

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA-INPA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DE FLORESTAS TROPICAIS

O EFEITO DA FRAGMENTAÇÃO FLORESTAL SOBRE A COMPOSIÇÃO DO BANCO
DE SEMENTES NA AMAZÔNIA CENTRAL

THAIANE RODRIGUES DE SOUSA

Manaus, Amazonas

Março, 2015

THAIANE RODRIGUES DE SOUSA

O EFEITO DA FRAGMENTAÇÃO FLORESTAL SOBRE A COMPOSIÇÃO DO BANCO
DE SEMENTES NA AMAZÔNIA CENTRAL

Dra. Rita de Cássia Guimarães Mesquita

Dr. Niwton Leal Filho

Dissertação apresentada ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências de Florestas Tropicais.

Manaus, Amazonas

Março, 2015

Relação da banca julgadora

ITEM	NOME	IES	E-MAIL	PARECER
1	Isolde D. K. Ferraz	INPA	isolde.ferraz@gmail.com	Aprovada
2	Yeda M. B. Corrêa Arruda	UFAM	yedaarruda@gmail.com	Aprovada
3	Gil Vieira	INPA	gap@inpa.gov.br	Aprovada

S725 Sousa, Thaianne Rodrigues de
O efeito da fragmentação florestal sobre a composição do banco de sementes na
Amazônia Central/ Thaianne Rodrigues de Sousa. --- Manaus: [s.n.],
2015.

ix, 34 f.: il. color.

Dissertação (Mestrado) --- INPA, Manaus, 2015.

Orientador : Rita de Cássia Guimarães Mesquita.

Coorientador :Niwton Leal Filho.

Área de concentração :Ecologia Florestal.

1. Fragmentos florestais. 2. Banco de sementes. 3. Plântulas.
I. Título.

CDD 582.0467

Sinopse:

Estudou-se os efeitos de diferentes tamanhos de fragmentos de floresta primária na composição e densidade do banco de sementes do solo e a relação das características estruturais do banco de sementes com o nível de alteração desses ambientes.

Palavras-chave: Fragmentos florestais, estoque de sementes, composição florística.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de mestrado.

Ao INCT-ServAmb pelo financiamento da pesquisa.

Ao INPA e ao Programa de Pós-Graduação em Ciências de Florestas Tropicais, do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, pela oportunidade em dar continuidade aos meus estudos e crescer pessoal e profissionalmente.

Ao Projeto Pioneiras e Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais (PDBFF) pelo suporte logístico.

A orientadora Rita de Cássia Mesquita e ao coorientador Niwton Leal Filho pelas colaborações na elaboração do projeto e desenvolvimento da dissertação.

Aos: Tony Vizcarra, João Batista, Rosely Hipólito, Ruth Araújo pelo suporte, auxílio logístico, em campo e na identificação do material botânico.

A todas as pessoas que avaliaram e contribuíram com sugestões para melhoria da dissertação.

A todos os amigos que de norte a sul me deram muita força, carinho e tiveram paciência nos meus momentos de angústia.

A minha família, principalmente a minha mãe, irmã e pai pelo incentivo, apoio, atenção, dedicação e imenso amor em todos os momentos da minha vida.

Gratidão a todos!

Resumo

O desmatamento das florestas tropicais ao longo dos anos contribuiu para a formação de paisagens fragmentadas, cercadas principalmente por matrizes de florestas secundárias, agricultura e pastagens. Essa alteração na paisagem pode gerar diversas consequências para manutenção da biodiversidade, uma das formas para se compreender a dinâmica da vegetação e elaborar estratégias de manejo e conservação destes ambientes se dá através da análise das características do banco de sementes do solo. O conhecimento sobre a composição de sementes do solo é importante para entender o processo de regeneração natural da vegetação, sendo que o banco de sementes atua frequentemente dando início ao processo sucessional em áreas perturbadas. Neste estudo avaliamos como a densidade e a composição florística do banco de sementes variam entre fragmentos florestais de diferentes tamanhos (1, 10 e 100 ha), áreas de floresta secundária e floresta primária contínua, localizadas em região de floresta de terra firme na Amazônia Central brasileira. Foram coletadas 225 amostras de solo superficial (15 cm x 15 cm x 3cm) sendo 45 em cada ambiente, posteriormente foi realizado o monitoramento da emergência de plântulas por sete meses em casa de vegetação. Houve diferença significativa na densidade de plântulas emergidas no solo de acordo com o ambiente ($p < 0,001$ Kruskal-Wallis), sendo registradas 1690, 1309 e 576 sementes.m⁻² para fragmentos florestais de 1, 10 e 100 ha, respectivamente. Por outro lado, também foram registradas 2244 sementes.m⁻² para floresta secundária e 662 sementes.m⁻² para floresta primária. Para todos os locais amostrados a família Melastomataceae foi a mais abundante, com 60,4%, 49,0% e 64,2% do total de indivíduos nos fragmentos de 1, 10 e 100 ha, respectivamente, 82,7% na floresta secundária e 67,3% na floresta primária. No geral, o banco de sementes foi composto por 63,1% de árvores, 33,6% de arbustos, 2,2% de ervas e 1,1% de lianas. Foram registradas 46, 43 e 26 espécies nos fragmentos de 1, 10 e 100 ha, respectivamente, 39 espécies na floresta secundária e 28 espécies na floresta primária. O índice de diversidade de Fisher foi maior nos fragmentos (6,71, 8,64 e 9,38) quando comparados a floresta secundária (3,92) e floresta primária contínua (4,52). A maior semelhança entre fragmentos pequenos com a floresta secundária e fragmentos maiores com a floresta primária, indica uma tendência de mudança na composição de espécies devido ao efeito da fragmentação, que no caso do estudo pode estar associada aos efeitos de borda.

Abstract

Deforestation of tropical forests over the years contributed to the formation of fragmented landscapes, mainly surrounded by matrix of secondary forests, agriculture and pastures. This change in the landscape can generate several consequences for biodiversity maintenance, one way to understand the dynamics of vegetation and develop management strategies and conservation of these environments is through the analysis of the characteristics of the soil seed bank. The knowledge of the composition of the soil seed is important to understand the natural regeneration of vegetation, and the seed bank often acts initiating the succession process in disturbed areas. We evaluated how the density and floristic composition of the seed bank vary between forest fragments of different sizes (1, 10 e 100 ha), secondary forest areas and continuous primary forest, located in upland forest region in Brazilian central Amazonia. We collected 225 samples of surface soil (15 cm x 15 cm x 3 cm), being 45 in each environment, it was subsequently monitor the emergence of seedlings for seven months in a greenhouse. There was a significant difference in the density of seedlings in the soil according to the environment ($p < 0,001$ Kruskal-Wallis), being recorded in 1690, 1309 and 576 seeds.m⁻² to forest fragments of 1, 10 and 100 ha, respectively. On the other side were also 2244 seeds.m⁻² registered for secondary forest and 662 seeds.m⁻² to primary forest. For all sites sampled the Melastomataceae family was the most abundant, with 60,4%, 49,0% and 64,2% of the individuals in the fragments of 1, 10 and 100 ha, respectively, 82,7% in secondary forest and 67,3% in primary forest. Overall, the seed bank was composed of 63,1% of trees, 33,6% of shrubs, 2,2% herbs and 1,1% of lianas. Recorded 46, 43 and 26 species in fragments of 1, 10 and 100 ha, respectively, 39 species in secondary forest and 28 species in primary forest. Fisher diversity index was higher in fragments (6,71, 8,64 e 9,38) when compared to secondary forest (3,92) and continuous primary forest (4,52). The biggest similarity between small fragments with secondary forest and larger fragments with primary forest, indicates a trend of change in species composition due to fragmentation effect, in the case that the study may be associated with edge effects.

Sumário

1. Introdução.....	10
2. Objetivos	13
2.1. Objetivo geral	13
2.2. Objetivos específicos.....	13
3. Material e métodos	14
3.1 Descrição da área de estudo.....	14
3.2 Coleta de dados e monitoramento das amostras	15
3.3 Análise dos dados	17
4. Resultados	17
5. Discussão.....	31
6. Conclusões	34
7. Referências Bibliográficas	35

1. Introdução

O desmatamento das florestas tropicais, com objetivo de implantação principalmente de áreas de pastagem e agricultura, gera diversas consequências para a fauna e flora, promovendo a redução da biodiversidade e o aumento da fragmentação das florestas (EMBRAPA e INPE, 2013; INPE, 2013). Mudanças no uso da terra, principalmente com a conversão das florestas em áreas de pastagem e agricultura, correspondem a 70% do total das áreas desflorestadas até 2010 (EMBRAPA e INPE, 2013). Na Amazônia Legal brasileira, o desmatamento acumulado, até o ano de 2012, foi de aproximadamente 751.000 km² (INPE, 2014).

De acordo com todo este cenário, há uma alteração na paisagem amazônica brasileira, que se encaminha para formação de mosaicos de floresta contínua e fragmentos separados por matrizes de floresta secundária e/ou pastagens (Laurance, 2001; Laurance *et al.*, 2006). Áreas de florestas secundárias estão se tornando maiores e mais frequentes no mundo, nos trópicos elas continuam se expandindo sobre áreas originalmente ocupadas por florestas contínuas sendo desmatadas para uso agropecuário (Chazdon *et al.*, 2007), na Amazônia Legal já correspondem a aproximadamente 23% do território (INPE, 2014).

A formação de paisagens fragmentadas associadas ao desflorestamento representa grande ameaça à biodiversidade animal e vegetal (Delamônica *et al.*, 2001). A fragmentação florestal gera diversas alterações físicas e ecológicas na vegetação (Lovejoy *et al.*, 1986; Bierregaard *et al.*, 1992), modifica seu microclima e regime de ventos, aumenta as taxas de insolação e mortalidade de árvores (Laurance *et al.*, 2002), altera a composição e riqueza de espécies da floresta, promovendo o declínio de algumas plantas e aumento na ocorrência de outras, sendo que plântulas de espécies arbóreas podem apresentar uma redução na riqueza de espécies de até 50 % (Delamônica *et al.*, 2001; Santo-Silva *et al.*, 2013), próximo as bordas pode ocorrer maior abundância de espécies pioneiras e secundárias iniciais devido, principalmente, ao estabelecimento a partir do banco de sementes e posterior aumento da chuva de sementes destes indivíduos (Laurance *et al.*, 2006; Santo-Silva *et al.*, 2013).

Essas mudanças ecológicas devido a fragmentação florestal muitas vezes podem estar diretamente relacionadas ao tamanho do fragmento, estes são conhecidos como efeitos de área, no qual a magnitude desses efeitos tende a ser mais intensa nos fragmentos menores, que podem apresentar maior mortalidade, menor riqueza e mais rápida taxa de perda de espécies (Bierregaard *et al.*, 1992; Benítez-Malvido e Martínez-Ramos, 2003; Laurance e Vasconcelos,

2009; Stouffer *et al.*, 2009; Numata e Cochrane, 2012). Há variação na abundância e distribuição de organismos e é possível que o aumento da degradação interna dos fragmentos pequenos seja benéfico para as populações vegetais de espécies secundárias e invasoras (Scariot, 2001).

Outro fator importante a ser considerado são os efeitos de borda, que são alterações provocadas pelos limites artificiais da floresta e formam uma transição abrupta entre a floresta e o ambiente adjacente, promovendo enorme impacto sobre os organismos que vivem nesses locais. A distância com que esses efeitos penetram nos fragmentos varia amplamente e dependendo do tipo de efeito pode adentrar de 10 a 400 da borda da floresta (Delamônica *et al.*, 2001; Laurance *et al.*, 2002; Laurance *et al.*, 2011). Em muitos casos pode ser difícil separar efeitos de área de efeitos de borda, pois amostras coletadas em fragmentos pequenos naturalmente estão próximas à borda, enquanto que aquelas tomadas em fragmentos grandes não necessariamente (Laurance e Vasconcelos, 2009).

Dessa forma, relacionando a fragmentação florestal e suas consequências para a futura recomposição da vegetação, sabe-se que as espécies de florestas tropicais podem regenerar basicamente pelas seguintes fontes: a chuva de sementes, o banco de sementes do solo, o banco de plântulas e a rebrota (Garwood, 1989). Dentre estes, o banco de sementes é uma importante via para a regeneração de espécies pioneiras e um indicador do potencial de recuperação das florestas por estar envolvido no estabelecimento deste grupo ecológico e na restauração da riqueza de espécies após distúrbios naturais ou antrópicos (Dalling, 2002; Plue e Cousins, 2013). Diferentes níveis de distúrbios podem afetar o tamanho, composição do banco de sementes e gerar efeitos na regeneração natural e composição florestal destes ambientes (Baider *et al.*, 1999; Martins e Engel, 2007).

A entrada de propágulos no banco de sementes do solo é determinada pela chuva de sementes, já as perdas podem ser resultado de propriedades fisiológicas das sementes, que tem influência na germinação, na dormência e na viabilidade das mesmas; ou pela morte da semente, devido a predação animal, ataque de patógenos, profundidade em que estão enterradas ou senescência natural. Estas entradas e saídas controlam a densidade de sementes, a composição de espécies e a composição genética do estoque de sementes do solo (Dalling *et al.*, 1998; Baider *et al.*, 1999; Thompson, 2000).

O conhecimento sobre o estoque e composição do banco de sementes do solo é fundamental para entender o processo de regeneração natural e dinâmica das comunidades vegetais (Martins e Engel, 2007; Leal Filho *et al.*, 2013), além de poder refletir alterações

ocorridas na comunidade vegetal. Mais estudos são necessários para compreender sua heterogeneidade e como o processo crescente de fragmentação pode influenciar o direcionamento da regeneração e manutenção da biodiversidade nestes ambientes. Sendo assim, um dos questionamentos que surge é sobre qual será o padrão de regeneração que os fragmentos florestais, as florestas primárias e secundárias apresentarão frente às grandes ameaças de devastação das florestas tropicais?

A partir do exposto acima, esta dissertação busca avaliar os efeitos da fragmentação florestal na densidade e composição do banco de sementes do solo, relacionando estes parâmetros com fragmentos florestais de diferentes tamanhos (1 ha, 10 ha e 100 ha), áreas de floresta secundária e de floresta primária contínua.

2. Objetivos

2.1. Objetivo geral

Avaliar os efeitos da fragmentação florestal sobre a densidade e composição florística do banco de sementes do solo em uma área de floresta de terra firme na Amazônia Central, Brasil.

2.2. Objetivos específicos

a) Comparar a densidade de plântulas emergidas do banco de sementes entre fragmentos florestais de 1, 10 e 100 ha, floresta secundária e floresta primária contínua.

b) Comparar a riqueza, diversidade e proporção de hábitos de vida das plântulas emergidas do banco de sementes entre os ambientes estudados.

c) Estimar o grau de similaridade na composição florística do banco de sementes entre fragmentos florestais de 1, 10 e 100 ha, floresta secundária e floresta primária contínua.

3. Material e métodos

3.1 Descrição da área de estudo

Este estudo foi realizado nas reservas do Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais (PDBFF) que estão localizadas em área de floresta tropical úmida de terra firme, a aproximadamente a 80 km ao norte de Manaus, AM, Brasil (2° 25'' S e 59° 50'' W). A temperatura média anual é de 27°C, a precipitação média anual é de aproximadamente 2500 mm, com estações seca e chuvosa bem definidas, em que a estação chuvosa ocorre de novembro a junho, e a estação seca de julho a outubro. A altitude varia de 80 a 140 m acima do nível do mar, o solo na área de estudo é bastante variável, mas no geral são oxissolos, com textura areno-argilosa, ácidos e pobres em nutrientes (Chauvel *et al.*, 1987). As reservas do PDBFF são compostas por 11 fragmentos florestais (cinco de 1 ha, quatro de 10 ha e dois de 100 ha) distribuídos em três fazendas (Dimona, Esteio e Porto Alegre) que sofreram corte raso da floresta primária no início de 1980 e posteriormente estas áreas foram abandonadas ou convertidas em pastagens, nas quais foram mantidos fragmentos de florestas de diversos tamanhos (Lovejoy e Bierregaard, 1990). Estes fragmentos encontram-se rodeados por matrizes de floresta secundária que inicialmente eram dominadas pelos gêneros *Vismia* e *Cecropia*.

O levantamento de dados foi realizado em fragmentos florestais (1, 10 e 100 ha) nas três fazendas, em área de floresta secundária e floresta primária contínua, com três réplicas em cada área, totalizando 15 locais de coleta. Porém, somente estavam disponíveis duas áreas de fragmentos de 100 ha, sendo assim, pela falta de uma repetição, foi utilizado mais um ponto de amostragem na fazenda Esteio (Reserva Florestal), definida a princípio para ser um fragmento de 100 ha, mas que no passado foi realizado o corte e isolamento em somente uma das laterais do que seria o fragmento. A floresta secundária estudada tem aproximadamente 25 anos, com histórico de corte e queima da vegetação, que inicialmente eram dominadas por espécies de *Vismia* spp (Figura 1).

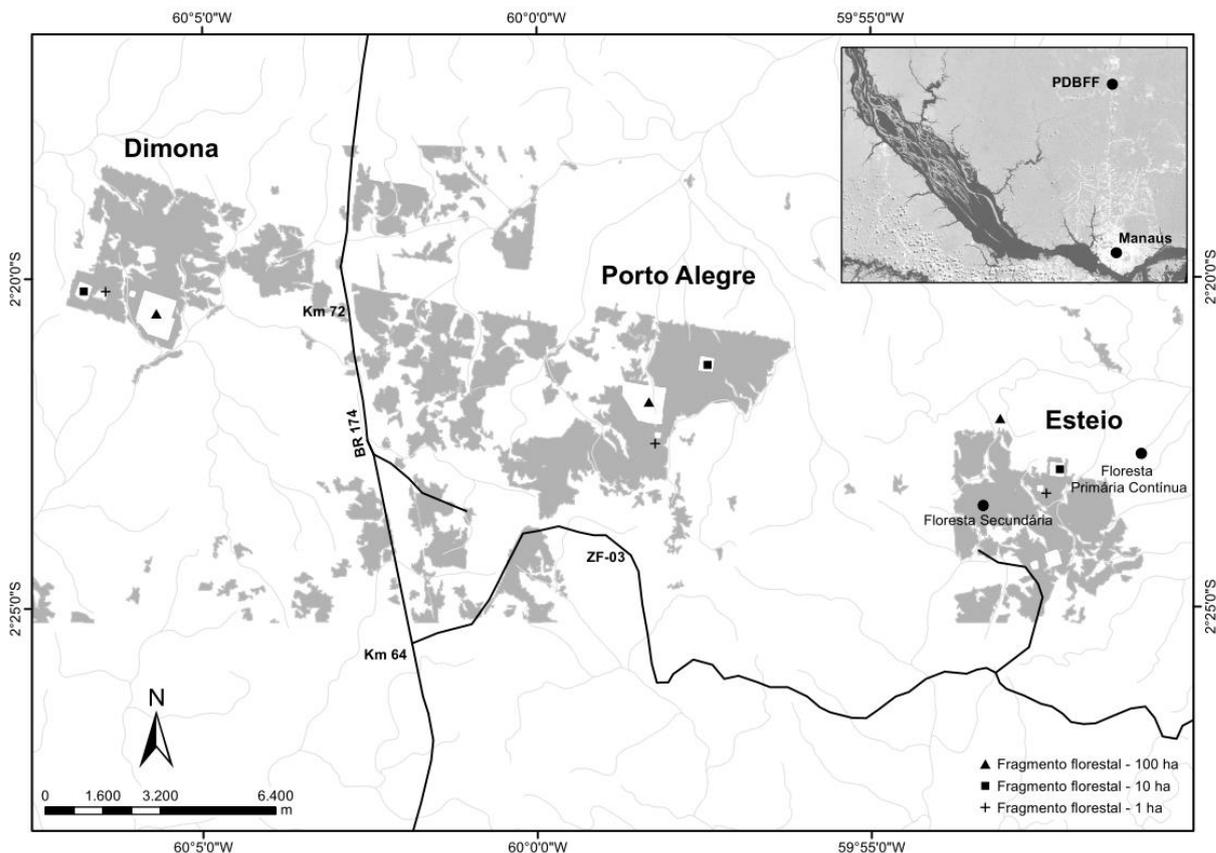


Figura 1. Mapa da área experimental do Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais (PDBFF), em destaque as áreas de coleta - fazendas Dimona, Esteio, Porto Alegre, floresta primária contínua e floresta secundária (Adaptado de Bentos *et al.*, 2013).

3.2 Coleta de dados e monitoramento das amostras

As amostras de banco de sementes do solo foram coletadas dentro de parcelas de 100 m x 100 m, mantendo uma distância mínima de 20 m entre si (Figura 2), nos fragmentos estas parcelas foram instaladas em seu centro, este controle teve por objetivo minimizar as possíveis influências do efeito de borda. Para garantir a independência entre as áreas de coleta na floresta primária contínua e na floresta secundária, as parcelas amostrais mantiveram uma distância mínima de 500 m entre si. Em cada local foram coletadas 15 amostras com o auxílio de um gabarito de madeira nas dimensões de 15 cm x 15 cm, a uma profundidade de 3 cm (675 cm³ de solo por amostra), totalizando 225 amostras. Estudos mostraram que a profundidade de até 3 cm corresponde a camada de maior abundância, diversidade e densidade de sementes viáveis do solo (Dalling *et al.*, 1994; Dalling *et al.*, 1998).

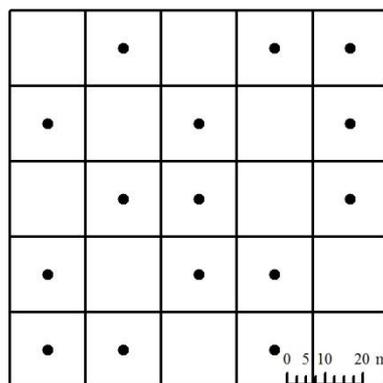


Figura 2. Desenho esquemático da amostragem para coleta do banco de sementes do solo em parcela de 100 x 100 m.

Todas as amostras foram coletadas na segunda quinzena de fevereiro de 2014, mês que corresponde a estação chuvosa, época de maior produção de sementes das espécies pioneiras da região (Bentos *et al.*, 2008; Leal Filho *et al.*, 2013). Durante a semana de coleta, as amostras foram acondicionadas em sacos plásticos, devidamente identificadas por etiquetas, imediatamente após o término das coletas as amostras foram transportadas e o experimento instalado em uma casa de vegetação, no Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA, em Manaus – AM. A casa de vegetação possui uma estrutura coberta por telhas plásticas transparentes que permitem a passagem de luz, as laterais são cercadas por sombrite 50%, que permite a circulação de ar e reduz a probabilidade de contaminação por sementes dispersas de áreas próximas.

Para estimar a densidade do banco de sementes e identificação das espécies foi utilizada a técnica de emergência de plântulas, esta técnica dá uma estimativa das sementes viáveis no solo, baseada na germinação de sementes mantidas em condições favoráveis a sua germinação (Simpson *et al.*, 1989). Cada amostra foi distribuída com uma espessura máxima de um centímetro de profundidade sobre substrato de areia esterilizada e vermiculita (3:1), em bandejas plásticas retangulares (20 cm x 30 cm x 7 cm) com fundos perfurados para drenagem de água. Dez bandejas testemunhas contendo somente areia esterilizada e vermiculita, foram distribuídas aleatoriamente na casa de vegetação para verificar a ocorrência de contaminação externa. As amostras foram monitoradas por sete meses, ao emergir, as plântulas foram marcadas com canudos plásticos numerados e posteriormente foram identificadas quando possível por espécie, morfoespécie e hábito de vida através de consultas a parataxônomos, pesquisadores e literatura especializada. Durante este período as plântulas foram adubadas

três vezes para melhorar o seu desenvolvimento e facilitar sua identificação. As contagens e identificações foram realizadas semanalmente e os indivíduos não identificados foram repicados para sacos plásticos para maior desenvolvimento e posterior identificação.

3.3 Análise dos dados

As variáveis analisadas foram densidade de plântulas emergidas, composição florística, riqueza e diversidade de espécies. A densidade média de plântulas emergidas observadas para os diferentes locais foram comparadas utilizando o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, pois os dados não apresentaram distribuição normal, como os resultados foram significativos utilizamos o teste de Mann-Whitney para as comparações múltiplas das densidades obtidas entre os tratamentos. Para estimar a similaridade florística entre as áreas foi utilizado o índice de dissimilaridade de Bray-Curtis, que posteriormente foi convertido em similaridade. O índice de Bray-Curtis é definido por:

$$B = \frac{\sum |x_{ij} - x_{ik}|}{\sum (x_{ij} + x_{ik})}$$

Onde: x_{ij} , x_{ik} = abundância de espécies em cada área (j,k)

A diversidade de espécies no banco de sementes foi estimada para cada local utilizando o índice de diversidade Alfa de Fisher. Este índice é baseado nas distribuições de abundância e relaciona o número de espécies com o número de indivíduos em uma comunidade. Para analisar a variação da composição de espécies entre as áreas estudadas foi utilizada a técnica de ordenação denominada escalonamento não-métrico multidimensional (Non-metric multidimensional scaling- NMDS), a medida de dissimilaridade escolhida foi o índice de Bray-Curtis. O NMDS descreve a estrutura de uma matriz complexa, sendo que objetos dissimilares estarão mais distantes no eixo de ordenação e objetos similares estarão mais próximos. Todas as análises deste trabalho foram executadas com o programa de estatística R.

4. Resultados

Após 214 dias de monitoramento em casa de vegetação e considerando todos os ambientes, um total de 6561 sementes germinaram nas bandejas de solo, sendo que 73,7% deste total foi identificado ao nível de gênero e espécie/morfoespécie. A quantidade de plântulas emergidas foi altamente variável entre as amostras do mesmo ambiente, oscilando

de cinco a 386 plântulas/amostra em fragmentos de 1ha, e de 12 a 169 plântulas/amostra na floresta secundária (Figura 3).

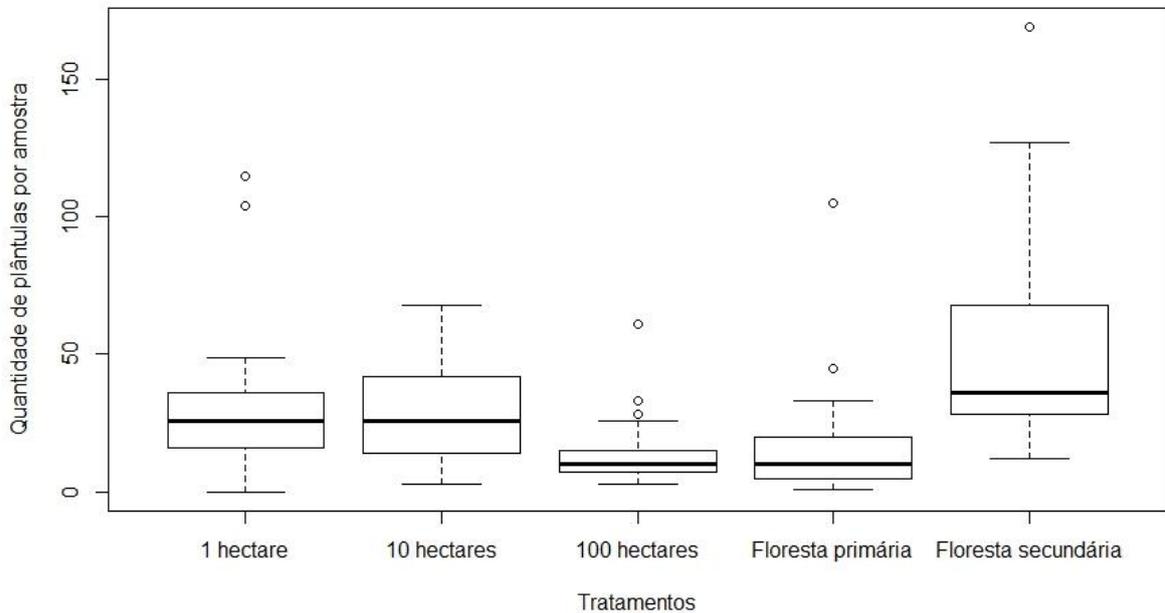


Figura 3. Quantidade de plântulas emergidas por amostra em fragmentos florestais (1, 10 e 100 ha), floresta primária contínua e floresta secundária.*

* Para elaboração deste gráfico foi retirado um outlier (386) em uma amostra dos fragmentos de 1 ha.

A emergência de plântulas variou de acordo com o local (Tabela 1) e a análise não paramétrica de Kruskal Wallis mostrou que houve diferença significativa na densidade de plântulas entre os ambientes ($p < 0,001$), porém não entre todos eles. Sendo que a densidade de plântulas emergidas em fragmentos de 1 ha e floresta secundária foi aproximadamente o triplo quando comparada aos fragmentos de 100 ha e a floresta primária contínua.

Tabela 1. Densidade de plântulas emergidas nas amostras do banco de sementes em áreas de fragmentos florestais (1, 10 e 100 ha), floresta primária contínua e floresta secundária, no Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais – PDBFF, Manaus, AM.*

Tratamentos	Número de amostras	Densidade de plântulas.m ⁻²	
Fragmentos 1 ha	45	1690	a
Fragmentos 10 ha	45	1309	a
Fragmentos 100 ha	45	576	b
Floresta primária contínua	45	662	b
Floresta secundária	45	2244	c
Total	225	6480	

* a-b-c, letras diferentes nas linhas indicam diferença estatística ($p < 0,001$).

Registramos um total de 28 famílias, 40 gêneros e 73 espécies e morfoespécies para todo o banco de sementes estudado (Tabela 2). Melastomataceae foi a família com maior riqueza e abundância, correspondendo a 60,0% do total de indivíduos identificados, com 16 espécies e morfoespécies. As sete espécies mais comuns somaram 77,0% do total de indivíduos, *Bellucia grossularioides* (L.) Triana (Melastomataceae) foi a mais abundante com 23,5% dos indivíduos, seguida de *Clidemia* sp. 1 (Melastomataceae) com 14,9%, *Miconia burchellii* Triana (Melastomataceae) com 12,2%, *Cecropia sciadophylla* Mart. (Urticaceae) com 10,2%, *Clidemia novemnervia* (DC.) Triana (Melastomataceae) com 6,5%, *Vismia guianensis* Aubl. (Hypericaceae) com 5,0% e *Solanum rugosum* Dunal (Solanaceae) com 4,7%. O registro fotográfico das sete espécies mais comuns pode ser observado na figura 4 na página seguinte.

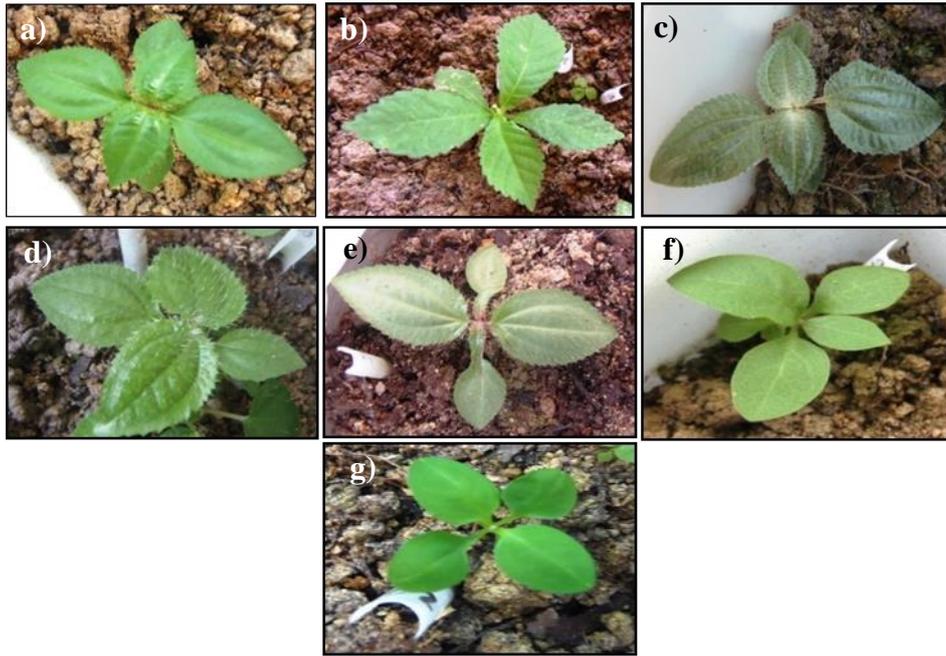


Figura 4. Registro fotográfico das sete espécies mais comuns registradas no banco de sementes do solo; a) *Bellucia grossularioides*, b) *Cecropia sciadophylla*, c) *Clidemia novemnervia*, d) *Clidemia* sp. 1, e) *Miconia burchelli*, f) *Solanum rugosum*, g) *Vismia guianensis*.

Espécies indicadoras de ambientes degradados como as arbóreas *Isertiahypoleuca* e *Trema micrantha*, as ervas *Pleurostachys parsiflora*, *Sauvagesia erecta*, *Spermacoce exilis*, *Spermacoce ocymifolia* e *Panicum* sp., além de outras gramíneas e algumas espécies de Solanaceae, estiveram presentes exclusivamente em fragmentos de 1 e 10 ha e na floresta secundária.

Tabela 2. Número de plântulas emergidas e composição florística do banco de sementes do solo em fragmentos florestais, floresta primária contínua e floresta secundária.

Família	Espécie	HV*	Fragmentos 1 ha	Fragmentos 10 ha	Fragmentos 100 ha	Floresta secundária	Floresta primária	Σ
Annonaceae	<i>Bocageopsis multiflora</i> (Mart.) R.E. Fr.	AV	1					1
	<i>Guatteria scytophylla</i> Diels	AV	1					1
Asteraceae	<i>Mikania parvifolia</i> Baker	LI	4	2		5		11
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	AV	16	17				33
Costaceae	<i>Costus sprucei</i> Maas	ER		5	7	2	10	24
Cyperaceae	<i>Pleurostachys sparsiflora</i> Kunth	ER		1		7		8
Dilleniaceae	<i>Doliocarpus</i> sp.	LI	4	8	5		6	23
Euphorbiaceae	<i>Conceveiba guianensis</i> Aubl.	AV				4		4
	<i>Croton matourensis</i> Mart.	AV	3			2	3	8
	<i>Maprounea guianensis</i> Aubl.	AV	2					2
	<i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax	AV		1				1
	<i>Sapium marmieri</i> Huber	AV		1				1
Fabaceae	<i>Mimosa guilandinae</i> (DC.) Barneby	LI		2	1	1		4
Goupiaceae	<i>Goupia glabra</i> Aubl.	AV	2	4	1	2	1	10
Heliconiaceae	<i>Heliconia acuminata</i> Rich.	ER					1	1
Hypericaceae	<i>Vismia cayennensis</i> (Jacq.) Pers.	AV	22	54	21	34	23	154
	<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Choisy	AV	53	66	32	54	37	242

Família	Espécie	HV*	Fragmentos	Fragmentos	Fragmentos	Floresta	Floresta	Σ
			1 ha	10 ha	100 ha	secundária	primária	
Hypericaceae	<i>Vismia japurensis</i> Reichardt	AV	4	18	7	6		35
Lecythidaceae	<i>Eschweilera</i> sp.	AV			1			1
Malpighiaceae	<i>Byrsonima incarnata</i> Sandwith	AV	1					1
Malvaceae	<i>Apeiba echinata</i> Gaertn.	AV		1				1
Melastomataceae	<i>Aciotis purpurascens</i> (Aubl.) Triana	AB	1	6		4	1	12
	<i>Bellucia dichotoma</i> Cogn.	AV	15	9	39	9		72
	<i>Bellucia grossularioides</i> (L.) Triana	AV	162	141	58	628	145	1134
	<i>Bellucia</i> sp. 1	AV	1	3	2		2	8
	<i>Bellucia</i> sp. 2	AV	2					2
	<i>Bellucia</i> sp. 3	AV	7	12	3	13	5	40
	<i>Bellucia</i> sp. 4	AV			1			1
	Melastomataceae	<i>Clidemia capitellata</i> (Bonpl.) D. Don	AB	129	38	18	1	1
<i>Clidemia novemnervia</i> (DC.) Triana		AB	155	133	26			314
<i>Clidemia</i> sp. 1		AB	107	117	20	334	143	721
<i>Clidemia</i> sp. 2		AB	2	1		10		13
<i>Clidemia</i> sp. 3		AB	5	1	2	21	8	37
Melastomataceae sp. 1		IN			18			18
<i>Miconia burchellii</i> Triana		AV	206	43	60	245	35	589
<i>Miconia nervosa</i> (Sm.) Triana		AB		9	9			18

Família	Espécie	HV*	Fragmentos			Floresta secundária	Floresta primária	Σ
			1 ha	10 ha	100 ha			
Melastomataceae	<i>Miconia poeppigii</i> Triana	AV	7	2	9	6	3	27
Moraceae	<i>Ficus</i> sp. 2	IN	1			1		2
	<i>Ficus krukovii</i> Standl.	LI				1		1
Ochnaceae	<i>Sauvagesia erecta</i> L.	ER				18		18
	<i>Tourolia</i> sp.	AV					1	1
Passifloraceae	Liana sp. 1	LI	1					1
	<i>Passiflora auriculata</i> Kunth	LI	2	3				5
	<i>Passiflora nitida</i> Kunth	LI	1					1
Phytollacaceae	<i>Phytolacca rivinoides</i> Kunth & C.D. Bouché.	AB	11	2				13
	<i>Piper mastersianum</i> C. DC.	AB	20	8	13	20	3	64
Piperaceae	<i>Piper</i> sp. 1	IN		1		1		2
	<i>Piper</i> sp. 2	IN	3	4	18	1	4	30
Poaceae	<i>Panicum</i> sp.	ER				17		17
	Poaceae sp. 2	ER		1				1
	Poaceae sp. 3	ER		31				31
	Poaceae sp. 4	ER	1					1
	Poaceae sp. 5	ER				1		1
Rubiaceae	<i>Iserlia hypoleuca</i> Benth.	AV	7	21		1		29

Família	Espécie	HV*	Fragmentos			Floresta secundária	Floresta primária	Σ
			1 ha	10 ha	100 ha			
Rubiaceae	<i>Palicourea guianensis</i> Aubl.	AV	3	1		2	1	7
	<i>Palicourea</i> sp. 2	IN	1					1
	<i>Psychotria</i> sp.	AB		1				1
	<i>Spermacoce exilis</i> (L.O. Williams) C.D.Adam	ER				1		1
	<i>Spermacoce ocymifolia</i> Wild. Ex Roem. & Schult.	ER				2		2
Salicaceae	<i>Casearia arborea</i> (Rich.) Urb.	AV	3			1		4
	<i>Laetia procera</i> (Poepp.) Eichler	AV	3	1		1	2	7
Siparunaceae	<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	AB	1	1				2
Solanaceae	<i>Solanum leucocarpon</i> Dunal	AB					2	2
	<i>Solanum rugosum</i> Dunal	AB	107	69	28	19	2	225
	<i>Solanum subinerme</i> Jacq.	AB	4	2		3		9
	<i>Solanum</i> sp. 1	AB	1					1
	<i>Solanum</i> sp. 3	AB	1					1
	<i>Solanum</i> sp. 4	AB					2	2
Urticaceae	<i>Cecropia leucocoma</i> Miq.	AV		3	1		4	8
	<i>Cecropia purpurascens</i> C.C. Berg	AV	22	37	13	12	7	91
	<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.	AV	218	171		46	57	492

Família	Espécie	HV*	Fragmentos 1 ha	Fragmentos 10 ha	Fragmentos 100 ha	Floresta secundária	Floresta primária	Σ
Vitaceae	<i>Cissus guyanensis</i> Desc.	LI	1					1
Zingiberaceae	<i>Zingiber</i> sp.	ER				1	1	2
Total de plântulas identificadas			1324	1052	413	1537	510	4836
Total de plântulas emergidas			1711	1325	583	2272	670	6561

*HV: Hábitos de vida; AV: árvore, AB: arbusto, ER: erva, LI: liana, IN: inderteminado.

Não houve diferença estatística significativa na proporção de hábitos de vida entre os ambientes, no geral, o banco de sementes foi composto por 63,1% de árvores, 33,6% de arbustos, 2,2% de ervas e 1,1% de lianas (Tabela 3). No total foram registradas 31 espécies de árvores, 17 espécies de arbustos, 12 espécies de ervas e 8 espécies de lianas.

Tabela 3. Proporção e número de espécies por hábito de vida registrado no banco de sementes em áreas de fragmentos florestais (1, 10 e 100 ha), floresta primária contínua e floresta secundária, no Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais – PDBFF, Manaus, AM.*

Tratamentos	Árvore	Arbusto	Erva	Liana
Fragmentos 1 ha	57,7% (23)	41,2% (13)	0,1% (1)	1,0% (6)
Fragmentos 10 ha	57,9% (20)	37,1% (13)	3,6% (4)	1,4% (4)
Fragmentos 100 ha	65,8% (14)	30,8% (7)	1,9% (1)	1,6% (2)
Floresta primária contínua	64,4% (15)	32,0% (8)	3,2% (3)	0,5% (1)
Floresta secundária	69,5% (17)	26,9% (8)	2,4% (8)	1,2% (3)

*Os números entre parênteses são referentes a quantidade de espécies registradas por hábito de vida/ambiente.

A quantidade de famílias, gêneros e espécies registradas nos ambientes e a relação das cinco espécies mais abundantes do banco de sementes pode ser observada nas Tabelas 4 e 5, respectivamente. Em todos os ambientes amostrados a família Melastomataceae foi a mais abundante, com 60,4%, 49,0% e 64,2% do total de indivíduos nos fragmentos de 1, 10 e 100 ha, respectivamente, 82,7% na floresta secundária e 67,3% na floresta primária.

Tabela 4. Número de famílias, gêneros e espécies registradas nos fragmentos florestais (1, 10 e 100 ha), floresta primária contínua e floresta secundária.

Tratamentos	Número de famílias	Número de gêneros	Número de espécies/morfoespécies	Número de espécies/morfoespécies únicas
Fragmentos 1ha	20	26	46	12
Fragmentos 10 ha	20	24	43	6
Fragmentos 100 ha	10	13	26	2
Floresta primária contínua	13	17	28	3
Floresta secundária	17	24	39	7

Tabela 5. Relação das espécies mais abundantes registradas no banco de sementes do solo, em áreas de fragmentos florestais (1, 10 e 100 ha), floresta primária contínua e floresta secundária, no Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais – PDBFF, Manaus, AM.

Tratamentos	<i>Bellucia dichotoma</i>	<i>Bellucia grossularioides</i>	<i>Cecropia sciadophylla</i>	<i>Clidemia capitellata</i>	<i>Clidemia novemnervia</i>	<i>Clidemia sp. 1</i>	<i>Miconia burchellii</i>	<i>Solanum rugosum</i>	<i>Vismia guianensis</i>
Fragmentos 1ha	-	12,2%	16,5%	9,7%	11,7%	-	15,6%	-	-
Fragmentos 10 ha	-	13,4%	16,3%	-	12,6%	11,3%	-	6,6%	-
Fragmentos 100 ha	8,4%	12,3%	14,2%	-	-	-	12,9%	-	6,9%
Floresta primária contínua	-	28,5%	11,2%	-	-	28,0%	6,9%	-	7,3%
Floresta secundária	-	40,8%	3,0%	-	-	21,7%	15,9%	-	3,5%

Houve diferença significativa no índice de diversidade Alfa de Fisher ao nível de 1% ($F = 12,01$; $p < 0,001$), sendo que os fragmentos apresentaram maior diversidade que as florestas primária e secundária (Figura5), porém, é possível observar que há uma considerável variabilidade na diversidade dentro do mesmo ambiente.

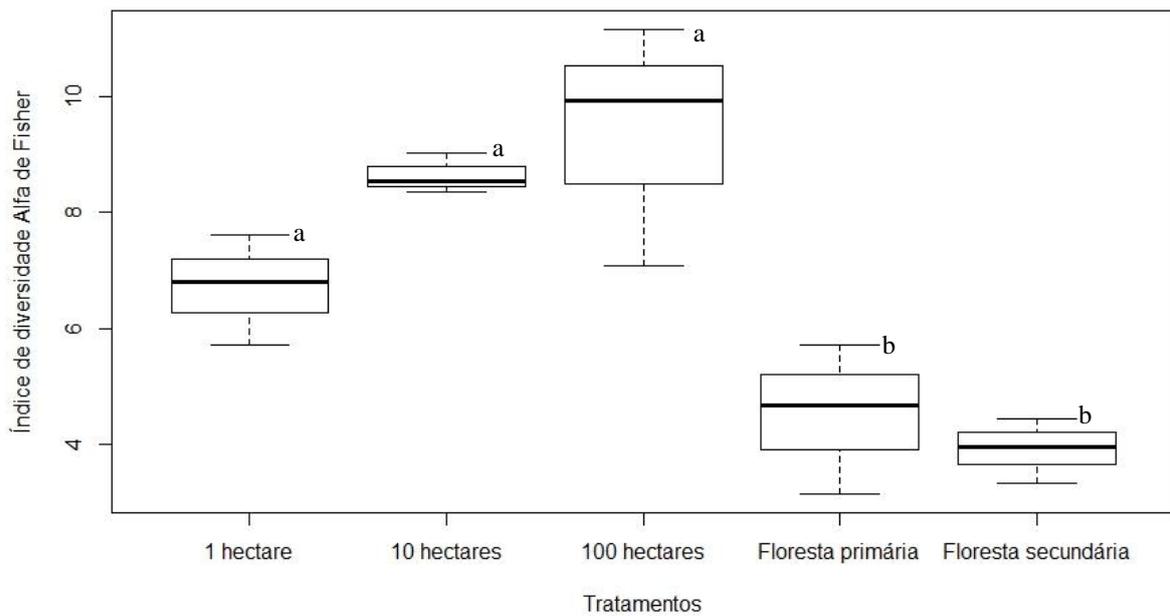


Figura 5. Variação do índice de diversidade Alfa de Fisher entre os ambientes amostrados.*

* a-b, letras diferentes indicam diferença estatística ($p < 0,001$).

Mesmo com as espécies mais comuns estando presentes em todos os ambientes, os valores de similaridade na composição florística foram medianos entre todos os tratamentos, conforme Tabela 5.

Tabela 5. Similaridade florística entre os locais de estudo, baseado no índice de similaridade de Bray-Curtis.

Tratamentos	Fragmentos 1 ha	Fragmentos 10 ha	Fragmentos 100 há	Floresta primária	Floresta secundária
Fragmentos 1ha	1	-	-	-	-
Fragmentos 10 ha	0,49	1	-	-	-
Fragmentos 100 ha	0,42	0,47	1	-	-
Floresta primária	0,39	0,46	0,47	1	-
Floresta secundária	0,42	0,44	0,40	0,45	1

O gráfico de ordenação NMDS (Figura 6), baseado na abundância total de cada espécie/morfoespécie, não mostrou um agrupamento bem definido entre os tratamentos, devido a heterogeneidade que há dentro do mesmo ambiente, porém é possível observar uma tendência de mudança na composição de espécies da esquerda (Floresta secundária e fragmentos de 1 e 10 ha) para a direita (Floresta primária contínua e fragmentos de 100 ha).

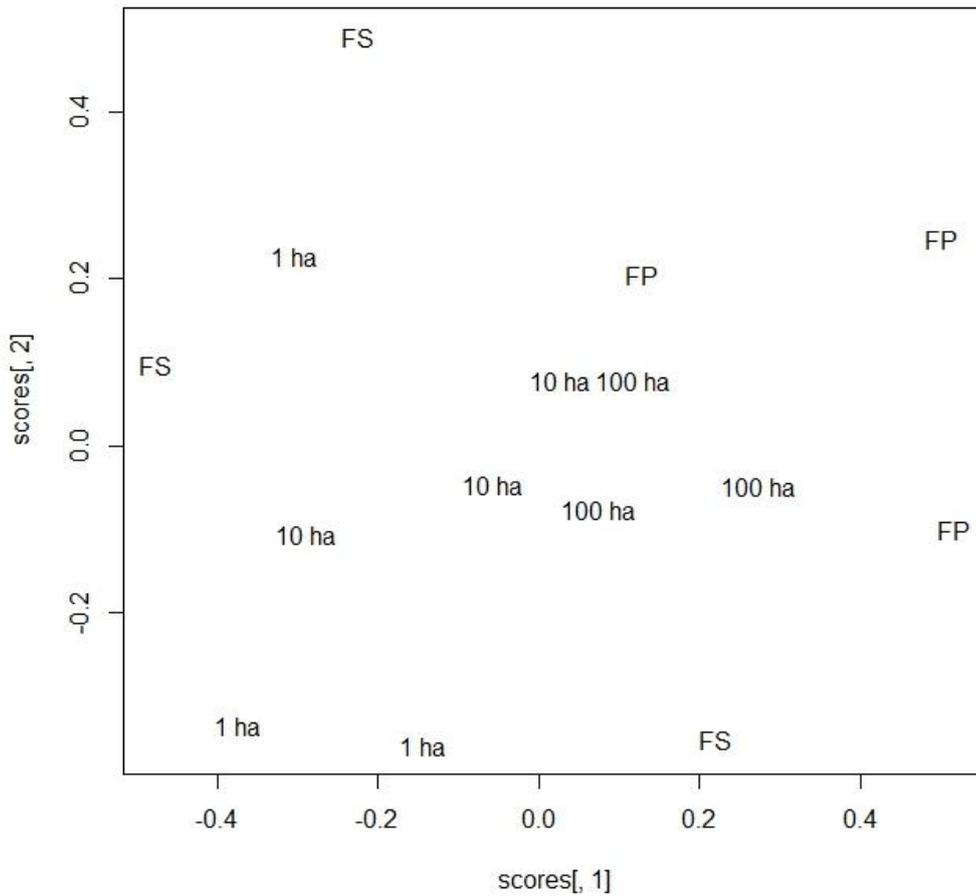


Figura 6. NMDS (Non-Metric Multidimensional Scaling) de fragmentos florestais (1, 10 e 100 ha), floresta primária contínua (FP) e floresta secundária (FS), em função da abundância de cada espécie presente no banco de sementes do solo.

5. Discussão

Os valores de densidade de sementes estimados nesse estudo foram similares a outros observados para floresta tropical, que podem variar de 137 a 447 sementes.m⁻² em florestas primárias e 1190 a 8085 sementes.m⁻² em florestas secundárias (Garwood, 1989; Mônico *et al.*, 2003; Vieira e Proctor, 2007; Bordon, 2012). Araújo *et al.* (2001), estudando a densidade do banco de sementes de florestas em diferentes estágios sucessionais na Amazônia Oriental, encontrou maior densidade de sementes em florestas de seis anos, com 2848 sementes.m⁻², reduzindo para 1427 sementes.m⁻² e 756 sementes.m⁻² em ecossistemas de 17 e 30 anos, respectivamente, essa redução na densidade de sementes se deve a substituição progressiva na cobertura vegetal de espécies pioneiras por indivíduos de estágio sucessional mais avançado, como secundárias iniciais e tardias. A densidade do banco de sementes pode servir como um indicativo do estágio sucessional, do tipo e do grau de alteração das áreas. Assim, locais com histórico de distúrbios frequentes, maior abertura de dossel e sujeitos a efeitos de borda tendem a possuir banco de sementes maior, com grande quantidade de pioneiras arbustivas, plantas herbáceas e lianas (Alvarez-Aquino *et al.* 2005; Melo *et al.*, 2007). Martins e Engel (2007), avaliando fragmentos de floresta tropical estacional semidecidual com diferentes níveis de distúrbios antrópicos, mostraram que fragmentos com menor distúrbio apresentaram menor densidade de sementes (589 sementes.m⁻²) quando comparados a fragmentos com distúrbios mais intensos (800 sementes.m⁻²).

No estudo, os fragmentos menores (1 e 10 ha) assim como a floresta secundária apresentaram maior densidade de sementes e os fragmentos maiores (100 ha) tiveram menor densidade, semelhantes a floresta primária. A maior densidade de sementes registrada em fragmentos menores pode ser devido a mudanças na abundância relativa e composição de espécies, principalmente, pelo aumento no recrutamento e densidade de plantas pioneiras na borda dos fragmentos, sendo que este efeito é mais intenso em fragmentos pequenos. O aumento na taxa de mortalidade próximo a borda dos fragmentos amplia a quantidade de clareiras que, conseqüentemente, favorecem a maior ocorrência de espécies pioneiras (Laurance *et al.*, 2006), sendo que esse grupo ecológico caracteriza-se por possuir crescimento rápido e elevada produção de sementes (Thompson, 2000). Em um estudo sobre o efeito da área do fragmento florestal na mudança na estrutura vegetal, Nascimento e Laurance (2006) mostraram que houve aumento na densidade de árvores e arvoretas de espécies pioneiras nos fragmentos florestais e em locais próximo às bordas, sendo até três

vezes maior em locais com distância < 300 m da borda do que ao interior da floresta. Os fragmentos florestais de 1 ha do PDBFF tem aproximadamente 100 m x 100 m e os de 10 ha 330 m x 330 m, portanto os efeitos de borda serão mais pronunciados nestes ambientes.

A densidade de sementes variou bastante entre as amostras representativas dos diferentes ambientes, esta característica também foi observada em outros estudos, Bentos *et al.* (2013) avaliando o banco de sementes em florestas secundárias na Amazônia Central registraram uma amplitude de 427-4312 sementes.m⁻² em áreas de platô, 142-1202 em vertentes e 554-3267 nos baixios. Portanto, é importante considerar a variação espacial influenciada pela dispersão das sementes, pois pode ocorrer de uma amostra coletada em determinado ponto ter maior quantidade de algumas espécies devido, por exemplo, a dispersão localizada por animais dispersores, como pássaros e morcegos (Cramer *et al.*, 2007; Bentos *et al.*, 2008, Wieland *et al.*, 2011)

A riqueza e diversidade de espécies do banco de sementes em todos os fragmentos (1, 10 e 100 ha) foram maiores em comparação as florestas primária contínua e secundária. Porém, é necessário considerar quais espécies contribuíram para estes valores, pois Martins e Engel (2007) registraram maior diversidade em fragmentos florestais com maior distúrbio devido a adição de ervas, gramíneas e espécies arbustivas. Carmo *et al.* (2011) estudando fragmentos de cerrado detectou que fragmentos maiores apresentaram vegetação com maior número de espécies e maior diversidade de árvores do que fragmentos menores. Benítez-Malvido e Martínez-Ramos (2003) avaliando o recrutamento de plântulas em fragmentos florestais e floresta contínua nas áreas do PDBFF encontraram relevante declínio na diversidade de espécies de plântulas de acordo com a redução da área dos fragmentos. No estudo, os fragmentos de 1, 10 ha e a floresta secundária apresentaram maior riqueza de espécies devido a adição de outras pioneiras e ervas que não estavam presentes nos outros ambientes. Espécies indicadoras de alteração antrópica como *Trema micrantha*, *Isertia hypoleuca*, *Solanum* sp., além de gramíneas e outras ervas ruderais mais comuns em campos agrícolas e pastagens foram encontradas exclusivamente nos fragmentos menores e floresta secundária, sendo que a presença de sementes desses indivíduos pode alterar profundamente a dinâmica da regeneração original da floresta.

O banco de sementes foi dominado por espécies pioneiras arbustivas, principalmente da família Melastomataceae, em todos os ambientes estudados, assim como reportado por Leal Filho *et al.* (2013) em estudo desenvolvido em Floresta Tropical Úmida, nas quais 99,65% das espécies eram pioneiras e, em sua maioria, pertencentes a família

Melastomataceae. Geralmente, o banco de sementes é composto por espécies pioneiras que se dispersam de forma eficiente e são capazes de produzir um grande número de sementes que se mantêm viáveis e dormentes no solo da floresta por longos períodos (Garwood, 1989; Dalling, 2002; Mônico *et al.*, 2003). Já a similaridade entre os locais foi considerada média, pois houve uma certa variação de espécies dentro do próprio tratamento, mesmo as espécies mais abundantes estando presentes em todos os ambientes, houve acréscimo de mais indivíduos, principalmente pioneiras, na floresta secundária e nos fragmentos de 1 e 10 ha, como pode ser observado através das espécies únicas registradas (Tabela 4). A configuração da NMDS foi determinada pela quantidade de ervas, gramíneas e algumas pioneiras, como *Solanum subinerme*, *Solanum rugosum* e *Piper mastersianum*, que deslocaram a localização da floresta secundária e fragmentos menores para o lado esquerdo da figura, formando um certo “agrupamento” desses ambientes, enquanto que a presença de pioneiras que tiveram menor ocorrência como *Cecropia leucocoma*, *Miconia nervosa* e *Croton matourensis* influenciaram o posicionamento dos fragmentos de 100 ha e floresta primária no lado direito da ordenação.

A presença de diversas espécies pioneiras importantes na sucessão vegetal indica que o banco de sementes apresenta certo potencial para regeneração dos ambientes estudados, isto quando comparado a outros estudos em que o banco de sementes dos fragmentos foi dominado essencialmente por ervas (Martins e Engel, 2007) ou por alta densidade de espécies invasoras (Grombone-Guaratini *et al.*, 2004) e não pareceu representar papel importante na regeneração. Porém, nas áreas estudadas do PDBFF, a presença de determinados indivíduos, de algumas ervas e gramíneas exclusivamente nos fragmentos de menor tamanho e nas florestas secundárias, sugere uma possível alteração no processo sucessional destes ambientes.

6. Conclusões

- Existe um certo “gradiente” de aumento na densidade de plântulas registradas no soloda floresta primária contínua para os fragmentos de 100, 10, 1 ha e floresta secundária, respectivamente.
- Existem mais espécies compartilhadas entre a floresta secundária e fragmentos de 1 e 10 ha, essa similaridade pode estar associada com efeitos de borda, pois quanto menor o fragmento florestal maior é a razão borda/área, e portanto fragmentos menores estão sujeitos a maiores intensidades desses efeitos, que no caso do estudo é o aumento na quantidade de clareiras, da chuva de sementes de espécies pioneiras e de influência da matriz do entorno.
- A grande proporção de indivíduos pioneiros arbóreos e arbustivos de estágio inicial de sucessão e a baixa proporção de ervas e lianas indicam que nossos resultados para os efeitos da fragmentação podem ser mais amenos quando comparados a outras regiões. Isto, principalmente, devido ao fato dos fragmentos florestais do PDBFF serem cercados por floresta primária em bom estágio de conservação e floresta secundária em estágio avançado de regeneração que servem como fontes de propágulos para os fragmentos.

7. Referências Bibliográficas

- Alvarez-Aquino, C.; Williams-Linera, G.; Newton, A.C. 2005. Disturbance effects on the seed bank of Mexican cloud forest fragments. *Biotropica*, 37(3): 337-342.
- Araújo, M.M.; Oliveira, F.D.A.; Vieira, I.C.G.; Barros, P.L.C.D.; Lima, C.A.T.D. 2001. Densidade e composição florística do banco de sementes do solo de florestas sucessionais na região do Baixo Rio Guamá, Amazônia Oriental. *Scientia Forestalis*, 59: 115-130.
- Baider, C.; Tabarelli, M.; Mantovani, W. 1999. O banco de sementes de um trecho de Floresta Atlântica Montana (São Paulo, Brasil). *Revista Brasileira de Biologia*, 59(2): 319-328.
- Bentos, T.V.; Mesquita, R.C.; Williamson, G.B. 2008. Reproductive phenology of Central Amazon pioneer trees. *Tropical Conservation Science*, 1(3): 186-203.
- Bentos, T.V.; Nascimento, H.E.; Williamson, G.B. 2013. Tree seedling recruitment in Amazon secondary forest: Importance of topography and gap micro-site conditions. *Forest Ecology and Management*, 287: 140-146.
- Benítez-Malvido, J.; Martínez-Ramos, M. 2003. Impact of forest fragmentation on understory plant species richness in Amazonia. *Conservation Biology*, 17(2): 389-400.
- Bierregaard, R.O.; Lovejoy, T.E.; Kapos, V.; dos Santos, A.A.; Hutchings, R.W. 1992. The biological dynamics of tropical rainforest fragments. *Bioscience*, 859-866.
- Bordon, N.G. 2012. *Banco de sementes de uma floresta tropical madura e alterada por downburst na Amazônia Central*. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas. 98 pp.
- Carmo, A.B.; Vasconcelos, H.; Araújo, G.M. 2011. Estrutura da comunidade de plantas lenhosas em fragmentos de cerrado: relação com o tamanho do fragmento e seu nível de perturbação. *Revista Brasileira de Botânica*, 34(1), 31-38.
- Chauvel, A.; Lucas, Y.; Boulet, R. 1987. On the genesis of the soil mantle of the region of Manaus, Central Amazonia, Brazil. *Experientia*, 43, 34-241.

- Chazdon, R.L.; Letcher, S.G.; Van Breugel, M.; Martínez-Ramos, M.; Bongers, F.; Finegan, B. 2007. Rates of change in tree communities of secondary Neotropical Forests following major disturbances. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 362(1478): 273-289.
- Cramer, J.M.; Mesquita, R.C.G.; Williamson, G.B. 2007. Forest fragmentation differentially affects seed dispersal of large and small-seeded tropical trees. *Biological Conservation*, 137 (3): 415-423.
- Dalling, J.W.; Swaine, M.D.; Garwood, N.C. 1994. Effect of soil depth on seedling emergence in tropical soil seed-bank investigations. *Functional Ecology*, 9: 119-121.
- Dalling, J.W., Swaine, M.D.; Garwood, N.C. 1998. Dispersal patterns and seed bank dynamics of pioneer trees in moist Tropical Forest. *Ecology*, 79(2): 564-578.
- Dalling, J.W. 2002. Ecología de semillas. In: Dalling, J.W.; Guariguata, M. *Ecología y Conservación de bosques Neotropicales*. Libro Universitario Regional, Cartago, Costa Rica, p.345-375.
- Delamônica, P.; Laurence, W.; Laurance, S.G.; Oliveira, A.A.; Daly, D.C. 2001. A fragmentação da paisagem. In: De Oliveira, A.A.; Daly, D.C.; Varella, D.; de Almeida, H. (Eds). *Florestas do Rio Negro*. Companhia das Letras, São Paulo, SP. p. 285-301.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA)/Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). 2013. Levantamento de informações de uso e cobertura da terra na Amazônia - 2010. (www.inpe.br/cra/projetos_pesquisas/sumario_terraclass_2010.pdf). Acesso em 20/11/2013.
- Garwood, N.C. 1989. Tropical soil seed banks: a review. In: Leck, M. A.; Parker, V. T.; Simpson, R. L. (Eds.). *Ecology of soil seed banks*. Vol. 149. p.210.
- Grombone-Guaratini, M.T.; LeitãoFilho, H.D. F.; Kageyama, P.Y. 2004. The seed bank of a gallery forest in southeastern Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 47(5): 793-797.
- Instituto Nacional de Pesquisas de Espaciais (INPE). 2013. Banco de dados do PRODES. (www.obt.inpe.br/prodes/index.php). Acesso em 20/11/2013.

Instituto Nacional de Pesquisas de Espaciais (INPE). 2014. (www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=3780). Acesso em 20/02/2015.

Laurance, W.F. 2001. Fragmentation and plant communities: synthesis and implications for landscape management. *In*: Bierregaard, R.O.; Gascon, C.; Lovejoy, T.E., Mesquita, R.C.G. (Eds.). *Lessons from Amazonia: the ecology and conservation of a fragmented forest*. Yale University Press, New Haven, Connecticut. 158-168.

Laurance, W.F.; Lovejoy, T.E.; Vasconcelos, H.L.; Bruna, E.M.; Didham, R.K.; Stouffer, P.C.; *et al.* 2002. Ecosystem decay of amazonian forest fragments: a 22-year investigation. *Conservation Biology*, 16(3): 605-618.

Laurance, W.F.; Nascimento, H.E.M.; Laurance, S.G.; Andrade, A.C.; Fearnside, P.M.; Ribeiro, J.E.L.; Capretz, R.L. 2006. Rain forest fragmentation and the proliferation of successional trees. *Ecology*, 87: 469-482.

Laurance, W.F.; Vasconcelos, H. L. 2009. Consequências ecológicas da fragmentação florestal na amazônia. *Oecologia Australis*, 13(3): 434-451.

Laurance, W.F., Camargo, J.L., Luizão, R.C., Laurance, S.G., Pimm, S. L., Bruna, E.M.; *et al.* 2011. The fate of Amazonian forest fragments: a 32-year investigation. *Biological Conservation*, 144(1), 56-67.

Leal Filho, N.; Sena, J.S.; Santos, G.R. 2013. Variações espaço-temporais no estoque de sementes do solo na floresta amazônica. *Acta Amazonica*, 43: 305-314.

Lovejoy, T.E.; Bierregaard, R. O.; Rylands, A. B.; Malcolm, J.R.; Quintela, C.E.; Harper, L. H.; *et al.* 1986. Edge and other effects of isolation on amazon forest fragments. *Conservation Biology*, 257-285.

Lovejoy, T. E.; Bierregaard, R. O. 1990. Central Amazonian forests and the minimum critical size of ecosystems project. *Four neotropical rainforests*, 60-74.

Martins, A.M.; Engel, V.L. 2007. Soil seed banks in tropical forest fragments with different disturbance histories in southeastern Brazil. *Ecological Engineering*, 31(3): 165-174.

- Melo, A.C.G. de; Durigan, G.; Gorenstein, M.R. 2007. Efeito do fogo sobre o banco de sementes em faixa de borda de Floresta Estacional Semidecidual, SP, Brasil. *Acta bot. bras*, 21(4), 927-934.
- Mônaco, L.M.; Mesquita, R.C.; Williamson, G.B. 2003. Banco de sementes de uma floresta secundária amazônica dominada por *Vismia*. *Acta Amazônica*, 33(1): 41-52.
- Nascimento, H.E., & Laurance, W.F. 2006. Efeitos de área e de borda sobre a estrutura florestal em fragmentos de floresta de terra-firme após 13-17 anos de isolamento. *Acta Amazonica*, 36(2), 183-192.
- Numata, I.; Cochrane, M.A. 2012. Forest fragmentation and its potential implications in the Brazilian Amazon between 2001 and 2010. *Open Journal of Forestry*, 2: 265-271.
- Plue, J.; Cousins, S.A. 2013. Temporal dispersal in fragmented landscapes. *Biological Conservation*, 160: 250-262.
- Santo-Silva, E.E.; Almeida, W.R.; Melo, F.P.; Zickel, C.S.; Tabarelli, M. 2013. The nature of seedling assemblages in a fragmented tropical landscape: implications for forest regeneration. *Biotropica*, 45(3): 386–394.
- Scariot, A. 2001. Weedy and secondary palm species in Central Amazonian forest fragments. *Acta Botanica Brasilica*, 15(2): 271–280.
- Simpson, R.L.; Leck, M.A.; Parker, V.T. 1989. Seed banks: general concepts and methodological issues. In: Leck, M.A.; Parker, V.T.; Simpson, R.L. (Eds.). *Ecology of soil seed banks*, 3 (8).
- Stouffer, P.C.; Strong, C.; Naka, L.N. 2009. Twenty years of understory bird extinctions from Amazonian rain forest fragments: consistent trends and landscape-mediated dynamics. *Diversity and Distributions*, 15(1): 88-97.
- Thompson, K. 2000. The functional ecology of soil seed banks. In: Fenner, M. (Ed.). *Seeds: the ecology of regeneration in plant communities*. Vol. 2. p.215-235.
- Vieira, I.C.G.; Proctor, J. 2007. Mechanisms of plant regeneration during succession after shifting cultivation in eastern Amazonia. *Plant Ecology*, 192(2): 303-315.

Wieland, L.M.; Mesquita, R.C.G.; Bobrowiec, P.E.D.; Bentos, T.V.; Williamson, G.B. 2011. Seed rain and advance regeneration in secondary succession in the Brazilian Amazon. *Tropical Conservation Science*, 4 (3): 300-316.