

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E
BIOLÓGICAS

INCREMENTO E MORTALIDADE COMO INDICADORES DE SUCESSO DA
RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA

GRAZIELE SILVA DA CRUZ
Bacharel em Biologia

CRUZ DAS ALMAS
BAHIA - BRASIL
2022

GRAZIELE SILVA DA CRUZ

INCREMENTO E MORTALIDADE COMO INDICADORES DE SUCESSO DA
RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade
Federal do Recôncavo da Bahia,
como parte das exigências do
Curso de Graduação de
Bacharelado em Biologia, para
obtenção do título de Bacharel em
Biologia.

CRUZ DAS ALMAS,
BAHIA - BRASIL
2022

GRAZIELE SILVA DA CRUZ

INCREMENTO E MORTALIDADE COMO INDICADORES DE SUCESSO DA
RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Federal do Recôncavo da Bahia,
como parte das exigências do Curso de Graduação de Bacharelado em Biologia, para obtenção
do título de Bacharel em Biologia.

Orientadora: Pro^a. Dr^a. Alessandra Nasser Caiafa
Co-orientadora: Me. Taise Almeida Conceição

APROVADO: 21 de dezembro de 2022



Documento assinado digitalmente
GUILHERME DE OLIVEIRA
Data: 22/12/2022 14:41:38 -0300
Verifique em <https://verificador.itl.br>

Dr. Guilherme de Oliveira
UNIVERSIDADE FEDERAL DO
RECÔNCAVO DA BAHIA

Me. Taise Almeida Conceição
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE
SANTA CRUZ

Dra. Alessandra Nasser Caiafa
Orientadora
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por todas as bênçãos e graças recebidas em toda minha vida.

A minha mãe Gleyde, minha avó Zenaide e meu Irmão Gabriel por todo amor, apoio e incentivo aos estudos e dedicação durante minha jornada até aqui.

A minha orientadora Dra. Alessandra Nasser Caiafa pela confiança de me acolher e orientar no Laboratório de Ecologia Vegetal e Restauração Ecológica – LEVRE. Obrigada pela paciência, dedicação, carinho e por me proporcionar toda experiência de trabalho e aprendizado no LEVRE, fico eternamente grata por essa contribuição na minha vida.

Agradeço à Universidade Federal do Recôncavo da Bahia pela oportunidade aprendizado durante minha graduação. Foi difícil, mas eu venci.

Agradeço a Luciano Santana pelo desejo de realizar uma restauração ecológica no seu sítio, contribuindo para preservação do ecossistema. Por sua dedicação e acolhimento de carinho com todos durante ao longo projeto. Assim como, Antônio Maia, que sempre esteve ajudando e colaborando com o sucesso do trabalho de forma atenciosa.

Obrigada a Taise que nesse finalzinho topou me ajudar a concluir essa etapa. Obrigada pela paciência, disponibilidade e carinho nas chamadas do google meet, sou muito grata pela orientação.

Aos meus eternos amigos, Marta, Liliane, Rodrigo, agradeço pelo apoio e torcida para chegada desse momento tão esperado. Sou muito grata por ter vocês na minha vida, pelas famosas resenhas e por nossos momentos de diversão.

Aos amigos e parceiros de Laboratório, Iuri e Iara, obrigada pelos momentos inesquecíveis de loucura e trabalho dentro da Mata da Cazuzinha e do Talhão Memória. As resenhas e os surtos coletivos sempre presentes no trio, e toda trajetória no LEVRE só fortaleceu nossa amizade e auxiliou na nossa evolução e comprometimento.

As amigas que a universidade me trouxe, sou muito grata por ter conhecido vocês. A equipe da serapilheira, Giovana, Géssyca e Larissa Vitória pela amizade e pelos momentos incríveis e aprendizado e resenha que passamos juntas. Nunca irei esquecer como tudo começou. Sinara, Ana Paula, Iara, Thais e Yasmim, obrigada por todos os momentos de estudos e diversão, pelo

acolhimento e amizade.

Ao meu amigo Uelinton, que desde do início sempre acreditou no meu potencial. Sou grata por sua amizade e pela paciência de me ajudar nos momentos de perrengues e surtos.

Agradeço a todos que de alguma forma fizeram parte dessa trajetória, sou muito feliz e grata por todos os momentos que passei para chegar até aqui.

LISTA DE FIGURAS

ARTIGO CIENTÍFICO

- Figura 1.** Área de estudo. A: Mapa do Brasil com destaque no município de Cruz das Almas, Bahia; B: Mapa base da ação de restauração na zona rural Boca da Mata no Cruz das Almas; C: registro da área após o plantio das mudas; D: área após três anos de restauração ecológica.....12
- Figura 2.** Variação do *box plot* para o incremento periódico anual em diâmetro – IPAD das espécies da Mata Atlântica em uma restauração ecológica até os três anos de implantação. Nota: Círculo - Outliers: valores extremos; Parte inferior a linha sólida na caixa laranja - 1º quartil 25%; Linha preta sólida no meio da caixa laranja - 2º quartil 50%; Parte superior a linha sólida na caixa laranja - 3º quartil 75%; Linha tracejada em cima da caixa laranja - Limite superior: maior valor do conjunto de dados; Linha tracejada em baixo da caixa laranja - limite inferior: menor valor do conjunto de dados.....19
- Figura 3.** Variação do *box plot* para o incremento periódico anual em altura – IPAA das espécies da Mata Atlântica em uma restauração ecológica até os três anos de implantação. Nota: Círculo - Outliers: valores extremos; Parte inferior a linha sólida na caixa laranja - 1º quartil 25%; Linha preta sólida no meio da caixa laranja - 2º quartil 50%; Parte superior a linha sólida na caixa laranja - 3º quartil 75%; Linha tracejada em cima da caixa laranja - Limite superior: maior valor do conjunto de dados; Linha tracejada em baixo da caixa laranja - limite inferior: menor valor do conjunto de dados.....19
- Figura 4.** Variação do *box plot* para o incremento periódico anual em diâmetro – IPAD do grupo funcional de espécies da Mata Atlântica em uma restauração ecológica até os três anos de implantação. Nota: Parte inferior a linha sólida na caixa laranja - 1º quartil 25%; Linha preta sólida no meio da caixa laranja - 2º quartil 50%; Parte superior a linha sólida na caixa laranja - 3º quartil 75%; Linha tracejada em cima da caixa laranja - Limite superior: maior valor do conjunto de dados; Linha tracejada em baixo da caixa laranja - limite inferior: menor valor do conjunto de dados.....20
- Figura 5.** Variação do *box plot* para o incremento periódico anual em altura – IPAA do grupo funcional de espécies da Mata Atlântica em uma restauração ecológica até os três anos de implantação. Nota: Outliers: valores extremos; 1º quartil 25%; 2º quartil 50%; 3º quartil 75%; Limite superior: maior valor do conjunto de dados; Limite inferior: menor valor do conjunto de dados. Círculo - Outliers: valores extremos; Parte inferior a linha sólida na caixa laranja - 1º quartil 25%; Linha preta sólida no meio da caixa laranja - 2º quartil 50%; Parte superior a linha

sólida na caixa laranja - 3º quartil 75%; Linha tracejada em cima da caixa laranja - Limite superior: maior valor do conjunto de dados; Linha tracejada em baixo da caixa laranja - limite inferior: menor valor do conjunto de dados.....20

LISTA DE TABELAS

ARTIGO CIENTÍFICO

- Tabela 1.** Lista de espécies florestais da Mata Atlântica implantadas na área de restauração ecológica em Cruz das Almas, Bahia. (GFP: Grupo funcional prévio; P: preenchimento; D: diversidade) 13
- Tabela 2.** Percentual de Mortalidade das espécies florestais da Mata Atlântica em área de restauração ecológica até os três anos de implantação. (IM: Índice de mortalidade; GF: Grupo funcional; P: preenchimento; D: diversidade) 15
- Tabela 3.** ANOVA entre o índice de mortalidade entre os grupos funcionais no RStudio para espécies e grupo funcional. (Df: distribuição de f; Sum Sq: soma total dos quadrados; Mean Sq: quadrados médios; F value: valor do teste F; Pr (>F): valor de P) 16
- Tabela 4.** Resultado do IPAD e IPAA ANOVA no RStudio para espécies e grupo funcional. (Df: distribuição de f; Sum Sq: soma total dos quadrados; Mean Sq: quadrados médios; F value: valor do teste F; Pr (>F): valor de P) 17
- Tabela 5.** Percentual da média IPAD e IPAA das espécies florestais da Mata Atlântica em área de restauração ecológica até os três anos de implantação. (IPAD: incremento periódico anual em diâmetro; IPAA: incremento periódico em altura; GF: Grupo funcional; P: preenchimento; D: diversidade) 18

RESUMO

SILVA DA CRUZ, GRAZIELE, Bacharel em Biologia, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Incremento e Mortalidade como Indicadores de Sucesso da Restauração Ecológica. Orientadora: Dra. Alessandra Nasser Caiafa e Co-orientadora: Me. Taise Almeida Conceição.

A Mata Atlântica é uma das florestas tropicais mais ameaçadas e fragmentadas do mundo e ainda possui um conjunto de fitofisionomias altamente rico, com elevada diversidade ambiental e endemismo. Uma alternativa de restabelecer seus atributos estruturais e funcionais é com a restauração ecológica. A restauração é um conjunto de práticas destinadas a direcionar o ecossistema degradado para uma trajetória de recuperação, sendo fundamental nesse processo, ações de monitoramento que utiliza indicadores para avaliar se as estratégias implantadas na área estão cumprindo os objetivos ecológicos propostos e escolha destes deve ser delimitada em função das demandas específicas do projeto. Dado a isso, este trabalho teve como objetivo avaliar dois indicadores ecológicos, a mortalidade e o incremento periódico anual em altura e diâmetro dos indivíduos de uma restauração reconstrutiva de três anos na Mata Atlântica. A ação de restauração ocorreu no município de Cruz das Almas, no Recôncavo Baiano, com a estratégia de restauração reconstrutiva, pelo método de plantio total em linhas alternadas com os grupos funcionais de preenchimento e diversidade, totalizando 13 espécies. A mortalidade geral média do plantio foi de 27% e pode ser justificado por fatores de adaptação das espécies ao ambiente e competição por recursos. O valor da média de incremento periódico anual em diâmetro (IPAD) foi de 87,11 mm/ano e para o incremento periódico anual em altura (IPAA) 375,9 cm/ano. O grupo funcional de preenchimento apresentou melhor adaptabilidade e desenvolvimento na área, como era esperado pela característica das espécies de rápido crescimento e tolerância a luminosidade. Os indicadores de mortalidade e incremento periódico anual em altura e diâmetro, demonstraram cruciais para avaliar o processo inicial de estabelecimento da restauração, visto que o sucesso de uma restauração vai muito além de ações de plantio e a execução de monitoramentos regulares auxilia nas atividades manutenção ao longo do tempo, garantindo a resiliência das espécies florestais.

Palavras-chave: Mata Atlântica, Ecologia da Restauração, Monitoramento.

ABSTRACT

The Atlantic Forest is one of the most threatened and fragmented tropical forests in the world and still has a set of highly rich phytophysiognomies, with high environmental diversity and endemism. An alternative to restore its characteristic and functional attributes is with the ecological flora. Restoration is a set of practices aimed at directing the degraded ecosystem towards a recovery trajectory, being fundamental in this process, monitoring actions that use indicators to assess whether the strategies implemented in the area are fulfilling the standard ecological objectives and the choice of this must be delimited according to the specific demands of the project. Given this, this work aimed to evaluate two ecological indicators, mortality and annual periodic increment in height and diameter of individuals from a three-year reconstructive restoration in the Atlantic Forest. The destruction action took place in the municipality of Cruz das Almas, in the Recôncavo Baiano, with the reconstructive restoration strategy, by the total planting method in alternating lines with the filling and diversity groups, totaling 13 species. The general average mortality of the plantation was 27% and can be explained by factors of adaptation of the species to the environment and competition for resources. The mean value for the annual periodic increment in diameter (APID) was 87.11 mm/year and for the annual periodic increment in height (APIH) 375.9 cm/year. The filling functional group showed better adaptability and development in the area, as expected by the characteristic of fast growing species and light tolerance. Mortality indicators and annual periodic increment in height and diameter, a crucial requirement to evaluate the initial process of establishing the restoration, since the success of a restoration goes far beyond planting actions and the execution of auxiliary regular monitoring in maintenance activities over time, ensuring the resilience of forest species.

Key-words: Atlantic Forest, Monitoring, Ecology Restoration.

ÍNDICE

INTRODUÇÃO GERAL	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	4
INTRODUÇÃO	9
MATERIAIS E MÉTODOS	11
Área de estudo.....	11
Ação de restauração e manutenção.....	11
Coleta e análise de dados.....	13
Análise estatística.....	15
RESULTADOS.....	15
DISCUSSÃO	20
CONCLUSÃO	24
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	29

INTRODUÇÃO GERAL

O crescimento das populações humanas e a consequente expansão de suas atividades têm efeito direto nos ecossistemas. Cerca de 78,4 milhões de km², equivalente a 58,4% da superfície da Terra, estão sob moderada a intensa pressão humana (Williams et al., 2020), resultando em fragmentos cada vez menores e bordas florestais com capacidade limitada de reter espécies e de prover serviços ambientais essenciais às populações humanas (Society for Ecological Restoration - SER, 2004; Tabarelli et al., 2012; Oliveira & Engel, 2017). Esse avanço antrópico impõe ameaças sérias à biodiversidade, uma vez que alteram a sua estrutura e funcionamento (SER, 2004).

As florestas tropicais, assim como todos os ecossistemas da Terra, estão sujeitas a vastos distúrbios naturais e antrópicos de intensidade e frequência variáveis (Chazdon, 2003). Cerca de 60% das florestas tropicais foram altamente modificadas por ações como derrubada de florestas para produção agropecuária, abertura de pastagens, extração de madeira, aumento da densidade populacional, entre outros, comprometendo sua conectividade, funcionalidade e estabilidade (Williams et al., 2020; Arraes et al., 2012; Oliveira & Engel, 2017; Chazdon, 2012; Oliveira et al., 2021).

Esses ecossistemas abrigam pelo menos dois terços da biodiversidade terrestre do planeta, sendo um dos habitats mais diversos da Terra (Gardner et al., 2009; Morris, 2010). As florestas contribuem para a estabilidade ambiental e são um componente chave para manutenção dos ciclos globais de carbono e hidrológicos globais através da evapotranspiração (Gardner et al., 2009; Silveira et al., 2007).

A Mata Atlântica é uma região fitoecológica com a predominância de formações florestais e já foi considerada como uma das maiores florestas tropicais das Américas (Ribeiro et al., 2009). Atualmente a maior parte de seus remanescentes se encontram em pequenos fragmentos isolados, compostos por florestas secundárias em estágios iniciais a médios de sucessão (Ribeiro et al., 2009; Metzger et al., 2009). Para Myers et al. (2000) “ela é uma das florestas tropicais mais ameaçadas e fragmentadas do mundo, sendo considerada um *hotspot* mundial de biodiversidade”.

Mesmo diante da situação atual, a Mata Atlântica com seu conjunto de fitofisionomias altamente rico, propicia uma elevada diversidade ambiental e endemismo (Campanili & Schaffer, 2010). Dados do SOS Mata Atlântica (2022), registram mais de 15.700 espécies de plantas, sendo 8 mil endêmicas, 298 espécies de mamíferos, 992 espécies de aves, 200 de répteis, 370 de anfíbios e muitas outras espécies, que segundo Ribeiro et al. (2009) carecem de descrição científica.

A Mata Atlântica é considerada de grande importância para o Brasil, visto que abrange cerca de 15% do território brasileiro, concentra 70% do PIB nacional e provê serviços essenciais como abastecimento de água, regulação do clima, agricultura, pesca, energia elétrica e turismo para mais de 72% da população brasileira (SOS Mata Atlântica, 2021). Restam apenas 12,4% de cobertura do que existia anteriormente, distribuídos em pequenos fragmentos isolados (SOS Mata Atlântica, 2021; Pinto et al., 2009). A Bahia foi um dos estados que liderou no desmatamento em 2020, registrando aumento de 78% comparado ao período anterior (SOS Mata Atlântica, 2020).

A organização das Nações Unidas desenvolveu uma iniciativa global chamada Década da Restauração de Ecossistemas, para mitigar as ameaças nos ecossistemas, visando contribuir para a proteção e recuperação dos recursos naturais (Nações Unidas no Brasil, 2022). A intenção da Década é movimentar lideranças da política global, ciência e comunidades culturais para se comprometerem com propostas e planos para recuperar florestas e paisagens, combater a crise climática, melhorar a segurança alimentar e fortalecer a biodiversidade (Nações Unidas no Brasil, 2022; Calixto et al, 2022).

A restauração ecológica visa restabelecer atributos estruturais e funcionais de um ecossistema que foi degradado, danificado ou destruído, é com a restauração ecológica (SER, 2004). Ela é um conjunto de práticas de manejo destinadas a conservar e direcionar o ecossistema degradado para uma trajetória de recuperação, permitindo sua capacidade de resiliência e de fornecimento dos serviços de ecossistêmicos, como a provisão de ar, fertilidade dos solos, alimentos e mitigação das mudanças climáticas (Gann et al., 2019).

Um primeiro passo na restauração, é a definição de estratégias eficazes para a área e identificar as restrições que impedem a recuperação do ecossistema (Gann et al., 2019). A estratégia de regeneração natural visa a remoção do fator de degradação que impede a recuperação do ecossistema (Isernhagen et al., 2009). Já a regeneração assistida e reconstrução são abordagens que requer além da remoção das causas de degradação, é necessário intervenções para corrigir danos abióticos e bióticos, e desencadear a recuperação e restabelecimento de fluxos ambientais (Ferreira, 2019; Gann et al., 2019).

O monitoramento é uma etapa fundamental na restauração, este utiliza diferentes indicadores para avaliar se as estratégias implantadas na área estão de fato cumprindo os objetivos ecológicos propostos (Brancaion et al, 2013; SER, 2004). Além de detectar mudanças ambientais em um estágio inicial e avaliar a eficácia de medidas tomadas para adoção de ações corretivas ou não (Belloto et al., 2009). Diversos indicadores podem ser utilizados para avaliar atributos nos ambientes restaurados (Brancaion et al., 2013). A escolha destes deve ser

delimitada em função das demandas específicas do projeto, que seja de fácil mensuração e preveja mudanças que possam ser evitadas por métodos de manejo (Moraes et al., 2010).

É importante considerar que para cada etapa do processo de restauração, são necessárias diferentes variáveis de avaliação para acompanhar se as ações implantadas estão promovendo a restauração e estabelecimento ao longo do tempo (Belloto et al, 2009; Brancalion et al, 2013).

Em projetos de restauração com plantio total de mudas, a categoria de indicadores: diversidade, estrutura da vegetação e processos ecológicos, são os principais utilizados no monitoramento e possuem uma elevada interdependência entre si. (Oliveira et al 2021). A Indicadores essenciais para inferir sobre a eficiência das medidas tomadas no local, é a mortalidade incluído na categoria de processos ecológicos e o crescimento dos indivíduos na categoria de estrutura da vegetação (Belloto et al., 2009; Brancalion et al., 2013).

A mortalidade é um indicador utilizado em áreas de plantio e permite obter informações sobre a manutenção e adaptação das espécies, auxiliando em métodos corretivos, quando forem necessários (Schievenin et al., 2012; Caiafa et al, 2016). A mortalidade é expressa pela proporção das mudas mortas presentes na área de plantio, que podem ter sido mortas durante seu período de crescimento, por conta de competição, pragas, condições climáticas, entre outros (Brancalion et al., 2013; Sanquetta et al., 2011).

A taxa de crescimento de árvores é variável e pode ser mensurada com base na altura e em suas dimensões de diâmetro. Esses parâmetros quando avaliados continuamente permitem uma determinação do incremento periódico anual – IPA dos indivíduos (Chagas et al, 2004; Zanon et al., 2007). O IPA refere-se ao crescimento para qualquer período específico, dividido pelo número do período (Salomão et al, 2014). Esse crescimento varia entre as espécies e depende de fatores como a disponibilidade de recursos ambientais, competição, características sucessionais, manejo no plantio (Chagas et al, 2004; Brancalion et al., 2013).

O corpo do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), segue organizado estruturalmente em introdução geral, artigo científico com base nas normas da revista *Scientia Forestalis* e por fim considerações finais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arraes, R. D. A.; Mariano, F. Z.; Simonassi, A. G. Causas do desmatamento no Brasil e seu ordenamento no contexto mundial. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 50, p. 119-140, 2012.
- Belloto, A.; Viani, R. A. G.; Gandolfi, S.; Rodrigues, R. R. Inserção de Outras Formas de Vida no Processo de Restauração. In: Rodrigues, R. R.; Brancalion, P. H. S.; Isernhagen, I. **Pacto pela restauração da mata atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal**. São Paulo: LERF / ESALQ, 2009.
- Belloto, A.; Viani, R. 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. **Pacto pela restauração da mata atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal**. São Paulo: LERF / ESALQ, 2009.
- Brancalion, P. H. S.; Viani, R. A. G.; Rodrigues, R. R.; Gandolfi, S. Avaliação e monitoramento de áreas em processo de restauração. In: Martins, Sebastião Venâncio. **Restauração ecológica de ecossistemas degradados**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2013.
- Caiafa, A. N.; Crepaldi, M. O. S.; Dos Santos, V. J.; Rocha, J. I. S. A restauração ecológica no Recôncavo Sul Baiano: cenário atual e necessidades futuras. In: Duarte, E. F. (Org.). **Recursos e estratégias para a restauração florestal: Ações para o Recôncavo da Bahia**. Cruz das Almas. Editora UFRB, 2016.
- Calixto, B.; Oliveira, M.; Corrêa, F.; Oliveira J. **Ecossistemas é oportunidade para recuperar áreas degradadas no Brasil e no mundo**. World Resources Institute (WRI), São Paulo, 2022. Disponível em: <https://www.wribrasil.org.br/noticias/decada-da-restauracao-de-ecossistemas-e-oportunidade-para-recuperar-areas-degradadas-no>. Acesso: dez. 2022.
- Campanili, M.; Schäffer, W. B. Mata Atlântica: patrimônio nacional dos brasileiros / Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Biodiversidade e Florestas. **Núcleo Mata Atlântica e Pampa**. Brasília: MMA, 2010.
- Chagas, R. K.; Durigan, G.; Contieri, W. A.; Saito, M. Crescimento diametral de espécies arbóreas em Floresta Estacional Semidecidual ao longo de seis anos. In: Vilas Boas, O.; Durigan, G. **Pesquisas em conservação e recuperação ambiental no Oeste Paulista: resultados da cooperação Brasil/Japão**. São Paulo: Páginas e Letras, p. 265-290, 2004.
- Chazdon, R. L. Regeneração de florestas tropicais. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi-Ciências Naturais**, v. 7, n. 3, p. 195-218, 2012.
- Chazdon, R. L. Tropical Forest recovery: legacies of human impact and natural disturbances. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, v. 6, n. 1-2, p. 51-71, 2003.
- Ferreira, V. L. **Contribuições para o monitoramento e avaliação de áreas em restauração na mata atlântica: esforço de amostragem ideal, valores de referência para indicadores ecológicos e diferenças entre métodos**. 85 f. (Tese de doutorado). Universidade Estadual de Campinas, SP. 2019.
- Gann, G.D.; McDonald, T; Walder, B.; Aronson, J.; Nelson, C.R.; Jonson, J.; Hallett, J.G.;

Eisenberg C.; Guariguata, M.R.; Liu, J.; Hua, F.; Echeverría, C.; Gonzales, E.; Shaw, N.; Decler, K.; Dixon, K.W. International principles and standards for the practice of ecological restoration. Second edition. **Restoration Ecology**, 2019.

Gardner, T. A.; Barlow, J.; Chazdon, R.; Ewers, R. M.; Harvey, C. A.; Peres, C. A.; Sodhi, N. S. Prospects for tropical forest biodiversity in a human-modified world. **Ecology letters**, v. 12, n. 6, p. 561-582, 2009.

Isernhagen, I.; Brancalion, P. H. S.; Rodrigues, R. R.; Gandolf, S. Abandono da cópia de um modelo de floresta madura e foco na restauração dos processos ecológicos responsáveis pela re-construção de uma floresta (fase atual). In: Rodrigues, R. R.; Brancalion, P. H. S.; Isernhagen, I. **Pacto pela restauração da mata atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal**. São Paulo: LERF / ESALQ, 2009.

Metzger, J. P.; Martensen, A. C.; Dixo, M.; Bernacci, L. C.; Ribeiro, M. C.; Teixeira, A. M. G.; Pardini, R. Time-lag in biological responses to landscape changes in a highly dynamic Atlantic Forest region. **Biological conservation**, v. 142, n. 6, p. 1166-1177, 2009.

Moraes, L. D.; Campello, E. F. C.; Franco, A. A. Restauração florestal: do diagnóstico de degradação ao uso de indicadores ecológicos para o monitoramento das ações. **Oecologia Australis**, v. 14, n. 2, p. 437-451, 2010.

Morris, R. J. Anthropogenic impacts on tropical forest biodiversity: a network structure and ecosystem functioning perspective. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 365, n. 1558, p. 3709-3718, 2010.

Myers, N.; Mittermeier, R. A.; Mittermeier, C. G.; Fonseca, A. B.; Kent, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, n. 6772, p. 853, 2000.

Nações Unidas no Brasil. (2022). **Década da ONU da Restauração de Ecossistemas. Brasília**. 2022. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/130341-comeca-decada-da-onu-da-restauracao-de-ecossistemas>. Acesso: dez. 2022.

Oliveira R. E.; Engel, V. L.; Loiola, P. P.; Moraes, L. F. D.; Vismara, E. S. Top 10 indicators for evaluating restoration trajectories in the Brazilian Atlantic Forest. **Ecological Indicators**, v. 127, p. 107-652, 2021.

Oliveira R. E.; Engel, V. L.; Loiola, P. P.; Moraes, L. F. D.; Vismara, E. S. Top 10 indicators for evaluating restoration trajectories in the Brazilian Atlantic Forest. *Ecological Indicators*, v. 127, p. 107-652, 2021.

Oliveira, R. E.; Engel, V. L. A restauração florestal na Mata Atlântica: três décadas em revisão. **Revista Ciência, Tecnologia & Ambiente**, v. 5, n. 1, p. 40-48, 2017.

Oliveira, R. E.; Engel, V. L.; De Paula Loiola, P.; De Moraes, L. F. D.; De Souza Vismara, E. Top 10 indicators for evaluating restoration trajectories in the Brazilian Atlantic Forest. **Ecological Indicators**, v. 127, p. 107652, 2021.

Pinto, L. P.; Hirota, M.; Calmon, M.; Rodrigues, R.R.; Rocha, R. A Mata Atlântica. In: Rodrigues, R. R.; Brancalion, P. H. S.; Isernhagen, I. **Pacto pela restauração da mata atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal**. São Paulo: LERF / ESALQ, 2009.

Ribeiro, M. C.; Metzger, J. P.; Martensen, A. C.; Ponzoni, F. J.; Hirota, M. M. The Brazilian

Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, v. 142, n. 6, p. 1141-1153, 2009.

Salomão, R. P.; Brienza Júnior, S.; Rosa, N. A. Dinâmica de reflorestamento em áreas de restauração após mineração em unidade de conservação na Amazônia. **Revista Árvore**, v. 38, p. 1-24, 2014.

Sanquetta, C. R.; Ubialli, J. A.; Azevedo, C. P.; Rossi, L. M. B.; Dalla Corte, A. P. Modelagem para prognose precoce do número de árvores e área basal por classe diamétrica para *Tectona grandis*. **Naturalia**, v. 34, 2011.

Schievenin, D. F.; Tonello, K. C.; Silva, D. A. D.; Valente, R. D. O.; Faria, L. C. D.; Thiersch, C. R. Monitoramento de área de restauração florestal em Sorocaba-SP. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**. v.19, n.1, p.95-108, 2012.

Silveira, P.; Koehler, H. S.; Sanquetta, C. R.; Arce, J. E. O estado da arte na estimativa de biomassa e carbono em formações florestais. **Floresta**, v. 38, n.1, 2008.

Society for Ecological Restoration (SER) International, Grupo de Trabalho sobre Ciência e Política. 2004. Princípios da SER International sobre a restauração ecológica. SER y Tucson: **Society for Ecological Restoration International**.

SOS Mata Atlântica. Espécies da Mata Atlântica. São Paulo: **Fundação SOS Mata Atlântica**, 2021. Disponível em: <https://www.sosma.org.br/conheca/mata-atlantica/>. Acesso nov. 2022.

SOS Mata Atlântica. Relatório Anual 2020. São Paulo: **Fundação SOS Mata Atlântica**. Disponível em: https://cms.sosma.org.br/wpcontent/uploads/2021/07/Relat%C3%B3rio_SOSMA_2020_01_COMREVIS%C3%95E_12_07_2021.pdf. Acesso nov. 2022.

Tabarelli, M.; Aguiar, A. V.; Ribeiro, M. C.; Metzger, J. P. A conversão da floresta atlântica em paisagens antrópicas: lições para a conservação da diversidade biológica das florestas tropicais. **Interciencia**, v. 37, n. 2, p. 88-92, 2012.

Williams, B. A.; Venter, O.; Allan, J. R.; Atkinson, S. C.; Rehbein, J. A.; Ward, M.; Di Marco, M.; Grantham, H. S.; Ervin, J.; Goetz, S.J.; Hansen, A.J.; Jantz, P.; Pillay, R.; Rodríguez-Buriticá, S.; Supples, C.; Virnig, A.L.S; Watson, J.E.M. Change in terrestrial human footprint drives continued loss of intact ecosystems. **One Earth**, v. 3, n. 3, p. 371-382, 2020.

WRIGHT, S. J. The future of tropical forests. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 1195, n. 1, p. 1-27, 2010.

ZANON, M. L. B. **Crescimento da Araucaria angustifolia (Bertol.) Kuntze diferenciado por dioicia**. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Santa Maria: Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Maria, 2007.

Artigo a ser submetido à publicação no periódico

SCIENTIA FORESTALIS (ISSN 2318-1222)

Incremento e Mortalidade como Indicadores de Sucesso da Restauração Ecológica

Grazielle Silva da Cruz¹, Iara Carvalho Campos¹, Iuri Alves Gomes¹, Alessandra Nasser Caiafa¹

¹Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB) Cruz da Almas, BA.

Laboratório de Ecologia Vegetal e Restauração Ecológica (LEVRE)

Resumo

O uso de indicadores ecológicos no monitoramento é fundamental para analisar a eficácia das ações de restauração. Dessa forma, o trabalho teve como objetivo avaliar dois indicadores ecológicos, a mortalidade e o incremento periódico anual (IPA) em altura e diâmetro dos indivíduos de uma restauração reconstrutiva de três anos na Mata Atlântica, com 13 espécies do grupo funcional de preenchimento e diversidade de espécies da Mata Atlântica. As avaliações ocorreram no 1º, 2º e 5º mês e 3º ano após plantio. A mortalidade média geral do plantio foi 27%, com as espécies *Eschweilera ovata* (90,91%) e *Cupania vernalis* (80%) sendo as mais críticas. O grupo de diversidade apresentou a taxa de mortalidade alta, assim como menor desempenho no incremento periódico anual. As espécies apresentaram diferentes comportamentos de crescimento em campo, com a média do incremento periódico anual em diâmetro (IPAD) de 87,11 mm/ano e incremento periódico anual em altura (IPAA) 375,9 cm/ano. A *Schinus terebinthifolia* mesmo sendo implantada em um período posterior, apresentou um IPA ótimo de crescimento e boa adaptabilidade na área. Assim, o sucesso de uma restauração vai além do plantio, ações de monitoramento são fundamentais para verificar se os métodos aplicados estão cumprindo os objetivos propostos ou não e realizar ações corretivas quando necessário para minimizar as perdas e custos. O *Inga* sp. e *Handroanthus heptaphyllus* apresentaram-se como espécies potenciais na restauração, com grande crescimento em altura e diâmetro, essencial para superar a mata-competição. As espécies dos grupos funcionais apresentam diferentes estratégias de adaptação e estabelecimento, o grupo de preenchimento exibiu maiores valores do IPA como era esperado, criando boa cobertura do solo para o desenvolvimento das espécies de diversidade fundamentais garantir o estabelecimento a longo prazo da área restaurada.

Palavras-chave: Ecologia da Restauração, Mata Atlântica, Monitoramento, Recôncavo Baiano.

Abstract

The use of ecological indicators in monitoring is essential to analyze the effectiveness of restoration actions. Thus, the objective of this study was to evaluate two ecological indicators, mortality and annual periodic increment (API) in height and diameter of individuals from a three-year reconstructive restoration in the Atlantic Forest, with 13 species from the fill and diversity functional group of Atlantic Forest species. The evaluations took place in the 1st, 2nd and 5th month and 3rd year after planting. The general average mortality of the planting was 27%, with the species *Eschweilera ovata* (90.91%) and *Cupania vernalis* (80%) being the most critical. The diversity group had a high mortality rate, as well as a lower performance in the annual periodic increment. The species showed different growth behavior in the field, with an average annual periodic increment in diameter of 87.11 mm/year and annual periodic increment in height of 375.9 cm/year. *Schinus terebinthifolia*, even being implanted in a later period, presented an excellent growth IPA and good adaptability in the area. Thus, the success of a restoration goes beyond planting, monitoring actions are essential to verify whether the applied methods are meeting the proposed objectives or not and to carry out corrective actions when necessary to minimize losses and costs. The *Inga* sp. and *Handroanthus heptaphyllus* presented themselves as potential species for restoration, with great growth in height and diameter, essential to overcome weed competition. The species of the functional groups have different adaptation and establishment strategies, the filling group exhibited higher IPA values as expected, creating good ground cover for the development of key diversity species to ensure the long-term establishment of the restored area.

Key-words: Ecology Restoration, Atlantic Forest, Monitoring, Recôncavo Baiano.

INTRODUÇÃO

A restauração ecológica é uma atividade que auxilia na recuperação de um ecossistema que foi degradado, danificado ou destruído, restabelecendo seus atributos estruturais e funcionais (SER, 2004). Aliada com a ciência da ecologia da restauração, ela é vista como um elemento chave para alcançar as metas de conservação, preservação e gestão de recursos naturais, bem como atividades de restauração em pequena e grande escala (Hobbs et al., 2011; Gann et al., 2019).

No cenário de ameaças à biodiversidade, ao clima e à provisão de serviços ecossistêmicos essenciais à vida humana, a Década das Nações Unidas da Restauração de Ecossistemas (2021-2030), surge como uma iniciativa para mitigar essas ameaças (Nações Unidas no Brasil, 2022). Liderada pelo Programa da ONU para o Meio Ambiente - PNUMA e Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura - FAO, ela é um chamado global para ações visando contribuir para a proteção e recuperação de todos os ecossistemas (Nações Unidas no Brasil, 2022; Viani et al., 2022).

Um projeto de restauração para ser bem-sucedido exige planejamento com a escolha das espécies e compromisso do monitoramento (Holl & Brancalion, 2020; Brancalion et al., 2009). Durante a escolha das espécies, é importante considerar a categoria sucessional em que ela se encontra, pensando na mudança direcional na estrutura e funcionalidade da comunidade ao longo do tempo (Brancalion et al., 2009; Gurevitch et al., 2009).

Segundo Brancalion et al., (2009) a estratégia mais comum de restauração passou a ser o plantio de mudas com alternância de linhas com espécies do grupo de preenchimento e diversidade ou com mistura desses grupos na mesma linha. Considera-se do grupo preenchimento as espécies de rápido crescimento e

sombreamento do solo e tolerantes a condições de luminosidade, composto por espécies pioneiras e secundárias iniciais (Brancalion et al., 2009; Gandolfi et al., 2009). Já o grupo de diversidade inclui as não pioneiras, secundárias tardias e clímax, elas possuem um crescimento mais lento, desenvolvem-se preferencialmente na sombra e seu ciclo de vida longo garante a continuidade na área ao longo do tempo (Brancalion et al., 2009; Bellotto et al., 2009).

O monitoramento periódico é uma etapa essencial nas ações de restauração. Através dele verifica se as metas e objetivos ecológicos foram alcançados para garantir o restabelecimento dos processos ecológicos e auxiliar nas etapas de manutenção ao longo do tempo (Holl & Brancalion, 2020; Piaia et al., 2021). Para isso é necessário o uso de indicadores que capturem informações sobre estrutura, função e composição do ecossistema (Dale & Beyeler, 2001; Brancalion et al., 2013). Estes devem possibilitar predições sobre os efeitos dos agentes de degradação, ser de fácil mensuração, ter clareza nos dados, entre outros (Durigan, 2011; Dale & Beyeler, 2001).

Conforme Oliveira et al (2021), em projetos de restauração com o plantio total de mudas, a categoria de indicadores: diversidade, estrutura da vegetação e processos ecológicos, são os principais utilizados. A avaliação inicial dos indivíduos em áreas de plantio total, pode ser realizada pela taxa de mortalidade incluído na categoria de processos ecológicos e crescimento em altura e diâmetro na categoria de estrutura da vegetação (Bellotto et al., 2009; Brancalion et al., 2013).

A mortalidade é dada pela proporção das mudas mortas presentes na área, que foram mensuradas inicialmente e morreram durante seu período de crescimento por fatores como competição, pragas e condições climáticas (Brancalion et al., 2013; Sanquetta et al., 2011). O crescimento dos indivíduos pode ser entendido como o

aumento das dimensões em altura e diâmetro em um dado número de anos e quando avaliado continuamente, pode ser expresso pelo incremento periódico anual - IPA (Chagas et al, 2004; Salomão et al, 2014).

Tendo em vista, a importância da restauração ecológica para recuperação da integridade ecológica e garantir a variabilidade na estrutura e funcionamento dos processos ecológicos, o trabalho teve como objetivo avaliar dois indicadores ecológicos, a mortalidade e o incremento periódico anual em altura e diâmetro dos indivíduos de uma restauração reconstrutiva de três anos na Mata Atlântica.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

O presente estudo foi realizado no entorno de uma nascente no município de Cruz das Almas/Bahia, sob as coordenadas 12°40'56" latitude Sul do Equador e 39°10'44" de longitude Oeste de Greenwich, em uma comunidade rural denominada Boca da Mata, no sítio do Limoeiro (Figura 1). O município apresenta clima característico tropical, situado numa zona de transição entre o clima úmido e seco, com temperatura média de 23,7°C e pluviosidade média anual de 1161 mm (Rodrigues et al., 2009; Climate-Data, 2022), o solo dominante é o Latossolo Amarelo com relevo de Tabuleiros Interioranos (Rodrigues et al., 2009) e formação vegetal Floresta Estacional Semidecidual (IBGE, 2012). A área restaurada tem 1.492 m² que equivale a 0,15 hectare (Conceição et al., 2021).

Ação de restauração e manutenção

A ação restauradora ocorreu em julho de 2019 com a implantação de 154 indivíduos arbóreos de 13 espécies nativas da Mata Atlântica (Tabela 1). As mudas foram produzidas na casa de vegetação na Fazenda Experimental da Universidade

Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB.

A estratégia aplicada na área foi a restauração reconstrutiva, pelo método de plantio total em linhas alternadas com os grupos funcionais de preenchimento e diversidade, com de 3 metros entre linhas e 2 metros entre plantas formando um quincôncio, conforme metodologia por indicada por Gandolfi et al., (2009). A classificação das espécies em grupos funcionais foi realizada mediante a observações de campo apoiadas por revisão bibliográfica, considerando principalmente a obra do Lorenzi (2008, 2009).

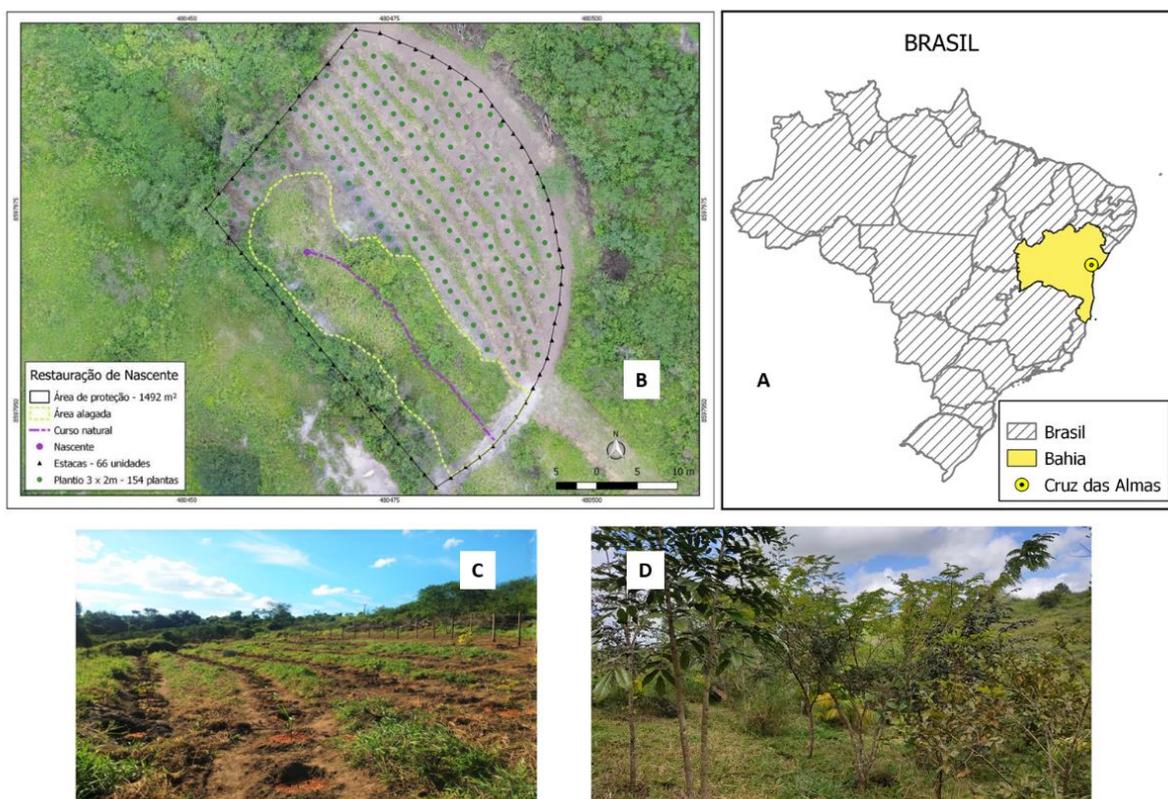


Figura 1. Área de estudo. A: Mapa do Brasil com destaque no município de Cruz das Almas, Bahia; B: Mapa base da ação de restauração na zona rural Boca da Mata no Cruz das Almas; C: registro da área após o plantio das mudas; D: área após três anos de restauração ecológica.

Antes do plantio, a área foi cercada e realizado o controle de formigueiros. Posterior ao plantio, foram mantidos tratos culturais simples, incluindo roçagens para o controle da gramínea exótica invasora, controle frequente de formigas cortadeiras,

ervas daninhas e rega quando necessário. Após dois meses de implantação, foi realizado um replantio com a espécie *Schinus terebinthifolius* em substituição de indivíduos mortos.

Tabela 1. Lista de espécies florestais da Mata Atlântica implantadas na área de restauração ecológica em Cruz das Almas, Bahia. (GFP: Grupo funcional prévio; P: preenchimento; D: diversidade).

Espécie	Família	Nome Popular	GFP
<i>Albizia lebbbeck</i> (L.) Benth.	Fabaceae	Angico	P
<i>Andira legalis</i> (Vell.) Toledo	Fabaceae	Angelim	D
<i>Cassia ferruginea</i> (Schrad.) Schrad. ex DC.	Fabaceae	Canafístula	P
<i>Cenostigma pluviosum</i> (DC.) Gagnon & G.P.Lewis	Fabaceae	Sibipiruna	P
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	Sapindaceae	Cupania	D
<i>Eschweilera ovata</i> (Cambess.) Mart. ex Miers	Lecythidaceae	Biriba	D
<i>Euterpe precatoria</i> Mart.	Arecaceae	Açaí	D
<i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.) Mattos	Bignoniaceae	Ipê roxo	P
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	Fabaceae	Jatobá	D
<i>Inga</i> sp.	Fabaceae	Ingá	P
<i>Psidium guajava</i> L.	Myrtaceae	Goiabinha	P
<i>Sapindus saponaria</i> L.	Sapindaceae	Sabonete	D
<i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi	Anacardiaceae	Aroeirinha	P

Coleta e análise de dados

As avaliações na área ocorreram após o plantio, no 1º mês agosto/2019, 2º mês setembro/2019, 5º mês dezembro/2019 e no 3º ano agosto/2022.

Vale destacar que as atividades presenciais foram suspensas entre o ano de 2020-2021 por conta do período de COVID-19, conforme o decreto da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia portaria nº 322, de 17 de março de 2020, afetando o seguimento, trimestral, das avaliações na área.

Mortalidade

A mortalidade foi avaliada do 1º mês ao 3º ano após o plantio, totalizando 13 espécies e 152 indivíduos. A mortalidade da *S. terebinthifolia* foi avaliada no período após sua implantação em setembro/2019.

O índice de mortalidade contabilizou o número de indivíduos mortos por espécie e grupo funcional em cada avaliação, além da mortalidade geral com a porcentagem dos indivíduos vivos em razão do número de indivíduos implantados. Considerou-se como morta a planta ausente na cova e as plantas com caule seco ou sem folhas (Brançalion et al. 2013).

Incremento periódico anual – IPA

Para avaliar a estrutura da vegetação mediu-se a altura (cm) com a vara graduada e hipsômetro e o diâmetro a altura do solo (mm) com paquímetro e fita métrica. Estas variáveis foram utilizadas para o cálculo do IPA.

$$\frac{IPA = Y1 - Y0}{\Delta t}$$

Onde:

IPA = incremento periódico anual;

Y0 = medida do tempo inicial;

Y1 = medida do tempo final;

Δt = intervalo de tempo entre as medidas.

Foi considerado como tempo inicial a medida realizada dois meses após o plantio 09/2019 e o tempo final após três anos 08/2022, perfazendo o intervalo de tempo 2,86 anos. O critério de inclusão das espécies na amostra foi 5 indivíduos vivos na última avaliação, totalizando 10 espécies totalizando 106 indivíduos. Para o IPA da

S. terebinthifolia, o tempo inicial foi cinco meses após o plantio 12/2019 até o 08/2022, totalizando 2,67 anos.

Análise estatística

As análises estatísticas foram realizadas considerando as espécies e os grupos funcionais. No RStudio foi realizado o teste F da análise de Variância (ANOVA) e em caso de significância, as medias foram comparadas com o teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade, utilizando o pacote Scott-Knott (R Core Team, 2021).

RESULTADOS

Mortalidade

A mortalidade geral média do plantio foi de 27%. Em relação às espécies (Tabela 2), *Eschweilera ovata* (90,91%), seguida da *Cupania vernalis* (80%) e *Albizia lebbbeck* (42,86%) apresentaram uma maior porcentagem de mortalidade no conjunto de dados. Valores menores valores de mortalidade foram encontrados para *Handroanthus heptaphyllus* (5,56%), *Hymenaea courbaril* (8,33%) e *Psidium guajava* (15,38%). *Andira legalis*, *Cassia ferruginea*, *Sapindus saponaria* e *S. terebinthifolia* foram as quatro espécies com 0% de mortalidade no período avaliado.

Tabela 2. Percentual de Mortalidade das espécies florestais da Mata Atlântica em área de restauração ecológica até os três anos de implantação. (IM: Índice de mortalidade; GF: Grupo funcional; P: preenchimento; D: diversidade).

Espécie	1 ^o mês	1 ^o ao 2 ^o	2 ^o ao 5 ^o	5 ^o ao 3 ^o	IM
	(%)	mês (%)	mês (%)	ano (%)	(%)
<i>Albizia lebbbeck</i>	14,29	28,57	0,00	0,00	42,86
<i>Andira legalis</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Cassia ferruginea</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Cenostigma pluviosum</i>	0,00	7,14	0,00	7,14	14,29

<i>Cupania vernalis</i>	0,00	0,00	50,00	30,00	80,00
<i>Eschweilera ovata</i>	0,00	0,00	0,00	90,91	90,91
<i>Euterpe precatoria</i>	0,00	0,00	0,00	39,13	39,13
<i>Handroanthus heptaphyllus</i>	5,56	0,00	0,00	0,00	5,56
<i>Hymenaea courbaril</i>	0,00	8,33	0,00	0,00	8,33
<i>Inga</i> sp.	7,69	0,00	0,00	23,08	30,77
<i>Psidium guajava</i>	0,00	0,00	0,00	15,38	15,38
<i>Sapindus saponaria</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Schinus terebinthifolia</i>	-	0,00	0,00	0,00	0,00

No 1º mês após o plantio a média de mortalidade foi de 2,29%, do 1º mês ao 2º mês 3,39%, 2º ao 5º mês 3,85% e 5º mês ao 3º ano após o plantio 15,82%. Nos meses iniciais, o *A. lebbeck* foi a espécie com maior mortalidade, totalizando 42,86%. 80% dos indivíduos da *C. vernalis* foram mortos entre o período do 2º ao 5º mês para o 3º ano. A *P. guajava*, *Euterpe precatoria* e *E. ovata* e foram as espécies que apresentaram mortalidade apenas no intervalo do 5º mês ao 3º ano de avaliação com mortalidade de 15,38%, 39,13% e 90,91% e respectivamente.

Avaliando a mortalidade por grupos funcionais, as espécies de diversidade apresentaram mortalidade média de 33,39%, enquanto o grupo de preenchimento 18,69%. O teste F da ANOVA (Tabela 3) indicou que não há diferença no o índice de mortalidade entre os grupos funcionais de preenchimento e diversidade ($p > 0,05$).

Tabela 3. ANOVA entre o índice de mortalidade entre os grupos funcionais no RStudio para espécies e grupo funcional. (Df: distribuição de f; Sum Sq: soma total dos quadrados; Mean Sq: quadrados médios; F value: valor do teste F; Pr (>F): valor de P).

		Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
ANOVA mortalidade	GRUPO	1	630	630.0	0.632	0.445
grupo funcional	Residuals	10	9967	996.7		

Incremento periódico anual

A média do incremento periódico anual em diâmetro - IPAD foi de 87,11 mm/ano e 375,90 cm/ano para o incremento periódico anual em altura - IPAA. O teste de F da ANOVA (Tabela 4) mostrou que existe diferença entre as espécies e grupos funcionais para os indicadores do IPAD ($p < 0,05$) e IPAA ($p < 0,05$).

Tabela 4. ANOVA do IPAD e IPAA no RStudio para espécies e grupo funcional. (Df: distribuição de f; Sum Sq: soma total dos quadrados; Mean Sq: quadrados médios; F value: valor do teste F; Pr (>F): valor de P).

		Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
ANOVA IPAA grupo	GRUPO	1	575608	575608	28.17	6.06e-07 ***
funcional	Residuals	107	2186269	20432		
		Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
ANOVA IPAD grupo	GRUPO	1	13628	13628	13.88	0.000318 ***
funcional	Residuals	104	102153	982		
		Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
	GRUPO	9	903956	100440	5.318	7.02e-06 ***
ANOVA IPAD espécies	Residuals	96	1813062	18886		
		Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
	GRUPO	9	48459	5384	7.678	2.02e-08 ***
ANOVA IPAA espécies	Residuals	96	67322	701		

As espécies *Inga sp.* e *H. heptaphyllus* apresentaram as maiores médias do IPAD, respectivamente 119,93 mm/ano e 111,07 mm/ano. Menores médias foi encontrado na *P. guajava* 44,10 mm/ano, *Sapindus saponaria* 62,05 mm/ano e *A. lebbeck* 63,39 mm/ano. Já a *E. precatória* 89,69 mm/ano e *Cassia ferruginea* 85,85 mm/ano apresentam média do IPAD similar (Tabela 5).

As espécies com maiores médias do IPAA foram a *A. lebbeck* 515,08 cm/ano,

Inga sp. 463,71 cm/ano e *C. ferruginea* 456,20 cm/ano. Próximo a média geral o *H. courbaril* 392,75 cm/ano. Já as espécies *E. precatoria* 242,72 cm/ano e *P. guajava* 215,70 cm/ano apresentaram menores valores do IPAA (Tabela 5).

Tabela 5. Percentual da média IPAD e IPAA das espécies florestais da Mata Atlântica em área de restauração ecológica até os três anos de implantação. (IPAD: incremento periódico anual em diâmetro; IPAA: incremento periódico em altura; GF: Grupo funcional; P: preenchimento; D: diversidade).

Espécie	GF	IPAD (mm/ano)	IPAA (cm/ano)
<i>Albizia lebeck</i>	P	63,39 c	515,08 a
<i>Andira legalis</i>	D	83,90 b	260,42 b
<i>Cassia ferruginea</i>	P	94,11 b	456,20 a
<i>Cenostigma pluviosum</i>	P	85,85 b	402,89 a
<i>Euterpe precatoria</i>	D	89,69 b	242,72 b
<i>Handroanthus heptaphyllus</i>	P	111,07 a	412,64 a
<i>Hymenaea courbaril</i>	D	83,92 b	392,75 a
<i>Inga</i> sp.	P	119,93 a	463,71 a
<i>Psidium guajava</i>	D	44,10 c	215,70 b
<i>Sapindus saponaria</i>	D	62,05 c	346,34 a
<i>Schinus terebinthifolia</i>	P	94,90 b	476,96 a

Nota: Classes a, b, c: médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Scott Knott ($P < 0,05$). * outro período de incremento não comparável com os demais.

A *C. ferruginea* foi a espécie que mais apresentou variações na amplitude dos dados no IPAD, valor mínimo de 35,07 a 170,34 mm/ano de valor máximo (Figura 2), assim como no IPAA 153,53 a 445,52 cm/ano (Figura 3), juntamente com a *Cenostigma pluviosum* 121,51 a 349,16 cm/ano (Figura 4).

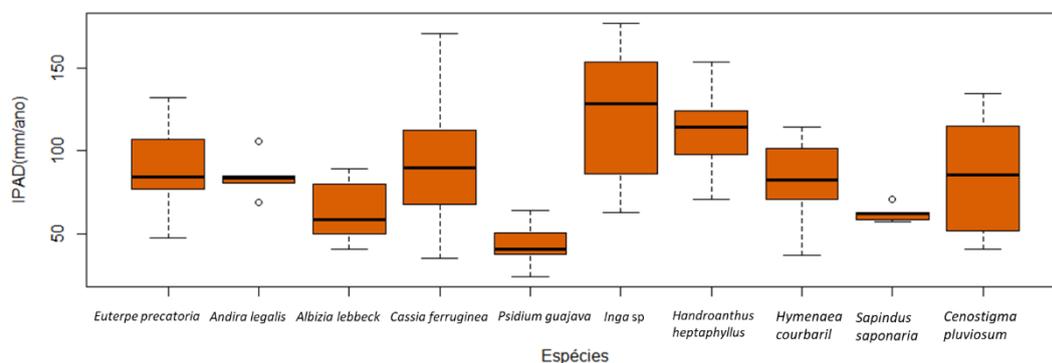


Figura 2. Variação do *box plot* para o incremento periódico anual em diâmetro – IPAD das espécies da Mata Atlântica em uma restauração ecológica até os três anos de implantação. Nota: Círculo - Outliers: valores extremos; Parte inferior a linha sólida na caixa laranja - 1º quartil 25%; Linha preta sólida no meio da caixa laranja - 2º quartil 50%; Parte superior a linha sólida na caixa laranja - 3º quartil 75%; Linha tracejada em cima da caixa laranja - Limite superior: maior valor do conjunto de dados; Linha tracejada em baixo da caixa laranja - limite inferior: menor valor do conjunto de dados.

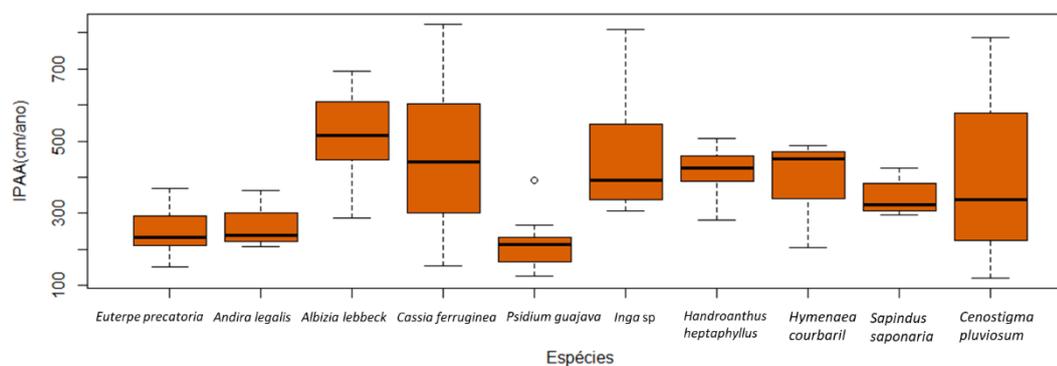


Figura 3. Variação do *box plot* para o incremento periódico anual em altura – IPAA das espécies da Mata Atlântica em uma restauração ecológica até os três anos de implantação. Nota: Círculo - Outliers: valores extremos; Parte inferior a linha sólida na caixa laranja - 1º quartil 25%; Linha preta sólida no meio da caixa laranja - 2º quartil 50%; Parte superior a linha sólida na caixa laranja - 3º quartil 75%; Linha tracejada em cima da caixa laranja - Limite superior: maior valor do conjunto de dados; Linha tracejada em baixo da caixa laranja - limite inferior: menor valor do conjunto de dados.

Houve diferença no comportamento das espécies para os indicadores do IPAD ($p < 0,05$) e IPAA ($p < 0,05$). As espécies do grupo de preenchimento apresentaram maiores valores médios em IPAD (Figura 4) e IPAA (Figura 5) em relação ao grupo de diversidade.

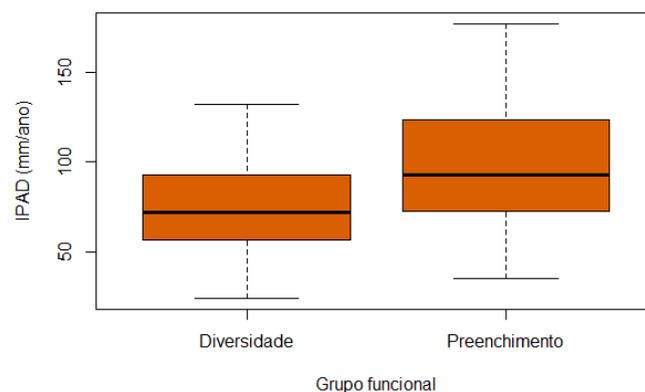


Figura 4. Variação do *box plot* para o incremento periódico anual em diâmetro – IPAD do grupo funcional de espécies da Mata Atlântica em uma restauração ecológica até os três anos de implantação. Nota: Parte inferior a linha sólida na caixa laranja - 1º quartil 25%; Linha preta sólida no meio da caixa laranja - 2º quartil 50%; Parte superior a linha sólida na caixa laranja - 3º quartil 75%; Linha tracejada em cima da caixa laranja - Limite superior: maior valor do conjunto de dados; Linha tracejada em baixo da caixa laranja - limite inferior: menor valor do conjunto de dados.

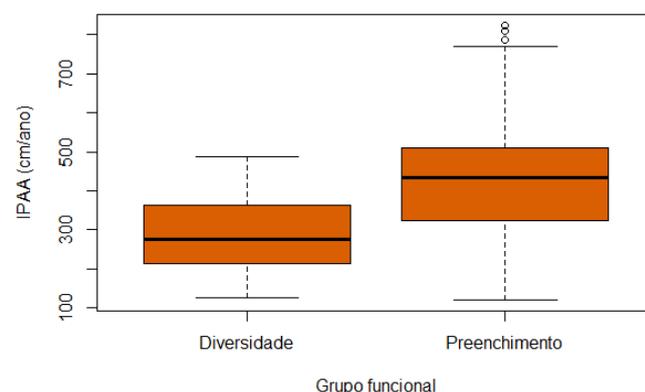


Figura 5. Variação do *box plot* para o incremento periódico anual em altura – IPAA do grupo funcional de espécies da Mata Atlântica em uma restauração ecológica até os três anos de implantação. Nota: Outliers: valores extremos; 1º quartil 25%; 2º quartil 50%; 3º quartil 75%; Limite superior: maior valor do conjunto de dados; Limite inferior: menor valor do conjunto de dados. Círculo - Outliers: valores extremos; Parte inferior a linha sólida na caixa laranja - 1º quartil 25%; Linha preta sólida no meio da caixa laranja - 2º quartil 50%; Parte superior a linha sólida na caixa laranja - 3º quartil 75%; Linha tracejada em cima da caixa laranja - Limite superior: maior valor do conjunto de dados; Linha tracejada em baixo da caixa laranja - limite inferior: menor valor do conjunto de dados.

DISCUSSÃO

A média obtida de 27% de mortalidade no plantio ficou acima do valor esperado de 10% tido como valor de referência, conforme o Pacto pela Restauração da Mata

Atlântica (Rodrigues et al., 2009). Valor similar de mortalidade em plantios na Mata Atlântica foi encontrado no trabalho de Costa (2017) com 27,41%. Esse valor acima da referência pode ser justificado por fatores de adaptação das espécies ao ambiente, suscetibilidade em relação aos fatores climáticos e a presença das espécies exóticas que possivelmente provocaram uma competição por recursos. É importante destacar que a área era uma pastagem abandonada, com indivíduos espaçados de *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir., o que para a região representa uma paisagem de Mata Atlântica degradada.

Quando comparada às taxas de mortalidade entre os grupos funcionais, o grupo de preenchimento apresentou mortalidade geral de 18,69%, enquanto o segundo grupo 33,39%. Esse resultado para o grupo de preenchimento pode estar relacionado com a competição por recursos, já que possuem aptidão para se desenvolverem em áreas com elevada disponibilidade de radiação luminosa (Marcuzzo et al., 2014; Pereira et al., 2012). No grupo de diversidade, a possível falta de sombreamento no solo pode não ter criado condições microclimáticas necessárias para o seu estabelecimento (Pereira et al., 2012).

Foi observado alta mortalidade para a *C. vernalis*, ela exibiu elevada mortalidade também nos trabalhos de Marcuzzo et al. (2014) e Silva (2019). Marcuzzo et al. (2014) sugere que a espécie seja introduzida em uma fase posterior quando houver um maior sombreamento do solo, criando um microclima ideal para seu desenvolvimento. De acordo com Silva (2017), a mortalidade alta foi decorrente do plantio em pleno sol em uma área sem nenhum nível de sombreamento, tal como as condições encontradas na área de estudo.

O crescimento das plantas pode refletir a capacidade de adaptação das espécies às condições de radiação do ambiente em que estão se desenvolvendo

(Almeida et al., 2005). As espécies do grupo de diversidade apresentaram menor desempenho no IPAA e IPAD em relação ao grupo de preenchimento (Figura 4, 5). Esses resultados correspondem às diferenças ecofisiológicas das espécies que compõe os diferentes grupos funcionais e a decorrência das condições de alta luminosidade em que esses dois grupos cresceram (Marcuzzo et al. 2014).

Apesar do menor desempenho das espécies de diversidade, elas reúnem comportamentos sucessionais distintos garantindo o processo de sucessão florestal na área (Gandolfi et al., 2009).

As espécies do grupo de preenchimento apresentam um elevado potencial para o sucesso da restauração, devido a sua capacidade de superar a mato-competição com sombreamento do solo, além de sua matéria seca compor a serapilheira aumentando a umidade do solo e disponibilizando nutrientes (Capellesso et al., 2015; Costa, 2017).

O sucesso na adaptação de uma espécie a ambientes com baixa ou alta radiação está associado a eficiência na distribuição dos fotoassimilados para diferentes partes da planta e na rapidez em ajustar variáveis morfofisiológicas para potencializar a aquisição dos recursos primários (Almeida et al., 2005). O *Inga* sp. e *H. heptaphyllus* apresentaram maiores médias de IPAA e IPAD, este resultado pode estar relacionado às características de exigência de alta radiação para o estabelecimento e crescimento dos indivíduos.

As espécies exibiram diferentes comportamentos em campo e o seu estabelecimento e velocidade de crescimento não depende apenas de suas características e exigências específicas, mas também das interações entre características do solo da área de plantio, clima e a tolerância à competição (Santos, 2020; Servin, 2007; Marcuzzo et al. 2014). Assim, sugere-se uma reclassificação das

espécies para os grupos funcionais, com base nas médias do incremento apresentada na tabela 3, o grupo de diversidade incluindo *A. lebbeck*, *P. guajava*, *S. saponária*. Já *C. ferrugínea*, *C. pluviosum*, *E. precatória*, *H. heptaphyllus*, *H. courbaril*, *Inga* sp. e *S. terebinthifolia* como espécies potenciais de preenchimento.

A figura 2 e 3 mostra as variações no IPAA e IPAD das diferentes espécies, a *C. ferrugínea* apresentou maiores variações nas respostas adaptativas às condições ambientais, uma vez que todos os indivíduos sobreviveram no plantio.

A *S. terebinthifolia* demonstrou ser uma espécie satisfatória para ações de restauração ecológica, mesmo com sua implantação posterior as demais. Seus frutos são atrativos para avifauna facilitando a dispersão da espécie (Lorenzi, 2008). Autores como Marcuzzo et al., (2014); Silva et al., (2016); Trentin et al., (2018), também encontraram bom desempenho de adaptabilidade e crescimento da espécie na restauração.

Segundo Carneiro (1995), as plantas com maior diâmetro têm uma sobrevivência maior, principalmente pela maior capacidade de formação e de crescimento de novas raízes. O que não ocorreu no plantio, o *Inga*. sp e *H. heptaphyllus* foram as espécies com maior IPAD e obtiveram uma mortalidade geral de 30,77% e 5,56%, respectivamente. Já o *S. saponaria* e *A. legalis* com valor abaixo da média geral 87,11 mm/ano do IPAD, apresentaram sobrevivência de 100% dos indivíduos.

Apesar do IPAA e IPAD de *P. guajava* tenha sido inferior em relação às demais (Tabela 5), ela é considerada uma espécie com funcionalidade importante para restauração ecológica. Sua síndrome de polinização e dispersão atrai a fauna e contribui para o ingresso de outras espécies no sistema (Gressler et al., 2006; Boti, 2001).

CONCLUSÃO

As espécies dos diferentes grupos funcionais utilizadas na restauração ecológica diferem estatisticamente no incremento periódico anual em diâmetro e altura. Com o valor de mortalidade acima do esperado 10% no plantio, percebe-se a importância do monitoramento para avaliar a efetividade das ações aplicadas e realizar correções se for necessário para minimizar as perdas. O *Inga* sp. e *Handroanthus heptaphyllus* demonstraram ser ótimas espécies de preenchimento, sendo necessária atenção aos primeiros meses após plantio. Apesar das espécies de preenchimento apresentarem maiores valores de incremento, as espécies do grupo de diversidade são fundamentais garantir a continuidade da área plantada, sendo importante considerar em planos de restauração, realizar sua implantação em um tempo posterior com um certo nível de sombreamento do solo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, S. M. Z., Soares, A. M., Castro, E. M. D., Vieira, C. V., Gajego, E. B. (2005). Alterações morfológicas e alocação de biomassa em plantas jovens de espécies florestais sob diferentes condições de sombreamento. *Ciência rural*, v. 35, p. 62-68.
- Boti, J. B. (2001). *Polinização entomófila da goiabeira (Psidium guajava L., Myrtaceae): influência da distância de fragmentos florestais em Santa Teresa, Espírito Santo* (Dissertação de mestrado), Universidade Federal de Viçosa, MG.
- Brançalion, P. H. S., Isernhagen, I., Gandolfi, S., Rodrigues, R.R. (2009). Plantio de árvores nativas brasileiras fundamentada na sucessão florestal. In: Rodrigues, R. R., Brançalion, P. H. S., Isernhagen, I. *Pacto pela restauração da mata atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal*. São Paulo: LERF / ESALQ.
- Brançalion, P. H. S., Viani, R. A. G., Rodrigues, R. R., Gandolfi, S. (2013). Avaliação e monitoramento de áreas em processo de restauração. In: Martins, S. V. *Restauração ecológica de ecossistemas degradados*. Viçosa, MG: Editora UFV.
- BRUNO, H. B. (2018). *Aspectos funcionais do conteúdo de lignina foliar em árvores da Mata Atlântica-SP*. Dissertação de mestrado. Instituto de Botânica, SP.
- Capellesso, E.S., Santolin S.F., Zanin E. M. (2015). Banco e chuva de sementes em área de transição florestal no Sul do Brasil. *Revista Árvore*, v. 39, n. 5, p. 821-829.
- Carneiro, J.G.A. (1995). *Produção e controle de qualidade de mudas florestais*. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, p. 451.
- Chagas, R. K., Durigan, G., Contieri, W. A., Saito, M. (2004). Crescimento diametral de espécies arbóreas em Floresta Estacional Semidecidual ao longo de seis anos. In: Vilas Boas, O. & Durigan, G. *Pesquisas em conservação e recuperação ambiental no Oeste Paulista: resultados da cooperação Brasil/Japão*. São Paulo: Páginas e Letras, p. 265-290.
- Climate-data.org. *Clima Cruz Das Almas, Brasil*. (2021). Recuperado de <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/bahia/cruz-das-almas-43358/>
- Conceição, P. R. M., Da Cruz, G. S., Alexandrino, R. V., Caiafa, A. N. (2021). O V.A.N.T. na restauração ecológica substitui o pesquisador em campo? In: Cazetta, M. L. et al (Org.). *Bacharelado em biologia: produções científicas. Cruz das Almas, Bahia*: Editora UFRB, p. 318.
- Costa, V. A. (2017). *Manejo de plantas invasoras na restauração em área de Mata Atlântica pós fogo*. (Dissertação de mestrado). Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, MG.

Dale, V. H., Beyeler, S. C. (2001). Challenges in the development and use of ecological indicators. *Ecological indicators*, v. 1, n. 1, p. 3-10.

Durigan, G. (2011). O uso de indicadores para monitoramento de áreas em recuperação. *Cadernos da Mata Ciliar*, v. 4, p. 11-13.

Gandolfi, S., Belloto, A., Rodrigues, R. R. (2009). Inserção do conceito de grupos funcionais na restauração, baseada no conhecimento da biologia das espécies. In: Rodrigues, R. R., Brancalion, P. H. S., Isernhagen, I. *Pacto pela restauração da mata atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal*. São Paulo: LERF / ESALQ.

Gann, G. D., McDonald, T., Walder, B., Aronson, J., Nelson, C. R., Jonson, J., Hallett, J. G., Eisenberg C., Guariguata, M. R., Liu, J., Hua, F., Echeverría, C., Gonzales, E., Shaw, N., Decler, K., Dixon, K. W. (2019). International principles and standards for the practice of ecological restoration. Second edition. *Restoration Ecology*.

Gressler, E., Pizo, M. A., Morellato, L., Patrícia C. (2006). Polinização e dispersão de sementes em Myrtaceae do Brasil. *Brazilian Journal of Botany*, v. 29, p. 509-530.

Gurevitch, J.; Scheiner, S. M.; Fox, Gordon A. (2009). Perturbação e Sucessão. In: Gurevitch, J.; Scheiner, S. M.; Fox, Gordon A. *Ecologia vegetal*. [The ecology of plants, 2nd ed. (inglês)]. Revisão técnica de Fernando Gertum Becker et al. 2 ed. Porto Alegre: Artmed, p. 283-305.

Hobbs, R. J., Hallett, L. M., Ehrlich, P. R., Mooney, H. A. (2011). Intervention ecology: applying ecological science in the twenty-first century. *BioScience*, v. 61, n. 6, p. 442-450.

Holl, K. D., Brancalion, P. H. S. (2020). Plantio de Árvores não é uma solução simples. *Science*, v. 368, n. 6491, p. 580-581.

IBGE. (2012). *Manual Técnico da Vegetação Brasileira: Sistema fitogeográfico Inventário das formações florestais e campestres Técnicas e manejo de coleções botânicas Procedimentos para mapeamentos*. Rio de Janeiro: Série Manuais Técnicos em Geociências, p. 271.

Lorenzi, H. (2008). Árvores brasileiras: manual de identificação de cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa, SP: editora Plantarum, 5^o ed., v. 1, p. 8.

Lorenzi, H. (2009). Árvores brasileiras: manual de identificação de cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa, SP: editora Plantarum, 1^o ed., v. 1, p. 8.

Marcuzzo, S. B., Araújo, M. M., Gasparin, E. (2014). Plantio de espécies nativas para restauração de áreas em unidades de conservação: um estudo de caso no sul do Brasil. *Floresta*, v. 45, n. 1, p. 129-140.

Nações Unidas no Brasil. (2022). *Década da ONU da Restauração de Ecossistemas. Brasília*. Recuperado de <https://brasil.un.org/pt-br/130341-comeca-decada-da-onu-da-restauracao-de-ecossistemas>.

Oliveira, R. E., Engel, V. L. (2017). A restauração florestal na Mata Atlântica: três décadas em revisão. *Revista Ciência, Tecnologia & Ambiente*, v. 5, n. 1, p. 40-48.

Oliveira, R. E., Engel, V. L., Loiola, P. P., Moraes, L. F. D., Vismara, E. S. (2021). Top 10 indicators for evaluating restoration trajectories in the Brazilian Atlantic Forest. *Ecological Indicators*, 127. (DOI <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.107652>).

Pereira, J. S., De Abreu, C. F. N. R., Junior, R. A. P., Rodrigues, S. C. (2012). Avaliação do índice de sobrevivência e crescimento de espécies arbóreas utilizadas na recuperação de área degradada. *Revista Geonorte*, v. 3, n. 4, p. 138-148.

Piaia, B. B., Rovedder, A. P. M., Procknow, D., Camargo, B. (2021). Avaliação de indicadores ecológicos na restauração por plantio em núcleo com diferentes idades. *Ciência Florestal*, v. 31, p. 1512-1534.

R CORE TEAM. R. (2021). *A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Recuperado de <https://www.R-project.org/>.

Rodrigues, C. A. G., Ronquim, C. C., Miranda, E. E., Franzin, J. P., Grego, C. R. (2008). Formação do Bosque do Quilombo da Embrapa Monitoramento por Satélite. *Embrapa Territorial-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)*.

Rodrigues, M. D. G. F., Nacif, P. G. S., Costa, O. V., Olszewski, N. (2009). Solos e suas relações com as paisagens naturais no município de Cruz das Almas-BA. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, v. 9, n. 2, p. 193-205.

Rodrigues, R. R., Lima, R. A., Gandolfi, S., Nave, A. G. (2009). On the restoration of high diversity forests: 30 years of experience in the Brazilian Atlantic Forest. *Biological conservation*, v. 142, n. 6, p. 1242-1251.

Salomão, R. P., Brienza Júnior, S., Rosa, N. A. (2014). Dinâmica de reflorestamento em áreas de restauração após mineração em unidade de conservação na Amazônia. *Revista Árvore*, v. 38, p. 1-24.

Sanquetta, C. R., Ubialli, J. A., Azevedo, C. P., Rossi, L. M. B., Dalla Corte, A. P. (2011). Modelagem para prognose precoce do número de árvores e área basal por classe diamétrica para *Tectona grandis*. *Naturalia*, v. 34.

Santos, G. C. (2020). *Restauração florestal em área de pastagem no domínio da Mata Atlântica*. Dissertação de mestrado. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha

e Mucuri, MG.

Servin, C. M. I. (2007). *Caracterização ecofisiológica de espécies nativas da Mata Atlântica sob dois níveis de estresse induzidos pelo manejo florestal em área de restauração florestal no Estado de São Paulo*. Tese de doutorado. Universidade de São Paulo, SP.

Silva, J. G. M., Vilela, L. O., Silva, J. M. S. (2022). Espécies frutíferas nativas do bioma Mata Atlântica: Panorama dos estudos sobre a temática no período de 2014-2021. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 3, p. 18.

Silva, M. P. K. L. D. (2017). *Monitoramento de estratégias de nucleação para restauração ecológica no bioma Mata Atlântica, sul do Brasil*. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Santa Maria, RS.

Silva, M. P. K. L., Rovedder, A. P. M., Hummel, R. B., Piaia, B. B., Toso, L. D., Felker, R. M., Peccatti, A., Matiello, J. (2019). Desenvolvimento inicial e fenologia em núcleos de restauração no bioma Mata Atlântica, Sul do Brasil. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v. 14, n. 1, p. 1-7.

Society for Ecological Restoration – SER International, Grupo de Trabalho sobre Ciência e Política. (2004). Princípios da SER International sobre a restauração ecológica. SER y Tucson: *Society for Ecological Restoration International*.

Trentin, B. E., Estevan, D. A., Rossetto, E. F. S., Gorenstein, M. R., Brizola, G. P., Bechara, F. C. (2018). Restauração florestal na Mata Atlântica: passiva, nucleação e plantio de alta diversidade. *Ciência Florestal*, v. 28, p. 160-174.

Viani, R. A. G., Ornelas, A. C. S., De Almeida, C., Hörle, D. (2022). A Década Global da Restauração de Ecossistemas: Por que podemos nos dar bem com ela?. *Guia Universitário de Informações Ambientais*, v. 3, n. 1, p. 31-33.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A restauração ecológica é um passo fundamental para recuperar um ecossistema restabelecendo seus atributos estruturais e funcionais. O sucesso de uma restauração vai muito além de ações de plantio, é fundamental a execução de monitoramentos regulares para acompanhar a trajetória ao longo do tempo e auxiliar nas atividades manutenção ao longo do tempo, garantindo a resiliência das espécies florestais.

Para compreender se a área em restauração está se desenvolvendo no caminho proposto, utiliza-se indicadores como parâmetros de avaliação. Os indicadores de mortalidade e incremento periódico anual em altura e diâmetro, demonstraram essenciais no processo inicial de estabelecimento da restauração. Visto que fornecem informações práticas e eficientes sobre a adaptabilidade da escolha as espécies no local.

Urge em nosso País que as políticas públicas de restauração como o Política Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa - PRONAGEV e Plano Nacional de Vegetação Nativa - PLANAVEG sejam retomadas depois do desmonte promovido pelo governo Bolsonaro (2019-2022). E mundo afora, esta é uma prática que vem sendo impulsionada, não só pelo avanço das ações antrópicas, mas também pelo incentivo de movimentos como a Década da Restauração de Ecossistemas promovida pela Organização das Nações Unidas. Popularizar a restauração, propagandear seus resultados positivos, como o potencial para reverter as mudanças climáticas globais, é algo de extrema necessidade. Pois antes de restauração ecossistemas, necessitamos de restaurar corações e mentes.

ANEXO

Normas para submissão para a revista *Scientia Forestalis*

Forma de apresentação.

1. Serão aceitos textos apenas em formatos compatíveis ao Microsoft Word
2. O manuscrito deve conter no máximo 30 páginas numeradas, incluindo figuras, tabelas, quadros e anexos, escritas em espaço duplo entre linhas, fonte Arial tamanho 12, margem de 2,5cm de cada lado e em papel tamanho ISO A4 (212x297mm);
3. Abreviações devem ser usadas em apenas uma forma. Uma vez que uma abreviação é usada no texto, ela deve seguir o mesmo padrão para todo o manuscrito e também nas figuras e tabelas;
4. As figuras e tabelas devem ser apresentadas apenas após as referências com o título e legendas no idioma do manuscrito. A localização aproximada desses elementos deve ser indicada no texto com uma chamada entre dois parágrafos. Exemplo: Entra a Figura 2; Entra a Tabela 4;
5. As fotos devem ser enviadas em formato JPEG com, no mínimo 300 dpi de resolução e no máximo 20 cm de largura;
6. Os gráficos devem ser enviados no formato de imagem (jpeg, png, gif) e devem estar citados no texto como "Figura", conforme comentado no item anterior;
7. As tabelas devem estar em formato editável (digitadas). Não serão aceitas em formato de imagem;
8. A primeira página deve conter: título em português e inglês;
9. As referências bibliográficas e citações devem estar de acordo com as normas adotadas pela APA (*American Psychological Association*). A lista de referências deve ser apresentada ao final do texto em ordem alfabética e apenas com as referências citadas no artigo;
10. Não são aceitas notas de rodapé;

Sequência de apresentação:

1. Título em português e inglês;
2. Resumo em português e inglês. O resumo deve conter no máximo 400 palavras apresentando os objetivos, a metodologia, os resultados e as conclusões;
3. Palavras-chave em português e inglês;
4. Introdução, incluindo a revisão de literatura;
5. Material e métodos;
6. Resultados;
7. Discussão;
8. Conclusão;
9. Referências bibliográficas

Artigos

Deverão ser submetidos artigos científicos originais e inéditos e que estejam inseridos ao escopo da revista *Scientia Forestalis*