



Prestação do serviço ecossistêmico de suporte à diversidade em sistemas agroflorestais e áreas de restauração: similaridades e diferenças funcionais
Provision of Ecosystem Support Service to Diversity in Agroforestry Systems and Areas of Restoration: Similarities and Functional Differences

ARNAUTH, Laíla¹; DA SILVA, Ana Carolina²; DIAS, André T. C. ³

¹ UFRJ, laila.iglesias1@gmail.com; ² UFRJ, ana.ssouza15@gmail.com; ³ UFRJ, atcdias@gmail.com

RESUMO EXPANDIDO

Eixo Temático: Manejo de agroecossistemas

Resumo: Em decorrência do cenário de degradação ambiental pelo uso indevido de recursos, os serviços ecossistêmicos estão drasticamente afetados. Com a necessidade de medidas mitigadoras, os Sistemas Agroflorestais (SAFs) surgem como uma alternativa capaz de conciliar a restauração com atividades econômicas sustentáveis e socialmente justas. O presente trabalho objetiva caracterizar funcionalmente os consórcios utilizados em SAFs e em áreas de restauração utilizando a abordagem funcional, por meio do levantamento de atributos florais e de frutos, visando entender se SAFs são capazes de promover serviços ecossistêmicos relacionados aos processos de polinização e frugivoria de forma similar aos plantios de restauração. O trabalho foi desenvolvido na APA da Bacia do Rio São João, em oito áreas de restauração e oito SAFs. Foram coletados, a partir da literatura científica, atributos de flores e frutos das espécies presentes nas diferentes áreas de estudo e foi avaliada a diferença funcional entre os dois tipos sistemas no nível de espécie e de comunidade. No nível de espécie, não foram encontradas diferenças funcionais significativas, porém, no nível de comunidade foi possível observar que os SAFs possuem características funcionais mais importantes no provimento de serviços de suporte à diversidade. Assim, alinhando-se o manejo agroecológico com a introdução de espécies nativas num sistema com alta diversidade, é possível obter melhores resultados ecológicos e econômicos utilizando-se agroflorestas como ferramenta de restauração.

Palavras-chave: polinização; frugivoria; CWM; atributos funcionais

Introdução

O planeta Terra vive uma crise climática decorrente das ações antrópicas intrínsecas ao atual sistema político-econômico. Nesse sentido, a utilização de fontes de energia não renováveis e depredatórias, o uso e a ocupação indevida do solo e os estilos de vida com padrões de consumo inadequados à manutenção dos recursos naturais, são responsáveis pelos impactos negativos no clima e na biodiversidade terrestre. Sendo assim, eventos extremos, como chuvas torrenciais, secas, queimadas e furacões, tornam-se cada vez mais frequentes e intensos, afetando os sistemas naturais e agrícolas, pondo em risco a segurança alimentar e a saúde da população, principalmente das comunidades tradicionais, que são os grupos que menos contribuem para as mudanças climáticas (IPCC, 2023).



No contexto em que os serviços ecossistêmicos estão drasticamente reduzidos, surge a necessidade de medidas mitigadoras das mudanças climáticas, visando a diminuição da emissão de Gases do Efeito Estufa (GEE) e a restituição ambiental dos ecossistemas. Assim, a restauração ecológica constitui uma importante ferramenta para alcançar esses objetivos, já que busca auxiliar o processo de recuperação de um ecossistema degradado, aproximando, ao máximo, suas características ecológicas ao modelo de referência, contando com a participação ativa da comunidade envolvida (GANN et al., 2019). No entanto, no Brasil, há diversos desafios para a implementação de projetos de restauração, tais como, o investimento insuficiente de recursos financeiros, a falta de monitoramento constante à longo prazo e a disputa por terras provenientes da expansão agropecuária convencional (CECCON, 2019).

Em contrapartida, os Sistemas Agroflorestais (SAFs) surgem como uma possibilidade de conciliação da restauração ecológica com atividades econômicas sustentáveis e socialmente justas (SANTOS et al., 2019), tendo em vista que (i) ao mimetizar florestas, SAFs possuem o potencial de restituir a biodiversidade, aumentar a resiliência e, com isso, recuperar os processos ecossistêmicos; (ii) o interesse do agricultor na manutenção do espaço permite um manejo e monitoramento contínuos à longo prazo; (iii) ao utilizar o conhecimento tradicional, é capaz de trazer soluções adaptadas ao contexto local – engajando e valorizando a comunidade; (iv) ao conciliar a manutenção da biodiversidade com o plantio de espécies agrícolas, dispõe de maior autossuficiência financeira já nos estágios iniciais de implementação, principalmente quando acompanhada de políticas públicas para o escoamento da produção e de incentivo ao consumo de produtos agroecológicos e (v) possui potencial para amenizar os conflitos de interesse entre a preservação ambiental e a produção de alimentos e matéria-prima.

A ecologia funcional é uma área da biologia que busca entender e realizar previsões acerca dos processos ecológicos de uma comunidade a partir dos atributos funcionais das espécies (DE BELLO et al., 2021). Os atributos funcionais consistem em quaisquer características morfofisiológicas e fenológicas intrínsecas à espécie, que influenciam no seu desempenho, portanto, são essenciais para o seu sucesso reprodutivo, sua sobrevivência e sua produção de biomassa (VIOLLE et al., 2007). Tais atributos podem ser classificados como aqueles de resposta, que refletem a resposta das espécies aos fatores ambientais, ou aqueles de efeito, que refletem o efeito das espécies nos processos ecossistêmicos (LAVOREL et al., 2002).

Considerando que a polinização e a dispersão de sementes são processos ecossistêmicos essenciais para a continuidade da sucessão florestal, para manutenção da biodiversidade e para a produção de recursos aos agricultores, é imperativa a necessidade de entender como tais processos se comportam em um SAF, visando sua adequada aplicação em projetos de restauração. Portanto, o presente estudo objetiva caracterizar funcionalmente os consórcios utilizados em SAFs e em áreas de restauração em relação aos atributos funcionais de flores e frutos, visando entender se SAFs são capazes de prover serviços ecossistêmicos



relacionados aos processos de polinização e frugivoria de forma similar aos projetos de restauração ecológica.

Metodologia

O trabalho foi desenvolvido na Área de Proteção Ambiental (APA) da Bacia do Rio São João/Mico Leão Dourado e na Reserva Biológica (REBIO) de Poço das Antas, localizadas na baixada litorânea do Rio de Janeiro. A área de estudo está inserida na Floresta Ombrófila Densa do bioma Mata Atlântica (MELLO, 2008), apresentando vegetação secundária em estágio inicial e pastagens/campos na APA Mico Leão Dourado e vegetação secundária em estágio médio/avançado na REBIO Poço das Antas, segundo dados do Portal GEOInea.



Figura 1. Áreas de estudo selecionadas na Área de Proteção Ambiental da Bacia do Rio São João e na Reserva Biológica de Poço das Antas. Sistemas agroflorestais estão marcados em vermelho e áreas de restauração estão marcadas em amarelo. Imagem de satélite do Google Earth.

Foram selecionadas, aleatoriamente, 4 parcelas inseridas em oito áreas de restauração e oito SAFs, onde foram identificadas as espécies arbóreas e realizada a coleta de dados ecológicos. Neste estudo, para selecionar as espécies que melhor caracterizam as áreas de estudo, foi utilizada a dominância relativa (REF) para determinar as espécies dominantes de cada área. No total, 38 espécies (26 em SAFs e 12 em áreas de restauração) foram selecionadas.

Para cada espécie foram coletados, a partir da literatura científica, atributos de flores e frutos. A análise foi realizada em dois níveis. No nível de espécies, comparamos os valores médios dos atributos presentes nos *pools* de espécies de cada tipo de sistema. No nível de comunidade, levamos em consideração a abundância das espécies em cada área de estudo, por meio do CWM – *community weighted trait mean values*, uma média dos atributos presentes em uma



comunidade ponderada pela abundância relativa das espécies, refletindo a identidade funcional da comunidade (DIAS et al., 2013). Os dados foram analisados com o software R 4.2.3; o pacote FD foi utilizado para os cálculos de CWM.

Resultados e Discussão

Os atributos relacionados à fenologia permitem visualizar a disponibilidade de recursos ao longo do ano, o que influencia no sucesso reprodutivo e na dispersão da vegetação (PEREIRA et al., 2008). Nas Figuras 2 e 3, é possível observar os resultados – no nível de espécie –, encontrados para a frequência relativa de espécies em floração e frutificação, respectivamente, ao longo do ano.

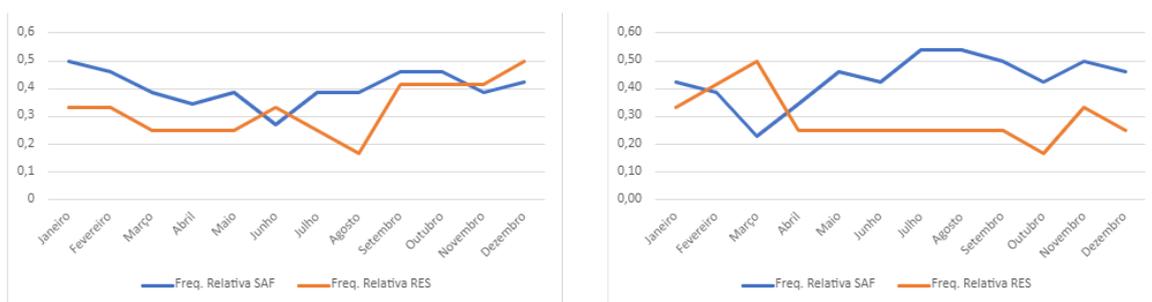


Figura 2. Gráficos mostram a frequência relativa de espécies florindo (esquerda) e frutificando (direita) ao longo do ano, em projetos de restauração (laranja) e sistemas agroflorestais (azul), sendo evidenciada diferença significativa (respectivamente, $p = 0.031$ e $p < 0.001$).

Um sistema com valores mais constantes de floração e frutificação durante o ano, como verificado no SAF (Figura 2), proporciona a provisão mais regular de recursos para a fauna, o que pode ser importante para o serviço de suporte à diversidade. Essa maior regularidade dos SAFs pode ser explicada pelo planejamento do agricultor, que tem interesse em produzir ao longo de todo o ano, garantindo, assim, uma renda regular ao evitar períodos de entressafra.

Em relação aos atributos quantitativos no nível de espécie, foi observado que apesar de uma composição de espécies distinta, funcionalmente as espécies utilizadas em SAFs e projetos de restauração são muito semelhantes, não apresentando diferenças significativas nas médias dos atributos para altura da corola e comprimento do fruto (Figura 3).

No entanto, no nível da comunidade, ao atribuir mais peso para as espécies mais abundantes, os SAFs apresentaram diferenças significativas na fenologia, apresentando, em média, um período de floração e frutificação maior ao longo do ano (Figura 4). Os consórcios de espécies utilizados em SAFs também apresentaram maiores valores de tamanho de flores e frutos (Figura 5).

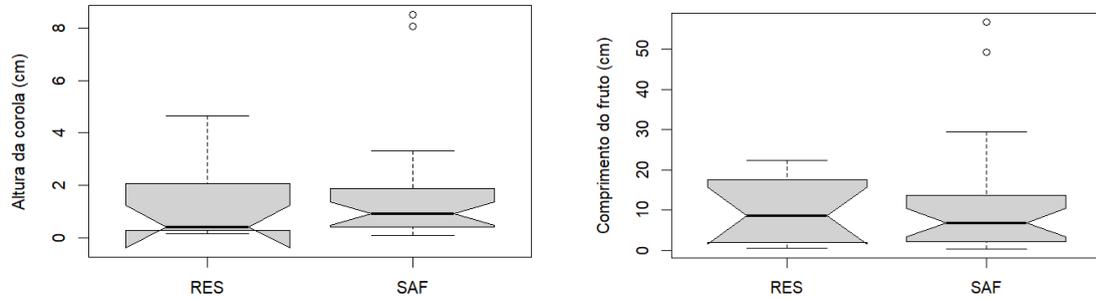


Figura 3. Gráficos mostram valores de altura da corola e comprimento do fruto para o conjunto de espécies utilizados em projetos de restauração (RES) e sistemas agroflorestais (SAF). Não foi encontrada diferença significativa na comparação entre os valores médios destas duas características entre os dois tipos de sistema (respectivamente, $p = 0.1358$; $p = 0.546$).

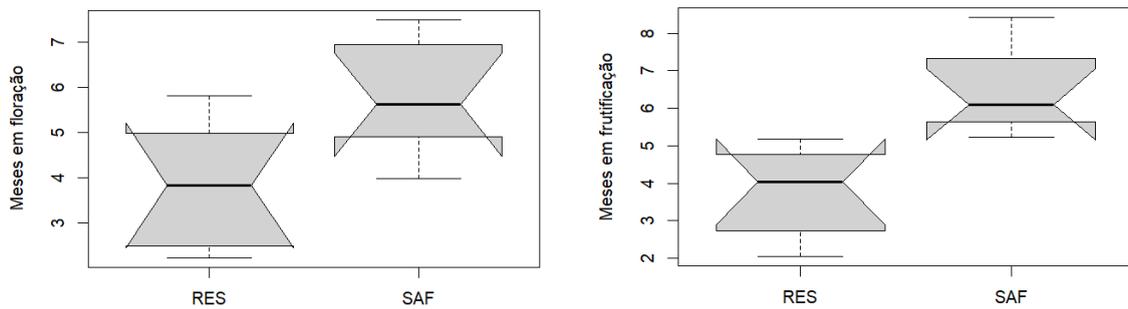


Figura 4. Valores da identidade funcional (CWM) dos consórcios de espécies utilizados em projetos de restauração (RES) e sistemas agroflorestais (SAF) com relação à quantidade de meses de floração e frutificação. Foi encontrada diferença significativa na comparação dos valores médios das duas características entre os dois tipos de sistema (respectivamente, $P < 0,05$; $P < 0,05$).

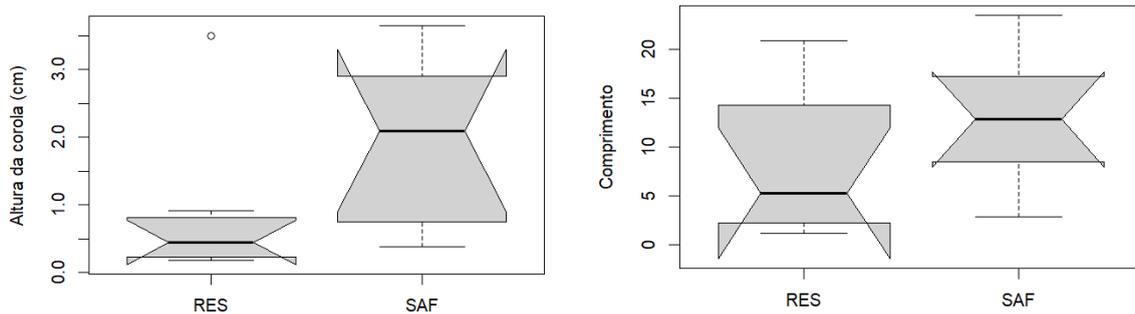


Figura 5 Gráficos mostram valores de altura da corola e comprimento do fruto para o conjunto de espécies utilizados em projetos de restauração (RES) e sistemas agroflorestais (SAF) no nível de comunidade. Foi encontrada diferença significativa na comparação entre os valores médios destas duas características entre os dois tipos de sistema (respectivamente, $p < 0.001$; $p = 0,016$).

A diferença pode ser atribuída ao fato do SAF ter como um dos objetivos a provisão de alimentos e matéria-prima, com isso, são escolhidas espécies com maior tamanho de fruto do que a média encontrada nas áreas de restauração, onde muitas vezes são utilizadas as espécies nativas presentes nos viveiros das regiões.



Conclusões

Conclui-se, portanto, que o diferencial dos SAFs se deve ao manejo direcionado do agricultor, o que pode trazer melhores resultados em termos ecológicos, quando comparado a restauração convencional (BADARI et al., 2020), já que há um manejo e monitoramento constantes do sistema, direcionando-o a um caminho pretendido. Contudo, para que os SAFs atendam aos objetivos da restauração, é necessário alinhar o manejo florestal adequado à implementação de consórcios florestais com alta diversidade de espécies, tendo em vista que foram evidenciadas diferenças importantes entre SAFs simples e SAFs biodiversos (SANTOS et al., 2019). Além disso, ao menos metade das espécies do SAF devem ser nativas, visando adequar-se ao Novo Código Florestal (Lei nº 12.651/2012), que permite o uso de agroflorestas, mas limita a proporção de exóticas.

Referências bibliográficas

BADARI, Carolina Giudice; BERNARDINI, L. Eduardo; ALMEIDA, D. R. A. de; BRANCALION, P. H. S.; CÉSAR, R. G.; GUTIERREZ, V.; CHAZDON, R. L.; GOMES, H. B.; VIANI, R. A. G.. Ecological outcomes of agroforests and restoration 15 years after planting. **Restoration Ecology**, [S.L.], v. 28, n. 5, p. 1135-1144, 7 jul. 2020.

CECCON, Eliane. Desafios da restauração ecológica no mundo e no Brasil. VI **Simpósio de Restauração Ecológica: desafio do processo frente à crise ambiental**, p. 61-66, 2019.

DE BELLO, Francesco, CARMONA, C. P., Dias, A. T., GÖTZENBERGER, L., MORETTI, M., & BERG, M. P. (2021). Handbook of trait-based ecology: from theory to R tools. **Cambridge University Press**.

DIAS, André T., BERG, M. P., DE BELLO, F., VAN OOSTEN, A. R., BÍLÁ, K., & MORETTI, M. (2013). An experimental framework to identify community functional components driving ecosystem processes and services delivery. **Journal of Ecology**, 101(1), 29-37.

GANN, George D. et al. International principles and standards for the practice of ecological restoration. **Restoration Ecology**, v. 27, n. S1, p. S1-S46, 2019.

LAVOREL, Sandra; GARNIER, E. Predicting changes in community composition and ecosystem functioning from plant traits: revisiting the Holy Grail. **Functional ecology**, v. 16, n. 5, p. 545-556, 2002.

MELLO, Rodrigo B.; de Souza, B. I., COELHO, B. H., Mello, C. L. T.; MENDONÇA, G. & Neto, R. P. Plano de manejo da Área de Proteção Ambiental da Bacia do Rio São João/Mico-leão-dourado. **Ministério do Meio Ambiente**, 2008.

PEREIRA, Tânia; SAMPAIO, M. L.; MORAES, L. F. & LUCHIARI, C. Fenologia de espécies arbóreas em floresta Atlântica da Reserva Biológica de Poço das Antas, Rio de Janeiro, Brasil. **Iheringia, Série Botânica**, v. 63, n. 2, p. 329-339, 2008.

SANTOS, Pedro Zanetti Freire; CROUZEILLES, R.; SANSEVERO, J. Can agroforestry systems enhance biodiversity and ecosystem service provision in agricultural landscapes? A meta-analysis for the Brazilian Atlantic Forest. **Forest ecology and management**, v. 433, p. 140-145, 2019.