



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
CURSO DE BACHARELADO EM BIOLOGIA

**Monitoramento de Diferentes Ações de Restauração Ecológica na Bacia do Rio Oricó,
Baixo Sul da Bahia**

PEDRO REGE MOURA DA CONCEIÇÃO

Cruz das Almas – BA

Maio de 2021

PEDRO REGE MOURA DA CONCEIÇÃO

**Monitoramento de Diferentes Ações de Restauração Ecológica na Bacia do Rio Oricó,
Baixo Sul da Bahia**

**Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao Colegiado do
Curso de bacharelado em
Biologia da Universidade
Federal do Recôncavo da Bahia
– UFRB como requisito parcial
para obtenção do grau de
Bacharel em Biologia sob a
orientação da Prof.^a Dr.^a
Alessandra Nasser Caiafa.**

Cruz das Almas – BA

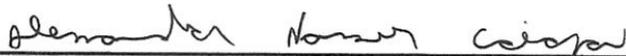
Maio de 2021

TERMO DE APROVAÇÃO DO TRABALHO DE
CONCLUSÃO DE CURSO

Pedro Rege Moura da Conceição

“Monitoramento de Diferentes Ações de Restauração Ecológica
na Bacia do Rio Oricó, Baixo Sul da Bahia”

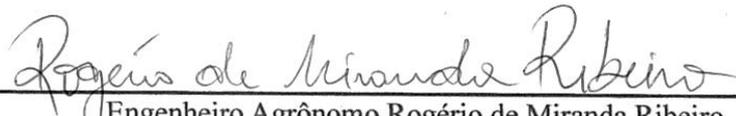
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dra. Alessandra Nasser Caiafa

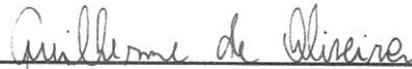
orientadora

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB)



Engenheiro Agrônomo Rogério de Miranda Ribeiro

Organização para Conservação de Terras (OCT)



Prof. Dr. Guilherme de Oliveira

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB)

CRUZ DAS ALMAS

Mai-2021

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a minha base familiar, principalmente meus pais *Maria Lúcia e Gilson* pelo apoio e incentivo aos estudos, às minhas irmãs *Gilsa, Gabriela e Jamila* pela cumplicidade e amparo.

A todos os meus amigos, agradeço pelos que permaneceram e pelos que surgiram durante essa jornada, pela companhia, conselhos, risadas, tristezas, enfim a todos que de alguma forma contribuíram a me impulsionar a trilhar nessa jornada, que por sinal foi um tanto quanto árdua, sem vocês trilhar esse caminho teria sido mais difícil. Aos meus queridos e queridas um muito OBRIGADOOO!! *Samela, Bruna, Dayala, Eduarda, Alana, Joadson, Robert, Lucas's, Lanna, Bia, Gabriel e Neto.*

Agradeço a minha orientadora Prof^a **Alessandra Caiafa**, pela oportunidade de aprendizagem em seu âmbito, sua orientação me proporcionou vivências e experiência incríveis, que foram essenciais para minha formação. OBRIGADO!!!

Ao LEVRE, fazer parte dessa equipe me proporcionou ensinamentos essenciais para minha construção dentro da academia, principalmente a eles **Neia, Joaquim, Livia, Camila, Grazi, Iara e Iuri.**

A toda as equipes de campo que estiveram presente para realização desse e de muitos outros trabalhos.

A UFRB e aos funcionários da mesma, pelo carinho, atenção, dedicação e acolhimento.

A todos os órgãos de incentivo a pesquisa, principalmente ao CNPq/PIBIC pela bolsa concedida.

A Organização de Conservação da Terra – OCT na figura do Srs. Joaquim Cardoso e Rogério Ribeiro pelo apoio financeiro e logístico para essa pesquisa.

Esse trabalho foi o resultado da contribuição de todos vocês, um muito **OBRIGADO!!!!**

Resumo

A Mata Atlântica é considerada o bioma mais fragmentado do Brasil, desde o descobrimento do Brasil essa região sofre grandes pressões antrópicas, acarretando em uma grande perda da cobertura florestal, restando cerca de 12% dos seus remanescentes originais. Essa floresta é considerada de grande importância para o Brasil, por apresentar um alto valor econômico, ambiental e de bem estar pessoal. Sendo assim, medidas urgentes de intervenções para a recuperação desse bioma se torna cada vez mais necessárias. A restauração ecológica surge como uma prática para minimizar os efeitos da fragmentação, como também reestabelecer as funções ecológica e a estrutura do ecossistema. A partir das técnicas de restauração que se pode recuperar esses ambientes. Dentre as mais utilizadas estão: a nucleação, a condução da regeneração natural e a restauração passiva. É a partir do monitoramento que é realizado avaliações das áreas perante as técnicas utilizadas, sendo capaz de corrigir possíveis erros na trajetória ecológica. Esse estudo teve como objetivo avaliar diferentes técnicas de restauração ecológica como a nucleação, via núcleo de árvores, a condução da regeneração natural e a restauração passiva (abandono), por meio de parâmetros de monitoramento estruturais e funcionais. Para isso foi realizada uma análise das paisagens, a partir de um *buffer* de 2km de raio no centro de cada conjunto de nascente. Para análise dos dados foi realizado cálculos de cobertura do solo envolvendo (cobertura de braquiária, de copas e serapilheira). Uma ANOVA bifatorial foi utilizada para a comparar as variáveis, tanto de estrutura, quanto funcionais, utilizando como categorias a técnica utilizada para restauração em relação ao tempo decorrido desde a implementação da técnica. Os resultados encontrados constataam que a paisagem não difere entre as áreas restauradas. Ocorreu diminuição de braquiária em todos os tratamentos. Houve um aumento da riqueza, serapilheira, cobertura de copas, riqueza e densidade de espécies arbóreas, com destaque para a restauração passiva. De acordo com os resultados as áreas em que foram implementadas as técnicas que exigem manutenção foram afetadas negativamente, no entanto restauração passiva se mostrou melhor em relação a progressão da regeneração natural.

Palavras-chave: Indicadores de monitoramento; restauração passiva; Regeneração natural.

Abstract

The Atlantic Forest is considered the most fragmented biome in Brazil, since the discovery of Brazil, this region has suffered great anthropic pressures, resulting in a great loss of forest cover, with approximately 12% of its original remnants remaining. This forest is considered to be of great importance to Brazil, as it has an economic, environmental and personal well-being value. Therefore, urgent intervention measures for the recovery of this biome are increasingly necessary. Ecological restoration emerges as a practice to minimize the effects of fragmentation, as well as to reestablish the ecological functions and structure of the ecosystem. Using restoration techniques to recover these environments. It is from the monitoring that evaluations of the areas are carried out in the light of the techniques used, being able to correct possible errors in the ecological trajectory. Among the most used are: nucleation, conducting natural regeneration and passive restoration. This study aimed to evaluate different ecological restoration techniques such as nucleation via tree cores, the conduction of natural regeneration and passive restoration (abandonment), through structural and functional monitoring parameters. For this, an analysis of the landscapes was carried out, from a 2km radius buffer in the center of each set of springs. For data analysis, calculations of land cover were performed (coverage of brachiaria, crowns and litter). A two-way ANOVA was used to compare the variables, both structural and functional, using the technique used for restoration as categories in relation to the time elapsed since the implementation of the technique. The results found show that the landscape does not differ between the restored areas. There was a decrease in brachiaria in all treatments. There was an increase in richness, litter, canopy cover, richness and density of tree species, with emphasis on passive restoration. According to the results, the areas in which the techniques that require maintenance were implemented were negatively affected, however, passive restoration was better in relation to the progression of natural regeneration.

Keywords: Monitoring indicators; passive restoration; Natural regenerati

Lista de Figuras

Figura 1: Mapa da Mata Atlântica e suas fitofisionomias.....	16
Figura 2: Mapa dos remanescentes florestais existente no ano de 2017.....	18
Figura 3: Mapa de Localização das nascentes, na Bacia do Rio Oricó, Município de Ibirapitanga, Bahia.....	30
Figura 4: Vista ampla das nascentes de estudo.....	32
Figura 5: Cercamento em uma das áreas de estudo, nomeada nascente 8, para isolamento do fator de perturbação.....	33
Figura 6: Exemplificação da aplicação da técnica de nucleação plantio de árvores em sistema de grupos adensados de Anderson.....	34
Figura 7: Realização do coroamento em uma plântula após aplicação da condução da regeneração natural, para diminuir a mato-competição.....	35
Figura 8: Esquema das áreas a serem restauradas (técnica de nucleação). extremidade.....	37
Figura 9: Representação da coleta de dados por meio do método intersecção de linhas.....	38

Sumário

1- INTRODUÇÃO GERAL	11
1.1 - Referências Bibliográficas.....	14
2 - REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1- A Mata Atlântica Ontem e Hoje.....	16
2.2 - A Restauração Ecológica e seu Potencial Mitigador dos Impactos das Ações Humanas	20
2.3 - A Importância do Monitoramento das Ações de Restauração	23
2.4 - Referências Bibliográficas.....	24
3 - Metodologia Geral	29
3.1 - Área de Estudo	29
3.2 - Ações de Restauração.....	31
3.3 - Cercamento das áreas de estudo.....	32
3.4 - Instalação das técnicas de restauração	33
3.4.1 - Nucleação.....	33
3.4.2 - Condução da Regeneração Natural.....	35
3.4.3 - Restauração passiva (abandono).....	36
3.5 - Análise da Paisagem ao Redor das Nascentes	36
3.5.1 - Estabelecimento do Buffer.....	36
3.5.2 - Classificação de imagens de Satélite.....	36
5 - Coletas de Dados	37
5.1 - Análise dos dados.....	38
5.2 - Indicador de cobertura do solo	38
5.3 - Densidade de Indivíduos nativos regenerantes	39
5.4 - Riqueza de morfoespécies arbóreas	39
6 - Referências Bibliográficas.....	40
Artigo a ser submetido à revista SCIENTIA FORESTALIS, suas normas se encontram em (anexo)	48

Referências Bibliográficas.....	65
Considerações Finais.....	78
Anexo.....	79
Normas da Revista - (scientia forestalis).....	79

Preâmbulo

O presente trabalho de pesquisa surgiu da parceria do Laboratório de Ecologia Vegetal e Restauração Ecológica – LEVRE/UFRB, coordenado pela Prof^a DR^a Alessandra Nasser Caiafa, com a Organização de Conservação de Terra (OCT), registrado no Centro de Ciências Agrárias Ambientais e Biológicas – CCAAB, nº do processo 2300.010056/2018-45. Com o objetivo de desenvolver parte de um projeto maior: Monitoramento das Diferentes Ações de Restauração da OCT, Validando Metodologias em Diferentes Cenários.

Dito isso, o trabalho é estruturado em uma introdução geral, revisão bibliográfica abordando uma visão ampla dos assuntos que envolvem esse trabalho, uma metodologia geral explicando quais foram as formas de condutas adotadas nos plantios e pormenores de coleta de dados. Um artigo no formato da revista Scientia Forestalis, no qual trás os resultados e discussão sobre os resultados encontrados, e por fim considerações finais.

1- INTRODUÇÃO GERAL

A crise da perda da biodiversidade é considerada uma das três emergências mais importante que a sociedade vive no cenário contemporâneo, provocando grandes impactos sociais e econômicos em nível global (ARTAXO, 2020). O modo de uso e ocupação da terra leva a fragmentação de áreas naturais causando mudanças no ecossistema e na biodiversidade. (BAILLIE et al., 2004; PÜTZ, 2011). A fragmentação pode ser desencadeada por processos naturais, a partir de combinações ou não entre flutuações climáticas no passado, altitude e tipo de solo, esse processo é complexo e ocorre em uma escala de tempo geológico (CONSTANTINO et al., 2003). Além disso, essa fragmentação também pode ser gerada por ação antrópica, a qual ocorre em uma escala de tempo mais curto, causando maiores impactos ambientais. No Brasil, a fragmentação florestal está relacionada devido principalmente a exploração madeireira, desenvolvimento agrícola (LAURANCE, 2009), a urbanização desordenada e ao uso descontrolado dos recursos naturais (RIBEIRO et al, 2009).

As florestas tropicais são os ecossistemas que se encontram mais degradados e a Mata Atlântica sofre intensa fragmentação desde o período da colonização do Brasil. Esse bioma contém uma vasta diversidade de paisagens e riqueza em espécies e representando uma grande importância para o Brasil, concentra cerca de 70% do PIB nacional, possui sete das nove bacias hidrográficas e detém uma alta biodiversidade (SOS, 2020). Sendo assim medidas para mitigar a destruição dessa floresta são essenciais para recuperar os serviços ecossistêmicos e a permanência da biodiversidade (WWF-Brasil, 2017).

Neste cenário exposto acima, a restauração ecológica surge como uma forma de mitigar o processo de fragmentação florestal e recuperar áreas naturais, a fim de reestabelecer as funções ecológicas e a estrutura do ecossistema (SER, 2004). Tem-se no senso comum que as ações de restauração se resumem a plantios, o que hoje já foi desmistificado e é sabido que os processos de restauração, para serem bem sucedidos, necessitam de outros passos que são fundamentais para além da técnica utilizada que visa o processo de revegetação (WWF, 2017). Assim, para a realização de um projeto de restauração é necessário de um planejamento cuidadoso (SER, 2004). É de suma importância realizar um bom planejamento de restauração, pois cada área a ser restaurada possui suas particularidades e necessidades próprias, essas medidas aumentam as chances de sucesso da área em relação ao processo de restauração (RODRIGUES et al., 2009). O planejamento da restauração deve ser baseado a partir do diagnóstico da paisagem é a partir desse diagnóstico que se faz uma análise do potencial de regeneração natural da área, essas informações oferecem subsídios para a escolha da melhor

estratégia aplicada nas práticas de restauração ecológica (WWF, 2017). Essas ações envolvem, no momento inicial, o isolamento da área e a retirada dos fatores de perturbação. Essas ações iniciais possibilitam desencadear o processo de regeneração natural (AIDE et al., 2000; WADT, 2003; TRENTIN et al., 2018).

Convencionalmente, as primeiras medidas de restauração eram o plantio de árvores em uma determinada área. No entanto, essa estratégia baseada no simples plantio aleatório, gera um ambiente com pouca diversidade de espécies sem considerar as funções ecológicas das espécies plantadas (SOUZA, BATISTA, 2004). Com o passar do tempo, os métodos foram se aprimorando e gerando diversas técnicas de restauração que podem ser utilizadas de acordo com a necessidade de cada área. As técnicas variam em custos e formas diferentes de trabalho. A Secretaria do Meio Ambiente, (2011), aborda em seu manual sobre diversas técnicas, exemplo temos a nucleação, tem como estratégia criar pequenos núcleos dentro da área a ser restaurada com o objetivo de formar uma heterogeneidade ambiental, esses núcleos propicia a chegada de novas espécies, desde que apresente fragmentos ao seu redor. Essa técnica apresenta diversos sistemas de nucleação, sendo um deles o de poleiros artificiais que se baseia na criação de poleiros artificiais como forma de atrair animais dispersores, que por vezes acabam deixando sementes de diferentes espécies nesses locais. Outro sistema de nucleação é a transposição de solo, que tem como função transportar a camada superficial do solo de um fragmento vizinho que esteja em boas condições para uma área degradada, com a finalidade de recuperar o solo.

Outra técnica utilizada é a condução da regeneração natural. A função dessa técnica é proporcionar condições favoráveis para que a regeneração natural se desenvolva (MRE, 2016). Por fim, existe a técnica da restauração passiva (via abandono), sendo a técnica mais simples dentre as técnicas de restauração. Essa técnica tem como estratégia apenas o isolamento da área a ser restaurada e a partir disso, com o passar do tempo, é esperado que o processo de sucessão ecológica se desencadeie. A semeadura direta é um outro método de estratégia de restauração sendo mais indicada quando há pouca disponibilidade natural de sementes de espécies arbóreas. Essa técnica é vista como uma maneira de acelerar esse processo e adiciona sementes de espécies arbóreas nativas (COELHO, 2010).

A mesma importância dada a avaliação e diagnóstico da paisagem e as áreas a serem restauradas, também deve ser dada ao monitoramento da trajetória ecológica da ação de restauração. É de suma importância adotar medidas de monitoramento durante o processo de restauração. As medidas de monitoramento permitem assistir o andamento das práticas de

restauração, bem como possibilita intervir no comportamento das áreas degradadas perante as ações de restauração aplicadas, caso seja necessário (BRANCALION et al., 2012).

A avaliação e monitoramento das áreas em processo de recuperação são mensurados a partir de indicadores de resultados, demonstrados na iniciativa caminhos da semente (2020), coordenada pela Agroicone, em parceria com Instituto Socioambiental (ISA) e Embrapa, com apoio técnico e financeiro do programa Partnerships For Forests (P4F), sobre os indicadores de resultados na recomposição da vegetação nativa. Esta iniciativa informa que os monitoramentos possibilitam sinalizar sobre a evolução de um ecossistema até que seja considerado restaurado, independente da metodologia aplicada. A escolha dos indicadores ecológicos deve ser de fácil acesso. Além disso, a mensuração dos resultados deve ser simples e os procedimentos tecnológicos devem ter baixo custo.

Sendo assim, o presente trabalho fornece subsídios do ponto de vista da ecologia da restauração, para se unir aos aspectos econômicos e sociais na escolha de práticas de restauração mais acessíveis e eficientes. Muitas técnicas de restauração podem apresentar uma ideia de maior chance de sucesso, como, por exemplo, o plantio total. Porém requer um investimento maior, tanto em financeiro, quanto em maior atividade humana. Por vezes, essas ações, em paisagem mais rurais portando fragmentos nativos, não são necessárias. As técnicas que envolvem a regeneração natural são mais baratas e se mostram bastante efetivas, visto que a resiliência do ecossistema tem grande influência sobre a progressão da regeneração natural. O sucesso da restauração ecológica depende de diversos fatores, empregar a técnica mais cara, necessariamente, não garante o sucesso da restauração (CAVA et al., 2016).

Diante disso, o presente trabalho de conclusão de curso buscou avaliar diferentes técnicas de restauração ecológica como a nucleação via núcleo de árvores, condução da regeneração natural e restauração passiva (abandono) por meio de parâmetros de monitoramento estruturais e funcionais. Essa avaliação objetiva responder as seguintes perguntas: Nas paisagens das áreas em processo de restauração, dois anos, é o suficiente para termos alteração nos parâmetros estruturais da comunidade, especialmente a cobertura do solo? O tipo de técnica de restauração aqui adotadas, e seu manejo, pode influenciar a trajetória da sucessão ecológica, no que diz respeito aos indicadores estruturais e funcionais?

1.1 - Referências Bibliográficas

- AIDE, T. M., ZIMMERMAN, J. K., PASCARELLA, J. B., RIVERA, L., & MARCANO-VEGA, H. (2000). **Forest Regeneration in a Chronosequence of Tropical Abandoned Pastures: Implications for Restoration Ecology**. *Restoration Ecology*, 8(4), 328–338.
- ARTAXO. P. (2020). **As três emergências que nossa sociedade enfrenta: saúde, biodiversidade e mudanças climáticas**. *Estudos Avançados*. São Paulo. *Estud. av.* v.34 n. 100.
- BAILLIE, J. E.M. BAILLIE., TAYLOR-H, C., STUART. S. N. SIMON. (2004). **2004 IUCN Red List of threatened species: a global species assessment**. Disponível em: <https://portals.iucn.org/library/node/9830>.
- BRANCALION, P.H.S., VIANI, R. A. G., RODRIGUES, R. R., GANDOLFI, S. (2012). **Avaliação e monitoramento de áreas em processo de restauração. Restauração ecológica de ecossistemas degradados**. Editora UFV, Viçosa, pp. 262-293.
- CAVA, M. G. B., ISERNHAGEN, I., MENDONÇA, A. H., DURIGAN. (2016). **Comparação de técnicas para restauração da vegetação lenhosa de Cerrado em pastagens abandonadas**. *Hoehnes*. São Paulo. v.43 n.2.
- COELHO, G. C. **Restauração florestal em pequenas propriedades: desafios e oportunidades**. (2010) In: HÜLLER, A. (Org.). *Gestão Ambiental nos Municípios: Instrumentos e Experiências na Administração Pública*. Santo Ângelo: FURI. p. 195-215.
- CONSTANTINO, R., DE BRITTEZ, R. M., CERQUEIRA, R., ESPINDOLA, E. L. G., DE VIVEIROS, G. C. E, LOPES, A. T. L., NASCIMENTO, M. T., ROCHA, O., RODRIGUES, A. A. F., SCARIOT, A., SEVILHA, A. C., TIEPOLO, G. (2003). **Causas Naturais**. In: Rambaldi, D. M., de Oliveira. D. A. S. (orgs.). *Fragmentação de ecossistemas: Causas, efeitos sobre a biodiversidade recomendações de políticas públicas*. Brasília: MMA/SBF, 2003. p. 44.
- LIMA. R., BERTAGLIA, G., VIEIRA, D., ANTONIAZZI, L., MALTA, E., GLEHN VON, H. C., RESENDE, R., VIVEIROS, E., REGEUIRO, F. (2020). **Os indicadores de resultados na recomposição da vegetação nativa**. São Paulo. Agroicone.
- LAURANCE, W. F. (2009). *Conserving the hottest of the hotspots*. *Biological Conservation*, 142(6), 1137.
- MRE. *Manual de Restauração Ecológica*. (2016). **Técnicos e produtores rurais no extremo sul da Bahia**.

PÜTZ, S., GROENEVELD, J., ALVES, L. F., METZGER, J. P., & HUTH, A. (2011). **Fragmentation drives tropical forest fragments to early successional states: A modelling study for Brazilian Atlantic forests.** *Ecological Modelling*. 222(12), 1986–1997.

RIBEIRO, M. C., J. P. METZGER, A. C. MARTENSEN, F. J. PONZONI, AND M. M. HIROTA. (2009). **The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation.** *Biological Conservation*. 142:1141–1153.

RODRIGUES, R.R., LIMA, R. A. F., GANDOLFI, S., NACE, A.G. (2009). **On the restoration of high diversity forests: 30 years of experiences in the Brazilian Atlantic Forest.** *Biological Conservation*, v.142, n.6, p.1242-1251., 2009.

SER. Society for ecological restoration. (2004). **Fundamentos de Restauração Ecológica.** v.2.

2 - REVISÃO DE LITERATURA

2.1- A Mata Atlântica Ontem e Hoje

A Mata Atlântica é uma região fitoecológica predominantemente florestal que já foi considerada uma das maiores florestas tropicais das Américas (RIBEIRO et al., 2009). Esse bioma se distribui ao longo da costa litorânea do Brasil (figura 1). Existem condições climáticas e topográficas diferentes, incluindo planícies e regiões montanhosas costeiras com grandes índices de chuvas, até planaltos interiores com períodos “longos” de seca (maiores que 5 meses) (METZGER, 2009). Essa área ocupava uma área original de 1.326.480.02 km², cerca de 15% do território brasileiro, perpassando 17 estados (figura1), segundo a Lei nº 11.428 de 22 de dezembro de 2006 (MMA, 2015).

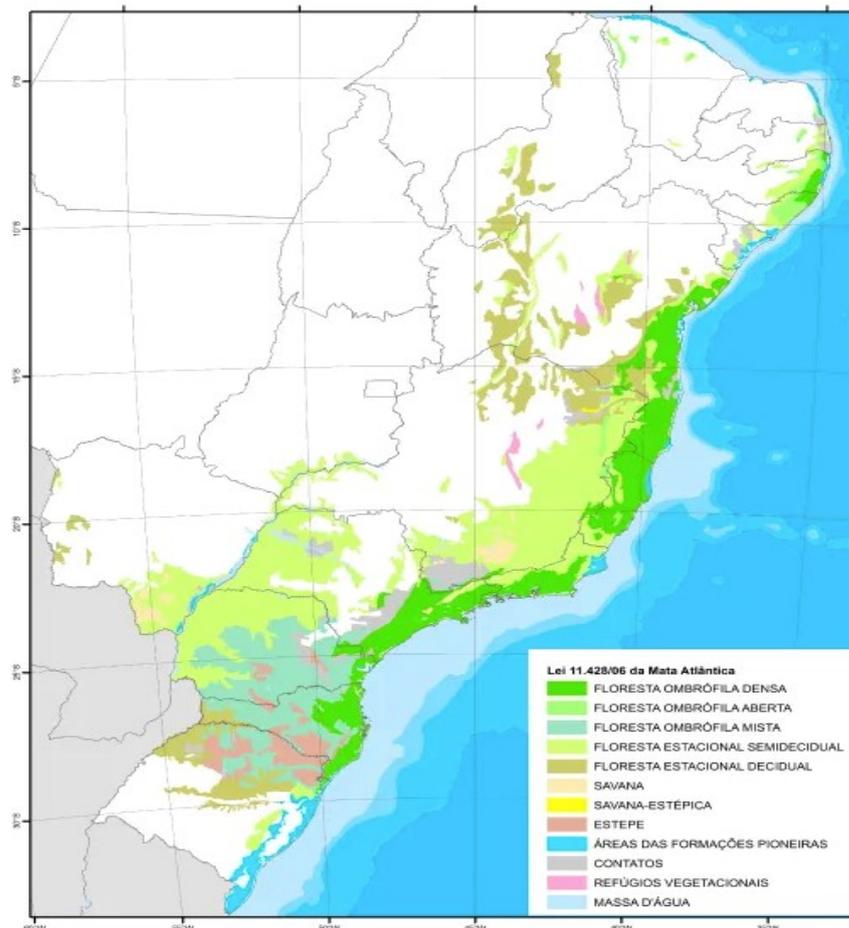


Figura 1: Mata Atlântica e suas fitofisionomias. Fonte: www.sosma.org.br/iniciativa/atlas-da-mata-atlantica.

Uma questão que merece ser discutida em relação as formações fitofisionômicas da Mata Atlântica é que essas regiões fitoecológicas não são exclusivas do Brasil, como aborda o Manual técnico da vegetação brasileira (IBGE, 2012). Esse manual descreve o contexto histórico da cobertura da terra e como ela foi classificada em sistemas e dividida em zonas e regiões, de acordo com o endemismo encontrado na vegetação. O planeta Terra é dividido em regiões fitogeográficas sendo caracterizada de acordo com a geologia, o clima, solo e a vegetação, sendo assim possível que as diversas fitofisionomias distribuídas pelo planeta possam ocorrer tanto no Brasil, como em outra região. Como apresentado pelo Manual, a florística da floresta ombrófila densa e ombrófila aberta, por exemplo, ocorre desde o Amapá perpassando países como o Suriname, Venezuela e República da Guiana, cada uma contendo semelhanças e diferenças específicas restrita àquela região fitoecológica.

A Mata Atlântica é composta por um conjunto de diferentes fitofisionomias, que configuram paisagens bastante heterogêneas, são elas: Floresta Ombrófila Densa; Floresta Ombrófila Mista; Floresta Ombrófila Aberta; Floresta Estacional Semidecidual e Floresta Estacional Decidual, além dos seus ecossistemas associados: restinga; manguezal, campos de altitude, brejos interioranos (MMA, 2020; MMA, 2015). Essa região comporta uma grande e diversificada fauna e flora. São encontradas mais de 20 mil espécies de plantas e mais de 2 mil espécies de animais, sendo caracterizada por possuir um alto grau de endemismo (MMA, 2015). Considerada um dos pontos de acesso mais prioritário da Terra, a Mata Atlântica é dita como um *hotspot* mundial, por possuir uma vasta riqueza em biodiversidade incluindo espécies endêmicas e ser uma região que sofre grandes pressões marcadas por intensos processos de devastação, colocando em risco a sobrevivência dessas espécies (MIITERMEIER et al., 2004)

Essa floresta é considerada de grande importância para o Brasil, por apresentar um alto valor econômico, ambiental e de bem estar pessoal. Fornece abastecimento de água; regulação e equilíbrio climático produção de alimentos, madeira, fibras, óleos e remédios, concentra cerca de 70% do PIB, e vivem mais de 72% da população brasileira. Além disso, na região do bioma está inserido três dos maiores centro urbanos do continente sul americano, esse bioma apresenta sete, das nove, bacias hidrográficas nacionais (SOS, 2019).

Devido sua ocupação o bioma passa por grande e intensa fragmentação de habitats, urbanização descontrolada e sobrecarga nos serviços ecossistêmicos (WWF, 2017). A perda de habitat é desencadeada a partir de efeitos decorrentes de perturbações da paisagem devido a ocupação do homem aos ambientes naturais, (MIGUEL, 2019). A perda de habitat e a

fragmentação são os principais responsáveis pela mudança no clima tropical e ameaça à biodiversidade levando a extinção de espécies (SALA et al., 2000).

A floresta atlântica é considerada o bioma mais fragmentado do Brasil, possuidor do maior histórico de devastação (SANTOS et al., 2018; ARAUJO et al., 2015). Esse processo começou desde o descobrimento e persiste até os dias atuais ocasionando numa perda de quase 90% de sua cobertura vegetal original, restando cerca de 12% de remanescentes florestais (SOS, 2021), e a diferentes ciclos econômicos (ALMEIDA, 2016), (figura 2), mapa dos remanescentes florestais naturais existentes no período de 2017.



Figura 2: Mapa dos remanescentes florestais existente no ano de 2017. Fonte: www.mapas.sosma.org.br/site_media/download/atlas.

Segundo estudos, o desmatamento ainda perdura e a cada ano organizações como a SOS Mata Atlântica em parceria com o INPE, e o Mapbiomas disponibilizam relatórios anuais sobre como anda o estado atual do desmatamento de florestas nativas da Mata Atlântica. A SOS Mata Atlântica, mostrou que no período de 2018-2019 no Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica, o Brasil desmatou cerca de 14502 ha, nesse mesmo período a Bahia desmatou 3523 ha de remanescentes florestais. Já o Mapbiomas no relatório anual do desmatamento do Brasil

traz resultados do ano de 2019, no qual foram desmatados cerca de 10598 ha de mata. Comparando-se os dois sítios de informações é notado uma diferença de cerca de quase 4000 ha entre os valores registrado no mesmo período, o Mapbiomas além de informar que os mapas disponibilizados apresentam uma série de imperfeições, sendo possíveis inconsistências espaciais nas classificações temáticas, na linha temporal e entre as classes como agricultura e pastagens, ambas as organizações em seus relatórios apresentam metodologias e critérios de mapeamentos diferentes, como também a aquisição de imagens a partir de sensores e satélites, que apresentam resolução espacial e qualidade de imagens diferentes, todos esses fatores influenciam na quantificação dos registros de desmatamento.

A fragmentação é definida como um processo de transformação da paisagem que gera destruição e perda da vegetação florestal, como consequência disso afeta na configuração e arranjo da cobertura florestal (FAHRING, 2003; LONG et al., 2010; SANTOS et al., 2018). O processo de fragmentação pode ser desencadeado por fatores naturais ou antrópicos. A fragmentação natural é gerada a partir de flutuação climáticas, fogo, processos de sedimentação e hidrodinâmica em rios e no mar, processos hidrogeológicos entre outros, ele é caracterizado como um processo dinâmico que ocorre em uma escala de tempo geológica, podendo levar ao isolamento de populações, esse processo pode levar à diferenciação genética e a especiação, além de ser historicamente necessária para manter a diversidade biológica (CONSTANTINO et al., 2003).

Já a fragmentação causada pela ação antrópica é caracterizada por sua intensa ocorrência em grande escala em um período curto de tempo (CERQUEIRA et al., 2003), como a extração de madeira, derrubada de floresta para a ocupação humana, desmatamento decorrentes de ciclos econômicos entre outros (FISZON et al., 2003). Estudos mostram que os efeitos gerados pela fragmentação antrópica podem causar extinções locais, mudanças na composição e abundância de espécies o que causa alterações ou quebra de processos naturais das comunidades afetadas (SCARIOT et al., 2003), além de alterar a qualidade do habitat e os padrões de biodiversidade (FAHRIG, 2003; WICKHAM et al., 2008; HERMOSILLA et al., 2018).

Para minimizar os efeitos gerados pela fragmentação e degradação necessita que seja realizado o manejo correto da paisagem, recomenda-se o uso da restauração ecológica (AZEVEDO, 2017). A partir da restauração ecológica e suas técnicas é possível restaurar a conectividade da paisagem (TRES, REIS, 2009). Essa conectividade proporciona o fluxo de organismos, sementes e grãos de pólen entre os fragmentos conectados (PAULA et al., 2018).

2.2 - A Restauração Ecológica e seu Potencial Mitigador dos Impactos das Ações Humanas

Nas últimas três décadas foi observado que a ecologia da restauração e atividades relacionadas tem apresentado um crescimento a nível global, principalmente depois do acordo de Paris o qual juntamente com outras iniciativas identificaram metas de restauração de até 350 milhões de hectares até 2030 com foco no sequestro de carbono (GUERRA et al., 2020).

A restauração ecológica trata-se não só apenas em plantar árvores em áreas que foram desmatadas, ela foca principalmente na reconstrução e reconstituição das funções ecológica de um ecossistema (COELHO, 2010). Diante disso, a *Society for Ecological Restoration International* (2004), define restauração ecológica como uma ciência, prática e arte de assistir e auxiliar na recuperação da integridade ecológica dos ecossistemas que foram degradados, danificados ou destruídos, levando em consideração um nível mínimo de biodiversidade e de variabilidade na estrutura e funcionamento dos processos ecológicos integrando os valores ecológicos, econômicos e sociais.

A ecologia da restauração vem se tornando uma ferramenta importante para o manejo, conservação e recuperação de ecossistemas em todo o mundo, a partir de suas práticas de restauração (OLIVERIA; ENGEL, 2011). No Brasil a prática da restauração ecológica está sendo cada vez mais inserida, principalmente por questões de regularização ambiental das atividades produtivas e para a diminuição dos impactos ambientais (BRANCALION et al., 2012). Desde 2012 o Brasil passou a adotar uma nova legislação, a Lei de Proteção da Vegetação Nativa (LPVN), com a finalidade de recuperar a vegetação nativa em propriedades rurais privadas no Brasil juntamente com ele surgiu novos programas de controle e incentivo ao cumprimento da lei, essas ferramentas obrigam e monitoram seu cumprimento (BRANCALION et al., 2016). Em um estudo de Guerra et al, (2020), sobre a restauração ecológica nos biomas do Brasil mostraram que o número de trabalhos de restauração ecológica tem aumentado, principalmente no ano de 2016 registrado o período de maior publicação com 48 artigos, sendo a Mata Atlântica o bioma que com maior número de estudos com cerca de 56% total de todos os trabalhos realizados.

Inicialmente as primeiras práticas de restauração de acordo com o Pacto pela restauração da Mata Atlântica, (2009) se caracterizava apenas por ser uma restauração florestal baseada em aspectos silviculturais sem a integração de concepções teóricas, sendo assim os primeiros trabalhos relacionado a restauração foram plantios aleatórios de espécies arbóreas, nativas e exóticas, sem a combinação de grupos sucessionais visando apenas a reconstrução de uma fisionomia florestal sem levar em consideração critérios ecológicos. A prática da restauração

teve um grande desenvolvimento conceitual, devido ao fato de muitas teorias ecológicas influenciarem de forma direta ou indiretamente a prática da restauração (RODRIGUES et al., 2009), possibilitando o surgimento de diversas abordagens e técnicas diferentes (MANSOURIAN et al., 2005).

Dessa forma, novas técnicas de restauração e o seu monitoramento foram elaborados, a partir da teoria ecológica e forneceram novas percepções sobre quais melhores práticas de restauração adotar, impulsionando na evolução das metodologias, essa mudança passou de técnicas com reflorestamento por arbóreas exóticas, nativas aleatórias, para plantios com alta diversidade, visando restaurar os processos ecológicos básicos de uma floresta pelo estímulo da regeneração natural a fim de promover capacidade dela se auto-manter (RODRIGUES et al., 2009).

Recuperar áreas degradadas se mostra cada vez mais necessário para conter a crescente perda global da cobertura vegetal (DUDLEY et al., 2020), pois, ao modo que se restaura diversos efeitos positivos são gerados, traz ganhos para a economia (geração de empregos), mitigação das mudanças climáticas, mantém a biodiversidade, possibilita a volta dos serviços ecossistêmicos, alimentos e água de qualidade e fornece bem-estar para a humanidade (BRANCALION & CHAZDON, 2019).

É pensando nisso que em 1º de março de 2019 a Organização Nacional das Nações Unidas (ONU), declarou que o período de 2021-2030 será década da restauração ecológica dos ecossistemas (DUDLEY et al., 2020), no qual quase 60 países se comprometeram a restaurar cerca de 170 milhões de ha até 2030 (BONN CHALLENGE, 2019). Os objetivos da década é ampliar a restauração de ecossistemas degradados e destruídos, controlar as mudanças climáticas, fornecer segurança alimentar, abastecimento hídrico e conter a perda da biodiversidade (YOUNG & SCHWARTS, 2019). Além de contribuir para melhorar as deficiências das atividades de restauração, estabelecendo metas mais realistas, no que diz respeito aos benefícios gerados pela restauração (COOKE et al., 2019; YOUNG & SCHWARTS, 2019).

Segundo o Manual da WWF- Brasil, (2017), tratando sobre desafios e oportunidades da restauração ecológica no Brasil, apresenta informações sobre as medidas de intervenção humana para restaurar um ecossistema, são necessárias em casos em que o ecossistema está degradado e incapaz de ser revertido naturalmente ou como medida corretiva em áreas que

sofreram tentativas anteriores de restauração, sendo assim, o projeto de restauração pode ser dividido em quatro etapas principais: diagnóstico, planejamento, execução e monitoramento..

O mesmo manual aponta que o diagnóstico é o processo pelo qual coleta informações sobre o local da área a ser restaurada, é por meio desta etapa que se faz uma interpretação geral do local, identificando o potencial regenerativo, fatores de degradação e florística local e assim definir quais os melhores métodos a serem aplicados, pois cada área possui um histórico particular de uso e ocupação da terra, como também suas particularidades ecológicas.

Um bom planejamento da restauração faz toda diferença na execução do projeto, sendo assim, o conhecimento sobre o ecossistema de referência é indispensável, pois ele serve como modelo para o planejamento da restauração. Diante disso a SER, (2004), traça alguns itens para auxiliar na tomada de decisões na etapa do planejamento: (i) ter uma visão clara da necessidade de restauração; (ii) descrever os aspectos ecológico do local; (iii) estabelecer metas e objetivos do projeto; (iv) descrição do ecossistema de referência; (v) explicar como a área a ser restaurada se conectará com a paisagem e seus fluxos de organismos e matérias; (vi) estabelecer cronograma, orçamento, atividades de instalação e pós-instalação, e estratégias para intervir e corrigir o processo de restauração e (vii) estratégias a longo prazo sobre a proteção e manutenção do ecossistema restaurado.

O mesmo Manual informa que a etapa de execução do projeto de restauração trata da implantação das práticas adotadas afim de realizar o que foi planejado, nela compreende inicialmente o isolamento dos fatores de degradação para assegurar a efetividade das ações de restauração, preparo do solo permitindo identificar as correções no desenvolvimento das plantas e a execução das técnicas selecionadas, cada técnica uma forma de manuseio podendo ser manualmente ou a partir de equipamento e máquinas.

Após a execução dos métodos de restauração, a etapa de avaliação e monitoramento devem ser aplicados, essa fase é de suma importância para legitimar as metas estabelecidas, possibilita que os objetivos sejam alcançados a fim de validar que o ecossistema em processo de restauração porte condições ecológicas necessárias para sua auto-sustentabilidade sem nenhuma interferência humana (SER, 2004). Portanto, o monitoramento é uma prática exercida continuamente a partir de indicadores, sendo possível identificar erros e aplicar medidas de manejo corretivo.

2.3 - A Importância do Monitoramento das Ações de Restauração

O Monitoramento da restauração permite acompanhar e assistir a trajetória e o comportamento da área restaurada, no que diz respeito a regeneração natural da mesma, e poder intervir nesse processo a fim de mudar o curso caso não responda como o esperado, assegurando que a área restaurada possa se manter estrutural e funcionalmente como prega a restauração ecológica, e evitar que todo trabalho e investimento econômico sejam perdidos (BRANCALION et al., 2012). A realização do monitoramento é primordial na consolidação de um projeto de restauração, é por meio dessa prática que se pode conquistar os objetivos da restauração (CLEWELL & ARONSON, 2007; MCDONALD, GANN, JONSON, & DIXON, 2016; VIANI et al., 2018). Os monitoramentos, via de regra, se baseiam na realização de medições por meios de indicadores, com o objetivo de averiguar os impactos ambientais e inferir sobre como está seguindo percurso do processo de regeneração, além de avaliar a eficiência dos métodos aplicados (DEGRANDI, 2017).

A escolha dos indicadores para o monitoramento faz toda diferença na avaliação do projeto de restauração, é por meio deles que é representado os resultados reais frente ao comportamento das áreas restauradas, referente a estrutura, diversidade e funcionalidade do ecossistema (DURIGAN et al., 2016). A escolha dos indicadores é estabelecida independentemente dos métodos aplicados e ações planejadas (LIMA et al., 2020). Uma das grandes dificuldades enfrentadas pelos profissionais na etapa de monitoramento é a definição dos indicadores, pois cada área possui estrutura e composição variáveis, sendo assim, os indicadores variam entre esses locais de restauração, e a escolha incorreta dos indicadores pode representar resultados tendenciosos e não confiáveis (VIANI et al., 2018).

É muito importante que a forma de avaliação e monitoramento sejam regulamentos por órgãos competente, via Programas de Regularização Ambiental (PRA), para garantir uma maior segurança dos resultados, como segurança jurídica no que diz respeito a aprovação, implementação e monitoramento dos projetos de restauração (LIMA et al., 2020).

É preferível que os indicadores selecionados sejam de fácil avaliação e baixo custo, apresentem sensibilidade a tensões que afetam o ecossistema, resposta rápida e previsível em relação aos processos de sucessão ecológica e apresente potencial para evitar mudanças radicais no futuro (DALE & BEYE-LER, 2001), fácil aplicação, facilidade na coleta de dados em campo e poder ser realizado por qualquer indivíduo devidamente treinado (DURIGAN et al., 2016).

O “Guia Técnico para a Recuperação da Vegetação em imóveis rurais no Estado da Bahia” (2017), uma publicação em cooperação entre a Secretaria do Meio Ambiente do Estado da Bahia (SEMA-BA), o Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (INEMA-BA) e a organização não governamental The Nature Conservancy (TNC Brasil), apresenta uma gama de informações sobre restauração, monitoramento e sugestão de indicadores para os diversos biomas do estado. é apontado os

Sendo assim, o Guia sugere como bons indicadores de monitoramento para áreas em processo de restauração no bioma Mata Atlântica, indicador relacionado a proteção de perturbações, caso seja presente que não comprometa mais de 5% da área alvo, a cobertura de copas na 1ª e na 2ª avaliação, seja superior a 50%, e na 3ª ou nas avaliações consecutivas também seja superior a 80%, em relação ao número de espécies arbustivo-arbóreas seja superior a 50% e a área alvo apresente pouca espécies lenhosas exóticas invasoras.

Além do estabelecimento de indicadores para o monitoramento da área alvo, é importante e necessário incorporar a paisagem circundante no monitoramento levando em consideração sua composição e nível de qualidade, pois a paisagem contribui de forma a aumentar as chances de sucesso da restauração, pois eles são os principais contribuintes de fonte de sementes, ajudando na recuperação das áreas alvos (HOLL, 2013).

2.4 - Referências Bibliográficas

ALMEIDA, D. R. A., STARK, S. C., VALBUENA, R., BROADBENT, E. N., SILVA, T. S. F., RESENDE, A. F., BRANCALION, P. H. S. (2019). **A new era in forest restoration monitoring**. Restoration Ecology.

ARAUJO, L.S., KOMONEN, A., LOPES-ANDRADE, C. (2015). **Influences of landscape structure on diversity of beetles associated with bracket fungi in Brazilian Atlantic Forest**. Biol. Conserv. 191, 659–666.

BRANCALION, P. CHAZDON R. (2019). **Restoring forests as a means to many ends**. Science 365:24-25.

BRANCALION, P. H. S., GARCIA, L. C., LOYOLA, R., RODRIGUES, R. R., PILLAR, V. D., & LEWINSOHN, T. M. (2016). **A critical analysis of the Native Vegetation Protection Law of Brazil (2012): updates and ongoing initiatives**. Natureza & Conservação, 14, 1–15.

BRANCALION, P.H.S., VIANI, R. A. G., RODRIGUES, R. R., GANDOLFI, S. (2012). **Avaliação e monitoramento de áreas em processo de restauração. Restauração ecológica de ecossistemas degradados.** Editora UFV, Viçosa, pp. 262-293.

BONN CHALLENGE. (2020). Disponível em: < <http://www.bonnchallenge.org>. > Acesso em: 13 de janeiro de 2020.

CERQUEIRA, R., BRANT, A.; NASCIMENTO, M. T.; PARDINI, R. (2003). **Fragmentação: alguns conceitos.** In: Rambaldi, D. M., de Oliveira, D. A. S. (orgs.). Fragmentação de ecossistemas: Causas, efeitos sobre a biodiversidade recomendações de políticas públicas. Brasília: MMA/SBF, 2003. p. 24-38.

COELHO, G. C. **Restauração florestal em pequenas propriedades: desafios e oportunidades.** (2010) In: HÜLLER, A. (Org.). Gestão Ambiental nos Municípios: Instrumentos e Experiências na Administração Pública. Santo Ângelo: FURI. p. 195-215.

CONSTANTINO, R., DE BRITIZ, R. M., CERQUEIRA, R., ESPINDOLA, E. L. G., DE VIVEIROS, G. C. E, LOPES, A. T. L., NASCIMENTO, M. T., ROCHA, O., RODRIGUES, A. A. F., SCARIOT, A., SEVILHA, A. C., TIEPOLO, G. (2003). **Causas Naturais.** In: Rambaldi, D. M., de Oliveira, D. A. S. (orgs.). Fragmentação de ecossistemas: Causas, efeitos sobre a biodiversidade recomendações de políticas públicas. Brasília: MMA/SBF, 2003. p. 44-60.

COOKE, S. J., BENNETT, J. R., & JONES, H. P. (2019). **We have a long way to go if we want to get the “Decade on Ecosystem Restoration” right.** Conservation Science and Practice.

DALE, V. H.; BEYELER, S. C. (2001). **Challenges in the development and use of ecological indicators.** Ecological Indicators, Vol. 1, p. 3-10.

DE OLIVERIA, R. E., ENGEF, V. L. (2011). **A restauração ecológica em destaque: Um retrato dos últimos vinte e oito anos de publicações na área.** Oecologia Australis. Rio de Janeiro -RJ. Vol. 15. n.º. 2.

DE PAULA, R. P., SAIS, A. C., DE OLIVEIRA, R. E. (2018). **Conectividade de Fragmentos de Vegetação Nativa e Áreas de Preservação Permanente de Imóveis Rurais Familiares em uma Microbacia Hidrográfica na Amazônia Matogrossense.** Cadernos de Agroecologia. Mato Grosso – MT. Vol. 13. n.º. 2.

DEGRANDI, L. (2017). **Monitoramento de projeto de restauração de cerrado na estação experimental de Mogi-Guaçu**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade de São Paulo - ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA “LUIZ DE QUEIROZ”. Departamento de Ciências Florestais. Piracicaba.

DUDLEY, N., GONZALES, E., HALLETT, J. G., KEENLEYSIDE, K., MUMBA, M. (2020). **The un decade on ecosystem**.

EFFISZON, J. T. MARCHIORO, N. P. X., DE BRITIZ, R. M., CABRAL, D. C., CAMELY, N. C., CANAVESI, V., CASTELLA, P. R., DE CASTRO, E. B. V., JUNIOR, L. C., CUNHA, M. B. S., FIGUEIREDO, E. O., FRANKE, I. L., GOMES, H., GOMES, L. J., HREISEMNOU, V. H. V., LANDAU, E. C., LIMA, S. M. F., LOPES, A. T. L., NETO, E. M., MELLO, A. L., OLIVEIRA, L. C., OVO, K. Y., PEREIRA, N. W. V., RODRIGUES, A. DOS S., RODRIGUES, A. A. F., RUIZ, C. R., DOS SANTOS, L. F. G. L., SMITH, W. S., DE SOUZA, C. R. (2003). **Causas antrópicas**. In: Rambaldi, D. M., de Oliveira. D. A. S. (orgs.). Fragmentação de ecossistemas: Causas, efeitos sobre a biodiversidade recomendações de políticas públicas. Brasília: MMA/SBF, 2003. p.66-97.

FAHRIG, L., (2003). **Effects of habitat fragmentation on biodiversity**. *Annu. Rev. Ecol. Environ. Syst.* 34, 487–515.

GUERRA, A., REIS. L. K., BORGES, L. G., OJEDA, P. T. A., PINEBA, M. A. D., MIRANDA, C. O., MAIDANA, D. P. F. L., SANTOS, T. M. R., SHIBUYA, P. S., MASQUES, M. C. M., LAURANCE, S. G. W., GARCIA, L. C. (2020). **Ecological restoration in Brazilian biomes: Identifying advances and gaps**. *Forest Ecology and Management*. v. 458.

HERMOSILLA, T., WULDER, M. A., WHITE, J. C., COOPS, N. C., PICKELL, P. D., & BOLTON, D. K. (2019). **Impact of time on interpretations of forest fragmentation: Three-decades of fragmentation dynamics over Canada**. *Remote Sensing of Environment*, 222, 65–77.

HOLL, K. D. (2013). **Restoring Tropical Forest**. *Nature Education*, 4(4):4.

IBGE. (2012). **Manual Técnico da Vegetação Brasileira: Sistema fitogeográfico Inventário das formações florestais e campestres Técnicas e manejo de coleções botânicas Procedimentos para mapeamentos**. 2ª edição. Rio de Janeiro.

- LIMA, R., BERTAGLIA, G., VIEIRA, D., ANTONIAZZI, L., MALTA, E., GLEHN VON, H. C., RESENDE, R., VIVEIROS, E., REGEUIRO, F. (2020). **Os indicadores de resultados na recomposição da vegetação nativa**. São Paulo. Agroicone.
- LONG, J. A., NELSON, T.A., WULDER, M. A. (2010). **Characterizing forest fragmentation: Distinguishing change in composition from configuration**. *Appl. Geogr.* 30, 426–435.
- MANSOURIAN, S., LAMB, D., GILMOUR, D. (2005). **Overview of technical approaches to restoring tree cover at the site level**. In: Mansourian, S., Vallauri, D., Dudley, D. (Eds.), *Forest Restoration in Landscapes: Beyond Planting Trees*. Springer, New York, pp. 241–249.
- METZGER, J. P. (2009). **Conservation issues in the Brazilian Atlantic Forest**. *Biological Conservation*, v. 142, n. 6, p. 1138-1140.
- MIGUEL, P. H. (2019). **Efeito de fragmentação de habitat sobre a associação entre ectoparasitos e morcegos na Mata Atlântica**. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Instituto de biociências. Rio Claro.
- MITTERMEIER, R. A., P. R. GIL, M. HOFFMANN, J. PILGRIM, J. BROOKS, C. G. MIITERMEIER, J. LAMOURUX & G. A. B. FONSECA. (2004). **Hotspots Revisited: Earth's Biologically Richest and Most Endangered Terrestrial Ecoregions**. Cemex. Washington, DC.
- MMA. Ministério do meio ambiente. (2015). **Mapa de vegetação nativa na Área de aplicação Lei. 11.428/2006-Lei da mata atlântica (ano base 2009)**. Brasília.
- MMA. Ministério do Meio Ambiente. (2021). **Mata Atlântica**. Disponível em <https://antigo.mma.gov.br/biomas/mata-atlantica_emdesenvolvimento.html. > Acesso em 15 de março de 2021.
- OLIVEIRA, L. M. T. **Diagnóstico de fragmentos nativos, em nível de paisagem, em áreas sob influência da Vera Cruz Florestal, Eunápolis, BA**. (1997). Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. 74 p.
- RIBEIRO, M. C., J. P. METZGER, A. C. MARTENSEN, F. J. PONZONI, AND M. M. HIROTA. (2009). **The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed?** Implications for conservation. *Biological Conservation*. 142:1141–1153.

RODRIGUES, R. R., BRANCALION, P. H. S., ISERNHAGEN, I. (2009a). **Pacto pela restauração da Mata Atlântica: Referencial dos conceitos e ações de restauração florestal**. Laboratório de Ecologia e Restauração Florestal. Instituto BioAtlântica. São Paulo.

SALA, OE., CHAPIN, FS., ARMESTO, JJ ET AL. (2000). **Global biodiversity scenarios for the year 2100**. *Science* 287: 1770–1774.

SANTOS, J. S., LEITE, C. C. C., VIANA, J. C. C., DOS SANTOS, A. R., FERNANDES, M. M., DE SOUZA ABREU, V., DO NASCIMENTO. T. P., DOS SANTOS. L. S., FERNANDES. M. R. M., DA SILVA. G. F., DE MENDONÇA, A. R. (2018). **Delimitation of ecological corridors in the Brazilian Atlantic Forest**. *Ecological indicators*. 88: 414-424.

SCARIOT, A., DE FREITAS, S. R., NETO, E. M., NASCIMENTO, M. T., DE OLIBEIRA, L. C., SANIOTTI, T., SEVILHA, A. C., VILLELA, D. M. (2003). **VEGETAÇÃO E FLORA**. IN: RAMBALDI, D. M., DE OLIVEIRA. D. A. S. (orgs.). **Fragmentação de ecossistemas: Causas, efeitos sobre a biodiversidade recomendações de políticas públicas**. Brasília: MMA/SBF, 2003. P.104-118.

SER. Society for ecological restoration. **Fundamentos de Restauração Ecológica**. V. 2. 2004.

SOS Mata Atlântica. (2019). **Relatório anual 2019**. Disponível em: <<https://www.sosma.org.br/wp-content/uploads/2020/11/Relatório-Anual-2019-SOS-Mata-Atl%C3%A2ntica.pdf>>. Acesso em: 16 de Março de 2021.

SOS Mata Atlântica. **Mata Atlântica**. Disponível em: <<https://www.sosma.org.br/causas/mata-atlantica/>> acesso em: 27 de setembro de 2020

TRES, D. R., RESI, D. (2009). **Perspectivas istêmicas para a conservação e restauração ambiental: do pontual ao contexto**. 1ª edição. Itajaí: Editora Herbário Barbosa Rodrigues. p. 89 – 98.

VIANI, R.A.G., BARRETO, T.E.; FARAH, F.T.; RODRIGUES, R.R.; BRANCALION, P.H.S. (2018). **Monitoring Young Tropical Forest Restoration Sites: How Much to Measure?**. *Tropical Conservation Science*, v. 11.

WICKHAM, J.D., RIITERS, K.H., WADE, T.G., HOMER, C., (2008). **Temporal change in fragmentation of continental US forests**. *Landsc. Ecol.* 23, 891–898.

WWF-Brasil. (2017). **Restauração Ecológica no Brasil: desafios e oportunidades**

YOUNG, T. P.; SCHWARTZ, M. W. (2019). **The Decade on Ecosystem Restoration is an impetus to get it right**. Article in Conservation Science and Practice.

3 - Metodologia Geral

Dada a natureza em capítulo do trabalho de conclusão de curso hora apresentado, será inserido no corpo do trabalho a seção “Metodologia Geral” onde será possível abordar sobre a área de estudo, técnica de plantio, e amostragem do monitoramento, de uma forma mais detalhada do que no capítulo que esta sob formatação de artigo científico. Entendendo que um trabalho de conclusão de curso pode servir de base para outros estudos desta natureza, julgamos adequado estes pormenores que não cabem em um manuscrito científico.

3.1 - Área de Estudo

O estudo foi realizado na Bacia do Rio Oricó (Figura 3), nos limites do município de Ibirapitanga-Bahia, inserido na área de proteção ambiental – APA do Pratigi. Essa região apresenta importantes remanescentes florestais com alto grau de conservação, sendo considerado um potencial para a geração de riqueza para as comunidades vizinhas a partir dos serviços ecossistêmicos prestados por esses remanescentes. A APA apresenta um histórico de degradação devido a ocupação regional, o que contribuiu para a formação de uma paisagem de mosaicos heterogêneos, tendo seu uso e ocupação da terra relacionado a silvicultura (Seringueira), aos SAF's de cacau-cabruca + seringueira, pastagens, agricultura e fragmentos florestais de mata nativa (OCT, 2021).

Por conta da alta pressão antrópica, a APA está inserida entre as áreas de maior prioridade para a conservação da biodiversidade no Corredor Central da Mata Atlântica (OCT, 2021). A bacia do rio Oricó é de extrema importância para a região do Baixo sul da Bahia, pois abastece em seu curso, milhares de moradores da região. Faz parte da bacia do rio de contas e tem como afluentes os rios Buris, Jacuba, Médio Oricó, Pardo, Meio e Gatos.

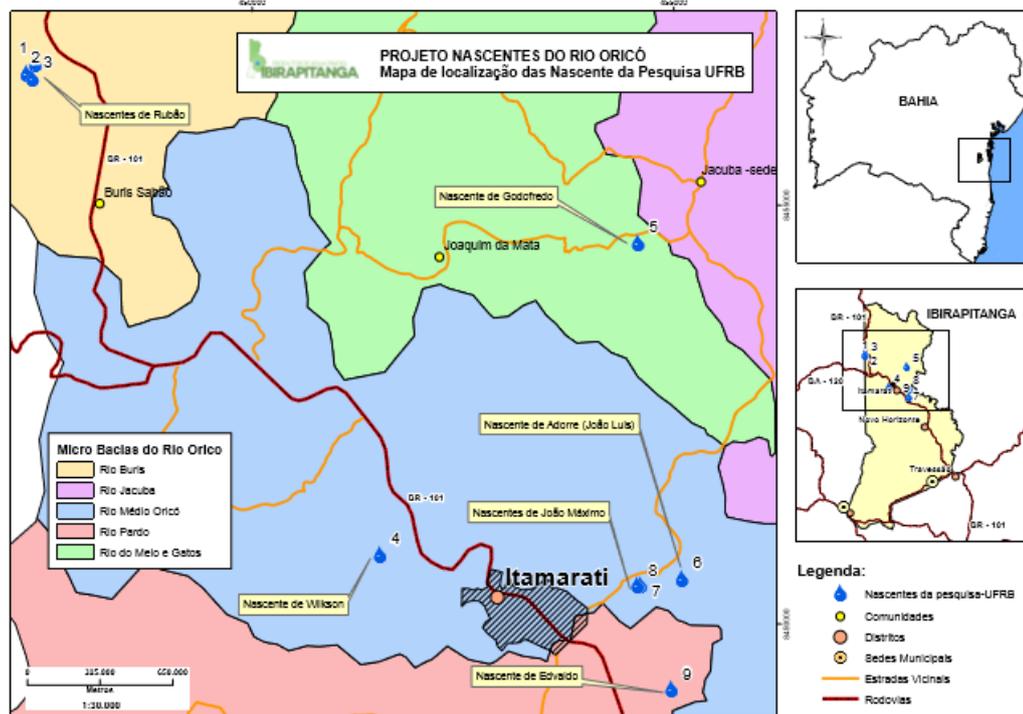


Figura 3: Mapa de Localização das nascentes, na Bacia do Rio Oricó, Município de Ibirapitanga, Bahia. Fonte: Projeto Nascentes do Rio Oricó. Organização para Conservação da Terra – OCT.

O município de Ibirapitanga faz parte do Território Baixo Sul, está localizado entre as coordenadas aproximadas de latitude $-14^{\circ}09'51''$ e longitude $39^{\circ}22'25''$, a uma altitude média de 113 m acima do nível do mar, ocupa uma área de 447,30 km², está aproximadamente cerca de 340 km de distância da cidade Salvador, suas principais vias de acesso é a BA-652 e a BR-101. (SEI, 2019). Está inserido no bioma Mata Atlântica, com vegetação característica Floresta Ombrófila Densa, possui os tipos de solo: Latossolos, Luvisolos e Alissolos (SEI, 2014). De acordo com Alvares et al., 2013, possui o clima tropical sem estações seca (Af), segundo a classificação de Köppen, a temperatura média anual é de 24,2 °C, com pluviosidade anual de 1,663 mm e períodos mais chuvosos vai de março a julho.

Em termos de cobertura vegetal o município de Ibirapitanga é representado pela Floresta Ombrófila Densa Atlântica, que se caracteriza pela presença de árvores de porte médio a grande (macro e mesofanerófitos), além de lianas lenhosas e epífitas abundantes, o que diferencia fisionomicamente esta formação vegetal das outras classes de formação (IBGE, 2012).

Segundo o aplicativo “Aqui tem Mata”, criado em parceria pela SOS Mata Atlântica e o Instituto de Pesquisas Espaciais com dados originados do Atlas da Mata Atlântica, que informa sobre a existência de remanescentes por municípios de ocorrência da mesma, Ibirapitanga

apresenta 12,45% de sua área coberta pela Floresta Ombrófila Densa Atlântica o que perfaz 5.560,38ha de florestas com fragmentos nativos acima de 3ha em diferentes estágios de conservação (SOS, Mata Atlântica: Aqui tem mata? 2021 <<https://www.aquitemata.org.br>> acessado em maio de 2021).

Porém é importante destacar que no município são muitas as paisagens de porte florestal, representadas pelas florestas plantadas de sistemas agroflorestais e cacau-cabruca, sendo um modelo de produção muito presente na região. Mas também é relevante o componente da paisagem do município coberta por pastagens formadas pela gramínea exótica africana *Urochloa decumbens* (Stapf) R.D. Webster (braquiária), destacando que a maioria delas se encontram com algum grau de degradação ou abandono. Em áreas mais úmidas e alagadiças, e em menor proporção também se encontram pastagens formadas por *U. humidicola* (Rendle) Morrone & Zuloaga.

3.2 - Ações de Restauração

Foram avaliadas no presente trabalho três técnicas de restauração ecológica: Nucleação via implantação de núcleos de árvores; Condução da Regeneração Natural e a Restauração Passiva (Abandono). As técnicas envolvidas no estudo apresentam diferença quanto ao custo e ações de intervenção.

Ao todo foram avaliadas nove nascentes, sendo três réplicas de cada técnica, (figura 4). A alocação das nascentes do trabalho foi escolhida de acordo com a similaridade das paisagens e situação de entorno imediato e uso pretérito das nascentes. Todas as nascentes estavam inseridas em áreas anteriormente utilizada para pastagem de bovinos (7 nascentes) e equinos (2 nascentes). Para ter-se a certeza da similaridade, até então aparente das nascentes, as mesmas foram avaliadas, quantificadas e comparadas. Estas informações serão detalhadas nos itens a seguir.

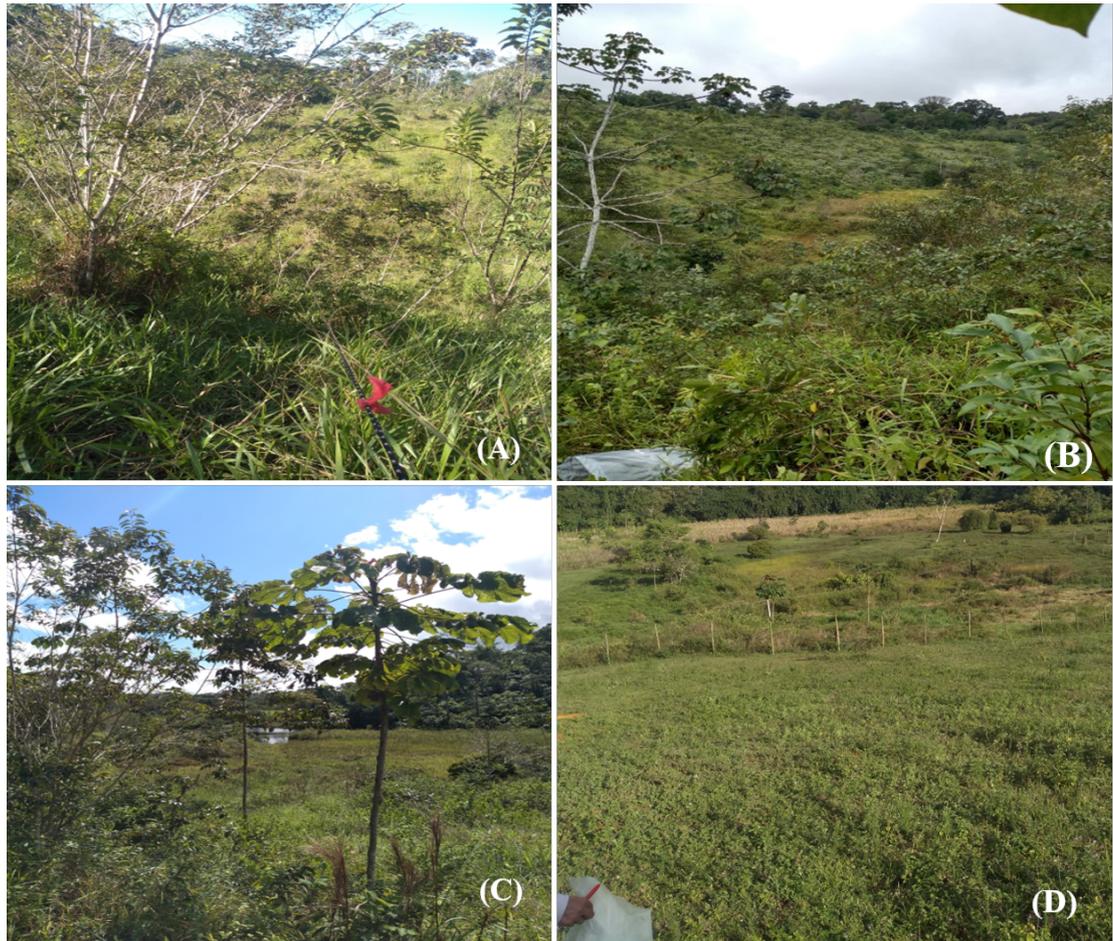


Figura 4: Vista ampla das nascentes de estudo: (A) = nascente 4 (Wilkson); (B) = nascente 5 (Godofredo), (C) = nascente 7 (João Máximo) e (D) = nascente 9 (Santa Maria II).

3.3 - Cercamento das áreas de estudo

É importante destacar que a primeira ação de um bom projeto de restauração deve ser o reconhecimento dos fatores de perturbação e sua posterior exclusão ou mitigação. Na bacia do rio Oricó, especialmente no trecho estudado, as maiores fontes de perturbação das nascentes são a conversão das florestas em pastagens e por vezes o avançar dos sistemas agroflorestais e outros consórcios de porte florestal ao redor das nascentes. É importante destacar que as nove nascentes em estudo, a degradação era a conversão da mata ciliar em pastagens. Sendo assim, a exclusão do fator de perturbação se dá pelo cercamento e assim, o animal não tem acesso a área e não ocorrendo compactação e erosão do solo que diminui a infiltração de água no solo, fora o pisoteio da regeneração natural, o que impede o avançar da trajetória sucessional, afetando diretamente a regeneração natural (MARCHÃO et al., 2009).

Assim, todas as nascentes envolvidas no estudo foram cercadas e, portanto, protegidas a uma área correspondente de 0,25 ha (figura 5), essa delimitação foi estabelecida a partir do

código florestal da Lei nº 12.727 de 17 de outubro de 2012. A lei exige que áreas rurais consolidadas em Áreas de Preservação Permanente no entorno de nascentes e olhos d'água é obrigatória a recomposição do raio mínimo de 15 metros, no caso do presente estudo adotamos um raio de 30m medido a partir do olho d'água da nascente.



Figura 5: Cercamento em uma das áreas de estudo, nomeada nascente 8, para isolamento do fator de perturbação.

3.4 - Instalação das técnicas de restauração

A instalação das técnicas de restauração se deu após a medição do mesmo conjunto de variáveis/indicadores que foram utilizados no monitoramento, o que se denomina linha de base (LB). A seguir a cada técnica utilizada será detalhada para melhor entendimento dos resultados obtidos.

3.4.1 - Nucleação

A nucleação com plantio de núcleos de árvores é a técnica considerada mais custosa em termos financeiros e de tempo de serviço, dentre as três utilizadas. A técnica tem como base o modelo de plantio de mudas adensadas em grupos espaçados de Anderson (1953), (figura 6), no qual os núcleos são formados por cinco mudas plantadas, dessa forma colocava-se no centro do núcleo uma espécie do grupo funcional de diversidade, que são espécies de crescimento lento e tolerantes a sombra e quatro mudas nas pontas com crescimento mais rápido, do grupo funcional de preenchimento. O grupo de preenchimento consiste na rápida recuperação e

sombreamento da área com diversidade portando espécies mais iniciais em menor proporção (pioneiras e não frondosas), enquanto que o grupo de diversidade é composto por um número maior de espécies e com número menor de indivíduos. As espécies do grupo de preenchimento fornecem um ambiente favorável para o desenvolvimento dos indivíduos de diversidade, e conseqüentemente cria um ambiente desfavorável para a colonização de ervas competidoras como gramíneas, liana agressivas entre outros. (NAVE & RODRIGUES, 2006).

Ao todo foram implantados 25 núcleos em cada nascente, apresentando distância de 10m entre os núcleos e as linhas de plantio arranjados em triangulações e as mudas apresentaram espaçamento de 1m entre si. Cada núcleo recebia manutenção (coroamento e limpeza) em cerca de seis meses após a instalação da técnica. Ao todo foram alocadas 125 mudas em cada nascente representada em 45 espécies nativas da Mata Atlântica, as quais foram produzidas no viveiro da OCT. Os núcleos com as espécies nativas favorecem sombreamento do solo, reduz o crescimento de gramíneas exóticas invasoras, proporcionado assim a chegada da biodiversidade circundante (BIERAS et al., 2015).



Figura 6: Exemplificação da aplicação da técnica de nucleação plantio de árvores em sistema de grupos adensados de Anderson.

3.4.2 - Condução da Regeneração Natural

Essa técnica é considerada a segunda mais econômica em termos custo e tempo, e busca criar condições para estimular a regeneração natural, principalmente na redução da mato-competição. As gramíneas exóticas invasoras representam uma grande ameaça para áreas em restauração, pois aumenta a mortalidade e inibe o crescimento das plântulas que surgem com o processo de regeneração natural ou mudas plantadas (SILVEIRA et al., 2013; BARBOSA et al., 2018).

Por meio da técnica então era realizado o coroamento e adubação a cada dois meses de espécies arbóreas advindas da regeneração natural no intervalo de altura entre que mediam < 80 cm e $> 1,20$ m para diminuir a mato-competição como também propiciar recursos para sua manutenção e crescimento, essa atividade era realizada em cerca de seis meses e apenas as plântulas que se enquadrava dentro dos parâmetros de medida que recebiam essa intervenção (Figura 7).



Figura 7: Realização do coroamento em uma plântula após aplicação da condução da regeneração natural, para diminuir a mato-competição.

3.4.3 - Restauração passiva (abandono)

Essa técnica se destaca como sendo a mais barata dentre as utilizadas, é conhecida como um sistema de simples abandono, no qual exige o mínimo de esforço e investimento financeiro e de tempo (COELHO, 2010). Ela é recomendada para áreas com solos com pouca compactação e estar localizada próximo a fragmentos florestais, ou seja, áreas baixo grau de degradação e com alto potencial de recuperação. Sendo assim, ela se baseia em apenas o cercamento e o isolamento dos fatores de perturbação os principais impeditivos da sucessão e a partir disso deixar que os processos naturais sigam seu curso espontaneamente (EMBRAPA, 2012).

3.5 - Análise da Paisagem ao Redor das Nascentes

Como um dos principais objetivos do trabalho ora apresentado era observar se as técnicas de restauração diferiam entre si, foi necessário garantir que as paisagens eram similares a ponto de não ser mais um fator de interferência na análise. Para tal estabeleceu-se ao redor do centro de cada conjunto de nascente, quando as mesmas eram na mesma área, um *buffer* de 2km de raio. Esta escolha do raio que delimitou a análise de paisagens foi baseada no utilizado por Rocha-Santos et al. (2016) para verificação da influência da paisagem na estrutura da vegetação em fragmentos de Mata Atlântica, e para observação da influência da paisagem nas comunidades de morcegos e pássaros generalistas em florestas tropicais (CARRARA et al., 2015; Arroy-Rogruiguez et al. (2016), uma vez que esses organismos tem grande influência no processo de dispersão em florestas tropicais (COELHO et al. 2020).

3.5.1 - Estabelecimento do Buffer

Inicialmente foram coletadas 9 coordenadas geográficas das nascentes em ida a campo através de um receptor de GPS. Em um software de ambiente SIG (QuantumGIS 3.16), as coordenadas geográficas das nascentes foram exportadas e transformadas para arquivo em formato *shapefile*. Após isto, utilizou a ferramenta *buffer*, com a função de criar uma área com o raio de 2.000 metros entorno do ponto das nascentes coletadas.

3.5.2 - Classificação de imagens de Satélite

Utilizou-se imagens do satélite *RapidEye*, com resolução espacial de 5 metros, de fevereiro de 2018, cobrindo por completo a APA do Pratigi. O método de classificação utilizado foi o *Maximum Likelihood Classification* (MAXVER), no qual foi realizado o treinamento supervisionado dos pixels através de amostras para assinatura espectral das classes de Pasto, Cabruca, Área Alagada, Área Urbana, Agricultura e Floresta. A classificação foi realizada dentro da área criada pela ferramenta *buffer*.

Foram produzidos mapas e tabela com os dados a composição de cada paisagem, para fins de comparação.

4 - Coletas de Dados

As coletas se iniciaram em maio de 2017, primariamente por meio da linha de base (LB) e foram feitas quatro amostragens (QA) subsequentes a cada seis meses. Assim, as áreas foram avaliadas após dois anos da implantação das ações de restauração.

Para avaliar o comportamento das nascentes perante as técnicas de restauração instaladas, em cada uma foram alocados três transectos, com largura de 1 m e comprimento variável, mas todos mediam cerca de 50 m². Assim, ao todo foram amostrados cerca de 150 m² de área para cada nascente avaliada.

Para a avaliação dos indicadores foi adotado o método de interseção de linhas de (Canfield, 1941), esse método consiste em esticar uma linha saindo do olho d'água da nascente até o limite da cerca (Figura 8), em direção ao limite do raio de 30m com a linha totalmente esticada, por meio do auxílio de uma trena ou fita métrica coletava-se os trechos em centímetros da projeção das copas, espécies espontâneas e cobertura de solo sobre a linha amostral (figura 9).

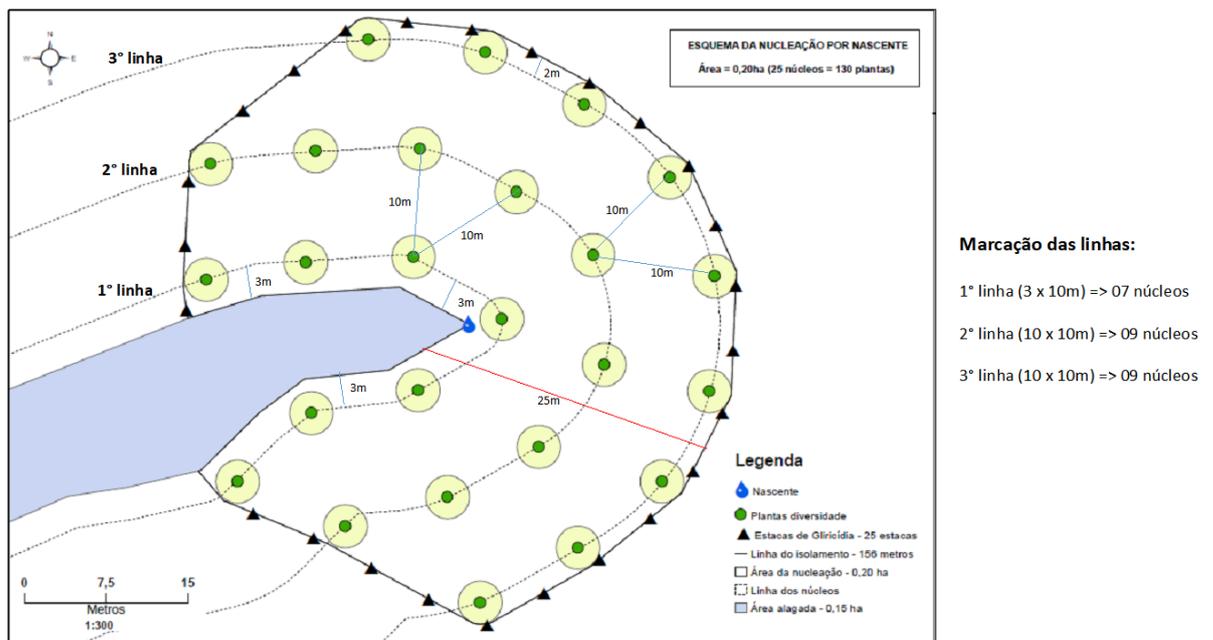


Figura 8: Esquema das áreas a serem restauradas (técnica de nucleação), onde a linha vermelha indica o sentido da linha de amostragem, saindo do olho d'água da nascente até a extremidade.



Figura 9: Representação da coleta de dados por meio do método intersecção de linhas.

4.1 - Análise dos dados

Para melhor visualizar, avaliar e inferir sobre o comportamento das nascentes em relação a progressão trajetória da restauração, foram estabelecidos três indicadores de monitoramento em relação a cobertura do solo, densidade de indivíduos regenerantes e riqueza de espécies arbóreas. Esses indicadores foram estabelecidos a partir da Portaria CBRN 1/2015 - Protocolo de Monitoramento de Projetos de Restauração Ecológica legalmente definidos para o estado de São Paulo, sendo o precursor na proposição e adoção desses três indicadores. Em relação ao estado da Bahia, o que encontramos de referências são os Manuais Técnicos os quais sugerem alguns indicadores e valores de referências, porém não recebem atenção pela legislação. Para tal, foram aplicadas fórmulas e realizados os cálculos descritos a seguir,

4.2 - Indicador de cobertura do solo

Para a inferir sobre os indicadores de cobertura do solo, foi calculado a porcentagem dos índices de: solo nú, cobertura de braquiária, herbáceas/arbustivo espontâneo, serapilheira e cobertura de copa das arbóreas nativas, sendo assim, primeiramente foi calculado a porcentagem de cobertura dos índices em cada parcela, conforme a seguinte fórmula.

$$\text{Cobertura em cada parcela (\%)} = \frac{[(trecho1+trecho2+\dots+techo n)x100]}{n}$$

Posteriormente para encontrar os valores dos indicadores de cada índice correspondente a área amostral total de cada nascente, para a comparação entre as nascentes e as amostragens,

foi calculada a cobertura média levando em consideração todas as parcelas, aplicando-se a seguinte fórmula:

$$\text{Indicador de cobertura do solo (\%)} = \frac{[(cobertura.parcela1+cob.parc.2+\dots+cob.par.N)]}{N}$$

4.3 - Densidade de Indivíduos nativos regenerantes

Esse indicador mede a quantidade de indivíduos regenerantes nativos na área de estudo. Este parâmetro consiste em contar quantos indivíduos nativos estão dentro de cada transecto, extrapolando-se os resultados para 0,25 ha. Após a extrapolação foi realizado o cálculo para o valor do indicador “Densidade de indivíduos nativos regenerantes.

$$\text{Densidade na parcela (ind./ha)} = \frac{N^0 \text{ ind}}{0,01}$$

Em relação ao indicador de densidade, ele se trata da média das parcelas realizado em cada nascente de estudo, como mostra a fórmula:

$$\text{Indicador de densidade (ind./ha)} = \frac{[(dens.parc.1+dens.parc.2+\dots+dens.parc.N)]}{N}$$

4.4 - Riqueza de morfoespécies arbóreas

É o indicador que mede a riqueza de espécies na área, é quantidade total de espécies que surgem ao longo do projeto de restauração, nele são enquadradas apenas novas espécies, sendo assim, uma mesma espécie não deve entrar na contagem mais de uma vez, e a contagem das espécies se deu de modo cumulativo.

5 - Referências Bibliográficas

ALVARES, C. A., STAPE, J. L., SENTELHAS, P. C., J, DE M. GONÇALVES, J. L., SPAROVWK, G. (2013). **Koppen's climate classification map for Brazil**. Meteorologische Zeitschrift, Vol. 22. n°. 6, 711–728.

ANDERSON, M.L. **Plantación en grupos especiados**. FAO. Unasyuva . Vol. 7. n°2. 1953.

ARROYO-RODRÍGUEZ, V., ROJAS, C., SALDAÑA-VÁZQUEZ, R. A., & STONER, K. E. (2016). **Landscape composition is more important than landscape configuration for phyllostomid bat assemblages in a fragmented biodiversity hotspot**. Biological Conservation, 198, 84–92.

BARBOSA, J. B. M., GOMES, W. B., MALAQUIAS, J. V., AQUINO, F. G., DE ALBUQUERQUE, L. B. (2018). **Métodos de controle de braquiária (*urochloa decumbens* Stapf.) Em área de restauração ecológica de mata ripária, DF. Santa Maria**. Ciência Florestal, Vol. 28, n°.4.

BIERAS, A. C., SOUZA, T. M., ABDO, M. T. V. N., VALARETTO, R. S., MARTINS, A. L. M. (2015). **O uso de técnicas de nucleação na restauração de áreas degradadas no Polo Centro Norte-APTA, Pindorama-SP e no IMES-Catanduva-SP**. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável. Vol. 10, n°. 3.

BRASIL. Código Florestal. Lei n° 12.727 de 17 de outubro de 2012. Disponível em: <<https://aiba.org.br/wp-content/uploads/2014/10/Lei-12727-2012-Codigo-florestal.pdf>>. Acesso em 10 de maio de 2021.

COELHO, A. J. P., MAGNAGO, L. F. S., MATOS, F. A. R., MOTA, N. M., DINIZ, É. S., & MEIRA-NETO, J. A. A. (2020). **Effects of anthropogenic disturbances on biodiversity and biomass stock of Cerrado, the Brazilian savanna**. Biodiversity and Conservation.

IBGE. (2012). **Manual Técnico da Vegetação Brasileira: Sistema fitogeográfico Inventário das formações florestais e campestres Técnicas e manejo de coleções botânicas Procedimentos para mapeamentos**. 2ª edição. Rio de Janeiro.

MARCHÃO, R.L.; LAVELLE, P.; CELIN, I, L.; BALBINO, L.C.; VELELA, L.; BEQUER, T. (2009). **Soil Macrofauna under integrated crop-livestock systems in a Brazilian Cerrado Ferralsol**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.44, p.1011-1020.

NAVE, A. G.; RODRIGUES, R. R. (2006). **Combination of species into filling and diversity groups as forest restoration methodology**. In: Rodrigues, R.R.; Martins, S.V.; Gandolf, S. (Org.). High diversity forest restoration in degraded areas: methods and projects in Brazil. New York: Nova Science Publishers. p.197-206.

OCT. Organização de Conservação da Terra. (2021). **APA de Pratigi**. Disponível em: < <https://www.oct.org.br/apa-do-pratigi/apresentacao/19> >. Acesso em 10 de maio de 2021.

Rocha-Santos, L., Pessoa, M. S., Cassano, C. R., Talora, D. C., Orihuela, R. L. L., Mariano-Neto, E., ... Cazetta, E. (2016). **The shrinkage of a forest: Landscape-scale deforestation leading to overall changes in local forest structure**. Biological Conservation, 196, 1–9.

SEI - Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia (2019). Indicadores Municipais. **Ibirapitanga**. Disponível em: http://www.sei.ba.gov.br/site/resumos/indicadores/indicadores_2912707.pdf. Acesso em 19 de janeiro de 2021.

SEI - Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia. (2014). Estatísticas dos Municípios Baianos. **Ibirapitanga**. Salvador. V.4. nº 2. p. 93-108.

SMA. Secretária do Meio Ambiente. (2011). **Restauração ecológica: sistemas de nucleação**. Unidade de Coordenação do Projeto de Recuperação das Matas Ciliares. São Paulo. Reimpressão da 1.ed.

SMA. Secretaria do Meio Ambiente. (2015). **Estabelece o Protocolo de Monitoramento de Projetos de Restauração Ecológica**: Portaria CBRN 01/2015. São Paulo.

SOS Mata Atlântica. **Aqui tem mata?** Disponível em: < <https://www.aquitemmata.org.br/#/busca/ba/Bahia/Ibirapitanga> >. Acesso em 05 de maio de 2021.

Artigo a ser submetido à revista SCIENTIA FORESTALIS, suas normas se encontram em (anexo)

Avaliação das Técnicas de Restauração Ecológica adequadas para as nascentes em paisagens florestadas do Baixo sul da Bahia Evaluation of Ecological

Restoration Techniques for the springs in forested landscapes of the Lower South of Bahia
Pedro Rege Moura da Conceição, Alessandra Nasser Caiafa.

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB Cruz das Almas - BA

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB Cruz das Almas - BA

Resumo

As florestas tropicais em especial a Mata Atlântica estão altamente fragmentadas e degradadas devido ao uso descontrolado dos recursos naturais, tendo restado pouco mais de 12% de seus remanescentes originais. Apesar do cenário de devastação sofrido pelas florestas, a restauração ecológica surge como uma forma de mitigar o processo de fragmentação florestal e recuperar áreas naturais, por meio de suas técnicas variadas. Dentre as técnicas utilizadas, destaca-se a nucleação, condução da regeneração natural e restauração passiva, as quais possuem metodologias de aplicação e custos diferenciados. O monitoramento é uma etapa da restauração essencial para avaliar o progresso da restauração perante as técnicas, realizado então a partir dos indicadores ecológicos essa prática permite acompanhar e corrigir a trajetória da regeneração natural. O objetivo do trabalho foi observar quais das diferentes técnicas de restauração, nucleação, condução da regeneração natural e restauração passiva (abandono), é mais eficiente para a região do Baixo sul da Bahia. Primeiramente foi realizada análise da paisagem para confirmação de similaridade. Para análise dos dados foi realizado cálculos de cobertura do solo envolvendo (cobertura de braquiária, de copas e serapilheira), por fim foi realizado uma ANOVA bifatorial para a comparação das variáveis. Os resultados mostram que a cobertura de braquiária diminuiu em todos os tratamentos, a cobertura de copas de arbóreas nativas e serapilheira aumentaram com o passar do tempo, como também a riqueza de morfoespécies e densidade, essa mudança aconteceu em todos tratamentos, os quais variaram em relação as técnicas, podendo ser influenciada pelas formas de intervenção. Os resultados apontam que a restauração passiva apresenta os melhores resultados para comunidade em termos da progressão da regeneração natural.

Palavras-chave: Sucessão ecológica; Floresta Atlântica; Restauração Passiva.

Abstract

Tropical forests, especially the Atlantic Forest, are highly fragmented and degraded due to the uncontrolled use of natural resources, with just over 12% of their original remnants remaining. Despite the devastation scenario suffered by forests, ecological restoration emerges as a way to mitigate the process of forest fragmentation and recover natural areas, through its varied techniques. Among the techniques used, we highlight nucleation, conduction of natural regeneration and passive restoration, which have different application methodologies and costs. Monitoring is an essential step in the restoration to assess the progress of restoration in the light of the techniques, which is then carried out based on ecological indicators, this practice allows for monitoring and correcting the trajectory of natural regeneration. The objective of the work was to observe which of the different restoration techniques, nucleation, conduction of natural regeneration and passive restoration (abandonment), is more efficient for the Baixo Sul region of Bahia. First, a landscape analysis was carried out to confirm similarity. For data analysis, calculations of ground cover were performed (coverage of brachiaria, crowns and litter), finally, a two-factor ANOVA was performed to compare the variables. The results show that the brachiaria cover decreased in all treatments, the canopy cover of native trees and litter increased over time, as well as the richness of morphospecies and density, this change happened in all treatments, which varied in relation to the techniques, being able to be influenced by the forms of intervention. The results show that passive restoration presents the best results for the community in terms of the progression of natural regeneration.

keywords: Ecological Succession; Atlantic Forest, Passive Restoration.

Introdução

A Floresta Atlântica é uma região fitoecológica predominantemente florestal, se distribui ao longo da costa litorânea do Brasil, em condições climáticas e topográficas diferentes (METZGER, 2009). Caracteriza-se por possuir paisagens bastante heterogêneas por conter um conjunto de diferentes fitofisionomias e ecossistemas associados (MMA, 2020; MMA, 2015). Ocupava uma área original de 1.326.480.02 km², cerca de 15% do território brasileiro, abrangendo 17 estados brasileiros (MMA, 2015). Devido as práticas de exploração madeireira, desenvolvimento agrícola e diversos ciclos econômicos (cana-de-açúcar, café), (ALMEIDA, 2016), a Mata Atlântica é marcada por intensa fragmentação (WWF, 2017), o que configura uma perda de quase 90% de sua cobertura vegetal original, restando cerca de 12% de remanescentes de habitat nativo (SOS Mata Atlântica, 2021).

Apesar do cenário de devastação sofrido pelas grandes florestas tropicais, a restauração ecológica surge como uma forma de mitigar o processo de fragmentação florestal e recuperar áreas naturais, a fim de reestabelecer as funções ecológicas e a estrutura do ecossistema (SER, 2004), a restauração de áreas degradadas requer utilização de diferentes técnicas envolvendo conhecimentos multidisciplinares (Pacto pela restauração ecológica na mata atlântica, 2009).

Como aponta a Secretaria do meio Ambiente (2011), a exemplo, a técnica de nucleação, tem como estratégia criar pequenos núcleos dentro da área a ser restaurada, esses núcleos propicia a chegada de novas espécies, ela requer investimento financeiro e de tempo e serviços maiores que técnicas baseadas na restauração a partir do estímulo da regeneração natural. A condução da regeneração natural é mais econômica em

termos de custos e tempo, ela visa propiciar condições favoráveis para estimular a regeneração natural, a partir de manutenção (coroamento/limpeza) em torno dos indivíduos arbóreos regenerantes, a fim de diminuir o mato-competição. Além dessa técnica, a restauração passiva (abandono) se destaca como sendo a mais barata dentre as utilizadas, é conhecida como um sistema de simples abandono, no qual exige o mínimo de esforço e investimento financeiro e de tempo (COELHO, 2010), essa técnica exige apenas o cercamento e o isolamento dos fatores de perturbação e a partir disso deixar que os processos naturais sigam seu curso espontaneamente (EMBRAPA, 2012).

É importante destacar que a restauração surge forte no cenário nacional nos últimos anos. A Organização das Nações Unidas (ONU) declarou que o período de 2021-2030 será a década da restauração ecológica, visando ampliar as práticas de restauração, além de outros objetivos principais da década (Dudley et al., 2020).

A avaliação das técnicas de restauração é dada pelo monitoramento, as medidas de monitoramento permitem assistir o andamento das práticas de restauração, bem como possibilita intervir no comportamento das áreas degradadas perante as ações de restauração aplicadas (BRANCALION et al., 2012). Os monitoramentos, via de regra, se baseiam na realização de medições por meios de indicadores, com o objetivo de averiguar os impactos ambientais e inferir sobre como está seguindo percurso do processo de regeneração, além de avaliar a eficiência dos métodos aplicados (DEGRANDI, 2017).

Diante disso, o estudo apresenta-se como objetivo de observar as diferentes técnicas de restauração ecológica, nucleação, condução da regeneração natural e restauração passiva (abandono) é mais adequada para a região do Baixo Sul da Bahia.

Material e Métodos

As nove nascentes avaliadas encontram-se localizadas na Bacia do rio Oricó, município de Ibirapitanga, inserido no território Baixo sul da Bahia. O município está localizado entre as coordenadas aproximadas de latitude $-14^{\circ}09'51''$ e longitude $39^{\circ}22'25''$, a uma altitude média de 113 m acima do nível do mar, ocupa uma área de 447,30 km², originalmente coberto por Floresta Ombrófila Densa Atlântica (SEI-BA, 2019). Possui o clima tropical sem estações seca (Af), segundo a classificação de Köppen, temperatura média anual de 24,2 °C, com pluviosidade anual de 1,663 mm, com períodos mais chuvosos de março a julho (Alvares et al., 2013). Hoje essa floresta se encontra fragmentada e imersa de uma matriz predominantemente rural com áreas de cacau cabruca, sistemas agroflorestais e policultivos diversos em quintais florestais, bem como áreas de pastagens. Para garantia de similaridade das paisagens, as mesmas foram avaliadas a partir de um *buffer* de 2km de raio no centro de cada conjunto de nascente, baseado no utilizado Rocha-Santos et al., (2016).

Para avaliar somente o efeito da técnica nas variáveis foi prospectado regiões que possuíam características da paisagem semelhante. Essa análise foi realizada via de dúvida para evidenciar se as paisagens das nascentes eram similares a ponto de não ser um efeito para os testes entre as técnicas. Sendo assim realizou-se a criação da área com o raio de 2km se deu a partir do *software* de ambiente SIG (QuantumGIS 3.16). O método de classificação utilizado foi o de *Maximum Likelihood Classification* (MAXVER), utilizando imagens do satélite *RapidEye*, com resolução espacial de 5 metros, no período de fevereiro de 2018, no qual foi realizado o treinamento supervisionado dos pixels através de amostras para assinatura espectral das classes de Pasto, Cabruca, Área

Alagada, Área Urbana, Agricultura e Floresta. A classificação foi realizada dentro da área criada pela ferramenta *buffer*, para a garantia de similaridade entre as mesmas.

Foram feitas trélicas de cada metodologia de restauração: Nucleação por plantio de núcleos de árvores; Condução da regeneração natural e Restauração passiva que consistia no cercamento e abandono da área.

As coletas se iniciaram em abril de 2017, com a linha de base que representou a coleta no tempo zero da área, após uma média de 30 dias do isolamento do fator de perturbação, sendo realizadas quatro amostragens subsequentes a aproximadamente seis meses, utilizando o método de interseção de linhas de (Canfield, 1941). Foram estabelecidas, em cada nascente, três transecções de largura de 1m e comprimento médio de 22m. Nestas transecções era medida a projeção de cada planta localizada ao redor da linha guia do transecto.

É importante destacar que o principal fator de perturbação de todas as nascentes era o pisoteio de animais bovinos e equinos, pois as mesmas eram rodeadas de pastagens.

Análise de dados

Foi usado o protocolo de Monitoramento de Projetos de Restauração Ecológica a partir da Portaria CBRN 1/2015 do estado de São Paulo, para o cálculo da cobertura do solo densidade de indivíduos arbóreos regenerantes e riqueza de morfoespécies arbóreas. O indicador de riqueza é a quantidade total de espécies que surgem ao longo do tempo de coletas, sendo considerado apenas novas espécies. Para o cálculo dos

indicadores de cobertura do solo e densidade de indivíduos regenerante seguiu-se as seguintes formulas consecutivamente:

$$\text{Cobertura em cada parcela (\%)} = \frac{[(trecho1+trecho2+\dots+trecho n)x100]}{n}$$

$$\text{Indicador de cobertura do solo (\%)} = \frac{[(cobertura.parcela1+cob.parc.2+\dots+cob.par.N)]}{N}$$

$$\text{Densidade na parcela (ind./ha)} = \frac{N^{\circ} \text{ ind}}{0,01}$$

$$\text{Indicador de densidade (ind./ha)} = \frac{[(dens.parc.1+dens.parc.2+\dots+dens.parc.N)]}{N}$$

Para verificar se o método de restauração ecológica (i.e., nucleação, abandono e condução) teve efeito nas seis variáveis coletadas nas nove nascentes, foi utilizada uma análise de variância, ANOVA, bifatorial, para cada uma dessas variáveis. Dessa forma, foram realizadas seis ANOVA's tendo como variáveis respostas: i) Porcentagem de solo nu; ii) Porcentagem de árvores nativas; iii) Porcentagem de cobertura de braquiária; iv) Porcentagem de cobertura de serapilheira; v) Riqueza de espécies; e vi) Densidade de árvores nativas. As variáveis categóricas (i.e., os dois fatores) foram: i) os três diferentes métodos utilizados para recuperação (i.e., nucleação, abandono e condução; e ii) os dois tempos diferentes de coletas de dados (i.e., linha de base e quarta amostragem. O nível de significância adotado foi de $p < 0,05$ (R Core Team, 2021).

Resultados e Discussão

Análise de Paisagem:

A (tabela 1) em conjunto com a (figura 1), demonstram que as paisagens são similares entre si e a pouca variação não é o suficiente para ter interferência no desempenho das metodologias em campo. Esta similaridade é tanto em quantidade, bem como distribuição espacial, em especial das categorias floresta e cabruca, referidas em literatura como importantes, cada uma a seu modo, para o processo de sucessão ecológica.

(Entra tabela 1 e figura 1).

As categorias mais expressivas Floresta, Cabruca, Agricultura e Pasto, respondiam por de 94,3% (Paisagem D) a 100% (Paisagem A) das paisagens. É perceptível pela observação da (Tabela 1) que as categorias que mais diferiram em porcentagem de uma paisagem para a outra foram as categorias: cabruca 13,3% (entre A e D), pasto 7,3% (entre A e D) e agricultura 7,1% (entre A e B). Destaca-se que em termos de floresta, esta variação não foi maior que 6,5% (entre A e D) e em ambas as paisagens, a porcentagem de florestas foi superior a 30%. Estes dados descritivos corroboram a similitude da paisagem, excluindo assim sua influência nas variáveis amostradas.

É importante destacar que as paisagens avaliadas são aliadas do processo de regeneração natural. O expressivo quantitativo florestal e a paisagem florestal, mais amigável aos dispersores e polinizadores, encontrada na cabruca, cobria mais que 60% de todas as paisagens. Conhecido localmente como “cabruca” é o sistema de cultivo de cacau sombreado por árvores de mata nativa (PIASENTIN, SAITOL, 2014), essa forma de cultivo é exercida em várias partes do mundo, como o sudeste da Bahia (SCHROTH et al., 2004).

A paisagem mostra-se relevante nos resultados de riqueza e abundância de espécies lenhosas, em áreas em restauração, da mesma forma, que essas áreas foram afetadas negativamente com a distância das fontes de sementes (Pereira, Oliveira e Torezan, 2013). Como aponta Tambosi et al. (2014) o uso da técnica de restauração ativa é recomendado em paisagens onde a paisagem apresenta uma cobertura florestal intermediária, inferindo que restaurar ao redor de boas paisagens possibilita a adesão de práticas de restauração menos custosas e com menor intervenção. Sendo assim, a regeneração natural em áreas restauradas pode ser influenciada pelas condições das florestas circundantes. Pois, a taxa de recuperação de um ecossistema é afetada tanto pela resiliência local o nível de degradação quanto pelas propriedades da paisagem ao redor da área alvo (HOLL, 2007).

Variáveis da Comunidade Vegetal

A ANOVA bifatorial demonstrou que das seis variáveis mensuradas em campo, apenas porcentagem de cobertura de solo não apresentou resultados significativos (Tabela 2). É importante destacar que a interação entre as duas variáveis categóricas: técnica de restauração (Nucleação, Condução, Abandono) e tempo, anterior a ação de restauração – linha de base (LB) e 26 meses depois – quarta amostragem (QA), demonstrou que as nascentes não diferiam entre si em termos estruturais antes da aplicação das técnicas de restauração (Tabela 2). Isto também é importante para o isolamento de fatores que não as técnicas testadas.

(Entra tabela 2).

A exceção coube a variável estrutural: riqueza de espécies que diferenciou em termos das demais variáveis. Muito provavelmente puxados por uma nascente que já possuía seis morfoespécies na LB, mas com pequeno número de indivíduos. Apresentando assim, uma riqueza diferenciada das demais nascentes. Por isso para esta variável resposta, método e tempo serão discutidas em separado para o conjunto de dados das nove nascentes.

Variáveis de cobertura:

Porcentagem de solo coberto por gramínea exótica invasora (braquiária):

O desejável é se ter uma diminuição da porcentagem de braquiária com o passar do tempo. Isto ocorreu nas três metodologias, porém os resultados encontrados na técnica de restauração passiva (abandono) foram melhores, diferindo das demais técnicas (Figura 2A).

(Entra figura 2).

Mesmo sendo notório que houve uma diminuição desse indicador com o passar do tempo, registrado entre a linha de base (LB) e quarta amostragem (QA). A cobertura de gramíneas nativas pode ser fortemente reduzida, 40%, pela presença de cobertura de braquiária, em oposição a isso os subarbustos e ervas conseguem se manter em níveis maiores (Assis, 2017).

Os valores vistos na (figura 3A), demonstram que as áreas apresentam uma alta cobertura de braquiária. Por se tratar de áreas em fase inicial de restauração é comum que a presença de braquiárias seja bastante representativa no estudo, resultados semelhantes foram encontrados em um estudo de Cheung et al. (2009), no qual

pastagens que foram abandonadas entre 8 a 14 meses apresentam maior índice de gramíneas exóticas, isso pode ser atribuído a sua alta capacidade de adaptação e colonização em áreas abertas com pouca disponibilidade de nutrientes (ALMEIDA, 1998; SILVA et al., 2009).

Tendo em vista que a restauração passiva (abandono) apresentou melhores resultados para a diminuição de braquiária em relação as outras técnicas, esse comportamento pode ser atribuído as formas de intervenção (coroamento e limpezas) que são empregadas como manutenção das técnicas. Bechara (2006), demonstrou que após onze meses de instalação das técnicas nucleadoras em áreas submetidas a restauração na Floresta Estacional Semidecidual tiveram invasão por gramíneas exóticas. No mesmo estudo ele aponta que plantios em grupos de Anderson se mostraram bastante efetivos na eliminação de gramíneas invasoras pelo rápido sombreamento proporcionado pelas espécies de preenchimento. Como apontado nos resultados essa técnica se mostrou a segunda com menor cobertura de braquiária.

O Pacto pela Restauração da Mata Atlântica (2009), destaca a importância de se avaliar e acompanhar essas áreas em fases iniciais, pois com esses dados é possível averiguar e identificar se as áreas necessitam ou não de interferência. Sendo assim, o comportamento apresentado pelos tratamentos pode ser atribuído a uma forma natural das áreas responderem ao processo de sucessão. No entanto, é importante seguir analisando as áreas, pois a alta presença de braquiária nas áreas pode afetar negativamente no processo de restauração ao longo do estudo.

Porcentagem de solo coberto por serapilheira:

Espera-se que o curso da trajetória ecológica iniciada pela ação de restauração, a porcentagem de serapilheira cobrindo o solo tenha um aumento com o passar do tempo. Isto ocorreu de forma mais significativa, no sentido da técnica de condução da regeneração natural, nucleação com plantio de árvores e diferindo de forma mais significativa, na técnica de restauração passiva (Figura 2B).

(Entra figura 3)

A serapilheira é um indicador importante em áreas de restauração, pois ao se depositar sobre a superfícies proporciona melhorias físicas e químicas da área depositada (ROEDAS, 2021). De forma geral o acúmulo de serapilheira em uma determinada área varia em relação as espécies, a cobertura florestal, a fase sucessiona a idade, o tipo de floresta e do local (CALDEIRA et al., 2008), em seu estudo relatou que o maior acúmulo de serapilheira ocorreu em um remanescente florestal com nível sucessiona avançado. Como visto no estudo de (Azevedo et al., 2018) o aumento da camada de serapilheira aumentou consideravelmente nos reflorestamentos ao longo do tempo.

Como trazido por Costa et al. (2020) em seu estudo, a serapilheira como indicador ambiental apresentou resultado significante nos estágios iniciais de sucessão em florestas restauradas. Já que o acúmulo de serapilheira é mais evidente em áreas com dossel fechado e com solo menos compactado, assim, uma floresta em processo de restauração contém menor quantidade de estoque de serapilheira quando comparado a um trecho de Floresta Ombrófila Desna primária adjacente (Correia et al. 2015).

Porcentagem de solo coberto por copa de árvores nativas:

Assim como na variável avaliada anteriormente, é esperada uma progressão na cobertura de copas e isto foi visto em todas as técnicas (Figura 2C). Destaque mais uma vez para a restauração passiva (abandono) que diferiu mais positivamente do resultado das demais técnicas. (entra figura 3).

A cobertura de copa se mostra como um fator que afeta diretamente no estabelecimento de mudas em uma floresta, por formar um microclima, diminuir a luminosidade no solo e afetar nos processos de oxidação da matéria orgânica, além de influenciar na composição florística (MELO et al., 2007). A cobertura de copas (área da copa) é considerada um indicador essencial na restauração florestal de pastagens, imprime o potencial de sombreamento do solo e produção de serapilheira (SANTOS, 2020). Visto que o abandono teve maior expressão desse indicador, infere-se que, em paisagens com mais de 30% de florestas nativas, essa técnica apresenta alto potencial de recuperação. Coutinho (2019), notou em seu estudo que em pastagens abandonadas em encostas, a sucessão ecológica ocorreu em núcleos com vegetação arbustivas/arbóreas.

Variáveis Estruturais da Comunidade Vegetal:

Riqueza de Espécies Arbóreas Nativas:

Houve um aumento significativo da riqueza de espécies desde a LB até a QA em todas as nascentes, 26 meses após a implantação das técnicas (Figura 3A).

(Entra figura 3).

A (figura 3B) demonstra que houve um aumento no número de morfoespécies significativo na técnica de restauração passiva (abandono), e que as demais técnicas não diferiram entre si.

A riqueza, composição e a estrutura vertical da vegetação, são os indicadores frequentemente mais avaliados, para inferir sobre o sucesso da restauração (SER, 2004).

Como apresentado na (tabela 1), a quantidade de morfoespécie em uma nascente foi maior em relação as demais na LB, apresentando um certo grau de dificuldade em relacionar as variáveis categóricas. Roedas (2021), constatou que obteve dificuldade em medir a riqueza, os resultados encontrados para esse indicador podem variar em relação ao tamanho da área amostral, a dificuldade de identificação das espécies nativas arbóreas na fase jovem e dificuldade em atingir os valores de referência exigidos pelos órgãos de fiscalização.

A progressão desse indicador mais elevado constatado nas áreas por abandono, é contrário ao resultado encontrado por Bechara (2006) no qual constatou um aumento da riqueza em áreas que foram submetidas técnicas nucleadoras após um ano de instalação. No entanto, Ferreira (2019) relata que em Floresta Ombrófila Densa Atlântica apresenta uma recuperação mais rápida na riqueza das espécies regenerantes por restauração passiva.

Melo e Durigan (2007) afirmaram que 15 anos foi a idade aproximada que uma área em Floresta Estacional Semidecidual no estado de São Paulo se mostra semelhante a uma floresta madura, no entanto para a riqueza de espécies as áreas necessitam de

um tempo maior, mesmo demonstrando que as áreas obtiveram um aumento significativo a partir do sétimo ano devido a regeneração natural.

Densidade de Indivíduos Arbóreos Regenerantes:

Mais uma vez, o método de restauração passiva apresentou os resultados mais satisfatórios (Figura 3C), e a nucleação e condução, não diferiram entre si.

A densidade é um indicador que fornece informações sobre a estrutura da comunidade vegetal (SER, 2004), é considerado de fácil mensuração, confirmado por Roedas (2021) em seu estudo quando comparou a efetividade de diferentes tipos de indicadores de monitoramento no estado de São Paulo seguindo resolução nº 32 da Secretaria do Meio Ambiente.

Degrandi (2017) apresentou em seu estudo resultados relevantes em relação a densidade e diversidade em áreas do Cerrado, as quais foram apenas excluídas dos fatores de perturbação. Resultados semelhantes ao do estudo demonstrado pelas áreas que foram submetidas ao abandono, apenas isolando do fator de perturbação foi suficiente para o aumento da densidade de regenerantes ao longo do tempo.

Lima et al. (2015) considerou em seu estudo que os indivíduos advindos da regeneração natural, são considerados bons indicadores para avaliação do processo de restauração, pois a chegada de indivíduos regenerantes está relacionada com a regeneração natural atuando na área. Sendo assim, podemos inferir que a regeneração natural está ocorrendo mais fortemente nas áreas com a técnica de abandono.

Notou-se uma relação positiva entre os indicadores de riqueza e densidade para o abandono. Ferreira (2019), afirma que esses dois indicadores apresentaram valores

maiores em floresta com restauração passiva. No entanto Sampaio et al. (2007) relataram que o plantio aumentou consideravelmente a riqueza de espécies em relação as áreas sem intervenção em Floresta Estacional Semidecidual. Já em relação a presença de gramíneas invasoras e riqueza foi negativa, essas espécies afetam na riqueza de arbóreas e arbusto (CHEUNG, 2009), visto nos tratamentos de nucleação e condução, ambos possuíam maior porcentagem de braquiária e menor em riqueza. No entanto, áreas que apresentam maior proporção de copa afeta na melhoria dos indicadores de diversidade e riqueza de regenerantes (SANTOS, 2020).

Como visto nos resultados a restauração passiva (abandono) se destacou em todos os indicadores analisados, Trenttin (2018), afirma que na Mata Atlântica a restauração passiva pode ser uma opção a ser utilizada, já que não apresentou resultados significativamente diferentes das técnicas de nucleação, sendo sua maior vantagem a redução de custos. Coutinho (2019), afirma que em pastagens abandonadas em encostas após 40 anos a restauração passiva se mostrou eficiente, mesmo apresentando um comportamento lento.

Melli et al. (2017), afirmou a partir de uma meta-análise global que a restauração ativa e a regeneração natural não apresentam diferenças em termos de recuperação de biodiversidade. Crouseilles et al. (2019) demonstrou o sucesso da regeneração da restauração ecológica é maior para a regeneração natural em regiões tropicas quando controlado os fatores bióticos e abióticos. Cava et al. (2016) relata que para áreas do Cerrado em recuperação a riqueza da comunidade foi bastante expressiva na regeneração natural sem nenhuma intervenção.

Mesmo sendo necessário intervenções para o sucesso da restauração, essas ações podem ocasionar na supressão de indivíduos regenerantes (TRENTIN et al., 2018). A roçagem mecanizada causa danos irreversíveis a indivíduos jovens (SAMPAIO et al., 2007). Cava et al. (2016) relata que ações de intervenções no Cerrado prejudicaram o potencial de regeneração natural ecológica. Podemos inferir que as medidas de intervenção podem estar relacionadas a alta expressão de braquiária nos tratamentos de nucleação e condução. Ferreira (2019), aborda que em áreas plantadas apresentaram baixa porcentagem por gramíneas em até dois anos, porém a porcentagem aumentou gradativamente até os sete anos.

É importante frisar que estudos como o Guia Técnico para a Recuperação da Vegetação em Imóveis Rurais do estado da Bahia, recomendam que o primeiro monitoramento seja realizado no prazo de 5 anos, desde o início da instalação das práticas de restauração.

Conclusão

Conclui-se que em um período de pouco mais de dois anos é possível notar uma mudança na estrutura da vegetação nas áreas em processo de restauração. A regeneração natural se expressou de forma diferente para os três tratamentos, sendo influenciada, provavelmente, pela forma de manutenção adotada por cada técnica, principalmente pela nucleação e condução, onde as capinas ao redor das mudas/jovens regenerantes ocorriam em intervalos semestrais nos dois primeiros anos. Nelas a trajetória da regeneração natural pode ter sido afetada pela forma de intervenção.

Por fim, esse estudo mostrou que a restauração passiva (abandono), para essa paisagem, apresentou os melhores resultados se mostrando uma técnica promissora no uso para a restauração ecológica.

Referências Bibliográficas

ALMEIDA, D. R. A., STARK, S. C., VALBUENA, R., BROADBENT, E. N., SILVA, T. S. F., RESENDE, A. F., BRANCALION, P. H. S. (2019). **A new era in forest restoration monitoring**. Restoration Ecology.

BECHARA, F. C., (2006). **Unidade Demonstrativas de Restauração Ecológica através de Técnicas Nucleadoras: Floresta Estacional Semidecidual, Cerrado e Restinga**. Tese (Doutorado em Recursos Florestais). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Universidade de São Paulo. Piracicaba - SP.

BRANCALION, P.H.S., Viani, R. A. G., Rodrigues, R. R., Gandolfi, S. (2012). **Avaliação e monitoramento de áreas em processo de restauração**. Restauração ecológica de ecossistemas degradados. Editora UFV, Viçosa, pp. 262-293.

CALDEIRA, M. V. W.; VITORINO, M. D.; SCHAADT, S. S.; MORAES, E.; BALBINOT, R. (2008). **Quantificação de serapilheira e de nutrientes em uma Floresta Ombrófila Densa**. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 29, n. 1, p. 53-68.

CHEUNG, K. C., Marques, M. C. M., Liebsch, D. (2009). **Relação entre a presença de vegetação herbácea e a regeneração natural de espécies lenhosas em pastagens abandonadas na Floresta Ombrófila Densa do Sul do Brasil**. Acta Biota Brasil. 23(4): 1048-1056.

COELHO, G. C. **Restauração florestal em pequenas propriedades: desafios e oportunidades.** (2010) In: HÜLLER, A. (Org.). *Gestão Ambiental nos Municípios: Instrumentos e Experiências na Administração Pública.* Santo Ângelo: FURI. p. 195-215.

COOKE, S. J., BENNETT, J. R., & JONES, H. P. (2019). **We have a long way to go if we want to get the “Decade on Ecosystem Restoration” right.** *Conservation Science and Practice.*

CORREIA, G. G. S., MARTINS, S. V., NETO, A. M., Silva, K. A. (2015). **Estoque de serapilheira em floresta em restauração e em floresta atlântica de tabuleiro no sudeste brasileiro.** *Revista Árvore, Viçosa-MG, v.40, n.1, p.13-20.*

COUTINHO, P. R. O. S.; VALCARCEL, R.; RODRIGUES, P. J. F. P.; BRAGA, J. M. A. (2019). **Restauração passiva em pastagens abandonadas a partir de núcleos de vegetação na Mata Atlântica, Brasil.** *Ciência Floresta. Santa Maria. v. 29. n. 3. p. 1307-1323.*

CORE, R. T. (2021). **R: A language and environment for statistical computing:** Versão 4.0.5. R Foudation for Statistical Computing. Viena, Austria. 105p.

CROUSEILLES, R., FERREIRA, M. S., CHAZDON, R. L., LINDENMAY, D. B. (2017). **Ecological restoration success is higher for natural regeneration than for active restoration in tropical forests.** *Science Advance. Vol. 3, no. 11.*

DA COSTA, P. F., PEREIRA, V. FERNANDES, S. L., FRÓES, Q. C., BARBOSA, T. O., Santos, B. S. (2020). **Litterfall and litter in forest restoration sites in Mato Grosso do Sul, Brazil.** *Ecologia e Nutrição Florestal. Santa Maria-RS, v.8, e04.*

DA FONSECA, D. A., BACKES, A. R., ROSENFELD, M. F., OVERBECK, G. E., & MÜLLER, S. C. (2017). **Avaliação da regeneração natural em área de restauração ecológica e mata ciliar de referência.** *Ciência Florestal*, 27(2), 521.

DA SILVA, C. C. F., BONOMO, P., PIRES, A. J. V., MARANHÃO, C. M. D., PETÊS, N. M. S., SANTOS, L. C. (2009). **Características morfogênicas e estruturais de duas espécies de braquiária adubadas com diferentes doses de nitrogênio.** *Revista Brasileira de Zootecnia*. Viçosa-MG. Vol.38. n.4

DE ASSIS, G. B. (2017). **Invasão do campo cerrado por braquiária (*Urochloa decumbens*): perdas de diversidade e técnicas de restauração.** Tese (Doutorado). Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Escola Nacional de Botânica Tropical. Rio de Janeiro.

DE AZEVEDO, A. D., FRANCELINO, M, R., CAMARA, R., PAULO, M. G P. P. (2018). **Estoque de carbono em áreas de restauração florestal da mata atlântica.** *Revista Floresta*. v. 48, n. 2.

DEGRANDI, L. (2017). **Monitoramento de projeto de restauração de cerrado na estação experimental de Mogi-Guaçu.** Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade de São Paulo - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Departamento de Ciências Florestais. Piracicaba.

DUDLEY, N., GONZALES, E., HALLETT, J. G., KEENLEYSIDE, K., MUMBA, M. (2020). **The un decade on ecosystem.** *Parks*. 26(1):111-116.

EMBRAPA. Empresa brasileira de pesquisa agropecuária. (2012). **Estratégia de recuperação: Regeneração natural sem manejo.** Disponível em: <

<https://www.embrapa.br/codigo-florestal/estrategias-e-tecnicas-de-recuperacao> >. Acesso em: 14 ago. 2017.

FERREIRA, V. L. (2019). **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.** Tese (Doutorado). Universidade Estadual de Campinas – Instituto de Biologia. Campinas -SP.

HOLL, K. D. (2007). **Old field vegetation succession in the Neotropics.** In V. A. Cramer and R. J. Hobbs (Eds.): Old fields. pp. 93–117. Island Press, Washington, DC.

LIMA, P. A. F., ALBUQUERQUE, L. B., MALAQUIAS, J. V., GATTO, A., AQUINO, F. G. (2015). **Eficiência de regenerantes como indicador de restauração ecológica no Cerrado, Brasil.** Revista de Ciência Agrárias. 39(3). 437-446.

MANSOURIAN, S., Lamb, D., Gilmour, D. (2005). **Overview of technical approaches to restoring tree cover at the site level.** In: Mansourian, S., Vallauri, D., Dudley, D. (Eds.), Forest Restoration in Landscapes: Beyond Planting Trees. Springer, New York, pp. 241–249.

MELLI, P., HOLL, K. D., REY BENAYAS, J. M., JONES, H. P., MONTOYA, D., MORENO, MATEOS, M. D. (2017). **A global review of past land use, climate, and active vs. passive restoration effects on forest recovery.** Plos one. 12.

MELO ACG, MIRANDA DLC, DURIGAN G. (2007). **Cobertura de copas como indicador de desenvolvimento estrutural de reflorestamentos de restauração de matas ciliares no médio vale do Paranapanema, SP, Brasil.** Revista Árvore. 31(2): 321-328

METZGER, J. P. (2009). **Conservation issues in the Brazilian Atlantic Forest.** Biological Conservation, v. 142, n. 6, p. 1138-1140.

MITTERMEIER, R. A., P. R. GIL, M. HOFFMANN, J. PILGRIM, J. BROOKS, C. G. MIITERMEIER, J. LAMOURUX & G. A. B. FONSECA. (2004). **Hotspots Revisited: Earth's Biologically Richest and Most Endangered Terrestrial Ecoregions.** Cemex. Washington, DC.

MMA. Ministério do meio ambiente. (2015). **Mapa de vegetação nativa na Área de aplicação Lei. 11.428/2006-Lei da mata atlântica (ano base 2009).** Brasília.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. (2021). **Mata Atlântica.** Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/biomas/mata-atlantica_emdesenvolvimento.html > Acesso em 15 de Março de 2021.

MRE. Manual de Restauração Ecológica. (2016). **Técnicos e produtores rurais no extremo sul da Bahia.**

PEREIRA, L. C. S., DE OLIVEIRA, C. C. C., TOREZAN. (2013). **Woody Species Regeneration in Atlantic Forest Restoration Sites Depends on Surrounding Landscape.** Natureza & Conservação 11(2):138-144.

PIASENTIN, F. B., SAITOL, C, H. (2014). **Os diferentes métodos de cultivo de cacau no sudeste da Bahia, Brasil: aspectos históricos e percepções. s. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi.** Ciências Humanas, v. 9, n. 1, p. 61-78.

RODRIGUES, R. R., BRANCALION. P. H. S., ISERNHAGEN, I. (2009a). **Pacto pela restauração da Mata Atlântica: Referencial dos conceitos e ações de restauração**

florestal. Laboratório de Ecologia e Restauração Florestal. Instituto BioAtlântica. São Paulo.

ROEDAS, M. P. (2021). **Avaliação da efetividade dos indicadores para o monitoramento da restauração no estado de São Paulo no bioma Mata Atlântica.** Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual Paulista - Faculdade de Ciências Agronômicas. Botucatu – SP.

SCERVINO, R. P.R, JMD TOREZAN. (2015). **Factors that affect the genesis of vegetation patches in anthropic pastures in the domain of the Atlantic Forest in Brazil.** Plant Ecol. Divers. 8, 475 – 482.

SAMPAIO, A.B., HOLL, K.D. & SCARIOT, A. (2007). **Does restoration enhance regeneration of seasonal deciduous forests in pastures in central Brazil?** Restoration Ecology 15: 462-471.

SANTOS, G. C. (2020). **Restauração florestal em área de pastagem no domínio da Mata Atlântica.** Tese (Doutorado). Universidade Federal dos vales do Jequitinhonha e Mucuri. Diamantina – MG.

SCHROTH, GOETZ; FONSECA, GUSTAVO A. B.; HARVEY, CELIA A.; GASCON, CLAUDE; VASCONCELOS, HERALDO L.; IZAC, ANNEMARIE N. (Eds.). **Agroforestry and biodiversity conservation.** In: tropical landscapes. Washington: Island Press,

SER. Society for ecological restoration. **Fundamentos de Restauração Ecológica.** V. 2. 2004.

SMA. Secretária do Meio Ambiente. (2011). **Restauração ecológica: sistemas de nucleação**. Unidade de Coordenação do Projeto de Recuperação das Matas Ciliares. São Paulo. Reimpressão da 1.ed.

SMA. Secretaria do Meio Ambiente. (2015). **Estabelece o Protocolo de Monitoramento de Projetos de Restauração Ecológica**: Portaria CBRN 01/2015. São Paulo.

SOS Mata Atlântica. **Mata Atlântica**. Disponível em: <<https://www.sosma.org.br/causas/mata-atlantica/>> acesso em: 27 de setembro de 2021.

(2019). **Relatório anual 2019**. Disponível em: < <https://www.sosma.org.br/wp-content/uploads/2020/11/Relatório-Anual-2019-SOS-Mata-Atl%C3%A2ntica.pdf>>.

Acesso em: 16 de Março de 2021.

SOUZA, F. M.; BATISTA, J. L. F. (2004). **Restoration of seasonal semideciduous forests in Brazil**: Influence of age and restoration design on forest structure. *Forest Ecology and Management*, v.191, n.1-3, p.185-200.

TAMBOSI, L. R., MARTENSEN, A. C., RIBEIRO, M. C., & METZGER, J. P. (2013). **A Framework to Optimize Biodiversity Restoration Efforts Based on Habitat Amount and Landscape Connectivity**. *Restoration Ecology*, 22(2), 169–177.

TRENTIN, B. E., ESTEVAM, 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*, Santa Maria, v. 28, n. 1, p. 160-174.

VIANI, R.A.G., BARRETO, T.E.; FARAH, F.T.; RODRIGUES, R.R.; BRANCALION, P.H.S. (2018). **Monitoring Young Tropical Forest Restoration Sites: How Much to Measure?**. Tropical Conservation Science, v. 11.

WWF-BRASIL. (2017). **Restauração Ecológica no Brasil**: desafios e oportunidades.

YOUNG, T. P.; SCHWARTZ, M. W. (2019). **The Decade on Ecosystem Restoration is an impetus to get it right**. Article in Conservation Science and Practice.

Figuras e Tabelas

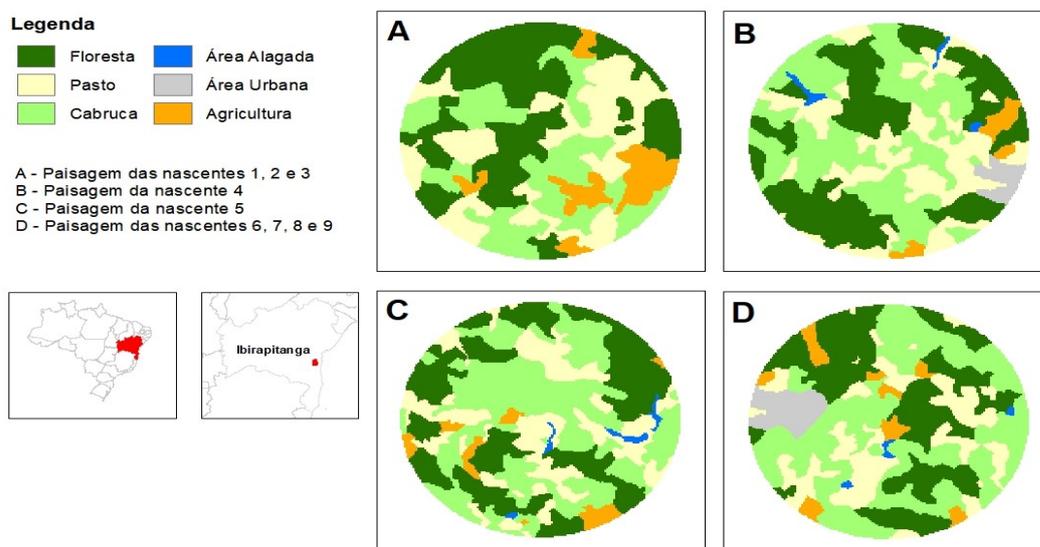


Figura 1: Mapas de uso e ocupação da terra nas quatro paisagens da bacia do Rio Oricó, Ibirapitanga, Bahia.

Figure 1: Maps of land use and occupation in the four landscapes of the Oricó River basin, Ibirapitanga, Bahia.

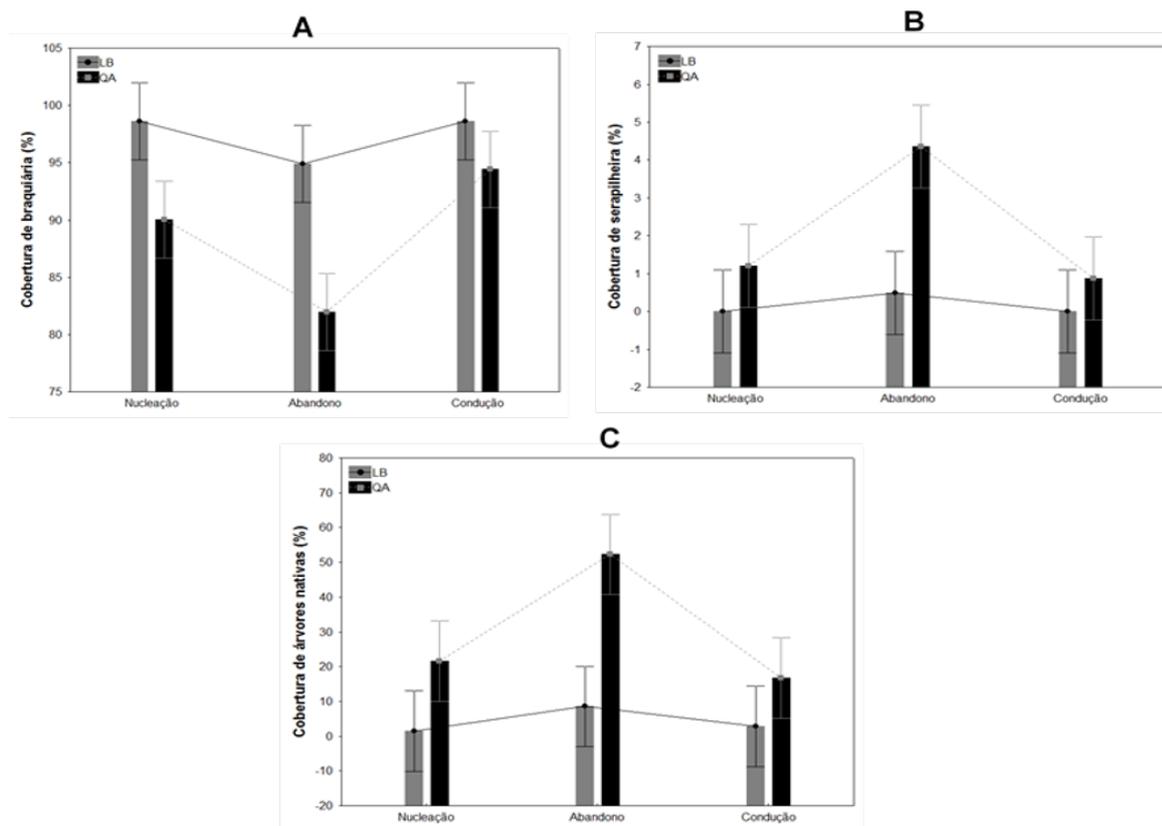


Figura 2: Médias de porcentagens dos indicadores: cobertura de braquiária = (A); cobertura de serapilheira = (B) e cobertura de copas de árvores nativas = (c) das nove nascentes para linha de base (LB, círculos pretos) e para a quarta amostragem (QA, quadrados cinzas) nos diferentes métodos de recuperação (i.e., Nucleação, Abandono e Condução). Também são apresentados os intervalos de confiança (barras) a um nível de 95%.

Figure 2: Average percentage of indicators: brachiaria coverage = (A); litter cover = (B) and canopy cover of native trees = (c) from the nine springs for baseline (LB, black circles) and for the fourth sample (QA, gray squares) in the different recovery methods (ie, Nucleation, Abandonment and Driving). Confidence intervals (bars) at a 95% level are also shown.

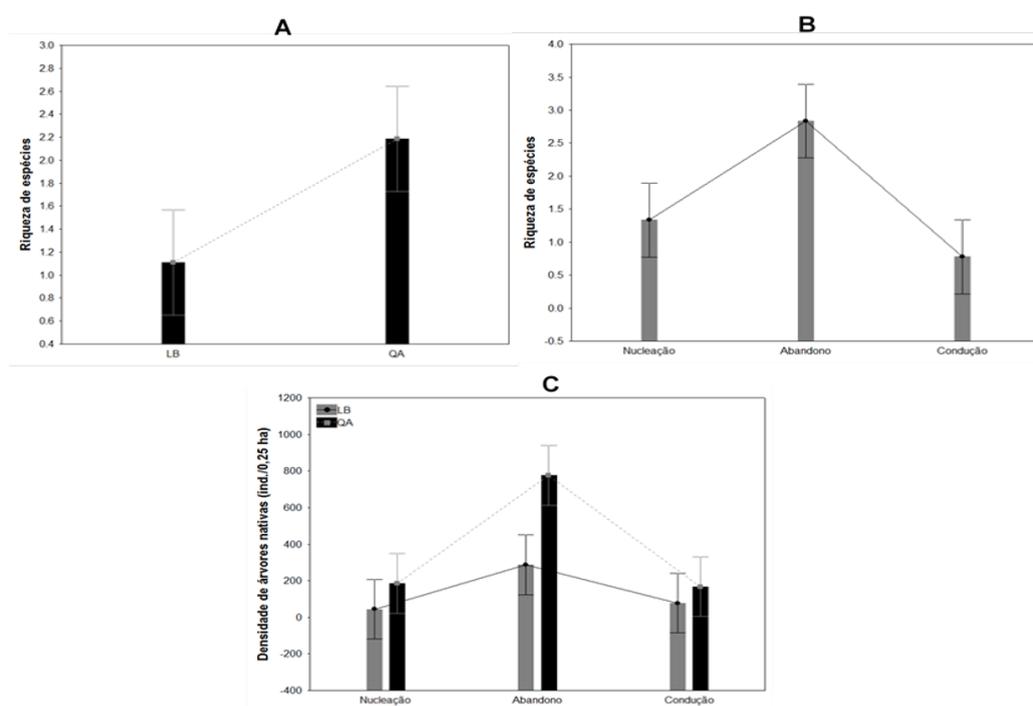


Figura 3: Médias dos valores de riqueza = (A), médias dos valores de riqueza de espécies nos diferentes métodos de recuperação (i.e., Nucleação, Abandono e Condução) = (B) e médias dos valores número de indivíduos de árvores nativas (ind./0,25 ha) das nove nascentes para linha de base (LB) e para o quarto ano (QA). Também são apresentados os intervalos de confiança (barras) a um nível de 95%.

Figure 3: Averages of richness values = (A), averages of species richness values in different recovery methods (ie, Nucleation, Abandonment and Driving) = (B) and averages of values number of individuals of native trees (ind./0.25 ha) of the nine springs for baseline (LB) and for the fourth year (QA). Confidence intervals (bars) at a 95% level are also shown.

Tabela 1: Tabela 1: Quantificação das classes de uso e ocupação da terra, para as quatro paisagens, onde estão inseridas as 9 nascentes de estudo. Onde Paisagem A (Nascentes 1, 2 e 3); Paisagem B (Nascente 4); Paisagem C (Nascente 5); Paisagem D (Nascentes 6, 7, 8 e 9).

Table 1: Quantification of the classes of land use and occupation, for the four landscapes, where the 9 springs of study are inserted. Where Landscape A (Springs 1, 2 and 3); Landscape B (East 4); Landscape C (East 5); Landscape D (Springs 6, 7, 8 and 9).

Categorias	Paisagem A		Paisagem B		Paisagem C		Paisagem D	
	Área (ha)	Área (%)						
Floresta	465	37.1	421	33.5	415	33.1	384	30.6
Cabruca	333	26.5	437	34.8	498	39.7	499	39.8
Agricultura	123	9.8	34	2.7	46	3.7	58	4.6
Pasto	334	26.6	317	25.3	282	22.5	242	19.3
Urbanização	0	0	34	2.7	0	0	66	5.3
Área Alagada	0	0	12	1	14	1.1	6	0.5

Tabela 2: Valores de F e dos níveis de significância (p) resultantes da Análise de Variância, ANOVA, bi-fatorial. As variáveis respostas foram as seis variáveis coletadas nas nove nascentes. As duas variáveis categóricas (i.e., os dois fatores) foram: i) os três métodos utilizados para a restauração ecológica das nove nascentes (i.e., nucleação, abandono e condução) (Método); e ii) o tempo gasto para as coletas desde a linha de base (LB) até a quarta medida aos 24 meses (QA) após o início do processo de restauração (Tempo). As variáveis com diferenças significativas ($p < 0,05$) estão destacadas em negrito.

Table 2. Values of F and levels of significance (p) resulting from the Analysis of Variance, ANOVA, two-factorial. The response variables were the six variables collected from the nine springs. The two categorical variables (i.e., the two factors) were: i) the three methods used for the ecological restoration of the nine springs (i.e., nucleation, abandonment and driving) (Method); and ii) the time taken for collections from the baseline (LB) to the fourth measurement at 24 months (QA) after the start of the restoration process (Time). Variables with significant differences ($p < 0.05$) are highlighted in bold.

Variável resposta	F			p		
	Método	Tempo	Interação	Método	Tempo	Interação
Porcentagem de solo nu	3,162	1,096	2,299	0,510	0,300	0,111
Porcentagem de árvores nativas	7,880	30,440	3,730	0,001	0,000	0,031
Porcentagem de braquiária	12,510	39,460	3,420	0,000	0,000	0,041
Porcentagem de cobertura de serapilheira	8,220	19,800	4,570	0,001	0,000	0,015
Riqueza de espécies	14,560	11,140	1,760	0,000	0,002	0,183
Densidade de árvores nativas (0,25 ha)	17,220	13,080	3,590	0,000	0,001	0,035

Considerações Finais

O atual cenário encontrado nas nascentes avaliadas na bacia do Rio Oricó apresenta-se de forma similares inicialmente. As áreas eram utilizadas predominantemente para a pecuária e pastoreio de equinos, o que contribui para a formação de paisagens com pastagens degradadas e improdutivas, devido ao uso inapropriado da terra e as formas inadequadas de tratar o solo.

Em relação a paisagem nosso estudo não encontrou diferenças significativas entre elas, ou seja, as áreas alvo apresentaram semelhanças na paisagem circundante, mostrando que os tratamentos nas áreas não receberam influência da paisagem diferenciada, reforçando a eficácia da restauração passiva.

Mesmo em um período relativamente curto de cerca de dois anos, as áreas aqui estudadas, apresentaram mudanças positivas perante os indicadores, principalmente em relação a cobertura do solo, apresentando alterações em todas as variáveis como esperado, sendo mais marcante no tratamento restauração passiva, ou abandono.

Estudos afirmam que a presença de gramíneas invasoras pode influenciar diretamente na trajetória da regeneração natural, por afetar a riqueza e a densidade das espécies regenerantes, no entanto, os tratamentos que sofreram intervenções apresentam maiores quantidades de gramíneas invasoras. No que diz respeito a regeneração natural, sua trajetória é fortemente influenciada pelas formas variadas de intervenções, evidenciado pelos resultados diferenciados encontrados nos tratamentos.

Observamos que o método de restauração e a idade são fatores que podem afetar o processo inicial de restauração ecológica. Para a região do estudo podemos inferir que a técnica de restauração passiva (abandono) se apresenta de forma mais eficaz por expressar maior nível de regeneração, além de fácil implementação os custos são mais baixos.

Contudo a restauração ecológica de áreas de pastagem, o processo de restauração depende de vários fatores, como dos efeitos gerados pelas técnicas adotadas, a idade e associado ainda a fatores a nível de paisagem, pois cada técnica possui suas especificidades tanto em práticas, investimento, intervenções e resposta diferenciadas em relação a regeneração natural.

Anexo

Normas da Revista - (scientia forestalis)

Forma de apresentação.

1. Serão aceitos textos apenas em formatos compatíveis ao Microsoft Word
2. O texto deve conter no máximo 25 páginas numeradas, escritas em espaço duplo lauda em papel tamanho carta, utilizando a fonte Arial tamanho 12 pontos;
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 no final do texto, com as legendas em português e inglês e a sua localização aproximada 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 Microsoft Excel ou no formato de fotos, conforme comentado no item anterior;
7. As tabelas devem estar digitadas e 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 da ABNT NBR6023:2002 e NBR 10520:2002
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 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 e discussão;
7. Conclusão
8. Referências bibliográficas

Artigos

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