

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA DE  
AMBIENTES AQUÁTICOS CONTINENTAIS

TATIANI ELISA CHAPLA

Recrutamento de componentes do banco de sementes do solo em pastagem  
abandonada na planície de inundação do alto rio Paraná, Brasil

Maringá

2009

TATIANI ELISA CHAPLA

Recrutamento de componentes do banco de sementes do solo em pastagem  
abandonada na planície de inundação do alto rio Paraná, Brasil

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais do Departamento de Biologia, Centro de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Ciências Ambientais.

Área de concentração: Ciências Ambientais

Orientador: Prof. Dr. João Batista Campos

Maringá

2009

"Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)"  
(Biblioteca Setorial - UEM. Nupélia, Maringá, PR, Brasil)

C464r Chapla, Tatiani Elisa, 1984-  
Recrutamento de componentes do banco de sementes do solo em pastagem abandonada na planície de inundação do alto rio Paraná, Brasil / Tatiani Elisa Chapla. -- Maringá, 2009.  
30 f. : il.

Dissertação (mestrado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais)--Universidade Estadual de Maringá, Dep. de Biologia, 2009.  
Orientador: Prof. Dr. João Batista Campos.

1. Floresta estacional semidecidual – Ecologia – Banco de sementes – Restauração – Planície de inundação – Alto rio Paraná. 2. Pastagens abandonadas – Banco de sementes – Restauração – Planície de inundação – Alto rio Paraná. 3. Espécies exóticas de plantas. I. Universidade Estadual de Maringá. Departamento de Biologia. Programa de Pós-Graduação em "Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais".

CDD 22. ed. –577.3409816  
NBR/CIP - 12899 AACR/2

# FOLHA DE APROVAÇÃO

TATIANI ELISA CHAPLA

Recrutamento de componentes do banco de sementes do solo em pastagem  
abandonada na planície de inundação do alto rio Paraná, Brasil

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais do Departamento de Biologia, Centro de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais pela Comissão Julgadora composta pelos membros:

## COMISSÃO JULGADORA

Prof. Dr. João Batista Campos

Instituto Ambiental do Paraná/Universidade Estadual de Maringá (Presidente)

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Cláudia Costa Bonecker

Nupélia/Universidade Estadual de Maringá

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Giselda Durigan

Universidade de São Paulo/Instituto Florestal do Estado de São Paulo

Aprovada em: 24 de abril de 2009.

Local de defesa: Anfiteatro do Nupélia, Bloco G-90, *campus* da Universidade Estadual de Maringá.

Dedico este trabalho aos meus pais, Sérgio e Tarcília, e aos meus avôs, João e Leon (*in memoriam*) e minhas avós Cecília e Lorentina.

## AGRADECIMENTOS

Ao Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aqüicultura (Nupélia) e ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais (PEA), ambos da Universidade Estadual de Maringá (UEM).

Ao Instituto Ambiental do Paraná (IAP), pelo fornecimento da estrutura para realização do trabalho.

Ao programa Paraná Biodiversidade e ao programa de Pesquisas Ecológicas de Longa Duração (Peld), pelo financiamento do projeto.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsa de estudos.

À banca examinadora, professoras Cláudia Costa Bonecker e Giselda Durigan, pelas críticas e sugestões.

Ao meu orientador, João Batista Campos, pela amizade e carinho, pelas sugestões, pelo incentivo e confiança em meu trabalho.

À toda equipe de coleta: Cristina Moreira Pisicchio, Iuli Pessanha Zviejkovski, Rafael Zampar, Julia Coda, Marcos Paulo da Cruz e José Cândido.

Aos colegas e amigos Roger Paulo Mormul e professor Sidinei Magela Thomaz, pela ajuda na identificação do material, nas análises estatísticas e empréstimo da estufa para secagem das plantas.

Aos funcionários do Viveiro Florestal do IAP de Mandaguari-PR e da Base Avançada de Pesquisas do Nupélia em Porto Rico-PR, pelo apoio prestado.

Á todos que de alguma maneira contribuíram para a elaboração deste trabalho.

Aos meus queridos amigos Cibele Maria Vianna Zanon, Mariana Carolina Teixeira, Janielly Carvalho Camargo, Pablo Daví Kirchheim e André Bozza pelo companheirismo e momentos de descontração.

Á minha família, Tarcília, Sérgio Euclides, Sirlei Marisa, Vanessa Mara e Angélica Carla, pelo apoio e incentivo.

*Ubi dubium ibi libertas*  
Onde há dúvida, há liberdade

## Recrutamento de componentes do banco de sementes do solo em pastagem abandonada na planície de inundação do alto rio Paraná, Brasil

### RESUMO

Nos trópicos, áreas extensas de sistemas florestais têm sido convertidas em pastagens. A restauração destes ambientes é mais lenta comparada com outros distúrbios. O presente estudo teve como propósito responder: Existe banco de sementes potencial de espécies lenhosas, capazes de colonizar uma pastagem abandonada na planície de inundação do alto rio Paraná? A compactação do solo na área de estudo pode ser considerada um fator limitante para a recuperação da floresta sobre a pastagem? e Qual tratamento do solo é mais eficaz no recrutamento de plântulas de espécies lenhosas do banco de sementes em pastagem? A densidade e composição de espécies lenhosas do banco de sementes do solo foi avaliada utilizando-se o método de emergência de plântulas e a compactação do solo foi determinada através da resistência à penetração. Além disso, foi aplicado um experimento com quatro tratamentos: controle; roçada mecânica e queima; roçada mecânica e capina com retirada de estolões; e roçada mecânica, capina com retirada de estolões e revolvimento do solo, a fim de verificar o recrutamento de espécies lenhosas do banco de sementes. Foi constatada a presença de espécies lenhosas no banco de sementes em considerável densidade, indicando potencial de colonização da pastagem. A compactação do solo não pode ser considerada um fator limitante para a recuperação da floresta na área de estudo. A retirada do capim e o revolvimento do solo podem facilitar a emergência de plântulas de espécies lenhosas a partir do banco de sementes.

**Palavras-chave:** *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick. Capina. Compactação do solo. Fogo. Revolvimento do solo.



## Recruitment of soil seed bank components in abandoned pasture in the Upper Paraná River Floodplain, Brazil

### ***ABSTRACT***

In the tropics, large areas originally under forest systems have been converted into pasture. Recovering such environments takes longer than forest recovery following other kinds of disturbance. This study had three goals. First, to find a potential seed bank of woody species able to colonize abandoned pasture in the Upper Paraná River Floodplain. Second, to assess the impact of soil compaction on forest recovery under pasture. Third, to determine the most efficient soil treatment to recruit woody species seedlings from the pasture seed bank. Density and composition of woody species in the soil seed bank were measured using the seedling emergence method. Soil compaction was determined by resistance to penetration. An experiment in the pasture with four treatments was also conducted to assess the recruitment of woody species in the seed bank. The treatments were: the control; mechanical mowing and burning; mechanical mowing and manual weeding with removal of stolons; and mechanical mowing, manual weeding with removal of stolons and soil tillage. A considerable density of woody species was found in the seed bank, indicating a potential for pasture colonization. Soil compaction can not be considered a limitation to forest recovery in the study area. The removal of *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick. and soil tillage can enhance the emergence of woody species seedlings in the seed bank.

**Keywords:** *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick. Burning. Soil compaction. Soil tillage. Weeding.

Dissertação de mestrado elaborada e formatada conforme as normas da publicação científica *Acta Botanica Brasilica*. Disponível em: < <http://www.botanica.org.br/acta/ojs>>

## SUMÁRIO

<b>Introdução</b> .....	10
<b>Material e Métodos</b> .....	11
Área de estudo .....	11
Banco de sementes .....	13
Compactação do solo .....	14
Experimento em pastagem .....	14
Análise dos dados .....	14
<b>Resultados</b> .....	15
Banco de sementes .....	15
Compactação do solo .....	16
Experimento em pastagem .....	16
<b>Discussão</b> .....	18
Banco de sementes .....	18
Compactação do solo .....	19
Banco de sementes <i>versus</i> experimento em campo .....	20
Experimento em pastagem .....	20
Implicações para a restauração de campos velhos ( <i>old-fields</i> ) .....	22
<b>Conclusões</b> .....	23
<b>Referências bibliográficas</b> .....	23

## Introdução

Nos trópicos, áreas extensas de ecossistemas florestais têm sido convertidas em pastagens (Uhl *et al.*, 1988; Aide *et al.*, 1995; Campos, 1999; Zimmerman *et al.*, 2000; Griscom *et al.*, 2009). A recuperação de florestas em pastagens abandonadas é lenta se comparada com a recuperação em muitos outros tipos de distúrbios naturais, como clareiras provocadas por queda de galhos ou tempestades, e antrópicos, como agricultura itinerante de corte e queima (Uhl, 1987; Uhl *et al.*, 1988; Aide & Cavalier, 1994; Aide *et al.*, 1995; Cubiña & Aide, 2001). Na reabilitação de áreas degradadas, as sementes presentes no solo podem desempenhar um importante papel (Uhl & Clark, 1983; Fenner, 1985; Baider *et al.*, 1999; Campos & Souza, 2003). Nas florestas tropicais o banco de sementes é formado, em sua maior parte, por pequenas sementes de espécies pioneiras que se encontram dormentes no solo (Whitmore, 1983; 1992; Garwood, 1989). As espécies pioneiras são as responsáveis pela colonização de novos ambientes, sejam eles uma clareira natural ou um campo abandonado, criando condições ambientais de estabelecimento de espécies de estágio sucessional mais avançado (Uhl, 1987; Tabarelli *et al.*, 1993).

As pastagens tropicais, em geral, não apresentam características favoráveis à germinação e ao estabelecimento de plântulas de espécies arbóreas. Fatores como falta de propágulos, altos níveis de predação de sementes e plântulas, competição com gramíneas e herbáceas, falta de nutrientes no solo, baixa inoculação de micorrizas, compactação do solo, seca sazonal e incêndios frequentes podem inibir a recuperação de florestas tropicais sobre pastagens abandonadas (Buschbacher *et al.*, 1988; Uhl *et al.*, 1988; Nepstad *et al.*, 1991; 1996; Aide & Cavalier, 1994; Reiners *et al.*, 1994; Aide *et al.*, 1995; Holl, 1999; Holl *et al.*, 2000; Zimmerman *et al.*, 2000).

A maioria dos estudos tem indicado a escassez de sementes como o principal fator limitante da regeneração de áreas com pastagens abandonadas (Aide *et al.*, 1995; Aide & Cavalier 1994; Nepstad *et al.*, 1996; Holl, 1999; Zimmerman *et al.*, 2000). Entretanto, áreas ripárias recebem grandes entradas de propágulos (Dudgeon *et al.*, 2006) e estudos de banco de sementes nestas regiões têm registrado altos valores de riqueza de espécies (Campos & Souza, 2003; Chapla, 2009).

A compactação do solo em áreas de pastagens com uso severo tem sido indicada como importante fator de retardamento da recuperação destas áreas (Buschbacher *et al.*, 1988; Reiners *et al.*, 1994). A compactação do solo afeta principalmente o desenvolvimento de plantas por meio do aumento da resistência do solo à penetração das raízes, diminuição da

disponibilidade de oxigênio, alteração do estoque e disponibilidade de água (Basset *et al.*, 2005). Na recuperação de áreas degradadas, vários tratamentos do solo têm sido testados a fim de diminuir a compactação do solo e aumentar a emergência e crescimento de plântulas (Sinnott *et al.*, 2006; 2008).

O banco de sementes pode ter seus componentes recrutados através da manipulação das condições ambientais (van der Valk & Pederson, 1989), mas determinar a presença de um banco de sementes e sua composição é o primeiro passo antes de qualquer estratégia de manejo baseada no banco de sementes (van der Valk & Pederson, 1989; Holl *et al.*, 2000; Bossuyt *et al.*, 2007).

Neste estudo, foi avaliada a densidade e composição de espécies do banco de sementes em pastagem abandonada em estágio inicial de sucessão, visando responder i) existe banco de sementes potencial de espécies arbóreas e arbustivas, capazes de colonizar a pastagem? Também foi avaliada a compactação do solo da mesma área, de uma floresta secundária e de um remanescente primário, visando responder se ii) a compactação do solo na área de estudo pode ser considerada um fator limitante para a recuperação da floresta sobre a pastagem? Além da aplicação de diferentes estratégias de manejo de solo, a fim de responder iii) Qual tratamento do solo é mais eficaz no recrutamento de plântulas de espécies arbóreas e arbustivas do banco de sementes?

## **Material e métodos**

Área de estudo - O estudo foi conduzido em uma das ilhas do arquipélago fluvial na planície de inundação do alto rio Paraná, conhecida pela população local como ilha Mutum, Porto Rico – PR (Figura 1). Em território brasileiro, este é o último trecho livre de represamento do rio Paraná (Agostinho *et al.*, 2004).

A vegetação é classificada como floresta estacional semidecidual aluvial (IBGE, 1992; Campos & Souza, 1997) e o clima, de acordo com o sistema de Köppen, como Cfa – clima tropical-subtropical com verão quente (média de 22° C anuais), com precipitação anual média de 1500 mm, podendo em alguns anos apresentar um clima do tipo Cwa, que é seco no inverno (Maack, 2002). A área localiza-se a uma altitude aproximada de 230 m (Campos & Costa-Filho, 1994).

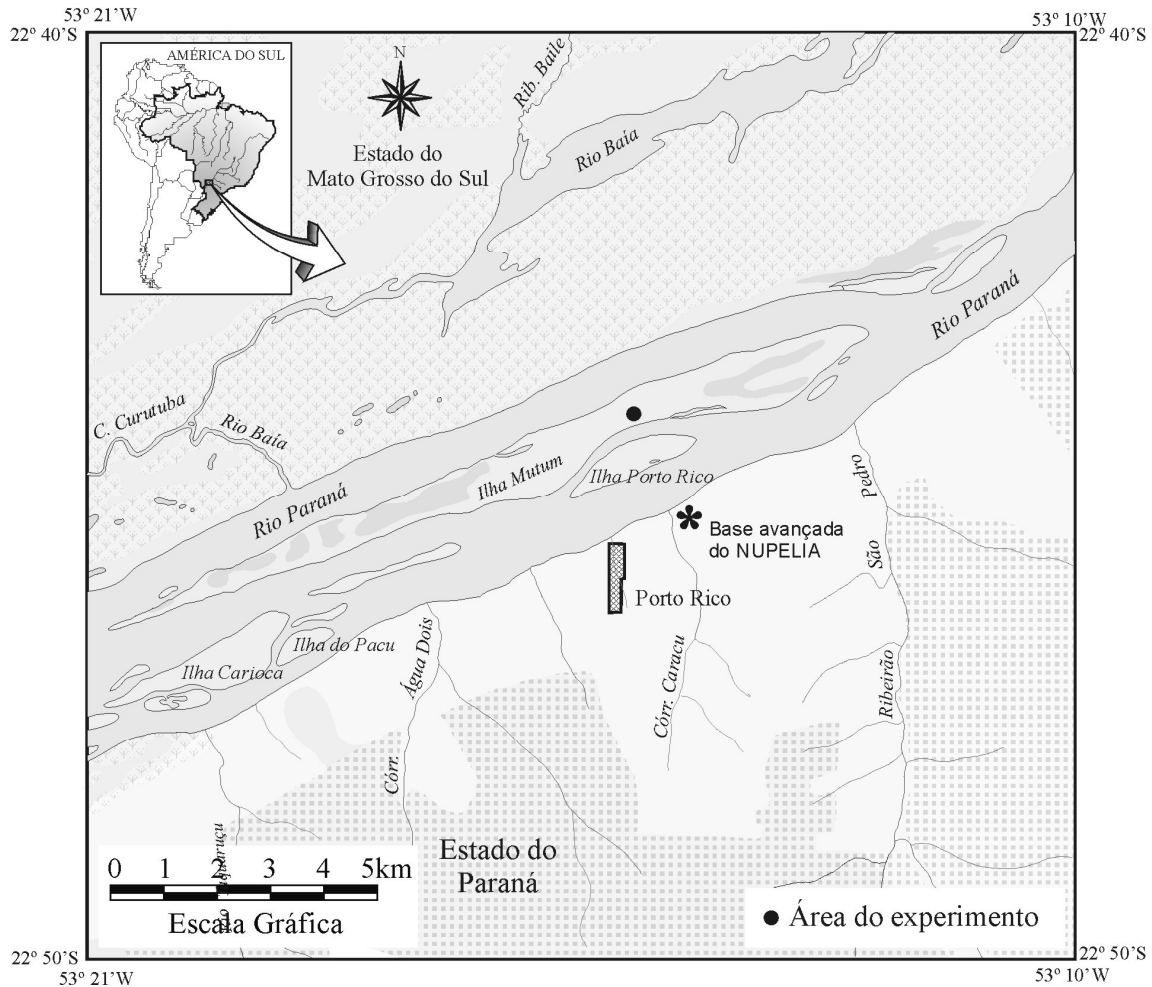


Figura 1: Mapa da área de estudo, planície de inundação do alto rio Paraná, Brasil (• = Área de estudo).

Originalmente, a vegetação da ilha Mutum era constituída de floresta, porém a partir de 1952 iniciou-se o processo de colonização, onde as ilhas da região foram desflorestadas, sendo ocupadas pela cultura do café, e, posteriormente, pela pecuária (Campos, 1999).

Diante da importância ecológica da região (Agostinho *et al.*, 2004), em 1997 foi criada a Área de Proteção Ambiental das Ilhas e Várzeas do rio Paraná (APA-IVRP), uma unidade de conservação federal de uso sustentável (Campos & Dickinson, 2005). A criação da APA – IVRP resultou em um conjunto de ações promovidas pelo ministério público e pelos órgãos ambientais, buscando o fim da utilização do solo das ilhas para agropecuária.

Estes esforços foram feitos baseados não apenas na criação da APA, mas também pela condição de área de preservação permanente (APP) das ilhas, de acordo com o Código Florestal Brasileiro (Lei nº 4771/65). Desde então, iniciou-se um processo de sucessão secundária nas ilhas da região, onde ocorrem florestas secundárias heterogêneas com dominância de espécies pioneiras ou exóticas invasoras (Zampar, 2009), e locais que

permanecem em estágio inicial de sucessão sob domínio de gramíneas forrageiras e alguns arbustos. Um destes locais, com predominância da gramínea exótica *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick., localizado a aproximadamente UTM 22K 0267542; 7482408, foi selecionado para a realização deste estudo.

Banco de sementes - Foram coletadas 25 amostras de solo, incluindo a serapilheira, espalhadas homoganeamente de forma que ficassem fora das parcelas do experimento (Figura 2). Utilizou-se um coletor metálico, com dimensões 20x20 cm, e 5 cm de profundidade, totalizando 1m<sup>2</sup> de área amostrada.

A coleta foi realizada na ocasião da montagem do experimento, no dia 30 de outubro de 2007. As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos escuros e transportadas até a casa de vegetação do Viveiro Florestal do IAP (Instituto Ambiental do Paraná), no município de Mandaguari – PR. As amostras foram espalhadas em canteiros de 20x40 cm, sobre substrato inerte de vermiculita. Três canteiros receberam apenas o substrato de vermiculita para detectar possíveis contaminações (Brown, 1992). As regas se deram três vezes por dia e após quatro meses o solo foi revolvido. O experimento teve duração de nove meses.

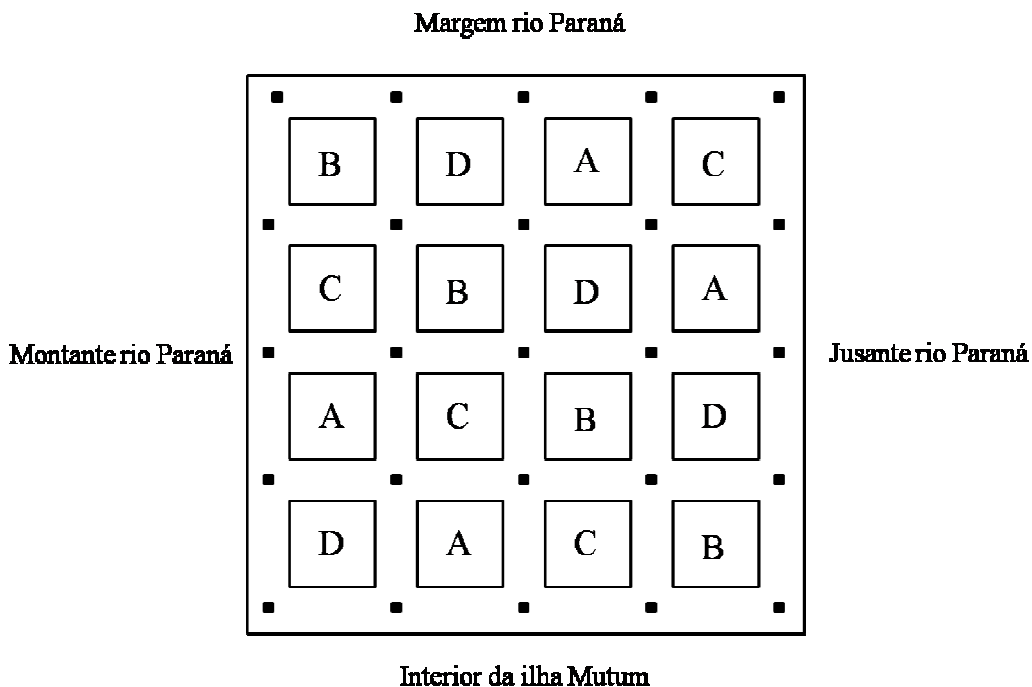


Figura 2: Diagrama esquemático da disposição das parcelas do experimento (□) e das amostras de solo (■). (A = controle; B = Roçada mecânica e queima; C = Roçada mecânica e capina com retirada de estolões; e D = Roçada mecânica, capina com retirada de estolões e revolvimento do solo)

O método utilizado para a quantificação das sementes foi o de emergência ou germinação (Brown, 1992). A contagem das plântulas foi realizada semanalmente. As plântulas foram coletadas, quantificadas, identificadas e conservadas em solução de álcool a 40%. Quando a identificação não foi possível, foram marcados espécimes testemunhos, os quais foram coletados com material reprodutivo, para identificação posterior.

**Compactação do solo** - A compactação do solo foi avaliada através da resistência à penetração, por meio de um penetrômetro modelo Soil Control 60, até a profundidade de 60 cm, em cinco pontos na área do experimento. Para fins de comparação, foi realizada a medida da compactação do solo de uma floresta secundária sobre pastagem abandonada (10 anos), próxima à área de estudo, na ilha Porto Rico (para maiores detalhes consultar Campos & Dickinson, 2005; Zviejkovski, 2008; Chapla, 2009), e de um remanescente primário também na ilha Porto Rico (para maiores detalhes consultar Campos & Souza, 2003).

**Experimento em pastagem** - Foi delimitado um quadrado de 169 m<sup>2</sup> (13 m x 13 m), onde foram demarcadas 16 parcelas de 4 m<sup>2</sup> (2 m x 2 m) cada, sendo o espaço entre cada parcela e a borda do quadrado de 1m (Figura 2). Foram testados quatro tratamentos, com quatro réplicas cada:

- A.** Não sofreu manejo algum (controle);
- B.** Roçada mecânica e queima;
- C.** Roçada mecânica e capina com retirada de estolões; e
- D.** Roçada mecânica, capina com retirada de estolões e revolvimento do solo (aproximadamente 5 cm de profundidade).

O desenho experimental foi aleatorizado em blocos (Krebs, 1989).

Foram realizadas quatro avaliações, com intervalos de 40 dias, totalizando 160 dias. Em cada avaliação foram identificados e contados todos os indivíduos lenhosos de cada parcela, exceto aqueles que se desenvolveram por rebrota.

**Análise dos dados** – A classificação quanto ao porte (arbóreo ou arbustivo) foi de acordo com FontQuer (1985). As espécies consideradas arbóreas foram classificadas em: pioneira, secundária, clímax e invasora, conforme a literatura pertinente (Budowski, 1963, 1965, 1966; Kageyama, 1992) e por observações pessoais realizadas em campo.

Foi estimada a densidade absoluta (Mueller-Dombois & Ellenberg, 1974), o índice de similaridade de Sørensen (*S*) (Krebs, 1989), para verificar a similaridade entre o banco de sementes e as plantas emergentes no experimento.

A partir dos dados obtidos por meio do penetrômetro foi calculado o valor de resistência à penetração (MPa) para as profundidades de 5, 10 e 15 cm. Os dados foram então submetidos a



uma análise de variância (ANOVA) bifatorial (Zar, 1999). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey (Zar, 1999).

Para averiguar se a abundância e a riqueza diferiram quando comparados os tratamentos do experimento em blocos, foi utilizada uma análise de variância para medidas repetidas (Zar, 1999). Esta análise foi escolhida devido ao efeito do tempo, onde se considerou as quatro amostragens como medidas repetidas. As médias foram comparadas pelo teste *least significant difference* (LSD) (Zar, 1999).

Os testes estatísticos tiveram nível de significância 5%, e foram processados com o programa STATISTICA for Windows (Stasoft, 2005).

## Resultados

Banco de sementes - Foram identificadas três espécies arbóreas e oito espécies arbustivas no banco de sementes (Tabela 1). A densidade média das espécies arbóreas foi de  $112 \pm 26$  sem.m<sup>-2</sup> (sementes viáveis por metro quadrado  $\pm$  erro padrão), e de  $117 \pm 14$  sem.m<sup>-2</sup> de espécies arbustivas.

Tabela 1: Densidade (sementes.m<sup>-2</sup>  $\pm$  erro padrão), porte (A=arbóreo; Ar=arbusto) e categoria ecológica (C) (P=pioneira; I=invasora) das espécies levantadas no banco de sementes do solo da ilha Mutum.

<b>Táxon</b>	<b>Família</b>	<b>Porte</b>	<b>C</b>	<b>Densidade</b>
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	Cecropiaceae	A	P	8 $\pm$ 2
<i>Croton urucurana</i> Baill.	Euphorbiaceae	A	P	101 $\pm$ 27
<i>Psidium guajava</i> L.	Myrtaceae	A	I	3 $\pm$ 2
Asteraceae	Asteraceae	Ar		4 $\pm$ 2
<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	Asteraceae	Ar		1 $\pm$ 1
<i>Diodia brasiliensis</i> Spreng.	Rubiaceae	Ar		4 $\pm$ 2
<i>Eupatorium maximiliani</i> Schrad. ex DC.	Asteraceae	Ar		90 $\pm$ 14
<i>Miconia prasina</i> (Sw.) DC.	Melastomataceae	Ar		12 $\pm$ 4
<i>Vernonia polyanthes</i> Less.	Asteraceae	Ar		4 $\pm$ 2
Morfoespécie 1	Indeterminada	Ar		1 $\pm$ 1
Morfoespécie 2	Indeterminada	Ar		1 $\pm$ 1
<b>Densidade total</b>				<b>229<math>\pm</math>28</b>

Tabela 2: Resistência à penetração (MPa) (média  $\pm$  erro padrão) de diferentes profundidades, nos diferentes locais de amostragem (E=local de implantação do experimento; FS=floresta secundária 10 anos; R=remanescente primário). (valores com letras iguais diferiram significativamente)

Profundidade	E	FS	R
5 cm	0,93 $\pm$ 0,18 <sup>abcde</sup>	1,46 $\pm$ 0,09	1,74 $\pm$ 0,2 <sup>d</sup>
10 cm	1,14 $\pm$ 0,14	1,71 $\pm$ 0,05 <sup>b</sup>	1,86 $\pm$ 0,19 <sup>e</sup>
15 cm	1,78 $\pm$ 0,2 <sup>a</sup>	1,75 $\pm$ 0,12 <sup>c</sup>	1,4 $\pm$ 0,25

Compactação do solo - A pastagem apresentou valores baixos de resistência à penetração, com relação à floresta secundária e ao remanescente (Tabela 2). A análise de variância indicou interação significativa entre local e profundidade ( $F=3,92$ ;  $p<0,01$ ), devido ao aumento da compactação de acordo com a profundidade na pastagem, revelado pelo teste de Tukey.

Experimento em pastagem - Na primeira avaliação (40 dias) foi observada a regeneração da *Brachiaria humidicola* por rebrota, em todas as parcelas, exceto nas parcelas controle que permaneceram idênticas. Durante todas as avaliações foram observadas sinais de herbivoria em todas as parcelas, inclusive com a presença de fezes de capivara - *Hydrochoerus hydrochaeris* (Linnaeus, 1766).

Tabela 3: Densidade média (indivíduos.ha<sup>-1</sup>)  $\pm$  erro padrão das espécies registradas no experimento (A = controle; B = Roçada mecânica e queima; C = Roçada mecânica e capina com retirada de estolões; e D = Roçada mecânica, capina com retirada de estolões e revolvimento do solo), durante as quatro avaliações (T1; T2; T3; e T4).

		<i>Croton urucurana</i> Baill.	<i>Psidium guajava</i> L.	<i>Diodia brasiliensis</i> Spreng.	<i>Eupatorium maximiliani</i> Schrad. Ex DC.	<i>Vernonia polyanthes</i> Less.
<b>T1</b>	A	-	-	-	-	-
	B	-	-	-	-	1875 $\pm$ 1196
	C	-	-	-	-	-
	D	6875 $\pm$ 3125	-	625 $\pm$ 625	-	3125 $\pm$ 3125
<b>T2</b>	A	-	-	-	-	-
	B	-	-	-	-	3125 $\pm$ 2366
	C	3125 $\pm$ 3125	-	-	-	-
	D	625 $\pm$ 625	-	-	4375 $\pm$ 2953	625 $\pm$ 625
<b>T3</b>	A	-	-	-	-	-
	B	-	-	-	-	1250 $\pm$ 722
	C	2500 $\pm$ 2500	625 $\pm$ 625	-	-	-
	D	2500 $\pm$ 2500	-	-	1875 $\pm$ 1197	1875 $\pm$ 1875
<b>T4</b>	A	-	-	-	-	-
	B	-	-	-	625 $\pm$ 625	1250 $\pm$ 722
	C	2500 $\pm$ 2500	625 $\pm$ 625	2500 $\pm$ 2500	1250 $\pm$ 1250	-
	D	3125 $\pm$ 2366	-	-	4375 $\pm$ 2772	3750 $\pm$ 2394
<b>Total</b>		21250	1250	3125	12500	16875

Tabela 4: Resultados da ANOVA para efeito dos diferentes tratamentos (A = controle; B = Roçada mecânica e queima; C = Roçada mecânica e capina com retirada de estolões; e D = Roçada mecânica, capina com retirada de estolões e revolvimento do solo), bem como os efeitos da interação entre os fatores.

Fator	Abundância		Riqueza	
	F	P	F	P
Tratamento	4,49	<b>0,02</b>	5,95	<b>0,01</b>
Tempo	1,66	0,19	4,07	<b>0,01</b>
Tratamento X Tempo	1,54	0,17	1,88	0,09

Foram identificadas duas espécies arbóreas e três arbustivas (Tabela 3). O índice de similaridade com o banco de sementes foi de  $S=0,625$ , sendo que todas as espécies observadas no experimento foram registradas no banco de sementes. A densidade acumulada de espécies lenhosas foi de  $55000 \text{ ind. ha}^{-1}$  (ou  $5,5 \text{ ind. m}^{-2}$ ) (Tabela 3).

Houve diferença significativa quanto à densidade de espécies arbustivas e arbóreas entre os tratamentos (A, B, C e D), e quanto à riqueza entre os tratamentos e as avaliações (T1, T2, T3 e T4) (Tabela 4).

Quanto à abundância, o teste LSD indicou como melhor tratamento, ou seja, aquele que resultou em maior densidade de plântulas de espécies arbustivas e arbóreas, o tratamento D seguido pelo tratamento C. O tratamento B não se mostrou eficaz em recrutar indivíduos arbustivos e arbóreos do banco de sementes (Figura 3I).

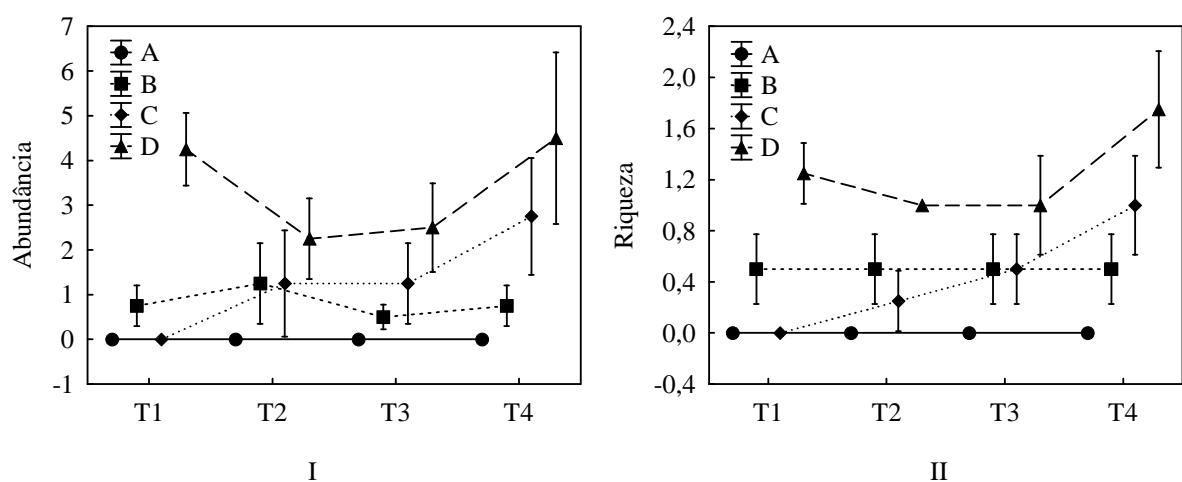


Figura 3: Média da abundância  $\pm$  erro padrão (I), e riqueza média  $\pm$  erro padrão (II) de espécies arbustivas e arbóreas levantadas no experimento, durante as quatro as avaliações. (A = controle; B = Roçada mecânica e queima; C = Roçada mecânica e capina com retirada de estolões; e D = Roçada mecânica, capina com retirada de estolões e revolvimento do solo)

Quanto à riqueza de espécies arbustivas e arbóreas, o melhor tratamento também foi o D, seguido pelo C, sendo que o tratamento B não se mostrou eficiente (Figura 3II). Também foi observado um aumento da riqueza média de espécies arbustivas e arbóreas nos tratamentos C e D durante as avaliações (Figura 3II).

## Discussão

Banco de sementes - A densidade de sementes viáveis de espécies lenhosas foi intermediária entre os valores encontrados por Chapla (2009) em pastagem ativa e floresta secundária sobre pastagem abandonada (10 anos) também na planície de inundação do alto rio Paraná. Os valores registrados por Chapla (2009) foram de  $33^{\pm 7}$  sem.m<sup>-2</sup> de espécies arbóreas e  $131^{\pm 37}$  sem.m<sup>-2</sup> de arbustivas em pastagem ativa, e de  $261^{\pm 39}$  sem.m<sup>-2</sup> de espécies arbóreas e  $628^{\pm 146}$  sem.m<sup>-2</sup> de arbustivas em floresta secundária. Em remanescentes na planície de inundação Campos & Souza (2003) registraram uma densidade média de 1295 sem.m<sup>-2</sup> de espécies arbóreas, valor bem acima dos registrados nas pastagens.

Estas diferenças refletem o distinto estágio sucessional de cada área, indicando que a área de estudo apresenta um caráter de transição entre pastagem ativa e floresta secundária sobre pastagem abandonada. Este tipo de sistema, denominado de campo velho (*old-field*), apresenta resistência à recuperação da floresta, devido as condições de estabelecimento de espécies arbóreas não serem existentes (Nepstad *et al.*, 1991; 1996), provavelmente devido ao uso severo do local (Uhl *et al.*, 1988; Aide & Cavalier, 1994).

As espécies *Cecropia pachystachya* e *Croton urucurana*, registradas no banco de sementes, são pioneiras e típicas de solos hidromórficos (Lorenzi, 1992). Foram registradas em outros estudos de bancos de sementes realizados na área de estudo (Campos & Souza, 2003; Chapla, 2009), e também em estudos de bancos de sementes em outras regiões (Araújo *et al.*, 2001; Grombone-Guaratini *et al.*, 2004; Gasparino *et al.*, 2006).

Estas espécies também foram registradas em todos os levantamentos fitossociológicos realizados na planície de inundação do alto rio Paraná (Campos *et al.*, 2000; Campos & Souza, 2002; Kita & Souza, 2003; Campos & Dickinson, 2005; Souza & Monteiro, 2005; Zviejkovski, 2008; Zampar, 2009), destacando-se sua importância para a colonização de pastagens abandonadas na área de estudo.

Das oito espécies arbustivas registradas neste estudo, cinco foram registradas também por Campos & Souza (2003) e Chapla (2009), são elas: *Conyza canadensis*, *Diodia brasiliensis*,

*Eupatorium maximiliani*, *Miconia prasina* e *Vernonia polyanthes*. As espécies arbustivas presentes no banco de sementes, geralmente ocorrem em ambientes perturbados, mas não são pioneiras de clareiras de florestas maduras (Posada *et al.*, 2000). A presença de arbustos de características pioneiras pode reduzir a biomassa de gramíneas por sombreamento e criar um microclima favorável à germinação e estabelecimento de espécies arbóreas (Kellman, 1985; Posada *et al.*, 2000; Holl, 2002). Os arbustos podem, também, aumentar a dispersão de sementes por zoocoria atuando como poleiros para aves (Holl, 2002). Desta forma, esforços de restauração devem considerar o uso de arbustos para colonizar pastagens abandonadas (Aide *et al.*, 1995).

Entretanto a presença da exótica *Psidium guajava* não é animadora. Esta espécie tem sido registrada como invasora de pastagens (Somarriba, 1985; Somarriba & Beer, 1985) e importante pioneira no processo de recuperação de florestas sobre pastagens abandonadas (Aide *et al.*, 1996, 2000; Zahawi & Augspurger, 1999; Cubiña & Aide, 2001; Berens *et al.*, 2008). Na região da planície de inundação do alto rio Paraná *Psidium guajava* tem sido registrada como invasora em florestas secundárias sobre pastagem abandonada (Campos & Dickinson, 2005; Chapla *et al.*, 2008; Zviejkovski, 2008; Chapla, 2009; Zampar, 2009).

Zviejkovski (2008) registrou um aumento de mais de 10 vezes no VI (Valor de importância) de *Psidium guajava* em cinco anos na floresta secundária da ilha Porto Rico, passando da 12ª posição (IVI=4,14) em 2002 para a 2ª (IVI=47,30) em 2007. Além disso, o sub-bosque de áreas com domínio desta espécie apresenta-se mais pobre em espécies em comparação com áreas sob domínio de espécies nativas (Chapla *et al.*, 2008; Zampar, 2009).

Contudo, é possível inferir que o banco de sementes de espécies lenhosas exibe potencial de colonização, estando apto a cumprir sua função de estabelecimento de grupos ecológicos, como o das pioneiras, e a riqueza de espécies arbustivas e arbóreas (Baider *et al.*, 1999), sendo necessário criar condições para que o banco de sementes possa ser recrutado.

Compactação do solo - Os valores de resistência à penetração registrados são inferiores àquele considerado limitante para o crescimento de plantas cultivadas, que é de 2MPa (Materchera *et al.*, 1991; Panayiotopoulos *et al.*, 1994; Sinnott *et al.*, 2006). Dado que a pastagem, nos 5 cm de profundidade, onde se encontram a maioria das sementes do banco (Whitmore, 1983) e onde foi realizado o revolvimento do solo no tratamento D, apresentou o menor valor de resistência à penetração, sugere-se que a compactação do solo não é um fator limitante na recuperação da floresta sobre a pastagem abandonada em estudo.

Entretanto, outros autores têm registrado, em pastagens, um grau maior de compactação do solo do que em florestas (Buschbacher *et al.*, 1988; Reiners *et al.*, 1994). Além disso, espécies

adaptadas a solos úmidos, com baixa resistência à penetração, são extremamente sensíveis a solos compactados (Basset *et al.*, 2005), que é o caso das espécies nativas da área de estudo, como *Cecropia pachystachya*, registrada no banco de sementes, mas não presente no experimento.

Banco de sementes *versus* experimento em campo - A similaridade entre o banco de sementes e o experimento foi alta, se comparada com a revisão de Hopfensperger (2007), que compilou 108 trabalhos, e encontrou valores de similaridade de  $S=0,31$  em florestas,  $S=0,54$  em campos naturais e  $S=0,47$  em áreas úmidas entre o banco de sementes e a vegetação estabelecida. Entretanto, houve uma grande desigualdade entre a densidade de plântulas recrutadas no banco de sementes e no experimento.

As diferenças nas condições de temperatura e umidade do solo na casa de vegetação e em campo podem ser a principal causa da diferença entre as densidades do banco de sementes e do experimento. A contribuição do banco de sementes para o recrutamento é bem menor que o número total de sementes viáveis, devido ao recrutamento a partir do banco de sementes depender de um complexo de fatores ambientais e de requerimentos das espécies para germinação e sobrevivência de plântulas (Peart, 1989; van der Valk & Pederson, 1989; Hyatt, 1999).

Experimento em pastagem - Os principais fatores que afetam a recuperação de florestas em pastagens abandonadas são a falta de propágulos (Holl, 1999), solos degradados (Reiners *et al.*, 1994), e a presença de gramíneas agressivas (Nepstad *et al.*, 1991). No caso da área de estudo, o primeiro fator não representa forte influência, já que a amostragem do banco de sementes mostrou a presença de espécies pioneiras importantes, e densidade razoável de espécies lenhosas. A compactação do solo também não foi significativa na área de estudo.

Desta forma, o principal fator que afeta a recuperação da floresta na área de estudo, seria então a competição por luz, água e nutrientes do solo (Aide *et al.*, 1995; Nepstad *et al.*, 1996; Zimmerman *et al.*, 2000) com a gramínea forrageira *Brachiaria humidicola* e a presença de serapilheira. Os tratamentos empregados, B, C e D foram eficazes em eliminar a vegetação e a serapilheira, porém cada tratamento apresentou uma resposta diferente quanto ao recrutamento de plântulas.

O tratamento B, não foi eficaz em recrutar espécies lenhosas do banco de sementes, possivelmente devido ao efeito negativo do fogo sobre as sementes presentes no solo. Vários estudos têm indicado que o banco de sementes de florestas tropicais atingido por fogo apresenta perdas de riqueza e densidade (Whitmore, 1983; Uhl, 1987; Young *et al.*, 1987; Quintana-Ascêncio *et al.*, 1996; Dalling *et al.*, 1997; Kennard *et al.*, 2002). Em floresta

estacional semidecidual Melo *et al.* (2007) registraram que na ocorrência de fogo o banco de sementes apresentou perda de riqueza florística e redução na densidade de sementes viáveis, os efeitos foram mais pronunciados nas espécies arbóreas.

O tratamento C, que se caracterizou pela eliminação da vegetação herbácea e da serapilheira, foi eficiente em recrutar espécies lenhosas do banco de sementes, inclusive com aumento da riqueza ao longo do tempo.

As pastagens tropicais são freqüentemente plantadas ou semeadas com gramíneas forrageiras exóticas muito agressivas (Holl, 1998). De acordo com a literatura a competição com as gramíneas e vegetação herbácea pode (Nepstad *et al.*, 1991; Facelli & Pickett, 1991; Aide *et al.*, 1995; Holl, 1998; Zimmerman *et al.*, 2000; Griscom *et al.*, 2009) ou não (Aide & Cavalier, 1994) prejudicar a germinação e o estabelecimento de plântulas de espécies arbóreas em pastagens. A densa vegetação também pode dificultar a chegada de sementes arbóreas ao solo (Aide *et al.*, 1995).

De acordo com DeSteven (1991a, 1991b), a emergência de plântulas é mais alta sob a vegetação herbácea (dado ao aumento de disponibilidade de umidade), enquanto que a sobrevivência e o crescimento de plântulas de espécies arbóreas diminuem na presença da vegetação herbácea.

Embora a competição acima e abaixo do solo reduza a biomassa e altura de plântulas, a competição acima do solo parece ter um efeito mais forte (Holl, 1998), porque as plantas que crescem em clareiras de florestas tropicais geralmente têm um crescimento rápido quando expostas a altas intensidades de luz (Whitmore, 1992).

O principal estímulo à germinação de espécies pioneiras presentes no banco de sementes é o aumento de disponibilidade de luz, e em segundo lugar a temperatura, bem como a umidade (Whitmore, 1983; Baker, 1989; van der Valk & Pederson, 1989). Estes fatores são em parte influenciados pelo grau de cobertura da vegetação (Holl *et al.*, 2000), e também podem ser influenciados pela presença de serapilheira (Ganade & Brown, 2002). Dalling & Hubbell (2002) registraram na remoção da serapilheira um aumento de três vezes no recrutamento de plântulas, em comparação às parcelas sem manipulação da serapilheira.

A serapilheira pode impedir também a emergência de plântulas por impedimento mecânico, alelopatia, redução das flutuações de temperatura (Facelli & Pickett, 1991), redução de radiação (Vázquez-Yanes & Orozco-Segovia, 1993) e modificação da disponibilidade de água para a semente (Luken, 1990). A serapilheira, também, pode diminuir indiretamente a densidade de plântulas emergentes, devido ao aumento da atividade de artrópodes herbívoros (Facelli, 1994).

O efeito negativo da serapilheira é mais pronunciado em espécies com sementes pequenas (Facelli, 1994; Dalling & Hubbell, 2002), que é o caso das espécies registradas no banco de sementes deste estudo. Desta forma a germinação e a emergência de plântulas podem estar sendo dificultadas pela presença da grande quantidade de serapilheira na pastagem estudada.

A gramínea *Brachiaria humidicola* forma várias camadas de biomassa morta sob as plantas vivas (observação pessoal). Durante o experimento foi observada a regeneração por rebrota da gramínea já na primeira avaliação, entretanto o restabelecimento das camadas de serapilheira sob as plantas não foi observada. E o recrutamento do banco de sementes foi registrado mesmo com a presença da gramínea nos tratamentos C e D. Neste estudo, a presença de serapilheira parece ser um fator mais importante no retardamento da recuperação da floresta do que a competição com a gramínea *Brachiaria humidicola*.

O tratamento D, que se caracterizou pela aplicação do tratamento C + o revolvimento do solo, foi o método mais eficaz em recrutar espécies lenhosas do banco de sementes. O revolvimento do solo é um método capaz de eliminar a compactação do solo, entretanto, de acordo com os dados do presente estudo, a área experimental não possui solo suficientemente compactado para impedir o desenvolvimento de plântulas. Talvez o fator que tenha influenciado um maior recrutamento do banco de sementes no tratamento D tenha sido a distribuição vertical das sementes no banco.

A maioria dos estudos tem indicado que as sementes viáveis enterradas no solo se encontram numa faixa de 4 a 5 cm (Whitmore, 1983; Young *et al.*, 1987; Quintana-Ascêncio *et al.*, 1996). Entretanto Milberg (1995) registrou uma menor densidade de sementes na superfície do que em profundidades maiores, e atribuiu isto à perda por germinação. De acordo com Dalling *et al.* (1994) a germinação é diretamente afetada pela profundidade do solo, em profundidade maiores as flutuações diárias de temperatura podem ser amenizadas ou as sementes podem germinar e morrer sem emergirem. Mesmo em profundidades mínimas, por exemplo, 10 mm, o banco de sementes pode ser subestimado (Dalling *et al.*, 1994).

Implicações para a restauração de campos velhos (*old-fields*) - As ilhas do alto rio Paraná foram intensamente utilizadas como pastagem, entretanto após o abandono a maior parte da área foi tomada por florestas secundárias, poucas áreas em estágio inicial de sucessão ainda resistem (Zampar, comunicação pessoal). Em ambientes onde as barreiras para o estabelecimento de plântulas são mínimas, a recuperação da floresta ocorre naturalmente, entretanto em locais onde as barreiras são mais severas, manipulações simples podem ser suficientes para impulsionar o sistema e facilitar a sucessão florestal (Aide & Cavalier, 1994).



O controle da composição da vegetação pela manipulação da regeneração através do banco de sementes fornece uma ferramenta poderosa para o manejo com fins de conservação (Keddy *et al.*, 1989). Entretanto, o banco de sementes das florestas tropicais é formado de espécies pioneiras (Whitmore, 1983; 1992; Garwood, 1989), não sendo um mecanismo importante para o estabelecimento de espécies da floresta madura (Saulei & Swaine, 1988).

Desta forma, o recrutamento do banco de sementes pode funcionar como uma alavanca para a sucessão ecológica. Porém, práticas como o enriquecimento com espécies de estágios sucessionais mais avançados e controle de espécies exóticas podem ser necessárias futuramente, haja vista a presença da goiabeira (*Psidium guajava*) no banco de sementes.

### Conclusões

- 1 - O banco de sementes exhibe potencial de colonização da pastagem, devido à presença de espécies arbustivas e arbóreas em considerável densidade;
- 2 - A compactação do solo na área de estudo não pode ser considerada um fator limitante na recuperação da floresta sobre a pastagem;
- 3 - A retirada do capim e o revolvimento do solo podem facilitar a emergência de plântulas de espécies arbustivas e arbóreas a partir do banco de sementes.

### Referências bibliográficas

- Agostinho, A. A.; Rodrigues, L.; Gomes, L. C.; Thomaz, S. M. & Miranda, L. E. 2004. **Structure and functioning of the Paraná river and its floodplain: LTER - site 6 (PELD – sítio 6)**. Maringá. Eduem/Nupélia.
- Aide, T. M. & Cavalier, J. 1994. Barriers to lowland tropical forest restoration in the Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. **Restoration Ecology** 2 (4): 219-229.
- Aide, T. M.; Zimmerman, J. K.; Herrera, L.; Rosario, M. & Serrano, M. 1995. Forest recovery in abandoned tropical pastures Puerto Rico. **Forest Ecology and Management** 77: 77-86.
- Aide, T. M.; Zimmerman, J. K.; Rosario, M. & Marcano, H. 1996. Forest recovery in abandoned cattle pastures along an elevational gradient in northeastern Puerto Rico. **Biotropica** 28 (4a): 537-548.

- Aide, T. M.; Zimmerman, J. K.; Pascarella, J. B.; Rivera, L. & Marcano-Vega, H. 2000. Forest regeneration in a chronosequence of tropical abandoned pastures: implications for restoration ecology. **Restoration Ecology** 8 (4): 328-338.
- Araújo, M. M.; Oliveira, F. de A.; Vieira, I. C. G.; Barros, P. L. C. de & Lima, C. A. T. de. 2001. Densidade e composição florística do banco de sementes do solo de florestas sucessionais na região do baixo 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.
- Baker, H. G. 1989. Some aspects of the natural history of seed banks. Pp. 9-21. In: Leck, M. A.; Parker, V. T. & Simpson, R. L (eds.). **Ecology of soil seed banks**. San Diego. Academic Press.
- Bassett, I. E.; Simcock, R. C. & Mitchell, N. D. 2005. Consequences of soil compaction for seedling establishment: Implications for natural regeneration and restoration. **Austral Ecology** 30: 827-833.
- Berens, D.G.; Farwig, N.; Schaab, G. & Böhning-Gaese, K. 2008. Exotic guavas are foci of forest regeneration in Kenyan farmland. **Biotropica** 40 (1): 104-112.
- Bossuyt, B.; Cosyns, E. & Hoffmann, M. 2007. The role of soil seed bank in the restoration of dry acidic dune grassland after burning of *Ulex europaeus* scrub. **Applied Vegetation Science** 10: 131-138.
- Brown, D. 1992. Estimating the composition of a forest seed bank: a comparison of the seed extraction and seedling emergence methods. **Canadian Journal of Botany** 70: 1603-1612.
- Budowski, G. 1963. Forest succession in tropical lowlands. **Turrialba** 13 (1): 42-44.
- Budowski, G. 1965. Distribution of tropical american rain forest species in the light of sucessional processes. **Turrialba** 15 (1): 40-42.
- Budowski, G. 1966. Los bosques de los trópicos húmedos de América. **Turrialba** 16 (3): 278-285.
- Buschbacher, R.; Uhl, C. & Serrão, A. S. 1988. Abandoned pastures in eastern Amazonia. II. Nutrient stocks in the soil and vegetation. **Journal of Ecology** 76: 682-699.
- Campos, J. B. 1999. Spatial and multi-temporal analysis of deforestation and quantification of the remnant forests on Porto Rico Island, Paraná, Brazil. **Brazilian Archives of Biology Technology** 42 (1): 91-100.

- Campos, J. B. & Costa-Filho, L. V. 1994. **Proposta técnica de implantação da área de proteção ambiental do Arquipélago de ilha Grande**. Curitiba. SEMA/IAP.
- Campos, J. B. & Dickinson, G. 2005. Regeneração de florestas na Área de Proteção Ambiental – APA das Ilhas e Várzeas do Rio Paraná. **Cadernos da biodiversidade** 5 (1): 50-59.
- Campos, J. B. & Souza, M. C. 1997. Vegetação. Pp. 331-342. In: Vazzoler, A. E. de M.; Agostinho, A. A. & Hahn, N. S. (eds.). **A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos**. Maringá. Eduem/Nupélia.
- Campos, J. B. & Souza, M. C. 2002. Arboreous vegetation of an alluvial riparian forest and their soil relations: Porto Rico island, Paraná River, Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology** 45 (2): 137-149.
- Campos, J. B. & Souza, M. C. 2003. Potencial for natural forest regeneration from seed bank in an Upper Paraná River Floodplain, Brazil. **Brazilian Archives of Biology Technology** 46 (4): 625-639.
- Campos, J. B.; Romagnolo, M. B. & Souza, M. C. de. 2000. Structure, composition and spatial distribution of tree species in a remnant of the semideciduous seasonal Alluvial Forest of the upper Paraná River Floodplain. **Brazilian Archives of Biology and Technology** 43 (2): 185-194.
- Chapla, T. E. 2009. **Banco de sementes do solo durante sucessão em pastagem abandonada na planície de inundação do alto rio Paraná, Brasil**. Exame de Qualificação Geral (Mestrado). Maringá. Universidade Estadual de Maringá.
- Chapla, T. E.; Zampar, R. & Campos, J. B. 2008. Invasão biológica e perda de diversidade em parcelas permanentes em na APA das ilhas e várzeas do rio Paraná. In: **Anais do I Seminário nacional sobre dinâmica de florestas, 23-26 junho, Curitiba, Brasil**.
- Cubiña, A. & Aide, T. M. 2001. The effect of distance from forest edge in seed rain and soil seed bank in a tropical pasture. **Biotropica** 33 (2): 260-267.
- Dalling, J. W. & Hubbell, S. P. 2002. Seed size, growth rate and gap microsite conditions as determinants of recruitment success for pioneer species. **Journal of Ecology** 90: 557-568.
- 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. 1997. Soil seed bank community dynamics in seasonally moist lowland tropical forest, Panama. **Journal of Tropical Ecology** 13: 659-680.

- DeSteven, D. 1991a. Experiments on mechanisms of tree establishment in successional old fields: seedling emergence. **Ecology** 72: 1066-1075.
- DeSteven, D. 1991b. Experiments on mechanisms of tree establishment in successional old fields: seedling survival and growth. **Ecology** 72: 1076-1088.
- Dudgeon, D.; Arthington, A. H.; Gessner, M.O.; Kawabata, Z.; Knowler, D. J.; Lévêque, C.; Naiman, R. J.; Prieur-Richard, A.; Soto, D.; Stiassny, M. L. J. & Sullivan, C. A. 2006. Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges. **Biological Review** 81: 163-182.
- Facelli, J. M. 1994. Multiple indirect effects of plant litter affect the establishment of woody seedlings in old fields. **Ecology** 75 (6): 1727-1735.
- Facelli, J. M. & Pickett, S. T. A. 1991. Indirect effects of litter on woody seedlings subject to herb competition. **Oikos** 62: 129-138.
- Fenner, M. 1985. **Seed ecology**. London. Chapman and Hall.
- Ganade, G. & Brown, V. K. 2002. Succession in old pastures of central Amazonia: role of soil fertility and plant litter. **Ecology** 83 (3): 743-754.
- Garwood, N. C. 1989. Tropical soil seed banks: a review. Pp. 149-208. In: Leck, M. A.; Parker, V. T. & Simpson, R. L. (eds.). **Ecology of soil seed banks**. San Diego. Academic Press.
- Gasparino, D.; Malavasi, U. C.; Malavasi, M. de M. & Souza, I. de. 2006. Quantificação do banco de sementes sob diferentes usos do solo em área de domínio ciliar. **Revista Árvore** 30 (1): 1-9.
- Griscom, H. P.; Griscom, B. W. & Ashton, M. S. 2009. Forest regeneration from pasture in the dry tropics of Panama: Effects of cattle, exotic grass, and forested riparia. **Restoration Ecology** 17 (1): 117-126.
- Grombone-Guaratini, M. T.; Leitão-Filho, H. de 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.
- Holl, K. D. 1998. Effects of above- and below-ground competition of shrubs and grass on *Calophyllum brasiliense* (Camb.) seedling growth in abandoned tropical pasture. **Forest Ecology and Management** 109: 187-195.
- Holl, K. D. 1999. Factors limiting tropical rain forest regeneration in abandoned pasture: seed rain, seed germination, microclimate, and soil. **Biotropica** 31 (2): 229-242.
- Holl, K. D. 2002. Effect of shrubs on tree seedling establishment in an abandoned tropical pasture. **Journal of Ecology** 90: 179-187.

- Holl, K. D.; Loik, M. E.; Lin, E. H. V. & Samuels, I. A. 2000. Tropical montane forest restoration in Costa Rica: overcoming barriers to dispersal and establishment. **Restoration Ecology** 8 (4): 339-349.
- Hopfensperger, K. N. 2007. A review of similarity between seed bank and standing vegetation across ecosystems. **Oikos** 116: 1438-1448.
- Hyatt, L. A. 1999. Differences between seed bank composition and field recruitment in a temperate zone deciduous forest. **American Midland Naturalist** 142: 31-38.
- IBGE - Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 1992. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro. IBGE. (Série Manuais Técnicos em Geociências; 1)
- Kageyama, P. Y. 1992. Equipe técnica da CESP. Recomposição da vegetação com espécies arbóreas nativas em reservatórios de usinas hidrelétricas da CESP. **Série técnica IPEF** 8 (25):1-43.
- Keddy, P. A.; Wisheu, I. C.; Shipley, B. & Gaudet, C. 1989. Seed banks and management for conservations: toward predictive community ecology. Pp. 347-363. In: Leck, M. A.; Parker, V. T. & Simpson, R. L (eds.). **Ecology of soil seed banks**. San Diego. Academic Press.
- Kellman, M. 1985. Forest seedling establishment in Neotropical savannas: transplant experiments with *Xylopia frutescens* and *Calophyllum brasiliense*. **Journal of Biogeography** 12: 373-379.
- Kennard, D. K.; Gould, K.; Putz, F. E. & Fredericksen, T. S. 2002. Effects of disturbance intensity on regeneration mechanisms in a tropical dry forest. **Forest Ecology and Management** 162 (2): 197-208.
- Kita, K. K. & Souza, M. C. de. 2003. Levantamento florístico e fitofisionomia da lagoa Figueira e seu entorno, planície alagável do alto rio Paraná, Porto Rico, Estado do Paraná, Brasil. **Acta Scientiarum. Biological Sciences** 25 (1): 145-155.
- Krebs, J. C. 1989. **Ecological methodology**. New York. Harper Collins Publishers.
- Lorenzi, H. 1992. **Árvores Brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa. Instituto Plantarum.
- Luken, J. O. 1990. **Directing ecological succession**. London. Chapman and Hall.
- Maack, R. 2002. **Geografia física do Estado do Paraná**. 3ed. Curitiba. Imprensa Oficial do Paraná.
- Materechera, S. A.; Dexter, A. R. & Alston, A. M. 1991. Penetration of very strong soils by seedling roots of different plant species. **Plant and soil** 135: 31-41.

- 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. **Acta Botanica Brasilica** 21 (4): 927-934.
- Milberg, P. 1995. Soil seed bank after eighteen years of succession from grassland to forest. **Oikos** 72: 3-13.
- Müeller-Dombois, D. & Ellenberg, H. 1974. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York. John Wiley & Sons.
- Nepstad, D. C.; Uhl, C. & Serrão, E. A. S. 1991. Recuperation of a degraded amazonian landscape: forest recovery and agricultural restoration. **Ambio** 20 (6): 248-255.
- Nepstad, D. C.; Uhl, C.; Pereira, C. A. & Silva, M. C. da. 1996. A comparative study of tree establishment in abandoned pasture and mature forest of eastern Amazonia. **Oikos** 76: 25-39.
- Panayiotopoulos, K. P.; Papadopoulou, C. P. & Hatjioannidou, A. 1994. Compaction and penetration resistance of an Alfisol and Entisol and their influence on root growth of maize seedlings. **Soil and Tillage Research** 31 (4): 323-337.
- Peart, D. R. 1989. Species interactions in a successional grassland. I. Seed rain and seedling recruitment. **Journal of Ecology** 77: 236-251.
- Posada, J. M.; Aide, T. M. & Cavalier, J. 2000. Cattle and weedy shrubs as restoration tools of tropical montane rainforest. **Restoration Ecology** 8 (4): 370-379.
- Quer, P.F. 1985. **Diccionario de botánica**. Barcelona. Labor.
- Quintana-Ascencio, P. F.; González-Espinoza, M.; Ramírez-Marcial, N.; Domínguez-Vazquez, G. & Martínez-Icó, M. 1996. Soil seed banks and regeneration of tropical rain Forest from milpa fields at the Selva Lacadona, Chiapas, Mexico. **Biotropica** 28 (2): 192-209.
- Reiners, W. A.; Bouwman, A. F.; Parsons, W. F. J. & Keller, M. 1994. Tropical rain Forest conversion to pasture: changes in vegetation and soil properties. **Ecological Applications** 4(2): 363-377.
- Saulei, S. M. & Swaine, M. D. 1988. Rain forest seed dynamics during succession at Gogol, Papua New Guinea. **Journal of Ecology** 76: 1133-1152.
- Sinnett, D.; Poole, J. & Hutchings, T. R. 2006. The efficacy of a three techniques to alleviate soil compaction at a restored sand and gravel quarry. **Soil use and Management** 22: 362-371.
- Sinnett, D.; Poole, J. & Hutchings, T. R. 2008. A comparison of cultivation techniques for successful tree establishment on compacted soil. **Forestry** 81 (5): 663-679.

- Somarriba, E. 1985. Arboles de guayaba (*Psidium guajava* L.) em pastizales. II consumo de fruta y dispersion de semillas. **Turrialba** 35 (4): 329-332.
- Somarriba, E. & Beer, J. 1985. Arboles de guayaba (*Psidium guajava* L.) em pastizales. III produccion de leña. **Turrialba** 35 (4): 333-338.
- Souza, M. C. de & Monteiro, R. 2005. Levantamento florístico em remanescente de floresta ripária no alto rio Paraná: Mata do Araldo, Porto Rico, Paraná, Brasil. **Acta Scientiarum. Biological Sciences** 27 (4): 405-414.
- Stasoft, Inc. 2005. **STATISTICA for Windows** [Data analysis software system] version 7.1. Oklahoma. Tulsa.
- Tabarelli, M.; Villani, J. P. & Mantovani, W. 1993. Aspectos da sucessão secundária em trecho da floresta atlântica no Parque Estadual da Serra do Mar, SP. **Revista do Instituto Florestal** 5 (1): 99-112.
- Uhl, C. 1987. Factors controlling succession following slash-and-burn agriculture in Amazonia. **Journal of Ecology** 75: 377-407.
- Uhl, C. & Clark, K. 1983. Seed ecology of selected amazon basin successional species. **Botanical Gazette** 144 (3): 419-425.
- Uhl, C.; Buschbacher, R. & Serrão, E. A. S. 1988. Abandoned pastures in eastern Amazonia. I. Patterns of plant succession. **Journal of Ecology** 76: 663-681.
- Whitmore, T. C. 1983. Secondary succession from seed in tropical rain forests. **Forestry abstracts** 44 (12): 767-779.
- Whitmore, T. C. 1992. **An introduction to tropical rain forests**. Oxford. Clarendon Press.
- Van Der Valk, A. G. & Pederson, R. L. 1989. Seed banks and the management and restoration of natural vegetation. Pp. 329-363. In: Leck, M. A.; Parker, V. T. & Simpson, R. L (eds.). **Ecology of soil seed banks**. San Diego. Academic Press.
- Vázquez-Yanes, C. & Orozco-Segovia, A. 1993. Patterns of seed longevity and germination in the tropical rainforest. **Annual Reviews of Ecological Systems** 24: 69-87.
- Young, K. R.; Ewell, J. J. & Brown, B. J. 1987. Seed dynamics during forest succession in Costa Rica. **Vegetatio** 71 (3): 157-173.
- Zampar, R. 2009. **Heterogeneidade na sucessão secundária da vegetação na APA das Ilhas e Várzeas do Rio Paraná**. Exame Geral de Qualificação (Mestrado). Universidade Estadual de Maringá. Maringá.
- Zar, J.H. 1999. **Biostatistical Analysis**. 4ed. New Jersey. Prentice Hall.
- Zahawi, R. A. & Augspurger, C. K. 1999. Early plant succession in abandoned pastures in Ecuador. **Biotropica** 31 (4): 540-552.

- Zimmerman, J. K.; Pascarella, J. B. & Aide, T. M. 2000. Barriers to forest regeneration in an abandoned pasture in Puerto Rico. **Restoration Ecology** 8 (4): 350-360.
- Zviejkovski, I. P. 2008. **Sucessão em uma pastagem tropical abandonada: mudanças estruturais e estimativa de recuperação florestal**. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais)-Universidade Estadual de Maringá, Maringá.