

GEANNA GONÇALVES DE SOUZA CORREIA

**INDICADORES DE AVALIAÇÃO EM FLORESTA EM RESTAURAÇÃO E EM
ECOSSISTEMA DE REFERÊNCIA, RESERVA NATURAL VALE, LINHARES, ES**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Botânica, para obtenção do título de Magister Scientiae.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2014

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

C824i
2014
Correia, Geanna Gonçalves de Souza, 1988-
Indicadores de avaliação em floresta em restauração e em
ecossistema de referência, Reserva Natural Vale, Linhares, ES /
Geanna Gonçalves de Souza Correia. – Viçosa, MG, 2014.
xi, 60f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador: Sebastião Venâncio Martins.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
Inclui bibliografia.

1. Restauração ecológica. 2. Banco de sementes - Solo.
3. Regeneração natural. 4. Mata Atlântica. I. Universidade
Federal de Viçosa. Departamento de Biologia Vegetal. Programa
de Pós-graduação em Botânica. II. Título.


CDD 22. ed. 634.956

GEANNA GONÇALVES DE SOUZA CORREIA


**INDICADORES DE AVALIAÇÃO EM FLORESTA EM RESTAURAÇÃO E EM
ECOSSISTEMA DE REFERÊNCIA, RESERVA NATURAL VALE, LINHARES, ES**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Botânica, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

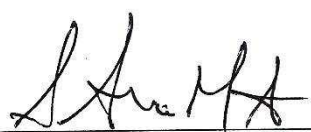
APROVADA: 28 de fevereiro de 2014



Prof. Elias Silva



Prof. Israel Marinho Pereira



Prof. Sebastião Venâncio Martins
(Orientador)

Aos meus pais e padrinhos, Renato, Celeta, Tadeu e Telma,
ao meu esposo Marcus Vinicius, ao meu irmão Jader
e a um grande amigo, Marcelo Simonelli.

Com todo amor e gratidão,

Dedico.

Cada dia a natureza produz o suficiente para nossa carência. Se cada um tomasse o que lhe fosse necessário, não havia pobreza no mundo e ninguém morreria de fome.

Mahatma Gandhi

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, que me permitiu alcançar etapas em minha vida que a princípio pareciam inalcançáveis. Me iluminou, me abençoou e me guiou por um longo caminho até aqui, passando por várias cidades, vários estados e por vários anos... Sendo o Senhor o responsável por todas estas queridas pessoas que participaram da minha jornada.

Agradeço aos meus pais e meu irmão, por todo amor e, principalmente, pelos seus incansáveis esforços para que eu tivesse “um futuro melhor e me torna-se alguém na vida”, acarretando em dez anos longe de casa. Eu acho que tô chegando lá mãe, pelo menos eu estou tentando... Amo vcs incondicionalmente!

Aos meus padrinhos eu devo muito, ao longo dos meus 25 anos me tiveram como uma filha. Me deram um lar perfeito com muito amor, paz e felicidade. Me fizeram parte do que sou, a educação e os ensinamentos que me passaram foram essenciais para me tornar quem eu sou. Vocês são grandes exemplos para mim. Amo demais e para sempre!!!

Ao Marcus Vinicius, que nestes dois anos se transformou de namorado, a noivo, a esposo... Meu muito obrigada meu amor por toda a compreensão durante mais esta etapa, pelo seu apoio, sua paciência e pelo seu incansável incentivo diário. Você é um exemplo de amizade, companheirismo, fidelidade, amor e paciência. Te amo!

Agradeço a toda a minha família pelo carinho e em especial a minha avó Ana pelo amor, apoio e confiança sempre empregada a mim, e as minhas primas Nathália e Xanara por estarem sempre ao meu lado me apoiando e incentivando.

A Universidade Federal de Viçosa, particularmente ao Programa de Pós-Graduação em Botânica por terem me aceitado e me dado à oportunidade de cursar. Em especial ao Ângelo pela ajuda de sempre e aos professores João e Marília pelos ensinamentos e pela paixão pelo que fazem.

Ao meu orientador, por ter aceitado me orientar sem me conhecer, mesmo recebendo recomendações boas e ruins... rs. Por todo apoio, confiança e esforço que sempre dedicou a mim, pelo incentivo constante, pela amizade, pelas conversas, pelos ensinamentos, pela restauração ecológica no Brasil e no ES. Enfim, por tudo, pois estes dois anos de convivência me ensinaram muito, tanto na vida profissional, quanto na pessoal, me fizeram amadurecer mais. Venâncio, meu muito obrigada!

A CAPES pela concessão da bolsa de estudos. A Vale por ter autorizado a realizar a pesquisa em sua reserva, dentro de seus experimentos, e pelo apoio logístico, em especial ao Gilberto Terra pelo apoio prestado durante a pesquisa, ao Geovane Siqueira pela identificação

do material botânico, ao Jonacir pelo acompanhamento inicial e ao Ernesto Sakai e os demais da equipe do viveiro pelo apoio no experimento do banco de sementes.

Aos meus amigos que falam ou não biólogos, que direta ou indiretamente me instigaram e me incentivaram a chegar até aqui, Marcelo Simonelli, Luiz Magnago, Vanuza Zen, Fábio Matos, André Assis, Ana Clara, Renata Pagotto, Amanda Nogueira, Gabriel Belotti, Giovani Dambroz, Tharsila Chagas, Juliana Avancini, Sérgio Fantini, Ebert Rangel, Celso Perota, Thiago Marcial, Mariana Rocha, Júlio, dentre outros tantos...

Um agradecimento especial ao Luiz Magnago, pela ajuda de sempre e pelos ensinamentos constantes e ao Marcelo Simonelli, meu ilustríssimo chefe, por estes quase sete anos de convivência, ensinamentos, experiência, amizade e confiança, obrigada por me fazer parte do que sou, tenho orgulho de ter sido sua orientada e integrante permanente da Simonelli Ltda.

A equipe do CTA que trabalhou direta ou indiretamente comigo durante quase quatro anos, pela convivência, troca de experiências, aprendizado, e principalmente, pelas amizades conquistadas. Esta etapa da minha vida também foi responsável por alcançar este título! A Marcielle pelo mapa que fez de presente para mim, obrigada...

A galera da pós-graduação, Gabriela, Aline, Mariana, Fábio, Sara, Puff, Gladson, Glaucia, Carol, Benevides, Priscila, John, Celso e vários outros, por serem receptivos e tornarem minha estadia em Viçosa melhor e em especial, a Carla, uma nova amizade que espero que dure a vida inteira, sem a sua companhia Viçosa não seria a mesma, minha amiga, irmã e madrinha! Obrigada por todos os dias neguinha...

Aos colegas do LARF, Neto, Kelly, Thais (Bonecão do Posto), Ananda, Beatriz (Gabia), Grazielle, Marcos, Lucas, Vanuza, Jeane, Junia e Camila, pelas risadas nos seminários e no Reforest, pelo apoio em campo (acredito que Thais nunca mais foi a mesma depois da cobra e Bia mudou até de curso... rs.), pela ajuda no laboratório, pelas conversas gostosas com a Thais e a Ananda, pela ajuda na análise dos dados e no fitopac com o Neto, pela convivência... Obrigada meninos!

A Carla, Thaís, Luiz, Mariana Rocha, Mariana Neves e Fábio por terem me acolhido em suas residências durante as minhas idas e vindas a Viçosa. Obrigada de coração.

E aos que aqui não estão, não se sintam esquecidos, vocês estão em meu coração e foram essenciais para minha chegada até aqui...

SUMÁRIO

RESUMO	viii
ABSTRACT	x
I. INTRODUÇÃO GERAL	1
II. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	4
III. ARTIGO I	6
BANCO DE SEMENTES DO SOLO DE FLORESTA RESTAURADA, RESERVA NATURAL VALE, ES	6
Resumo.....	6
Abstract	7
1. Introdução.....	8
2. Material e Métodos.....	9
2.1. Área de estudo	9
2.2. Coleta e análise dos dados.....	12
3. Resultados e Discussão	13
4. Conclusão	17
5. Agradecimentos.....	18
6. Referências	18
IV. CAPÍTULO I.....	21
REGENERAÇÃO NATURAL EM FLORESTA EM RESTAURAÇÃO E EM FLORESTA DE TABULEIRO NO SUDESTE BRASILEIRO	21
Resumo.....	21
Abstract	22
1. Introdução.....	23
2. Material e Métodos.....	24
2.1. Área de estudo	24
2.2. Coleta e análise dos dados.....	26
3. Resultados	29
4. Discussão.....	41

5. Conclusão	42
6. Referências	42
V. ARTIGO II.....	46
ESTOQUE DE SERAPILHEIRA EM FLORESTA EM RESTAURAÇÃO E EM FLORESTA ATLÂNTICA DE TABULEIRO NO SUDESTE BRASILEIRO	46
1. INTRODUÇÃO	47
2. MATERIAL E MÉTODOS	48
2.1. Caracterização da área de estudo	48
2.2. Coleta e análise dos dados.....	49
3. RESULTADOS.....	50
4. DISCUSSÃO.....	50
5. CONCLUSÃO	52
6. AGRADECIMENTOS.....	52
7. REFERÊNCIAS	52
VI - CONCLUSÕES GERAIS	60

RESUMO

CORREIA, Geanna Gonçalves de Souza, M.Sc. Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2014. **Indicadores de avaliação em floresta em restauração e em ecossistema de referência, Reserva Natural Vale, Linhares, ES.** Orientador: Sebastião Venâncio Martins.

Buscando reverter o cenário atual de fragmentação e degradação das florestas tropicais, encontra-se a restauração florestal. Por meio desta busca-se iniciar o processo de sucessão ecológica em áreas alteradas e degradadas, podendo, esta técnica, contribuir na formação de um ecossistema com condições de autossuficiência após anos de implantação, monitoramento e manutenção. A etapa de monitoramento por meio da aplicação de indicadores de restauração é fundamental, uma vez que, somente a partir deste estudo pode-se avaliar se a área encontra-se ou não sendo restaurada com sucesso. Este estudo teve como objetivos gerais: (I) avaliar a composição e a estrutura do banco de sementes do solo de uma floresta em restauração (FR) há 23 anos com o de uma Floresta Ombrófila Densa primária (FP) adjacente, considerada como Ecossistema de Referência; (II) comparar a composição florística e estrutura do estrato de regeneração natural destas duas florestas, bem como relacioná-las com a serapilheira acumulada, o índice de área de planta (IAP) e a compactação do solo de ambas as áreas; e (III) quantificar e comparar a serapilheira acumulada nas duas áreas e relacionar este estoque com o IAP e a compactação do solo de ambas as áreas. A pesquisa foi desenvolvida na Reserva Natural Vale, no município de Linhares, norte do estado do Espírito Santo, compreendida por uma matriz vegetacional de Floresta de Tabuleiro. A amostragem foi conduzida por meio trinta parcelas permanentes de 3 x 3 m alocadas de forma sistemática em cada área, totalizando sessenta parcelas (540 m²), distanciadas em 5 m uma das outras. Em cada parcela foram coletados os dados de regeneração natural e no centro destas coletou-se o banco de sementes do solo, através de amostra de 30 x 30 x 5 cm, a serapilheira acumulada, por meio de amostra de 50 x 50 cm, fotografia hemisférica e mediu-se a compactação do solo. Como resultados constatou-se diferenças significadas na densidade média de sementes germinadas por m² de espécies arbustivo-arbóreas, lianas e herbáceas, no banco de sementes do solo, entre as duas áreas estudadas. Na regeneração natural, apenas vinte espécies foram comum às duas áreas e apenas dez espécies (17,24% das espécies plantadas) utilizadas no plantio foram amostradas na regeneração da FR. Apesar da proximidade das duas áreas os estratos regenerativos não são similares, comprovado pela similaridade extremamente baixa entre elas. Os valores médios encontrados de serapilheira acumulada, IAP e compactação do

solo também apresentaram diferenças significativas entre as duas áreas. A serapilheira acumulada apresentou correlação significativa positiva com o IAP e negativa com a compactação do solo. Também houve correlação significativa negativa entre IAP e compactação do solo. Por fim, pode-se concluir que apesar das duas áreas diferirem entre si em diferentes aspectos ecológicos, a presença das espécies de *Cecropia* e *Trema* na FR caracteriza-se de forma positiva, visto que estas espécies são responsáveis pela regeneração florestal pós-distúrbios e não foram utilizadas durante o plantio da área, ou seja, a floresta em restauração está se comportando, neste aspecto, como um ecossistema que já apresenta resiliência à distúrbios como a abertura de clareiras. Bem como os parâmetros florísticos e estruturais obtidos na regeneração natural permitem inferir que a floresta em restauração tende a passar por um processo de enriquecimento natural, mas que pode ser acelerado através da aplicação de técnicas como a semeadura direta. Nesta mesma linha, observa-se que a FR já se enquadra dentro da faixa de valores obtidos para estoque de serapilheira definidos para florestas tropicais da América do Sul. Portanto, pode-se considerar que a FR, em termos de estoque de serapilheira, já recuperou pelo menos parte dos seus processos e funções ecológicas.

ABSTRACT

CORREIA, Geanna Gonçalves de Souza, M.Sc. Universidade Federal de Viçosa, February 2014. **Evaluation indicators for forest restoration and reference ecosystem, Reserva Natural Vale, Linhares, ES.** Adviser: Sebastião Venâncio Martins.

Seeking to reverse the current situation of fragmentation and degradation of tropical forests is forest restoration. Through this we seek to begin the process of ecological succession in altered and degraded areas, and may this technique, contribute to the formation of a self-sufficient ecosystem with conditions after years of deployment, monitoring and maintenance. The step of monitoring through the application of indicators of restoration is essential, since only from this study can evaluate if the area is or is not being successfully restored. This study was overall objectives: (i) evaluate the composition and structure of soil seed bank of a Forest Restoration (FR) for 23 years with a Primary Rain Forest (FP) adjacent considered Ecosystem Reference; (II) to compare the floristic composition and structure of natural regeneration stratum of these two forests, and relate them to the accumulated litter, the Plant Area Index (PAI) and soil compaction from both areas; and (III) to quantify and compare the accumulated litter in the two areas and relate this stock to the PAI and soil compaction from both areas. The research was conducted in the Reserva Natural Vale, Linhares, Espírito Santo, comprised of a matrix of tableland forest vegetation. Sampling was conducted using thirty permanent plots of 3 x 3 m allocated systematically in each area, totaling 60 plots (540 m²), 5 m apart from each other. In each plot, data were collected and natural regeneration in the center of these yielded the soil seed bank using a sample of 30 x 30 x 5 cm, accumulated litter through sample 50 x 50 cm, photograph hemispheric and measured soil compaction. As a result it was found differences meant the average density of germinated seeds per m² of woody species and herbaceous lianas in the soil seed bank between the two study areas. Natural regeneration, only twenty species were common to the two areas and only ten species (17.24% of the planted species) used in planting were sampled in the regeneration of FR. Despite the proximity of the two areas regenerative stratum are not similar, evidenced by the extremely low similarity between them. The mean values of accumulated litter, soil compaction and PAI also showed significant differences between the two areas. The accumulated litter was a significant positive correlation with PAI and negatively with soil compaction. There was also a significant negative correlation between PAI and soil compaction. Finally, we can conclude that although the two areas differ from each other in different ecological aspects, the presence of species in *Cecropia* and *Trema* in FR characterized positively, since these species are

responsible for forest regeneration disorders and post- were not used during the planting area, ie, forest restoration is behaving in this respect like an ecosystem that already has resilience to disturbances such as opening gaps. As well as the floristic and structural parameters obtained in natural regeneration can be inferred that the forest restoration tends to go through a process of natural enrichment , but can be accelerated by applying techniques such as direct seeding . In this same vein, we observe that the FR already falls within the range of values obtained for stock of litter defined for tropical forests of South America. So, we can consider that the FR in terms stock of litter, already recovered at least part of their processes and ecological functions.

I. INTRODUÇÃO GERAL

A remoção das florestas tem historicamente ocorrido com maior intensidade nas regiões tropicais em decorrência de um crescimento populacional rápido (Lugo, 1997), podendo este fato estar ligado à migração de populações humanas para locais ainda não devastados (Ehrlich, 1997), como por exemplo, populações da costa brasileira que desmataram e fragmentaram a Floresta Atlântica em algumas décadas através da conversão das áreas para diferentes usos (ver Dean, 1996), e atualmente migram para as regiões amazônicas abandonando as terras que se tornaram inférteis e buscando novas áreas ainda intactas para exploração. O processo de fragmentação e redução da cobertura florestal da Floresta Atlântica, nas últimas décadas avançou rapidamente para o Centro-Oeste e Norte do País sobre o Cerrado e Floresta Amazônica, visando ampliar a fronteira agrícola.

O atual estado de fragmentação das florestas tropicais é um fato preocupante no Brasil e no resto do mundo, uma vez que alguns fragmentos são extremamente pequenos com excessivo efeito de borda ao ponto de não se autossustentarem, em grande parte das vezes estes também estão inseridos em uma matriz não florestal, podendo ainda estar incluso em área urbana, o que acarreta em pressões e possíveis perturbações com maior frequência e intensidade.

A restauração de ecossistemas degradados configura-se como uma das melhores alternativas para se ampliar a diversidade atual na área degradada (Cairns Jr., 1997), acelerando o processo de recuperação em nível de paisagem, visto que para se regenerar sozinha uma floresta pode demorar décadas, séculos ou nunca se recuperar (Wilson, 1997; Holl, 2011). Os esforços na restauração também devem ser voltados para contenção dos efeitos de borda e o bloqueio de espécies invasoras em fragmentos florestais naturais (Durigan; Engel, 2012).

Em áreas onde a degradação não foi muito intensa, e o banco de sementes do solo não foi perdido e, ou, quando existem fontes de propágulos próximas, a regeneração natural pode ser suficiente para a restauração florestal (Martins, 2013). Neste contexto, discussões vão sendo iniciadas a fim de se averiguar em qual grau há necessidade de se executar a restauração ativa ou apenas a passiva, em forma de redução de custos, uma vez que os recursos disponíveis na maioria das vezes são insuficientes (Holl, 2011). No entanto, “também são escassos experimentos visando catalisar os processos naturais de regeneração”, visando à restauração de ecossistemas degradados (Durigan; Engel, 2012).

Os diferentes termos utilizados, reabilitação, recuperação e restauração de área degradada possuem significados distintos, conforme apresentado por Martins (2007; 2013):

- Reabilitação: Visa reestabelecer as principais características de uma área ou ecossistema que foi degradado, conduzindo-a a uma situação alternativa e estável através de forte intervenção antrópica, como exemplo pode-se citar a implantação de um sistema agroflorestal em uma área de pastagem degradada originalmente ocupada por ecossistema florestal.
- Recuperação: Aplicação de técnicas silviculturais, agronômicas e de engenharia, visando à recomposição topográfica e à revegetação de áreas em que o relevo foi descaracterizado pela mineração, abertura de estradas etc, sem utilizar ecossistema de referência. Pode-se citar como exemplo a revegetação de um talude de mineração com espécies de adubo verde.
- Restauração: Promover o restabelecimento dos processos ecológicos responsáveis pela reconstrução gradual dos ecossistemas, buscando criar condições para restaurar a integridade ecológica do ecossistema, sua biodiversidade e estabilidade no longo prazo.

A restauração ecológica é definida como “processo de auxílio ao restabelecimento de um ecossistema que foi degradado, perturbado ou destruído” (SER, 2004). Atualmente, o termo “restauração” tem sido bastante utilizado, em alguns casos adotado como restauração florestal visando a criação de condições e processos ecológicos para a formação de um ecossistema florestal com elevada diversidade regional (Martins, 2013).

É importante na etapa de restauração a presença de um ecossistema de referência, no intuito de auxiliar na elaboração e na avaliação do sucesso do projeto de restauração (SER, 2004). Após a realização do plantio de mudas, torna-se relevante o acompanhamento e monitoramento, para avaliação da restauração e possíveis comparações ecológicas com a floresta de referência (Martins, 2010), uma vez que este monitoramento permite analisar se a área em restauração está respondendo aos tratamentos aplicados (Brancalion et al., 2012). No entanto, deve-se ter metas e objetivos claros no projeto para que a avaliação dos resultados dos monitoramentos obtenha maior eficiência (Dale; Beyeler, 2001; SER, 2004).

O monitoramento também auxilia nas etapas de manutenção de um projeto de restauração, através do qual se observa se há algumas necessidades de intervenções como replantio, enriquecimento, controle de formigas, adubação de cobertura, dentre outros. Desta forma, os monitoramentos devem apresentar resultados rápidos, a fim de se fazer alterações e

adaptações no projeto em andamento (Bellotto, 2009). O estudo é realizado por meio de Indicadores para avaliação e monitoramento de áreas em processo de restauração, dos quais há um enorme leque para análise, como a avaliação da chuva e banco de sementes, produção, decomposição e acúmulo de serapilheira, abertura do dossel, regeneração natural, invasão biológica, serviços ecossistêmicos, interação planta-animal, dentre outros (Brançalion et al., 2012; Martins, 2013). Sendo necessária a aplicação de um conjunto destes, visto que a utilização de apenas um pode não ser suficiente (Dale; Beyeler, 2001; Martins e Kunz, 2007; Martins, 2007; 2010; 2013). No entanto, de acordo Durigan e Engel (2012) é necessário que haja um maior fluxo de informações entre a academia e os restauradores, no intuito de se pesquisar os problemas encontrados durante a execução de projetos e gerar respostas eficazes para novos projetos, proporcionando resultados com maiores sucessos e menos erros, tudo isso contribuindo para a redução dos custos da restauração (Martins, 2013).

Dentro deste contexto, este estudo aplicou indicadores para avaliação e monitoramento de áreas em processo de restauração em uma floresta em restauração há 23 anos e em uma Floresta Ombrófila Densa primária adjacente como ecossistema de referência na Reserva Natural Vale, norte do estado do Espírito Santo, região sudeste do Brasil.

No primeiro capítulo, foi utilizado como indicador o banco de sementes do solo. No segundo capítulo foi estudado a regeneração natural como indicador, na qual os resultados obtidos foram comparados e relacionados com a serapilheira acumulada, o índice de área de planta e a compactação do solo. No terceiro e último capítulo foi estudado o indicador de serapilheira acumulada, tendo seus resultados comparados e relacionados com índice de área de planta e a compactação do solo de ambas as áreas.

II. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BELLOTTO, A.; VIANI, R. A. G.; NAVE, A. G.; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R. **R. Monitoramento das áreas restauradas como ferramenta para avaliação da efetividade das ações de restauração e para redefinição metodológica.** In: RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I. (Org.) Pacto pela restauração da mata atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal. São Paulo: LERF/ESALQ, Instituto BioAtlântica, 2009.

BRANCALION, P. H. S.; VIANI, R. A. G.; RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. **Avaliação e monitoramento de área em processo de restauração.** In: MARTINS, S. V. (Ed.). Restauração Ecológica de Ecossistemas Degradados. Viçosa, MG: Editora UFV, 2012.

CAIRNS JÚNIOR, J. **Aumento da Diversidade Através da Restauração de Ecossistemas Danificados.** In: WILSON, E.O. (Org.) Biodiversidade. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997.

DALE, V. H.; BEYELER, S. C. Challenges in the development and use of ecological indicators. **Ecological Indicators**, v.1, p. 3-10, 2011.

DEAN, W. **A ferro e a fogo: A história e a devastação da Mata Atlântica brasileira.** São Paulo: Companhia das Letras, 1996.

DURIGAN, G.; ENGEL, V. L. Restauração de Ecossistemas no Brasil: Onde estamos e para onde podemos ir?. In: MARTINS, S.V. (Ed.). Restauração Ecológica de Ecossistemas Degradados. Viçosa, MG: Editora UFV, 2012.

EHRlich, P. R. **A Perda da Diversidade: Causas e Consequências.** In: WILSON, E. O. (Org.) Biodiversidade. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997.

HOLL, K. D.; AIDE, T. M. When and where to actively restore ecosystems?. **Forest Ecology and Management**, v.261, n.10, p. 1558-1563, 2011.

LUGO, A. E. **Estimativas de Reduções na Diversidade de Espécies da Floresta Tropical.** In: WILSON, E. O. (Org.) Biodiversidade. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997.

MARTINS, S. V.; KUNZ, S. H. **Use of Evaluation and Monitoring Indicators in a Riparian Forest Restoration Project in Viçosa, Southeastern Brazil.** In: RODRIGUES, R. R.; MARTINS, S. V.; GANDOLFI, S. (Org.). High Diversity Forest Restoration in Degraded Areas. New York: Nova Science Publishers, 2007.

MARTINS, S. V. **Recuperação de Áreas Degradadas: Ações em Áreas de Preservação Permanente, Voçorocas, Taludes Rodoviários e de Mineração.** 2. ed. Viçosa, MG: Ed. Aprenda Fácil, 2010.

MARTINS, S. V. **Recuperação de Áreas Degradadas:** Ações em Áreas de Preservação Permanente, Voçorocas, Taludes Rodoviários e de Mineração. 3. ed. Viçosa, MG: Ed. Aprenda Fácil, 2013.

MARTINS, S. V. **Recuperação de Matas Ciliares.** 2. Ed. Viçosa, MG: Ed. Aprenda Fácil, 2007.

SER - SOCIETY FOR ECOLOGICAL RESTORATION. **Princípios da SER International sobre a restauração ecológica.** www.ser.org e Tucson: Society for Ecological Restoration International, 2004.

WILSON, E. O. **A situação Atual da Diversidade Biológica.** In: WILSON, E. O. (Org.) Biodiversidade. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997.

III. ARTIGO I

Artigo submetido à Revista Floram

Banco de sementes do solo de floresta restaurada, Reserva Natural Vale, ES

Resumo

Visando avaliar a composição e estrutura do banco de sementes do solo de uma Floresta em Restauração (FR) e o de um Ecossistema de Referência (ER) foi realizado este estudo, por meio de 60 amostras de 30x30x5 cm do solo superficial coletadas na Reserva Natural Vale, Linhares, Espírito Santo. Durante seis meses germinaram indivíduos de 25 espécies e 15 famílias botânicas. Constatou-se elevada densidade de *Urochloa decumbens* (brachiária) na FR, espécie invasora e inibidora do processo de sucessão ecológica, o que representa um problema em casos de possíveis perturbações. Por outro lado, a presença de espécies facilitadoras de sucessão como *Cecropia* e *Trema* na FR caracteriza-se de forma positiva, visto que estas espécies são responsáveis pela regeneração florestal pós-distúrbios e não foram utilizadas durante o plantio na área, ou seja, a floresta em restauração está se comportando como um ecossistema que já apresenta resiliência a distúrbios como abertura de clareiras.

Palavras-chave: Floresta Ombrófila Densa; Indicadores de Restauração; Ecossistema de Referência, Topsoil, Floresta de Tabuleiro.

Soil Seed Bank as of the Forest Restored, Reserva Natural Vale, ES

Abstract

To evaluate the composition and structure of soil seed bank of a Forest Restoration (FR) and an Ecosystem Reference (ER) this study was conducted. Using 60 samples of 30x30x5 cm topsoil collected in Reserva Natural Vale, Linhares, Espírito Santo. For six months germinated individuals of 25 species and 15 botanical families. The study found increased density *Urochloa decumbens* (brachiária) in FR, invasive species and inhibiting the process of ecological succession, this represents a problem in cases of possible disturbances. On the other hand, the presence of facilitative succession species like *Cecropia* and *Trema* in FR characterized positively, since these species are responsible for forest regeneration after disturbances and were not used during the planting area, i.e. the forest restoration is behaving like an ecosystem that already has resilience to disturbances such as creation of gaps.

Keywords Tropical Rain Forest; Indicators Restoration; Reference Ecosystem, Topsoil, Tableland Atlantic Forest.

1. Introdução

O banco de sementes do solo, formado pelo acúmulo de sementes viáveis existentes no solo (Kageyama & Viana, 1991), representa uma importante alternativa para auxílio na restauração de ecossistemas através da técnica de nucleação. Estando este totalmente ligado ao histórico de uso da área, uma vez que áreas em que a vegetação foi suprimida e manejadas com diferentes usos por longos períodos, como agricultura ou pastagem, não devem apresentar mais elevado potencial de riqueza e diversidade de espécies no solo (Holl, 2013). Assim, o tipo de matriz do entorno, o histórico de uso e o estado de conservação de uma área são extremamente importantes para a composição do seu banco de sementes, uma vez que no solo de bordas de florestas e de florestas muito jovens ocorre elevada densidade de espécies herbáceas, muitas podendo ser invasoras agressivas ou pioneiras arbóreas, sendo necessário em alguns casos, o enriquecimento posterior com espécies pertencentes aos estágios finais de sucessão e que se caracterizam por grandes sementes, uma vez que estas, normalmente, não compõem o banco de sementes do solo (Baider et al., 2001).

No âmbito de florestas nativas ou de florestas em processo de restauração, o banco de sementes é um elemento chave, uma vez que é uma importante fonte de conhecimentos biológicos sobre o histórico da vegetação, bem como pode ser responsável pela renovação da floresta através do seu potencial de regeneração (Roizman, 1993; Hopfensperger, 2007), visto que este é formado, principalmente, por espécies pertencentes aos estágios iniciais de sucessão, e será responsável pela composição do novo ecossistema caso este sofra algum impacto ou ocorra algum distúrbio (Lunt, 1997; Martins, 2007; 2010).

Cabe ressaltar que o banco de sementes do solo por ser constituído, principalmente, por espécies pioneiras responsáveis pelo início da sucessão florestal em áreas perturbadas (ver Hopfensperger, 2007). No entanto, caso haja o surgimento de pequenas clareiras naturais, a

floresta será influenciada e regenerada pelo banco de plântulas presente na regeneração natural (Baider et al., 1999).

Diante do exposto, este estudo objetivou avaliar a composição e estrutura do banco de sementes do solo de uma floresta em restauração (FR) há 23 anos e compará-lo com o de uma Floresta Ombrófila Densa primária (FP) adjacente, considerada como Ecossistema de Referência (ER), na região norte do estado do Espírito Santo.

2. Material e Métodos

2.1. Área de estudo

A pesquisa foi desenvolvida na Reserva Natural Vale (RNV), localizada nos municípios de Linhares e Jaguaré, norte do estado do Espírito Santo (19°06' - 19°18'S e 39°45' - 40°19'W) (Figura 1). Possuindo cerca de 22.000 ha, esta reserva juntamente a Reserva Biológica de Sooretama contemplam aproximadamente 46.000 ha, representando o maior maciço florestal do Estado. De acordo com o sistema de classificação do IBGE (2012), a vegetação pode ser classificada como Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas, sendo também conhecida como Floresta de Tabuleiro. O clima na classificação de Köppen é do tipo tropical quente e úmido, com estação chuvosa no verão e seca no inverno, com precipitação pluviométrica média anual de 1.202 mm e a temperatura média de 23,3° C (Jesus & Rolim, 2005). A mesma encontra-se sob os Tabuleiros Terciários do Grupo Barreiras e apresenta relevo relativamente plano com altitudes entre 28 e 65 m, constituída, principalmente por Argissolo Amarelo (Jesus & Rolim, 2005).

O estudo foi realizado em duas áreas adjacentes, sendo uma constituída por Floresta Ombrófila Densa primária (FP), considerada como Ecossistema de Referência (ER), e a outra por Floresta em Restauração (FR). A FR possui 7,8 ha, tendo sido implantada em Novembro/1989 com o plantio em linha de 58 espécies, sendo a maioria de nativas. No início

da restauração, a área encontrava-se com regeneração de *Eucalyptus* spp. e infestada por capim colonião (*Panicum maximum* Jacq.) e sapê (*Imperata brasiliensis* Trin.). Como operações de plantio foi realizada a eliminação da regeneração do eucalipto e roçada manual em área total, adotou-se espaçamento de 2 x 2 m e adubação com 200 g de Superfosfato Simples por cova. Fez-se ainda o controle das formigas cortadeiras, com a utilização de isca granulada na razão de 10 g/m² de formigueiro (Informações cedidas pela Vale S/A).

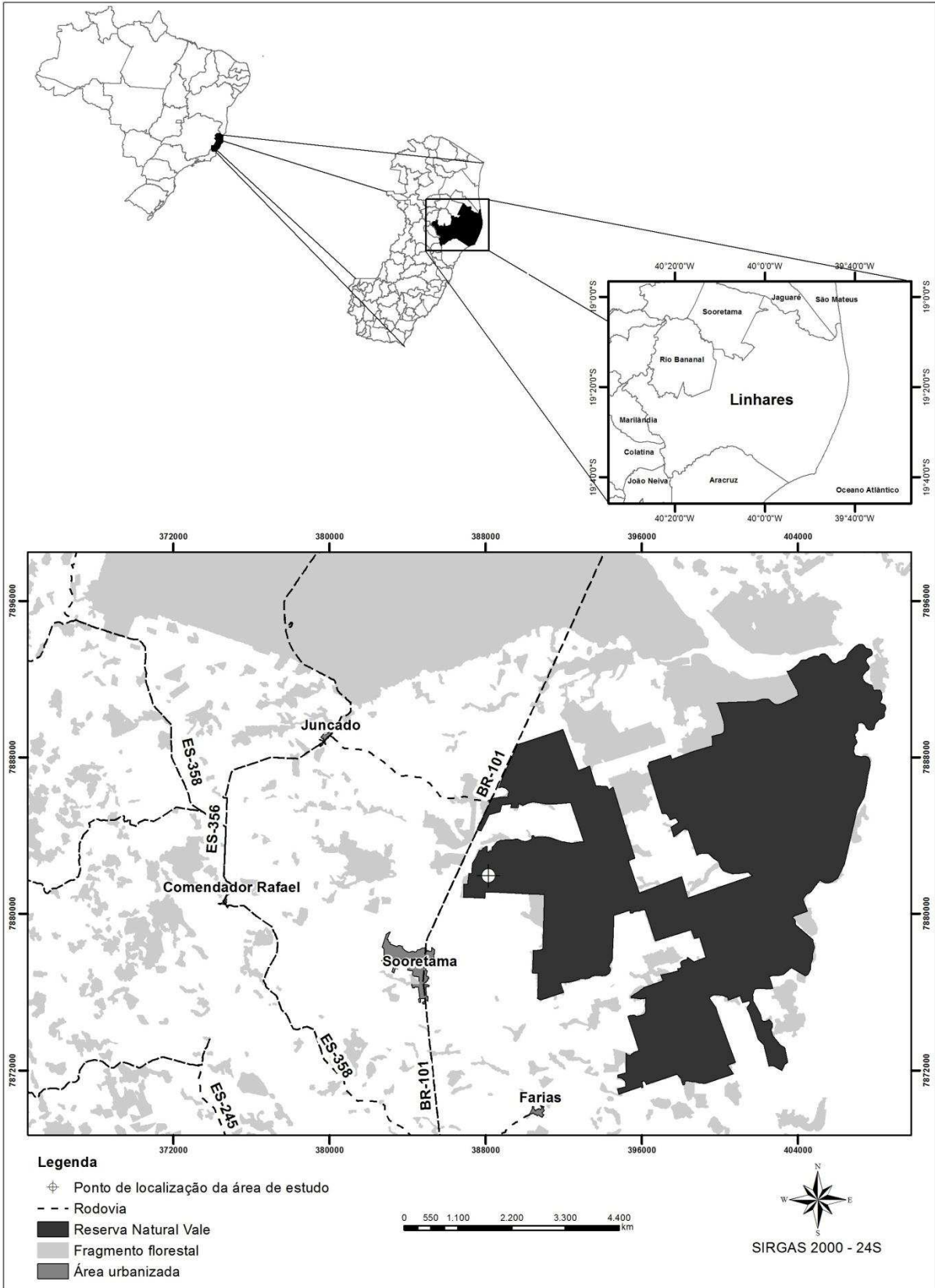


Figura 1. Mapa da área de estudo na Reserva Natural Vale, Linhares, ES.

Figure 1. Map of the study area in the Reserva Natural Vale, Linhares, ES.

2.2. Coleta e análise dos dados

A amostragem do banco de sementes foi realizada em 30 parcelas permanentes de 3 x 3 m em cada uma das áreas. As parcelas foram alocadas de forma sistemática cinco metros uma das outras, totalizando uma área amostral de 540 m² (Figura 2).

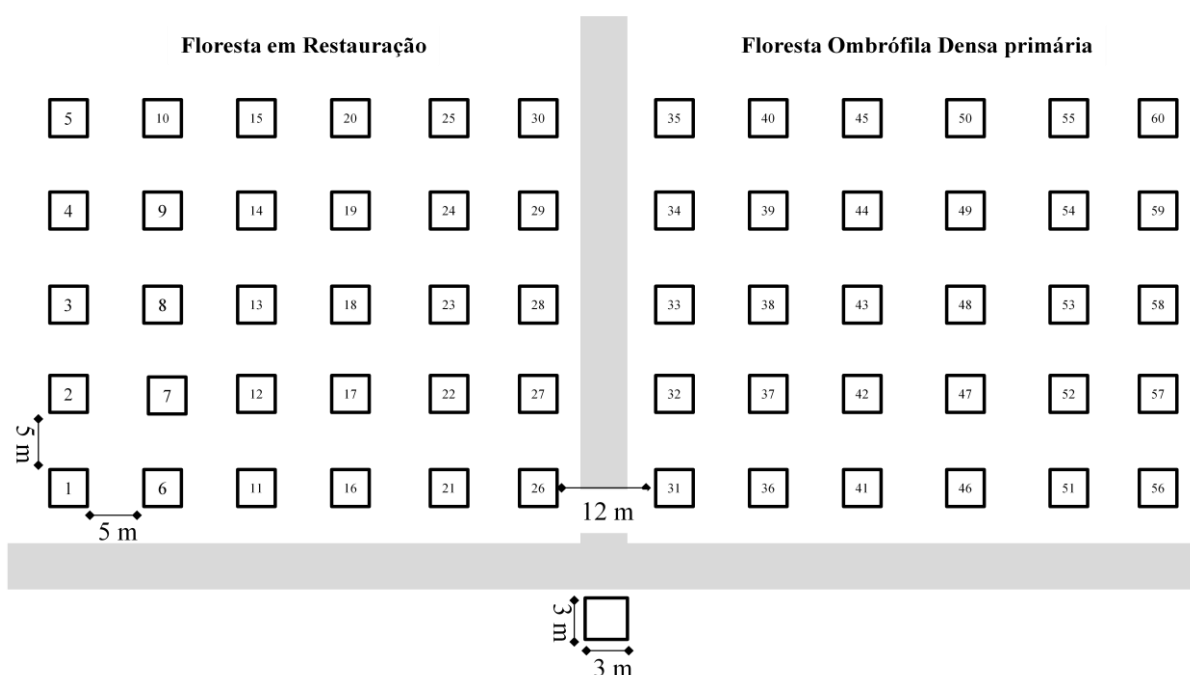


Figura 2. Esquema da distribuição das parcelas na Reserva Natural Vale, Linhares, ES. Onde: Em cinza = vias de acesso.

Figura 2. Graph of the distribution of plots in Reserva Natural Vale, Linhares, ES. Where: gray = access roads.

As amostras do solo para a avaliação do banco de sementes do solo foram coletadas no centro das parcelas. Antes da coleta retirou-se a serapilheira dura e coletou-se uma amostra de solo superficial na profundidade de 0 a 5 cm, com o auxílio de um gabarito de madeira de 0,3 x 0,3 x 0,5 m (0,0045 m³), totalizando 0,27 m³ nas 60 parcelas. As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos, devidamente identificados e levadas para o Viveiro da

Vale, localizado dentro da própria Reserva. No viveiro, as amostras foram dispostas em uma bancada dentro de bandejas plásticas com cinco furos para auxiliar a drenagem e identificadas com a localização de origem, postas para germinar em local coberto com tela de náilon com sombreamento de 50% e irrigação diária. Embora o ambiente do experimento tenha sido protegido pela tela tipo sombrite da chuva de sementes, foram colocadas entre as amostras do banco três bandejas com areia esterilizada, como amostras controle, no intuito de identificar possíveis contaminações com sementes externas. Quinzenalmente, durante um período de seis meses foram realizadas a contagem e identificação das plântulas de espécies arbustivo-arbóreas e lianas oriundas do banco de sementes do solo. Em virtude da dificuldade de identificação dos indivíduos herbáceos, optou-se por realizar a identificação da braquiária (*Urochloa decumbens* (Stapf) RD Webster) por ser uma espécie exótica muito agressiva e contagem dos demais espécimes herbáceos.

As médias dos valores de densidade e riqueza obtidas na Floresta em Restauração foram comparadas com a Floresta Ombrófila Densa através do teste t de Student para amostras independentes com o auxílio do software STATISTICA 7.0 (Statsoft, 2004).

A classificação das espécies seguiu o sistema proposto pelo Angiosperm Phylogeny Group III (APG III, 2009) e para confirmação dos autores dos nomes científicos foi consultada a Lista de Espécies da Flora do Brasil (<<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>).

3. Resultados e Discussão

A densidade média de sementes de espécies arbustivo-arbóreas e lianas germinadas por m² diferiram estaticamente ($p < 0,001$) entre as duas áreas analisadas, sendo observada a germinação por m² de $63,70 \pm 39,46$ na Floresta em Restauração e $251,48 \pm 168,69$ no Ecosistema de Referência. A densidade média de todas as sementes germinadas, incluindo as herbáceas, também apresentou diferenças significativas ($p < 0,05$), sendo encontrada na FR

357,77 ± 192,56 sementes/m² e no ER 510,0 ± 255,23 sementes/m². Considerando as duas florestas, a densidade média de sementes de espécies arbustivo-arbóreas e lianas germinadas no banco foi de 157,59 sementes/m² e incluindo todos os espécimes foi de 433,88 sementes/m².

Nas florestas tropicais primárias o banco de sementes do solo apresenta, em média, densidade inferior a 500 sementes/m² (Saulei & Swaine, 1988). Neste âmbito, a densidade de sementes germinadas por m² na ER é inferior à observada em diversos estudos em florestas secundárias no Brasil (Araújo et al., 2001; Baider et al., 2001; Batista Neto et al., 2007; Martins et al., 2008; Calegari et al. 2013; Camargo et al., 2013; Avila et al., 2013). Em adição aos resultados de Baider et al. (2001), que observou o incremento na densidade de espécies lenhosas em florestas maduras, neste estudo comparando a FR mais jovem e a FP também foi observado esta tendência.

Nas duas áreas constatou-se a presença de 25 espécies, seis indeterminadas, pertencentes a 15 famílias botânicas (Tabela 1). Onze espécies na FR e 22 no ER. No entanto, 14 espécies foram exclusivas do ER e três da FR. Apenas as famílias Piperaceae e Solanaceae apresentaram mais de uma espécie, com duas e quatro espécies respectivamente. Com exceção das herbáceas, *Cecropia pachystachya* e *Trema micrantha* foram as espécies que apresentaram o maior número de indivíduos. Na FR 82,17% dos indivíduos germinados possuem porte herbáceo e no ER 50,72%, no geral aproximadamente 64% dos espécimes germinados são herbáceos.

Alguns estudos em florestas tropicais (Saulei & Swaine, 1988; Baider et al., 1999) corroboram com a ideia que o banco de sementes nestas florestas é formado, principalmente, por espécies colonizadoras, herbáceas e pioneiras. Seguindo esta ideia, foi observada a predominância de espécies herbáceas nas duas áreas estudadas, sendo a maioria nativas de sub-bosque e outras de início de sucessão e de fechamento de clareira. Algumas espécies

herbáceas encontradas são ruderais, como *Borreria* spp. e *Bidens* sp., e estão presentes na borda da área por influência de uma estrada adjacente. Grombone-Guaratini et al. (2004) também observaram uma maior concentração de espécies herbáceas em relação as arbóreas, se assemelhando aos seus resultados, algumas espécies lenhosas encontradas neste estudo, como *Cecropia pachystachya* e *Trema micrantha*, que apresentaram elevada densidade só germinarão e irão compor parte da regeneração caso surja abertura de grandes clareiras.

Joannesia princeps, embora heliófita, ou seja, com necessidade de intensa luz para sobreviver (Lorenzi, 2002), não é formadora de banco de sementes persistente, no entanto, a mesma estava presente no banco estudado por ter frutificado e dispersado suas sementes cerca de três meses antes da coleta deste. Desta forma, devido a coleta do banco praticamente ter coincido com a frutificação da espécie, suas sementes ainda se apresentaram viáveis, podendo ser caracterizada como não formadora de banco ou formadora de banco transitório (sensu Garwood, 1989).

O banco de sementes do solo das duas florestas apresentou densidade total um pouco inferior ao de outras florestas e a elevada densidade de *Urochloa decumbens* (brachiária) na floresta em restauração representa um forte problema em casos de possíveis perturbações. Até o momento esta espécie não se estabeleceu por não haver condições ambientais de luz suficientes, em decorrência de um dossel florestal fechado, mas caso haja a abertura de uma grande clareira ou passagem de fogo esta será a espécie potencial a se estabelecer e dominar o ambiente, impedindo a sua cicatrização por espécies nativas pertencentes aos estágios iniciais de sucessão. Cabe ressaltar, que a elevada abundância de *U. decumbens* é influenciada pela presença da gramínea em uma área experimental com plantios de espécies nativas localizada em frente a FR o que prejudica um melhor sucesso na restauração desta floresta.

Outro fato preocupante é a presença de *Acacia mangium* no banco de sementes do solo da ER, uma vez que a mesma foi utilizada no plantio da FR e anelada após alguns anos para

erradicação. Isto corrobora com a proposta de que a utilização de espécies exóticas em restaurações florestais pode ser, em parte dos casos, um risco de contaminação de ecossistemas remanescentes. Uma vez que esta espécie pode apresentar potencial invasor e adentrar florestas nativas se estabelecendo em casos de aberturas de clareiras naturais. Já que algumas espécies invasoras podem formar banco de sementes, influenciando na futura composição e no funcionamento da floresta (Skowronek et al., 2013).

Tabela 1. Lista das espécies registradas no Banco de Sementes do Solo nas áreas estudadas na Reserva Natural Vale, Linhares – ES, organizadas por famílias e espécies seguidas do número de indivíduos em cada área. Sendo: FR = Floresta em Restauração; ER = Ecossistema de Referência; GE = Grupo Ecológico; PI = Pioneira; SI = Secundária Inicial, ST = Secundária Tardia; EX = Exótica.

Table 1. List of species recorded in the soil seed bank in the areas studied in the Reserva Natural Vale, Linhares – ES, organized by families and species followed by the number of individuals in each area. Where: FR = Forest Restoration; ER = Ecosystem Reference; GE = Ecological Group; PI = Pioneer; SI = Initial Secondary, ST = Secondary Late; EX = Exotic.

FAMÍLIA/Espécie	Hábito	GE	Número de Indivíduos	
			FR	ER
ANNONACEAE				
<i>Annona dolabripetala</i> Raddi	Arbóreo	PI	-	6
BIXACEAE				
<i>Bixa arborea</i> Huber	Arbóreo	PI	-	29
CANNABACEAE				
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	Arbóreo	PI	50	193
DILLENIACEAE				
<i>Davilla rugosa</i> Poir.	Liana	-	-	2
EUPHORBIACEAE				
<i>Joannesia princeps</i> Vell.	Arbóreo	SI	2	1
FABACEAE				
<i>Acacia mangium</i> Willd.	Arbóreo	EX	2	1
INDETERMINADA				
Indet 1	-	-	1	-
Indet 2	-	-	1	-
Indet 3	-	-	-	1

Continua..

Tabela 1. Continuação...

Table 1. Continuation...

FAMÍLIA/Espécie	Hábito	GE	Número de Indivíduos	
			FR	ER
Indet 4	-	-	-	1
Indet 5	-	-	-	1
Indet 6	-	-	-	1
MELASTOMATACEAE				
Melastomataceae 1	-	-	2	2
PASSIFLORACEAE				
Passiflora 1	Liana	-	1	1
Passiflora alata Curtis	Liana	-	-	49
PIPERACEAE				
Piperaceae 1	-	-	3	5
POACEAE				
Urochloa decumbens (Stapf) RD Webster	Herbáceo	EX	157	4
RUBIACEAE				
Psychotria carthagenensis Jacq.	Arbustivo	ST	-	1
SALICACEAE				
Xylosma prockia (Turcz.) Turcz.	Arbustivo	ST	-	3
SOLANACEAE				
Aureliana sp.		PI	4	-
Solanum asperum Rich.	Arbustivo	PI	-	6
Solanum sooretamum Carvalho	Arbustivo	PI	-	10
Solanum sp.	Arbustivo	PI	-	1
URTICACEAE				
Cecropia pachystachya Trécul	Arbóreo	PI	106	364
VERBENACEAE				
Aegiphila integrifolia (Jacq.) Moldenke	Arbóreo	PI	-	1
Outras herbáceas	Herbáceo		636	695
Total de Indivíduos			965	1378

4. Conclusão

A presença das espécies de *Cecropia* e *Trema* na Floresta em Restauração caracteriza-se de forma positiva, visto que estas espécies são responsáveis pela regeneração florestal pós-distúrbios e não foram utilizadas durante o plantio da área, ou seja, a floresta em restauração está se comportando, neste aspecto, como um ecossistema que já apresenta resiliência a distúrbios como abertura de clareiras. No entanto, a elevada densidade de *Urochloa decumbens* implica em um risco para o futuro da floresta em estruturação, caso algum distúrbio de maior proporção como abertura de grandes clareiras venha a ocorrer.

A baixa densidade de sementes de *Acacia mangium* germinada na FR onde foi inicialmente plantada é plausível, de onde se pode inferir que a mesma está saindo do sistema e não ocasionará em riscos futuros para este ambiente. Contudo, sua presença no banco de sementes do ER ilustra bem a problemática da utilização, em projetos de restauração florestal, de determinadas espécies exóticas invasoras.

5. Agradecimentos

Agradecemos a CAPES pela bolsa de Mestrado da primeira autora, ao CNPq pela bolsa de Produtividade em Pesquisa do segundo autor e a Vale pelo apoio logístico, em especial ao G. Terra pelo apoio prestado durante a pesquisa, ao G. Siqueira e D. Folli pelo auxílio na identificação do material botânico e ao E. Sakai e equipe do viveiro pelo apoio. Também agradecemos a A. Miranda Neto, B. Sequeiros, C. Nogueira, K. Silva, M.V. Campos e T. Diniz pelo apoio nas atividades de campo.

6. Referências

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* 2009; 161: 105–121.

Araujo MM, Oliveira FA, Vieira ICG, Barros PLC, Lima CAT. Densidade e composição florística do banco de sementes do solo de florestas sucessionais na região do Baixo Rio Guamá, Amazônia Oriental. *Scientia Forestalis* 2001; 59: 115-130.

Avila AL, Araujo MM, Gasparin E, Longhi SJ. Mecanismos de regeneração natural em remanescente de Floresta Ombrófila Mista, RS, Brasil. *Cerne* 2013; 19(4): 621-628.

Baider C, Tabarelli M & Mantovani W. O banco de sementes de um trecho de floresta Atlântica Montana (São Paulo, Brasil). *Revista Brasileira de Biologia* 1999; 59(2): 319-328.

Baider C, Tabarelli M, Mantovani W. The soil seed bank during Atlantic Forest regeneration in southeast Brazil. *Revista Brasileira de Biologia* 2001; 61(1): 35-44.

Batista Neto JP, Reis MGF, Reis GG, Silva AF, Cacau FV. Banco de sementes do solo de uma Floresta Estacional Semidecidual, em Viçosa, Minas Gerais. *Ciência Florestal* 2007; 17(4): 311-320.

Calegari L, Martins SV, Campos LC, Silva E, Gleriani JM. Avaliação do banco de sementes do solo para fins de restauração florestal em Carandaí, MG. *Revista Árvore* 2013; 37(5), 871-880.

Camargos VL, Martins SV, Ribeiro GA, Carmo FMS, Silva AF. Influência do fogo no banco de sementes do solo em Floresta Estacional Semidecidual. *Ciência Florestal* 2013; 23 (1), 19-28.

Garwood NC. Tropical soil seed banks: a review. In: Leck MA, Parker VT, Simpson RL, editores. *Ecology of soil seed banks*. San Diego: Academic Press; 1989.

Grombone-Guaratini MT, Leitão Filho HF, Kageyama PY. The seed bank of a gallery forest in southeastern Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology* 2004; 47(5): 793-797.

Holl KD. Restoring Tropical Forest. *Nature Education Knowledge* 2013; 4(4):4.
Hopfensperger KN. A review of similarity between seed bank and standing vegetation across ecosystems. *Oikos* 2007; 116: 1438-1448.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual Técnico da Vegetação Brasileira: Sistema fitogeográfico, Inventário das formações florestais e campestres, Técnicas e manejo de coleções botânicas e Procedimentos para mapeamentos. Manuais técnicos em geociências, 2rd ed., n.1. Rio de Janeiro; 2012.

Jesus RM, Rolim SG. Fitossociologia da Mata Atlântica de Tabuleiro. *Boletim Técnico da Sociedade de Investigações Florestais* 2005; 19: 1-149.

Kageyama LG, Viana VM. Tecnologia de sementes e grupos ecológicos de espécies arbóreas tropicais. In: *Anais Simpósio Brasileiro de Tecnologia de Sementes Florestais*; 1991; Atibaia: SMA, 1991.

Lista de espécies da flora do Brasil. [cited 2014 jan. 6]. Available from: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br>>.

Lorenzi H. Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 4rd ed. Nova Odessa: Plantarum; 2002.

Lunt ID. Germinable soil seed banks of anthropogenic native grasslands and grassy forest remnants in temperate south-eastern Australia. *Plant Ecology* 1997; 130: 21-34.

Martins SV. *Recuperação de Áreas Degradadas: Ações em áreas de preservação permanente, voçorocas, taludes rodoviários e de mineração*. 2rd ed. Viçosa: Ed. Aprenda Fácil; 2010.

Martins SV, Almeida DP, Fernandes LV, Ribeiro TM. Banco de sementes como indicador de restauração de uma área degradada por mineração de Caulim em Brás Pires, MG. *Revista Árvore* 2008; 32(6): 1081-1088.

Martins SV, Kunz SH. Use of evaluation and monitoring indicators in a riparian forest restoration project in Viçosa, southeastern Brazil. In: Rodrigues RR, Martins SV, Gandolfi S, editores. *High diversity forest restoration in degraded areas*. New York: Nova Science Publishers; 2007.

Mueller-Dombois D, Ellenberg H. *Aims and methods of vegetation ecology*. New York: John Wiley & Sons; 1974.

Roizman LG. *Fitossociologia e dinâmica do banco de sementes de populações arbóreas de florestas secundárias em São Paulo, SP [dissertação]*. São Paulo: Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo; 1993.

Saulei SM, Swaine MD. Rain Forest seed dynamics during succession at Gogol, Papua New Guinea. *Journal of Ecology* 1988; 76, 1133-1152.

Skowronek S, Terwei A, Zerbe S, Molder I, Annighofer P, Kawaletz H et al. Regeneration Potential of Floodplain Forests Under the Influence of Nonnative Tree Species: Soil Seed Bank Analysis in Northern Italy. *Restoration Ecology* 2014; 22: 22-30.

Statsoft, Inc. *Statistica – Data Analysis software system*. Version 7.0.61.0, Tulsa, OK 74104, USA, 2004.

IV. CAPÍTULO I

REGENERAÇÃO NATURAL EM FLORESTA EM RESTAURAÇÃO E EM FLORESTA DE TABULEIRO NO SUDESTE BRASILEIRO

Resumo

O estudo visou comparar a composição florística e estrutura da regeneração natural de uma floresta em restauração (FR) há 23 anos com o de uma Floresta Ombrófila Densa primária (FP) adjacente, considerada como Ecossistema de Referência, bem como avaliar a relação entre a regeneração natural nas duas florestas com a serapilheira acumulada, o índice de área de planta e a compactação do solo. Para a realização deste estudo foram plotadas 60 parcelas de 3 x 3 m distribuídas de forma sistemática a cinco metros uma das outras. Todos os indivíduos arbustivo-arbóreos com altura ≥ 30 cm e CAP < 15 cm foram amostrados e medidos em altura e DAS. No conjunto das parcelas foram amostrados 717 indivíduos de 177 espécies e 42 famílias. Apenas vinte espécies foram amostradas nas duas áreas e apenas dez espécies (17,24% das espécies plantadas) utilizadas no plantio foram amostradas na regeneração da FR. Apesar da proximidade, as duas áreas apresentam valores de similaridade muito baixo para o estrato regenerativo (menos de 4%). Este resultado pode estar relacionado com o fato do dossel da FP apresentar menor abertura, uma vez que a pouca entrada de luz limita a germinação de algumas espécies pioneiras e secundárias iniciais, frequentes na FR que possui dossel mais aberto. Embora o tempo de pouco mais de duas décadas não tenha sido ainda suficiente para aproximar o estrato de regeneração da floresta em restauração ao de uma floresta primária de tabuleiro, os parâmetros florísticos e estruturais obtidos permitem sugerir que a floresta em restauração não necessita de novas intervenções de manejo, uma vez que o enriquecimento tende a ocorrer naturalmente com o tempo.

Palavras-chave: Restauração Florestal; Floresta Ombrófila Densa; Ecossistema de Referência; Indicadores de Restauração.

NATURAL REGENERATION IN FOREST RESTORATION AND IN TABLELAND FOREST IN SOUTHEAST BRAZIL

Abstract

The study aimed at comparing the floristic composition and structure of natural regeneration of a forest restoration (FR) for 23 years with a primary Dense Rain Forest (FP) adjacent considered Reference Ecosystem, as well as evaluating the relationship between regeneration in both natural forests with accumulated litter area index of plant and soil compaction. For this study 60 plots of 3 x 3 m distributed systematically to five feet from each other were plotted. All tree species ≥ 30 cm in height and CAP < 15 cm were sampled and measured for height and DAS. In all plots 717 individuals of 177 species and 42 families were sampled. Only twenty species were sampled in the two areas and only ten species (17.24% of the planted species) used in planting were sampled in the regeneration of FR. Despite the proximity, the two areas have very low similarity values for the regeneration layer (less than 4 %). This result may be related to the fact that FP has lower canopy openness, since the little light input limits the germination of some initial, common in FR which has more open canopy pioneer and secondary species. Although time of just over two decades have not been enough to bring the stratum of forest regeneration in the restoration of a primary forest board, the floristic and structural parameters obtained allow us to suggest that the forest restoration requires no new interventions management, since the enrichment tends to occur naturally with time.

Keywords: Forest Restoration; Tropical Rain Forest; Ecosystem Reference; Indicators Restoration.

1. Introdução

Inúmeros estudos estão sendo realizados nas últimas décadas abordando o elevado grau de fragmentação das florestas tropicais e os efeitos oriundos destes impactos na biodiversidade, bem como a importância da preservação das florestas primárias para a proteção da biodiversidade tropical (ver Gibson et al., 2011). Neste contexto, Holl (2013) enfatiza que os esforços iniciais devem ser empregados em preservar as florestas tropicais relativamente intactas para se conservar os serviços ambientais prestados por elas. No entanto, segundo este mesmo autor, em áreas altamente fragmentadas, a restauração pode auxiliar a restaurar estes serviços ecossistêmicos.

A restauração de ecossistemas vem se tornando cada vez mais prioritária em programas de conservação, se tornando uma questão global (Aronson; Alexander, 2013). No entanto, a regeneração natural ainda continua sendo uma área pouco estudada no âmbito da restauração (Shoo; Catterall, 2013). No estado do Espírito Santo, por exemplo, estudos desta natureza ainda são incipientes (e.g. Souza et al., 2002; Gomes, 2006; Silva, 2012). Porém, nos próximos anos, a restauração por meio da condução e manejo da regeneração natural em áreas com boas fontes de propágulos, será uma das principais técnicas utilizadas para a restauração florestal em larga escala. Uma vez que possui baixo custo, mantém a variabilidade genética das espécies da região, pode ampliar a diversidade de espécies em uma determinada área em restauração, dentre outros fatores. Diante do cenário do Espírito Santo ser promissor a grande destaque em restauração ecológica no país nos próximos anos, através de diversos projetos que estão e que serão implantados pelas iniciativas pública e privada (ex. Programa Reflorestar do Governo Estadual), ressalta-se que o estudo da regeneração natural é necessário para agregar conhecimento a aplicação desta técnica tornando-a mais eficaz, a fim de restaurar e conservar remanescentes florestais.

Além de sua importância em modelos de restauração por nucleação, a regeneração natural é um dos melhores indicadores de avaliação e monitoramento de projetos de restauração florestal, uma vez que é o resultado de importantes mecanismos da resiliência dos ecossistemas, como a dispersão de propágulos e o banco de sementes do solo.

Neste contexto, o presente estudou visou comparar a composição florística e estrutura do estrato de regeneração natural de uma área em restauração há 23 anos com o de uma Floresta Ombrófila Densa primária adjacente, bem como relacioná-la com a serapilheira acumulada, o índice de área de planta e a compactação do solo de ambas as áreas.

2. Material e Métodos

2.1. Área de estudo

A pesquisa foi desenvolvida na Reserva Natural Vale (RNV), localizada nos municípios de Linhares e Jaguaré, norte do estado do Espírito Santo (19°06' - 19°18'S e 39°45' - 40°19'W) (Figura 1). Possuindo cerca de 22.000 ha, esta reserva juntamente a Reserva Biológica de Sooretama contemplam aproximadamente 46.000 ha, representando o maior maciço florestal do Estado. De acordo com o sistema de classificação do IBGE (2012), a vegetação pode ser classificada como Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas, sendo também conhecida como Floresta de Tabuleiro. O clima na classificação de Köppen é do tipo tropical quente e úmido, com estação chuvosa no verão e seca no inverno, com precipitação pluviométrica média anual de 1.202 mm e a temperatura média de 23,3° C (Jesus; Rolim, 2005). A mesma encontra-se sob os Tabuleiros Terciários do Grupo Barreiras e apresenta relevo relativamente plano com altitudes entre 28 e 65 m, constituída, principalmente por Argissolo Amarelo (Jesus; Rolim, 2005).

O estudo foi realizado em duas áreas adjacentes, sendo uma constituída por Floresta Ombrófila Densa primária (FP), considerada como Ecossistema de Referência (ER), e a outra por Floresta em Restauração (FR). A FR possui 7,8 ha, tendo sido implantada em Novembro/1989 com o plantio em linha de 58 espécies, sendo a maioria de nativas. No início da restauração, a área encontrava-se com regeneração de *Eucalyptus* spp. e infestada por capim colônia (*Panicum maximum* Jacq.) e sapê (*Imperata brasiliensis* Trin.). Como operações de plantio foi realizada a eliminação da regeneração do eucalipto e roçada manual em área total, adotou-se espaçamento de 2 x 2 m e adubação com 200 g de Superfosfato Simples por cova. Fez-se ainda o controle das formigas cortadeiras, com a utilização de isca granulada na razão de 10 g/m² de formigueiro (Informações cedidas pela Vale S/A).

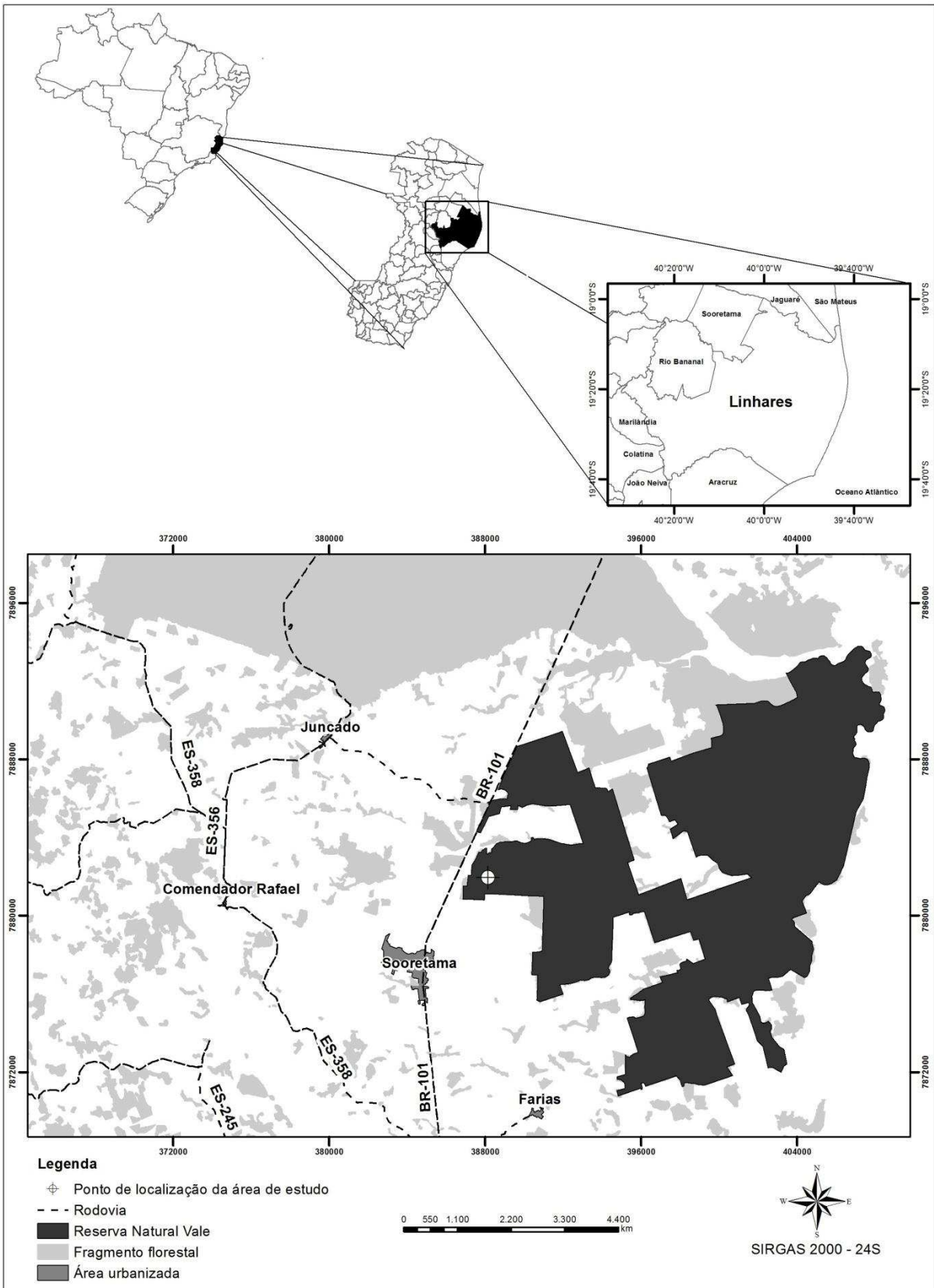


Figura 1 – Mapa da Área de estudo na Reserva Natural Vale, Linhares, ES.

2.2. Coleta e análise dos dados

Foram alocadas de forma sistemática 30 parcelas permanentes de 3 x 3 m em cada área, totalizando 60 parcelas (540 m²), distanciadas em 5 m uma das outras (Figura 2 e 3). Todos os indivíduos arbustivo-arbóreos presentes nas parcelas com altura ≥ 30 cm e circunferência a altura de 1,30 m do solo (CAP) < 15 cm foram marcados e posteriormente identificados. Os indivíduos marcados tiveram suas alturas e o diâmetro ao nível do solo (DAS) mensurados.

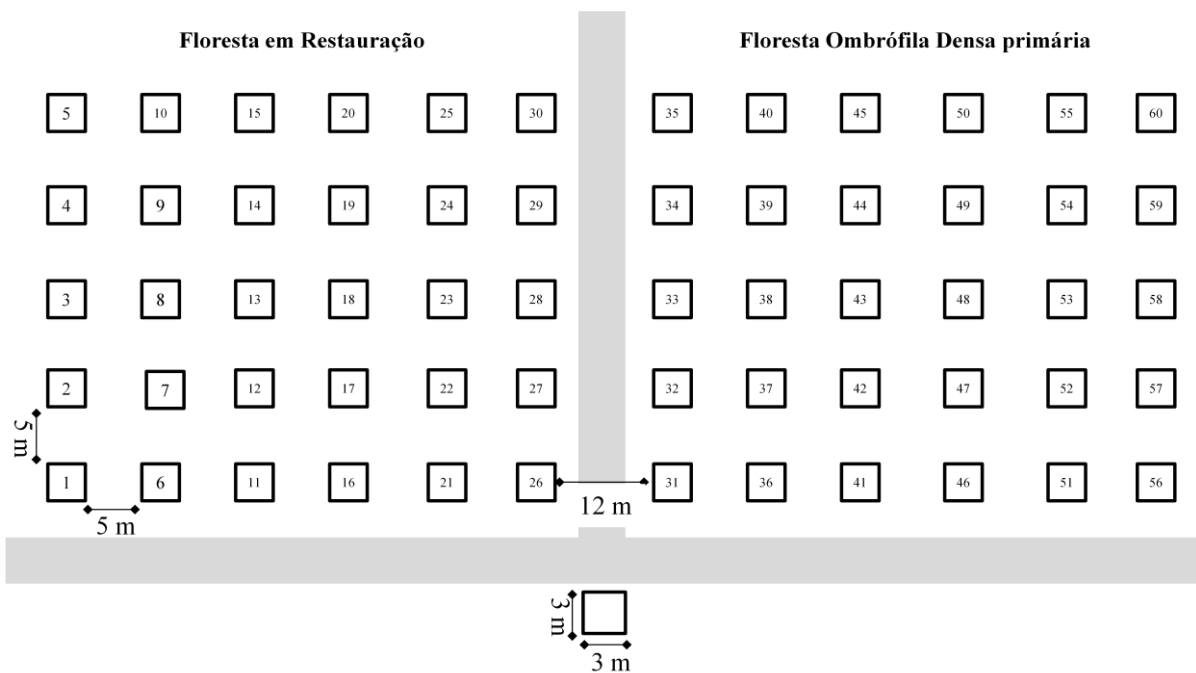


Figura 2 – Esquema da distribuição das parcelas na Reserva Natural Vale, Linhares, ES. Onde: Em cinza = vias de acesso.



Figura 3 – Áreas de estudo na Reserva Natural Vale, Linhares, ES. Onde: 1 = Floresta em Restauração; 2 = Floresta Ombrófila Densa

Foram calculados os parâmetros fitossociológicos frequência, densidade, dominância em seus valores absolutos e relativos, valor de importância e valor de cobertura das espécies (Mueller-Dombois; Ellenberg, 1974). Também foram calculados os valores de Diversidade de Shannon (H') e Equabilidade de Pielou (J'), conforme Brower e Zar (1984), para cada área. Para os cálculos destes parâmetros foi utilizado o software Fitopac 2.1 (Shepherd, 2010).

A classificação das espécies seguiu o sistema proposto pelo Angiosperm Phylogeny Group III (APG III, 2009) e para confirmação dos autores dos nomes científicos foi consultada a Lista de Espécies da Flora do Brasil (<<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>). Na listagem florística são citadas as espécies ameaçadas de extinção conforme a “Lista Oficial de Espécies da Flora Brasileira Ameaçada de Extinção” (Brasil, 2008); de acordo com a Lista de Espécies Ameaçadas de Extinção no Espírito Santo (Espírito Santo, 2005), segundo a Lista Internacional de Espécies Ameaçadas (IUCN, 2004) e o Livro Vermelho da Flora do Brasil (Martinelli; Moraes, 2013).

Para a amostragem da serapilheira acumulada, realizada em março de 2013, foi alocado no centro de cada parcela um gabarito de madeira de 50 x 50 cm (0,25 m²), no qual foi coletado todo o material orgânico não decomposto (folhas, ramos, frutos e flores) contido no interior. Em seguida este foi embalado em sacos de papel e transferido para o Laboratório de Restauração Florestal (LARF) da Universidade Federal de Viçosa (UFV), onde foi seco em estufa a 70°C durante 48 horas e posteriormente mensuradas as massas secas em balança analítica de precisão. A quantidade de serapilheira acumulada encontrada no gabarito de madeira (g/0,25 m²) foi estimada para Kg.ha⁻¹.

Para a obtenção do Índice de Área de Planta (IAP - Bréda, 2003) foi utilizando o equipamento CI-110 Digital Plant Canopy Imager®, por meio de uma fotografia hemisférica digital no centro de cada parcela de 3 x 3m. As fotografias foram processadas no Programa Gap Light Analyzer 2.0 (Frazer et al., 1999). A compactação do solo foi mensurada até 40 cm de profundidade utilizando um penetrômetro digital de impacto modelo penetrolog PLG1020 Falker.

Para realizar a comparação entre as parcelas das duas florestas estudadas foi utilizado o índice de similaridade de Jaccard (Brower; Zar, 1984) por meio de uma matriz binária (presença e ausência) empregando o método de ligação pela média aritmética (UPGMA), realizada no programa Fitopac 2.1 (Shepherd, 2010). A análise de correspondência canônica (CCA) (Ter Braak, 1987) foi utilizada para analisar as correlações entre os dados ambientais (serapilheira, IAP e compactação do solo) e a vegetação. As análises e os gráficos foram gerados por meio do Programa PC-Ord for Windows versão 5.10 (McCune; Mefford, 2006). Para esta análise foram consideradas apenas às espécies que possuíam no mínimo cinco indivíduos amostrados. Foi utilizado o valor mais elevado da pressão atingida até os 40 cm da medição da compactação do solo.

3. Resultados

Composição Florística – No total foram amostrados 717 indivíduos pertencentes a 42 famílias, 104 gêneros e 177 espécies (41 ao nível de gênero e nove de família) e sete indivíduos indeterminados (Tabela 1 e 2).

Tabela 1 – Composição florística das duas áreas de estudo na Reserva Natural Vale, Linhares, ES. Sendo: NI = Número de Indivíduos amostrados; NG = Número de Espécies identificadas ao nível de gênero; NF = Número de Espécies identificadas ao nível de família; Indet. = Espécies indeterminadas; Semelhantes = Espécies encontradas em ambas as áreas; Exclusivas = Espécies exclusivas de cada área.

	NI	Famílias	Gêneros	Espécies	NG	NF	Indet.	Semelhantes	Exclusivas
FR	348	30	54	83	22	3	3	20	63
ER	369	32	75	114	19	6	4	20	94

Tabela 2 - Lista das espécies amostradas nas áreas estudadas na Reserva Natural Vale, Linhares – ES, organizadas por famílias e espécies seguidas do número de indivíduos em cada área. Sendo: FR = Floresta em Restauração; ER = Ecossistema de Referência; ES = Lista de Espécies Ameaçadas de Extinção no Espírito Santo; BR = Lista da Flora Brasileira Ameaçada de Extinção; IUCN = Lista Internacional de Espécies Ameaçadas de Extinção; LV = Livro Vermelho da Flora do Brasil; Categorias – EN = Em Perigo; VU = Vulnerável; CR = Criticamente em Perigo.

Família/Espécie	Área de Estudo		Listas Ameaçadas			
	FR	ER	ES	BR	IUCN	LV
ACHARIACEAE						
<i>Carpotroche brasiliensis</i> (Raddi) A Gray	-	1				
ANACARDIACEAE						
<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	-	1				
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	70	2				
<i>Thyrsodium spruceanum</i> Benth.	1	2				
ANNONACEAE						
<i>Annona dolabripetala</i> Raddi	6	-				
<i>Duguetia sessilis</i> (Vell.) Maas	-	8				
<i>Oxandra nitida</i> R.E.Fr.	1	-				
<i>Xylopia frutescens</i> Aubl.	7	-				

Continua...

Tabela 2 – (Continuação)

Família/Espécie	Área de Estudo		Listas Ameaçadas			
	FR	ER	ES	BR	IUCN	LV
APOCYNACEAE						
<i>Aspidosperma illustre</i> (Vell.) Kuhl. & Pirajá	-	2				
<i>Himatanthus bracteatus</i> (A.DC.) Woodson	2	2				
BIGNONIACEAE						
<i>Sparattosperma leucanthum</i> (Vell.) K.Schum.	2	-				
<i>Tabebuia obtusifolia</i> (Cham.) Bureau	1	-				
<i>Zeyheria tuberculosa</i> (Vell.) Bureau ex Verl.	7	-			VU	
BORAGINACEAE						
<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Cham.	2	-				
<i>Cordia hatschbachii</i> J.S.Mill.	-	6				
<i>Cordia taguahyensis</i> Vell.	1	8				
BURSERACEAE						
<i>Crepidospermum atlanticum</i> Daly	7	2				
CALOPHYLLACEAE						
<i>Kielmeyera membranacea</i> Casar.	38	-				
CELASTRACEAE						
Celastraceae sp.	-	1				
<i>Cheiloclinium cognatum</i> (Miers) A.C.Sm.	-	1				
CHRYSOBALANACEAE						
<i>Couepia schottii</i> Fritsch	-	1				EN
<i>Hirtella</i> sp. 1	1	-				
<i>Hirtella</i> sp. 2	1	-				
<i>Hirtella sprucei</i> Benth. ex Hook.f.	-	1				
<i>Licania belemii</i> Prance	-	2	EN			EN
<i>Licania kunthiana</i> Hook.f.	-	1				
CLUSIACEAE						
<i>Tovomita brevistaminea</i> Engl.	-	1				
COMBRETACEAE						
<i>Terminalia argentea</i> Mart.	1	-				
<i>Terminalia mameluco</i> Pickel	46	-	EN			VU
DICHAPETALACEAE						
<i>Stephanopodium blanchetianum</i> Baill.	-	3				
<i>Stephanopodium</i> sp.	-	7				
<i>Tapura</i> sp.	-	3				
ELAEOCARPACEAE						
<i>Sloanea eichleri</i> K.Schum.	-	1				
<i>Sloanea garckeana</i> K.Schum.	-	1	VU			
EUPHORBIACEAE						
<i>Actinostemon klotzschii</i> (Didr.) Pax	-	58				
<i>Joannesia princeps</i> Vell.	15	2				VU
<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	3	53				
<i>Senefeldera verticillata</i> (Vell.) Croizat	1	19				
FABACEAE						
<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F.Macbr.	-	1				VU
<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	2	-				

Continua...

Tabela 2 – (Continuação)

Família/Espécie	Área de Estudo		Listas Ameaçadas			
	FR	ER	ES	BR	IUCN	LV
Centrolobium tomentosum Guillem. ex Benth.	1	-				
Clitoria selloi Benth.	-	1				
Copaifera lucens Dwyer	-	1				
Dialium guianense (Aubl.) Sandwith	8	4				
Dimorphandra jorgei M.F.Silva	-	1				
Fabaceae sp.	1	-				
Inga aff. cylindrica (Vell.) Mart.	-	2				
Inga aff. leptantha Benth.	1	-			VU	
Inga flagelliformis (Vell.) Mart.	-	1				
Inga sp. 1	1	-				
Inga sp. 2	2	-				
Inga sp. 3	1	-				
Lonchocarpus cultratus (Vell.) A.M.G. Azevedo & H.C.	1	2				
Lima						
Machaerium brasiliense Vogel	-	1				
Machaerium ovalifolium Glaz. ex Rudd	1	-				
Melanoxylon brauna Schott	1	2	CR	x		VU
Mimosa artemisiana Heringer & Paula	2	-				
Myrocarpus frondosus Allemão	-	1				
Parapiptadenia pterosperma (Benth.) Brenan	-	2				
Pterocarpus rohrii Vahl	-	3				
Senna multijuga var. verrucosa (Vogel) H.S. Irwin &	1	-				
Barneby						
Sesbania sp.	-	1				
Swartzia acutifolia Vogel	-	2				
Swartzia apetala var. glabra (Vogel) R.S.Cowan	-	10				
HERNANDIACEAE						
Sparattanthelium botocudorum Mart.	-	1				
INDET						
Indet 1	1	-				
Indet 2	1	-				
Indet 3	1	-				
Indet 4	-	1				
Indet 5	-	1				
Indet 6	-	1				
Indet 7	-	1				
LACISTEMATAACEAE						
Lacistema recurvum Schnizl.	-	1				
Lacistema sp.	-	1				
LAMIACEAE						
Vitex sp.	1	-				
LAURACEAE						
Beilschmiedia linharensis Sa.Nishida & van der Werff	-	1	EN			
Licaria bahiana Kurz	-	1				
Licaria guianensis Aubl.	-	3				

Continua...

Tabela 2 – (Continuação)

Família/Espécie	Área de Estudo		Listas Ameaçadas			
	FR	ER	ES	BR	IUCN	LV
Ocotea pluridomatiata A.Quinet	1	-				
Ocotea sp.	1	-				
LECYTHIDACEAE						
Cariniana legalis (Mart.) Kuntze	2	-			VU	EN
Eschweilera ovata (Cambess.) Mart. ex Miers	1	2				
MALVACEAE						
Eriotheca candolleana (K. Schum.) A. Robyns	-	1				
Eriotheca macrophylla (K.Schum.) A.Robyns	1	-				
Pachira stenopetala Casar.	1	-				
Pavonia crassipedicellata Krapov.	-	4				
Triumfetta sp.	-	2				
MELASTOMATACEAE						
Miconia cinnamomifolia (DC.) Naudin	5	-				
Miconia sp.	1	-				
Miconia splendens (Sw.) Griseb.	1	-				
MELIACEAE						
Guarea penningtoniana A.L.Pinheiro	-	3				
Trichilia catigua A.Juss.	-	1				
Trichilia lepidota subsp. schumanniana (Harms) Pennington	19	6			VU	
Trichilia pseudostipularis (A.Juss.) C.DC.	-	1				
Trichilia quadrijuga Kunth subsp. quadrijuga	-	1				
Trichilia sp.	2	-				
MONIMIACEAE						
Mollinedia sp.	-	1				
MORACEAE						
Brosimum glaucum Taub.	1	9		x		
Brosimum guianense (Aubl.) Huber	1	-				
Clarisia racemosa Ruiz & Pav.	-	5				
Helicostylis tomentosa (Poepp. & Endl.) Rusby	-	1				
Sorocea guilleminiana Gaudich.	2	11			VU	
Sorocea hilarii Gaudich.	3	4				
MYRTACEAE						
Calyptranthes brasiliensis Spreng.	2	-				
Calyptranthes sp.	1	-				
Campomanesia laurifolia Gardner	-	1			EN	
Campomanesia sp.	1	-				
Eugenia beaurepairiana (Kiaersk.) D.Legrand	-	2				
Eugenia cf. pisiformis Cambess.	-	5				
Eugenia fluminensis O.Berg	-	3				
Eugenia pisiformis Cambess.	1	1				
Eugenia platysema O. Berg	3	-				
Eugenia prasina O.Berg	-	6			VU	
Eugenia sp. 1	2	-				
Eugenia sp. 2	1	-				

Continua...

Tabela 2 – (Continuação)

Família/Espécie	Área de Estudo		Listas Ameaçadas			
	FR	ER	ES	BR	IUCN	LV
<i>Eugenia</i> sp. 3	2	-				
<i>Eugenia</i> sp. 4	1	-				
<i>Eugenia</i> sp. 5	-	1				
<i>Eugenia</i> sp. 6	-	1				
<i>Eugenia</i> sp. 7	-	1				
<i>Eugenia</i> sp. 8	-	1				
<i>Eugenia uniflora</i> L.	6	-				
<i>Eugenia vernicosa</i> O.Berg	1	-				
<i>Marlierea excoriata</i> Mart.	-	1				
<i>Marlierea obversa</i> D.Legrand	-	2				
<i>Marlierea sucrei</i> G.M.Barroso & Peixoto	-	1	EN			
<i>Myrcia cerqueiria</i> (Nied.) E.Lucas & Sobral	-	2				
<i>Myrcia insularis</i> Gardner	-	1				
<i>Myrcia</i> sp.	-	1				
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	7	1				
<i>Myrciaria ferruginea</i> O.Berg	-	2				
<i>Myrciaria strigipes</i> O.Berg	-	3				
Myrtaceae sp. 1	-	1				
Myrtaceae sp. 2	-	1				
Myrtaceae sp. 3	-	1				
Myrtaceae sp. 4	-	1				
Myrtaceae sp. 5	-	1				
<i>Neomitranthes langsdorffii</i> (O.Berg) Mattos	-	3			VU	EN
NYCTAGINACEAE						
<i>Guapira noxia</i> (Netto) Lundell	-	1				
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	-	2				
<i>Guapira</i> sp. 1	1	-				
<i>Guapira</i> sp. 2	-	1				
PERACEAE						
<i>Pera furfuracea</i> Müll. Arg.	2	-				
<i>Pera glabrata</i> (Schott) Poepp. ex Baill.	1	-				
<i>Pera heteranthera</i> (Schrank) I.M.Johnst.	3	-				
<i>Pera</i> sp. 1	2	-				
<i>Pera</i> sp. 2	1	-				
PHYLLANTHACEAE						
<i>Margaritaria nobilis</i> L.f.	1	-				
PIPERACEAE						
<i>Piper aduncum</i> L.	1	-				
ROSACEAE						
<i>Prunus</i> sp.	-	1				
RUBIACEAE						
<i>Amaioua</i> sp.	2	-				
<i>Psychotria carthagenensis</i> Jacq.	5	-				
<i>Psychotria</i> sp. 1	2	-				
<i>Psychotria</i> sp. 2	-	1				

Continua...

Tabela 2 – (Continuação)

Família/Espécie	Área de Estudo		Listas Ameaçadas			
	FR	ER	ES	BR	IUCN	LV
Rubiaceae sp. 1	1	-				
Rubiaceae sp. 2	1	-				
Simira cf. sampaioana (Standl.) Steyerm	-	1				
RUTACEAE						
Dictyoloma vandellianum A.Juss.	2	-				
Metrodorea sp.	-	2				
Ravenia infelix Vell.	-	2				
SALICACEAE						
Casearia commersoniana Cambess.	6	2				
Casearia decandra Jacq.	1	-				
Casearia sp.	-	1				
Casearia sp. nov.	-	1				
SAPINDACEAE						
Allophylus petiolulatus Radlk.	-	1				
Allophylus sp.	-	1				
Cupania scrobiculata Rich.	1	1				
Melicoccus espiritosantensis Acev.-Rodr.	-	1	EN			EN
SAPOTACEAE						
Chrysophyllum gonocarpum (Mart. & Eichler ex Miq.) Engl.		1				
Chrysophyllum lucentifolium Cronquist. subsp. lucentifolium		3				
Ecclinusa ramiflora Mart.	-	1				
Pouteria bangii (Rusby) T.D.Penn.	1	-				
Pouteria bullata (S.Moore) Baehni	-	1			VU	EN
Pouteria durlandii (Standl.) Baehni	-	1				
Pouteria hispida Eyma	-	2				
Pouteria sp.	-	1				
SCHOEPFIACEAE						
Schoepfia brasiliensis A.DC.	-	1				
SIPARUNACEAE						
Siparuna guianensis Aubl.	1	-	VU			
Siparuna reginae (Tul.) A.DC.	1	-	VU			
Siparuna sp.	1	-				
SOLANACEAE						
Solanum sp.	1	-				
TRIGONIACEAE						
Trigoniodendron spiritusantense E.F.Guim. & Miguel	-	2	EN	x		VU
VIOLACEAE						
Amphirrhox longifolia (A.St.-Hil.) Spreng	-	1				
Rinorea bahiensis (Moric.) Kuntze	-	4				

As famílias que apresentaram a maior riqueza de espécies foram Myrtaceae com 35, Fabaceae com 26, Sapotaceae oito, Rubiaceae sete e Chrysobalanaceae, Meliaceae e Moraceae seis. Dentre as famílias amostradas, Bignoniaceae, Calophyllaceae, Combretaceae, Lamiaceae, Melastomataceae, Peraceae, Phyllanthaceae, Piperaceae, Siparunaceae e

Solanaceae foram exclusivas da Floresta em Restauração. Enquanto as famílias Achariaceae, Celastraceae, Clusiaceae, Dichapetalaceae, Elaeocarpaceae, Hernandiaceae, Lacistemataceae, Monimiaceae, Rosaceae, Schoepfiaceae, Trigoniaceae e Violaceae foram amostradas somente na floresta primária de referência. No conjunto, dez famílias foram representadas por apenas um indivíduo e três por dois indivíduos.

Apenas dez espécies utilizadas no plantio foram amostradas na regeneração natural da FR, o equivalente a 17,24% das espécies plantadas e 12,04% das espécies amostradas na regeneração natural da FR. Das 177 espécies, 98 foram representadas por apenas um indivíduo e 32 por dois, 55,36% e 18,07% do total de espécies amostradas, respectivamente. As cinco espécies mais abundantes (*Actinostemon klotzschii*, *Kielmeyera membranacea*, *Sebastiania brasiliensis*, *Tapirira guianensis*, *Terminalia mameluco*) representam 37,65% de todos os indivíduos amostrados.

Do total de espécies amostradas, 23 encontra-se com algum grau de ameaça de acordo com as listas de espécies ameaçadas de extinção (Tabela 2).

Quanto à similaridade florística entre as áreas amostradas, observa-se no dendrograma a formação de dois grandes grupos com baixa similaridade (Figura 4), sendo o grupo A formado por todas as parcelas amostradas na FR e seis parcelas da FP. No entanto, três destas estão na divisão das duas áreas e as outras três estão na borda da floresta. Enquanto o grupo B, que obteve menos de 4% de similaridade com o A, foi formado exclusivamente por parcelas da FP.

Estrutura e Diversidade – o ER, com 369 indivíduos amostrados e densidade total estimada de 13.666 ind.ha⁻¹, apresentou maior área basal (12,32 m².ha⁻¹) em comparação a FR (6,90 m².ha⁻¹), com 348 indivíduos amostrados e densidade total estimada de 12.888 ind.ha⁻¹.

A diversidade (H') encontrada na FR foi de 3,368 e na FP de 3,874. Enquanto a Equitabilidade (J') foi de 0,756 e 0,812, respectivamente. As 14 espécies com maior Valor de Importância são diferentes em cada área (Tabela 3). Estas representam na FR 66,31% do VI total e na FP 48,47%. *Actinostemon klotzschii* e *Sebastiania brasiliensis* foram as espécies de maior VI na FP, enquanto na FR foram *Tapirira guianensis* e *Kielmeyera membranacea*.

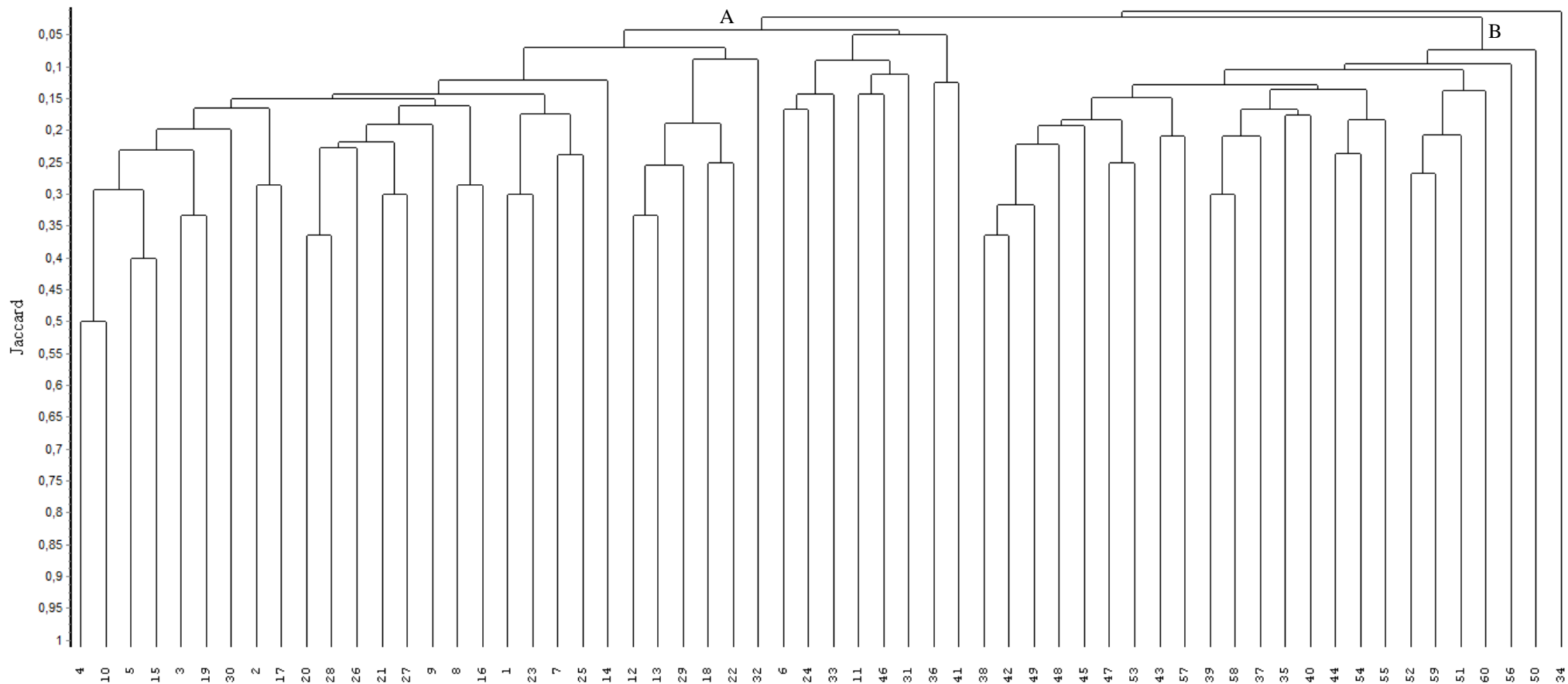


Figura 4 – Dendrograma obtido pelo método de média de grupo (UPGMA) com base no índice de Jaccard para os dados de presença e ausência das espécies nas 60 parcelas amostradas nas duas áreas de estudo na Reserva Natural Vale, Linhares, ES.

Tabela 3 – Espécies arbustivo/arbóreas de maior VI nas duas áreas de estudo na Reserva Natural Vale, Linhares, ES. Sendo: NI = Número de Indivíduos amostrados; DA = Densidade Absoluta, DR = Densidade Relativa, FA = Frequência Absoluta, FR = Frequência Relativa DoA = Dominância Absoluta, DoR = Dominância Relativa, VI = Valor de Importância, VC = Valor de Cobertura.

Espécies	Floresta em Restauração										Ecossistema de Referência							
	NI	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VI	VC	NI	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VI	VC
<i>Actinostemon klotzschii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	58	2148	15,7	66,7	8,1	43,9	9,62	33,4	25,3
<i>Annona dolabripetala</i>	6	222,2	1,72	16,7	2,4	12,6	4,94	9,05	6,66	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Brosimum glaucum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	333,3	2,44	23,3	2,8	14,3	3,14	8,41	5,58
<i>Casearia commersoniana</i>	6	222,2	1,72	20	2,9	2,4	0,94	5,53	2,66	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cordia hatschbachii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	222,2	1,63	16,7	2	5,72	1,25	4,9	2,88
<i>Cordia taguayensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	296,3	2,17	20	2,4	5,79	1,27	5,87	3,44
<i>Crepidospermum atlanticum</i>	7	259,3	2,01	13,3	1,9	17,1	6,7	10,6	8,71	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dialium guianense</i>	8	296,3	2,3	20	2,9	2,83	1,11	6,28	3,41	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Duguetia sessilis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	296,3	2,17	20	2,4	6,11	1,34	5,94	3,51
<i>Eugenia cf. pisiformis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	185,2	1,36	16,7	2	7,75	1,7	5,08	3,05
<i>Eugenia prasina</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	222,2	1,63	10	1,2	11,9	2,6	5,44	4,22
<i>Himatanthus bracteatus</i>	2	74,1	0,57	6,67	1	9,01	3,53	5,06	4,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Joannesia princeps</i>	15	555,6	4,31	33,3	4,8	3,25	1,27	10,4	5,58	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Kielmeyera membranacea</i>	38	1407	10,9	50	7,2	35,3	13,8	31,9	24,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Myrcia splendens</i>	7	259,3	2,01	23,3	3,4	5,16	2,02	7,38	4,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Psychotria carthagenensis</i>	5	185,2	1,44	16,7	2,4	3,6	1,41	5,24	2,85	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pterocarpus rohrii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	111,1	0,81	6,67	0,8	23,1	5,07	6,69	5,88
<i>Sebastiania brasiliensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	53	1963	14,4	70	8,5	31,6	6,92	29,8	21,3
<i>Senefeldera verticillata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19	703,7	5,15	26,7	3,2	5,35	1,17	9,56	6,32
<i>Sloanea eichleri</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	37	0,27	3,33	0,4	29	6,34	7,02	6,61
<i>Sorocea guilleminiana</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	407,4	2,98	23,3	2,8	16,4	3,58	9,4	6,56
<i>Stephanopodium sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	259,3	1,9	13,3	1,6	9,15	2	5,52	3,9
<i>Swartzia apetala var. glabra</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	370,4	2,71	16,7	2	16,7	3,67	8,4	6,38
<i>Tapirira guianensis</i>	70	2593	20,1	76,7	11	37,7	14,8	45,9	34,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Terminalia mameluco</i>	46	1704	13,2	43,3	6,2	22,5	8,79	28,2	22	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Trichilia lepidota subsp. schumanniana</i>	19	703,7	5,46	36,7	5,3	8,14	3,19	13,9	8,65	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Xylopia frutescens</i>	7	259,3	2,01	20	2,9	10,9	4,26	9,14	6,27	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Zeyheria tuberculosa</i>	7	259,3	2,01	20	2,9	14,1	5,51	10,4	7,52	-	-	-	-	-	-	-	-	-

A análise de correspondência canônica (CCA) foi realizada com as espécies que apresentaram cinco ou mais indivíduos. Desta forma, foram utilizados 491 indivíduos pertencentes a vinte e nove espécies (Tabela 4).

Tabela 4 – Lista das espécies utilizadas na análise de correspondência canônica (CCA) e sua abundância nas duas áreas de estudo na Reserva Natural Vale, Linhares, ES.

Espécies	Código das Espécies	Número de Indivíduos
<i>Actinostemon klotzschii</i>	Act klo	58
<i>Annona dolabripetala</i>	Ann dol	6
<i>Brosimum glaucum</i>	Bro gla	10
<i>Casearia commersoniana</i>	Cas com	8
<i>Clarisia racemosa</i>	Cla rac	5
<i>Cordia hatschbachii</i>	Cor hat	6
<i>Cordia taguahyensis</i>	Cor tag	9
<i>Crepidospermum atlanticum</i>	Cre atl	9
<i>Dialium guianense</i>	Dia gui	12
<i>Duguetia sessilis</i>	Dug ses	8
<i>Eugenia cf. pisiformis</i>	Eug cf. pis	5
<i>Eugenia prasina</i>	Eug pra	6
<i>Eugenia uniflora</i>	Eug uni	6
<i>Joannesia princeps</i>	Joa pri	17
<i>Kielmeyera membranacea</i>	Kie mem	38
<i>Miconia cinnamomifolia</i>	Mic cin	5
<i>Myrcia splendens</i>	Myr spl	8
<i>Psychotria carthagenensis</i>	Psy car	5
<i>Sebastiania brasiliensis</i>	Seb bra	56
<i>Senefeldera verticillata</i>	Sen ver	20
<i>Sorocea guilleminiana</i>	Sor gui	13
<i>Sorocea hilarii</i>	Sor hil	7
<i>Stephanopodium sp.</i>	Ste sp.	7
<i>Swartzia apetala var. glabra</i>	Swa ape	10
<i>Tapirira guianensis</i>	Tap gui	72
<i>Terminalia mameluco</i>	Ter mam	46
<i>Trichilia lepidota subsp. schumanniana</i>	Tri lep	25
<i>Xylopia frutescens</i>	Xyl fru	7
<i>Zeyheria tuberculosa</i>	Zey tub	7
Total		491

O eixo 1 da CCA explicou 7,68% da variância total e o eixo 2 1,55% (Tabela 5). O teste de permutação de Monte Carlo, para os dois primeiros eixos de ordenação, mostrou que a correlação entre a abundância de espécies nas parcelas e as variáveis edáficas foi significativa somente no eixo 1 ao nível de 1% de probabilidade.

Pela análise de CCA observa-se que as parcelas da FR estão fortemente ligadas a maior abertura de dossel e as do ER a serapilheira acumulada. Desta forma, a abertura de

dossel apresentou uma relação contrária com a serapilheira acumulada, ou seja, houve maior acúmulo de serapilheira onde o dossel é mais fechado (Figuras 5 e 6).

Tabela 5 – Síntese dos resultados da análise de correspondência canônica (CCA) das vinte e nove espécies distribuídas nas sessenta parcelas estudadas nas duas áreas de estudo na Reserva Natural Vale, Linhares, ES.

CCA	Eixo	
	1	2
Autovalores	0,48	0,09
Variância total explicada (%)	7,68	1,55
Permutação de Monte Carlo – abundância x variáveis	**	ns
Correlação de variáveis internas:		
Serapilheira acumulada	0,65	-0,08
Abertura de dossel	-0,89	0,2
Compactação do solo	-0,18	-0,96

** $p \leq 0,01$ ns = não significativo a $p \leq 0,05$

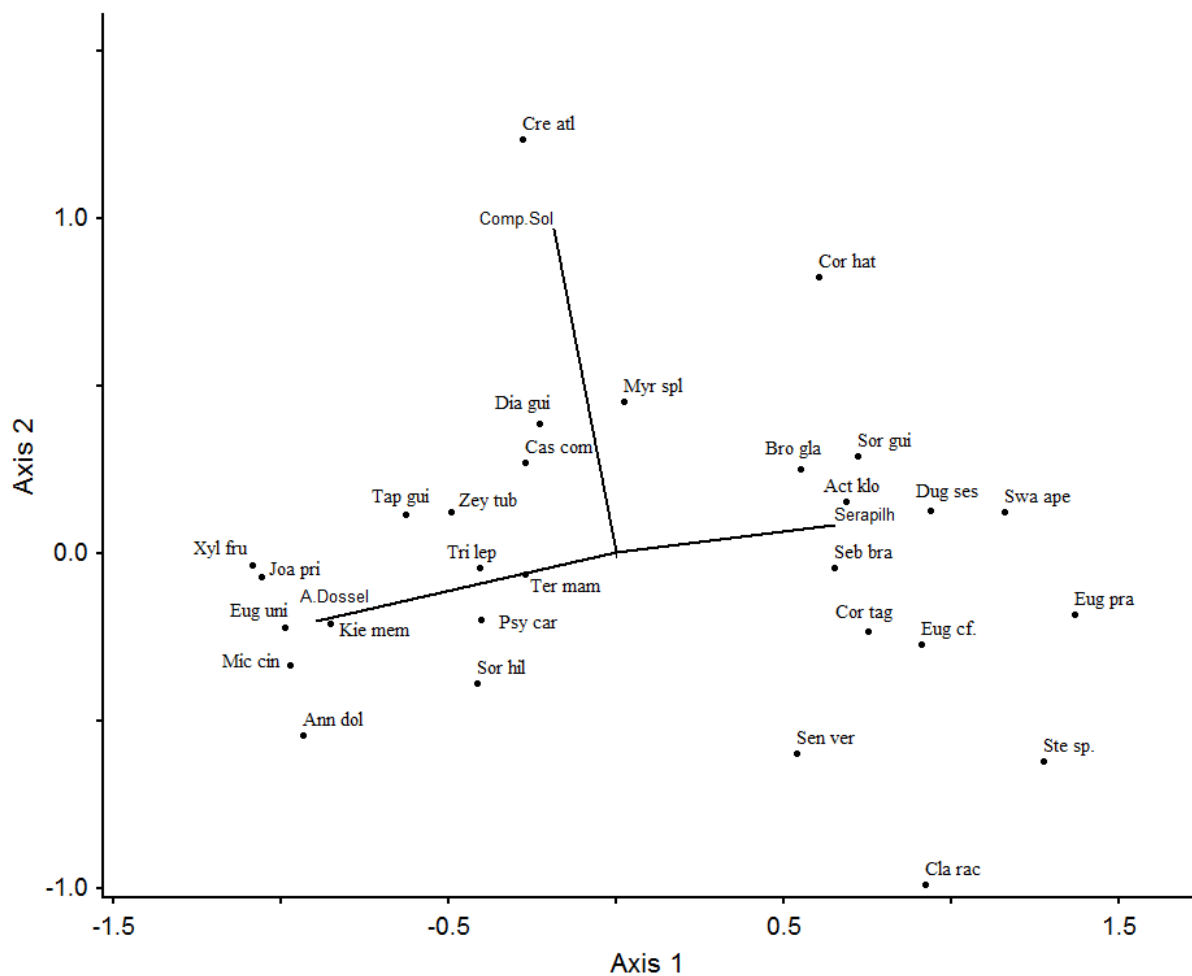


Figura 5 – Diagrama de ordenação das espécies produzido pela Análise de Correspondência Canônica (CCA) baseada na distribuição da densidade de espécies arbóreas nas 60 parcelas amostradas nas duas áreas de estudo na Reserva Natural Vale, Linhares, ES.

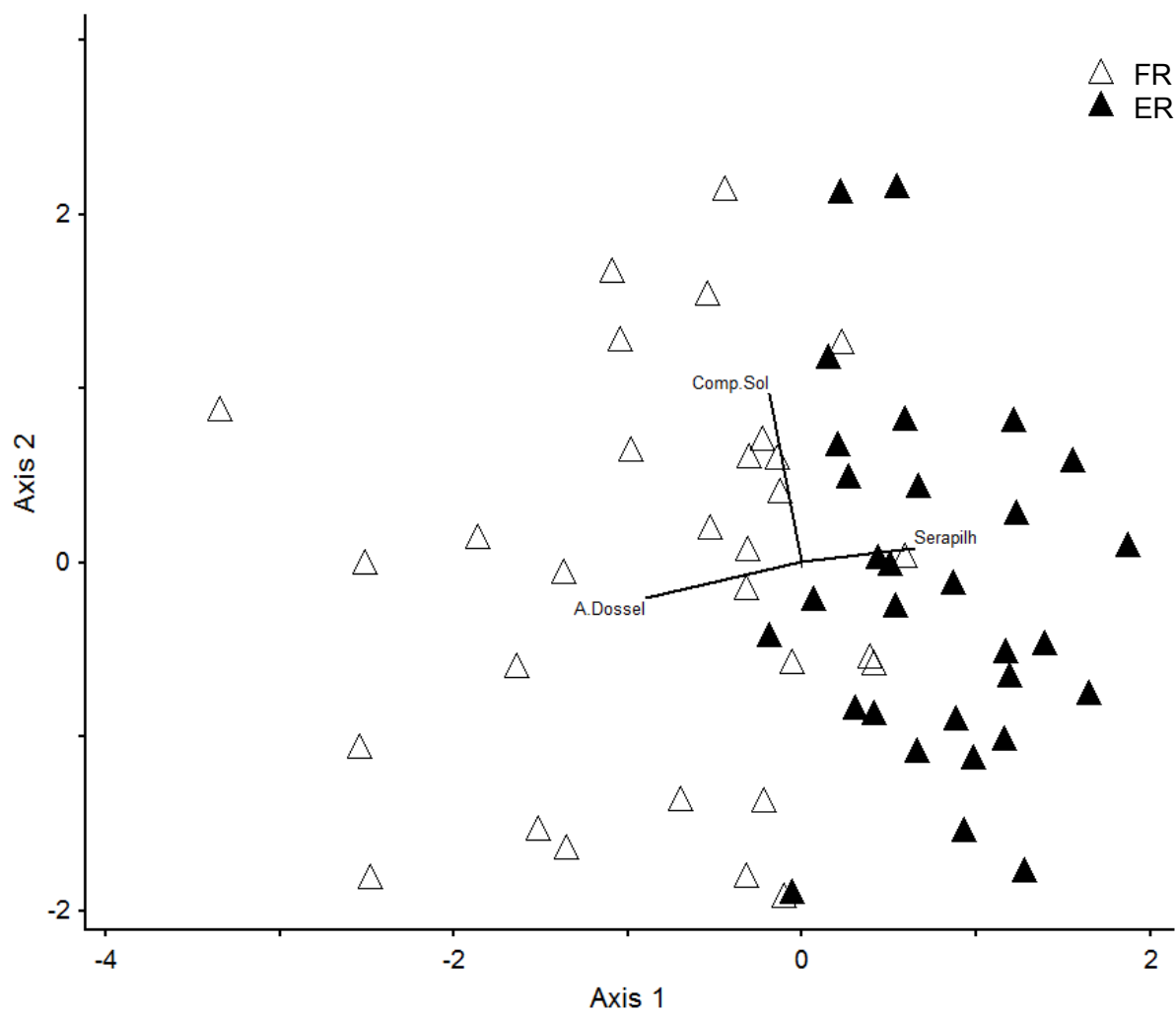


Figura 6 – Diagrama de ordenação das parcelas produzido pela Análise de Correspondência Canônica (CCA) baseada na distribuição da densidade de espécies arbóreas nas 60 parcelas amostradas nas duas áreas de estudo na Reserva Natural Vale, Linhares, ES.

4. Discussão

A riqueza da FP foi semelhante à encontrada em outros estudos de regeneração no mesmo tipo vegetacional (Alvez; Metzger, 2006; Gomes, 2006) e superior à encontrada em Florestas Estacionais Semidecíduais no Brasil (Silva Jr. et al., 2004; Santos et al., 2007; Silva 2012). Na FR a riqueza também foi superior à encontrada em áreas restauradas em Florestas Estacionais Semidecíduais (Bastos, 2010; Ferreira et al. 2010; Silva, 2012). Porém, inferior a encontrada por Miranda Neto et al. (2012) em área de FES restaurada há 40 anos em Viçosa (MG). As famílias mais ricas presentes nas duas áreas apresentam-se como características em Florestas Ombrófilas Densa brasileiras, principalmente Myrtaceae e Fabaceae (Peixoto e Gentry, 1990; Rizzini et al., 1997; Oliveira-Filho; Fontes, 2000;).

A regeneração natural da Floresta em Restauração apresentou baixa similaridade florística com o Ecossistema de Referência, apresentando valores um pouco mais expressivos somente entre parcelas muito próximas. Este resultado pode estar relacionado com o fato do dossel da FP apresentar menor abertura, uma vez que a pouca entrada de luz limita a germinação de algumas espécies pioneiras e secundárias iniciais plantadas na FR que possui dossel mais aberto. Por outro lado, as espécies mais iniciais da sucessão plantadas na FR não estão encontrando condições de luz suficientes para germinarem e estabelecerem no sub-bosque sombreado da FP.

Cabe ressaltar, que a similaridade entre algumas parcelas de ambas as áreas, mesmo que baixa, somente foi observada nas parcelas de borda, onde há maior entrada de luz e maior influência de uma comunidade sob a outra. Este fato também foi observado na CCA, na qual todas as espécies que tiveram ligação mais forte com a abertura de dossel foram amostradas na FR, com exceção de *Joannesia princeps* que ocorreu também na FP embora com baixíssima densidade, apenas dois indivíduos, sendo um deles na borda com dossel mais aberto.

A relação contrária entre serapilheira acumulada e abertura do dossel encontrada na CCA resulta da maior deposição de folhas nas parcelas em que o dossel é mais fechado, sendo este um ambiente mais propício para a regeneração de espécies tolerantes a sombra como *Eugenia prasina*, *Stephanopodium* sp., *Swartzia apetala* var. *glabra*, *Duguetia sessilis*, *Eugenia* cf. *pisiformis* e *Clarisia racemosa*, enquanto o ambiente mais aberto e com menor acúmulo de serapilheira tem sido mais favorável para espécies mais adaptadas a níveis maiores de luz como *Xylopia frutescens*, *Joannesia princeps*, *Eugenia uniflora*, *Miconia cinnamomifolia*, *Annona dolabripetala* e *Kielmeyera membranacea*.

A densidade de indivíduos foi mais expressiva que a encontrada por Silva (2012) em Alegre, região sul do Espírito Santo, onde encontrou apenas 4.200 ind.ha⁻¹ em Floresta Nativa e 2.850 ind.ha⁻¹ em uma área restaurada. O índice de Pielou foi considerado elevado para ambas as áreas, mostrando a ausência de dominância ecológica, ou seja, nas duas florestas a distribuição dos indivíduos entre as espécies está de certa forma equilibrada. O índice de diversidade encontrado na FR apresenta-se superior a outros estudos em áreas restauradas em Minas Gerais (Nappo et al., 2004; Araújo et al., 2006; Ferreira et al. 2010) e Espírito Santo (Silva, 2012). Bem como o da FP, que se assemelha ao estudo com regeneração natural em floresta de estágio avançado na Floresta Nacional de Goytacazes em Linhares (Gomes, 2006), sendo este um fator importante para a contínua conservação destas áreas.

5. Conclusão

Ainda que o tempo de 23 anos não tenha sido suficiente para aproximar o estrato de regeneração da floresta em restauração ao de uma floresta primária de tabuleiro, os parâmetros florísticos e estruturais obtidos permitem sugerir que a floresta em restauração não necessita de novas intervenções de manejo, uma vez que o seu enriquecimento tende a ocorrer naturalmente com o tempo.

6. Referências

ALVES, L. F.; METZGER, J. P. A regeneração florestal em áreas de floresta secundária na Reserva Florestal do Morro Grande, Cotia, SP. **Biota Neotropica**, v.6, n.2, <http://www.biotaneotropica.org.br/v6n2/pt/abstract?article+bn00406022006>, 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**, v.161, p. 105–121, 2009.

ARAÚJO, F. S.; MARTINS, S. V.; MEIRA NETO, J. A. A.; LANI, J. L.; PIRES, I. E. Estrutura da vegetação arbustivo-arbórea colonizadora de uma área degradada por mineração de caulim, Brás Pires, MG. **Revista Árvore**, v.30, n.1, p. 107-116, 2006.

ARONSON, J.; ALEXANDER, S. Ecosystem Restoration is now a Global Priority: Time to Roll up our Sleeves. **Restoration Ecology**, v.21, p. 293–296, 2013.

BASTOS, S. C. Aplicação de indicadores de avaliação e monitoramento em um projeto de restauração florestal, Reserva Particular do Patrimônio Natural – RPPN Fazenda Bulcão,

Aimorés, MG. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2010.

BRASIL. **Instrução Normativa nº 6**, de 23 de setembro de 2008. Lista de Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/wp-content/files/IN_06_Lista_Spp_Flora_Ameacada_de_Extincao.pdf>. Acesso em: 16 de maio de 2009.

BRASIL. **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em: 06 Jan. 2014.

BRÉDA, N. J. J. Ground-based measurements of leaf area index: a review of methods, instruments and current controversies. **Journal of Experimental Botany**, v.54, n.392, p. 2403-2417, 2003.

BROWER, J. E.; ZAR, J. H. **Field and laboratory methods for general ecology**. 2nd ed. Dubuque: W. C. Brown Company, 1984.

ESPÍRITO SANTO. Decreto n. 1499-R, de 13 de junho de 2005. Declara as Espécies da Fauna e Flora Silvestres Ameaçadas de Extinção no Estado do Espírito Santo. **Diário oficial da união**, Vitória, ES.

FERREIRA, W. C.; BOTELHO, S. A.; DAVIDE, A. C.; 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.

GIBSON, L.; LEE, T. M.; KOH, L. P.; BROOK, B. W.; GARDNER, T. A.; BARLOW, J.; PERES, C. A.; BRADSHAW, C. J. A.; LAURANCE, W. F.; LOVEJOY, T. E.; SODHI, N. S. Primary forests are irreplaceable for sustaining tropical biodiversity. **Nature**, v.478, n.7369, p. 378-381, 2011.

GOMES, J. M. L. **Regeneração natural em uma floresta ombrófila densa aluvial sob diferentes usos do solo no delta do rio Doce**. Tese (Doutorado em Biociências e Biotecnologia) - Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, RJ, 2006.

HOLL, K. D. Restoring Tropical Forest. **Nature Education Knowledge**, v.4, n.4, p. 4, 2013.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**: Sistema fitogeográfico, Inventário das formações florestais e campestres, Técnicas e manejo de coleções botânicas e Procedimentos para mapeamentos. 2. ed. Manuais técnicos em geociências, n.1. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

IUCN. **IUCN Red List of threatened species**. IUCN Species Survival Commission. IUCN Gland Switzerland and Cambridge, UK, 2004. Disponível em: <www.redlist.org.>. Acesso em: 13 de junho de 2007.

JESUS, R. M.; ROLIM, S. G. Fitossociologia da Mata Atlântica de Tabuleiro. **Boletim Técnico da Sociedade de Investigações Florestais**, v. 19, p. 1-149, 2005.

MARTINELLI, G.; MORAES, M. A. (Org.). **Livro Vermelho da Flora do Brasil**. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2013.

MCCUNE, B.; MEFFORD, M. J. **Multivariate analysis of ecological data**. Version 5.10. Glendened Beach, OR, USA: MjM Software Design, 2006.

MIRANDA NETO, A.; MARTINS, S. V.; SILVA, K. A.; GLERIANI, J. M. Estrato de regeneração natural de uma floresta restaurada com 40 anos. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v.32, p. 409-420, 2012.

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: J. Wiley & Sons, 1974.

NAPPO, M. E., GRIFFITH, J. J.; MARTINS, S. V.; MARCO JÚNIOR, P.; SOUZA, A. L.; OLIVEIRA FILHO, A. T. Dinâmica da estrutura fitossociológica da regeneração natural em subbosque de *Mimosa scabrella* Bentham em área minerada, em Poços de Caldas, MG. **Revista Árvore**, v.28, n.6, p. 811-829, 2004.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; FONTES, M. A. L. Patterns of Floristic Differentiation among Atlantic Forests in Southeastern Brazil and the Influence of Climate. **Biotropica**, v.32, n.4b, p.793–810, 2000.

PEIXOTO, A. L.; GENTRY, A. Diversidade e composição florística da mata de tabuleiro na Reserva Florestal de Linhares (Espírito Santo, Brasil). **Revista Brasileira de Botânica**, v.13, p. 19–25, 1990.

RIZZINI, C. M.; ADUAN, R. E.; JESUS, R. M.; GARAY, I. Floresta Pluvial de Tabuleiro, Linhares, ES, Brasil: Sistemas Primários e Secundários. **Leandra**, v.12, p. 54-76, 1997.

SANTOS, K.; KINOSHITA, L. S.; SANTOS, F. A. M. Tree species composition and similarity in semideciduous forest fragments of southeastern Brazil. **Biological Conservation**, v.135, n.2, p. 268-277, 2007.

SHEPHERD, G. J. **Fitopac 2.1**. Campinas: UNICAMP, 2010.

SHOO, L. P.; CATTERALL, C. P. Stimulating Natural Regeneration of Tropical Forest on Degraded Land: Approaches, Outcomes, and Information Gaps. **Restoration Ecology**, v.21, p. 670–677, 2013.

SILVA JÚNIOR, W. M.; MARTINS, S. V.; SILVA, A. F.; MARCO JÚNIOR, P. Regeneração natural de espécies arbustivo-arbóreas em dois trechos de uma Floresta Estacional Semidecidual, Viçosa, MG. **Scientia Forestalis**, v.66, p. 169-179, 2004.

SILVA, R. D. **Indicadores de recuperação ambiental em diferentes coberturas florestais, Alegre – ES**. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES, 2012.

SOUZA, A. L.; SCHETTINO, S.; JESUS, R. M.; VALE, A. B. Dinâmica da composição florística de uma floresta ombrófila densa secundária, após corte de cipós, Reserva Natural da Companhia Vale do Rio Doce S.A., Estado do Espírito Santo, Brasil. **Revista Árvore**, v.26, n.5, p.549-558, 2002.

TER BRAAK, C. J. F. The analysis of vegetation environment relationship by canonical correspondence analysis. **Vegetation**, v.69, p. 69-77, 1987.

ESTOQUE DE SERAPILHEIRA EM FLORESTA EM RESTAURAÇÃO E EM FLORESTA ATLÂNTICA DE TABULEIRO NO SUDESTE BRASILEIRO

RESUMO – O objetivo do trabalho foi quantificar e comparar a serapilheira acumulada em uma floresta em restauração (FR) há 23 anos com uma Floresta Ombrófila Densa primária (FP) adjacente. Foram alocadas 30 parcelas permanentes de 3x3 m em cada área. No centro de cada parcela foi coletado a serapilheira (50x50 cm). O material foi seco em estufa a 70 °C durante 48 horas e mensuradas as massas secas. Foi calculada a matriz de correlação de Pearson entre os valores de serapilheira acumulada e variáveis ambientais. Os valores médios encontrados (FR = $3.177 \pm 937 \text{ Kg.ha}^{-1}$; FP = $4.411 \pm 1.389 \text{ Kg.ha}^{-1}$) de serapilheira acumulada apresentaram diferença significativa entre as duas áreas estudadas ($p < 0,001$). A serapilheira acumulada apresentou correlação significativa ($p < 0,001$) com a compactação do solo e índice de área de planta (IAP). Portanto, pode-se considerar que a floresta em restauração, em termos de estoque de serapilheira, alcançou a autossustentabilidade.

Palavras-chave: Indicadores de Restauração; Floresta Ombrófila Densa; Restauração Florestal; Floresta de referência

STOCK OF LITTER IN AREA RESTORED AND TABLELAND ATLANTIC FOREST IN SOUTHEASTERN BRAZIL

ABSTRACT - The objective of this study was to quantify and compare the accumulated litter at a forest restoration (FR) with 23 year old with a primary Tropical Rain Forest (FP). Thirty permanent plots of 3x3 m were placed in each area. In the center of each plot was collected litter (50x50 cm). The material was dried at 70 °C for 48 hours and measured dry mass. The matrix of Pearson correlation between the values of accumulated litter and environmental variables was calculated. The mean values found (FR = $3,177 \pm 937 \text{ kg.ha}^{-1}$; FOD = $4,411 \pm 1,389 \text{ kg.ha}^{-1}$) of accumulated litter showed significant differences between the two study areas ($p < 0.01$). The accumulated litter showed significant correlation ($p < 0.01$) with soil

compaction and plant area index (PAI). Therefore, one can consider that the forest restoration in terms of stock of litter has reached self-sustainability.

Keywords: Indicators of Restoration; Tropical Rain Forest; Forest Restoration; Reference forest

1. INTRODUÇÃO

Todos os ecossistemas atualmente possuem um histórico processo de degradação de suas áreas originais decorrente de diferentes fatores antrópicos. Este processo ocasiona a perda da cobertura vegetal e acarreta em uma grande fragmentação de habitats e consequente impactos na biodiversidade. Além de potenciais perdas de processos biológicos e serviços ecossistêmicos. Em contrapartida, como forma de reverter este cenário, encontra-se a restauração florestal. Representada por um conjunto de modelos e técnicas, a restauração florestal se aprimorou ao longo dos últimos anos, e “visa restaurar funções dos ecossistemas e recuperar muitos componentes da biodiversidade original” (CHAZDON, 2008).

Quando os plantios com fins de restauração florestal são realizados em áreas contíguas a remanescentes naturais, apresentam-se de forma ainda mais eficientes em comparação a pastagens e campos agrícolas. Esse fato é observado em muitos estudos, que constataram que estes ambientes restaurados diminuem os efeitos de borda e diversas pressões ambientais nos fragmentos naturais (DENYER et al., 2006).

Através de técnicas de restauração dá-se início no processo de sucessão ecológica nas áreas alteradas e degradadas, subsidiando a formação de um ambiente com condições de autossuficiência após anos de implantação e monitoramento/manutenção daquele novo ambiente.

Como forma de monitorar estes ambientes em restauração, quanto ao seu sucesso, são aplicados diferentes indicadores, como a regeneração natural, banco e chuva de sementes, acúmulo de serapilheira, dentre outros (RODRIGUES e GANDOLFI, 1998; MARTINS e KUNZ, 2007; MARTINS, 2009, BRANCALION et al., 2012).

Entre estes indicadores de avaliação e monitoramento da restauração florestal, um dos mais importantes e de mais rápida e precisa determinação é a serapilheira depositada na superfície do solo, uma vez que a serapilheira é considerada a principal forma de adição de matéria orgânica e nutrientes ao solo da floresta (POGGIANI et al., 1998), através do sistema solo-planta-serapilheira. Esse sistema é importante, principalmente, em ambientes com solos

altamente intemperizados e com poucos nutrientes disponíveis, encontrado em grande parte das florestas tropicais (POGGIANI, 2012).

A serapilheira, formada por material de origem vegetal e animal, pode apresentar variação na sua deposição em função de fatores como o clima, o estágio sucessional da vegetação e a fertilidade do solo (VITOUSEK & SANFORD, 1986). Neste sentido, o estoque de serapilheira acumulada também sofre variação em decorrência do estágio sucessional e do ecossistema, podendo ser inferior ou superior a produzida no ano, em virtude da taxa de decomposição da mesma no referido ambiente (OLSON, 1963).

Neste contexto, o presente estudo visou quantificar e comparar a serapilheira acumulada em uma área em restauração há 23 anos com uma de Floresta Ombrófila Densa primária adjacente, bem como relacionar o estoque de serapilheira com índice de área de planta e a compactação do solo de ambas as áreas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Caracterização da área de estudo

A pesquisa foi realizada na Reserva Natural Vale (RNV), localizada nos municípios de Linhares e Jaguaré, norte do estado do Espírito Santo (19°06' - 19°18'S e 39°45' - 40°19'W). Com cerca de 22.000 ha, esta reserva juntamente a Reserva Biológica de Sooretama (sob gestão do ICMBio – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade) contemplam uma área de aproximadamente 46.000 ha, representando o maior maciço florestal do Estado. A vegetação é classificada por Veloso et al. (1991) como Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas, sendo também conhecida como Floresta de Tabuleiro. O clima na classificação de Köppen é do tipo tropical quente e úmido, com estação chuvosa no verão e seca no inverno, com precipitação pluviométrica média anual de 1.202 mm e a temperatura média de 23,3° C (JESUS e ROLIM, 2005). A mesma encontra-se sob os Tabuleiros Terciários do Grupo Barreiras e apresenta relevo relativamente plano com altitudes entre 28 e 65 m, constituída, principalmente por Argissolo Amarelo (JESUS e ROLIM, 2005).

O estudo foi desenvolvido em duas áreas adjacentes. Uma área constituída por Floresta Ombrófila Densa primária (FP) e outra por Floresta em Restauração (FR). A FR possui 7,8 ha e a restauração foi implantada em Novembro/1989 com o plantio em linha de 58 espécies, compreendidas em sua maioria por nativas. No início da restauração, a área encontrava-se com regeneração de *Eucalyptus* spp. e infestada por capim colônio (*Panicum*

maximum Jacq.) e sapê (*Imperata brasiliensis* Trin.). Como operações de plantio foi realizada a eliminação da regeneração do eucalipto e roçada manual total, adotou-se espaçamento de 2x2 m e adubação com 200 g de Superfosfato Simples por cova. Fez-se ainda o controle das formigas cortadeiras, com a utilização de isca granulada na razão de 10 g/m² de formigueiro (Informações cedidas pela Vale S/A).

2.2. Coleta e análise dos dados

Foram alocadas de forma sistemática 30 parcelas permanentes de 3x3 m em cada área, totalizando 60 parcelas (540 m²), distanciadas em 5 m uma das outras (Figura 1).

No centro de cada parcela foi alocado um gabarito de madeira de 50x50 cm (0,25 m²), no qual foi coletado todo o material orgânico não decomposto (folhas, ramos, frutos e flores) contido no interior. Em seguida este foi embalado em sacos de papel e transferido para o Laboratório de Restauração Florestal (LARF) da Universidade Federal de Viçosa (UFV), onde foi seco em estufa a 70 °C durante 48 horas e posteriormente mensuradas as massas secas em balança analítica de precisão.

A quantidade de serapilheira acumulada encontrada no gabarito de madeira (g/0,25 m²) foi estimada para Kg.ha⁻¹ e as médias obtidas na Floresta em Restauração foram comparadas com a Floresta Ombrófila Densa através de teste t de Student para amostras independentes com o auxílio do software STATISTICA 7.0 (STATSOFT, 2004).

Para avaliar a relação da serapilheira com outras variáveis, foi calculada a matriz de correlação de Pearson entre os valores de serapilheira acumulada, índice de área de planta (IAP), compactação do solo e densidade de indivíduos arbustivo-arbóreos do estrato de regeneração natural.

O Índice de Área de Planta (IAP) representa a área ocupada pelos elementos do dossel (folhas, ramos, flores, frutos) em relação à área do solo (BRÉDA, 2003). Para obtenção do IAP, foi tirada uma fotografia hemisférica digital no centro de cada parcela, com o equipamento CI-110 Digital Plant Canopy Imager®, e em seguida as fotografias foram processadas no Programa Gap Light Analyzer 2.0 (FRAZER et al., 1999).

A compactação do solo foi mensurada até 10 cm de profundidade utilizando um penetrômetro digital de impacto modelo penetrológ PLG1020 Falker®. Para as análises foi utilizado o valor mais elevado da pressão atingido entre 0 e 10 cm.

O número de indivíduos do estrato de regeneração foi obtido através da contabilização das árvores e arbustos com altura $\geq 0,30$ m e circunferência a altura do peito (CAP = 1,30 m do solo) $\leq 15,0$ cm presentes nas parcelas.

3. RESULTADOS

Os valores médios encontrados (FR = 3.177 ± 937 Kg.ha⁻¹; FP = 4.411 ± 1.389 Kg.ha⁻¹) de serapilheira acumulada apresentaram diferença significativa entre as duas áreas estudadas ($p < 0,001$).

Seguindo a mesma tendência, os valores encontrados para o IAP (FR = $1,8 \pm 1,1$; FP = $4,8 \pm 1,5$) e a compactação do solo (FR = $1.481,8 \pm 573,1$ kPa; FP = $552,2 \pm 433,4$ kPa) também apresentaram diferenças significativas ($p < 0,001$). O número médio de indivíduos por parcela não apresentaram diferença significativa ($p = 0,66$) (FR = $11,6 \pm 6,9$ indivíduos; FP = $12,3 \pm 5,9$ indivíduos).

A serapilheira acumulada apresentou correlação significativa ($p < 0,01$) positiva com o índice de área de planta (IAP) e negativa com a compactação do solo (Tabela 1; Figura 2). Também houve correlação significativa negativa ($p < 0,01$) entre IAP e compactação do solo (Tabela 1).

4. DISCUSSÃO

Os valores de serapilheira acumulada indicam que, mesmo após 23 anos de plantio, a área em restauração ainda não atingiu valores de estoque de serapilheira no solo semelhantes ao de uma Floresta de Tabuleiro em estágio avançado de sucessão. Cabe destacar que embora tenha sido realizada a coleta apenas no verão, estes valores representam bem o estoque de serapilheira das duas florestas, uma vez que nas florestas ombrófilas as condições climáticas e a resposta da vegetação, são menos variadas ao longo do ano, diferentemente do que ocorre nas florestas estacionais em que há uma maior queda do folheto nas estações menos chuvosas e mais frias (MEGURO et al., 1979; MARTINS e RODRIGUES, 1999; BOREM e RAMOS, 2002; SILVA, 2012).

Estes valores obtidos tanto na FR como na FP estão dentro da faixa descrita por O'Connell e Sankaran (1997), os quais relatam que em algumas florestas tropicais da América do Sul a quantidade de serapilheira acumulada varia entre 3.100 e 16.500 kg.ha⁻¹. Estes resultados também corroboram com o estudo de Kindel et al. (1999), também realizado nas

Florestas de Tabuleiro da RNV, com valor médio de 4.000 kg.ha⁻¹ entre as estações de verão e inverno. Estes autores concluíram que o material orgânico presente neste ambiente apresenta elevada taxa de decomposição, chegando a ficar alguns locais desnudos durante o ano. Fato este que pode justificar os baixos valores encontrados em comparação a outros estudos em florestas no Espírito Santo (ANDRADE et al., 2003; GONÇALVES, 2008; GODINHO, 2011; KLIPPEL, 2011; SPERANDIO et al., 2012; SPERANDIO, 2013).

Em outra área em restauração há apenas três anos na mesma reserva, o valor médio de serapilheira acumulada foi muito superior (7.400 kg.ha⁻¹), em virtude deste ambiente ser mais jovem e, provavelmente, possuir uma menor taxa de decomposição da serapilheira (KLIPPEL, 2011). Cabe ressaltar, que o acúmulo de serapilheira varia em função da procedência, da espécie, da cobertura florestal, do estágio sucessional, da idade, da época da coleta, do tipo de floresta, do local, das condições edafoclimáticas e regime hídrico, das condições climáticas, do sub-bosque, do manejo silvicultural, da proporção de copa, da taxa de decomposição e distúrbios naturais como fogo e ataque de insetos ou artificiais como remoção da serapilheira e cultivos (CALDEIRA et al., 2008).

A correlação positiva entre a serapilheira acumulada e o IAP mostra que quanto maior o IAP, maior a concentração de serapilheira acumulada sobre o solo, considerando o conjunto de parcelas das duas áreas (FR e FP). Esta relação se explica pelo fato do IAP refletir o nível de cobertura do dossel florestal, ou seja, sob um dossel mais fechado a deposição de serapilheira tende a ser maior que em um dossel mais aberto.

A correlação negativa entre a serapilheira acumulada e a compactação do solo mostra que a serapilheira apresentou maiores concentrações em solos menos compactados, considerando o conjunto de parcelas das duas áreas. As diferenças de compactação do solo entre as duas áreas se deve aos diferentes históricos de uso das mesmas, já que a floresta primária não sofreu qualquer tipo de intervenção antrópica que gere compactação de solo, e a área da floresta em restauração foi ocupada por reflorestamento de eucalipto no passado, tendo sido submetida a níveis de compactação do solo nas operações de colheita de madeira.

A correlação negativa entre o IAP e compactação do solo evidencia que em locais com dossel mais fechado o nível de compactação do solo é menor, possivelmente, pelo favorecimento de um ambiente mais úmido. Já que, um dossel mais fechado aumentará o estoque de serapilheira no solo e assim, segundo Sperandio et al. (2012), pode minimizar o impacto das gotas de chuva, diminuir a temperatura do solo e aumentar ciclagem de nutrientes. Portanto, esses fatores podem favorecer o solo a apresentar um nível menor de compactação.

Santos e Válio (2002) observaram no estado de São Paulo que a remoção da serapilheira no interior da mata aumentou a emergência de plântulas. Já no presente estudo, o número de indivíduos amostrados por parcela não apresentou nenhuma correlação com a quantidade de serapilheira acumulada no solo. A maior produção de serapilheira não está condicionada a densidade de indivíduos da regeneração. De acordo com Songwe et al. (1988) e Werneck et al. (2001), a quantidade de serapilheira relaciona-se mais à estrutura da floresta, principalmente ao nível de desenvolvimento do dossel.

5. CONCLUSÃO

Os resultados indicam que na floresta em restauração, apesar de apresentar estoque de serapilheira menor que a Floresta Ombrófila Densa, esse estoque já se enquadra dentro da faixa de valores obtidos em florestas nativas no Brasil e definidos para florestas tropicais da América do Sul. Portanto, pode-se considerar que esta área, em termos de estoque de serapilheira, já alcançou a autossustentabilidade.

6. AGRADECIMENTOS

Agradecemos a CAPES pela bolsa de Mestrado da primeira autora, ao CNPq pela bolsa de Produtividade em Pesquisa do segundo autor e a Vale pelo apoio logístico, em especial ao Gilberto Terra pelo apoio prestado durante a pesquisa. Também agradecemos a Ananda Christo, Beatriz Siqueira, Carla Nogueira, Kelly Silva, Marcus Vinicius Campos e Thaís Diniz pelo apoio nas atividades de campo e laboratório.

7. REFERÊNCIAS

ANDRADE, F. N.; PEREZ, D. V.; GARAY, I. Heterogeneidade interna de fragmentos florestais: o impacto antrópico sobre as características do solo em remanescentes de Floresta Atlântica de Tabuleiros, Sooretama, ES. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 7, Caxambu, 2003. **Anais...** Caxambu:SEB, 2p. 2003.

BOREM, R. A. T.; RAMOS, D. P. Variação estacional e topográfica de nutrientes na serapilheira de um fragmento de mata atlântica. **Cerne**, Lavras, v. 8, n. 2, p. 42-59, 2002.

BRANCALION P. H. S.; VIANI, R. A. G.; RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Avaliação e monitoramento de áreas em processo de restauração. In: MARTINS, S. V. (Ed.).

Restauração ecológica de ecossistemas degradados. Viçosa: Editora UFV, p. 262-293.

BRÉDA, N. J. J. Ground-based measurements of leaf area index: a review of methods, instruments and current controversies. **Journal of Experimental Botany**, v. 54, n. 392, p. 2403-2417, 2003.

CALDEIRA, M. V. W.; VITORINO, M. D.; SCHAADT, S. S.; MORAES, E.; BALBINOT, R. Quantificação de serapilheira e de nutrientes em uma Floresta Ombrófila Densa. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 29, p. 53-68, 2008.

CHAZDON, R. L. Beyond Deforestation: Restoring Forests and Ecosystem Services on Degraded Lands. **Science**, v. 320, p. 1458-1460, 2008.

DENYER K, BURNS B, OGDEN J. Buffering of native forest edge microclimate by adjoining tree plantations. **Austral Ecology**, v. 31, p. 478–489, 2006.

FRAZER, G. W.; CANHAM, C. D.; LERTZMAN, K. P. **Gap Light Analyzer (GLA):** Imaging software to extract canopy structure and gap light transmission indices from true-colour fisheye photographs, users manual and program documentation. Simon Fraser University, Burnaby, British Columbia, and the Institute of Ecosystem Studies, New York, 1999.

GODINHO, T. O. **Quantificação de biomassa e de nutrientes na serapilheira em trecho de floresta estacional semidecidual submontana, Cachoeiro de Itapemirim, ES.** 2011. 114 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Espírito Santo, 2011.

GONÇALVES, M. A. M. **Avaliação da serapilheira em fragmento de floresta atlântica no sul do estado do Espírito Santo.** 2008. 83 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo, 2008.

JESUS, R. M.; ROLIM, S. G. Fitossociologia da Mata Atlântica de Tabuleiro. **Boletim Técnico da Sociedade de Investigações Florestais**, v. 19, p. 1-149, 2005.

KINDEL, A.; BARBOSA, P. M. S.; PÉREZ, D. V.; GARAY, I. Efeito do extrativismo seletivo de espécies arbóreas da Floresta Atlântica de Tabuleiros na matéria orgânica e outros atributos do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 23, p. 465-474, 1999.

KLIPPEL, V. H. **Avaliação de métodos de restauração florestal de Mata Atlântica de Tabuleiros**. 2011. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo, 2011.

MARTINS, S. V.; RODRIGUES, R. R. Produção de serapilheira em clareiras de uma floresta estacional semidecidual no município de Campinas, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 22, n. 3, p. 405-412, 1999.

MARTINS, S. V. **Recuperação de áreas degradadas: ações em áreas de preservação permanente, voçorocas, taludes rodoviários e de mineração**. 3. ed. Viçosa: Aprenda Fácil, 2013. 264 p.

MARTINS, S. V. Soil seed bank as indicator of forest regeneration potential in canopy gaps of a semideciduous forest in Southeastern Brazil. In: FOURNIER, M. V. (Ed.) **Forest regeneration: ecology, management and economics**. New York: Nova Science Publishers, 2009. p. 113-128.

MARTINS, S. V.; KUNZ, S. H. Use of evaluation and monitoring indicators in a riparian forest restoration project in Viçosa, Southeastern Brazil. In: RODRIGUES, R. R.; MARTINS, S. V.; GANDOLFI, S. (Eds.) **High diversity forest restoration in degraded areas: methods and projects in Brazil**. New York: Nova Science Publishers, 2007. p. 261-273.

MEGURO, M.; VINUEZA, G. N.; DELITTI, W. B. C. Ciclagem de nutrientes minerais na mata mesófila secundária – São Paulo. I – Produção e conteúdo de nutrientes minerais no folheto. **Boletim de Botânica**, v. 7, p. 11-31, 1979

O'CONNELL, A. M.; SANKARAN, K. V. Organic matter accretion, decomposition and mineralisation. In: NAMBIAR, E. K. S., BROWN, A. G. (Ed.). **Management of soil, nutrients and water in tropical plantations forests**. Canberra: ACIAR Australia/CSIRO, 1997. p. 443-480.

POGGIANI, F. Ciclagem de nutrientes em florestas do Brasil. In: MARTINS, S. V. (Ed.). **Ecologia de Florestas Tropicais do Brasil**. 2. ed. Viçosa: Editora UFV, 2012. p. 175-251.

RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Restauração de florestas tropicais: subsídios para uma definição de metodologia e indicadores de avaliação e monitoramento. In: DIAS, L. E.; MELLO, J. W. V. (Eds.). **Recuperação de áreas degradadas**. Viçosa: UFV/SOBRAGE, 1988. p. 203-215.

SANTOS, S. L.; VALIO, I. F. M. Litter accumulation and its effect on seedling recruitment in a Southeast Brazilian Tropical Forest. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 25, n. 1, p. 89-92, 2002.

SILVA, R. D. **Indicadores de recuperação ambiental em diferentes coberturas florestais, Alegre – ES**. 2012. 61 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo, 2012.

SONGWE, N. C.; FASEHUN, F. E.; OKALI, D. U. U. Litterfall and productivity in a tropical rain forest, Southern Bankundu Forest, Camerron. **Journal of Tropical Ecology**, v. 4, p. 25-37, 1988.

SPERANDIO, H. V. **Tephrosia candida D.C. e Mimosa velloziana Mart: biomassa, serapilheira e fertilidade do solo**. 2013. 61 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo, 2013.

SPERANDIO, H. V.; CECÍLIO, R. A.; SILVA, V. H.; LEAL, G. F.; BRINATE, I. B.; CALDEIRA, M. V. W. Emprego da Serapilheira Acumulada na Avaliação de Sistemas de Restauração Florestal em Alegre-ES. **Floresta e Ambiente**, v. 19, n. 4, p. 460-467, 2012.

STATSOFT, INC. **Statistica** – Data Analysis software system. Version 7.0.61.0, Tulsa, OK 74104, USA, 2004.

VELLOSO, H. P.; RANGEL-FILHO, A. L.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE - Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1991.

WERNECK, M. S.; PEDRALLI, G.; GIESEKE, L. F. Produção de serapilheira em trechos de uma floresta semidecídua com diferentes graus de perturbação na Estação Ecológica do Tripuí, Ouro Preto, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 24, p. 195-198, 2001.

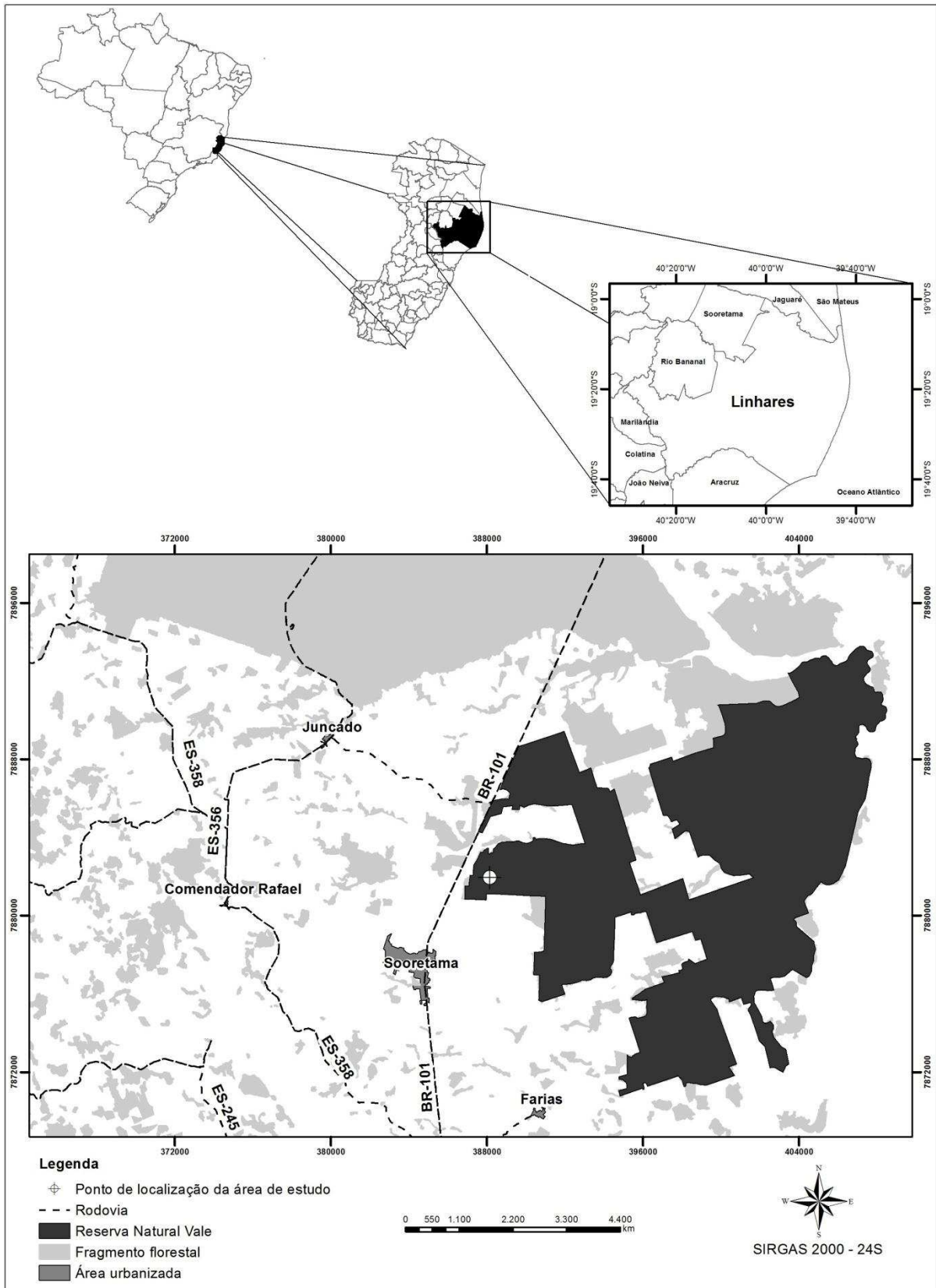


Figura 1 – Área de estudo em Floresta de Tabuleiro no Espírito Santo, região sudeste do Brasil.

Figure 1 - Study area in Tableland Forest in Espírito Santo, southeastern Brazil.

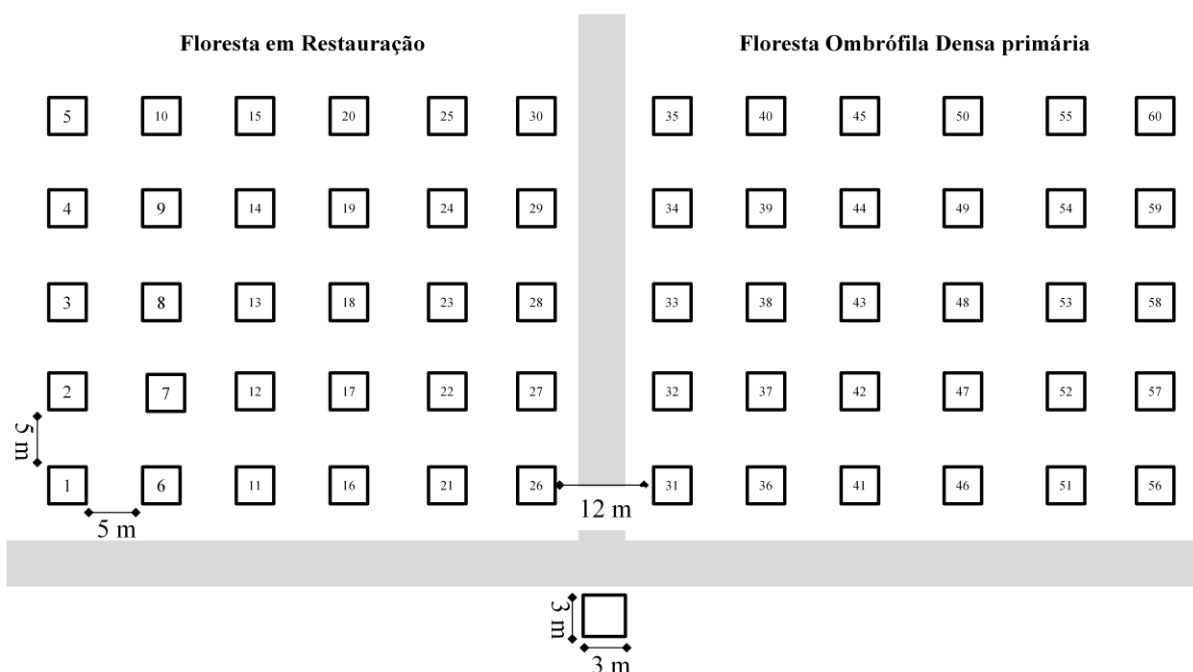


Figura 2 – Esquema da distribuição das parcelas na Reserva Natural Vale, Linhares, ES. Onde: Em cinza = vias de acesso.

Figure 2 - Distribution of plots in Reserva Natural Vale, Linhares, ES. Where: gray = access roads.

Tabela 1 - Correlação de Pearson entre serapilheira acumulada, compactação do solo, índice de área de planta (IAP) e número de indivíduos da regeneração (NI) para o conjunto de 60 parcelas das duas florestas avaliadas, Reserva Natural Vale, Linhares, ES.

Table 1 – Pearson correlation among accumulated litter, soil compaction, plant area index (IAP) and number of individuals of regeneration (NI) for the 60 plots of the two evaluated forests, Reserva Natural Vale, Linhares, ES.

	Serapilheira	Comp. do solo	IAP	NI
Serapilheira	1,000	-	-	-
Comp. do solo	-0,397*	1,000	-	-
IAP	0,473*	-0,520*	1,000	-
NI	0,019	-0,002	0,120	1,000

* Significativo ($p < 0,01$) / $p < 0.01$ significant

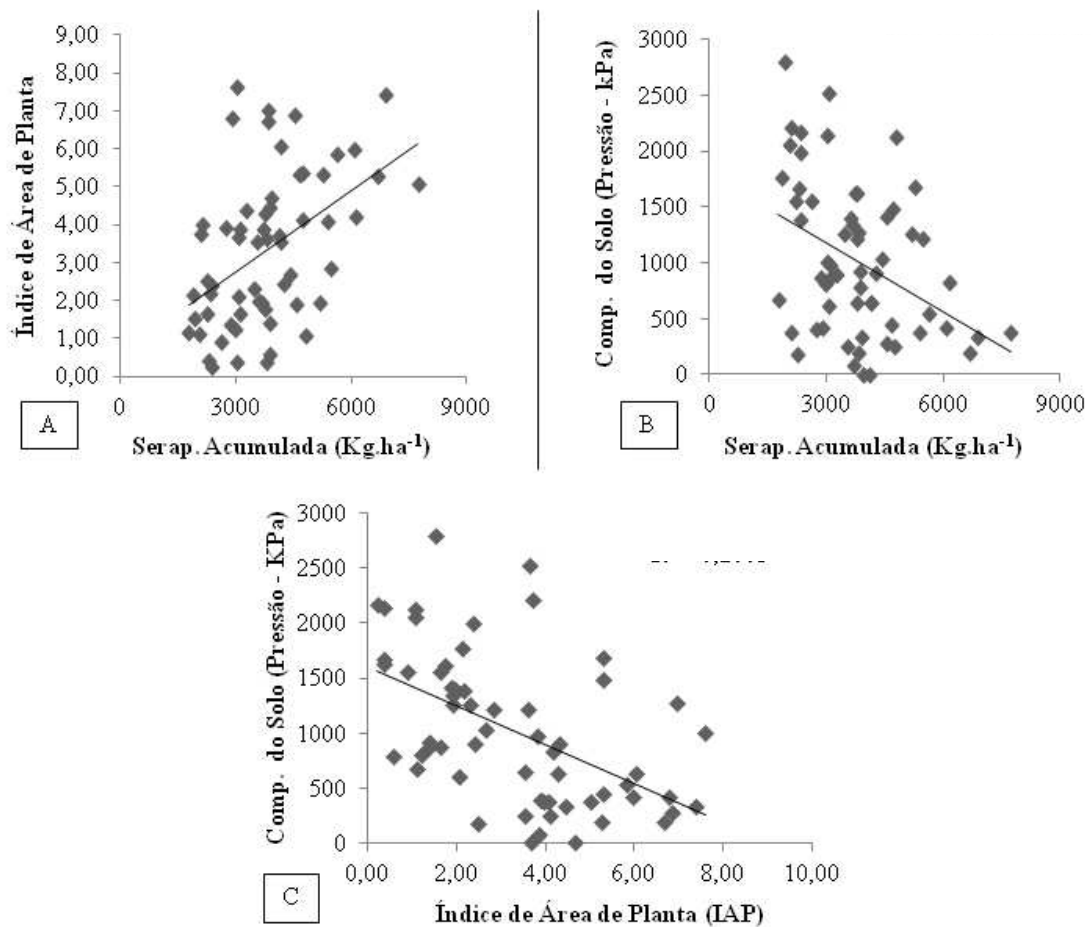


Figura 3 – Correlação entre a serapilheira acumulada e IAP (A), entre serapilheira acumulada e compactação do solo (B) e entre o IAP e a compactação do solo (C), para o conjunto de 60 parcelas das duas florestas avaliadas, Reserva Natural Vale, Linhares, ES.

Figure 3 – Correlation between accumulated litter and PAI (A), between accumulated and soil compaction (B) and between PAI and , soil compaction, for the 60 plots of the two evaluated forests, Reserva Natural Vale, Linhares, ES.

VI - CONCLUSÕES GERAIS

Os indicadores de avaliação e monitoramento banco de sementes do solo, regeneração natural, serapilheira acumulada, índice de área de planta e compactação do solo, aplicados na floresta em restauração e na floresta de referência – Floresta Ombrófila Densa primária – revelaram peculiaridades de cada área que permitem extrair algumas conclusões e fazer recomendações.

A floresta em restauração apresenta níveis de serapilheira acumulada e índice de área de planta condizentes com florestas em estágios médios de regeneração, o que confere a ela o status de floresta restaurada com sucesso. O mesmo pode-se considerar para os demais indicadores banco de sementes e regeneração natural. Contudo, cabe aqui destacar que os menores valores destes indicadores em comparação aos obtidos na floresta de referência, podem ser atribuídos ao fato desta última se tratar de um extenso fragmento de floresta primária, do qual duas décadas de restauração ainda é um tempo muito pequeno para que a floresta em restauração se aproxime ecologicamente.

A presença e abundância de espécies exóticas, principalmente de *Urochloa decumbes* na floresta em restauração e de *Acacia mangium* na floresta primária, revela a problemática da introdução de espécies exóticas em ecossistemas restaurados ou naturais.

Como ações para melhorar a área em restauração e garantir a sua manutenção no tempo, recomenda-se a eliminação da braquiária com aplicação de herbicida seletivo nos trechos de seu entorno e o enriquecimento com semeadura direta de espécies da floresta madura, não amostradas no banco de sementes e nem no estrato de regeneração. Já no caso da floresta primária o monitoramento nas suas bordas e clareiras quanto à regeneração de *A. mangium* deve ser permanente visando evitar a invasão da espécie.

Pode-se considerar que as ações de restauração adotadas no passado e atualmente pela Vale em sua Reserva, estão contribuindo para a pesquisa e conservação da floresta de tabuleiro no Norte do Espírito Santo, formação florestal extremamente ameaçada.