



Sistemas agroflorestais como estratégia de restauração ecológica: a chuva de sementes como potencial indicadora de seu sucesso

Agroforestry systems as a strategy for ecological restoration: seed rain as a potential indicator of their success

SANTOS, Lucas de Souza dos¹; PENHA, Alessandra dos Santos²

¹ Universidade Federal de São Carlos, campus Araras, Centro de Ciências Agrárias, lsslucasouza@gmail.com; ² Universidade Federal de São Carlos, campus Araras, Centro de Ciências Agrárias, aspenha@ufscar.com

RESUMO EXPANDIDO TÉCNICO CIENTÍFICO

Eixo Temático: Crise ecológica e mudança climática: resistências e impactos na agricultura, nas águas e nos bens comuns

Resumo: Caracterizamos a chuva de sementes ao longo de 12 meses em um sistema agroflorestal (SAF) com meta de restaurar uma área de reserva legal; e de um fragmento de floresta estacional semidecídua, no Centro de Ciências Agrárias da UFSCar, Araras, SP. Mensalmente, instalamos 10 coletores em cada área por sorteio. Contabilizamos 12.490 amostras, 5.249 no SAF e 7.241 na FR, e determinamos 90 morfotipos, dos quais 34 foram identificados. A maior deposição de diásporos aconteceu em outubro de 2021, em ambas as áreas; julho e setembro de 2022, a menor abundância. Registramos 21 diásporos exclusivos na FR e três no SAF. As famílias ricas em espécies foram Anacardiaceae, Asteraceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Malpighiaceae, Malvaceae e Rhamnaceae, com maior proporção de famílias autóctones nas duas áreas. O estudo traz luz à autorregulação de áreas-alvo da restauração ecológica, as potencialidades de SAF como estratégia de manejo e possíveis demandas em restauração de pequenos e médios produtores.

Palavras-chave: comunidade vegetal; diásporos; ecologia da restauração; regeneração natural.

Introdução

A degradação ambiental no que concerne aos efeitos da expansão agrícola, trata-se de um processo histórico de fragmentação de ecossistemas nativos, com registro de 6.606.499 ha de desmatamento de 2019 a 2022 e cerca de 76.193 alertas de desmatamento no último ano (MAPBIOMAS, 2022). Neste cenário, a restauração ecológica pode atuar ativamente no “processo de assistência à recuperação de um ecossistema que foi degradado, danificado ou destruído” (SOCIETY FOR ECOLOGICAL RESTORATION, 2004, p. 03), de forma que sistemas agroflorestais (SAF) despontam como estratégia potencial de restauração ecológica, quando incluem o plantio de espécies nativas eventualmente alvos do manejo silvicultural (madeireiro e não-madeireiro), consorciadas a culturas agrícolas. Dentre outros modelos, o SAF agroecológico, concomitantemente à produtividade agrícola, procura reproduzir e/ou manter os mecanismos de regeneração natural de florestas tropicais nativas, além de conservar solos, recursos hídricos disponíveis e a fauna local, pela integração da biodiversidade. Ainda, para pequenos e médios agricultores, compreendem benefícios socioeconômicos, como maior diversificação de produtos, retorno financeiro e otimização da mão-de-obra, além de atender às



exigências da Lei de Proteção da Vegetação Nativa - LPVN (COSTA, 2018; LEITE, 2014).

Enquanto mecanismo de regeneração natural, a chuva de sementes - diásporos recém-dispersos em uma área (HARPER, 1977) - evidencia os fluxos genéticos, a autorregulação da comunidade e as interações biológicas dispostas no processo de dispersão, à medida que a movimentação de propágulos através da paisagem, inserem informações acerca da conectividade, isto é, a manutenção de fluxos ecológicos, competição por recursos, que dentre outras informações, são imprescindíveis para avaliar planos de manejo em restauração ecológica (MARTÍNEZ-RAMOS; SOTO-CASTRO, 1993).

Fragmentos florestais por sua vez, outrora formações nativas extensas, hoje imersos em paisagens antropizadas, têm seu tamanho cada vez mais reduzidos, desencadeando a ruptura de processos populacionais e extinção regional de espécies pela interrupção de fluxos ecológicos. Aqui, a lógica de desenvolvimento, com base na exploração, fundamenta-se no uso descomedido de recursos naturais e no uso insustentável da biodiversidade, vitais à sobrevivência humana (SHIMIZU, 2007).

Neste contexto, tivemos por objetivo, caracterizar a chuva de sementes de um SAF implementado com a meta de restaurar de uma área de reserva legal e a de um fragmento de floresta estacional semidecídua ("floresta de referência": FR), enquanto fonte de propágulos, a fim de discutir o sucesso do SAF enquanto estratégia de restauração ecológica, considerando este mecanismo de regeneração como um dos indicadores possíveis do sucesso da restauração ecológica. Para isso, afere-se: (i) quais as diferenças na composição e abundância de diásporos advindos das chuvas de sementes analisadas; e (ii) qual a proporção de espécies autóctones e alóctones.

Metodologia

Realizamos o experimento em duas áreas inseridas na Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), Centro de Ciências Agrárias (CCA), Araras, SP (22°18'56"S e 47°23'20"W), altitude 650 m, clima Cwa de Köppen, com temperatura média 21,4°C, pluviosidade 1.441 mm/ano; na região predominavam as florestas estacionais semidecíduas e manchas de cerrado (ALMEIDA *et al.*, 2006). O fragmento florestal do CCA foi assumido como "floresta de referência" (FR) e possui 13 ha. O SAF compreende 17.280 m², com 72 linhas de plantio de 60 m, com espécies nativas das florestas estacionais semidecíduas (REZENDE *et al.*, 2022).

Instalamos 10 coletores de diásporos em cada área, entre fevereiro e março de 2021, a 1,0 m acima do solo, em 20 parcelas sorteadas a partir do *software* Excel (Microsoft Inc.). Mensalmente, durante 12 meses, coletamos o material depositados nos coletores, lhes armazenando em sacos de papel, identificados por coletor, e



acondicionados em estufa a 60°C por 24 horas. Posteriormente, triamos o conteúdo em morfotipos, lhes identificado até o menor nível taxonômico possível, com auxílio de lista de espécies, literatura especializada e consultas a especialistas.

Resultados e Discussão

Contabilizamos 12.490 amostras na chuva de sementes, 5.249 no SAF e 7.241 na FR, e determinamos 90 morfotipos, dos quais 39 identificados até a categoria de família; 24, até gênero; 16, até espécie, e apenas uma coleta sem valor taxonômico. Conferimos 21 registros exclusivos na FR apenas três no SAF (Tabela 1).

Tabela 1. Diásporos encontrados na chuva de sementes do SAF e da floresta de referência (FR), CCA, Araras, ao longo de 12 meses. Fonte: Próprio autor, 2023.

Família	Espécie	SAF	FR
Anacardiaceae	<i>Astronium</i> sp.		x
Anacardiaceae	<i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi	x	x
Asteraceae	sp.	x	x
Bignoniaceae	<i>Handroanthus</i> sp.	x	
Bignoniaceae	<i>Handroanthus</i> sp.1		x
Bignoniaceae	<i>Tabebuia roseo-alba</i> (Ridl.) Sandwith	x	x
Bignoniaceae	sp.		x
Bignoniaceae	sp.1		x
Bignoniaceae	sp.2		x
Bignoniaceae	sp.3		x
Boraginaceae	<i>Cordia</i> sp.	x	x
Celastraceae	<i>Maytenus aquifolia</i> Mart.		x
Euphorbiaceae	<i>Croton floribundus</i> Spreng.	x	x
Euphorbiaceae	sp.		x
Euphorbiaceae	sp1.		x
Fabaceae	<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan		x
Fabaceae	<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) Blake		x
Fabaceae	<i>Senna macranthera</i> (Collad.)		x
Fabaceae	sp.	x	x
Tabela 1. continuação.			
Família	Espécie	SAF	FR
Fabaceae	sp.1		x
Fabaceae	sp.2		x
Lamiaceae	<i>Aegiphila sellowiana</i> Cham.		x
Lauraceae	<i>Nectandra lanceolata</i> Nees	x	x
Lauraceae	<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	x	x
Lecythidaceae	<i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) Kuntze		x



Malpighiaceae	<i>Tetrapteryx</i> sp.		x
Malpighiaceae	sp.		x
Malpighiaceae	sp.1		x
Malpighiaceae	sp.2		x
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	x	x
Malvaceae	<i>Guazuma</i> sp.	x	x
Moraceae	<i>Ficus</i> sp.	x	x
Rhamnaceae	<i>Colubrina grandulosa</i> Perkins	x	x
Solanaceae	sp.		x
Urticaceae	<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	x	
Urticaceae	<i>Cecropia</i> sp.	x	x
Verbenaceae	<i>Cytherexylum myrianthum</i> Cham.	x	x

Verificamos variações na deposição de diásporos nos coletores ao longo dos 12 meses. Destacamos que em outubro de 2021 ocorreu a maior concentração de diásporos nos coletores, tanto no SAF (806) quanto na FR (1.663); por outro lado, em julho e setembro de 2022, verificamos a menor deposição de diásporos em ambas as áreas (Figura 1). As famílias mais ricas, a saber, aquelas que apresentaram número de diásporos registrados nos coletores maior que 100, foram: Anacardiaceae (502), Asteraceae (1896), Euphorbiaceae (401), Fabaceae (114), Malpighiaceae (350), Malvaceae (642) e Rhamnaceae (1739).

Ao avaliarmos a proporção de famílias autóctones e alóctones nas duas áreas amostradas, conferimos que proporção de espécies autóctones foi maior, dado que vai ao encontro das expectativas teóricas e que se relacionam com a automanutenção de comunidades de florestas tropicais nativas, por manter a diversidade florística e favorecer a alimentação de pequenos frugívoros (NATHAN; MULLER-LANDAU, 2000; BATTILANI, 2010). Por sua vez, indivíduos alóctones enriquecem a área e são indicadores da manutenção de fluxos gênicos; todavia, requerem atenção para seu estabelecimento, considerando a competição por recursos (BARBOSA, 2004). Embora aferidas em menor proporção (Figura 4), as sementes alóctones indicam o fluxo ecológico através da paisagem, que pautarão a resiliência do SAF, além de sua relação com a FR enquanto retrato da paisagem natural.

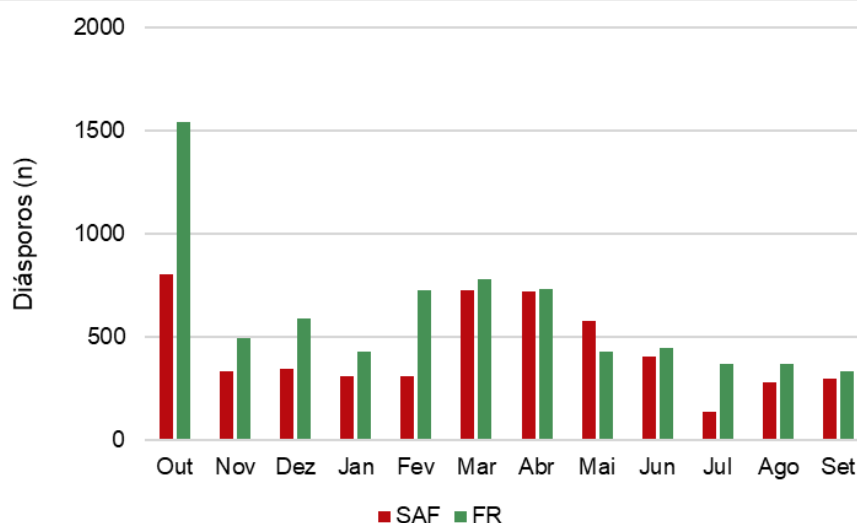


FIGURA 1. Representação gráfica da deposição de diásporos aferidos ao longo dos doze meses.
Fonte: Próprio autor, 2023.

Conclusões

A chuva de sementes do SAF parece indicar o sucesso do processo de restauração por meio desta estratégia, à medida que a baixa quantidade de diásporos exclusivos se dá pela similaridade com a chuva do fragmento de referência; esta área nativa, por sua vez, evoca atenção à riqueza de espécies presentes na paisagem e a manutenção de fluxos ecológicos. Evidentemente, aos dados da chuva de sementes devem ser considerados outros indicadores ecológicos para quantificar a magnitude do sucesso da restauração. Sendo assim, este nosso estudo recobra a importância do devido manejo, acompanhamento e avaliação para o sucesso da restauração, considerando as demandas em restauração ecológica por parte de pequenos e médios produtores rurais.

Referências bibliográficas

ALMEIDA, Thomas C.; TOLENTINO-BISNETO, Rodolfo; SAYEG, Heitor S.; RAYMUNDO-JUNIOR, Olavo. Diagnóstico preliminar das condições ambientais da área de manancial do município de Araras, SP. **Biológico**, v.68, p.839-843. 2006.

BARBOSA, Luiz M. Considerações gerais e modelos de recuperação de formações ciliares. In R.R. Rodrigues; H.F. Leitão Filho (Eds.), **Matas Ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: Editora da USP/Fapesp, p.289-312. 2000.

BATTILANI, Joanice L.; SANTIAGO, Etenaldo F.; SOUZA, Andréa L. T. Morfologia de frutos, sementes e desenvolvimento de plântulas e plantas jovens de *Maclura tinctoria* (L.) D. Don. Ex Steud. (Moraceae). **Acta Botanica Brasilica** v. 20, p. 581-589, 2006.



COSTA, Thomaz C. C.; MATRANGOLO, Walter J. R.; SILVA, Iago H. F.; ALMEIDA, Letícia G.; ARAUJO, Nayara G.; FERRAZ, Leila C. L. Sistema agroflorestral, uma estratégia para recuperação Ambiental. **Embrapa Milho e Sorgo**. 2018. 27p.

HARPER, John L. 1977. **Population Biology of plants**. Academic Press: London. 892p.

LEITE, Thiago V. P. **Sistemas Agroflorestrais na recuperação de espaços protegidos por lei (AAP e Reserva Legal)**: estudo de caso do Sítio Geranium, DF. Tese (Doutorado). Brasília: Universidade de Brasília. 2014. 120p.

MARTÍNEZ-RAMOS, Miguel.; SOTO-CASTRO, Antonio. Seed rain and advanced regeneration in a tropical rain forest. **Vegetatio**, n.107/108, p.299-318. 1993.

NATHAN, Ran; MULLER-LANDAU, Helene C. Spatial patterns of seed dispersal, their determinants and consequences for recruitment. **Trends in Ecology & Evolution**, [S.L.], v. 15, n. 7, p. 278-285, 2000.

PROJETO MAPBIOMAS. **Relatório anual do Desmatamento no Brasil RAD 2022**. Coleção 4º ano da Série Anual de Mapas de Uso e Cobertura da Terra do Brasil, junho 2023. Disponível em: <https://storage.googleapis.com/alerta-public/dashboard/rad/2022/RAD_2022_Destaques_12.06ok_1.pdf>. Acesso 06 jul 2023.

REZENDE, Altemar; LOIOLA, Priscila P.; PENHA, Alessandra, S.; OLIVEIRA, Maysa M. A.; MONQUERO, Patrícia, A. Effects of temporary agroforestry systems and weeding techniques on the control of invasive species in Atlantic Forest restoration. **Australian Journal of Crop Science**, n. 16, v. 06, p. 838–45, 2022.

SOCIETY FOR ECOLOGICAL RESTORATION INTERNATIONAL, Grupo de Trabalho sobre Ciência e Política. 2004. **Princípios da SER Internacional sobre a restauração ecológica**. Disponível em: <www.ser.org> Acesso em: 04 de abril de 2020.

SHIMIZU, Jarbas Y. Estratégia complementar para conservação de espécies florestais nativas: resgate e conservação de ecótipos ameaçados. **Pesq. Flor. bras.**, n.54, p.07-35, 2007.

TOWNSEND, Collins R. et al. **Fundamentos em ecologia**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. 576p.

VAN DER, Pijl L. **Principles of dispersal in higher plants**. 3a ed. Berlim: Springer-Verlag. 215p. 1982.