



## COMPARAÇÃO ENTRE RESTAURAÇÃO PASSIVA E REFLORESTAMENTO DE ALTA DIVERSIDADE NA REGIÃO DO BAIXO IGUAÇU, PARANÁ

JONATHAN JOSÉ BATTISTELLA; MAURÍCIO ROMERO GORENSTEIN

### RESUMO

**Introdução:** Nos últimos anos, o aumento dos índices de desmatamento na Mata Atlântica tem sido impulsionado principalmente pela expansão agrícola e pelo avanço da urbanização, resultando em uma significativa redução na biodiversidade dos ecossistemas naturais. Diante desse cenário preocupante, a utilização de técnicas de restauração florestal em áreas degradadas, surge como uma alternativa viável para a conservação desses ambientes. **Objetivo:** Analisar e comparar qual dentre as duas técnicas de restauração florestal (Restauração Passiva e Reflorestamento de Alta Diversidade) apresenta o melhor desenvolvimento após 13 anos da data de implantação. **Material e Métodos:** A área de estudo está contida dentro dos limites territoriais da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos - PR. O experimento utiliza o método de Delineamento em Blocos Casualizados (DBC), com 4 blocos, 3 tratamentos (Restauração Passiva, Nucleação e Reflorestamento de Alta Diversidade) e 12 repetições. Os tratamentos estão alocados em parcelas com dimensões de 40x54 m (2.160 m<sup>2</sup>). O levantamento foi realizado em apenas um bloco desse experimento já instalado. Foi demarcado 3 subparcelas de 4x54m (648m<sup>2</sup>) em cada um dos tratamentos. Foi utilizado o método de amostragem sistemático em faixas para a instalação destas. Os resultados foram obtidos através do censo dos indivíduos arbóreos, sendo para indivíduos adultos (CAP  $\geq$  15cm) e para a regeneração (h  $\geq$  50 cm e CAP < 15 cm). Foram analisados a estrutura dos tratamentos (área basal, distribuição diamétrica, densidade absoluta e relativa, dominância absoluta e relativa, índice de valor de cobertura, etc.), a florística (número de espécies e número de indivíduos por espécie em cada tratamento), os índices de riqueza e diversidade, e a similaridade das parcelas em relação as espécies arbóreas nativas pertencentes. **Resultados e Discussão:** Os resultados indicam que ambos apresentam bom desenvolvimento florístico e fitossociológico para a idade que possuem em relação ao bioma em que estão inseridos e ao estágio de sucessão florestal que apresentam. **Conclusão:** De maneira preliminar os resultados sugerem que o método de Reflorestamento de Alta Diversidade apresentou um ligeiro melhor desempenho até o presente momento.

**Palavras-chave:** Mata Atlântica; Sucessão Florestal; Técnicas de Restauração; Biodiversidade

### 1 INTRODUÇÃO

De acordo com o relatório técnico publicado pela fundação SOS Mata Atlântica (2022), intitulado “Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica”, referente aos anos de 2020-2021, foram analisados toda a abrangência do bioma Mata Atlântica, o qual permeia por 17 estados brasileiros, sendo eles AL, BA, CE, ES, PI, GO, MS, MG, RJ, SP, PB, PE, PR, SC, SE, RN, e RS, verificou-se um aumento de 66% no desflorestamento do bioma (21.642 ha), sendo maior que o período de 2019-2020 (13.053 ha), e cerca de 90% maior que o período de 2017-2018, (11.399 ha). Desse montante de 2020-2021, 89% do total de desflorestamento observado é acumulado por apenas 5 estados, sendo eles Minas Gerais (9.209 ha), Bahia (4.968

ha), Paraná (3.299 ha), Mato Grosso do Sul (1.008 ha) e Santa Catarina (750 ha).

Nesse contexto, o estado do Paraná encontra-se em uma posição preocupante, devido a uma pressão antropogênica contínua, resultado da expansão agrícola e urbana, somado com incidentes florestais pré-existentes (Castela *et al.*, 2001). Torna-se importante destacar que essa pressão antropogênica e incidentes florestais podem ser amenizado com a aplicação das técnicas de restauração florestal, tanto passivas quanto ativas.

A restauração passiva pode ser uma forma eficaz para recuperar as áreas de influência para uma condição não degradada, podendo chegar muito próximo condição original, pois ela tem o potencial de reestabelecer a estrutura e função de uma floresta (Viapiana; Cielo-Filho; Camara, 2019).

No entanto, é importante reconhecer que a restauração passiva pode apresentar trajetórias longas, exigindo paciência e persistência. Em alguns casos, a sucessão natural pode ser interrompida ou desviada, impedindo o alcance do clímax desejado ou até mesmo levando ao surgimento de novos ecossistemas (Bechara *et al.*, 2016). Nestes casos, a restauração ativa é fundamental para acelerar a recuperação e definir uma trajetória de restauração desejada (Bechara *et al.*, 2016). Os benefícios socioambientais associados à utilização de técnicas mais intensivas que aceleram ou substituem os processos naturais por meio da introdução de um maior número de espécies estão relacionados a geração de emprego e renda (Zahawi; Reid; Holl, 2014).

Frente a isso, Rodrigues *et al.* (2009) propuseram um modelo de restauração que consiste na divisão das espécies a serem introduzidas em dois grupos, que são distribuídas alternadamente em "linhas de preenchimento" e "linhas de diversidade", com o objetivo de promover a restauração da área degradada.

Segundo Nave e Rodrigues (2007), o grupo de preenchimento costuma empregar cerca de 20 espécies que devem ter características como crescimento acelerado, bom desenvolvimento de copa e rápido recobrimento do solo. Já para as linhas de diversidade é recomendável que esse grupo contenha um grande número de espécies (cerca de 80 ou mais). O grupo de diversidade é composto pelas espécies que não apresentam as mesmas características das espécies de preenchimento, sendo majoritariamente formado por espécies secundárias tardias ou climácicas (Nave; Rodrigues, 2007).

O objetivo deste trabalho foi analisar e comparar qual dentre as duas técnicas de restauração florestal (Restauração Passiva e Reflorestamento de Alta Diversidade) apresentou o melhor desenvolvimento após 13 anos da data de implantação.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo situa-se dentro do perímetro rural no município de Dois Vizinhos, que está localizado no Sudoeste do estado do Paraná. O experimento foi instalado em 20/10/2010, nas dependências da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR entre as coordenadas geográficas (25° 41' 43.6" S, 53° 06' 07.2" W) (Figura 1) (Cabreira, 2015).

**Figura 1 – Área de estudo** Fonte: Autoria própria (2024)  
**MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA UNEP DE RESTAURAÇÃO FLORESTAL**



A fitogeografia da região é classificada como zona ecotonal, sendo encontradas duas fitofisionomias em processo de transição: A Floresta Estacional Semidecidual (FES) nas zonas de baixa altitudes para a Floresta Ombrófila Mista (FOM), também chamada de Mata das Araucárias (Trentin, 2018).

Para o levantamento da regeneração foi usado o seguinte parâmetro, ( $h \geq 50$  cm e CAP  $< 15$  cm), para o levantamento das adultas, indivíduos que possuem ( $CAP \geq 15$  cm) (Instituto Água e Terra, 2020).

Para o processo de identificação dos exemplares coletados, foram utilizados os seguintes sites para comparação: Flora digital e Sistema de Identificação Dendrológica - SIDOL. A classificação dos táxons seguiu a orientação do sistema APG IV Grupo de filogenia de angiosperma *et al.* (2016). Foram analisados a estrutura dos tratamentos (área basal, distribuição diamétrica, densidade absoluta e relativa, dominância absoluta e relativa, índice de valor de cobertura, etc.), a florística (número de espécies e número de indivíduos por espécie em cada tratamento), os índices de riqueza e diversidade, e a similaridade das parcelas em relação as espécies arbóreas nativas pertencentes. As análises quantitativas foram realizadas com a ajuda do software Excel. Já as análises qualitativas, bem como a classificação das espécies a seus respectivos grupos ecológicos de sucessão florestal, seguiram a orientação da Resolução CONAMA 002 de 18 de março de 1994, referente ao estado do Paraná (Brasil, 1994).

Os resultados foram analisados e enquadrados nos parâmetros ecológicos estabelecidos pela Portaria nº 170 de 01 de junho de 2020 (IAT), a qual é amplamente utilizada para avaliar o desenvolvimento de fragmentos em processo de recuperação ou restauração, a partir de Planos de Recuperação de Áreas Degradadas (PRADs).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o tratamento referente a restauração passiva, contabilizou-se em uma área de 648 m<sup>2</sup> um total de 609 indivíduos arbóreos entre regenerantes e adultos. Foram identificadas cerca de 30 espécies arbóreas pertencentes a 22 famílias botânicas. Já para o Reflorestamento de Alta

Diversidade, foram encontrados 709 indivíduos arbóreos, em uma área que também corresponde a 648 m<sup>2</sup>. Foram identificadas cerca de 43 espécies, pertencentes a 23 famílias botânicas.

Na regeneração referente ao tratamento Restauração Passiva, observou-se predominância quantitativa de espécies nativas de crescimento rápido, como por exemplo, as espécies *Schinus terebinthifolius* Raddi, popularmente conhecida como “Aroeira-pimenteira”, a qual possui uma densidade relativa de (16,13%) do total de indivíduos amostrados, seguida da *Myrsine coriacea* (Sw.) R. Br. “Capororoquinha” (12,50 %), *Ocotea puberula* (Rich.) Ness. “Canela -Guaicá” (10,08 %). Constatou-se também, uma densidade absoluta total de 7.654,32 árvores/ha.

Essas espécies são comumente encontradas em formações florestais secundárias em estágio inicial, de acordo com a classificação dos estágios sucessionais de formações secundárias estabelecida pela Resolução CONAMA 002 de 18 de março de 1994 (Brasil, 1994). Observou-se também, o aparecimento de espécies regenerantes amplamente encontradas nas formações florestais secundárias em estágio intermediário, de acordo com a mesma resolução. Contudo, também foi observado o aparecimento de espécies exóticas invasoras de acordo com a lista oficial de espécies exóticas invasoras para o estado do Paraná, produzida pelo Instituto Ambiental do Paraná e reconhecida pela portaria IAP nº 59 de 15 de abril de 2015. A espécie exótica invasora mais impactante é *Hovenia dulcis* Thunb “Uva-do-Japão” (7,06 %) do total da amostra de regeneração nesse tratamento.

Para os indivíduos arbóreos adultos na restauração passiva (RP), se destacou as espécies *Schinus terebinthifolius* Raddi Aroeira-Pimenteira, com densidade relativa de (41,59 %), dominância relativa de (28,75 %), *Ocotea puberula* (Rich.) Ness. Canela-guaicá (14,16 %) e (29,12 %), *Nectandra lanceolata* Nees, Canela-amarela (12,39 %) e (11,66 %) e *Zanthoxylum rhoifolium* Lam., Mamica-de-cadela (9,73%) e (8,98 %). Também foi observado nessa classe de tamanho uma densidade absoluta total de 1.743,83 árvores/ha.

Já para a regeneração do Reflorestamento (Ref), as espécies com maior número de indivíduos são, *Croton floribundus* Spreng. “Capixingui” (16,20 %), *Croton urucurana* Baill “Sangra D’água” (14,33 %), *Ocotea puberula* (Rich.) Ness. “Canela-guaicá” (9,19 %) e *Allophylus edulis* (A.St.-Hil. et al.) Hieron. ex Niederl. “Chal-chal” (7,01%). Constatou-se também a presença de espécies invasoras exóticas, sendo a espécie mais problemática, a *Hovenia dulcis* Thunb “Uva-do-Japão” com densidade relativa de (1,87%). A densidade absoluta total foi de 9.907,41 árvores/ha.

Para os indivíduos arbóreos adultos do reflorestamento, as espécies com maior densidade relativa são, *Bauhinia forficata* Link “Pata-de-vaca” (14,93 %), *Campomanesia guazumifolia* (Cambess.) O. Berg “Sete-capotes” (10,45 %) e a *Casearia gossypiosperma* Briquet “Espeto-de-pau” (10,45 %). Já as espécies com as maiores dominâncias relativas dentro dessa classe são, a *Alchornea triplinervia* (Spreng.) M. Arg. “Tapiá” e a *Balfourodendron riedelianum* (Engl.) Engl. “Pau-marfim”. Também foram observados nessa classe indivíduos com maiores DAP e área basal. A densidade absoluta total foi de 1.033,95 árvores/ha.

Foram identificados menor densidade absoluta total para o reflorestamento referente a classe de indivíduos adultos, e maior densidade absoluta para a classe de indivíduos regenerantes. Acredita-se que a mortalidade dos indivíduos adultos, aconteceu nos primeiros anos de implantação do tratamento.

Foram calculados os índices de diversidade de Shannon-Wiener (H') e Equitabilidade de Pielou (J') para as duas classes de ambos os tratamentos, referente aos indivíduos adultos e regenerantes, sendo esses para a restauração passiva adulto, o (H') de (1,904) e (J') (0,721), já para a classe regenerante do mesmo tratamento um (H') de (2,803) e (J') (0,788). Para o reflorestamento, foi constatado valores para a classe de indivíduos adultos, um (H') de (2,826) e (J') (0,914), já para a classe referente aos indivíduos regenerantes, foi encontrado um (H') de

(3,070) e (J') (0,756). De acordo com Magurran (1989), o índice (H') normalmente varia entre (1,5 e 3,5), raramente ultrapassando (4,5). Quanto aos índices de diversidade, acredita-se que com o decorrer dos anos, a tendência é aumentar esses valores em consequência da melhoria nas condições do ambiente, culminando no aumento do número de espécies nos tratamentos, melhorando a distribuição da abundância das espécies e diminuindo a dominância por espécies colonizadoras.

Em relação a distribuição diâétrica, esta apresentou forma decrescente (exponencial negativa), como natural de uma floresta nativa sem intervenção antrópica, indicando que as populações integram uma comunidade estável e autoregenerativa, resultando no equilíbrio entre a mortalidade e o recrutamento dos indivíduos (Pereira-Silva, 2004). Observamos que em ambos os tratamentos há uma concentração de indivíduos arbóreos próximo aos 3 primeiros centros de classe, (6,5; 9,5 e 12,5 cm). Nota-se também, que no intervalo do primeiro centro classe diâétrica, houve maior número de indivíduos contabilizados em ambos os tratamentos, resultando em uma proporção de mais de 50% do total de indivíduos adultos amostrados, RP (56,52%) e Ref (55,22%). A distribuição diâétrica confirma a jovialidade da floresta, evidenciada pela ausência de indivíduos arbóreos com grandes DAP nas classes superiores.

Quanto à similaridade entre os tratamentos, 33% das espécies são comuns na restauração passiva entre as plantas adultas e regenerantes, resultando em uma similaridade moderada. Já para o tratamento Reflorestamento a similaridade é de 24,6% entre as comunidades de regenerantes e plantas adultas, considerada baixa. A similaridade entre os tratamentos para as plantas adultas é de apenas 8,8% (muito baixa), indicando que estas amostras possuem poucas espécies arbóreas em comum, provavelmente devido as espécies usadas no plantio. Por outro lado, para as plantas regenerantes, a similaridade entre os tratamentos é de 29,2%, com uma similaridade moderada. Segundo Oliva *et al.* (2018), a ocorrência de dissimilaridade entre os componentes arbóreos de diferentes estratos é causada pela dinâmica sucessional, resultado da modificação florística, favorecendo a evolução da diversificação e da complexidade da comunidade. As espécies *Croton floribundus* Spreng. “Capixingui” e a *Croton urucurana* Baill “Sangra D’água” são exclusivas e de elevadas densidade no reflorestamento, tanto na comunidade adulta como na de regenerantes. Essa exclusividade é resultado da introdução e da resiliência dessas espécies no tratamento.

Os resultados obtidos nesse estudo foram enquadrados nos parâmetros ecológicos estabelecidos pela Portaria nº 170 de 01 de junho de 2020 (IAT) (Quadro 1), podemos visualizar que ambos os tratamentos supriram as expectativas florísticas e fitossociológicas de uma floresta com idade aproximada de 15 anos.

**Quadro 1** – A adaptação dos Indicativos para acompanhamento da restauração ecológica utilizada em Planos de Recuperação de Áreas Degradadas (PRADs)

| Portaria nº 170 de 01 de junho de 2020 (IAT) - Floresta Estacional e Ombrófila Mista |          |             |               |          |          |           |          |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----------|-------------|---------------|----------|----------|-----------|----------|
| Idade                                                                                | Crítico  | Mínimo      | Adequado      | Trat. RP | Nível    | Trat. Ref | Nível    |
| Cobertura do solo com vegetação nativa (%)                                           |          |             |               |          |          |           |          |
| 15                                                                                   | 0 a 70   | 70 a 80     | Acima de 80   | 91,36    | Adequado | 87,41     | Adequado |
| Densidade de indivíduos nativos reg. (ind./ha)                                       |          |             |               |          |          |           |          |
| 15                                                                                   | 0 a 2000 | 2000 a 2500 | Acima de 2500 | 7654,32  | Adequado | 9907,41   | Adequado |
| Nº de espécies nativas reg. (nº spp.)                                                |          |             |               |          |          |           |          |
| 15                                                                                   | 0 a 20   | 20 a 25     | Acima de 25   | 27       | Adequado | 39        | Adequado |

| Densidade de indivíduos exóticos invasores reg. (%) |       |     |    |      |         |      |        |
|-----------------------------------------------------|-------|-----|----|------|---------|------|--------|
| 15                                                  | Até 3 | 3-2 | <2 | 7,26 | Crítico | 2,18 | Mínimo |

Fonte: Adaptado de Instituto Água e Terra (2020)

4 CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos a partir deste estudo, levando em consideração os parâmetros ecológicos estabelecidos pela Portaria nº 170 de 01 de junho de 2020 (IAT), podemos afirmar mesmo que de maneira preliminar que ambos os tratamentos suprimam as expectativas florísticas e fitossociológicas de uma floresta com idade aproximada de 15 anos. Ambos os tratamentos satisfizeram a maior parte dos requisitos avaliados pela portaria mencionada, tornando-se opções viáveis para restauração florestal na região do baixo Iguaçu, Sudoeste do Paraná. Contudo, o Reflorestamento obteve melhores resultados fitossociológicos que a Restauração passiva, apresentando maior densidade absoluta total dos indivíduos regenerantes, indivíduos mais maduros, valores maiores de riqueza e diversidade, e menor porcentagem de indivíduos exóticos invasores na área amostrada, perdendo para a Restauração passiva apenas em densidade absoluta total dos indivíduos adultos e baixa similaridade entre o estrato regenerantes e o estrato adulto.

REFERÊNCIAS

BECHARA, F. C. et al. Neotropical rainforest restoration: comparing passive, plantation and nucleation approaches. **Biodiversity and Conservation**, v. 25, p. 2021- 2034, 2016.

BRASIL. Resolução CONAMA n.º 04, de 04 de maio de 1994. Define vegetação primária e secundária nos estágios inicial, médio e avançado de regeneração da Mata Atlântica, a fim de orientar os procedimentos de licenciamento de atividades florestais no estado de Santa Catarina. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 17 junho de 1994. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res94/res0494.html>. Acesso em: 24 maio 2024.

CASTELA, P. R. et al. Conservação do bioma floresta com araucária. **Relatório final: Diagnóstico dos Remanescentes Florestais**, v. 1, n. 2, 2001.

INSTITUTO ÁGUA E TERRA. Portaria nº 170, de 01 de junho de 2020. Estabelece procedimentos para elaboração, análise, aprovação e acompanhamento da execução de Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas ou Alteradas - PRAD. Curitiba, PR: Instituto Água e Terra (IAT), 2020. Disponível em: [https://www.iat.pr.gov.br/sites/aguaterra/arquivosrestritos/files/documento/2020-09/portaria\\_170-2020\\_com\\_anexos.pdf](https://www.iat.pr.gov.br/sites/aguaterra/arquivosrestritos/files/documento/2020-09/portaria_170-2020_com_anexos.pdf). Acesso em: 24 maio 2023.

MAGURRAN, A. E. Diversidad ecológica y su medición. Barcelona: Vedra, 1989.

NAVE, A. G.; RODRIGUES, R. R. Combination of species into filling and diversity groups as forest restoration methodology. High diversity forest restoration in degraded areas. **Nova Science Publishers**, New York, p. 103-126, 2007.

OLIVA, E. V.; REISSMANN, C. B.; MARQUES, R.; BIANCHIN, J. E.; DALMASO, C. A.; WINAGRASKI, E. Florística e estrutura de duas comunidades arbóreas secundárias com diferentes graus de distúrbio em processo de recuperação. **Ciência Florestal**, v. 28, n. 3, p. 1088-1103, 2018.

RODRIGUES, R. R. et al. On the restoration of high diversity forests: 30 years of experience in the Brazilian Atlantic Forest. **Biological conservation**, v. 142, n. 6, p. 1242-1251, 2009.

SOARES, C. P. B.; DE PAULA NETO, F.; DE SOUZA, A. L. Livro Dendrometria e Inventário Florestal.

SOS MATA ATLÂNTICA. Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica: Período de 2020-2021. São Paulo, 2022. Disponível em:  
<https://www.sosma.org.br/wpcontent/uploads/2022/03/AtlasMataAtlantica2022RelatorioAnual.pdf>. Acesso em: 05 abr. 2023.

TRENTIN, B. E. **A NUCLEAÇÃO COMO ALTERNATIVA À RESTAURAÇÃO PASSIVA E AO REFLORESTAMENTO COM NATIVAS PARA A RESTAURAÇÃO FLORESTAL**. 2018. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Estadual Paulista. Botucatu. 2018.

VIAPIANA, J.; CIELO-FILHO, R.; CAMARA, C. D. Evaluation and characterization of passive restoration of an Atlantic forest tree community with focus on the understory. **Tropical Ecology**, v. 60, p. 140-149, 2019.

ZAHAWI, R. A.; REID, J. L.; HOLL, K. D. Hidden costs of passive restoration. **Restoration Ecology**, v. 22, n. 3, p. 284-287, 2014.