

Área de concentração: 2- Conservação e recuperação de áreas

## **AVALIAÇÃO ECOLÓGICA E ECONÔMICA DE DIFERENTES MODELOS DE RECUPERAÇÃO FLORESTAL NA MATA ATLÂNTICA**

Ana Paula Corrêa do Carmo<sup>1</sup>, Tathiane Sarcinelli<sup>2</sup>, Rodolfo Loos<sup>3</sup>, Reginaldo Gonçalves Mafia<sup>4</sup>, Evânio Trivilim Scopel<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Engenheira Florestal, MSc, Pesquisadora, Araçá Consultoria (apcarmo@outlook.com.br); <sup>2</sup>Engenheira Florestal, Dra, Analista, Fibria Celulose (tsarcinelli@fibria.com.br); <sup>3</sup>Engenheiro Agrônomo, Dr, Pesquisador, Fibria Celulose (raloos@fibria.com.br); <sup>4</sup>Engenheiro Florestal, Dr, Pesquisador, Fibria Celulose (rgoncalves@fibria.com.br); <sup>5</sup>Tecnólogo em Gestão Ambiental, Técnico de Pesquisa, Fibria Celulose (ete@fibria.com.br)

**Resumo:** O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho ecológico e econômico de diferentes modelos de restauração ecológica. A área experimental foi uma pastagem de braquiária localizada na região de tabuleiro da Mata Atlântica, em Sooretama, ES. Foram implantados quatro tratamentos em faixas de 25 m: (1) plantio de eucalipto, (2) eucalipto intercalado em linhas duplas com nativas, (3) nativas de preenchimento e diversidade, (4) semeadura direta de muvuca de sementes. O experimento foi acompanhando por cinco anos, tendo sido avaliados parâmetros de altura, CAP e serrapilheira, bem como desempenho econômico dos diferentes modelos. Os resultados mostram que o uso de faixas de eucalipto intercaladas aos plantios de nativas promoveram um aumento da produção primária e do acúmulo de biomassa no sistema, sem afetar o crescimento das espécies nativas e ocasionando um efeito positivo no desempenho econômico da atividade de restauração ecológica. O modelo de plantio por semeadura direta foi o que apresentou menor desempenho econômico e produtivo dentre os modelos testados.

**Palavras-chave:** produção de madeira em reflorestamento ambiental, modelos de restauração, restauração ambiental, viabilidade econômica.

### **Introdução**

Os projetos de reflorestamento com espécies nativas na Mata Atlântica são em sua maioria motivados pela necessidade de atendimento legal, voltados para a recomposição de áreas de preservação permanente e reserva legal, e geralmente realizados em áreas de pastagem degradada cobertas por gramíneas forrageiras. O plantio de nativas é uma atividade de alto custo, sendo difícil convencer o produtor rural a investir na implantação e manutenção destes plantios tanto pela baixa perspectiva econômica dos atuais modelos de restauração florestal quanto pela percepção geral de que a adequação ambiental é um entrave para as atividades produtivas (BENINI et.al., 2016). Ao mesmo tempo, consolida-se a noção de que os plantios de espécies nativas visando a restauração do bioma Mata Atlântica, para serem efetivos, necessitam de manejo intensivo, com práticas silviculturais similares às aplicadas no cultivo comercial de eucalipto (CAMPOE et.al., 2010).

Os plantios de eucalipto, por sua vez, são bastante atrativos para o produtor rural por se tratarem de cultivos de rápido crescimento, com silvicultura e mercado bem desenvolvidos no Brasil. Os plantios de eucalipto podem, além de trazer retorno econômico, prover serviços ecossistêmicos importantes como produção primária e ciclagem de nutrientes (BROCKERHOFF et.al., 2013), que poderiam facilitar a restauração de ambientes degradados.

Neste contexto, este trabalho buscou avaliar o desempenho e a atratividade de modelos de plantios de espécies nativas, incluindo modelos de plantios consorciados com eucalipto, visando a restauração ecológica e o acúmulo mais eficiente de carbono.

## Material e Métodos

O experimento foi implantado em março de 2013, em Sooretama, ES, na área do Projeto Biomas (CNA/EMBRAPA). Dentro da fazenda experimental foram instalados 12 diferentes experimentos de silvicultura, de diferentes instituições de pesquisa, visando disponibilizar modelos de uso de árvores nativas e exóticas em propriedades rurais, tanto com a função preservacionista quanto para o desenvolvimento de sistemas produtivos sustentáveis que viabilizassem os retornos econômico, social e ambiental. O experimento da Fibria fez parte desta composição (Figura 1).

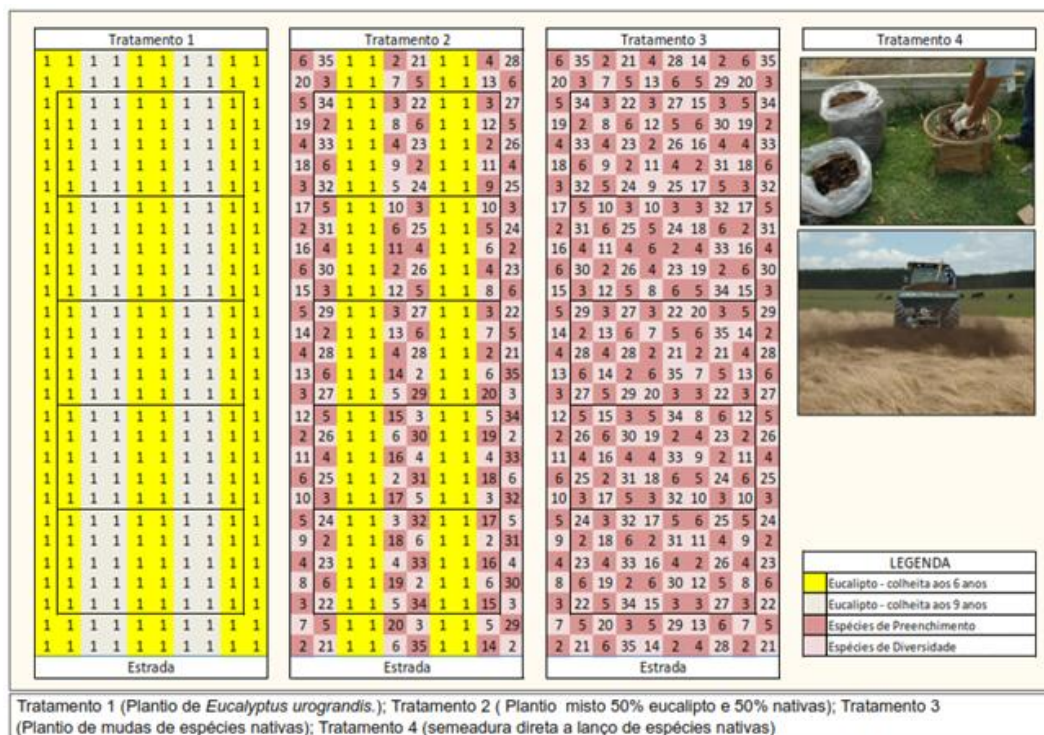


**Figura 1:** Vista aérea da área experimental (projeto Biomas) e faixas de tratamentos do experimento em setembro de 2018 (fonte: Google Earth).

O solo na área do experimento é um Argissolo Amarelo (PAdx1) típico, o relevo é plano e a altitude é de cerca de 40 metros. O clima é tropical úmido com temperatura média entre 24 e 26°C e precipitação anual de 1.200 mm, com período seco entre agosto e setembro, e período chuvoso entre novembro e dezembro (INCAPER, 2014).

Foram avaliados quatro modelos (tratamentos) de restauração (Figura 2): Modelo 1 - Plantio de eucalipto em área total (com perspectiva de substituição total por nativas após 1º ciclo de exploração comercial); Modelo 2 - Plantio consorciado de eucalipto e nativas em faixas (visando a substituição do

eucalipto por nativas após exploração comercial); Modelo 3 - Plantio de mudas nativas (grupos funcionais de espécies de preenchimento e diversidade); e Modelo 4 - Semeadura direta de espécies nativas e adubo verde. Cada tratamento foi instalado em faixa de 30 metros incluindo bordadura, tendo sido avaliadas cinco parcelas de 40 plantas por tratamento.



**Figura 2:** Esquema de implantação dos tratamentos e parcelas de monitoramento (repetições) no campo. Cada número no esquema representa uma espécie diferente, sendo 1 = eucalipto; 2 a 30 = nativas.

Toda a área recebeu controle de formiga cortadeira, capina química em área total e aplicação de calcário dolomítico (2 t/ha) antes do plantio. As áreas destinadas ao plantio de mudas (tanto eucalipto quanto nativas) foram preparadas com subsolador e coveamento. As mudas foram plantadas no espaçamento 3 x 3 metros com gel hidratado e adubação química de base (300 g de NPK 04:17/30:04 + 0,3% Zn + 0,1% Cu/ planta), tendo recebido adubação química de cobertura após 3 meses (150 g de NK 10-00-30 + 0,7% B/planta). Foram plantadas cinco espécies nativas do grupo funcional de preenchimento e 29 espécies do grupo de diversidade. O controle de matocompetição foi feito por meio de capina química.

Nas áreas que receberam a semeadura direta, foi feita uma gradagem em área total e distribuição mecanizada de 50 kg/ha de sementes nativas homogeneizadas em 20 t/ha de composto orgânico. Esta área foi replantada manualmente com sementes no segundo ano devido à baixa taxa de germinação obtida em campo, e o controle de matocompetição foi feito exclusivamente por meio de capina manual.

Todos os custos de implantação e manutenção foram tabelados com base no custo padrão por hectare até 2018, incluindo insumos e serviços. O valor presente líquido (VPL) dos diferentes modelos de implantação foi calculado considerando o período de 2013 a 2022, sendo que as receitas e custos de

2018 a 2022 foram estimadas considerando o manejo futuro previsto para os tratamentos.

## Resultados e Discussão

Os resultados da análise econômica (Tabela 1) indicam que a restauração ecológica não apresenta atratividade econômica em nenhum cenário. O modelo de semeadura direta foi o de pior desempenho econômico devido ao alto custo de implantação, e baixo desempenho de campo, pois aos 48 meses não apresentou indivíduos com mais de 1,30 metros de altura que pudessem entrar nas medições de inventário, além da baixa taxa de germinação das sementes e alta infestação por gramíneas.

O melhor desempenho econômico foi alcançado pelo modelo de plantio misto de eucalipto com nativas (Modelo 2 - Mix), que apesar de não ser ainda atrativo (VPL negativo), foi capaz de reduzir o impacto do VPL negativo em cerca de 60% quando comparado ao plantio puro de nativas devido à geração de receita aos seis anos por meio da produção de madeira de eucalipto. O Modelo 1, de plantio de eucalipto em área total, apresenta desempenho econômico inferior ao modelo consorciado, pois é mais afetado pelos custos de plantio de nativas em área total no ano 7 e apresentou um menor volume individual das árvores de eucalipto.

**Tabela 1:** Resultado econômico dos modelos de restauração a partir de custos e receitas padrão por hectare

	<b>Custo implantação Ano 0 (R\$/ha)</b>	<b>Custo manutenção Ano 1 a 5 (R\$/ha)</b>	<b>Receita # Ano 6 (R\$/ha)</b>	<b>Custo reimplantação nativas Ano 7 a 10 (R\$/ha)</b>	<b>VPL * 2013-2022 (R\$/ha)</b>
MODELO 1 - EUCALIPTO	-7.890,67	-4.970,31	17.736,00	-8.810,38	-3.743
MODELO 2 - MIX	-8.562,81	-6.020,92	15.396,24	-4.555,19	-4.074
MODELO 3 - NATIVAS	-9.752,60	-6.441,13	0	0	-10.096
MODELO 4 - SEMENTES	-17.174,27	-8.045,42	0	0	-10.724

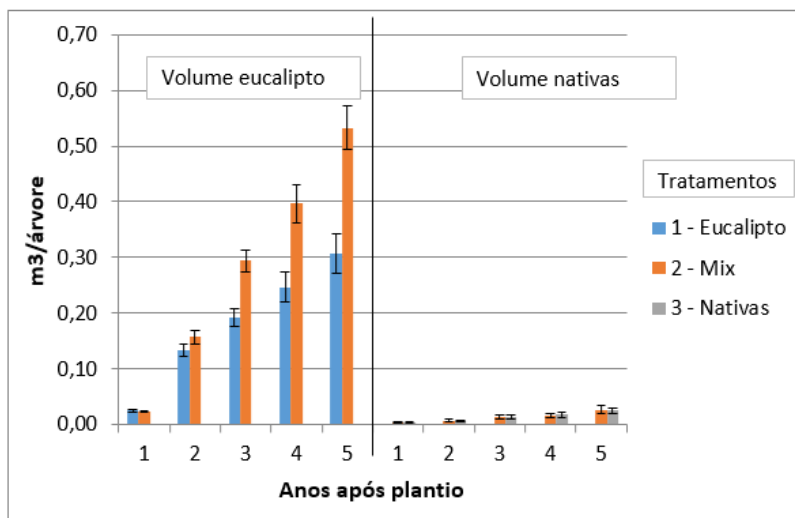
#Premissas: R\$ 52,00/m<sup>3</sup> madeira eucalipto em pé \*Premissas: IR: 25%, CS: 9%, WAAC: 7%.

O volume de madeira de eucalipto utilizado para o cálculo das receitas financeiras foi estimado com base no volume médio por árvore calculado aos cinco anos, sendo no Modelo 1 de 0,307 m<sup>3</sup>/árvore e no Modelo 2 de 0,533 m<sup>3</sup>/árvore. O volume individual foi calculado a partir de medições de diâmetro e altura de todos os indivíduos das parcelas, tendo sido utilizado fator de forma 0,4629 para eucalipto (CONCEIÇÃO, 2004) e 0,827 para nativas (SCOLFORO et al., 1994). A evolução do volume individual das árvores nos diferentes tratamentos pode ser observada na Figura 3.

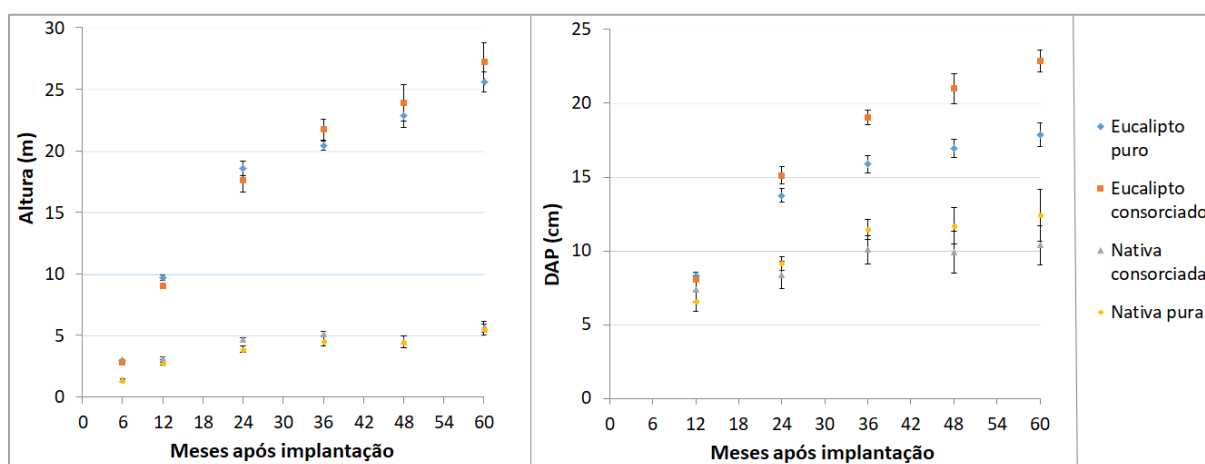
Esta diferença do volume individual do eucalipto entre os tratamentos 1 e 2 a partir do 2º ano é explicada pelo desempenho superior em diâmetro no modelo consorciado. A Figura 4 mostra que não houve diferenças significativas de altura para eucalipto e para nativas entre o modelo consorciado e os plantios puros, mas houve diferença significativa no diâmetro médio das árvores de eucalipto.

Resultados semelhantes também são apresentados por Amazonas et.al. (2018), que mostram que o eucalipto tem um desempenho superior em diâmetro e área basal no consórcio eucalipto/nativas em relação aos plantios puros. No entanto, no experimento de Amazonas et.al. (2018) as espécies nativas

apresentaram diâmetro inferior no modelo consorciado, o que não se repetiu neste estudo pois aos 48 meses não foram encontradas diferenças significativas de diâmetro de nativas entre os tratamentos 2 e 3 (Figura 4).

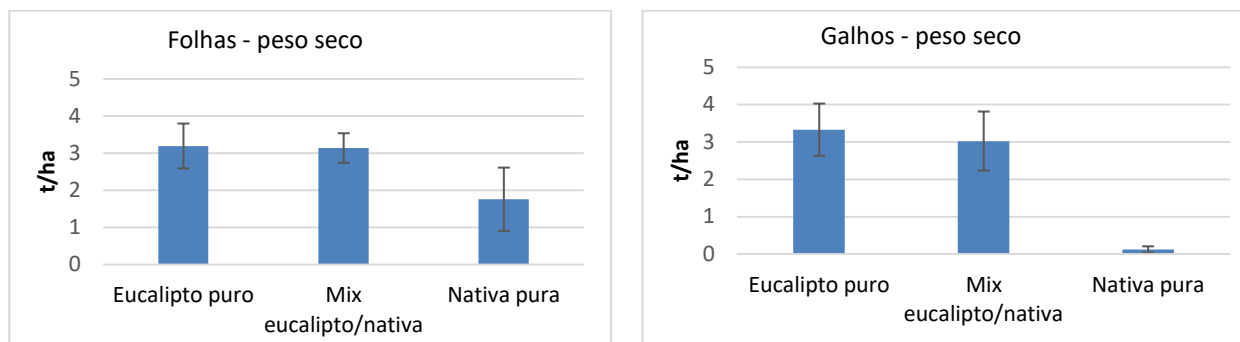


**Figura 3:** Volume individual de árvores de eucalipto e de nativas nos diferentes modelos do 1º ao 5º ano. As barras verticais indicam o desvio-padrão.



**Figura 4:** Resultados de crescimento de nativas e eucalipto em diferentes modelos e idades em termos de altura e diâmetro a altura do peito (DAP). As barras verticais indicam o desvio-padrão.

O eucalipto promove maior acúmulo de biomassa no sistema, sendo que o aporte de serrapilheira não apresentou diferença significativa (Figura 5) entre o modelo de eucalipto puro e consorciado, mas foi significativamente maior (especialmente galhos) nestes modelos do que no plantio puro de nativas.



**Figura 5:** Resultados de acúmulo de serrapilheira (folhas e galhos) nos diferentes tratamentos.

O acúmulo de serrapilheira pelo eucalipto, tanto em plantio puro quanto no consórcio, pode promover um aporte significativo de biomassa ao solo, que contribui para a ciclagem de nutrientes e para a redução da infestação por gramíneas invasoras. O efeito ecológico que este acúmulo de biomassa irá causar no crescimento das espécies nativas após a retirada do eucalipto deverá ser testado.

## Conclusão

Os resultados preliminares deste experimento indicam que o plantio de faixas de eucalipto em plantios de nativas destinadas à restauração ecológica aumentam a produção primária e o acúmulo de biomassa no sistema, sem provocar efeito deletério ao crescimento das espécies nativas e com um efeito positivo na atratividade socioeconômica da restauração devido à produção esperada de madeira de eucalipto aos cinco anos de idade. O modelo de plantio por semeadura direta mostrou desempenho econômico e produtivo inferior aos demais modelos testados.

## Referências Bibliográficas

- AMAZONAS, N.T., FORRESTER, D.I., SILVA, C. C., ALMEIDA, D.R.A., RODRIGUES, R.R., BRANCALION, P.H.S. High diversity mixed plantations of Eucalyptus and native trees: An interface between production and restoration for the tropics. **Forest Ecology and Management**, v. 417, p. 247-256, 2018.
- BENINI, R.M.; SOSSAI, M.F.; PADOVEZI, A.; MATSUMOTO, M.H. Plano estratégico da cadeia da restauração florestal: o caso do Espírito Santo. In: **Mudanças no Código Florestal Brasileiro: desafios para a implementação da nova lei**. IPEA, Cap.8, p. 208-234. 2016.
- BROCKERHOFF, E. G, JACTEL, H., PARROTTA, J. A. , FERRAZ, S.F.B. Role of eucalypt and other planted forests in biodiversity conservation and the provision of biodiversity-related ecosystem services. **Forest Ecology and Management**, v. 301, p.43-50, 2013.
- CAMPOE, O.C., STAPE, J.L., MENDES, J.C.T. Can intensive management accelerate the restoration of Brazil's Atlantic forests? **Forest Ecology and Management**, v. 259, p.1808-1814, 2010.
- CONCEIÇÃO, M. B. **Comparação de métodos de estimativa de volume em diferentes idades em**

**plantações de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden.** Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004. 150 f.

SCOLFORO, J., MELLO, J.D., LIMA, C.D.A. Obtenção de relações quantitativas para estimativa de volume do fuste em floresta estacional semidecídua montana. **Revista Cerne**, v. 1(1), p. 123-134, 1994.