



**UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE  
ESCOLA DE ENGENHARIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA E MEIO AMBIENTE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO LATO SENSU RESIDÊNCIA EM  
PRÁTICAS AGRÍCOLAS, ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL**

**ANTONIO GABRIEL BENTO PINTO COELHO**

**APLICABILIDADE DA NUCLEAÇÃO FLORESTAL COMO FERRAMENTA  
DE RECOMPOSIÇÃO DA VEGETAÇÃO NATIVA E REGULARIZAÇÃO  
AMBIENTAL NO TERRITÓRIO DA MATA ATLÂNTICA**

Niterói - RJ  
2022

ANTONIO GABRIEL BENTO PINTO COELHO

**APLICABILIDADE DA NUCLEAÇÃO FLORESTAL COMO FERRAMENTA  
DE RECOMPOSIÇÃO DA VEGETAÇÃO NATIVA E REGULARIZAÇÃO  
AMBIENTAL NO TERRITÓRIO DA MATA ATLÂNTICA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Pós-graduação Lato Sensu Curso de Residência em Práticas Agrícolas, Assistência Técnica e Extensão Rural, da Universidade Federal Fluminense, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Práticas Agrícolas, Assistência Técnica e Extensão Rural.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Abranches Felix Cardoso Júnior

Niterói - RJ  
2022

Ficha catalográfica automática -

C672a Coelho, Antonio Gabriel Bento Pinto  
Aplicabilidade da nucleação florestal como ferramenta de  
recomposição da vegetação nativa e regularização  
ambiental no território da Mata Atlântica / Antonio GabrielBento  
Pinto Coelho. - 2022.  
28 f.: il.

Orientador: Ricardo Abranches Felix Cardoso Júnior. Monografia  
(residência)-Universidade Federal Fluminense,  
Escola de Engenharia, Niterói, 2022.

1. Reflorestamento. 2. Biodiversidade. 3. Produção intelectual. I.  
Cardoso Júnior, Ricardo Abranches Felix, orientador. II.  
Universidade Federal Fluminense. Escola deEngenharia. III. Título.

CDD - XXX

SDC/BEE Gerada com  
informações fornecidas pelo autor  
Bibliotecário responsável: Debora do Nascimento - CRB7/6368

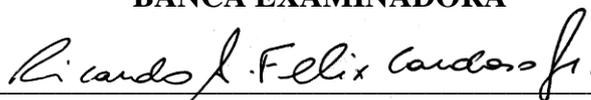
ANTONIO GABRIEL BENTO PINTO COELHO

**APLICABILIDADE DA NUCLEAÇÃO FLORESTAL COMO FERRAMENTA  
DE RECOMPOSIÇÃO DA VEGETAÇÃO NATIVA E REGULARIZAÇÃO  
AMBIENTAL NO TERRITÓRIO DA MATA ATLÂNTICA**

Trabalho de conclusão de curso  
apresentado ao Curso de Pós-graduação  
Lato Sensu Curso de Residência em  
Práticas Agrícolas e Assistência Técnica e  
Extensão Rural, da Universidade Federal  
Fluminense, como requisito parcial à  
obtenção do título de Especialista em  
Práticas Agrícolas, Assistência Técnica e  
Extensão Rural

Aprovado em 14 de novembro 2022.

**BANCA EXAMINADORA**



---

Profº. Dr. Ricardo Abranches Felix Cardoso Júnior (orientador)  
UFF – Universidade Federal Fluminense

Documento assinado digitalmente  
 FLAVIO CASTRO DA SILVA  
Data: 17/11/2022 10:30:39-0300  
Verifique em <https://verificador.itl.br>

---

Profº. Dr. Flávio Castro da Silva  
UFF – Universidade Federal Fluminense

Documento assinado digitalmente  
 LEONARDO DA SILVA HAMACHER  
Data: 17/11/2022 12:55:11-0300  
Verifique em <https://verificador.itl.br>

---

Profº. Dr. Leonardo da Silva Hamacher  
UFF – Universidade Federal Fluminense

Niterói, RJ  
2022

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a toda comunidade planetária, em especial a minha família, amigos e orientador por todo apoio.

Agradeço a bolsa gentilmente cedida pelo MAPA. “TERMO DE EXECUÇÃO DESCENTRALIZADA Nº25/2018, DE 2018 – MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA – Unidade responsável pelo acompanhamento da execução do objeto do TED: Secretaria de Agricultura Familiar e Cooperativismo – SAF/MAPA”.

## RESUMO

As atividades humanas estão desde muito tempo atreladas a modificação da paisagem, seja para torná-la mais habitável ou para extrair recursos naturais. Ao longo dos séculos houve um aumento exponencial da população humana e sua aglomeração nos centros urbanos, esse advento demandou ainda mais recursos naturais. No Brasil, grandes áreas foram desmatadas para o desenvolvimento das atividades agropecuárias e de ocupação urbana, principalmente no litoral do país onde ocorre o bioma Mata Atlântica. Recentemente o Código Florestal ditou regras que protegem áreas de maior fragilidade e relevância para a manutenção da biodiversidade e recursos hídricos. O presente trabalho explorou a aplicabilidade das técnicas de nucleação florestal para recomposição da mata nativa e para a regularização ambiental do pequeno produtor rural, utilizando a Análise de SWOT.

**Palavras-chave:** irradiação de biodiversidade, reflorestamento, código florestal, Análise de SWOT.

## **ABSTRACT**

Human activities have long been linked to modifying the landscape, either to make it more habitable or to extract natural resources. Over the centuries there has been an exponential increase in the human population and its agglomeration in urban centers, this advent has demanded even more natural resources. In Brazil, large areas have been deforested for the development of agricultural activities and urban occupation, mainly on the coast of the country where the Atlantic Forest biome occurs. Recently, the Forest Code dictated rules that protect areas of greater fragility and relevance for the maintenance of biodiversity and water resources. The present work explored the applicability of forest nucleation techniques for the recomposition of native forest and for the environmental regularization of the small rural producer, using the SWOT Analysis.

**Keywords:** biodiversity irradiation, reforestation, forest code, SWOT Analysis.

## **LISTA DE FIGURAS**

- Figura 1 - Riqueza de espécies em um estágio inicial de sucessão ecológica. 15
- Figura 2 - Poleiros artificiais confeccionados com varas de eucaliptos. 16

## **LISTA DE QUADROS**

|  |    |
|--|----|
| Quadro 1 - Análise de SWOT                                 | 21 |
| Quadro 2 - Linhas de créditos destinadas ao produtor rural | 23 |

## SUMÁRIO

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| <b>1 INTRODUÇÃO</b>                 | 11 |
| <b>2 OBJETIVOS</b>                  | 13 |
| <b>2.1 Objetivo Geral</b>           | 13 |
| <b>2.2 Objetivos específicos</b>    | 13 |
| <b>3 REVISÃO DE LITERATURA</b>      | 14 |
| <b>4 MATERIAL E MÉTODOS</b>         | 21 |
| <b>5 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>    | 21 |
| <b>6 CONCLUSÃO</b>                  | 27 |
| <b>7.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> | 28 |

## 1.INTRODUÇÃO

Ao longo do tempo o bioma da Mata Atlântica vem sofrendo ininterruptas supressões (DEAN, 1996 *apud* SOUZA, 2004 p.267). Com a chegada dos europeus houve o início da extração de madeira, tendo continuidade com o ciclo da cana de açúcar, o aumento populacional das cidades próximas no litoral (NEPOMOCENO; CARNIATTO, 2022). De acordo com o IBGE (2010), cerca de 70% da população brasileira reside em território de ocorrência do bioma Atlântico, favorecendo o processo de desmatamento do mesmo (DEUTSCH, 2017).

Vale lembrar que a história ambiental aponta que:

A Mata Atlântica, tal como a conhecemos hoje, evidencia, em sua composição, estrutura e funcionalidade, a resultante dialética da presença de seres humanos, e não da sua ausência. As marcas da presença humana na paisagem florestal podem ser de naturezas diversas, tanto materiais como imateriais (OLIVEIRA, 2007).

Fato ainda intrigante é a espantosa diversidade do bioma Atlântico, que alberga cerca de 19.355 espécies de fungos e vegetais, sendo 39,5% desse total, são endêmicos do bioma (FORZZA *et al.*, 2012) além de abrigar algo em torno de 125 milhões de brasileiros (REZENDE *et al.*, 2018). Seu grande endemismo pode estar ligado a grande amplitude latitudinal, se expandindo do Rio Grande do Norte ao Rio Grande do Sul (GALINDO, CÂMARA, 2005), abarcando 27 graus, diferindo-se das demais florestas tropicais.

A grande diversidade do bioma Atlântico está atrelada a uma especificidade de mesma monta. O entrelaçamento estabelecido pelas relações entre os organismos pode ser duramente afetado quando o ambiente é fragmentado. A fragmentação dos territórios induz à ocorrência de um fenômeno chamado efeito de borda. O efeito de borda consiste na discrepância de diversidade de espécies, temperatura e umidade e luminosidade entre a borda do fragmento e o seu centro (VOLTOLINI; MENDONÇA, 2019).

Segundo BRANCALION *et al.*, 2010, mais de 80% dos fragmentos da Mata Atlântica possuem menos de 50 hectares. E observado que quanto menores forem os fragmentos maior será a razão borda/área e maiores serão os efeitos deletérios nos fragmentos diminutos.

Em contraponto as nuances ecológicas, podemos observar o uso do solo para a produção agrícola. Sendo este causador de grande parte das fragmentações supracitadas. O produtor ou possuidor da terra, que antes fora causador do problema, hoje tem o dever

e a oportunidade de contribuir para a recomposição das matas nativas através da regularização ambiental da propriedade agrícola.

Através de suas disposições gerais a Lei de Proteção da Vegetação Nativa, Lei 12651/12 (Código Florestal Brasileiro) atribui o dever ao produtor ou possuidor da terra de recompor e preservar a vegetação nativa da Área de Preservação Permanente (APP) e Reserva Legal (RL) (BRASIL, 2012a). A legislação estabelece que APP's representam margem de rios, nascentes ou áreas com inclinação acima de 45°.

Com a finalidade de monitorar o processo de adequação ambiental dos produtores rurais a nova legislação foi criado o Cadastro Ambiental Rural (CAR). A ferramenta acompanha o desempenho das propriedades rurais, no que tange a legislação ambiental brasileira e auxilia no planejamento ambiental e econômico no campo. Com a adesão ao cadastro, o proprietário ou possuidor da terra subsidia o poder público com dados para o monitoramento de territórios destinados a APP, RL área de uso restrito (AUR) e área consolidada (LAUDARES et al., 2014).

Ao aderir ao CAR, o proprietário ou possuidor da terra poderá participar do Programa de Regularização Ambiental (PRA), caso haja algum passivo. Assim sendo, após serem estabelecidos os passivos e a forma que os mesmos serão compensados no Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural (SICAR), o responsável usufruirá de prazo para executar um projeto de recuperação dos passivos.

O modelo de reflorestamento mais utilizado atualmente tem sido plantio convencional também chamado de plantio em linhas. Esse método consiste no plantio de mudas de espécies arbóreas nativas com semelhante grau de desenvolvimento, em linha, ocupando toda a área.

O cultivo convencional homogeneiza a plantação e permite recobrir grandes áreas, facilita o manejo e permite o consórcio com outras culturas. Entretanto, devem ser estudadas quais espécies conseguem se propagar na área, deixando brecha para que o próprio ecossistema contribua com as espécies adaptadas ao meio. Evitando a construção de um bosque com uma diversidade determinística, com baixos níveis de regeneração natural (BECHARA, 2010).

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

O presente trabalho pretende realizar uma análise da nucleação como proposta viável para recomposição florestal em pequenas propriedades rurais. Acreditando que seu compêndio de métodos, a torna menos dispendiosa e capaz de contribuir para o incremento da biodiversidade na área.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Nucleação Florestal e sua Aplicação
- Marcos Legais que Apoiam a Nucleação Florestal
- Análise de Viabilidade da Nucleação Florestal

### 3.REFERENCIAL TEÓRICO OU REVISÃO DE LITERATURA

#### **Nucleação Florestal e sua Aplicação**

A restauração por plantio de mudas em linha é o método mais comum de reflorestamento no Brasil, sendo a principal vantagem a garantia da densidade de plantio, com altas taxas de sobrevivência das mudas. Seu espaçamento regular facilita os tratamentos silviculturais e possíveis manejos e usos da área.

Quando realizado em área total com espaçamento pré-definido, entretanto, pode ser realizado um sistema de enriquecimento de espécies ou nucleação, formando ilhas de vegetação visando acelerar o processo de regeneração (BOTELHO; DAVIDE, 2002).

Na atualidade a fusão de antigas práticas com recentes tecnologias, vêm trazendo bons resultados no campo da recuperação e expansão de ambientes florestais, como a formação de núcleos de irradiação de diversidade.

Os núcleos de biodiversidade ou Núcleos de Anderson, foram relatados inicialmente por YARRANTON; MORRISON (1974), ao observarem a dinâmica de sucessão primária na Dunas de Grand Brend em Ontário no Canadá. Nesse ambiente surgiu a espécie pioneira *Juniperus virginiana*, que ao longo do tempo conseguiu acumular matéria orgânica suficiente a ponto de proporcionar condições para o estabelecimento de outras espécies.

A técnica da nucleação consiste no plantio de núcleos de espécies nativas, espaçados, recobrando de 30 a 40% da área de interesse. Esses núcleos formarão um microclima propício para o desenvolvimento de espécies efêmeras e para a atração de animais. Estabelecendo uma ocupação heterogênea em diferentes extratos, caminhando para uma sucessão ecológica (REIS *et al.*, 2014).

Sendo essa forma de recomposição em parte ativa (pela inserção componente nativo, manejo do núcleo e quando necessário um cercamento) e em outra parte passiva (pois muitas plantas espontâneas não são removidas) o seu custo de implantação e manutenção se torna menor em relação ao plantio convencional, além de proporcionar uma maior regeneração natural da área (TRENTIN, 2018a). Nessa técnica são priorizadas espécies chave, que facilitem o reestabelecimento dos processos ecológicos.

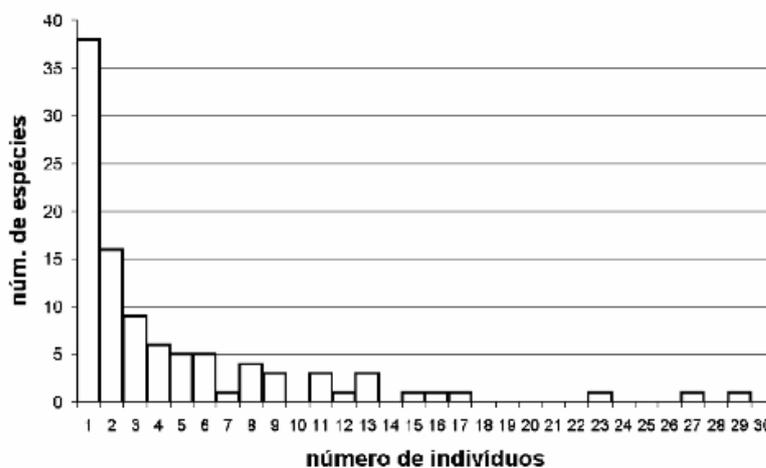
As espécies chave pioneiras são vegetais de rápido crescimento que conseguem competir com as plantas indesejadas proporcionando sombra, fornecendo melhorias na fertilidade do solo através do acúmulo de matéria orgânica, atraindo animais e

aumentando a diversidade no núcleo (SILVA *et al.*, 2019), favorecendo a irradiação da mesma, facilitando ao estabelecimento das espécies secundárias e clímax, que necessitam de um ambiente e um período de tempo diferenciado para se desenvolverem (TRENTIN, 2018b).

Alguns autores utilizam uma elevada diversidade de espécies desde o início da intervenção no ambiente, com valores em torno de 60% de espécies pioneiras (TORRES, 2011). Uma baixa quantidade de espécies pioneiras na fase inicial de sucessão ecológica, pode dificultar a supressão do capim pelo sombreamento e não proporcionando o ambiente ideal para o desenvolvimento das espécies secundárias.

Como é possível observar na Figura 2, GOMES (2006) nos mostra que uma maior densidade inicial proporciona uma reserva para uma possível mortalidade futura, pois muitas das espécies pioneiras não são longevas.

**Figura 1.** Riqueza de espécies em um estágio inicial de sucessão ecológica.



**Fonte:** GOMES (2006).

Não é observado uma regra entre os autores, no que tange a densidade do plantio dentro do núcleo, assim como o espaçamento entre núcleos da área de interesse. FONSECA; SAROBA; THOME (2016), seguiram uma linha de raciocínio onde os núcleos ocupariam até 5% da área.

Utilizando um espaçamento entre plantas de 0,5 m e 20 m entre núcleos, com 12 plantas por núcleo, foi obtido uma taxa de sobrevivência de 70% das mudas plantadas em um período de monitoramento de 10 meses após o plantio.

SILVA *et al.* (2019), optou em seu trabalho por um espaçamento maior, com 1m entre plantas e menor entre núcleos, com 7 m. Obtendo uma taxa de sobrevivência de 94,67% após 24 meses de monitoramento.

O manejo do coroamento das mudas realizado pelos últimos autores pode ter influenciado positivamente na taxa de sobrevivência das mudas plantadas no núcleo, entretanto, junto com a supressão das gramíneas indesejadas, pode ter ocorrido a supressão de plantas espontâneas que viessem a incrementar a diversidade da área. Um outro fator que pode influenciar de maneira direta na abundância e diversidade de espécies e o tamanho do núcleo (CHEUNG *et al.*, 2010 e COUTINHO *et al.*, 2019), acelerando o recobrimento total da área e o reestabelecimento dos processos naturais.

Outra prática utilizada é a introdução de espécies zoocóricas associadas a poleiros artificiais podem atuar como foco de recrutamento para aves frugívoras, favorecendo a regeneração da floresta (TROLLIET *et al.*, 2017), além de aumentar a diversidade das espécies (MARTINS *et al.*, 2020).

Em seu estudo VENZKE *et al.*, (2014), encontrou grande participação da síndrome zoocórica, tanto na área de desenvolvimento primário como na de desenvolvimento secundário. Segundo BUDKLE *et al.*, (2005), a ocorrência de zoocoria é comum em formações vegetacionais próximas a corpos d'água, como matas ciliares, já que esse ambiente facilita a provisão de água e alimentos.

**Figura 2.** Poleiros artificiais confeccionados com varas de eucaliptos.



**Fonte:** TRENTIN, 2018b.

Outro valioso núcleo de irradiação de biodiversidade são os poleiros artificiais, como é possível observar na Figura 3. Essa técnica consiste no empilhamento de madeiras, galhos de árvores, bambus ou até mesmo árvores secas para servirem de abrigos para as aves, presas, predadores organismos decompositores. Favorecendo dessa maneira a conexão entre diversos níveis tróficos (REIS *et al.*, 2014).

Em experimento desenvolvido em casa de vegetação, RODRIGUES *et al.*, (2010), verificou a grande possibilidade do uso da transposição serrapilheira e solo superficial como ferramenta de recuperação de áreas degradadas por possuir em seu banco de sementes espécies tanto espécies herbáceas como arbustivas, em sua grande parte pioneiras.

Segundo (REIS *et al.*, 2007), os benefícios da transposição de solo vão além do favorecimento da colonização da área por espécies vegetais. A comunidade de micro organismos como fungos e bactérias benéficos para as plantas, também contribuem para a sucessão edáfica.

### **Marcos Legais que Apoiam a Nucleação**

Buscando contribuir com o monitoramento das diretrizes descritas no Código Florestal, um dos instrumentos criados pela referida lei é o Sistema de Cadastro Ambiental Rural (SICAR), que visa constituir uma base dados estratégica para o controle, monitoramento e o combate ao desmatamento das florestas e demais formas de vegetação nativa do Brasil (LUADES; SILVA; BORGES, 2014).

O CAR é um registo eletrônico obrigatório que pode ser realizado através do Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural (SICAR). O Decreto 7.830/2012, Art. 2º, II, define o CAR como:

Registro eletrônico de abrangência nacional junto ao órgão ambiental competente, no âmbito do Sistema Nacional de Informação sobre Meio Ambiente – SINIMA, obrigatório para todos os imóveis rurais, com a finalidade de integrar as informações ambientais das propriedades e posses rurais, compondo base de dados para controle, monitoramento, planejamento ambiental e econômico e combate ao desmatamento (BRASIL, 2012b).

O cadastro da propriedade no SICAR pode ser feito pelo proprietário ou possuidor do imóvel, desde que o mesmo possua alguns conhecimentos ambientais, de informática e topografia. Dessa forma, muitos proprietários contratam uma pessoa cadastrante para realizar o serviço. Para realizar o cadastro, é preciso georreferenciar o perímetro da propriedade e inserir no sistema. É necessário também localizar a área de Reserva Legal,

a Área de Preservação Permanente e a área consolidada, que corresponde as benfeitorias da propriedade (PASSOS, 2016).

A Regularização da propriedade rural deve ser feita com a delimitação, conservação ou recomposição das áreas de APP e RL com vegetação nativa de acordo com o bioma que a propriedade esteja inserida. No bioma da Mata Atlântica é estipulado que a reserva legal ocupe 20% da propriedade (BRASIL, 2012a).

Segundo o Decreto 7830/12, Capítulo III, Art. 16

As atividades contidas nos Projetos de Recomposição de Áreas Degradadas e Alteradas deverão ser concluídas de acordo com o cronograma previsto no Termo de Compromisso. § 1º A recomposição da Reserva Legal de que trata o Art. 66 da Lei nº 12651 de 2012, deverá atender os critérios estipulados pelo órgão competente do SISNAMA e ser concluída em até vinte anos, abrangendo, a cada dois anos, no mínimo um décimo da área total necessária à sua complementação. (BRASIL, 2012c).

O proprietário ou possuidor do imóvel rural que optar por não aderir ao CAR, ficará sujeito a sanções como multa diária até a regularização do cadastro, restrições de direitos como o impedimento da venda de produtos oriundos da propriedade. Impedimento da venda, transferência, desmembramento, doação ou unificação da propriedade. E também ocorrerá o impedimento do acesso ao crédito agrícola.

Como benefício a pessoa ou empresa proprietária ou possuidora do imóvel, poderá ter acesso a linhas de créditos especiais com juros mais baixos. Também podem ocorrer a regularização de infrações cometidas antes de 22 de julho de 2008, caso o seja aderido o PRA.

O PRA é o conjunto de atividades a serem desenvolvidas pelo proprietário ou possuidor do imóvel, para sanar os passivos ambientais existentes. Vale ressaltar que no atual momento câmara prorrogou o prazo de adesão ao PRA para 01/01/2024.

Reflorestamentos são empreendimentos que demandam planejamento, licenças, mão-de obra, equipamentos, e conhecimentos técnicos. Entretanto, para colocá-los em prática, são necessários investimentos para a adequação ambiental de imóveis rurais aderentes ao PRA.

Mesmo existindo linhas de créditos a juros baixos, produtores rurais enfrentam desafios para acessá-las como, obtenção de assistência técnica, cumprimento da legislação ambiental, cumprimento das exigências fundiárias, separação da documentação necessária, dentre outros (LOPES et al., 2016).

Uma alternativa para levantar recursos que possam ser empregados em projetos de reflorestamentos seria Pagamentos por Serviços Ambientais (PSA). Em alguns estados como São Paulo, disponibilizam uma contribuição financeira a um produtor rural que viabilize a provisão e manutenção de algum serviço ambiental como o abastecimento de água a jusante, sequestro de carbono e manutenção da biodiversidade (FOLETO; LEITE, 2011).

BRASIL (2007) disserta em seu Artigo 1º que:

Consideram-se serviços ambientais, aqueles que se apresentam como fluxos de matéria, energia e informação de estoque de capital natural, que combinados com serviços do capital construído e humano produzem benefícios aos seres humanos (...).

Pode ser tomado como exemplo, o projeto desenvolvido no município de Extrema em Minas Gerais. Nele os produtores recebem a contribuição através do Programa Conservador das Águas. A contribuição financeira repassada aos beneficiários foi baseada no custo de oportunidade da atividade base da região, o arrendamento de pastagens (JARDIM; BURSZTYN, 2015).

Tendo em vista que a restrição financeira se impõe como uma questão impeditiva para que pequenos produtores consigam reflorestar suas áreas de APP e RL, a nucleação florestal pode colaborar para a regularização ambiental desse público alvo, já que apresenta custos inferiores aos do plantio convencional.

Devido aos bons resultados já obtidos a SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DE SÃO PAULO, 2007, respalda a nucleação florestal em sua resolução Nº 8/07, art. 5º:

(...)a recuperação florestal exige diversidade elevada, compatível com o tipo de vegetação nativa ocorrente no local, a qual poderá ser obtida através do plantio de mudas e/ou de outras técnicas, tais como nucleação, semeadura direta, indução e/ou condução da regeneração natural.

### **Análise de viabilidade da nucleação florestal**

Existem diversos indicadores que podem auxiliar na tomada de decisão sobre a viabilidade de um empreendimento como o Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Mínima de Atratividade (TMA), Taxa Interna de Retorno (TIR). Entretanto quanto se trata da intenção de realizar um reflorestamento através das técnicas de nucleação florestal, não se espera um retorno financeiro direto, mas sim ganhos ecossistêmicos e regularização ambiental.

Dessa maneira, será utilizada a Matriz SWOT, a luz dos dados obtidos através da revisão bibliográfica realizada, para apontar os pontos fortes e fracos da utilização da nucleação florestal para recomposição de mata nativa.

#### 4. MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo possui o intuito de analisar a aplicabilidade da nucleação florestal como ferramenta de recomposição da Mata Atlântica nativa e regularização ambiental. Abordando perspectivas técnicas, legislativas, financeiras e de gestão.

A sistematização das informações deste trabalho abarcou a legislação atual, artigos de revistas científica, teses, dissertações, monografias e boletins técnicos obtidos pela internet, referentes ao período de 1974 até 2022, que serviram como base para a estruturação teórica.

Com a finalidade de analisar a aplicabilidade e restrições da nucleação florestal baseada na revisão bibliográfica foi utilizada a matriz de SWOT, ferramenta muito utilizada para a formulação de estratégias e tomadas de decisão.

A Análise de SWOT possibilita a avaliação de variáveis qualitativas. Possui um potencial de geração de resultados alinhados estrategicamente a variáveis reais do mercado ou do objeto para o qual se designa.

#### 5.RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para traçar estratégias é necessário um diagnóstico do objeto de planejamento, analisando as forças, oportunidades, fraquezas e ameaças (WRIGHT *et al.*, 2000 *apud* AQUINO *et al.*, 2020). Assim a utilização da Matriz SWOT pode ajudar mapeando fatores do ambiente interno, como forças e fraquezas e do ambiente externo como oportunidades e ameaças.

**Quadro 1.** Análise de SWOT.

| Forças   | Fraquezas  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Baixo investimento inicial em relação ao plantio convencional</li> <li>Respaldo da Lei 12651/12</li> <li>Financiamentos com juros baixos</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Áreas com baixa resiliência</li> </ul>                                |
| Oportunidades  | Ameaças  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Promove uma diversidade não determinística</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>O uso de apenas uma técnica de nucleação não é recomendado</li> </ul> |

## Forças

As técnicas de nucleação florestal possuem um custo reduzido em relação ao plantio convencional (FONSECA; SAROBA; THOME, 2016). Em seu trabalho, TRENTIN (2018) obteve custos 26% menores utilizando as técnicas de a nucleação florestal, quando comparadas ao reflorestamento em área total. Essa diferença poderia ser ainda maior, entretanto a autora optou por utilizar técnicas e insumos que elevaram o custo de implantação do sistema, como a aquisição de esteios de madeira para a confecção dos poleiros artificiais e abrigos, a utilização de adubação química, a mecanização do solo e a aquisição de sementes e seu beneficiamento de sementes para a realização da chuva de sementes.

MIURA et al. (2021), também comparando as técnicas observou um custo 43% menor comparando a implantação de núcleos de diversidade com o plantio em área inteira. Entende-se que em situações não experimentais onde se deseja empregar a nucleação florestal, suas técnicas devem ser adaptadas à realidade da propriedade, aproveitando os materiais disponíveis da propriedade e reduzindo custos.

A implementação das técnicas de nucleação, abrangem um espaço reduzido da área, requisitando menos mudas e menos insumos. As práticas de manejo como roçada seletiva, coroamento, adubação e controle de formigas são realizadas apenas dentro dos núcleos.

A nucleação florestal pode ser considerada uma técnica em parte ativa, devido a construção dos núcleos de biodiversidade e em parte passiva pela não intervenção no restante da área, permitindo que a biodiversidade da área se expresse.

Mesmo havendo tecnologias que possibilitem a recomposição de áreas com vegetação nativa, o pequeno produtor rural esbarra na questão financeira. Este é sem dúvida o seu maior entrave, já que haverá gastos para a recomposição (CARDOSO, 2011).

É possível constatar o respaldo da Lei 12651/12, que em sua Sessão III, versa sobre a recomposição da Reserva Legal.

Art. 66. O proprietário ou possuidor de imóvel rural que detinha, em 22 de julho de 2008, área de Reserva Legal em extensão inferior ao estabelecido no art. 12, poderá regularizar sua situação, independentemente da adesão ao PRA, adotando as seguintes alternativas, isolada ou conjuntamente:

I - recompor a Reserva Legal;

II - permitir a regeneração natural da vegetação na área de Reserva Legal (BRASIL, 2012c);

O artigo supracitado autentica a utilização da técnica passiva como alternativa viável de recomposição da vegetação nativa. Sendo esta partícipe da nucleação florestal, o artigo ajuda na formalização de projetos junto a instituições públicas e agências financiadoras.

O Código Florestal em seu Capítulo X, versa sobre o programa de incentivo à preservação e recuperação do meio ambiente. É possível observar no artigo 41, §1º:

III - utilização de fundos públicos para concessão de créditos reembolsáveis e não reembolsáveis destinados à compensação, recuperação ou recomposição das Áreas de Preservação Permanente, de Reserva Legal e de uso restrito cujo desmatamento seja anterior a 22 de julho de 2008 (BRASIL, 2012d).

No quadro 2 podemos observar algumas linhas de crédito rural que contemplam empreendimentos de reflorestamento.

**Quadro 2.** Linhas de créditos destinadas ao produtor rural.

| Linha de Crédito         | Limite<br>(R\$)       | Prazo para<br>pagamento<br>(anos) | Juros ao ano<br>(%) | Carência<br>(anos) |
|--------------------------|-----------------------|-----------------------------------|---------------------|--------------------|
| PRONAF ABC<br>+ Floresta | De 60 mil a<br>18 mil | De 20 a 12                        | 5                   | De 12 a 8          |
| FNE Verde                | ---                   | 12                                | ---                 | 12                 |
| PRONAF ECO               | 165 mil               | 5 a 16                            | 2,5 a 4,6           | ---                |

Fontes: BNDES, 2022; BNE, 2022.

O plano ABC (Agricultura de Baixo Carbono) do PRONAF (Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar) compõe linhas de crédito propostas a financiar determinados empreendimentos agropecuários que adotem práticas de redução de emissões de GEE (Gases do Efeito Estufa). Dentre elas, o PRONAF ABC + Floresta que abrange desde plantio de espécies exóticas madeireiras a regularização ambiental através de recomposição de APP e RL.

No período de 2013 a 2018 foi possível observar que a 0,3% dos recursos foram destinados para contratos de créditos para a regularização ambiental, contra 2,4% destinados a florestas plantadas para extração de madeira (SANTOS, 2019).

O FNE Verde foi criado com a finalidade de possibilitar o custeio e ou capital de giro associado a investimentos, aquisição de insumos, beneficiamento e comercialização de matérias primas, como a recuperação ambiental, controle e prevenção da poluição e da degradação ambiental e redução de gases do efeito estufa, dentre outros (LIMA, 2014).

Dentre suas múltiplas abordagens, o PRONAF ECO possui uma linha de crédito destinada à regularização ambiental e recomposição da reserva legal (BRASIL, 2017).

Durante os 5 anos que sua pesquisa abrangeu SANTOS (2019), constatou que apenas 5% dos recursos disponibilizados pelas linhas de crédito ABC foram utilizadas. LOPES (2016), relata sobre uma das grandes dificuldades de acesso as linhas de crédito agrícola é a falta de assistência técnica. Dessa forma pode se inferir que o acesso a

assistência técnica rural pode proporcionar melhores possibilidades de crédito para o produtor rural, trazendo melhorias econômicas, sociais e ambientais.

### **Fraquezas**

As técnicas da nucleação não são recomendadas para áreas que apresentem baixa resiliência. A capacidade de regeneração de um ambiente terrestre está diretamente ligada a interações edáficas. Para o desenvolvimento dessas relações, deve-se atentar para a capacidade de armazenamento de água no solo, teor de nutrientes disponíveis e acidez do solo, condutividade hidráulica, resistência a penetração das raízes e microrganismos.

Outro fator de grande importância que pode influenciar na resiliência de um ecossistema é a proximidade com fragmentos de mata nativa. Pois os primeiros passos uma regeneração passiva/nucleação acontece a partir do banco de sementes do solo, por vezes oriundos de fragmentos de matas próximos (ARONSON *et al.*, 2002 p.466 *apud* TRENTIN, 2015).

É possível entender que para transformar todos esses entraves relacionados a resiliência, seria mais adequado intervenções mais incisivas que possibilitem a aceleração dos processos ecológicos.

### **Oportunidades**

Os métodos de nucleação florestal (Núcleos de Anderson, poleiros artificiais, empilhamento de galharia, chuva de sementes etc.) trabalham com a diversidade de ferramentas (atração de animais dispersores de sementes, formação de um ecossistema estratificado com plantas herbáceas, arbustivas e arbóreas e com níveis tróficos), possibilitando que a biodiversidade se expresse através de mecanismos suportados pelo ambiente em questão. Os processos sucessionais estimulados para a regeneração do ecossistema deve ser o mais próximo dos ocorridos naturalmente, formando comunidades com biodiversidade que tendam ao equilíbrio e a uma rápida estabilização (REIS, *et al.*, 2003).

Avaliando os métodos de restauração passiva por nucleação e plantio em linha, TRENTIN (2015) observou que apesar do método do plantio em linha apresentar inicialmente uma maior diversidade em relação aos outros métodos, a trajetória sucessional pode ser afetada pela interferência do condutor da restauração.

A nucleação alcançou o mesmo resultado em diversidade do que o plantio em linha, entretanto com uma densidade mais elevada. Ocupando apenas 1/3 da área plantada, a nucleação cria a oportunidade para a regeneração natural aconteça.

A regeneração proporcionada pelos mecanismos de nucleação se mostra eficaz e sustentável por utilizar de “gatilhos ecológicos” que disparam a sucessão ecológica através dos níveis tróficos, ofertando os elementos básicos da vida, alimento, abrigo e reprodução (WILLIANS; MARTINEZ, 2000).

Os mecanismos de nucleação florestal promovem a regeneração dos ecossistemas florestais de maneira alinhada com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS's) da Agenda 2030.

- ODS 2 – Fome zero e agricultura sustentável

A recuperação de áreas degradadas de maneira sustentável e recomposição de ciclos ecossistêmicos é imprescindível para o desenvolvimento de uma agricultura sustentável. A nucleação pode favorecer o incremento de biodiversidade reestabelecendo cadeias de relações tróficas imitando processos naturais.

- ODS 6 – Água potável e saneamento

Recompondo áreas de mata como APP's, espera-se que ao longo do tempo haja um aumento na produção natural de água potável. Tendo em vista que a nucleação florestal manipula técnicas sustentáveis de manejo, não exigindo mais do que o ecossistema presente pode ofertar, cria possibilidades para que o mesmo se regenere.

- ODS 13 - Ação contra a mudança global do clima

As técnicas de nucleação florestal podem contribuir para a consecução desse ODS através da regeneração da vegetação nativa e seu consequente sequestro de carbono, mas também através de suas tecnologias sociais de baixo custo e pouca utilização de insumos, que tendem a gerar um saldo positivo de energia positivo no sistema.

- ODS 15 – Vida terrestre

A nucleação florestal pode ser um caminho para alcançar essa ODS, pois não se atem, somente a realizar a recomposição da mata nativa. Suas técnicas induzem a regeneração através da estruturação de ciclos ecológicos capazes de perdurar sem a intervenção antrópica.

### **Ameaças**

O uso de apenas uma técnica de nucleação não é recomendado, para que haja refúgio, alimento, condições ideais para a vida (BECHARA; SGARBI, 2010).

Áreas degradadas podem apresentar características que desfavoreçam a sua regeneração natural. Fatores como uma baixa diversidade de sementes no banco do solo e distância de um fragmento de mata podem dificultar o aparecimento de espécies

diferentes das que já ocorrem na área. A homogeneidade das espécies que recobrem a área degradada, além de restringirem a diversidade de animais que frequentam a área, ao longo do tempo podem proporcionar a redução da fertilidade do solo através da escassez de determinados nutrientes.

Por isso a combinação de métodos de nucleação florestal se faz tão importante. Através da transposição de solo e ou serrapilheira é possível aumentar a diversidade de sementes e microrganismos adaptados a região. Os abrigos, o empilhamento de galharia e os Núcleos de Anderson, proporcionam a criação de ambientes favoráveis para a vida, atraindo animais dispersores e irradiando biodiversidade.

Através dos resultados da Análise de SWOT é possível identificar há viabilidade no emprego das técnicas de nucleação florestal, podendo ser uma ótima alternativa para pequenos produtores rurais, devido ao seu custo reduzido em relação a métodos convencionais e ao reestabelecimentos do processos naturais do ecossistema de maneira gradual.

## **6.CONCLUSÕES**

O trabalho abordou o a nucleação florestal através dos fundamentos de suas práticas e os respaldos fornecidos pela legislação vigente, que embasam a sua aplicação.

Através da Análise de SWOT foi possível pontuar os entraves e perspectivas da aplicação da nucleação florestal, tomando como fonte de dados obtidos pela revisão bibliográfica realizada.

Para o melhor emprego das técnicas propostas pela nucleação florestal é recomendável a avaliação da área por um técnico. Embora a nucleação florestal não seja uma prática recente e que já tenha mostrado resultados positivos, faltam estudos na área. Mesmo assim a nucleação florestal se mostrou como uma boa possibilidade de regularização ambiental para o pequeno produtor rural devido ao relativo baixo custo de implantação e manutenção o incremento de biodiversidade.

## 7.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARENGA, A. P.; BOTELHO, S. A.; PEREIRA, I. M. Avaliação da regeneração natural na recomposição de matas ciliares em nascentes na região do sul de Minas Gerais. *CERNE*, v. 12, n. 4, p. 360–372, out. 2006.
- AQUINO, G. C. DE; et al. Análise de swot do setor florestal na região serrana do estado de Santa Catarina. *Natural Resources*, v. 10, n. 2, p. 68–75, 19 maio 2020.
- BECHARA, F. C.; SGARBI, A. Restauração Florestal: O uso de técnicas de nucleação em áreas dominadas por pastagens. Em: *Sistemas de Produção Agropecuária. Dois Vizinhos: UTFPR*, 2010. v. 1p. 202–218.
- BNDES. <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/produto/pronaf>. Acessado em: 06/11/2022.
- BNE. <https://www.bnb.gov.br/fne-verde>. Acessado em: 06/11/2022.
- BOTELHO, S. A.; DAVIDE, A. C. Métodos silviculturais para a recuperação de nascentes e recomposição de matas ciliares. 2002.
- BRANCALION, P. H. S. et al. Instrumentos legais podem contribuir para a restauração de florestas tropicais biodiversas. *Revista Árvore*, v. 34, n. 3, p. 455–470, 2010.
- BRASIL. Câmara dos Deputados. Projeto de Lei no 792-B, p. 1–140, 2007.
- BRASIL. Novo Código Florestal Brasileiro. p. 1–38, 2012a.
- BRASIL. Sistema de Cadastro Ambiental Rural. Decreto 7.830, 2012b.
- BRASIL. Sistema de Cadastro Ambiental Rural. Decreto 7.830, 2012c.
- BUDKLE, J. C. et al. Composição florística e estratégias de dispersão de espécies lenhosas em uma floresta ribeirinha, arroio Passo das Tropas, Santa Maria, RS, Brasil. *Iheringia Série Botânica*, v. 60, n. 1, p. 17–24, 2005.
- CARDOSO, L. V. ; Financiamento agroambiental no Brasil. 1. ed. São Paulo: ISA, 2011.
- CHEUNG, K. C.; LIEBSCH, D.; MARQUES, M. C. M. Forest recovery in newly abandoned pastures in southern Brazil: Implications for the Atlantic Rain forest resilience. *Natureza a Conservacao*, v. 8, n. 1, p. 66–70, 2010.
- COUTINHO, P. R. O. S. et al. Passive restoration of abandoned pastures from the nuclei of vegetation in the atlantic rainforest, Brazil. *Ciência Florestal*, v. 29, n. 3, p. 1307–1323, 2019.
- DEUTSCH, S. F. Avaliação de área urbana recoberta, total ou parcialmente pela Mata Atlântica. Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias. Anais. 2017.
- FOLETO, E. M.; LEITE, M. B. Perspectivas do pagamento por serviços ambientais e exemplos de caso no Brasil. *Revista de Estudos Ambientais*, v. 13, n. 1, p. 6–17, 2011.
- FONSECA, C. DA; SAROBA, C. C.; THOME, M. P. M. Recomposição florestal através do método de nucleação e poleiros naturais na recomposição de áreas degradadas: um estudo de caso. *Revista Interdisciplinar do Pensamento Científico*, v. 2, n. 1, p. 226–239, 18 out. 2016.
- FORZZA, R. C. et al. New brazilian floristic list highlights conservation challenges. *BioScience*, v. 62, n. 1, p. 39–45, 2012.
- GALINDO, CARLOS LEAL; CÂMARA, I. DE G. Mata Atlântica Biodiversidade, Ameaças e Perspectivas. Em: *BMC Public Health*. v. 5p. 1–467. 2005.
- GOMES, E. P. C. Florística e fitossociologia como ferramentas do processo de recuperação de áreas degradadas. Em: *Manual para recuperação de áreas degradadas do estado de São Paulo - Matas ciliares do interior paulista*. p. 70–75.
- IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico 2010. Obtido através do SIDRA – Banco de Dados Agregados. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/>. Acesso em 05/07/2022.

- JARDIM, M. H.; BURSZTYN, M. A.; Pagamento por serviços ambientais na gestão de recursos hídricos: o caso de Extrema (MG). *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 20, n. 3, p. 353–360, 1 jul. 2015.
- LEAL, M. S.; TONELLO, K. C.; DIAS, H. C. T. Caracterização hidromineral de nascentes. *Revista Ambiente & Água*, v. 9, n. 3, p. 445–458, out. 2017.
- LOPES, D.; LOWERY, S.; PEROBA, T. L. C.; Crédito rural no Brasil: desafios e oportunidades para a promoção da agropecuária sustentável. *Revista do BNDES*, v. 45, p. 155–196, 2016.
- LAUDARES, S. S. DE; SILVA, K. G. DA.; BORGES, L. A. C. Cadastro Ambiental Rural: uma análise da nova ferramenta para regularização ambiental no Brasil. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, v. 31, p. 111–122, out. 2014.
- LIMA, P. DE S.; Desenvolvimento sustentável: análise do FNE verde no nordeste brasileiro. Monografia—Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2014.
- LOPES, D.; LOWERY, S.; PEROBA, T. L. C.; Crédito rural no Brasil: desafios e oportunidades para a promoção da agropecuária sustentável. *Revista do BNDES*, v. 45, p. 155–196, 2016.
- REIS, A.; TRES, D. R.; SCARIOT, E. C. Restauração na Floresta Ombrófila Mista através da sucessão natural. *Pesquisa Florestal Brasileira*, n. 55, p. 67–73, 2007.
- RODRIGUES, B. D.; et al. Avaliação do potencial da transposição da serrapilheira e do banco de sementes do solo para restauração florestal em áreas degradadas. *Revista Árvore*, v. 34, n. 1, p. 65–73, 2010.
- MARTINI, L. C. P.; TRENTINI, E. C. Agricultura em zonas ripárias do sul do Brasil: conflitos de uso da terra e impactos nos recursos hídricos. *Revista Sociedade e Estado*, v. 26, n. 3, p. 613–630, 2011.
- MARTINS-OLIVEIRA, A. T. et al. Estrutura e síndromes de dispersão da vegetação arbórea em floresta nativa e agrofloresta, na Amazônia Meridional. v. 43, n. 3, p. 352–362, 2020.
- MELO, D. DE; et al. Balanço energético do sistema de produção de soja e milho em uma propriedade agrícola do Oeste do Paraná. *Acta Scientiarum Agronomy*, v. 29, n. 2, p. 173–178, 2007.
- MIURA, A. K.; et al. Custos básicos da Restauração Ecológica no Bioma Pampa. Anais da Reunião técnica sobre agroecologia e bem viver. Anais.2021.
- NEPOMOCENO, T. A. R.; CARNIATTO, I.; A nova fronteira agrícola do Brasil: um ensaio teórico sobre a insustentabilidade na região do Matopiba. *Revista Cerrados*, v. 20, n. 01, p. 95–119, 1 fev. 2022.
- OLIVEIRA, R. DE R. Mata Atlântica, paleoterritórios e história ambiental. *Ambiente & Sociedade*, v. 10, n. 2, p. 11–23, jul. 2007.
- PASSOS, J. DE S. Contextualização do Cadastro Ambiental Rural e a regularização ambiental de imóveis rurais em Mato Grosso. XVIII Encontro Nacional de Geógrafos. Anais. 2016.
- PINTO, L. V. A. et al. Estudo da vegetação como subsídio para propostas de recuperação das nascentes da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG. *Revista Árvore*, v. 29, n. 5, p. 775–793, 2005.
- REIS, A. U. et al. NUCLEAÇÃO: CONCEPÇÃO BIOCÊNTRICA PARA A RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA. *Ciência Florestal*, v. 24, p. 2–3, 2014.
- REZENDE, C. L. et al. From hotspot to hopespot: An opportunity for the Brazilian Atlantic Forest. *Perspectives in Ecology and Conservation*, v. 16, n. 4, p. 208–214, 2018.
- SANTOS, J. F. DOS. Recuperação e preservação de nascentes na microbacia hidrográfica do Rio Peruípe sul-região extremo sul da Bahia. *Revista*