

Análise ambiental de sistemas agroflorestais utilizando metodologia Ambitec para agricultores familiares do Paraná, Brasil

Environmental analysis of agroforestry systems using the Ambitec methodology for family farmers in Paraná, Brazil

Análisis ambiental de sistemas agroforestales utilizando la metodología Ambitec para agricultores familiares de Paraná, Brasil

Amanda SellarinAlves¹, Marcelo Francia Arco-Verde², Elias de Melo Virginio Filho³, Chelsia Moraes⁴

¹ Mestre no Programa de Pós-Graduação em Manejo e Conservação de Florestas Tropicais e Biodiversidade do Centro Agronômico Tropical de Investigación y Enseñanza – CATIE, Turrialba - Costa Rica, Orcid: 0009-0009-5409-1765, email: alvez.ambiental@gmail.com.

² Pesquisador na Embrapa Florestas, Colombo – PR. Doutor em Sistemas Agroflorestais, na Universidade Federal do Paraná - UFP. Orcid: 0000-0001-6545-9961 e e-mail: marcelo.arco-verde@embrapa.br

³ Docente e Pesquisador no departamento de Agroforesteria do Centro Agronômico Tropical de Investigación y Enseñanza – CATIE, Turrialba - Costa Rica. Doutor em Educação pela Universidad Estatal a Distancia - UNED, Costa Rica. Orcid 0000-0003-2063-0010 e e-mail: eliasdem@catie.ac.cr

⁴ Pesquisadora no departamento de Agroforesteria do Centro Agronômico Tropical de Investigación y Enseñanza – CATIE, Turrialba - Costa Rica. Mestre em Manejo e Conservação de Florestas Tropicais e Biodiversidade do Centro Agronômico Tropical de Investigación y Enseñanza – CATIE, Turrialba - Costa Rica Orcid 0009-0000-3882-461X e e-mail: cmoraes@catie.ac.cr

Recebido em: 08 jul 2025 - Aceito em: 22 set 2025 – Publicado em: 01 jan 2026

Resumo

Este estudo avaliou os impactos ambientais da adoção de Sistemas Agroflorestais (SAFs) por agricultores familiares no estado do Paraná, Brasil, utilizando a metodologia Ambitec-Agro. Foram entrevistados seis agricultores em duas regiões distintas: município de Paranaguá no litoral e município da Lapa, região metropolitana de Curitiba. Os indicadores analisados incluíram qualidade do solo e da água, biodiversidade, recuperação ambiental e segurança alimentar. Os resultados demonstraram que os SAFs proporcionam benefícios significativos, como aumento da biodiversidade, melhoria da fertilidade do solo e maior resiliência dos sistemas produtivos frente às mudanças climáticas. Além disso, promoveram a diversificação alimentar e a restauração de áreas anteriormente degradadas. A metodologia Ambitec mostrou-se eficaz para quantificar os serviços ecossistêmicos gerados. Conclui-se que os SAFs são uma estratégia viável para fortalecer a sustentabilidade ambiental e a segurança alimentar na agricultura familiar, servindo como base para políticas públicas voltadas ao desenvolvimento rural sustentável.

Palavras-chave: Agricultura familiar, Indicadores ambientais, Serviços ecossistêmicos, Resiliência climática.

Abstract

This study assessed the environmental impacts of adopting Agroforestry Systems (SAFs) by family farmers in Paraná, Brazil, using the Ambitec-Agro methodology. Six farmers were interviewed in two regions: the municipality of Paranaguá on the coast and the municipality of Lapa, in the metropolitan region of Curitiba. The indicators analyzed included soil and water quality, biodiversity, environmental recovery, and food security. The results showed that SAFs provide significant benefits, such as increased biodiversity, improved soil fertility, and greater resilience of productive systems in the face of climate change. In addition, they promoted food diversification and the restoration of previously degraded areas. The Ambitec methodology proved effective in quantifying the ecosystem services generated. It is concluded that SAFs are a viable strategy to strengthen environmental sustainability and food security in family farming, serving as a basis for public policies aimed at sustainable rural development.

Keywords: Family farming; Environmental indicators; Ecosystem services; Climate resilience.

Resumen

Este estudio evaluó los impactos ambientales de la adopción de Sistemas Agroforestales (SAFs) por agricultores familiares en el estado de Paraná, Brasil, utilizando la metodología Ambitec-Agro. Se entrevistaron seis agricultores en dos regiones: el municipio de Paranaguá en la costa y el municipio de Lapa, en la región metropolitana de Curitiba. Los indicadores analizados incluyeron calidad del suelo y del agua, biodiversidad, recuperación ambiental y seguridad alimentaria. Los resultados mostraron que los SAFs aportan beneficios significativos, como mayor biodiversidad, mejor fertilidad del suelo y mayor resiliencia de los sistemas productivos frente al cambio climático. Además, promovieron la diversificación alimentaria y la restauración de áreas previamente degradadas. La metodología Ambitec demostró ser eficaz para cuantificar los servicios ecosistémicos generados. Se concluye que los SAFs son una estrategia viable para fortalecer la sostenibilidad ambiental y la seguridad alimentaria en la agricultura familiar, sirviendo de base para políticas públicas orientadas al desarrollo rural sostenible.

Palabras-clave: Agricultura familiar; Indicadores ambientales; Servicios ecosistémicos; Resiliencia climática.

A agricultura familiar desempenha papel estratégico na produção de alimentos e na conservação ambiental, especialmente em regiões que enfrentam vulnerabilidades socioeconômicas e limitações estruturais. Tais contextos demandam soluções integradas, capazes de promover a produção sustentável e restaurar ecossistemas. Os Sistemas Agroflorestais (SAFs) representam uma dessas soluções, por aliar conservação e geração de renda. Esses sistemas são reconhecidos por oferecerem serviços ecossistêmicos como a melhoria da qualidade do solo e a conservação da biodiversidade (Rossi; Montagnini; Virginio Filho, 2011), além de desempenharem um papel importante no sequestro de carbono atmosférico e na mitigação das mudanças climáticas (IPCC, 2023).

Ao contribuírem diretamente para a produtividade agrícola e a conservação ambiental, os SAFs se alinham a uma agenda mais ampla de desenvolvimento sustentável. Eles dialogam com diversas metas dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), como a erradicação da pobreza no campo, a segurança alimentar, a promoção da agricultura sustentável e a mitigação das mudanças climáticas. A integração dessas metas nos sistemas produtivos é reforçada por experiências de campo que demonstram o potencial dos SAFs em combinar eficiência ecológica e inclusão socioeconômica (Franzin, 2022). A combinação entre componentes florestais e agrícolas, quando bem planejada, promove a recuperação de áreas degradadas e favorece a resiliência dos agroecossistemas frente aos eventos extremos, como secas prolongadas e chuvas intensas, cujo agravamento tem sido amplamente discutido pelo Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC, 2023).

Estudos recentes reforçam a importância dos SAFs como estratégias integradas para enfrentar simultaneamente a insegurança alimentar e as mudanças climáticas. Em diversas regiões do Brasil, arranjos agroflorestais planejados com base em critérios ecológicos e sociais ampliaram o acesso a alimentos saudáveis, melhorando a resiliência hídrica e promovendo a adaptação climática por meio da diversificação produtiva, da conservação do solo e do sequestro de carbono (Brancalion *et al.*, 2020). Esses sistemas têm se mostrado eficazes na mitigação da fome e na redução da vulnerabilidade de comunidades rurais frente às transformações ambientais, evidenciando o papel dos

SAFs como uma alternativa viável para o desenvolvimento rural sustentável (Arco-Verde *et al.*, 2023).

A adoção de práticas agroflorestais também influencia diretamente o desempenho ecológico das unidades produtivas. Técnicas como a poda seletiva, o consórcio entre espécies com diferentes funções ecológicas e o uso de adubação orgânica promovem o aumento da matéria orgânica no solo, o controle natural de pragas e o sombreamento regulado, melhorando o microclima das áreas cultivadas. A experiência de agricultores em diferentes regiões do Brasil tem mostrado que, ao longo dos anos, sistemas manejados de forma agroecológica se tornam mais estáveis, produtivos e menos dependentes de insumos externos (Rossi, Montagnini; Virginio Filho, 2011), reforçando o papel dos SAFs como estratégia de soberania produtiva na agricultura familiar.

Neste estudo foram avaliadas experiências de agricultores familiares em duas regiões do estado do Paraná com realidades socioambientais contrastantes: o município de Paranaguá, no litoral paranaense, e o município da Lapa, na Região Metropolitana de Curitiba. Paranaguá localiza-se em uma região onde cerca de 90% do território é coberto por áreas de preservação ambiental, incluindo unidades de conservação (DERAL, 2021). Nessa condição, a agricultura familiar é praticada em áreas restritas, frequentemente sujeitas a limitações legais e ambientais, o que faz dos SAFs uma alternativa produtiva estratégica. Nessas áreas os sistemas agroflorestais têm sido utilizados para conciliar a produção de alimentos, como banana, maracujá, hortaliças e palmito pupunha, com a manutenção dos serviços ecossistêmicos, fortalecendo a resiliência dos agricultores frente às restrições territoriais e climáticas (DERAL, 2021). Já a Lapa apresenta um cenário distinto: trata-se de um território marcado por organização social, articulada por meio de cooperativa, o que impulsiona práticas agroecológicas integradas à comercialização em feiras, cestas, e programas como PNAE – Programa Nacional de Alimentação Escolar e PAA – Programa de Aquisição de Alimentos, que garantem a aquisição de alimentos para merenda escolar e outras instituições públicas (MAPA, 2024). Nesse contexto, os SAFs são incorporados como uma estratégia ambiental, com base em um modelo coletivo de produção e comercialização, promovendo a segurança alimentar e a geração de renda de forma sustentável.

A fim de mensurar os efeitos ambientais da adoção de SAFs nessas diferentes realidades, foi aplicada a metodologia Ambitec-Agro, desenvolvida pela Embrapa Meio Ambiente. Essa ferramenta multicritério avalia impactos ambientais por meio de indicadores como qualidade do solo, da água, biodiversidade, recuperação ambiental e segurança alimentar, considerando alterações provocadas pelo sistema em relação à situação anterior, como monocultivos ou áreas em pousio (Rodrigues; Campanhola; Kitamura, 2003). A coleta de dados envolveu entrevistas semiestruturadas, observações técnicas e visitas de campo, com participação de 6 (seis) agricultores, sendo 2 (dois) no litoral e 4 (quatro) na Lapa.

Os resultados foram consolidados em planilhas eletrônicas que atribuem valores aos impactos ambientais, com base em coeficientes de alteração que variam de -3 a +3, ponderados pela abrangência do efeito (pontual, local ou entorno). Nessa escala, -3 corresponde a um impacto fortemente negativo; -1 a um impacto negativo; 0 significa ausência de alteração perceptível; +1 representa impacto positivo e +3 reflete um impacto fortemente positivo. Os valores intermediários -2 e +2 não são utilizados na metodologia, que adota os cinco níveis citados para mensuração dos impactos. Essa abordagem permite uma análise integrada das práticas agroflorestais, considerando tanto os efeitos diretos sobre o ambiente quanto sua interação com o território. Como indicam Ferreira *et al.* (2002), a adoção de sistemas agroflorestais bem manejados podem promover a regeneração de áreas degradadas, o aumento da resiliência dos agroecossistemas e a restauração da biodiversidade, aspectos que foram observados nos contextos avaliados neste estudo.

Os dados obtidos e representados na Figura 1 evidenciam que os impactos ambientais positivos dos SAFs são mais intensamente percebidos em propriedades que anteriormente operavam sob sistemas convencionais, como monocultivos mecanizados ou pastagens degradadas. Nessas áreas, a conversão para arranjos agroflorestais resultou em melhorias visíveis, sobretudo nos indicadores de qualidade do solo e da água. Agricultores como EP, NO e LS relataram que, após a adoção dos SAFs, observaram reduções na compactação, no incremento da matéria orgânica e em maior capacidade de infiltração, aspectos frequentemente associados à presença de raízes profundas e cobertura permanente do solo (May; Trovatto, 2008). A substituição do uso intensivo de

insumos químicos por práticas como adubação orgânica e sombreamento regulado favoreceu o equilíbrio hídrico, contribuindo para o controle da erosão e para a diminuição da turbidez da água nos cursos d'água próximos.

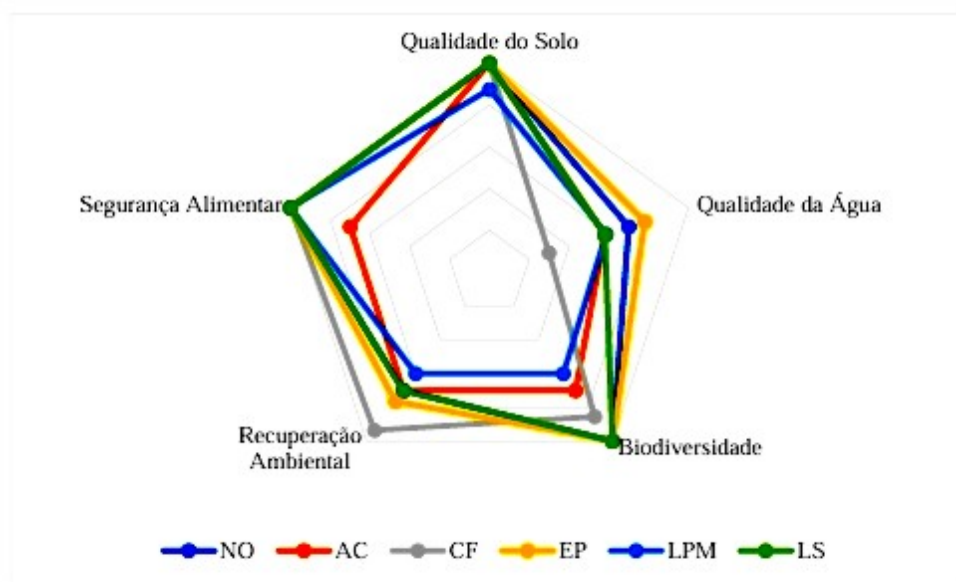


Figura 1. Desempenho comparativo de produtores em indicadores ambientais. EP, NO, LS, CF, LPM e AC, em diferentes cores, representam as iniciais dos agricultores entrevistados, preservando sua identidade.

Fonte: autores

O indicador de biodiversidade foi o que apresentou maior variação positiva entre os agricultores avaliados. A introdução de espécies arbóreas nativas, frutíferas e leguminosas nos SAFs resultou em um mosaico ecológico que atraiu polinizadores, insetos benéficos e pequenos vertebrados, além de favorecer o retorno da fauna silvestre em áreas antes desprovidas de cobertura vegetal mais densa (Mangabeira; Tôsto; Romeiro, 2011). Em propriedades como as de CF e EP, que anteriormente apresentavam pastagens degradadas ou monocultivos, a estruturação dos SAFs trouxe ganhos expressivos na diversidade funcional do agroecossistema. Em contraste, áreas que já estavam em regeneração natural ou operavam sob manejo orgânico, como no caso de LPM e AC, apresentaram avanços mais sutis nesse indicador, o que reforça a ideia de que o impacto dos SAFs é mais perceptível em contextos de maior passivo ambiental inicial.

A segurança alimentar também foi positivamente influenciada, especialmente nas propriedades que passaram de sistemas voltados à monocultura de mercado para modelos diversificados e voltados à produção familiar. Agricultores como NO e CF relataram aumento na variedade de alimentos disponíveis ao longo do ano, o que contribuiu para dietas mais equilibradas e para a redução da dependência de alimentos adquiridos externamente. Além do autoconsumo, o excedente da produção passou a ser comercializado em circuitos curtos, gerando renda adicional e fortalecendo o vínculo entre segurança alimentar e segurança econômica (May & Trovatto, 2008). Em propriedades que já possuíam diversidade produtiva consolidada, como a de AC, os ganhos foram menos evidentes, refletindo um cenário já avançado em termos de estabilidade produtiva.

Quanto ao indicador de recuperação ambiental, observou-se que os maiores ganhos ocorreram em propriedades que apresentavam degradação acentuada antes da implantação dos SAFs. Agricultores como CF, EP e LS relataram que suas áreas apresentavam solo exposto, baixo teor de matéria orgânica e ausência de cobertura vegetal significativa. A adoção dos sistemas agroflorestais favoreceu a regeneração natural, com aumento da cobertura verde, restauração da estrutura do solo e reestabelecimento de microclimas locais, especialmente pela introdução de espécies de sombreamento e fixadoras de nitrogênio (Ferreira et al., 2002).

A análise comparativa dos cinco indicadores selecionados evidenciou que os efeitos ambientais positivos tendem a ser mais visíveis em áreas com maior grau de degradação pré-existente, embora esse resultado dependa do contexto e do histórico de uso anterior. Em propriedades que já utilizavam práticas de manejo orgânico ou estavam em regeneração natural, os impactos foram mais sutis, embora ainda positivos. Além disso, o tempo de implantação também influenciou os resultados. Agricultores com sistemas mais antigos, como EP e CF, apresentaram melhores desempenhos em aspectos como biodiversidade e qualidade do solo, reforçando que os benefícios dos SAFs se acumulam ao longo do tempo (Mangabeira; Tôsto; Romeiro, 2011).

No caso de Paranaguá, ainda que se trate de uma região fortemente marcada por unidades de conservação e condições ambientais mais preservadas (DERAL, 2021), os

resultados demonstraram que os SAFs também geraram impactos positivos mensuráveis. Os agricultores EP e LPM apresentaram bons desempenhos em indicadores como qualidade do solo e da água, biodiversidade e segurança alimentar, evidenciando que, mesmo em áreas de maior preservação, a adoção dos SAFs contribui para a manutenção dos serviços ecossistêmicos e para a diversificação produtiva (Ferreira *et al.*, 2002). Nesse contexto, configuram-se como alternativa de produção sustentável compatível com as exigências de conservação.

Na Lapa, por outro lado, os SAFs se articulam à organização social de agricultores reunidos em cooperativas, o que viabiliza a comercialização de produtos agroecológicos em feiras, cestas e programas de compras públicas como o PNAE e PAA (MAPA, 2024). Esse arranjo fortalece a base ambiental e sustenta um modelo coletivo de produção e comercialização, integrando conservação, segurança alimentar e geração de renda, em consonância com iniciativas de desenvolvimento sustentável que valorizam a inclusão social e a Agroecologia (Franzin & Leite, 2022).

De modo geral, os resultados confirmam que os SAFs são sistemas de produção eficazes para conciliar produção agrícola, conservação ambiental e segurança alimentar no contexto da agricultura familiar. Sua adoção, aliada ao apoio da assistência técnica e ao fortalecimento das redes de comercialização, representa uma estratégia robusta para aumentar a resiliência dos agroecossistemas e promover o desenvolvimento rural sustentável. Assim como observado por Rodrigues, Campanhola e Kitamura (2003), os dados obtidos neste estudo reforçam a utilidade do Ambitec-Agro como ferramenta de apoio, permitindo mensurar e evidenciar os impactos socioambientais decorrentes da adoção dos SAFs em diferentes territórios.

Copyright (©) 2025 - Amanda SellarinAlves, Marcelo Francia Arco-Verde, Elias de Melo Virginio Filho, Chelsia Moraes

REFERÊNCIAS

ARCO-VERDE, Marcelo F. *et al.* Sistemas agroflorestais de referência para mitigação da fome e mudanças climáticas no Brasil. In: CONFERÊNCIA IUFRO 2023 AMÉRICA LATINA, 2023, Curitiba. *Anais...* Colombo: Embrapa Florestas, 2023. p. 156.

BRANCALION, Pedro Henrique *et al.* Finding the money for tropical forest restoration. **Unasylva**, v. 63, p. 25-34, 2020.

DERAL – Departamento De Economia Rural. **Análise VBP 2020** – NR Paranaguá. Boletim Informativo. Curitiba: Governo do Estado do Paraná, 2021.

FERREIRA, Chelsia M. *et al.* Composición florística y estructura de bosques secundarios en el municipio de San Carlos, Nicaragua. **Revista Forestal Centroamericana**, n. 38, p 44-50. Comunicación Técnica, 2002.

FRANZIN, Sergio Francisco L.; LEITE, Uberlando T. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável: Boas práticas e mecanismos de implementação da Agenda 2030 no Brasil**. Porto Velho: Instituto Federal de Rondônia, 2022.

IPCC – Painel Intergovernamental Sobre Mudança Do Clima. **Mudança do Clima 2023: Relatório Síntese**. Genebra: IPCC, 2023.

MANGABEIRA, Joao Alfredo C.; TÔSTO, Sergio G.; ROMEIRO, Ademar R. **Valoração de serviços ecossistêmicos: estado da arte dos sistemas agroflorestais (SAFs)**. Documentos 91. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2011.

MAPA – Ministério Da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Produção agroecológica é destaque nos 25 anos do Assentamento Contestado** – PR. 04/03/2024. Disponível em: <https://www.gov.br/incra/pt-br/assuntos/noticias/producao-agroecologica-e-destaque-nos-25-anos-do-assentamento-contestado-pr>. Acesso em: 14/09/2024).

MAY, Peter H.; TROVATTO, Cassio M. M. **Manual agroflorestal para a Mata Atlântica**. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Agrário, 2008.

ROSSI, Esteban; MONTAGNINI, Florencia; VIRGINIO FILHO, Elias M. Effects of management practices on coffee productivity and herbaceous species diversity in agroforestry systems in Costa Rica. *In*: MONTAGNINI, Florencia; FRANCESCONI, Wendy; ROSSI, Esteban (Eds.). **Agroforestry as a tool for landscape restoration**. New York: Nova Science Publishers, 2011.

RODRIGUES, Geraldo S.; CAMPANHOLA, Clayton; KITAMURA, Paulo C. **Avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica agropecuária: Ambitec-Agro**. Documento 34. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2003