

# Variações espaço-temporais no estoque de sementes do solo na floresta amazônica

Niwton LEAL FILHO<sup>1</sup>, Juliana dos Santos SENA<sup>2</sup>, Gisele Rodrigues dos SANTOS<sup>3</sup>

## RESUMO

A dispersão eficiente, a longevidade e a capacidade das sementes de permanecer em estado latente a espera de condições adequadas de germinação no banco de sementes do solo da floresta garantem a presença de espécies arbóreas pioneiras nas áreas perturbadas. As variações estacionais e espaciais na densidade e na composição florística do banco de sementes em Florestas Tropicais Úmidas são assuntos ainda pouco compreendidos. Este trabalho verificou a existência de modificações espaço-temporais do banco de sementes presente em áreas de Floresta Tropical úmida localizadas próximas a Manaus, AM. Em cada uma das seis áreas estudadas, foram coletadas 40 amostras circulares de solo superficial (10 cm de diâmetro e 2 cm de profundidade) ao acaso. Essas amostras foram coletadas a cada dois meses, entre agosto/2004 e junho/2005. As amostras de solo foram distribuídas em bandejas em casa de vegetação e a emergência das sementes presentes no solo foi acompanhada por 4 meses. Houve uma redução significativa (H: 14,09,  $p < 0,05$ ) na densidade média de sementes no solo em junho (início da estação seca) em relação a fevereiro (meio da estação chuvosa). Houve também diferença significativa (H: 188,72,  $p < 0,05$ ) na densidade média de sementes do solo presente nas diferentes áreas amostradas. Assim como para outras áreas de florestas tropicais, o banco de sementes permanente da floresta foi dominado por espécies pioneiras, principalmente da família Melastomataceae, enquanto as espécies típicas da Floresta Tropical madura foram raras no solo florestal.

**PALAVRAS-CHAVE:** banco de sementes, Amazônia, Reserva Florestal Adolpho Ducke.

## Space-time variations in soil seed stock in an amazon rainforest

### ABSTRACT

The dispersion efficiency, longevity and the ability of seeds to remain latent waiting for suitable conditions for germination in the forest soil seed bank ensures the presence of pioneer tree species in disturbed areas. The seasonal and spatial variations in the density and floristic composition of the seed bank in tropical rainforests is a subject still little understood. This work verified the existence of spatio-temporal changes of the seed bank present in areas of humid tropical rain forest located near Manaus, Amazonas. In each of the six study areas, 40 circular samples of topsoil (10 cm in diameter and 2 cm deep) were randomly collected every two months, from August 2004 to June/2005. Inside a greenhouse, the collected soil samples were distributed in trays and the emergence of seeds present in the soil was accompanied during four months. There was a significant reduction (H: 14.09112,  $p < 0.05$ ) in the mean density of seeds presents in the soil in June (early dry season) compared to February (middle of the rainy season). There was also a significant difference (H: 188.7245,  $p < 0.05$ ) in the mean density of soil seeds present in the different samples areas. Similar to other tropical forest areas, the permanent seed bank in the forest was dominated by pioneer species, mainly from the family Melastomataceae, while typical tropical forest species were rare in the forest soil.

**KEYWORDS:** seed bank, Amazon, Adolpho Ducke Forest Reserve.

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Campus III – V8, Coordenação de Biodiversidade, Av. André Araújo, 2.936, Petrópolis, Brasil, Cx. Postal 2223 - CEP 69080-971, Manaus, AM, Brasil. E-mail: niwton@inpa.gov.br

<sup>2</sup> Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, Rod BR 319, s/n, Km 01, Distrito Industrial, CEP 69075-830, Manaus, AM, Brasil. E-mail: sena\_juliana@yahoo.com.br

<sup>3</sup> Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Campus III – V8, Coordenação de Biodiversidade, Av. André Araújo, 2.936, Petrópolis, Brasil, Cx. Postal 2223 - CEP 69080-971, Manaus, AM, Brasil. E-mail: gisele.santos@inpa.gov.br

## INTRODUÇÃO

A compreensão dos mecanismos envolvidos na manutenção da estrutura e da biodiversidade da Floresta Tropical úmida é fundamental para seu manejo e conservação, existindo uma concordância generalizada de que dinâmica de ocorrência dos distúrbios naturais relaciona-se estreitamente com as características florísticas e estruturais desta floresta (Pickett e White 1985; Chazdon 2003; Castillo e Stevenson 2010).

Após o distúrbio, a vegetação da Floresta Tropical úmida regenera-se basicamente por três potenciais: o potencial seminal edáfico, representado pelo banco de sementes; o potencial adventício, representado pela chuva de sementes e o potencial vegetativo, representado pelo banco de plântulas e por indivíduos originados da rebrota de partes vegetativas (Alexandre 1982; Martins e Engel 2007). O papel relativo destes potenciais no processo de regeneração depende, no entanto, diretamente do tipo e da intensidade do distúrbio (Connell 1989; Schupp *et al.* 1989; Denslow e Hartshorn 1994).

O banco de sementes tem sido apontado em vários trabalhos, como preponderante na regeneração de natural das florestas submetida a distúrbios de maior intensidade, como na abertura de grandes clareiras naturais ou abertas durante a exploração da floresta em regime de manejo florestal sustentado (Putz e Appanah 1987; Lawton e Putz 1988; Castillo e Stevenson 2010).

Nas florestas tropicais o banco de sementes transitório é formado principalmente por espécies climáticas que possuem sementes recalcitrantes ou ainda por sementes de outros grupos ecológicos com período de viabilidade curto, enquanto o banco de sementes permanente é formado em geral por espécies pioneiras, com a capacidade de permanecerem viáveis no solo por longos períodos de tempo, em estado de dormência endógena ou latência, a espera de condições adequadas de germinar e estabelecer (Baskin e Baskin, 1998; Ferraz *et al.* 2004; Jankowska-Blaszczuk e Grubb 2006).

O banco de sementes pode ser visto como um sistema dinâmico onde o balanço entre entradas e saídas determina um estoque acumulado de sementes no solo, que varia substancialmente no tempo e no espaço influenciado por fatores bióticos e abióticos (Dalling *et al.* 1998; Fornara e Dalling 2005; Williams *et al.* 2005).

O período de viabilidade das sementes no solo varia entre as espécies (Baskin e Baskin 1998; Grombone-Guarantini e Rodrigues 2002; Salazar *et al.* 2011), podendo variar de semanas a décadas. Por outro lado, a densidade de sementes de determinada espécie no solo é influenciada pela distância de indivíduos co-específicos (Dalling *et al.* 1998), pela capacidade de resistir a predadores e patógenos, seja pela presença de tegumentos protetores ou substâncias com características

fungicidas ou bactericidas (Dalling *et al.* 1998) e pela duração do período de frutificação, (Garwood 1989; Souza e Válio 2001).

A densidade e a composição florística do banco de sementes também variam com os estágios sucessionais da Floresta Tropical, com a redução da densidade total e aumento na representatividade de sementes de espécies arbóreas lenhosas nos estágios mais avançados da vegetação (Saulé e Swaine 1988), entre micrositios dentro da mesma área (Rajan *et al.* 1995; Costa, 1999; Miranda Neto *et al.* 2010), com a produtividade dos ecossistemas localizados em diferentes altitudes e estações climáticas distintas influenciando os ciclos fenológicos das espécies (Williams-Linera 1993; Jordano 2000) e ainda pela ocorrência de eventos catastróficos como incêndios (Smith *et al.* 2000) e inundações (James *et al.* 2007).

A importância de conhecer a dinâmica espacial e sazonal do banco de sementes explica-se por envolver os processos adaptativos das espécies em resposta aos fatores ambientais e pela influência que estas alterações podem ter no direcionamento da regeneração em diferentes áreas e épocas do ano, podendo afetar a densidade de indivíduos e composição das espécies envolvidas no processo, além de servir de base ao manejo e a conservação de espécies de relevantes interesses ecológicos.

Informações sobre a variação espaço-temporal na composição florística e na densidade do banco de sementes presente sob a Floresta Tropical Úmida na região da Amazônia Central são, de nosso conhecimento, inexistentes. Assim, neste trabalho, além de caracterizar a densidade e a composição do banco de sementes nesta floresta, objetivou-se identificar possíveis variações espaciais e sazonais, avançando na compreensão da dinâmica de regeneração natural da Floresta Tropical Úmida. Considerando os resultados dos trabalhos citados anteriormente, o fato de que a Floresta Tropical Úmida é formada por um mosaico representativo dos diversos estágios de regeneração e da existência de duas estações climáticas distintas em relação a precipitação e a incidência solar, propomos as hipóteses de que exista uma variação espaço-temporal significativa na densidade do banco de sementes desta floresta.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido na Reserva Florestal Adolpho Ducke (RFAD) (02° 53' S e 59° 58' W), de propriedade do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA). A Reserva possui uma área de 10.000 ha de Floresta Tropical Úmida, localizada no Km 26 da AM-010 (Manaus – Amazonas) (Ribeiro *et al.* 1999) e suas laterais se limitam com sítios e ao sul faz limite com bairros de Manaus.

A vegetação da Reserva é classificada como Floresta de terra firme, e em uma escala mais detalhada, diferentes habitats podem ser reconhecidos, além da vegetação secundária das bordas e arredores. O relevo é ondulado, com uma variação altitudinal de 80 m entre os platôs originais e as partes mais baixas. Nos platôs ocorrem solos argilosos, de sedimentos mais antigos e nas partes mais baixas ocorrem solos arenosos mais recentes (Chauvel 1982; Ribeiro *et al.* 1999).

O clima regional, de acordo com a classificação de Köppen, é Am quente e úmido durante todo o ano. A temperatura média anual é de 27,6 °C, com temperatura média mínima de 23 °C e média máxima de 31,2 °C. A temperatura pode variar 10 °C ao dia e 5 °C entre as diferentes estações do ano. A média anual da precipitação é de 2.478 mm, apresentando duas estações razoavelmente definidas. A estação de menor precipitação ocorre de junho a outubro e a estação chuvosa ocorre de novembro a maio (Ranzani 1980).

O INPA vem desenvolvendo pesquisas de longo prazo utilizando transectos permanentes que acompanham as curvas de nível do terreno (250 x 40m) e estão distribuídos

sistematicamente pela Reserva Ducke (PELD 1998). A vegetação estabelecida nestes transectos encontra-se identificada, o que permitiu traçar inferências sobre a relação entre as espécies estabelecidas nas áreas e as sementes germinadas durante o desenvolvimento de estudos de banco de sementes (Castilho 2004).

Para o estudo do banco de sementes, foram escolhidos seis destes transectos localizados sobre platôs livres de inundações periódicas e com vegetação típicas da Floresta Tropical Úmida da Amazônia central (Figura 1). Em cada área, foram coletadas aleatoriamente 40 amostras circulares de solo superficial com dimensões de 2 cm de profundidade e 10 cm de diâmetro (157,08 cm<sup>3</sup> de solo por amostra), totalizando 240 amostras por coleta. A localização das parcelas escolhidas foi a seguinte: parcela 1 (A1) – 2°59.070'S e 59°54.665'W, parcela 2 (A2) – 2°59.037'S e 59°55.196'W, parcela 3 (A3) – 2°58.379'S e 59°54.723'W, parcela 4 (A4) – 2°58.403'S e 59°54.731'W, parcela 5 (A5) – 2°55.614'S e 59°57.663'W e parcela 6 (A6) – 2°55.559'S e 59°53.041'W.

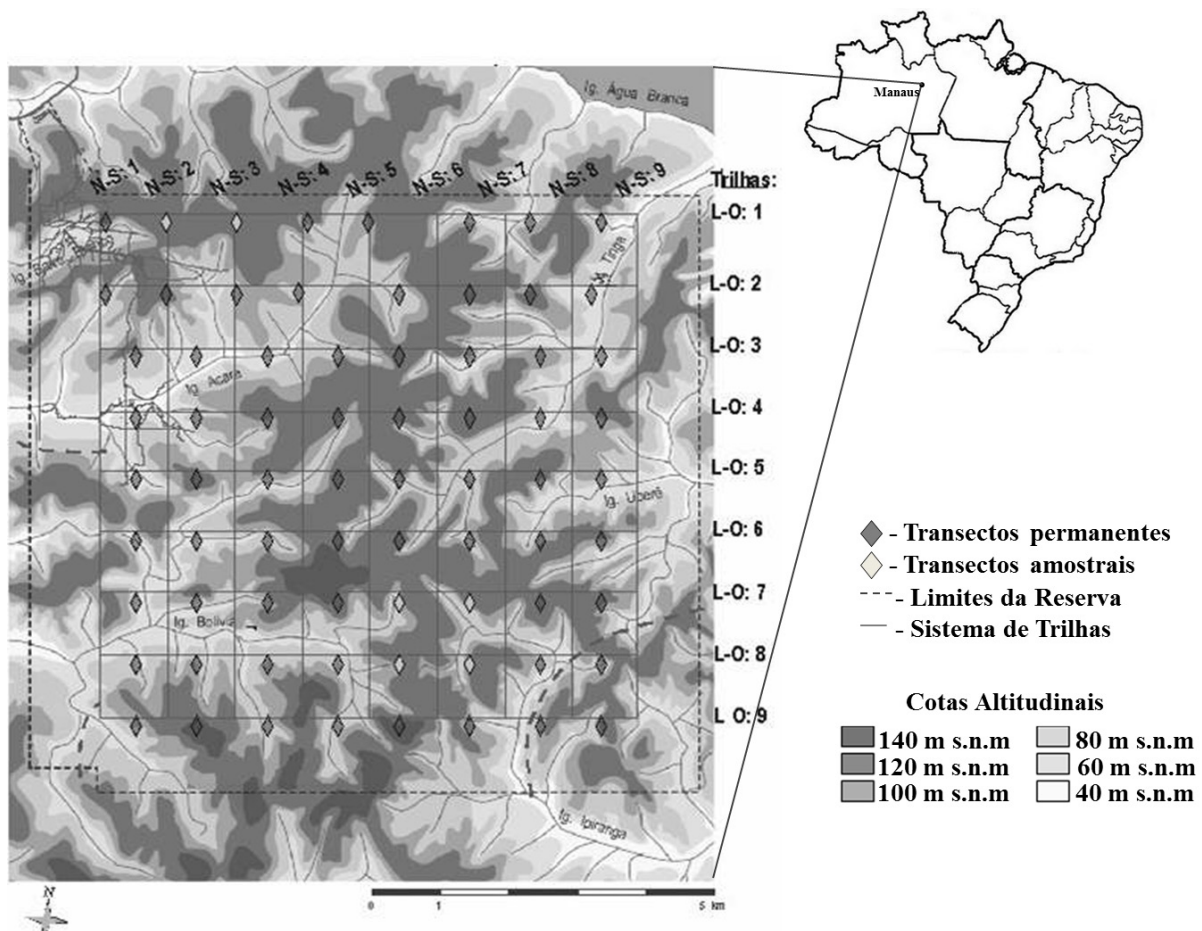


Figura 1 - Mapa da Reserva Ducke (INPA), Manaus, AM, com sistema de trilhas e áreas amostrais.

Durante a realização das coletas, a liteira grossa (folhas inteiras ou parcialmente decompostas e galhos acima de 0,5 cm) foi removida após a confirmação da ausência de resíduo de solo ou sementes intactas. Assim, as amostras de solo superficial foram coletadas apenas com a liteira mais fina. As amostras foram transportadas em sacos plásticos devidamente identificados. Durante um ano, foram realizadas seis coletas bimestrais (agosto/2004; outubro/2004; dezembro/2004; fevereiro/2005; abril/2005 e junho/2005) durante o período de um ano, incluindo assim os períodos de chuva e seca.

Para contagem e identificação das espécies foi utilizada a técnica de emergência de plântulas sob condição de casa de vegetação, onde as amostras de solo foram colocadas em bandejas plásticas retangulares (10 x 27 x 8 cm). Cada amostra foi espalhada com uma espessura máxima de um centímetro sobre um substrato formado por areia lavada e pó de serragem curtida isento de sementes (3:1).

Ao emergir, cada plântula foi marcada com canudos plásticos numerados e posteriormente foram identificadas quando possível por morfotipo, espécie e hábito de vida através de consultas a paratôxicos, pesquisadores e literatura especializada (Duke 1965; Ribeiro *et al.* 1999; Garwood 2009). As contagens e identificações eram realizadas mensalmente e os indivíduos não identificados foram repicados para sacos plásticos individuais para posterior identificação. As espécies tiveram os nomes científicos e suas respectivas famílias atualizados de acordo com o sistema do Angiosperm Phylogeny Group III (APG III 2009).

As amostras foram acompanhadas por um período aproximado de quatro meses, pois segundo Vieira (2004), o maior percentual de sementes germinadas ocorre no primeiro mês, decrescendo até o esgotamento de sementes no solo.

A casa de vegetação, localizada no Campus III (V8) do INPA, em Manaus, onde o trabalho foi conduzido, possui telhado formado por telhas plásticas transparentes, que permitem a passagem de luz e ao mesmo tempo protegem as plântulas do impacto da chuva. As laterais da casa de vegetação são cercadas com sombrite 50%, capaz de permitir a ventilação natural e evitar a entrada de sementes contaminantes.

Durante o acompanhamento da germinação, foram mantidas seis bandejas com substrato composto por areia lavada e serragem (3:1) para servirem como controle de possíveis contaminações externas. As regas foram realizadas diariamente ou conforme a necessidade do momento, dependendo das condições climáticas do dia.

As densidades médias de sementes observadas para as diferentes coletas e áreas foram comparadas utilizando-se o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis (Zar 1996) e quando significativo foi utilizado o teste de comparações múltiplas das médias obtidas nas distintas épocas e áreas. As análises foram executadas com o uso do programa Statistica versão 8.0. A

composição e a distribuição de espécies por hábito de vida, segundo definição de Ribeiro *et al.* (1999) foram discutidas com base nos resultados obtidos pela estatística descritiva. A similaridade da composição florística do banco de sementes no espaço e no tempo foram comparadas utilizando-se o coeficiente de similaridade de Sørensen (Matteucci e Colma 1982).

## RESULTADOS

Comparando a densidade de sementes encontrada no solo superficial coletado em diferentes meses do ano na RFAD (Figura 2), verificou-se que houve diferença significativa ( $H: 14,09$ ,  $p < 0,05$ ) entre a média observada em fevereiro, densidade de 534 sementes.m<sup>-2</sup>, em plena estação chuvosa, e junho, 388 sementes.m<sup>-2</sup>, início da estação seca.

Também houve diferença significativa ( $H: 188,72$ ,  $p < 0,05$ ) na densidade de sementes do solo entre as diferentes áreas de platô estudadas. A densidade média nas áreas apresentou uma amplitude de 276 a 811 sementes m<sup>-2</sup> (Figura 3). As áreas 2 e 5 foram as que apresentaram maior densidade

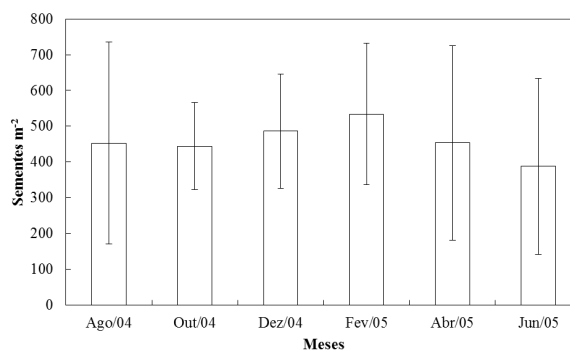


Figura 2 - Densidade média e desvio padrão do número de sementes m<sup>-2</sup> germinadas no banco de sementes de áreas de platô da Reserva Florestal Adolpho Ducke, Manaus, AM, em diferentes épocas do ano.

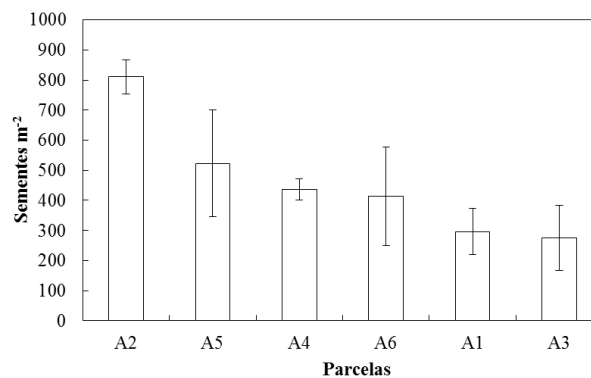


Figura 3 - Densidade média (sementes/ m<sup>-2</sup>) de sementes no banco de sementes, de áreas de platô da Reserva Florestal Adolpho Ducke, Manaus, AM, coletadas em diferentes épocas do ano.

média de sementes, enquanto as áreas 1 e 3 apresentaram as menores.

Como em outras áreas de Floresta Tropical, o banco de sementes da área foi dominado principalmente por espécies pioneiras (Garwood 1989). Das sementes germinadas, 99,65% pertenceram a este grupo. Em relação à composição florística do banco de sementes, foram identificados um total de 36 famílias e 77 morfotipos ou espécies (Tabela 1). O banco de sementes foi dominado pela família Melastomataceae,

representada principalmente pelos gêneros *Bellucia* spp. e *Miconia* spp., que representaram 62% dos indivíduos emergidos. Em seguida predominaram espécies das famílias Urticaceae (*Cecropia* spp., *Coussapoa* spp.) com 19% dos indivíduos germinados e Clusiaceae (*Vismia guianensis*, *Vismia cayannensis*, *Vismia* sp.) com 5% dos indivíduos germinados no banco de sementes do solo.

Verificou-se que, independentemente da época e da área, Melastomataceae (*Bellucia* spp), Urticaceae (*Cecropia*

**Tabela 1** - Número de sementes emergidas de espécies, gêneros ou morfotipos no banco de sementes das amostragens de diferentes épocas do ano, em áreas de platô da Reserva Florestal Adolpho Ducke, Manaus, AM.

Família	Morfotipo/gênero/espécie	Hábito de vida(**)	Ago/04	Out/04	Dez/04	Fev/ 05	Abr/05	Jun/ 05
Annonaceae	<i>Rollinia insignis</i> R. E. Fr.	AP	3	1	2	1		2
	<i>Araceae</i> sp.	PAL			1			
Araceae	<i>Philodendron</i> sp.	EP	1	12	18	23	29	11
	<i>Philodendron</i> sp.1	HE					2	
	<i>Asteraceae</i> sp.	E	1			1		
Asteraceae	<i>Erechtites hieracifolia</i> (L.) DC.	E	3	10	1		1	
	<i>Mikania</i> sp.	E	2			1	1	1
	<i>Wendelia paludosa</i> DC.	E	2	7				
Burseraceae	<i>Trattinnickia</i> sp.	AP			1	1		
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	AP	1	1	1		2	
Caricaceae	<i>Carica papaya</i> L.	AP		1				
Caryophyllaceae	<i>Drymaria cordata</i> A. Grayssp. <i>Cordata</i>	E		5				
Chrysobalanaceae	<i>Couepia</i> sp.	AC	1					
	<i>Vismia cayannensis</i> (Jacq.) Pers.	AP	17	18	13	26	16	10
Clusiaceae	<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Choisy	AP	25	41	26	25	24	34
	<i>Vismia</i> spp.	AP	1	2	6			
Cyperaceae	<i>Kyllinga brevifolia</i> Rottb.	E		1				
	<i>Rhynchospora aurea</i> Vahl	E		2	8		3	6
	NI	Desconhecida	13	11	6	23	8	6
Desconhecida	NI sp.	E		9			1	1
	NI sp.1	EP				2		
	NI sp.2	Desconhecida					6	
Dilleniaceae	<i>Dolioscarpus</i> spp.	L	2	9	7	7	11	6
	<i>Croton lanjouwensis</i> Jabl.	AP		1				
Euphorbiaceae	<i>Euphorbiaceae</i> sp.	AP						1
	<i>Maprounea</i> sp.	AP				1		1
	<i>Sapium</i> sp.	AP			1			
Gentianaceae	<i>Iribachia alata</i> (Aubl.)	E				1		
Goupiaceae	<i>Goupia glabra</i> Aubl.	AP	12	11	15	16	14	19
Humiriaceae	<i>Endopleura</i> sp.	AC		1				
Icacinaceae	<i>Poraqueiba</i> sp.	AC	1			2		4
	<i>Aniba</i> sp.	AC				1		
Lauraceae	<i>Ocotea</i> sp.	AC		1	1			
	<i>Ocotea</i> sp.1	AP				1		
Lecythidaceae	<i>Eschweilera</i> sp.	AC				1		
Leguminosae	<i>Dinizia excelsa</i> Ducke	AC					2	



Família	Morfotipo/gênero/espécie	Hábito de vida(**)	Ago/04	Out/04	Dez/04	Fev/ 05	Abr/05	Jun/ 05
(Mimosoideae)	<i>Enterolobium</i> sp.	AC		3				
	<i>Mimosa guilandinae</i> (DC.)	L		1		1		2
Malpighiaceae	<i>Byrsonima duckeana</i> W. R. Anderson	AP	1				1	2
	<i>Byrsonima</i> sp.1	AP	2		2			1
	<i>Byrsonima</i> sp.2	AP		1				
Marantaceae	<i>Ischnosiphon</i> sp.	E		1				
Melastomataceae	<i>Bellucia</i> sp.	AP	57	43	44	73	35	42
	<i>Melastomatacea</i> spp.(*)	ARB	435	320	496	531	422	406
	<i>Tococa</i> spp.	ARB	27	36	11	18	17	3
	<i>Miconia</i> spp.	ARB	5	13	1	9	12	1
	<i>Miconia</i> cf. <i>regelii</i> Cogn.	AP	27	27	14	14	53	3
	<i>Miconia</i> sp.2	ARB	1					
	<i>Miconia</i> sp.3	ARB	4	3				
	<i>Miconia</i> sp.4	ARB	1					
	<i>Miconia</i> sp.5	ARB	1					
<i>Miconia</i> sp.6	ARB	1						
Memecylaceae	<i>Mouriri</i> sp.	AP				1		
Moraceae	<i>Ficus</i> sp.	AP		6		4	4	2
Ochnaceae	<i>Cespedesia</i> sp.	AP		5	3		1	1
Onagraceae	<i>Ludwigia hyssopifolia</i> (G.Don f.) Exell	E	2					
Passifloraceae	<i>Passiflora auriculata</i> H.B.K.	L			4			
Piperaceae	<i>Piper aduncum</i> L.	ARB	1	1				
	<i>Piper</i> spp.	ARB		1	2		3	3
	<i>Piper</i> sp.1	ARB			10	3		
Poaceae	<i>Brachiaria</i> sp.	E			2		2	
	<i>Paspalum</i> sp.	E			1			
	<i>Poacea</i> spp.	E	19	19	19	4		4
Rubiaceae	<i>Palicourea</i> sp.	AP				1	1	
	<i>Psychotria</i> sp.	ARB				1	1	
	<i>Rubiaceae</i> spp.	E	5	7				4
	<i>Sabicea amazonensis</i> Wernh.	L	3	9	8	11	4	6
Salicaceae	<i>Casearia arborea</i> (Rich.) Urb.	AP		1				
	<i>Casearia</i> sp.	AP	1	2	3			
	<i>Laetia procera</i> (Poepp.) Eichler	AP	10	3	6	8	4	7
Siparunaceae	<i>Siparuna</i> sp.	ARB	1		1			
Smilacaceae	<i>Smilax</i> sp.	L		1				
Solanaceae	<i>Solanum rugosum</i> Dunal	ARB	2	5	5	1	2	1
	<i>Solanum</i> spp.	ARB	5	4	8	7	5	1
	<i>Solanum</i> sp.1	ARB	1					
	<i>Solanum</i> sp.2	ABR		1	1			3
	<i>Solanum stramonifolium</i> Jacq.	ARB	2	3	1	6	8	
Urticaceae	<i>Cecropia</i> c. f. <i>purpuracens</i> C. C. Berg	AP	3	24	17	7	13	3
	<i>Cecropia</i> cf. <i>concolor</i> Willd.	AP	2	1	1	2	4	3
	<i>Cecropia</i> c. f. <i>sciadophylla</i> Mart	AP	121	93	124	141	124	114
	<i>Coussapoa</i> spp.	HE	28	59	25	31	18	16
Total geral			853	837	916	1007	854	730

(\*) Nos morfotipos identificados como *Melastomatacea* spp., Araceae sp. e Asteraceae sp. estão incluídos indivíduos somente identificados a nível de família.

(\*\*) AP: árvore pioneira, AC: árvore clímax, ARB: arbusto, PAL: palmeira, HE: hemiepífita, EP: epífita, E: erva, L: liana.

spp.) e Clusiaceae (*Vismia* spp) foram as principais famílias no banco de sementes. Observou-se também a presença de espécies pioneiras de valor comercial como a *Goupia glabra* (Goupiaceae) com 1,7% dos indivíduos germinados e a *Laetia procera* (Salicaceae com 0,7% dos indivíduos germinados).

As espécies *Miconia* spp. e *Bellucia* spp (Melastomataceae), *Cecropia* spp. e *Coussapoa* spp (Urticaceae), *Vismia guianensis*, *Vismia cayannensis* e *Vismia* sp. (Clusiaceae), *Solanum rugosum* e *Solanum stramonifolium* (Solanaceae), *Doliocarpus* spp. (Dilleniaceae), *Sabicea amazonica* (Rubiaceae) e *Ficus* spp. (Moraceae) formam o banco de sementes permanente, isto é, foram encontradas no solo desta floresta em todas as áreas e em todos os meses estudados. As espécies arbóreas climáticas, *Enterolobium* sp. (Mimosoideae), *Ocotea* sp.1. e *Ocotea* sp.2 (Lauraceae), *Endopleura* sp. (Humiriaceae), *Eschweilera* sp. (Lecythidaceae), *Couepia* sp. (Chrysobalanaceae) e *Dinisia excelsa* (Mimosoideae), formam o banco de sementes temporário (Tabela 1).

Os resultados para os índices de similaridade de Sørensen entre meses e áreas (Tabela 2) indicam que há uma homogeneidade no tempo e no espaço em relação à composição florística presente no banco de sementes com índices nunca inferiores a 0,75.

O hábito de vida predominante no banco de sementes do solo, na RFAD, foi arbustiva (55,46%), representada principalmente por indivíduos da família Melastomataceae. Esta família também apresenta espécies pioneiras arbóreas bastante comuns nesta região, como por exemplo, a goiaba de anta (*Bellucia* spp.) e a tinteira (*Miconia* cf. *regelii*). Em seguida, predominaram as arbóreas pioneiras (*Cecropia* spp., *Vismia* spp., *Goupia glabra*, *Laetia procera*) (32,73%). Outras

formas de vida encontradas no banco de sementes em menor número foram: ervas (3,02%), epífitas (1,83%), hemiepífitas (3,46%), lianas (1,75%), arbóreas clímax (0,35%) e alguns indivíduos não puderam ser identificados (1,40%) (Figura 4).

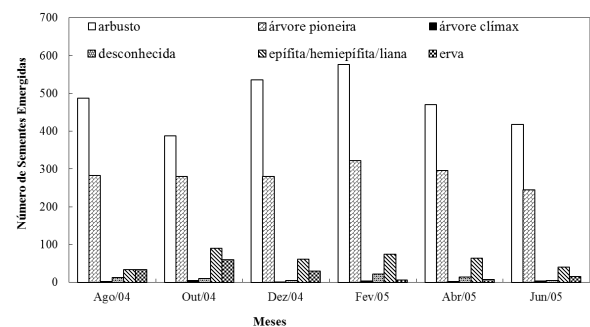
## DISCUSSÃO

Outros trabalhos desenvolvidos em distintos ecossistemas encontraram resultados similares quando estudaram a influência da sazonalidade na dinâmica do banco de sementes. Na Floresta Estacional Semi-decidual em Campinas, SP, observou-se maior densidade de sementes no solo durante o período das chuvas (Grombone-Guaratini e Rodrigues 2002). Na caatinga nordestina, a densidade de sementes no solo superficial foi maior no fim da estação chuvosa quando comparada com o final da estação seca e a densidade diferiu também entre os diversos micro-sítios estudados, áreas ciliar de baixa inclinação próxima de riacho intermitente, áreas planas afastadas até 150 metros da margem do riacho e áreas de afloramento rochoso que ocorrem isoladas no terreno plano (Santos *et al.* 2010). Entretanto, um estudo do banco de sementes de florestas de galeria no cerrado mineiro não apresentou diferenças entre a estação chuvosa e a seca, assim como entre os micro-sítios estudados, área denominada dique, localizada às margens do corpo d'água e formada por deposição de sedimentos fluviais, floresta ciliar, localizada na depressão adjacente ao dique e a borda da floresta, definida como a faixa de dez metros de largura estabelecida no limite da formação florestal com as formações campestres (Pereira-Diniz e Ranal 2006).

A maior densidade de sementes emergidas em fevereiro foi influenciada principalmente, pela grande quantidade de sementes da família Melastomataceae encontradas no solo neste período (Tabela 1). Observou-se também que neste mesmo período, houve um aumento na quantidade de sementes de espécies pertencentes à família Urticaceae. Diferenças nas características de dispersão e de dormência das sementes influenciam a variação espacial e temporal na composição do banco de sementes (Almeida-Cortez, 2004).

**Tabela 2-** Matriz do índice de similaridade florística de Sørensen da comunidade de espécies emergidas do banco de sementes em diferentes datas e áreas na Reserva Florestal Adolpho Ducke, Manaus, AM.

Área	A1	A2	A3	A4	A5	A6
A1	1,00					
A2	0,83	1,00				
A3	0,80	0,77	1,00			
A4	0,96	0,88	0,86	1,00		
A5	0,88	0,81	0,79	0,92	1,00	
A6	0,90	0,85	0,82	0,95	0,87	1,00
Tempo	Ago/04	Out/04	Dez/04	Fev/05	Abr/05	Jun/05
Ago/04	1,00					
Out/04	0,78	1,00				
Dez/04	0,84	0,82	1,00			
Fev/05	0,79	0,75	0,82	1,00		
Abr/05	0,83	0,80	0,88	0,84	1,00	
Jun/05	0,85	0,82	0,89	0,86	0,91	1,00



**Figura 4 -** Formas de vida presentes no banco de sementes de áreas de platô da Reserva Florestal Adolpho Ducke, Manaus, AM, em diferentes épocas do ano.

As diferenças observadas entre as épocas do ano, estação seca e chuvosa, podem resultar da produção de sementes de espécies pioneiras e clímaxicas, que na região de Manaus concentra-se na estação úmida do ano (Alencar 1994; Bentos 2006). Isto sugere a possibilidade de diferentes caminhos sucessionais em grandes clareiras abertas na floresta em estações distintas do ano, já que o banco de sementes é o principal mecanismo de regeneração na fase inicial de estabelecimento de pioneiras nestas áreas (Grombone-Guaratini e Rodrigues 2002).

Em relação a diferença nas densidades de sementes no solo das áreas estudadas (Figura 3), nota-se que estes resultados estão dentro da amplitude esperada para Florestas Tropicais maduras, que apresentam uma média de 384 sementes.m<sup>-2</sup>, enquanto a amplitude observada entre Florestas Tropicais Úmidas Neotropicais varia entre 60 e 2340 sementes m<sup>-2</sup> (Garwood 1989). A variação existente na densidade de sementes encontrada entre as diferentes áreas pode ser explicada pelo histórico de distúrbios naturais ocorridos anteriormente aos estudos desenvolvidos nestas áreas, como alagamentos temporários, deslizamentos de solo e a presença de grandes clareiras naturais no passado, afetando a composição florística da área, pois, clareiras grandes abertas na floresta, são colonizadas principalmente por espécies pioneiras capazes de produzir um grande número de sementes (Castillo e Stevenson 2010).

A ocorrência no passado de grandes clareiras naquelas áreas, é sugerida pela observação da presença de indivíduos adultos de *Cecropia* sp. na área 2, que podem enriquecer o banco de sementes da área por sua elevada produção de sementes pequenas e capazes de manter-se latentes no solo por longo período de tempo (Holthuijzen e Boerboom 1982).

A homogeneidade no tempo e no espaço em relação a composição florística no banco de sementes, explica-se pela elevada proporção de sementes no solo originada de um grupo restrito de espécies pioneiras que se dispersam eficientemente e que participam do banco de sementes permanente do solo desta floresta (Garwood 1989; Dalling *et al.* 1998; Grombone-Guaratini e Rodrigues 2002). Todas as famílias predominantes no banco de sementes da RFAD são comuns e abundantes na vegetação de áreas secundárias na região de Manaus.

Baider *et al.* (1999), estudando o banco de sementes de uma Floresta Atlântica Montana, em São Paulo, verificaram que após a abertura de clareiras naturais a família Melastomataceae, contribuiu com o principal grupo de árvores e arbustos pioneiros na colonização de clareiras desta floresta (88,2% dos indivíduos). O grupo das pioneiras representou 98% dos indivíduos amostrados, notando-se a ausência de Urticaceae nesta região.

Araújo *et al.* (2001), estudando o banco de sementes de florestas em diferentes estágios sucessionais (idades de 6, 17 e 30 anos) na região do baixo rio Guamá – Amazônia oriental, encontraram em todas as áreas a espécie arbórea *Miconia serialis* (Melastomataceae), que representou mais de 40% do banco de sementes das florestas estudadas.

## CONCLUSÕES

A densidade média de sementes germinadas nas áreas estudadas está dentro da amplitude encontrada para as Florestas Tropicais úmidas maduras localizadas nos Neotrópicos. Assim como outras áreas de Floresta Tropical, o banco de sementes das áreas de platô da RFAD pode apresentar sementes de espécies climáxicas de forma efêmera, entretanto, é dominado por espécies pioneiras. A composição florística mostrou uma dominância da família Melastomataceae. As hipóteses da existência de variação espaço-temporal no banco de sementes nesta floresta foram confirmadas.

A diferença na densidade do banco de sementes observada entre a época das chuvas e o início da época seca pode resultar da maior produção de sementes das espécies regionais que ocorre principalmente na época chuvosa. A presença de um banco de sementes abundante e rico em espécies durante o ano estudado indica que esta floresta apresenta um grau de resiliência elevada no que se refere ao potencial seminal edáfico, onde os mecanismos de dispersão das espécies pioneiras estariam atuando para manter um número significativo de propágulos no solo no decorrer do ano em todas as áreas estudadas, garantindo assim o processo de regeneração florestal. Áreas em fase de reconstrução da floresta, que ocorrem em clareiras antigas e são caracterizadas pela presença de indivíduos adultos de espécies arbóreas pioneiras, tendem a apresentar maior densidade de sementes encontradas no solo, pois as espécies pioneiras maduras estabelecidas nas áreas enriquecem o banco de sementes local.

## BIBLIOGRAFIA CITADA

- Alencar, J.C. 1994. Fenologia de cinco espécies arbóreas tropicais de Sapotaceae correlacionada a variáveis climáticas na Reserva Ducke, Manaus, AM. *Acta Amazonica* 24: 161-182.
- Alexandre, D.Y. 1982. Aspects de la régénération naturelle en forêt dense de Côte d'Ivoire. *Candollea* 37: 579-588.
- Almeida-Cortez, J.S. 2004. Dispersão e banco de sementes. In: Ferreira, A.G.; Borguetti, F (Ed.). *Germinação: do básico ao aplicado*. Artmed, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, p. 227-235.
- APG III - Angiosperm Phylogeny Group III. 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 161: 105-121.
- Araújo, M.M.; Oliveira, F.A.; Vieira, C.G.; Barros, P.L.C.; Lima, C.A.T. 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.; Montovani, W. 1999. O banco de sementes de um trecho de Floresta Atlântica de Montana (São Paulo, Brasil). *Revista Brasileira de Biologia* 59: 319-328.
- Baskin C.C.; Baskin J.M. 1998. *Seeds: ecology, biogeography and evolution of dormancy and germination*. Academic Press, San Diego. 230p.
- Bentos, T.V. 2006. *Estratégias reprodutivas de espécies pioneiras na Amazônia Central: fenologia e sucesso no estabelecimento de plantas*. Dissertação de Mestrado. INPA/UFAM, Manaus, AM. 93p.
- Castilho, C.V. 2004. *Variação espacial e temporal da biomassa arbórea viva em 64 km<sup>2</sup> de floresta de terra firme na Amazônia Central*. Tese de Doutorado. INPA/UFAM, Manaus, AM. 72p.
- Castillo, L.S.; Stevenson, P.R. 2010. Relative importance of seed-bank and post-disturbance seed dispersal on early gap regeneration in a Colombian Amazon Forest. *Biotropica* 42: 488-492.
- Chauvel, A. 1982. Os latossolos amarelos álicos argilosos dentro dos ecossistemas das bacias experimentais do INPA e da região vizinha. *Acta Amazonica* 12: 47-60.
- Chazdon, R.L. 2003. Tropical forest recovery: legacies of human impact and natural disturbances. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 6: 51-71
- Connell, J.H. 1989. Some processes affecting the species composition in forest gaps. *Ecology* 70: 560-562.
- Costa, J.R. 1999. *Caracterização dos bancos de sementes de diferentes sistemas de uso da terra na região de Manaus, AM*. Dissertação de Mestrado, INPA/UFAM, Manaus, AM. 95p.
- Dalling, J.W.; Swaine, M.D. e Garwood, N. 1998. Dispersal patterns and seed bank dynamics of pioneer trees in moist tropical forest. *Ecology* 79: 564-578.
- Denslow, J.S.; Hartshorn, G.S. 1994. Tree-fall gap environments and forest dynamic process. In: McDade, L.; Bawa, K.S.; Hespeneide, H.A.; Hartshorn, G.S. (Ed.). *La Selva-Ecology and Natural History of a Neotropical Rain Forest*. The University of Chicago Press, Chicago, p.120-127.
- Duke, J.A. 1965. Keys for Identification of Seedlings of Some Prominent Woody Species in Eight Forest Types in Puerto Rico. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 52: 314-350.
- Ferraz, I.D.K.; Leal Filho, N.; Imakawa, A.M.; Varela, V.P.; Piña-Rodrigues, F.C.M. 2004. Características básicas para um grupamento ecológico preliminar de espécies madeireiras da floresta de terra firme da Amazônia Central. *Acta Amazonica* 34: 621-633.
- Fornara, D.A.; Dalling, J.W. 2005. Seed bank dynamics in five Panamanian forests. *Journal of Tropical Ecology* 21: 223-226.
- Garwood, N.C. 1989. Tropical soil seed banks: A review. In: M.A. Leck; V.T. Parker e R.L Simpson (Ed.) *Ecology of Soil Seed Banks*. Academic Press, San Diego, California. pp. 149-209.
- Garwood, N.C. 2009. *Seedlings of Barro Colorado Island and the Neotropics*. Ithaca, NY: Comstock Pub. Associates/Cornell University Press. 645p.
- Grombone-Guaratini, M.T.; Rodrigues, R.R. 2002. Seed bank and seed rain in a seasonal semi-deciduous Forest in south-eastern Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 18: 759-774.
- Holthuijzen, A.M.A.; Boerboom, J.H.A. 1982. The Cecropia seedbank in the surinam lowland rain forest. *Biotropica* 14: 62-68.
- James, C.S.; Capon, S.J.; White, M.G.; Rayburg, S.C.; Thoms, M.C. 2007. Spatial variability of the soil seed bank in a heterogeneous ephemeral wetland system in semi-arid Australia. *Plant Ecology* 190: 205-217.
- Jankowska-Blaszcuk, M.; Grubb, P.J. 2006. Changing perspectives on the role of the soil seed bank in northern temperate deciduous forests and in tropical lowland rain forests: parallels and contrasts. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 8: 3-21.
- Jordano, P. 2000. Fruits and frugivory. In: Fenner, M. (Ed.). *Seeds: the ecology of regeneration in plant communities*. Commonwealth Agricultural Bureau International, Wallingford, UK. p.125-166.
- Lawton, R.O.; Putz, F.E. 1988. Natural disturbance and gap-phase regeneration in a wind-exposed tropical cloud forest. *Ecology* 69: 764-777.
- Martins, A.M.; Engel, V.L. 2007. Soil seed banks in tropical forest fragments with different disturbance histories in southeastern Brazil. *Ecological Engineering* 31: 165-174.
- Matteucci, S.D.; Colma, A. 1982. *Metodologia para el estudio de la vegetación*. Washington: Secretaria general de la Organización de los Estados Americanos -Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico, 169p.
- Miranda Neto, A.; Kunz, S.H.; Martins, S.V.; Silva, K.A.; Silva, D.A. 2010. Transposição do banco de sementes do solo como metodologia de restauração florestal de pastagem abandonada em Viçosa, MG. *Revista Árvore* 34: 1035-1043.
- PELD – *Projeto Ecológico de Longa Duração/CNPq-INPA*. 1998. Disponível em <<http://peld.inpa.gov.br/>>. Acesso em 18/01/2012.
- Pereira-Diniz, S.G.; Ranal, M.A. 2006. Germinable soil seed bank of a gallery forest in Brazilian Cerrado. *Plant Ecology* 183: 337-348.
- Pickett, S.T.A.; White, P.S. 1985. *The ecology of natural disturbance as patch dynamics*. Academic Press, New York. 472p.
- Putz, F.E.; Appanah, S. 1987. Buried seeds, Newly dispersed seeds, and the dynamics of a lowland forest in Malaysia. *Biotropica* 19: 326-333
- Rajan, P.; Sundarapandian, S.M.; Chandrasekaran, S.; Swamy, P.S. 1995. Variation in soil seed bank at different microsites in a deciduous forest near Madurai, south India. *International Journal of Ecology and Environmental Sciences* 21: 263-272.
- Ranzani, G. 1980. Identificação e caracterização de alguns solos da Estação de Silvicultura Tropical. *Acta Amazonica* 10: 7-41.
- Ribeiro, J.E.L.S.; Hopkins, M.J.G.; Vicentini, A.; Sothers, C.A.; Costa, M.A.D.; Martins, L.H.P.; Lohmann, L.G.; Assunção, P.A.C.L.; Pereira, E.C.; Silva, C.F.; Mesquita, M.R.; Procópio, L.C. 1999. *Flora da Reserva Ducke: guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra firme na Amazônia Central*. INPA/DFID, Manaus. 816 p.

- Salazar, A; Goldstein, G; Franco, A.C; Miralles-Wilhelm, F. 2011. Timing of seed dispersal and dormancy, rather than persistent soil seed-banks, control seedling recruitment of woody plants in Neotropical savannas. *Seed Science Research* 21: 103–116.
- Santos, D.M; Silva, K.A; Santos, J.M.F.F; Lopes, C.G.R; Pimentel, R.M.M; Araújo, E.L. 2010. Variação espaço-temporal do banco de sementes em uma área de floresta tropical seca (caatinga) – Pernambuco. *Revista de Geografia*, 27: 234-253.
- Saulei, S.M.; Swaine, M.D. 1988. Rain forest seed dynamics during succession at Gogol, Papua New Guinea. *Journal of Ecology* 76: 1133-1152.
- Schupp, E.W.; Howe, H.F.; Augspurger, C.K. e Levey, D.J. 1989. Arrival and survival in tropical treefall gaps. *Ecology* 70: 562-564.
- Smith, M.A.; Loneragan, W.A.; Grant, C.D.; Koch, J.M. 2000. Effect of fire on the top soil seed banks of rehabilitated bauxite mine sites in the Jarrah forest of western Australia. *Ecological Management and Restoration* 1: 50-60.
- Souza, R.P; Válio, I.F.M. 2001. Seed size, seed germination, and seedling survival of brazilian tropical tress species differing in successional status. *Biotropica* 33: 447-457.
- Vieira, D.C.M. 2004. *Chuva de sementes, banco de sementes e regeneração natural sob três espécies de início de sucessão em uma área restaurada em Iracemápolis (SP)*. Dissertação de Mestrado, ESALQ/USP, Piracicaba, SP. 87p.
- Williams, P.R; Congdon, R.A.; Grice, A.C.; Clarke, P.J. 2005. Germinable soil seed banks in a tropical savanna: seasonal dynamics and effects of fire. *Austral Ecology* 30: 79-90.
- Williams-Linera, G. 1993. Soil seed banks in four lower montane foresta of Mexico. *Journal of Tropical Ecology*, 9: 321-337.
- Zar, J.H. 1996. *Biostatistical Analyses*. 3.ed. Prentice-Hall, Inc. New Jersey. 920p.

Recebido em: 19/01/2012

Aceito em: 30/04/2012