

Aplicação do “campo de metagenômica” em área degradada e seus efeitos sobre riqueza e abundância de espécies vegetais

Application of “metagenomics field” in degraded area and its effects on richness and abundance of plant species

CIDRÔNIO, Vanessa¹; GUIMARÃES, Aretha F.², FONTOURA, Simone Benedet³

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas-IFAM, v.cidronio@gmail.com; ² Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia-INPA, areguimaraes@gmail.com; ³ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas-IFAM, simone.fontoura@ifam.edu.br

RESUMO EXPANDIDO

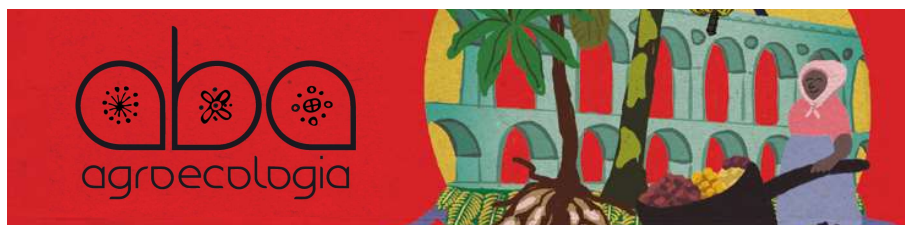
Eixo Temático: Manejo dos agroecossistemas

Resumo: Avaliamos se a técnica “campo de metagenômica” poderia influenciar a riqueza e abundância de propágulos em uma área degradada. O experimento teve 60 parcelas de 0,5 x 0,5 m aleatorizadas igualmente entre três categorias: 1) solo degradado e exposto, 2) solo parcialmente coberto por vegetação e 3) ilhas de nucleação. Em cada bloco, 10 receberam a adubação e 10 foram controlados. O experimento foi visitado quinzenalmente durante 6 meses, realizando medidas de abundância e riqueza de espécies. A riqueza foi afetada apenas pela presença das ilhas de nucleação, enquanto a abundância foi afetada pelos blocos e pela adubação aplicada. Houve uma dominância de duas espécies no solo degradado: capim-colchão (*Andropogon sp.* L.) e cafezinho (*Palicourea marcgravii* A.St.-Hill). Concluímos que a técnica exerce influência positiva sobre a regeneração da vegetação em área degradada e pode ser utilizada como tratamento combinado a outras técnicas, como poleiros para tornar o solo novamente agricultável.

Palavras-chave: ecologia da restauração; sucessão ecológica; nucleação; estabelecimento de propágulos.

Introdução

Após eventos de distúrbio e em condições naturais, a regeneração florestal ocorre em escalas temporais e espaciais (CHAZDON, 2003) através das quais há um gradual aumento da riqueza de espécies e complexidade de funções e estrutura do ecossistema local (CHAZDON, 2012). O potencial regenerativo de uma floresta também é afetado pelo histórico de uso da terra. Se for intensivo e promover impactos significativos que comprometam o banco de sementes do solo, quando abandonadas, algumas áreas da floresta amazônica são dominadas pelo gênero *Vismia sp.*, dificultam a germinação e estabelecimento de outras espécies ao seu redor, além de possivelmente afetar as comunidades microbianas do solo e associações micorrízicas (MASSOCA et al, 2012). O “campo de metagenômica” é uma técnica de adubação para regenerar e restaurar os microrganismos presentes no solo que são pioneiros em alimentação mineral (PINHEIRO, 2018). Esse aporte de nutrientes estimula a proliferação de microrganismos benéficos, como bactérias fixadoras de nitrogênio, solubilizadoras de fosfato e micorrizas, o que resulta em uma maior atividade e eficiência dessas comunidades microbianas.

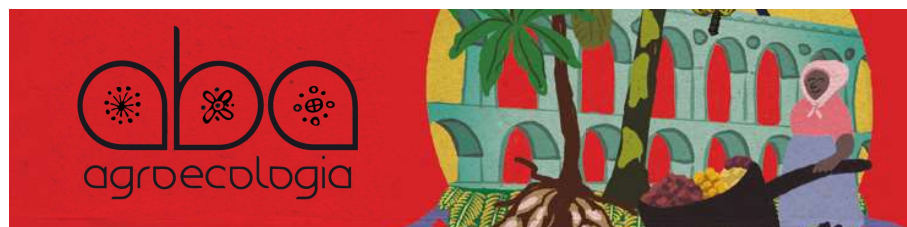


O objetivo deste estudo foi avaliar se a técnica "campo de metagenômica" poderia influenciar a germinação e estabelecimento de propágulos em uma área degradada. Especificamente buscamos estimar e comparar a riqueza e abundância de propágulos em área degradada sob aplicação de adubação orgânica no solo. Nossa meta foi iniciar um laboratório de campo para estudos a médio e longo prazo na restauração de áreas degradadas de floresta amazônica, utilizando práticas agroecológicas de baixo custo para que possam ser empregadas em pequenas propriedades, principalmente de perfil familiar.

Metodologia

O estudo foi conduzido em área degradada localizada no Centro de Referência em Agroecologia (C.R.A.), do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas – Campus Manaus Zona Leste - IFAM CMZL (Figura 1), que teve os horizontes 0, A e B do solo removidos para utilização como aterro em obra. Apesar de estar abandonada há mais de 20 anos e estar próxima de floresta em estágio avançado de regeneração, o processo de sucessão na área vem ocorrendo de forma bastante lenta em decorrência do solo exposto, apresentando dominância de árvores do gênero *Vismia* sp., com baixa riqueza de espécies e funções presentes na macrofauna do solo (CORREIA et al., 2020). Algumas espécies pioneiras conseguiram se estabelecer, como *Tapirira guianensis* Aubl. (pau-pombo) e *Byrsonima chrisoffilla* Kunth (murici), e estão funcionando como ilhas nucleadoras através do acúmulo de matéria orgânica na área basal de suas copas e servindo de poleiros naturais dos dispersores e/ou polinizadores.

O preparo do campo de metagenômica foi realizado seguindo as recomendações de PINHEIRO (2018), utilizando substâncias disponíveis localmente, como esterco curtido, calcário, composto orgânico, matéria orgânica seca (folhas de bambu (*Bambusa vulgaris* Schrad. Ex J.C.Wendl.)), matéria orgânica verde (alface d'água (*Pistia stratiotes* L.)), macrófita aquática pertencente à família Araceae, que além de fornecer nutrientes e nitrogênio para o adubo, são hospedeiras naturais de bactérias fixadoras de nitrogênio e servem como inoculantes do campo de metagenômica) e biocarvão. Aplicamos a proporção de 2 kg do adubo em cada parcela de 0,5 x 0,5 m, que recebeu uma contenção com colmos de bambu (*Bambusa vulgaris*) para evitar o escoamento dos insumos. Foram estabelecidas três categorias distintas para representar as condições encontradas na área experimental: 1) solo exposto, sem cobertura vegetal e apresentando sinais de erosão; 2) solo parcialmente coberto por vegetação nas áreas onde ocorrem gramíneas e outras herbáceas; e 3) solo com ilhas nucleadoras de regeneração vegetal. A adubação foi aplicada uma única vez, distribuída sobre a superfície de 10 parcelas de cada categoria, enquanto outras 10 parcelas foram mantidas como grupo controle. O experimento foi visitado quinzenalmente durante 06 meses, entre estação chuvosa e estação seca para acompanhamento da regeneração natural da área. Foram feitas medidas de abundância, diversidade, e estabelecimento dos propágulos e identificação das morfoespécies através de guia de plântulas. Para verificar a eficácia da adubação,



nós utilizamos ANOVA seguida de teste de Tukey quando os dados eram normais e Kruskal Wallis seguido de Dunn-Test quando os dados não eram normais.

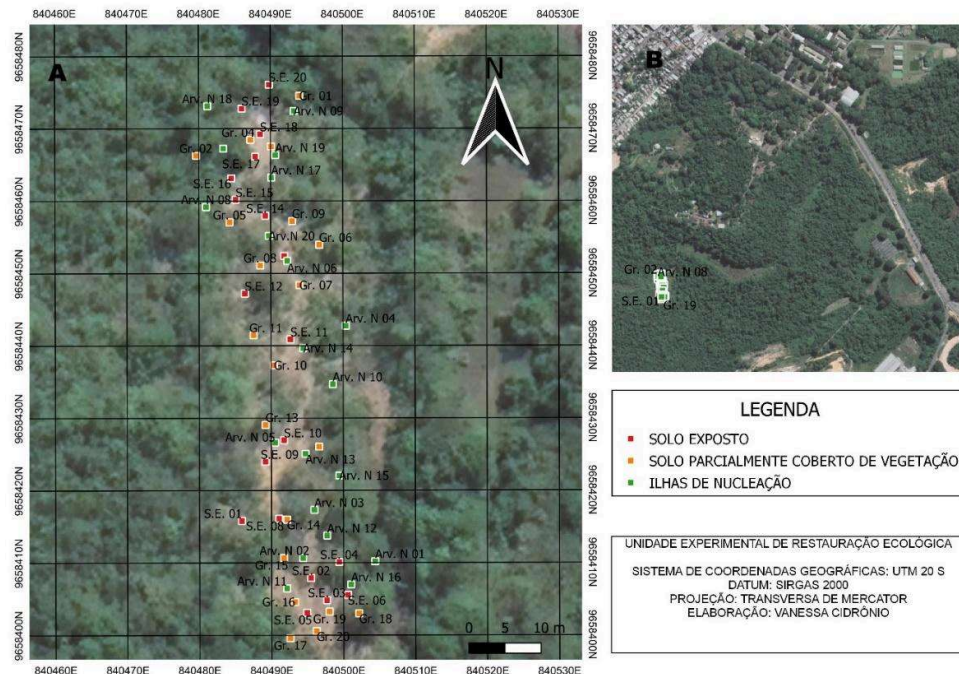


Figura 1. Distribuição das parcelas com três blocos (A) no mapa de localização da área degradada, localizada no campus do IFAM - CMZL (B).

Resultados e Discussão

A riqueza de espécies apresentou maior valor nas ilhas de nucleação, enquanto a abundância apresentou maior valor tanto nas ilhas de nucleação quanto nas parcelas adubadas (Tabela 1). Na comparação entre tratamentos, a adubação teve um efeito significativo apenas em termos de abundância. Quando comparamos os blocos houve diferença tanto na abundância quanto na riqueza de espécies. No parâmetro Riqueza, a comparação entre os tratamentos "adubo" e "controle" não apresentou diferenças significativas ($p = 0.119$). No entanto, a comparação entre os blocos mostrou diferenças significativas ($p < 0.001$). No parâmetro abundância, tanto a comparação entre os tratamentos ($p = 0.008$) quanto a comparação entre os blocos mostrou diferenças significativas ($p < 0.001$) (Tabela 2). Dessa forma, ficou evidente que os tratamentos e blocos têm um impacto significativo na riqueza e abundância das espécies estudadas.

Todos os resultados foram obtidos após uma única aplicação da adubação, acompanhada pelo período de 6 meses. Durante esse tempo, observamos alta ocorrência de emergência de propágulos na estação chuvosa e o declínio no estabelecimento dos propágulos na estação seca. A área apresenta características propícias à lixiviação e perda de nutrientes devido a diversos fatores, como o relevo em declive, a ausência de cobertura vegetal e a exposição do solo argiloso às intempéries, o que ocasionou alta compactação e erosão. Dessa forma, a



regeneração é um processo lento e requer contínua aplicação de técnicas de restauração. Porém, mesmo com todos esses fatores limitantes e o curto período de acompanhamento do experimento, o campo de metagenômica teve efeito positivo sobre a abundância de propágulos, o que demonstra sua eficiência como tratamento de áreas degradadas, quando combinada a outras práticas, como os poleiros.

Tabela 1. Descrição dos dados para riqueza e abundância total de espécies entre blocos e tratamentos do experimento. As letras entre parênteses após a média significam as diferenças entre as categorias ou tratamentos.

Parâmetro	Grupo	N	Média	Desvio-padrão	Erro-padrão
Riqueza	Adubo	30	3.73	2.74	0.500
	Controle	30	2.73	2.12	0.386
	Solo exposto	20	1.85 (a)	1.46	0.327
	Cobertura parcial	20	2.20 (a)	1.24	0.277
	Ilhas de nucleação	20	5.65 (b)	2.48	0.554
Abundância	Adubo	30	8.67 (b)	6.01	1.097
	Controle	30	4.97 (a)	4.13	0.754
	Solo exposto	20	4.00 (a)	3.29	0.736
	Cobertura parcial	20	3.90 (a)	3.06	0.684
	Ilhas de nucleação	20	12.55 (b)	4.45	0.996

Tabela 2. Teste Post-Hoc de Tukey para avaliar as diferenças entre tratamentos e categorias para os parâmetros riqueza e abundância.

Parâmetro	Comparação	F	GL1	GL2	P valor
Riqueza	Tratamento (adubo x controle)	2.5	1	54.5	0.119
	Categoria (Solo exposto, Cobertura parcial, Ilhas nucleação)	18.4	2	36.0	<0.001
Abundância	Tratamento (adubo x controle)	7.73	1	51.4	0.008
	Bloco (Solo exposto, Cobertura parcial, Ilhas nucleação)	29.3	2	37.2	<0.001

As Ilhas de nucleação apresentaram os melhores resultados de riqueza e abundância, demonstrando que espécies frutíferas servem como poleiros naturais e dispõem das melhores condições para crescimento de novas espécies sob suas copas (Figura 2). Logo, elas podem ser utilizadas como um método de restauração ecológica, já que apresentaram resultados eficazes em promover a presença de um maior número de espécies e de indivíduos. Isso provavelmente se deu pela disponibilidade de recursos para fauna de polinizadores e dispersores, sua capacidade de adaptação a sol pleno, bem como aporte de matéria orgânica e excrementos de animais sendo incorporados ao solo que se regenera (GOMEZ-APARICIO, 2009 apud HOLL, 2023).

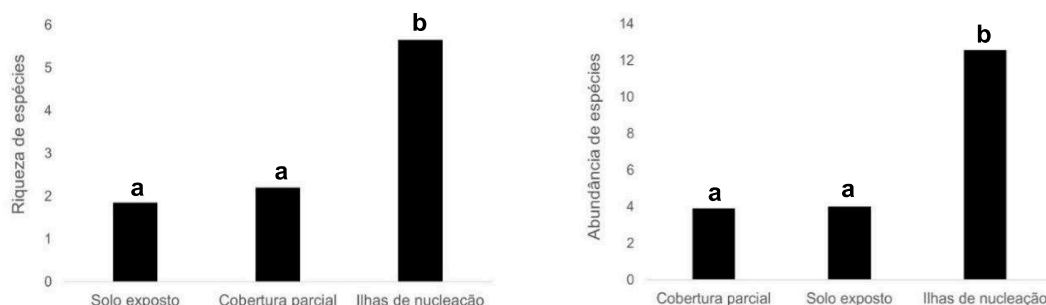


Figura 2: À esquerda: Riqueza de espécies entre as categorias estudadas. À direita: abundância de espécies entre os blocos estudados.

O ranking de abundância indicou que as áreas com solo exposto apresentaram maior dominância de espécies entre os três blocos. As três espécies dominantes nos dois blocos de solo exposto e parcialmente exposto foram: capim-colchão (*Andropogon* sp.), cafezinho (*Palicourea marcgravii*) e jurubeba (*Solanum paniculatum* L.) (Figura 3).

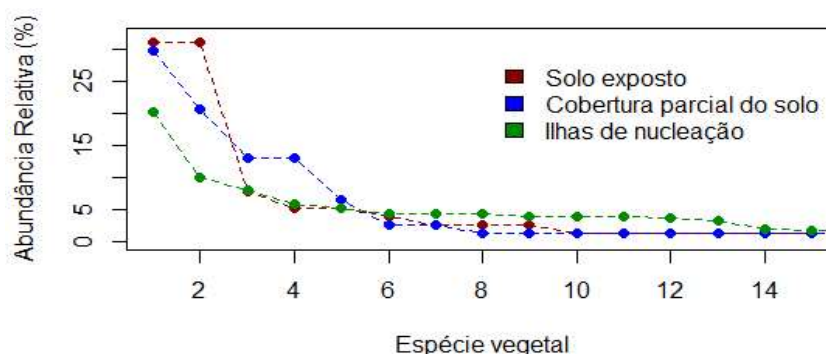
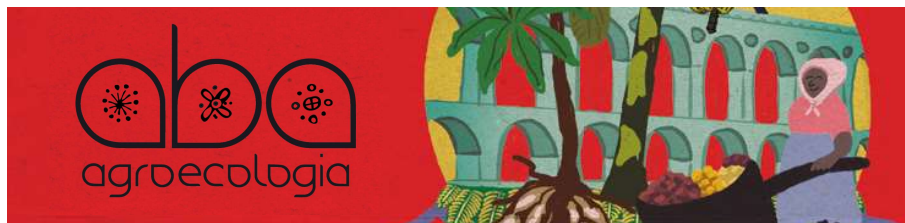


Figura 3. Gráfico mostrando o número de espécies encontradas pela abundância relativa de espécies nas 3 categorias estudadas na área degradada.

Provavelmente devido à alta compactação e erosão do solo, que impedem o estabelecimento e crescimento de diferentes espécies, favorecendo as espécies dominantes em detrimento de outras. Um tratamento adicional de descompactação do solo poderia ser empregado para promover melhores resultados, como a utilização de tratorito para revolvimento das parcelas antes da aplicação do campo de metagenômica ou o uso de muvuca de sementes de espécies descompactadoras, como o feijão guandu (*Cajanus cajan* (L.) Huth) e a Leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit), que também atuam com fixadoras de nitrogênio atmosférico por meio da simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium* e na solubilização do fósforo por meio de associação com fungos micorrízicos arbusculares (FMA).



Conclusões

Os resultados apontam que, para o parâmetro riqueza, a aplicação do campo de metagenômica não apresentou diferença significativa entre os tratamentos, apenas entre as categorias. Em relação à abundância, tanto os tratamentos quanto às categorias apresentaram resultados significativos, sugerindo que a aplicação da técnica teve efeito. O solo exposto à intempérie foi o que mais apresentou dominância de espécies, possivelmente devido às suas condições limitantes. As ilhas de nucleação se mostraram particularmente eficazes em promover uma maior riqueza e abundância de espécies, provavelmente por serem nucleadas por espécies pioneiras frutíferas que estão funcionando como poleiros naturais para polinizadores e dispersores. Essa análise demonstrou a influência benéfica do campo de metagenômica e dos poleiros naturais sobre o solo degradado. Esses resultados são relevantes para compreender a dinâmica de restauração de áreas e elaborar estratégias de manejo dos ecossistemas. O uso combinado do campo de metagenômica com espécies da biodiversidade local para recuperação de áreas degradadas é uma estratégia eficiente para estimular e recomposição florestal, com foco na futura reutilização do solo para a prática da agricultura agroflorestal.

Agradecimentos

Ao CNPq pela bolsa concedida, ao IFAM CMZL e à equipe do C.R. A. pelo apoio institucional e no campo e a todos os colegas que participaram dos monitoramentos.

Referências bibliográficas

CHAZDON, Robin Lee. Regeneração de florestas tropicais. **Bol. Mus. Paraense Emílio Goeldi de Ciências Naturais**, v. 7, n3, p. 195-218, 2012.

_. Tropical forest recovery: legacies of human impact and natural disturbances. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, v. 6, n. 1-2, p. 51-71, 2003.

CORREIA, Luciana. NASCIMENTO, Alzido. FREITAS, Francisca. ARAÚJO, João. FONTOURA, Simone. Funções ecológicas da macrofauna do solo presentes em floresta secundária, sistema agroflorestal e sucessão inicial. **Cadernos de Agroecologia**, v. 15, no 2, 2020.

HOLL, Karen D. **Fundamentos da Restauração Ecológica**. México CDMX: CopIt-arXives, 2023.

MASSOCA, Paulo. JAKOVAC, Ana. BENTOS, Tony. WILLIAMSON, Garry. MESQUITA, Rita. Dinâmica e trajetórias da sucessão secundária na Amazônia central Dynamics and trajectories of secondary succession in Central Amazonia. **Bol. Mus. Paraense Emílio Goeldi de Ciências Naturais**, v. 7, n. 3, p. 235–250, 2012.

PINHEIRO, Sebastião. **Agroecologia 7.0**. Juquira Candiru Sathyagraha: 2018.