



Serviços ecossistêmicos em sistemas agroflorestais (SAFs): estudos das relações entre copa e diversidade de árvores nativas em três SAFs do estado de São Paulo.

Ecosystem services in agroforestry systems (AFS): studies of the relationships between canopy and diversity of native trees in two AFSs in the state of São Paulo.

R. BARROS, Daiane¹; F.M. ROSÁRIO, Gabriel²; GORNI, R. Guilherme³

¹Universidade de Araraquara, daianeornitho@gmail.com; ² Universidade de Araraquara, gfmrosario@uniara.edu.br; ³Universidade de Araraquara, grgorni@gmail.com

RESUMOS EXPANDIDO

Eixo Temático: Manejo de Agroecossistemas

Resumo: Os sistemas agroflorestais (SAFs) desempenham diversas funções, dentre elas a promoção de Serviços ecossistêmicos (SE) de várias categorias. Avaliar os SE em áreas de SAF permite assegurar que estes serviços estão sendo desempenhados. O presente trabalho tem como objetivo a utilização de um protocolo de monitoramento e análises estatísticas em três SAFs do Estado de São Paulo. Foram avaliados os indicadores de Cobertura de Copa (CC), Cobertura de Solo (CS) e diversidade de árvores nativas. A avaliação nos mostra que para o indicador de cobertura de copa os 3 SAFs atendem os valores de referências estabelecidos, indicando uma tendência positiva entre CC e diversidade de espécies. Para os indicadores de CS e número de espécies nativas, houve variação de resultado de acordo com a idade e composição dos SAFs. A cobertura de copa implica na regulação do microclima e na absorção de CO₂, podemos inferir que os SAFs desempenham um papel importante para o fornecimento de SE.

Palavras-chave: cobertura vegetal; agroecologia; estudos ambientais.

Introdução

Segundo o Ministério do Meio Ambiente (MMA), os Serviços Ecossistêmicos (SE) são benefícios fundamentais para a sociedade gerados pelos processos naturais subjacentes a suas interações, influenciando diretamente na qualidade de vida das pessoas.

Os sistemas agroflorestais desempenham diversas funções, dentre elas a promoção de SE de várias categorias, desde o fornecimento de insumos básicos, perpassando por questões culturais, ambientais e ecológicas (PIMENTEL; FURTADO e TAVA, 2021). Conservação do solo e da água, sequestro de carbono, polinização e regulação do microclima são algumas das funções que ressaltam a importância deste modelo produtivo para a sustentabilidade agrícola e ambiental (GONÇALVES, SCHLINDWEIN e MARTINELLI, 2021; KHADKA *et al.* 2021; TSUFAC, AWAZI e YERIMA, 2021; PANWAR e MAHALINGAPPA, 2022; NTAWURUHUNGA *et al.*, 2023). Além de mantenedor ou fornecedor de SE, os SAFs possuem importância do ponto de vista da segurança alimentar, por associar conhecimento local integrado a



componentes econômicos, sociais e ambientais (MORAES; AMÂNCIO; RESENDE, 2011).

Avaliar os SE em áreas de SAF permite assegurar que estes serviços estão sendo desempenhados, o uso de indicadores com coleta de informações *in loco*, apresentam resultados que refletem melhor as variáveis do ambiente, tendo em vista os fatores locais a serem considerados e a complexidade em que os SE são intrinsecamente ligados (VASCONCELOS e BELTRÃO, 2018).

No ano de 2021 foi disponibilizada a publicação de uma cartilha que tem por objetivo servir como ferramenta, levando ao produtor conhecimentos legais, técnicos e extensionistas, com intuito de incentivar e valorizar a prática agroflorestal (MACENO, *et. al.*, 2021). A cartilha traz consigo um protocolo de monitoramento de indicadores exigidos legalmente para exploração agroflorestal em áreas de preservação permanente e reserva legal. Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo a utilização deste protocolo de monitoramento em três sistemas agroflorestais do Estado de São Paulo de modo a constatar se os valores de referência foram atingidos.

Metodologia

O presente estudo foi desenvolvido em três SAFs, caracterizados conforme a Tabela 1.

Localização	Identificação	Tipo	Área m2	Idade/anos
São Joaquim da Barra/ SP	Teca/café	Café com nativas	7.800	19
São Joaquim da Barra/ SP	Horta	Horta com nativas	2.079	10
Dourado/ SP	Bela vista	Multiestratificado	3.000	3

Tabela 1: Especificações dos Sistemas Agroflorestais amostrados

Fonte: Autores (2023).

Foram avaliados os indicadores de Cobertura de Copa (CC), Cobertura de Solo (CS) e diversidade de árvores nativas, conforme a metodologia e protocolo proposta por Maceno *et. al* (2021). Para as análises estatísticas foi considerado o cálculo do índice de diversidade de Shannon, dominância e diversidade. As análises foram realizadas com auxílio do software Palaeontological Statistics (PAST - versão 4.03) (HAMMER *et al.*, 2001).

Conforme estabelecido no protocolo as parcelas (Figura 1) mediam 25m x 4m, totalizando 100m² (Teca/Café - 4 parcelas; Horta - 3 parcelas e Bela Vista - 2 parcelas).

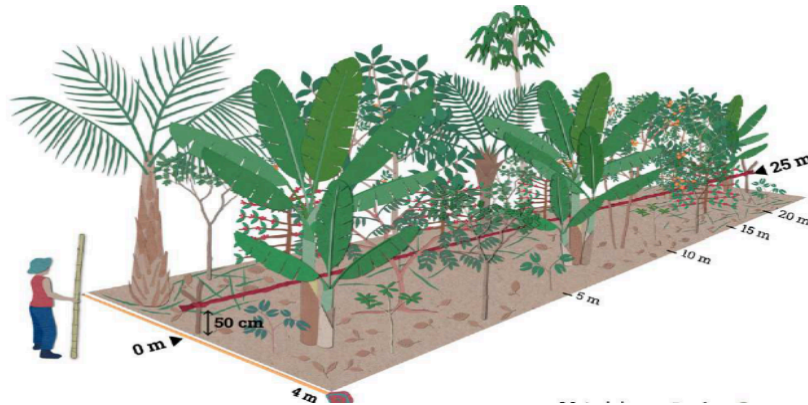


Figura 1: Modelo de instalação de uma parcela amostral
Fonte: Brito de Macedo (2021)

Indicador de Cobertura de Copa

O levantamento da CC (%) deverá ser obtido por meio da soma dos trechos do eixo central da parcela cobertos pelas copas das árvores e palmeiras com mais de 2 metros de altura.

$$\text{CC (\% da parcela)} = (\text{trecho 1} + \text{trecho 2} + \text{trecho 3...}) \times 4$$

$$\text{CCa (\% média da área)} = \frac{(\% \text{ parcela 1} + \% \text{ parcela 2} + \% \text{ parcela 3...})}{\text{N}^\circ \text{ de parcelas}}$$

Indicador de Cobertura de Solo

Deve-se caminhar ao longo do comprimento, em cada marcação de 5 metros, avaliar a porcentagem de cobertura viva e/ou morta da superfície do terreno dentro de cada quadrante, atribuindo uma nota de acordo com as classes definidas na Tabela 2.

$$\text{CS viva e/ou morta média da área} = \frac{(\% \text{ parcela 1} + \% \text{ parcela 2} + \% \text{ parcela 3...})}{\text{n}^\circ \text{ de parcelas}}$$

Classes (% de cobertura)	Notas
0%	0
>0 a 25%	2
>25 a 50%	4
>50 a 75%	6
>75 a 100%	8
100%	10

Tabela 2: Classificação do percentual de cobertura de copa.
Fonte: Brito de Macedo (2021).



Indicador de número de espécies nativa arbóreas

Foram considerados apenas indivíduos arbóreos de espécies nativas com altura superior a 50 centímetros conforme a fórmula abaixo, onde, considera-se o somatório do número de espécies por parcela.

Exemplo: **Nº de espécies nativas** = nº de esp parc 1 + nº de esp parc 2 +... nº de esp parc N.

Resultados e Discussão

Os indicadores são uma forma de avaliar o desenvolvimento do SAF, a metodologia descrita na cartilha permite que o produtor entenda as referências legais para produção e comercialização. Trata-se de uma ferramenta importante uma vez que comumente após a finalização dos projetos de assistência técnica os produtores devem tocar a produção sozinhos. A cartilha apresenta uma metodologia relativamente fácil de aplicar no campo, contudo, apesar destes indicadores serem utilizados na legislação para a aferição em áreas de Área de Preservação Permanente (APP) e Reserva Legal (RL), podem ser utilizadas também como uma referência para avaliação de SAFs em áreas comuns, na ausência de um protocolo específico para estas áreas. A Tabela 3 traz os dados obtidos em campo e as referências para avaliação.

Indicador	Horta	Café	Bela vista		Indicadores	Cobertura de copa (%)	Nº de esp. nativas regionais arbóreas
CC %	97,33	99	69,44	Valores de referências	3 ANOS	-	≥ 10
CS%	40,66	100	38		5 ANOS	≥ 50%	≥ 10
Nº de sp. nativas					≥ 10 ANOS	≥ 50%	≥ 10

Tabela 3: Avaliação dos Indicadores de CC, CS e número de espécies nativas, com base no protocolo da cartilha de “Sistemas agroflorestais com uso de espécies nativas”.

Fonte: Autores (2023) com base em Maceno *et. al.*, (2021).

A avaliação nos mostra que para o indicador de CC os 3 SAFs atendem os valores de referências estabelecidos, mesmo o Bela vista que com apenas 3 anos de implantação já atende o estabelecido para SAFs de 5 a 10 anos. Este SAF em detrimento dos demais apresentou um número muito baixo de CS e de número de espécies nativas, este fato pode estar associado ao grande número de bananeiras nas linhas de plantio, o que confere uma boa cobertura de copa ao SAF, uma vez



que este indicador é realizado considerando a vegetação dos SAFs independentemente de serem nativas ou exóticas. A CS para o SAF Horta e SAF Bela Vista apresentaram números abaixo dos valores de referência, já o SAF café apresentou os melhores resultados considerando os valores de referência para todos os indicadores, este resultado está associado a fatores como idade, enriquecimento e aporte de novos propágulos que resultam no aumento da diversidade de espécies. De acordo com análise estatística o “r” de Pearson mostrou uma correlação moderada entre a CC e o aumento da diversidade de espécies nos SAFs, a análise realizada revelou resultados importantes: correlação entre a CC e dominância ($r=-0,50$); CC correlacionada a quantidade de indivíduos ($r=0,67$); CC correlação com Índice de Shannon ($r=0,67$). Os resultados indicam uma tendência positiva entre CC e diversidade de espécies, corroborando com os resultados obtidos através do protocolo utilizado para coleta de dados.

Conclusões

Podemos inferir que o manejo de SAFs através do enriquecimento com mais diversidade de espécies arbóreas promovem os serviços de habitat e proteção genética, resultando na manutenção da biodiversidade e considerando que a cobertura de copa implica na regulação do microclima e na absorção de CO_2 promovendo um serviço de regulação, podemos inferir que os SAFs estudados desempenham diversos serviços ecossistêmicos.

Agradecimentos

Agradecemos à CAPES, à Fazenda Art em Terra São Joaquim da Barra/SP, e à Fazenda Bela Vista em Dourado/SP.

Referências bibliográficas

GONÇALVES, Claudia B.Q.; SCHLINDWEIN, Madalena Maria; MARTINELLI, Gabrielli C. Agroforestry systems: a systematic review focusing on traditional indigenous practices, food and nutrition security, economic viability, and the role of women. **Sustainability**, v. 13, n. 20, p. 11397, 2021.

HAMMER, Øyvind; HARPER, David AT. Past: paleontological statistics software package for education and data analysis. **Palaeontologia electronica**, v. 4, n. 1, p. 1, 2001.

KHADKA, Deepa; ARYAL, Anisha; BHATTA, Kishor P.; DHAKAL, Bed P., and BARAL, Himlal. Agroforestry systems and their contribution to supplying forest products to communities in the Chure range, Central Nepal. **Forests**, v. 12, n. 3, p. 358, 2021.

MACENO, Andreia B.; DEVIDE, Antônio Carlos P.; PERUCHI, Fernanda; OLIVEIRA, Guaraci B.; BARCELLOS, Isabel F.; SILVA, Kenia C.B.; NUNES, Renato. **Sistemas agroflorestais com uso de espécies nativas**. São Paulo, SP: SIMA, 2021, 76 p.



MORAES, Luís Fernando. D.; AMÂNCIO, Cristhiane O.G.; RESENDE, Alexander S. Sistemas agroflorestais para o uso sustentável do solo: considerações agroecológicas e socioeconômicas. Seropédica: **Embrapa Agrobiologia**, 2011. 28 p. (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 281/2011).

NTAWURUHUNGA, Donatien, NGOWI, Edwin E., MANGI, Halima O., SALANGA, Raymond J.; SHIKUKU, Kelvin M. Climate-smart agroforestry systems and practices: A systematic review of what works, what doesn't work, and why. **Forest Policy and Economics**, v. 150, p. 102937, 2023.

PANWAR, Pankaj; MAHALINGAPPA, Devagiri G.; KAUSHAL, Rajesh.; BHARDWAJ, Daulat R.; CHAKRAVARTY, Sumit; SHUKLA, Gopal; THAKUR, Narender S.; CHAVAN, Sangram B.; PAL, Sharmistha; NAYAK, Baliram G.; SRINIVASAIAH, Hareesh T.; DHARMARAJ, Ravikumar; VEERABHADRASWAMY, Naveen; APSHAHANA, Khulakpam; SURESH, Chellackan P.; KUMAR, Dhirender; SHARMA, Prashant; KAKADE, Vijaysinha; NAGARAJA, Mavinakoppa S.; SINGH, Manendra; DAS, Subrata; TAMANG, Mendup; KANCHAN, Roy A. D., GURUNG, Trishala. Biomass production and carbon sequestration potential of different agroforestry systems in India: a critical review. **Forests**, v. 13, n. 8, p. 1274, 2022.

PIMENTEL, Edyrlli N.B.; FURTADO, Gabriele N.; TAVA, Manoel. Serviços ambientais e caracterização florística de sistemas agroflorestais na comunidade expedito Ribeiro, Santa Bárbara-PA, BRASIL. **Somanlu: Revista de Estudos Amazônicos**, v. 1, n. 1, p. 104-116, 2021.

TSUFAC, Azembouh R.; AWAZI, Nyong P.; YERIMA, Bernard P. K. Characterization of agroforestry systems and their effectiveness in soil fertility enhancement in the south-west region of Cameroon. **Current Research in Environmental Sustainability**, v. 3, p. 100024, 2021.

VASCONCELLOS, Renan C.; BELTRÃO, Norma Ely S. Avaliação de prestação de serviços ecossistêmicos em sistemas agroflorestais através de indicadores ambientais. **Interações**, v. 19, p. 209-220, 2018.