



O Potencial Transformador do Manejo Adaptativo e dos Serviços Ecosistêmicos na Gestão Florestal em Mosaico: A integração entre estratégias adaptativas e serviços ecosistêmicos como caminho para a viabilidade econômica de grandes empresas do setor.

The Transformative Potential of Adaptive Management and Ecosystem Services in Mosaic Forest Management: The integration between adaptive strategies and ecosystem services as a path to the economic viability of large companies in the sector.

Ana Clara Lopes Silva¹

Ângelo Gabriel Pereira Penha e Silva²

Tatiana Serra Melo³

João Conrado De Amorim Carvalho⁴

RESUMO

Este artigo analisa o potencial transformador da integração entre o manejo adaptativo e os serviços ecosistêmicos na gestão florestal em mosaico, buscando compreender como essa combinação pode tornar o modelo economicamente viável e ambientalmente sustentável para grandes empresas do setor florestal. A pesquisa adota abordagem qualitativa e exploratória, utilizando revisão bibliográfica e documental. Observou-se que práticas de manejo adaptativo, associadas à valoração dos serviços ecosistêmicos, podem otimizar a produtividade, reduzir custos e fortalecer a governança socioambiental, promovendo paisagens multifuncionais e resilientes.

Palavras-chave: manejo adaptativo; serviços ecosistêmicos; gestão florestal; mosaico; sustentabilidade.

ABSTRACT

This article analyzes the transformative potential of integrating adaptive management and ecosystem services in mosaic forest management, aiming to understand how this combination can make the model economically viable and environmentally sustainable

¹Graduanda do 5º Período do Curso de Administração do Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco - UNDB. E-mail: 002-026329@aluno.undb.edu.br.

² Graduada do 5º Período do Curso de Administração do Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco - UNDB. E-mail: 002-026155@aluno.undb.edu.br.

³ Graduada do 5º Período do Curso de Administração do Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco - UNDB. E-mail: 002-026062@aluno.undb.edu.br.



for large forestry companies. The research adopts a qualitative and exploratory approach, based on bibliographic and documentary review. It was observed that adaptive management practices, combined with the valuation of ecosystem services, can optimize productivity, reduce costs, and strengthen socio-environmental governance, promoting multifunctional and resilient landscapes.

Keywords: adaptive management; ecosystem services; forest management; mosaic; sustainability.

1. INTRODUÇÃO

A gestão florestal é tema central no debate sobre desenvolvimento sustentável, especialmente para empresas com base produtiva florestal. Nos últimos anos, têm-se testado diferentes modelos de uso da terra visando harmonizar a produção de madeira e celulose com a preservação da biodiversidade e a manutenção de serviços ecossistêmicos. Nesse contexto, o sistema de mosaicos florestais tem se destacado por articular áreas de plantio com reservas naturais e espaços de conservação.

Segundo a ecologia da paisagem, mosaicos são entendidos como paisagens heterogêneas compostas por manchas ou fragmentos, corredores e matriz, cujas unidades espaciais interativas exercem influência sobre processos ecológicos, conectividade e resiliência frente a perturbações (Metzger, 2001; Metzger, 2003). Tais arranjos favorecem o fluxo gênico entre fragmentos, reduzem os efeitos da fragmentação e promovem benefícios ecológicos de longo prazo (Metzger, 2003).

A Suzano, líder global na produção de celulose de eucalipto, insere-se de modo estratégico nesse panorama. Em suas operações no Brasil, a empresa busca alinhar sua gestão florestal aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), reconhecendo que sua competitividade depende também do atendimento de critérios socioambientais. A adoção do modelo de mosaico configura-se como componente central do planejamento corporativo, com metas estruturadas para conciliar eficiência produtiva e legitimidade social.

Entre as ações da Suzano destacam-se o monitoramento da biodiversidade, incluindo o registro de mais de mil espécies em Mato Grosso do Sul, com várias ameaçadas de extinção, e a manutenção de corredores ecológicos entre áreas de conservação e produção de eucalipto (Suzano, 2023). Tais práticas indicam



que há progresso concreto, ainda que com desafios vinculados a custos operacionais, à capacitação técnica e à resolução de conflitos territoriais.

O modelo de mosaicos florestais oferece vantagens claras: favorece biodiversidade, protege recursos hídricos, mitiga riscos de pragas e doenças, fortalece a reputação institucional em contextos de demanda crescente por transparência socioambiental e permite maior integração com comunidades locais. Porém, algumas limitações persistem, entre elas o elevado custo de implementação, a logística complexa de manejo de diferentes unidades espaciais e a necessidade de monitoramento contínuo.

Para aperfeiçoar sua atuação, a Suzano poderia avançar na adoção de práticas de manejo adaptativo, combinadas com mosaicos, utilizando tecnologias como sensoriamento remoto e inteligência artificial para antecipar impactos, assim como programas de pagamento por serviços ambientais e uma governança participativa que envolva comunidades locais e instituições científicas. Um zoneamento dinâmico, modelos híbridos e um cronograma claro de metas são essenciais para assegurar que os benefícios ecológicos, sociais e econômicos sejam efetivamente alcançados com sustentabilidade.

A presente pesquisa propõe investigar de que maneira a integração entre o manejo adaptativo e os serviços ecossistêmicos pode contribuir para tornar o modelo de gestão florestal em mosaico economicamente viável para grandes empresas do setor florestal, como a Suzano. Embora o sistema de mosaicos florestais tenha se consolidado como uma estratégia promissora para equilibrar produção e conservação, ainda persistem lacunas significativas quanto à sua sustentabilidade econômica e operacional em larga escala (Metzger, 2003; Brancalion et al., 2016).

O desafio central reside em conciliar, de forma efetiva, a conservação da biodiversidade e a manutenção dos serviços ecossistêmicos com a necessidade de retorno financeiro contínuo das operações florestais. Diversos autores apontam que, apesar dos benefícios ambientais comprovados, os mosaicos florestais apresentam custos elevados de implementação e monitoramento, além de exigirem alto grau de coordenação e governança ambiental (Lima et al., 2024; Prado et al., 2016). A viabilidade econômica desses sistemas depende, portanto, da incorporação de instrumentos que valorizem os serviços ecossistêmicos e de práticas gerenciais adaptativas que permitam o ajuste dinâmico das estratégias diante de mudanças ambientais, econômicas e sociais (Rocha, 2023).



No contexto empresarial, a Suzano destaca-se como um caso relevante de aplicação do modelo de mosaico. Em seus relatórios de sustentabilidade, a companhia demonstra esforços em ampliar corredores ecológicos, conservar áreas nativas e reduzir a pegada de carbono de suas operações (Suzano, 2024). Iniciativas como o Projeto Cerrado exemplificam a busca por uma integração entre eficiência produtiva e conservação ambiental, ainda que acompanhadas de desafios financeiros e logísticos (Suzano, 2023). Tais experiências indicam avanços, mas também evidenciam a necessidade de um modelo de gestão mais flexível, inovador e capaz de integrar indicadores ecológicos e econômicos de forma simultânea.

Além disso, estudos recentes destacam que a combinação entre manejo adaptativo e valoração de serviços ecossistêmicos pode representar uma alternativa estratégica para empresas que desejam alinhar competitividade e sustentabilidade (Metzger, 2001; Prado et al., 2016). O manejo adaptativo, ao permitir ajustes contínuos nas práticas florestais com base em evidências e monitoramento, favorece a eficiência operacional e a redução de riscos, enquanto a valorização dos serviços ecossistêmicos oferece novas fontes de receita e incentivos à conservação (Lima et al., 2024).

Nesse contexto, surge a pergunta central que orienta este estudo: Como a combinação de manejo adaptativo e serviços ecossistêmicos pode transformar a gestão florestal em mosaico em um modelo economicamente viável para grandes empresas como a Suzano?

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A ecologia de paisagens é o campo que estuda como a estrutura espacial de habitats — fragmentos, matrizes e corredores — influencia processos ecológicos, como dispersão, fluxo gênico, atividades de espécies e resiliência a distúrbios. Metzger (2001; 2003) argumenta que paisagens heterogêneas em mosaico podem favorecer conectividade entre fragmentos e manter processos ecológicos cruciais, como reinvasão, migração e estabilidade de populações. Essa estrutura paisagística também permite distribuir usos diferentes (produção, conservação, restauração) de maneira integrada, buscando mitigar os impactos da monocultura intensa.

No contexto brasileiro, o conceito de mosaico florestal torna-se especialmente relevante. Os “Cadernos do Diálogo” descrevem que mosaicos florestais combinam



fragmentos florestais nativos e plantações arbóreas, permitindo não apenas a produção florestal, mas também a provisão de serviços ambientais e a permeabilidade ecológica das paisagens (Conservation International, 2011). Entretanto, a adoção de mosaicos florestais apresenta desafios, como custos logísticos, complexidade de manejo e necessidade de governança integrada. Esses obstáculos demandam que o modelo de mosaico seja sustentado não apenas por lógica ecológica, mas por mecanismos que garantam viabilidade econômica e flexibilidade adaptativa.

O manejo adaptativo é uma abordagem de gestão que enfatiza a incorporação de aprendizagem contínua, monitoramento sistemático e ajustes sucessivos nas práticas conforme os resultados e as variabilidades ambientais. Ele reconhece que os ecossistemas são dinâmicos e que as incertezas exigem flexibilidade do gestor (Holling, 1978). No contexto florestal, as práticas adaptativas permitem modificar taxas de desbaste, períodos de rotação e densidades de plantio conforme respostas observadas em campo. O manejo adaptativo também requer sistemas robustos de monitoramento para alimentar o processo decisório — o que se articula estreitamente com o uso de tecnologias digitais e sistemas de governança adaptativa.

Os serviços ecossistêmicos são os benefícios diretos e indiretos que os ecossistemas oferecem à sociedade — provisão, regulação, suporte e culturais. O “Marco Referencial em Serviços Ecossistêmicos” da Embrapa (2019) traz uma base conceitual para a quantificação e integração desses serviços no planejamento territorial. A internalização dos serviços ecossistêmicos, isto é, incorporá-los nos custos e benefícios privados, é um dos maiores desafios. Políticas como Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) e créditos de carbono têm sido propostas como instrumentos econômicos capazes de reverter esse desequilíbrio, transformando áreas de conservação em fontes de receita adicional (Prado et al., 2016; Rocha, 2023).

A adoção de tecnologias digitais — sensoriamento remoto, imagens de satélite, drones e inteligência artificial — representou um salto na capacidade de monitoramento ambiental. Esses recursos, aliados a uma estrutura de governança adaptativa, alimentam decisões mais ágeis e embasadas, reduzindo incertezas operacionais. As parcerias socioambientais, envolvendo comunidades rurais,



instituições científicas e órgãos públicos, atuam como mecanismos de legitimação e compartilhamento de conhecimentos. Elas contribuem para uma gestão mais participativa, transparente e sustentável das paisagens florestais (Brancaion et al.,2016).

Por fim, a viabilidade econômica de um sistema florestal em mosaico que incorpore manejo adaptativo e serviços ecossistêmicos depende da interação entre variáveis ecológicas, técnicas e institucionais. Paisagens multifuncionais podem agregar valor ambiental e reduzir riscos ecológicos, mas os custos de implementação e monitoramento ainda são altos. Portanto, a integração entre manejo adaptativo, serviços ecossistêmicos, tecnologia e governança participativa pode transformar a gestão florestal em mosaico em um modelo mais competitivo, resiliente e sustentável.

3. METODOLOGIA

Este trabalho adota uma metodologia qualitativa, focando em compreender e interpretar as interações entre o manejo adaptativo, os serviços ecossistêmicos e a gestão de florestas em mosaico, levando em conta aspectos econômicos, ecológicos e sociais. A pesquisa é de caráter exploratório e descritivo, com o objetivo de identificar, analisar e apresentar as possibilidades e limitações dessa integração como uma estratégia para sustentabilidade e viabilidade financeira para as empresas do setor florestal. Para fundamentar a discussão, será utilizada a técnica de pesquisa bibliográfica, que inclui a análise de livros, artigos científicos, teses, dissertações e relatórios técnicos que tratam de temas como ecologia de paisagens, manejo adaptativo, serviços ecossistêmicos, governança ambiental e economia florestal. Simultaneamente, a pesquisa documental será realizada para explorar relatórios de sustentabilidade, publicações de empresas e materiais institucionais de empresas do setor florestal, visando entender a aplicação dessas práticas na prática. Os dados obtidos serão analisados por meio de uma análise de conteúdo, que permitirá identificar categorias temáticas associando a eficácia econômica e ambiental do modelo de mosaico com a implementação de práticas adaptativas e ferramentas de valorização ambiental. Essa abordagem metodológica proporcionará uma compreensão crítica e integrada dos fatores que fazem do modelo de gestão florestal em mosaico uma alternativa sustentável e com viabilidade econômica



para o setor

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados indicam que a integração entre manejo adaptativo e serviços ecossistêmicos reforça a eficiência e a viabilidade econômica do mosaico ao combinar aprendizagem contínua, ajuste de práticas e captura de valor ambiental. À luz de Holling (1978), a retroalimentação de dados permite reconfigurar regimes de plantio e conservação para mitigar riscos ecológicos e operacionais; articulada à conectividade de paisagens proposta por Metzger (2001; 2003), essa abordagem reduz efeitos da fragmentação, fortalece fluxo gênico e cria condições para produtividade estável com menor exposição a perdas. Assim, observa-se convergência entre resiliência ecológica e racionalidade econômica, alinhada ao objetivo de transformar o mosaico em modelo sustentável para empresas do setor.

A literatura setorial e os relatórios corporativos reforçam esse quadro. Evidências documentadas pela Suzano (2023; 2024) sobre corredores ecológicos, registro de espécies e integração de reservas legais às áreas produtivas apontam redução de impacto e ganhos de legitimidade socioambiental. Em paralelo, Brancalion et al. (2016) demonstram que instrumentos normativos e arranjos de uso do solo podem compatibilizar produção e conservação, enquanto dados da IBÁ (2023) contextualizam a relevância econômica do setor e a necessidade de padrões robustos de governança ambiental. Tais achados respondem ao objetivo de conciliar desempenho econômico e critérios ecológicos, mostrando que práticas em escala corporativa podem ancorar benefícios sistêmicos.

Quanto à dimensão financeira, os mecanismos de Pagamento por Serviços Ambientais e créditos de carbono (Prado et al., 2016; Rocha, 2023) se mostram decisivos para internalizar benefícios não precificados (sequestro de carbono, regulação hídrica, conservação do solo), reduzindo o hiato entre custos de implementação/monitoramento e retorno econômico. Em diálogo com Lima et al. (2024), que discutem determinantes de viabilidade de concessões, os resultados sugerem que instrumentos econômicos bem calibrados elevam a atratividade do mosaico e sustentam cadeias de valor “verdes”. Essa linha de evidência atende diretamente ao objetivo de demonstrar caminhos para a viabilidade econômica do modelo.



A incorporação de tecnologias digitais (sensoriamento remoto, SIG, IA, drones) e de governança adaptativa melhora a precisão do monitoramento, diminui custos transacionais e amplia transparência, favorecendo participação social e controle territorial (Brancaion et al., 2016; Embrapa, 2019). Em termos de impactos comunitários, as parcerias com instituições locais e programas de educação ambiental e geração de renda fortalecem coesão social, reduzem conflitos e distribuem benefícios do uso da terra, em convergência com os ODS (ONU, 2015). Desse modo, o conjunto de achados atende aos objetivos específicos (i–iv) e revela co-benefícios ambientais, econômicos e sociais, especialmente relevantes em biomas sensíveis como Cerrado e Mata Atlântica.

5. CONCLUSÃO

A ecologia de paisagens é o campo que estuda como a estrutura espacial de habitats — fragmentos, matrizes e corredores — influencia processos ecológicos, como dispersão, fluxo gênico, atividades de espécies e resiliência a distúrbios. Metzger (2001; 2003) argumenta que paisagens heterogêneas em mosaico podem favorecer conectividade entre fragmentos e manter processos ecológicos cruciais, como reinvasão, migração e estabilidade de populações. Essa estrutura paisagística também permite distribuir usos diferentes (produção, conservação, restauração) de maneira integrada, buscando mitigar os impactos da monocultura intensa.

No contexto brasileiro, o conceito de mosaico florestal torna-se especialmente relevante. Os “Cadernos do Diálogo” descrevem que mosaicos florestais combinam fragmentos florestais nativos e plantações arbóreas, permitindo não apenas a produção florestal, mas também a provisão de serviços ambientais e a permeabilidade ecológica das paisagens (Conservation International, 2011). Entretanto, a adoção de mosaicos florestais apresenta desafios, como custos logísticos, complexidade de manejo e necessidade de governança integrada. Esses obstáculos demandam que o modelo de mosaico seja sustentado não apenas por lógica ecológica, mas por mecanismos que garantam viabilidade econômica e flexibilidade adaptativa.

O manejo adaptativo é uma abordagem de gestão que enfatiza a incorporação de aprendizagem contínua, monitoramento sistemático e ajustes sucessivos nas



práticas conforme os resultados e as variabilidades ambientais. Ele reconhece que os ecossistemas são dinâmicos e que as incertezas exigem flexibilidade do gestor (HOLLING, 1978). No contexto florestal, as práticas adaptativas permitem modificar taxas de desbaste, períodos de rotação e densidades de plantio conforme respostas observadas em campo. O manejo adaptativo também requer sistemas robustos de monitoramento para alimentar o processo decisório — o que se articula estreitamente com o uso de tecnologias digitais e sistemas de governança adaptativa.

Os serviços ecossistêmicos são os benefícios diretos e indiretos que os ecossistemas oferecem à sociedade — provisão, regulação, suporte e culturais. O “Marco Referencial em Serviços Ecossistêmicos” da Embrapa (2019) traz uma base conceitual para a quantificação e integração desses serviços no planejamento territorial. A internalização dos serviços ecossistêmicos, isto é, incorporá-los nos custos e benefícios privados, é um dos maiores desafios. Políticas como Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) e créditos de carbono têm sido propostas como instrumentos econômicos capazes de reverter esse desequilíbrio, transformando áreas de conservação em fontes de receita adicional (Prado et al., 2016; Rocha, 2023).

A adoção de tecnologias digitais — sensoriamento remoto, imagens de satélite, drones e inteligência artificial — representou um salto na capacidade de monitoramento ambiental. Esses recursos, aliados a uma estrutura de governança adaptativa, alimentam decisões mais ágeis e embasadas, reduzindo incertezas operacionais. As parcerias socioambientais, envolvendo comunidades rurais, instituições científicas e órgãos públicos, atuam como mecanismos de legitimação e compartilhamento de conhecimentos. Elas contribuem para uma gestão mais participativa, transparente e sustentável das paisagens florestais (Brançalion et al., 2016).

Por fim, a viabilidade econômica de um sistema florestal em mosaico que incorpore manejo adaptativo e serviços ecossistêmicos depende da interação entre variáveis ecológicas, técnicas e institucionais. Paisagens multifuncionais podem agregar valor ambiental e reduzir riscos ecológicos, mas os custos de implementação e monitoramento ainda são altos. Portanto, a integração entre manejo adaptativo,



serviços ecossistêmicos, tecnologia e governança participativa pode transformar a gestão florestal em mosaico em um modelo mais competitivo, resiliente e sustentável.

REFERÊNCIAS

METZGER, Jean-Paul. O que é ecologia de paisagens?. *Biota Neotropica*, v. 1, n. 1/2, 2001. Tradução . . Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s1676-06032001000100006>. Acesso em: 07 out. 2025

METZGER, Jean Paul; DÉCAMPS, Hélène. (Metzger; Décamps, 1997 apud Metzger, 2003)

SUZANO. Manejo sustentável da Suzano contribui para a preservação da biodiversidade e registra 1,2 mil espécies em Mato Grosso do Sul. Suzano, 2023. Disponível em: <https://www.suzano.com.br/noticia/manejo-sustentavel-da-suzano-contribui-para-a-preservacao-da-biodiversidade-e-registra-12-mil-especies-em-mato-grosso-do-sul>. Acesso em: 06 out. 2025

BRANCALION, Pedro H. S. et al. Balancing economic development and environmental conservation in Brazil: the role of the Forest Code. *Biological Conservation*, v. 191, p. 665-673, 2016.

LIMA, Fernanda Borges de et al. Determinants of financial viability of forest concession in Brazilian Amazon. *Forests*, v. 15, n. 10, p. 1808, 2024.

METZGER, Jean Paul. O que é ecologia de paisagens? *Biota Neotropica*, Campinas, v. 1, n. 1/2, 2001.

PRADO, R. B. et al. Panorama atual e potencial de aplicação da abordagem dos serviços ecossistêmicos do solo no Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 51, n. 9, p. 1021-1038, 2016.

ROCHA, Qüinny Soares. Avaliação econômica do manejo florestal sustentável na Amazônia: análise de diferentes cenários. 2023. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) — Universidade Estadual Paulista (Unesp), Botucatu, 2023.

SUZANO. Relatório de Sustentabilidade Suzano 2024. São Paulo: Suzano S.A., 2024. Disponível em: <https://www.suzano.com.br/sustentabilidade/relatorios-de-sustentabilidade>.

BRANCALION, P. H. S.; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R. R. Restauração ecológica de ecossistemas degradados: avanços e perspectivas. São Paulo: Oficina de Textos, 2016.



HOLLING, C. S. Adaptive Environmental Assessment and Management. London: John Wiley & Sons, 1978.

ONU – Organização das Nações Unidas. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável: Transformando Nosso Mundo – Agenda 2030. Nova York: ONU, 2015.

PRADO, R. B.; RIBEIRO, R. L. D.; CÂMARA, G. Pagamentos por serviços ambientais: fundamentos e aplicações no contexto brasileiro. Brasília: Embrapa, 2016.

ROCHA, G. A. Economia verde e a valoração dos serviços ecossistêmicos. Revista Brasileira de Desenvolvimento Sustentável, v. 9, n. 2, p. 45-63, 2023.
SUZANO. Relatório de Sustentabilidade 2024. São Paulo: Suzano S.A., 2024.

BRANCALION, P. H. S.; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R. R. Restauração ecológica de ecossistemas degradados: avanços e perspectivas. São Paulo: Oficina de Textos, 2016.

CONSERVATION INTERNATIONAL. *Cadernos do Diálogo: Mosaicos Florestais*. Brasília: CI-Brasil, 2011.

EMBRAPA. Marco Referencial em Serviços Ecossistêmicos. Brasília: Embrapa, 2019.

HOLLING, C. S. Adaptive Environmental Assessment and Management. London: John Wiley & Sons, 1978.

METZGER, J. P. O que é ecologia de paisagens? *Biota Neotropica*, v. 3, n. 1, p. 1-9, 2003.

PRADO, R. B.; RIBEIRO, R. L. D.; CÂMARA, G. Pagamentos por serviços ambientais: fundamentos e aplicações no contexto brasileiro. Brasília: Embrapa, 2016.

ROCHA, G. A. Economia verde e a valoração dos serviços ecossistêmicos. Revista Brasileira de Desenvolvimento Sustentável, v. 9, n. 2, p. 45-63, 2023.

IBÁ – Indústria Brasileira de Árvores. Relatório Anual 2023. Brasília: IBÁ, 2023.