, 3 e 4.

Ao final do terceiro ano, os tratamentos apresentaram os quatro grupos ecológicos considerados (PI = pioneiras; SI = secundárias iniciais; ST = secundárias tardias; e CL = climáticas) (Figura 1). A maior parte das espécies do Tratamento 1 foram secundárias iniciais (33%). Pioneiras e climáticas foram encontradas na mesma proporção (25%) nesse tratamento. As espécies climáticas destacaram-se no Tratamento 2, compondo 38% do total de espécies amostradas. Nos Tratamentos 3 e 4, observa-se maior porcentagem de espécies pioneiras e secundárias iniciais.

Somente no Tratamento 4 foram observadas, nos indivíduos que ingressaram no terceiro ano de estudo, espécies nos quatro grupos ecológicos (Figura 1). Essas

espécies foram, em grande parte, pioneiras (33%), seguidas de secundárias iniciais (29%) e climáticas (24%). Não se detectaram espécies secundárias tardias nos Tratamentos 2 e 3. O Tratamento 2 mostrou proporções iguais de pioneiras e climáticas (38%). Já no Tratamento 3 a maior parte (64%) das espécies do ingresso em número de indivíduos foi pioneira, e somente 9% delas eram climáticas. No Tratamento 1, ingressaram apenas indivíduos do grupo das espécies secundárias.

As famílias mais ricas em espécies no terceiro ano de estudo foram, em geral, nos quatro tratamentos: Fabaceae, Anacardiaceae e Lecythidaceae, nos quais também estavam presentes com frequência *Astronium graveolens*, *Cecropia pachystachya*, *Couratari asterotricha*, *Lecythis lúrida*, *Machaerium fulvovenosum*, *Brosimum glaucum*, *Albizia polycephala* e *Aegiphila integrifolia*. Espécies plantadas como *Mimosa artemisiana*, *Senna multijuga*, *Sesbania grandiflora* e *Joannesia princeps* no Tratamento 3 e *Joannesia princeps*, *Couratari asterotricha*, *Senna multijuga* e *Peltophorum dubium* no Tratamento 4 se destacaram nesses tratamentos, além de contribuírem com grande número de indivíduos.

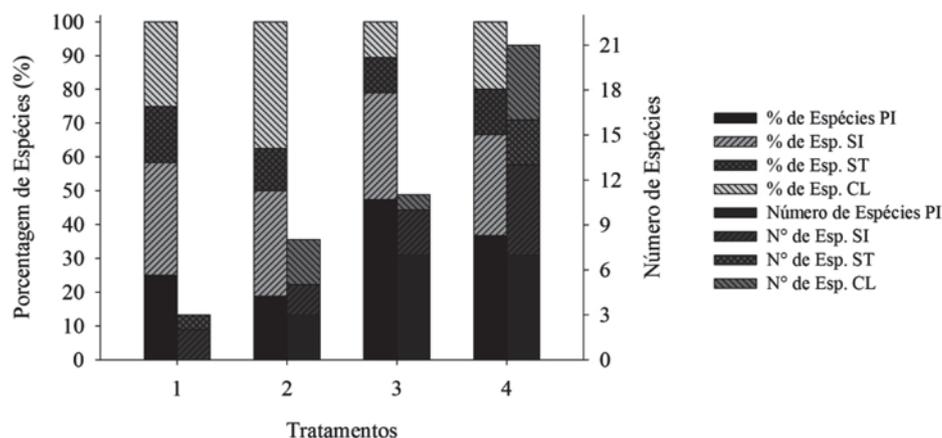
Os perfis médios para o ingresso do número de indivíduos (INI ha<sup>-1</sup>) e o de área basal (IAB - m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>) de indivíduos com DAP superior ou igual a 5 cm, nos quatro tratamentos estudados, podem ser observados na Figura 2AB.

Na análise dos pares de perfis médios, os Tratamentos 1 e 2 e os Tratamentos 1 e 4 (Figura 2)

**Tabela 2** – Número total de famílias e de espécies amostradas de indivíduos com DAP superior ou igual a 5 cm, observados nos tratamentos estudados (T1 a T4) no ano de implantação do experimento e no primeiro, segundo e terceiro anos após.

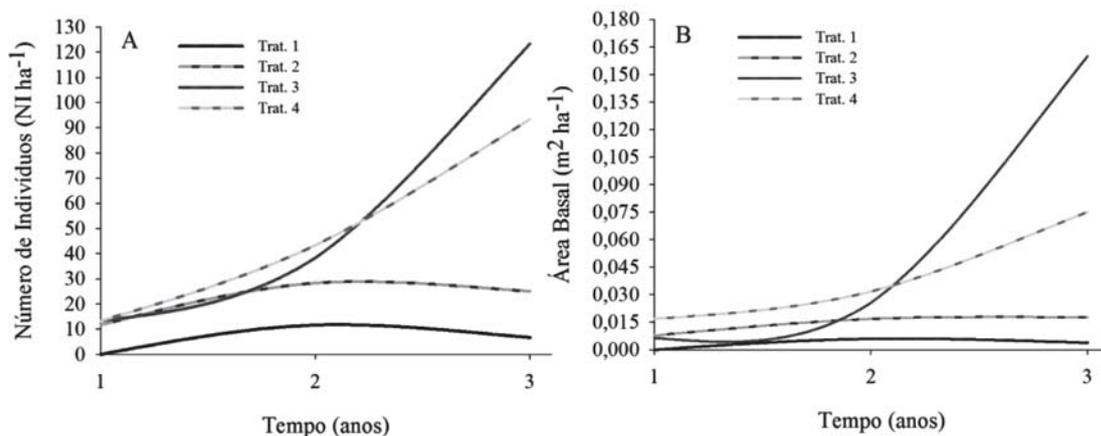
**Table 2** – Total number of families and species sampled for individuals with DBH greater than or equal to 5 cm observed in the studied treatments (T1 to T4) for the year of implementation of the experiment and the first, second and third years after implantation.

Tempo (anos)	Índice	Tratamento			
		T 1	T 2	T 3	T 4
Implantação	Número de famílias	9	7	7	9
	Número de espécies	11	8	10	12
1 (2008)	Número de famílias	8	9	8	10
	Número de espécies	10	12	12	14
2 (2009)	Número de famílias	8	10	10	13
	Número de espécies	11	16	14	18
3 (2010)	Número de famílias	9	11	11	17
	Número de espécies	12	17	19	31



**Figura 1** – Porcentagem de espécies de cada grupo ecológico em relação ao total de espécies amostradas e número de espécies do ingresso de indivíduos com DAP superior ou igual a 5 cm no terceiro ano (2010) após a implantação dos tratamentos (1 a 4) em estudo (PI = pioneiras, SI = secundárias iniciais, ST = secundárias tardias e CL = climáticas).

**Figure 1** – Percentage of species in each ecological group in relation to the total number of sampled species and species of ingrowth for individuals with DBH greater than or equal to 5 cm in the third year (2010) after the implementation of treatments (1-4) in the study (PI = pioneers, SI = secondary initials, ST = late secondary and CL = climax).



**Figura 2** – Perfis médios do ingresso do número de indivíduos (A) e do ingresso de área basal (B) de indivíduos com DAP superior ou igual a 5 cm nos tratamentos em estudo, no primeiro, segundo e terceiro anos após a implantação (agosto de 2007) do experimento.

**Figure 2** – Average profiles of the ingrowth of the number of individuals (A) and ingrowth of basal area (B) for trees with DBH greater than or equal to 5 cm in treatments under study, for the first, second and third years after implantation (August 2007) of the experiment.

foram estatisticamente paralelos, porém não coincidentes, tanto para o ingresso de número de indivíduos (INI) quanto para o ingresso de área basal ( $m^2 ha^{-1}$ ), ou seja, os perfis médios desses tratamentos se comportaram da mesma forma ao longo do tempo, porém suas médias não foram iguais. Os Tratamentos 2 e 4 apresentaram médias superiores nos dois parâmetros analisados em relação ao Tratamento 1.

Analisando individualmente as médias do INI e IAB dos Tratamentos 1, 2 e 4 pelo teste de Bonferroni, observou-se que não houve diferença significativa ao longo do tempo nas médias dos Tratamentos 1 e 2, considerando os dois parâmetros analisados. No caso do Tratamento 4, as médias do IAB não foram estatisticamente diferentes ao longo do tempo. Entretanto, no INI desse mesmo tratamento o terceiro ano foi

significativamente superior ao primeiro ano após a instalação do experimento.

Os pares de perfis dos Tratamentos 1 e 3 e dos Tratamentos 2 e 3 (Figura 2) foram não paralelos, sendo esses pares de perfis estatisticamente diferentes tanto no INI quanto no IAB. O melhor tratamento foi o 3, nas duas situações em questão, em que foram plantadas mudas de espécies pioneiras e semeada uma leguminosa, associadas ao manejo da matocompetição. As espécies pioneiras apresentam, de maneira geral, rápido crescimento, sendo inseridas nos inventários mais rapidamente. Esse fato pode ser verificado quando se analisa o teste de médias pelo método de Bonferroni ao longo do tempo, no Tratamento 3, em que a média do INI e do IAB do terceiro ano após a implantação do experimento foi significativamente superior quando comparada com as médias do primeiro e segundo anos. As médias do INI e do IAB nos Tratamentos 1 e 2 foram estatisticamente iguais nos três anos estudados, pelo método de Bonferroni a 5% de probabilidade, como mencionado anteriormente.

Os perfis médios dos Tratamentos 2 e 4 e dos Tratamentos 3 e 4 (Figura 2) foram, estatisticamente, paralelos e coincidentes. Isso indica que os perfis médios desses pares de tratamentos apresentaram o mesmo comportamento e médias iguais ao longo do tempo, tanto no INI quanto no IAB. No caso dos Tratamentos 2 e 4, as médias do INI foram não horizontais, ou seja, diferiram estatisticamente ao longo dos três anos estudados. De acordo com o teste de Bonferroni a 5% de probabilidade, o terceiro ano após a implantação do experimento apresentou maior INI que o primeiro ano desses dois tratamentos. Já quanto ao IAB as médias foram horizontais e, portanto, não variam no tempo. As médias dos Tratamentos 3 e 4 foram não horizontais, e, segundo teste das médias pelo método de Bonferroni a 5% de probabilidade, tanto o INI quanto o IAB foram significativamente superiores no último ano de estudo em relação aos anos anteriores.

Analisando o índice de área foliar (IAF), que é uma medida da superfície de um lado da folha por unidade de área de terreno, as médias de todos os tratamentos foram significativamente diferentes entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. O maior índice de área foliar (1,35) foi observado no Tratamento 3, em que foram plantadas as espécies nativas pioneiras e uma leguminosa. Posteriormente, os melhores resultados

foram observados, em ordem decrescente, nos Tratamentos 4, 2 e 1, apresentando médias de 1,08; 0,52; e 0,26 de IAF, respectivamente.

#### 4. DISCUSSÃO

Na fase de implantação do experimento, os tratamentos apresentavam valores semelhantes tanto de famílias quanto de espécies, nas parcelas estudadas. No entanto, o desdobramento desses valores ao longo dos três anos de estudo foi diferente em cada tratamento. O Tratamento 1 praticamente se manteve com o número de famílias e espécies iniciais. Os outros tratamentos apresentaram aumento nos dois índices avaliados com o passar do tempo (Tabela 2). O Tratamento 2, no final do período estudado, alcançou número igual de famílias e semelhante de espécies ao do Tratamento 3, em que foram plantadas as espécies arbóreas pioneiras. O Tratamento 4 destacou-se, apresentando no final do terceiro ano após a implantação do maior número de famílias e de espécies com DAP superior ou igual a 5 cm, resultado esse esperado, já que nesse tratamento foram plantadas mudas de 54 espécies nativas.

Em estudo realizado por Boeger e Wisniewski (2003), em três estádios sucessionais distintos de uma Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas, PR, foram encontradas 15 espécies arbóreas no estágio inicial da sucessão (17 anos) e 23 espécies arbóreas no estágio intermediário da sucessão (27 anos). Esses resultados indicaram que, em menos tempo (3 anos), o Tratamento 2 deste estudo, em que somente houve controle da matocompetição, não sendo inseridas mudas de espécies arbóreas, apresentou maior número de espécies (17) que aqueles encontrados pelos autores em áreas com 17 anos de sucessão (Tabela 2).

Em todos os tratamentos, a família Fabaceae foi a que apresentou o maior número de espécies. Costa et al. (2010) também relataram que a família Fabaceae alcançou maior número de espécies em uma área de floresta ciliar em processo de recuperação (7 anos de idade) localizada na sub-bacia hidrográfica do rio Itapemirim, em Alegre, ES. Ferreira et al. (2007), analisando o crescimento de espécies arbóreas plantadas em um gradiente topográfico em área de empréstimo de terra para construção da barragem da Usina Hidrelétrica de Camargos, MG, verificaram que as espécies que apresentaram os 10 maiores DAP médios e oito das que exibiram as 10 maiores alturas médias pertenciam à família Fabaceae. Esses dados reforçam a tese de

que espécies dessa família são fundamentais para a recuperação de áreas degradadas, pois apresentam rápido crescimento em ambientes adversos devido, principalmente, à capacidade de se associarem a fungos micorrízicos e bactérias do gênero *Rhizobium* (CHADA et al., 2004).

O resultado da análise dos perfis médios dos Tratamentos 1 e 2 indicou que esses tratamentos são estatisticamente diferentes no período de estudo (3 anos), comprovando que os tratamentos silviculturais (roçada manual e capina química) implementados no Tratamento 2 influenciaram, de forma positiva, o ingresso de novos indivíduos e a área basal. Campoe et al. (2010) observaram que o fator manejo foi o mais influente sobre o crescimento das espécies em uma área para restauração de uma Floresta Mesófila Semidecidual, SP. O manejo, em seu nível máximo, propiciou à floresta em restauração maior crescimento, desde as idades iniciais do estudo.

A matocompetição, notadamente com gramíneas C4 (*Brachiaria decumbens*), é um dos grandes problemas em restauração florestal, em função da competição direta com as árvores pelos recursos de crescimento: água, nutrientes e luz, além de possível efeito alelopático (TOLEDO et al., 2003). Segundo Funk e Vitousek (2007), as espécies invasoras têm melhor desempenho que as espécies nativas em curto prazo, pois possui alta eficiência no uso de recursos. Com o passar do tempo, não há desvantagens, persistindo sob contínua baixa disponibilidade de recursos, como luz, nitrogênio e água. A sustentabilidade futura da área a ser restaurada pode estar relacionada à competição por recursos com espécies invasoras.

Os resultados de um estudo realizado em uma Floresta Estacional Semidecidual indicou que a elevada mortalidade dos indivíduos arbóreos ao longo do período analisado (5 e 18 meses) indicou a necessidade de intervenções nos plantios, pois a redução em número e espécies pode levar a um comprometimento da comunidade arbórea no longo prazo (RODRIGUES et al., 2010).

Os perfis médios dos Tratamentos 2 e 4 e dos Tratamentos 3 e 4 apresentaram o mesmo comportamento e médias iguais ao longo do tempo, tanto para o INI quanto para o IAB. Esse fato indica que, nas condições de controle da matocompetição, usar somente a regeneração natural (Tratamento 2) ou fazer o plantio de espécies arbóreas nativas de diferentes grupos

ecológicos como metodologia para restaurar uma área apresentou resultados semelhantes.

Os resultados deste estudo, obtidos ao longo de três anos, apontaram que tanto o plantio de mudas de espécies arbóreas de diferentes grupos ecológicos quanto a inserção somente de pioneiras arbóreas, como metodologia para restauração florestal, obtiveram respostas semelhantes quanto ao ingresso de indivíduos e crescimento em área basal. A opção para escolha das metodologias aqui empregadas dependerá da disponibilidade de mudas de espécies arbóreas nativas. No entanto, o ideal seria escolher o Tratamento 4, em que foi plantado maior número de espécies, resultando no terceiro ano não só em maior número de espécies dos indivíduos que estavam ingressando, mas também espécies com os quatro grupos ecológicos (Figura 2).

Campoe et al. (2010), estudando a maior (67%) ou menor (50%) porcentagem de pioneiras no plantio para restauração de uma Floresta Mesófila Semidecidual, SP, também não encontraram diferença estatística do fator composição com maior ou menor proporção de espécies pioneiras, ao longo de todo o período do experimento, apesar de Kageyama e Castro (1989), Benvenuti-Ferreira (2009) e Melotto et al. (2009) afirmarem que as espécies pioneiras possuem maiores taxas de crescimento que as não pioneiras.

Vários autores enfatizaram a importância da diversidade de espécies na restauração (SOUZA; BATISTA, 2004; RODRIGUES et al., 2009). Contudo, ela pode ser introduzida com sucesso após o estabelecimento da cobertura florestal (MCNAMARA et al., 2006), aproveitando o microclima favorável ao desenvolvimento de espécies mais sensíveis à disponibilidade de recursos, como luz.

O maior índice de área foliar (1,35) foi obtido no Tratamento 3, em que foram plantadas as espécies nativas pioneiras e uma leguminosa. Esse resultado corrobora os de Kageyama e Castro (1989), que afirmaram que as espécies pioneiras possuem maiores taxas de crescimento quando comparadas com as não pioneiras, proporcionando rápido fechamento do dossel. De acordo com Kageyama e Gandara (2000), o uso de espécies pioneiras em plantios para fins de restauração cria condições de sombreamento para as espécies dos estágios futuros de sucessão.

O valor de IAF do Tratamento 3 (1,35) foi semelhante ao encontrado por Campoe et al. (2010) em estudo

semelhante para restauração de uma Floresta Mesófila Semidecidual, medido aos 36 e 42 meses. Em tratamentos com manejo silvicultural máximo, ou seja, livre de matocompetição e com 50 ou 67% de espécies pioneiras, esses autores encontraram IAF médio de 1,34.

Feldpausch et al. (2005), estudando o desenvolvimento da regeneração de florestas de terra firme em pastagens abandonadas na Amazônia Central, observaram IAF em torno de 1 em área de abandono com dois a quatro anos. Esse valor é superior ao encontrado neste estudo nos Tratamentos 1 e 2.

O Tratamento 2 resultou em maior IAF que o Tratamento 1, ou seja, os tratos silviculturais (roçada manual e capina química) implementados no Tratamento 2 influenciaram, de forma positiva, o IAF. Campoe et al. (2010), trabalhando com dois tipos de manejo silvicultural (usual controle da matocompetição somente na linha de plantio e máximo – livre da matocompetição), para restauração de uma Floresta Mesófila Semidecidual em São Paulo, afirmaram que o fator manejo foi o mais influente sobre IAF, aos 36 e 42 meses de estudo, mostrando que a ausência das limitações impostas pelo estresse ambiental favoreceu o desenvolvimento do dossel florestal. De acordo com Hedman e Binkley (1988) e Nambiar (1990), o IAF é fortemente influenciado pelo estado nutricional e hídrico do sítio.

A eliminação da matocompetição também pode ter favorecido os Tratamentos 2, 3 e 4, diminuindo a competição por nutrientes e água, já que o solo da área de estudo é pobre em nutrientes e muito arenoso, possuindo, portanto, baixa capacidade de retenção de água. Gower et al. (1999) afirmaram que o manejo silvicultural tem reflexos positivos sobre a produtividade de plantios florestais de restauração.

As folhas têm grande importância nas trocas de massa e energia no sistema solo-planta-atmosfera. Portanto, o IAF é uma medida de cobertura vegetal importante, pois está diretamente relacionada com a evapotranspiração e a produtividade (LANG; MCMURTRIE, 1992; XAVIER; VETTORAZZI, 2003).

Segundo Rodrigues et al. (2009), considera-se que na restauração ecológica da Mata Atlântica a criação de uma estrutura capaz de manter sombreamento permanente é o passo mais importante, especialmente em áreas dominadas por gramíneas.

## 5. CONCLUSÃO

O maior índice de área foliar foi observado no Tratamento 3, em que foram plantadas mudas de espécies pioneiras e uma leguminosa, bem como realizado o controle da matocompetição e de formigas, indicando que essa metodologia pode ser alternativa para rápido sombreamento da área a ser restaurada.

Os tratos silviculturais para eliminação da matocompetição contribuíram para maior crescimento da vegetação arbórea.

Considerando o ingresso de número de indivíduos e área basal para indivíduos com DAP superior ou igual a 5 cm, os Tratamentos 3 e 4, em que foram plantadas espécies pioneiras e um coquetel de diferentes espécies nativas, respectivamente, além do controle da matocompetição e de formigas, apresentaram os maiores valores desses parâmetros, sendo estatisticamente iguais.

## 6. AGRADECIMENTOS

À VALE, pela disponibilidade da área do estudo e pela concessão da bolsa de mestrado.

## 7. REFERÊNCIAS

- BENVENUTI-FERREIRA, G. A. et al. Dendrometry and litterfall of neotropical pioneer and early secondary tree species. **Biota Neotropical**, v.9, n.1, p. 65-71, 2009.
- BOEGER, M. R. T.; WISNIEWSKI, C. Comparação da morfologia foliar de espécies arbóreas de três estádios sucessionais distintos de floresta ombrófila densa (Floresta Atlântica) no Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v.26, n.1, p.61-72, 2003.
- BROWN, S.; LUGO, A. Rehabilitation of tropical lands: a key of sustaining development. **Restoration Ecology**, v.2, n.1, p.97-111, 1994.
- CAMPOE, O. C.; STAPE, J. L.; MENDES, J. C. T. Can intensive management accelerate the restoration of Brazil's Atlantic forests? **Forest Ecology and Management**, v.259, p.1808-1814, 2010.
- CHADA, S. S.; CAMPELLO, E. F. C.; FARIA, S. M. Sucessão vegetal em uma encosta reflorestada com leguminosas arbóreas em Angra dos Reis, RJ. **Revista Árvore**, v.28, n.6, p.801-809, 2004.

- COLONETTI, S.; CITADINI-ZANETTE, V.; MARTINS, R.; SANTOS, R.; ROCHA, E.; JARENKOW, J. A. Florística e estrutura fitossociológica em floresta ombrófila densa submontana na barragem do rio São Bento, Siderópolis, Estado de Santa Catarina. **Maringá**, v.31, n.4, p.397-405, 2009.
- COSTA, M. P.; NAPPO, M. E.; CAÇADOR, F. R. D.; BARROS, H. H. D. Avaliação do processo de reabilitação de um trecho de floresta ciliar na bacia do rio Itapemirim-ES. **Revista Árvore**, v.34, n.5, p.835-851, 2010.
- FELDPAUSCH, T. R.; RIHA, S. J.; FERNANDES, E. C. M.; WANDELLI, E. V. Development of Forest Structure and Leaf Area in Secondary Forests Regenerating on Abandoned Pastures in Central Amazônia. **Earth Interactions**, v.9, n.6, p. 1-22, 2005.
- FERREIRA, W. C.; BOTELHO, S. A.; DAVIDE, A. C.; FARIA, J. M. R. Avaliação do crescimento do estrato arbóreo de área degradada revegetada à margem do rio grande, na Usina Hidrelétrica de Camargos, MG. **Revista Árvore**, v.31, n.1, p.177-185, 2007.
- FLORENTINE, S. K.; WESTBROOKE, M. E. Evaluation of alternative approaches to rainforest restoration on abandoned pasturelands in tropical north Queensland Australia. **Land Degradation & Development**, v.15, n.1, p.1-13, 2004.
- FUNK, J.; VITOUSEK, P. Resource-use efficiency and plant invasion in low-resource systems. **Nature**, v.446, p.1079-1081, 2007.
- GOWER, S. T.; KUCHARIK, C. J.; NORMAN, J. M. Direct and indirect estimation of leaf area index, fAPAR and net primary production of terrestrial ecosystems. **Remote Sensing of Environment**, v.70, n.1, p.29-51, 1999.
- HEDMAN, C. W.; BINKLEY, D. Canopy profiles of some Piedmont hardwood forests. **Canadian Journal of Forest Research**, v.18, p.1090-1093, 1988.
- HOBBS, R. J.; HARRIS, J. A. Restoration ecology: repairing the earth's ecosystems in the new millennium. **Restoration Ecology**, v.9, p.239-246, 2001.
- JESUS, R. M.; ROLIM, S. G. **Fitossociologia da Mata Atlântica de Tabuleiro**. Viçosa, MG: SIF, 2005. (Boletim técnico SIF, 19)
- JOHNSON, R. A.; WICHERN, D. W. **Applied multivariate statistical analysis**. 4.ed. New Jersey: Prentice Hall, 1998.
- KAGEYAMA, P. Y.; GANDARA, F. B. Recuperação de áreas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: USP/FAPESP, 2000. p.249-269.
- KAGEYAMA, P. Y.; CASTRO, C. F. A. **Sucessão secundária, estrutura genética e plantações florestais de espécies arbóreas nativas**. Piracicaba: IPEF, 1989. p.83-93.
- KÖPPEN, W. P. **Climatologia**. México: Fundo de Cultura Economica, 1948.
- LALIBERTE', E.; BOUCHARD, A.; COGLIASCO, A. Optimizing hardwood reforestation in old fields: the effects of treeshelters and environmental factors on tree seedling growth and physiology. **Restoration Ecology**, v.16, n. 2, p.270-280, 2008..
- LAMB, D.; ERSKINE, P. D.; PARROTTA, J. Restoration of degraded tropical forest landscapes. **Science**, v.310, p.1628-1632, 2005.
- LANG, A. R. G.; McMURTRIE, R. E. Total leaf areas of single trees of *Eucalyptus grandis* estimated from transmittances of the sun's beam. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.58, n.1, p.79-92, 1992.
- LIMA, M. S.; DAMASCENO-JÚNIOR, G. A.; TANAKA, M. O. Aspectos estruturais da comunidade arbórea em remanescentes de floresta estacional decidual, em Corumbá, MS, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v.33, n.3, p.437-453, 2010.
- MCNAMARA, S.; TINH, D.V.; ERSKINE, P.D.; LAMB, D.; YATES, D.; BROWN, S. Rehabilitating degraded forest land in central Vietnam with mixed native species plantings. **Forest Ecology and Management**, v.233, n. 2-3, p.358-365, 2006.
- MELOTTO, A.; NICODEMO, M. L.; BOCCHESI, R. A.; LAURA, V. A.; GONTIJO NETO, M. M.; SCHLEDER, D. D.; POTT, A.; SILVA, V. P.

- Sobrevivência e crescimento inicial em campo de espécies florestais nativas do Brasil Central indicadas para sistemas silvipastoris. **Revista Árvore**, v.33, n.3, p.425-432, 2009.
- NAMBIAR, S. E. K. Interplay between nutrients, water, root growth and productivity in young plantations. **Forest Ecology and Management**, v.30, n. 1-4, p.213-232, 1990.
- PARROTTA, J. A.; TURNBULL, J. W.; JONES, N. Catalyzing native forest regeneration on degraded tropical lands. **Forest Ecology and Management**, v.99, n.1, p.1-7, 1997.
- PEIXOTO, A. L. **Vegetação da Costa Atlântica**. In: MONTEIRO, S.; KAZ, L. (Coord.). Floresta Atlântica. Rio de Janeiro: Livro Arte, 1992. p.33-42.
- RIBEIRO, M.C.; METZGER, J.P.; MARTENSEN, A.C.; PONZONI, F.J.; HIROTA, M.M. The brazilian Atlantic Forest: how much is left, and how in the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, v.142, p.1141-1153, 2009.
- RODRIGUES, E. R.; MONTEIRO, R.; CULLEN JUNIOR, L. Dinâmica inicial da composição florística de uma área restaurada na região do Pontal do Paranapanema, São Paulo, Brasil. **Revista Árvore**, v.34, n.5, p.853-861, 2010.
- RODRIGUES, R. R.; LIMA, R. A. F.; GANDOLFI, S.; NAVE, A. G. On the restoration of high diversity forests: 30 years of experience in the Brazilian Atlantic Forest. **Biological Conservation**, v.142, p.1242-1251, 2009.
- ROLIM, S. G.; COUTO, H. T. Z.; JESUS, R. M. Mortalidade e recrutamento de árvores na Floresta Atlântica em Linhares (ES). **Scientia Forestalis**. n. 55, p.49-69, 1999.
- SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; OLIVEIRA, J. B.; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. (Ed.). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.
- SILVA JUNIOR, M. C.; SACRANO, F. R.; SOUZA CARDEL, F. Regeneration of an Atlantic Forest formation in the undertory of a *Eucllyptus grandis* plantation in southeastern Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v.11, n.1, p.147-152, 1995.
- SILVA, A. F.; OLIVEIRA, R. V.; SANTOS, N. R. L.; PAULA, A. Composição florística e grupos ecológicos das espécies de um trecho de floresta Semidecídua Submontana da fazenda São Geraldo, Viçosa-MG. **Revista Árvore**, v.27, n.3, p.311-319, 2003.
- SINGH, A.; JHA, A. K.; SINGH, J. S. Effect of nutrient enrichment on native tropical trees planted on Singrauli Coalfields India. **Restoration Ecology**, v.8, n.1, p.80-86, 2000.
- SOUZA, F. M.; BATISTA, J. L. F. Restoration of seasonal semideciduous forests in Brazil: influence of age and restoration design on forest structure. **Forest Ecology and Management**, v.191, p.185-200, 2004.
- THOMAZ, L. D. A Mata Atlântica no estado do Espírito Santo, Brasil: de Vasco Fernandes Coutinho ao século 21. **Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão**, n.27, p.5-20, 2010.
- TOLEDO, P. E. N.; MATTOS, Z. P. B. **Aspectos econômicos da questão de restauração de áreas degradadas**. In: KAGEYAMA, P. Y.; KAGEYAMA, P. Y.; OLIVERA, R. E.; MORAES, L. F. D.; ENGEL, V. L.; GANDARA, F. B. (Ed.). **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu: FEPAF, 2003. p.205-238.
- VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 1991. (Manuais Técnicos em Geociências, 1)