

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BOTÂNICA**

**BANCO E CHUVA DE SEMENTES
EM UMA FLORESTA ESTACIONAL
NO SUL DO BRASIL**

Caroline Scherer

Porto Alegre

2004

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BOTÂNICA

BANCO E CHUVA DE SEMENTES
EM UMA FLORESTA ESTACIONAL
NO SUL DO BRASIL

Caroline Scherer

Orientador: Prof. Dr. João André Jarenkow

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Botânica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Botânica.

Porto Alegre

2004

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, João André Jarenkow, pela paciência, ensinamentos e confiança e, sobretudo, pela amizade.

Aos professores e funcionários do Instituto de Biociências/UFRGS e do Programa de Pós-Graduação em Botânica.

Ao DUC/DEFAP/SEMA-RS e aos funcionários do Parque Estadual de Itapuã, em especial ao Seu Argílio, motorista do Parque e Seu Jairo, ajudante de campo.

Ao Departamento de Solos da Faculdade de Agronomia/UFRGS, pela possibilidade de utilizar as instalações da casa de vegetação, em especial ao Seu Zé, pela ajuda e molhando as “plantinhas” em momentos importantes...

Ao CNPq, pela bolsa concedida durante um ano. A Fundação O Boticário de Proteção a Natureza, pelo apoio ao projeto.

Ao especialista Marcos Sobral pelas identificações de algumas plântulas. A Manuela Boleman Wiesbauer pela ajuda na identificação de alguns propágulos.

Ao professor Valério De Patta Pillar pela cedência do aplicativo MULTIV e do Laboratório de Ecologia Quantitativa. A Sandra Cristina Müller, pelo auxílio durante as análises.

Agradecimentos especiais aos meus amigos Bianca Mastrantonio e Demétrius Martins, que me ajudaram e muito, em momentos não muito agradáveis...

Aos grandes amigos Élen Garcia, Fernando Rocha, Cláudia Giongo e Martin Molz, pelos bons momentos.

Aos colegas do pós, em especial a Raquel Lüdtkke, pela amizade e ajuda no início do trabalho. Aos colegas e amigos de campo, em especial a Jair Kray.

A minha família, pelo apoio mesmo de longe, entendendo minhas ausências e sempre torcendo para tudo dar certo.

Aos amigos da CEFAV, em especial, ao Chris pelo carinho, ajuda e compreensão (em todos os momentos...), e a Carmela (colega de quarto) por compartilhar minhas bagunças e meus papéis.

Enfim, a todos que contribuíram das mais variadas maneiras e em diferentes momentos, para que este trabalho tenha sido possível.

SUMÁRIO

Introdução.....	5
Material e métodos.....	9
1. Área de estudo.....	9
1.1 Localização.....	9
1.2 Geologia, geomorfologia e solos.....	10
1.3 Clima.....	10
1.4 Vegetação.....	11
2. Banco de sementes do solo.....	12
2.1 Amostragem.....	12
2.2 Instalação do experimento.....	13
2.3 Procedimento analítico.....	14
2.3.1 Parâmetros fitossociológicos, estimativa da diversidade e similaridade.....	14
2.3.2 Categorias sucessionais e síndromes de dispersão.....	14
2.3.3 Análise estatística.....	14
3. Chuva de sementes.....	15
3.1 Amostragem.....	15
3.2 Triagem e identificação do material.....	16
3.3 Procedimento analítico.....	16
Referências bibliográficas.....	17
Artigo 1 – Banco de sementes do solo em uma floresta estacional no Rio Grande do Sul.....	23
Artigo 2. – Chuva de sementes em uma floresta estacional no Rio Grande do Sul.....	54
Considerações finais.....	77

INTRODUÇÃO

Os danos causados pelo processo de colonização no Rio Grande do Sul, através do crescimento populacional, da ocupação das terras em sucessivos ciclos econômicos e da implantação de monoculturas, ocasionaram uma drástica redução da área coberta por florestas nativas, além do desaparecimento de banhados, campos, lagoas e outros ecossistemas naturais. Atualmente estes ecossistemas se encontram representados por pequenas áreas, limitando-se muitas vezes a locais de difícil acesso (Veloso & Góes-Filho 1982, Rio Grande do Sul 1997). Devido a isso, há uma necessidade de direcionar estudos voltados ao conhecimento da dinâmica dos ecossistemas, principalmente quanto à regeneração natural, a fim de se obter subsídios para preservar e até mesmo reconstituir áreas impactadas.

O conhecimento da biologia de populações vegetais é de fundamental importância para o manejo da vegetação. Tratando-se de organismos que possuem estádios diversos em seus ciclos de vida, o estudo de populações de plantas é metodologicamente difícil, devido à ampla variedade de níveis de abordagens necessárias para o desenvolvimento das pesquisas (Hutchings 1986).

A floresta é um mosaico composto de manchas de distintas fases ou estádios sucessionais, colonizada por diferentes grupos de espécies (Richards 1979, Martínez-Ramos *et al.* 1989, Whitmore 1989), podendo estas manchas ser interpretadas tanto como fases de um ciclo de crescimento ou de regeneração da floresta (Whitmore 1982), quando entendidas como diferentes estádios do processo de sucessão. O processo sucessional é um sistema dinâmico e contínuo afetado por vários fatores que determinam a estrutura das comunidades (Alvarez-Buylla & Garcia-Barrios 1991). Isto se dá principalmente como consequência de perturbações naturais ocasionadas pela queda ou quebra de árvores do dossel, que levam ao surgimento de clareiras, formando manchas de diferentes tamanhos e idades (Putz 1983, Alvarez-Buylla & Martínez-Ramos 1990, Alvarez-Buylla & García-Barrios 1991). Alterações que causam diferentes condições ambientais, tanto bióticas como abióticas, resultam no aparecimento de condições diferentes dentro da floresta (Gandolfi *et al.* 1995). Portanto, existe a necessidade de investigar os fatores que determinam a chegada e a sobrevivência de propágulos até o estabelecimento de indivíduos nestes locais.

Por muito tempo a ecologia vegetal tem dado ênfase ao estudo de fenômenos que ocorrem sobre a superfície do solo, dispensando menor atenção aos processos e espécies existentes no solo (Grime 1989). A avaliação do banco de sementes é um aspecto importante no estudo da regeneração natural e da sucessão, visto ser uma ferramenta que permite o

melhor conhecimento do manejo de populações de plantas em áreas perturbadas, sucessão secundária ou cicatrização de clareiras (Nunes 1996) e para isto se faz necessário conhecer a biologia das sementes.

A semente é um estágio dormente no ciclo de vida do vegetal, capaz de sobreviver a condições adversas, sob baixos níveis de atividade metabólica, apresentando como importante propriedade demográfica a capacidade de permanecer dormente e viável no solo. Aparentemente a dormência evoluiu como um mecanismo de sobrevivência da espécie para determinadas condições climáticas (Popinigis 1985). A vantagem ecológica da dormência está em reduzir a probabilidade das sementes germinarem durante um período do ano com condições inadequadas ao desenvolvimento vegetativo, habilitando a espécie a sincronizar sua germinação e crescimento com a estação do ano na qual as condições ambientais são mais favoráveis, constituindo-se como um eficiente mecanismo de sobrevivência (Maia 2002).

O estoque de sementes dormentes no solo até as camadas mais profundas constitui o banco de sementes em uma dada área e em um dado momento (Thompson & Grime 1979, Bigwood & Inouye 1988, Garwood 1989). Cook (1980) postula que há um grande número de sementes dormentes no solo e sua composição depende da história da cobertura vegetal e da idade deste estoque. Trata-se de um depósito de elevada densidade de sementes de muitas espécies em estado de latência, armazenando principalmente espécies pioneiras (Hall & Swaine 1980, Fenner 1985, Garwood 1989, Dalling *et al.* 1998). O número de sementes viáveis no solo diminui com a redução na frequência de distúrbios e o aumento da permanência das espécies que constituem a cobertura vegetal (Garwood 1989).

Conforme Harper (1977), o banco de sementes é considerado um sistema dinâmico, onde o estoque acumulado é variável de acordo com os balanços de entradas e saídas. A fonte de sementes do banco, dentro deste sistema, é pela chuva de sementes, sobre a qual atuam mecanismos de dispersão. Dentro de um ecossistema florestal, segundo Martínez-Ramos & Soto-Castro (1993), há o predomínio de dispersão local proveniente da liberação direta de sementes de frutos, enriquecida com a dispersão de propágulos de áreas vizinhas e mesmo de áreas mais distantes. A contribuição destas diferentes fontes de propágulos determina a estrutura da comunidade florestal.

As saídas do banco de sementes, por sua vez, pode ocorrer por respostas fisiológicas, geneticamente controladas, ligadas a estímulos ambientais, tais como luz, temperatura e umidade, que induzem a germinação, como também por outros processos bióticos e abióticos, que ocasionam a saída das sementes, como predação, contaminação por patógenos e devido a senescência natural (Harper 1977), com conseqüente diminuição na densidade do banco.

O estoque de sementes está formado por indivíduos de espécies presentes na área, de etapas sucessionais anteriores e por aquelas que nunca estiveram presentes na área, mas que formam parte do banco devido a sua capacidade de dispersão (Guevara-Sada & Gomez-Pompa 1976). Por conter genótipos de plantas que não se encontram presentes na área, o banco de sementes tem sido considerado como memória vegetal (Cavers 1995), representando a história da vegetação.

A maioria das espécies presentes no solo são características de estádios iniciais da sucessão, seguidas das espécies dominantes de fases mais avançadas. As espécies pioneiras permanecem dormentes, prontas para iniciarem uma nova sucessão se algum distúrbio desestabilizar o sistema maduro (Harper 1977). De acordo com Moore (1980), o banco de sementes do solo usualmente contém uma alta proporção de espécies de início de sucessão (seleção r), que permanecem por longo tempo viáveis como parte de suas estratégias oportunistas. Espécies de sucessão tardia (seleção k) não possuem vantagem em tal persistência e, conseqüentemente, sempre necessitam invadir locais com novos propágulos, logo em seguida à ocorrência de algum distúrbio.

A chuva de sementes representa o potencial de estabelecimento da população de plantas em um determinado hábitat. Seu potencial efetivo depende da distância e da concentração de fontes produtoras de propágulos, dos atributos de dispersão apresentada pelos propágulos e da atividade dos agentes de dispersão (Harper 1977). O período de dispersão relaciona-se diretamente com a fenologia das espécies, determinando heterogeneidade sazonal no fluxo de propágulos durante o ano e entre anos. A época de amadurecimento dos frutos coincide com os períodos que proporcionam as melhores condições para o sucesso da dispersão e o estabelecimento de plântulas (Rathcke & Lacey 1985).

A sazonalidade dos processos fenológicos é desencadeada por um conjunto de variáveis de origem tanto endógena (como hormônios vegetais) quanto exógena (como estresse hídrico, fotoperíodo, temperatura, fogo, entre outros). Em relação à dispersão, vários caracteres fisiológicos e ecológicos estão interligados, sendo que, os processos de dispersão incluem transporte pelo vento (anemocoria), animais (zoocoria), água (hidrocoria) ou é feita por mecanismos da própria planta (autocoria) (Van der Pijl 1972, Hall & Swaine 1980).

O conhecimento da fenologia das espécies é de grande importância na compreensão da dinâmica complexa dos ecossistemas florestais, fornecendo informações básicas para o estudo de populações e de aspectos das comunidades (Penhalber & Mantovani 1997), bem como para estudos de interação animal-planta, relacionados com polinização, dispersão e predação de sementes. A observação sistemática da fenologia das plantas fornece informações sobre o

estabelecimento de espécies, o período de crescimento e de reprodução e a disponibilidade de recursos alimentares (Morellato & Leitão-Filho 1992). Major & Pyott (1966) atribuem às sementes e as suas características de dispersão, o papel básico na constituição da estrutura fitossociológica da comunidade vegetal.

O banco e a chuva de sementes estão entre os principais mecanismos que favorecem a regeneração da maioria das populações vegetais (Guevara-Sada & Gomez-Pompa 1972, Uhl *et al.* 1981, Hopkins & Graham 1983), permitindo assim, avaliar o estabelecimento das espécies arbóreas após perturbações (Putz & Appanah 1987). O banco de plântulas, os brotos de reprodução vegetativa e o rebrotamento de indivíduos adultos, também podem contribuir na recolonização de ambientes alterados (Garwood 1989).

O potencial de estabelecimento de uma população em um hábitat é controlado principalmente pelo fluxo de propágulos (Piña-Rodrigues *et al.* 1990). A dispersão de sementes para uma área degradada é essencial para sua regeneração, uma vez que o banco de sementes do solo sofre rápida diminuição na sua abundância e riqueza de espécies devido à curta viabilidade de algumas espécies (Garwood 1989). Existe uma forte relação entre a distância de fragmentos florestais e a abundância e riqueza de espécies da chuva de sementes, implicando na sua diminuição à medida que aumentam as distâncias entre os fragmentos florestais (Cubiña & Aide 2001).

A composição do banco e da chuva de sementes de uma determinada área apresentam variações temporais e espaciais, cujos resultados obtidos para períodos distintos de amostragem podem apresentar diferenças, mesmo no decorrer de um único ano, pois existem sementes que podem ser incluídas ou excluídas, de acordo com a data de coleta (Garwood 1989). Observa-se um decréscimo do número de sementes no solo com o tempo transcorrido, devido tanto à perda de viabilidade, como a alta taxa de predação no solo. Também há indicações de que a densidade de sementes viáveis tende a declinar, com o avanço nos estádios sucessionais da área (Thompson 1978).

Nas regiões de clima temperado, há muito tempo é conhecido que as sementes se acumulam no solo, permanecendo dormentes por longos períodos. Pesquisas sobre o banco de sementes nestas regiões foram extensivamente realizadas em florestas de coníferas, em florestas temperadas decíduas, em campos, em desertos, em terras agricultáveis e em pastagens (Leck *et al.* 1989).

Nos trópicos, o estudo do banco de sementes no solo é mais recente. Até o início da década de 70 do século passado havia poucos trabalhos desenvolvidos, quando dois estudos importantes (Gomez-Pompa *et al.* 1972, Guevara-Sada & Gomez-Pompa 1972), indicaram em

florestas de Veracruz, no México, que havia um número elevado de sementes no solo. Os autores apontaram para a fragilidade do ecossistema estudado, visto que a restauração da floresta climática frente à devastação de áreas extensas poderia não acontecer, dada a escassez de fontes de sementes de plantas de espécies primárias. Estes estudos serviram como base para a maioria dos trabalhos posteriores, que se desenvolveram continuamente, desde então.

No Brasil, recentemente alguns estudos têm se preocupado em quantificar o banco e a chuva de sementes em florestas, sendo conhecidos os trabalhos de Daniel & Jankauskis (1989), Roizman (1993), Caldato *et al.* (1996), Baider *et al.* (1999, 2001), Penhalber & Mantovani (1997), Araujo *et al.* (2001) e Grombone-Guaratini & Rodrigues (2002).

No Rio Grande do Sul, atualmente não existem registros de trabalhos publicados referente ao estudo de banco de sementes do solo e chuva de sementes em áreas florestais. Assim sendo, através do presente trabalho, visa-se contribuir para o conhecimento da dinâmica dos ecossistemas florestais, através da análise da composição e da distribuição de espécies arbóreas no banco e na chuva de sementes em uma área de floresta estacional no Parque Estadual de Itapuã, em Viamão.

O presente trabalho teve por objetivo a determinação do estoque de sementes no solo (banco de sementes) e a incorporação (chuva de sementes) de espécies arbóreas, assim como a relação de tais resultados com o componente arbóreo presente em uma área de floresta estacional no Parque Estadual de Itapuã (RS). Estes dados serão fundamentais para fins de manejo e o restabelecimento da vegetação em ambientes florestais, que sofreram ou que venham a sofrer algum tipo de distúrbio, com vistas ao melhor conhecimento dos processos locais de regeneração.

MATERIAL E MÉTODOS

1 ÁREA DE ESTUDO

1.1 Localização

A área de estudo localiza-se no Parque Estadual de Itapuã, no distrito de Itapuã, no município de Viamão, no Rio Grande do Sul. O Parque abrange 5.566 ha, distribuídos entre sistemas aquáticos e terrestres, em áreas planas e sobre morros, com altitudes que variam de cinco a 263 m.s.m. Situa-se às margens da laguna dos Patos e do lago Guaíba, entre as

coordenadas 30°20' a 30°27' S e 50°55' a 51°05' W, distante 57 km de Porto Alegre (Bueno & Martins-Mazzitelli 1996, Rio Grande do Sul 1997).

1.2 Geologia, geomorfologia e solos

A área de estudo está sobre o Cinturão Móvel Dom Feliciano com Intrusões Graníticas, província orogênica que corresponde aos terrenos pré-cambriânicos mais orientais do Planalto Sul-Rio-Grandense, que se prolongam até o Uruguai (Kaul 1990) e parte sobre a Planície Costeira.

A Planície Costeira apresenta um domínio morfoestrutural dos depósitos de sedimentos arenosos e areno-argilosos, predominantemente quaternários que, no caso de Itapuã, são depósitos litorâneos (Herrmann & Rosa 1990), representados por relevos com extensas superfícies planas ou levemente onduladas, a qual, no extremo leste do Parque, estão associados os grandes banhados em fase de colmatação, que avançam até o limite das praias arenosas lacustres (Rio Grande do Sul 1997). As formas do Escudo Cristalino Sul-Rio-Grandense, o qual faz parte do domínio geológico dos Terrenos Pré-Cambrianos (Kaul 1990), correspondendo à Unidade de Relevo Planalto Sul-Rio-Grandense, pertencente ao Domínio Morfoestrutural de Embasamentos em Estilos Complexos, que compreende a faixa granítico-magmática (Soliani *et al.* 2000), representada por coxilhas e morros.

Os principais grupos de solos que ocorrem na área do parque são oriundos da intemperização do granito. Em menor escala, aparecem solos derivados de sedimentos arenosos, nas zonas de praias e nas áreas inundáveis, dando-lhes condições bastante variadas quanto à fertilidade e drenagem (Rio Grande do Sul 1997). A principal classe de solos é a dos Podzólicos Vermelho-Amarelos distróficos de textura média/argilosa (Ker *et al.* 1986). A classe dos Podzólicos Vermelho-Amarelo, caracteriza-se por solos minerais, não hidromórficos e com profundidade variável (50-200 cm). Estes ocorrem em áreas de relevo suavemente ondulado até fortemente ondulado, caracterizando principalmente áreas de floresta estacional semidecídua (Moser 1990). Conforme Kray (2004) o solo da área de estudo apresenta textura média, com pH muito baixo, e também teor médio de matéria orgânica, constituindo um solo distrófico que não apresenta caráter álico e com baixa fertilidade.

1.3 Clima

O clima da região onde se localiza o Parque Estadual de Itapuã é subtropical úmido, do tipo Cfa conforme a classificação de Köppen, com temperatura média anual de 17,5 °C, sendo a temperatura média do mês mais quente de 24,6 °C, e a temperatura média do mês

mais frio de 13,8 °C. A precipitação média anual é de 1.322 mm, com as chuvas bem distribuídas durante o ano, sem período de estiagem (Moreno, 1961). O vento predominante na área é o nordeste, tendo ainda atuação marcante o Minuano (Rio Grande do Sul 1997).

1.4 Vegetação

Nas florestas da região de Porto Alegre, à semelhança do restante do Estado, a tropicalidade manifesta-se pela presença de um número relativamente elevado de espécies e gêneros, o que levou Rambo (1951, 1961) a apontar a Mata Atlântica, pelo leste, e a Mata dos Rios Paraná-Uruguai, pelo oeste, como os dois principais corredores de imigração de espécies tropicais que se estendem até o Rio Grande do Sul. O corredor oeste contribui com grande número de espécies arbóreas nos morros de Porto Alegre (Rambo 1961, Aguiar *et al.* 1986, Brack *et al.* 1998), bem como em florestas estacionais na encosta oriental do escudo Sul-Rio-Grandense (Souza 2001, Jurinitz & Jarenkow 2003).

A cobertura vegetal na região em que se insere o parque apresenta-se bastante diversificada em função do substrato, registrando-se restingas arenosas na Planície Costeira e, nos morros graníticos, formações bastante distintas, nas quais ocorrem, de modo geral, florestas e campos, com grande diversidade de tipos florístico-fisionômicos. A área é uma das poucas onde ainda estão representadas e preservadas as diversas formações vegetais que outrora ocorriam na orla do Lago Guaíba e nos morros graníticos de Porto Alegre, e hoje são raras, devido à expansão urbana. A região da Grande Porto Alegre, na qual se encontra o Parque Estadual de Itapuã, é condicionada por fatores ecológicos especiais, o que Veloso & Góes-Filho (1982) denominam “área de tensão ecológica”. Estas áreas são constituídas pelo encontro de duas ou mais regiões fitoecológicas, neste caso a savana e a floresta estacional, sendo que a flora consiste da interpenetração de suas vegetações, não sendo possível, em geral, a individualização de cada uma delas. Rambo (1954) já considerava a região de Porto Alegre como uma paisagem mista, onde se encontravam espécies de outras regiões naturais.

Os morros no Parque de Itapuã apresentam a mesma fisionomia dos demais morros adjacentes a Porto Alegre. As rochas de formação granítica geralmente proporcionam condições de solos mais rasos nos topos dos morros, onde tipicamente ocorrem as formações campestres e/ou arbustivas e, nas encostas e vales, ficam distribuídas as florestas (Brack *et al.* 1998). As condições de relevo nos fundos de vales ou encostas com exposição sul dos morros permitem uma maior umidade relativa do ar, além de fatores como a maior profundidade dos solos e a maior capacidade de armazenamento de água, proporcionam condições mais

adequadas para o crescimento de uma vegetação de maior porte e de maior riqueza florística (Rio Grande do Sul 1997, Brack *et al.* 1998).

Na área de estudo, o componente arbóreo é de porte não muito elevado (chegando a 16 m de altura), devido aos afloramentos rochosos e solos rasos. Pode-se mencionar para a área espécies estruturalmente importantes como: *Guapira opposita*, *Trichilia clausenii*, *Eugenia rostrifolia*, *Garcinia gardneriana*, *Roupala brasiliensis*, entre outras (Kray & Jarenkow 2003, Kray 2004). Espécies arbóreas características da restinga litorânea são comuns principalmente na borda da floresta, como *Sideroxylum obtusifolium*, *Erythroxylum argentinum* e *Cereus hildmannianus*. O componente regenerante arbóreo-arbustivo constituiu-se predominantemente por cinco espécies: *Gymnanthes concolor*, *Guapira opposita*, *Faramea marginata*, *Sorocea bonplandii* e *Ocotea indecora*, sendo a primeira, a terceira e a quarta, típicas da submata (Oliveira-Neves 2003).

As espécies da sinúsia arbustiva apresentam baixa riqueza, destacando-se *Psychotria leiocarpa*, *Pavonia sepium* e *Justicia brasiliana* (Oliveira-Neves 2003). O componente herbáceo mostra-se ralo, de forma esparsa e com riqueza específica baixa, sendo dominado por pteridófitas (*Pteris brasiliensis*, *Antigramma brasiliensis*, *Doryopteris multipartita* e *Asplenium sellowianum*) e gramíneas, como *Olyra humilis* e *Pharus lappulaceus* (Palma & Jarenkow 2003). As trepadeiras não são muito abundantes na área, *Macfadyena unguiscati*, *Passiflora elegans*, *Dioscorea* sp., *Micania* spp., entre outras. As espécies da sinúsia epifítica igualmente não são muito abundantes, destacam-se *Lepismium cruciforme*, *Microgramma squamulosa*, *Oncidium flexuosum*, *Rhpsalis teres*, *Tillandsia aëranthos*, *T. usneoides*, *Vriesea gigantea*, *Peperomia* spp., entre outras.

2 BANCO DE SEMENTES DO SOLO

2.1 Amostragem

A amostragem do banco de sementes do solo (BSS) na área da floresta estacional no Parque Estadual de Itapuã foi realizada em duas épocas distintas: uma no final do inverno (setembro 2002, BSS 1) e a outra no final do verão (março 2003, BSS 2), utilizou-se os mesmos procedimentos para ambas as épocas. A amostragem foi baseada em estudos desenvolvidos no Brasil (Daniel & Jankauskis 1989, Roizman 1993, Caldato *et al.* 1996, Baidar *et al.* 1999, 2001, Grombone-Guaratini & Rodrigues 2002).

As coletas das amostras de solo foram feitas em uma parcela permanente de 0,5 ha, constituída de 50 unidades amostrais de 10 m de lado (100 m²). Em cada uma das 50 unidades

amostrais foram marcados dois pontos, nos quais coletaram-se a serapilheira e o solo, com um amostrador de metal (20 cm de diâmetro e 5 cm de altura).

Inicialmente retirou-se a camada de serapilheira, seguida da amostra de solo entre a superfície e 5 cm de profundidade e, em seguida, outra amostra de solo entre 5 cm e 10 cm de profundidade. A serapilheira e as amostras de solo tomadas em cada unidade amostral e na mesma profundidade foram misturadas e acondicionadas em sacos plásticos, rotulados e transportados para o local da instalação do experimento.

2.2 Instalação do experimento

Das 50 coletas de solo, de cada profundidade, dispôs-se sobre duas bandejas, uma camada de cerca de 2 cm, sobre uma base de vermiculita, e colocadas a germinar em tratamentos distintos: sob incidência de luz natural e com recobrimento de sombrite (50%), ambas em casa de vegetação. Efetuou-se o mesmo procedimento para a camada de serapilheira. Em cada tratamento foram colocadas quatro bandejas contendo areia, como controle de contaminação. As bandejas foram regadas quando necessário, de modo a manter as condições do solo adequadas à germinação.

O método utilizado para quantificação das sementes de espécies arbóreas no solo foi o de emergência de plântulas ou germinação (Gross 1990, Brown 1992). A germinação foi acompanhada semanalmente durante cinco meses, retirando-se das bandejas os indivíduos de espécies conhecidas, tendo cuidado para não remover o solo. Os indivíduos jovens, cujas identificações permanecessem duvidosas, foram transplantados para recipientes maiores, até desenvolverem-se a ponto de possibilitar o seu reconhecimento. Ao final do quinto mês todos os indivíduos presentes nas bandejas foram retirados e/ou transplantados, e o solo foi revolvido para promover a germinação de sementes que eventualmente tivessem ficado sem condições de desenvolvimento. Após o revolvimento, o experimento foi acompanhado por mais um mês. Os indivíduos recrutados na serapilheira foram somados com aqueles recrutados entre a superfície e 5 cm. O experimento foi instalado na casa de vegetação, do Departamento de Solos, da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

As plântulas que germinaram, a partir do banco de sementes do solo, foram registradas e sua identificação foi feita por consulta à bibliografia específica, por comparação ao material de herbário e com auxílio de especialista. A delimitação de famílias seguiu as sugestões de APG II (2003), nas quais foram incluídas as espécies determinadas. Os nomes de autores das espécies estão de acordo com Brummit & Powell (1992).

O material testemunho de cada espécie foi herborizado, seguindo as recomendações de Fidalgo & Bononi (1984), sendo as exsicatas incorporadas ao Herbário do Departamento de Botânica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (ICN).

2.3 Procedimento analítico

2.3.1 Parâmetros fitossociológicos, estimativa da diversidade e similaridade

Nas análises fitossociológicas foram empregados os parâmetros de densidade relativa, freqüências relativa e absoluta e o valor de importância, segundo Mueller-Dombois & Ellenberg (1974), assim como a diversidade específica pelo índice de Shannon (H'), e a equabilidade pelo índice de Pielou (J') (Magurran 1988). Além disso, foram calculadas as similaridades florísticas, pelo índice de Jaccard (IS_j) (Mueller-Dombois & Ellenberg 1974), entre as duas épocas de coleta do banco de sementes do solo e o componente arbóreo estabelecido na área de estudo, a partir do levantamento de indivíduos com diâmetro a altura do peito igual ou superior a 5 cm ($DAP \geq 5\text{cm}$) (Kray 2004).

2.3.2 Estratégias de regeneração e síndromes de dispersão

As espécies arbóreas que germinaram nas amostras do banco de sementes foram classificadas em relação às suas estratégias de regeneração, seguindo a terminologia discutida por Hartshorn (1980), Clark & Clark (1987) e Piña-Rodrigues *et al.* (1990). Para tanto, as espécies foram classificadas como intolerantes à sombra e tolerantes à sombra. As intolerantes à sombra incluem espécies que requerem clareiras para sua germinação e seu estabelecimento, também denominadas de pioneiras, enquanto as tolerantes à sombra incluem espécies que não dependem de clareiras para germinar e crescer, sendo denominadas como secundárias/climácicas.

Na caracterização das síndromes de dispersão de diásporos, adotaram-se três categorias: espécies anemocóricas (com mecanismos de facilitação da dispersão pelo vento), autocóricas (as que se autodispersam) e zoocóricas (com adaptações para a dispersão por animais), segundo definições de Van der Pijl (1972).

2.3.3 Análise estatística

Com a finalidade de buscar relações entre os tratamentos (incidência de luz natural e recobrimento com sombrite 50%) e entre as profundidades (superfície a 5 cm e 5 cm a 10 cm), foi realizada análise exploratória dos dados, no software MULTIV 2.1.1 (Pillar 2001). Os dados foram reunidos em uma matriz de freqüência de indivíduos, recrutados em cada

amostra de solo, conforme tratamento e profundidade, distinguindo-se as espécies, que foram consideradas como sendo as variáveis.

No software MULTIV 2.1.1 (Pillar 2001), aplicou-se o teste de aleatorização ou análise de variância, buscando verificar se a probabilidade gerada é ou não significativa. O teste de aleatorização é um tipo de teste de hipótese onde a probabilidade é gerada a partir dos próprios dados, considerando as condições estabelecidas pela hipótese nula (H_0) estipulada.

Anteriormente a estas análises, utilizou-se nenhuma transformação de dados e a medida de semelhança adotada foi distância de corda, que faz a normalização entre as unidades amostrais. O critério utilizado no teste de aleatorização foi a soma de quadrados, que verifica a dispersão do grupo, agrupando as unidades amostrais que produzem mínimo aumento na soma de quadrados (Podani 1994). A significância (relação) dos grupos é avaliada com base na soma de quadrados, através da geração de uma probabilidade que, se a probabilidade gerada for menor ou igual ao alfa (α) estabelecido $P(Q_{bNull} \leq Q_b)$, rejeita-se a H_0 e aceita-se a hipótese alternativa $P(Q_{bNull} > Q_b)$ e, se a probabilidade gerada for maior ao α estabelecido, aceita-se a H_0 . Neste caso, a H_0 testada é de que os grupos não diferem, com um limiar de probabilidade α adotado de 5% (0,05). Este procedimento foi realizado cerca de mil vezes (iterações).

Foram feitos dois testes para cada época de coleta (setembro 2002 e março 2003). O primeiro teste (teste 1) visou avaliar a relação da frequência de indivíduos das espécies recrutadas com os tratamentos usados, formando-se dois grupos (incidência de luz natural e recobrimento com sombrite 50%). O segundo (teste 2), a relação da frequência de indivíduos das espécies recrutadas com as profundidades, igualmente formando-se dois grupos (superfície a 5 cm e 5 cm a 10 cm).

3 CHUVA DE SEMENTES

3.1 Amostragem

Para a determinação da chuva de sementes foram instalados 30 coletores na área. O coletor consistiu de uma armação de madeira de 0,5 m x 0,5 m (0,25 m²), com proteção lateral de 5 cm de altura e o fundo revestido com tela de náilon com malha de 1 mm. Os coletores foram colocados a 10 cm de altura do solo e dispostos sistematicamente em uma área de um hectare (1 ha). A área total amostrada foi de 7,5 m².

O conteúdo de todos os coletores foi retirado mensalmente, durante o período de um ano (dezembro 2002 a novembro 2003). O material retirado foi embalado em sacos de papel e transportados ao laboratório.

3.2 Triagem e identificação do material

No laboratório o material foi triado com auxílio de lupa, sendo separado em duas frações:

- Sementes e/ou frutos com sementes viáveis;
- Restante do material coletado.

As unidades de dispersão encontradas nos coletores das diferentes espécies podem estar representadas por uma semente, um fruto ou um conjunto de frutos. Por este motivo, o termo genérico a ser empregado para designar a estrutura germinativa encontrada nos coletores foi propágulo ou diásporo (Willson 1993, Penhalber & Mantovani 1997, Grombone-Guaratini & Rodrigues 2002). Na análise dos propágulos foram incluídos somente aqueles de espécies arbóreas e aparentemente viáveis encontrados nos coletores. Frutos imaturos foram considerados abortados e descartados da contagem, por não serem efetivos no aumento da população.

Os propágulos encontrados, a partir da chuva de sementes, foram registrados e sua identificação foi feita por comparações com material botânico do Herbário ICN do Departamento de Botânica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, com material fértil coletado de espécies na área de estudo ou por consulta à bibliografia específica. A delimitação de famílias seguiu as sugestões de APG II (2003), nas quais foram incluídas as espécies determinadas. Os nomes de autores das espécies estão de acordo com Brummit & Powell (1992).

3.3 Procedimento analítico

Para os dados encontrados no estudo da chuva de sementes, estimaram-se os mesmos parâmetros fitossociológicos descritos para o estudo do banco de sementes do solo, mais a densidade absoluta. Igualmente estimou-se a diversidade específica pelo índice de Shannon (H'), e a equabilidade pelo índice de Pielou (J'). Foram calculadas as similaridades florísticas, pelo índice de Jaccard (IS_J), entre a chuva de sementes e as duas épocas de coleta do banco de sementes do solo e também, com o componente arbóreo estabelecido no remanescente determinado a partir do levantamento onde foram incluídas todas as espécies arbóreas com diâmetro à altura do peito, a partir de 5 cm (Kray 2004).

Os propágulos das espécies arbóreas amostradas nos coletores para o estudo da chuva de sementes foram classificados em relação às suas estratégias de regeneração, como também, caracterizadas por síndrome de dispersão. Os critérios de classificação foram os mesmos adotados para as espécies arbóreas encontradas no banco de sementes do solo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, L.W.; MARTAU, L.; BUENO, O.L.; MARIATH, J.E. & KLEIN, R.M. 1986. Estudo preliminar da flora e vegetação de morros graníticos da região da grande Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia**, Série Botânica **34**:3-38.
- ALVAREZ-BUYLLA, E.R. & MARTÍNEZ-RAMOS, M. 1990. Seed bank versus seed rain in the regeneration of a tropical pioneer tree. **Oecologia** **84**:14-325.
- ALVAREZ-BUYLLA, E.R. & GARCÍA-BARRIOS, R. 1991. Seed and forest dynamics: a theoretical framework and an example from the neotropics. **The American Naturalist** **137**:33-154.
- APG II (ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP). 2003. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for orders and families of flowering plants: APG II. **Botanical Journal of the Linnean Society** **141**:399-436.
- ARAÚJO, M.M.; OLIVEIRA, F.A.; VIEIRA, I.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. & MANTOVANI, W. 1999. O banco de sementes de um trecho de Floresta Atlântica Montana, São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Biologia** **59**:319-328.
- BAIDER, C.; TABARELLI, M. & MANTOVANI, W. 2001. The soil seed bank during Atlantic Forest regeneration in southeast Brazil. **Revista Brasileira de Biologia** **61**:35-44.
- BIGWOOD, D.W. & INOUE, D.W. 1988. Spatial pattern analysis of seed banks: an improved method and optimized sampling. **Ecology** **69**:497-507.
- BRACK, P.; RODRIGUES, R.S.; SOBRAL, M. & LEITE, S.L.C. 1998. Árvores e arbustos na vegetação natural de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia**, Série Botânica **51**:139-166.

- 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.
- BRUMMIT, R.K. & POWELL, C.E. 1992. **Authors of plant names**. The Royal Botanic Gardens, Kew.
- BUENO, O.L. & MARTINS-MAZZITELLI, S.M.A. 1996. Fitossociologia e florística da vegetação herbáceo-subarbusciva da Praia de Fora, Parque Estadual de Itapuã, Rio Grande do Sul. **Iheringia**, Série Botânica **47**:123-137.
- CALDATO, S.L.; FLOSS, P.A.; CROCE, D.M. & LONGHI, S.J. 1996. Estudos da regeneração natural, banco de semente e chuva de sementes na Reserva Genética Florestal de Caçador, SC. **Ciência Florestal** **6**:27-38.
- CAVERS, P.B. 1995. Seed banks: memory in soil. **Canadian Journal of Soil Science** **75**:11-13.
- CLARK, D.A. & CLARK, D.B. 1987. Análisis de la regeneración de árboles del dosel en bosque muy húmedo tropical: aspectos teóricos y prácticos. **Revista de Biología Tropical** **35**:41-54.
- COOK, R. 1980. The biology of seeds in the soil. In: SOLBRIG, O.T. Demography and evolution in plant populations. **Botanical Monographs** **15**:107-129.
- CUBIÑA, A. & AIDE, T.M. 2001. The effect of distance from forest edge on seed rain and soil seed bank in tropical pasture. **Biotropica** **33**:260-267.
- DALLING, J.W.; SWAINE, M.D. & GARWOOD, N.C. 1998. Dispersal patterns and seed bank dynamics of pioneer trees in moist tropical forest. **Ecology** **79**:564-578.
- DANIEL, O. & JANKAUSKIS, J. 1989. Avaliação da metodologia para o estoque de sementes do solo em floresta de terra firme na Amazônia brasileira. **Revista do Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais** **41/42**:18-36.
- FENNER, M. 1985. Soil seed banks. In: FENNER, M. (Ed.) **Seed ecology**. Chapman & Hall, New York. p.57-71.
- FIDALGO, O. & BONONI, V.L.R. (Coords.) 1984. **Técnicas de coleta, preservação e herborização de material botânico**. Manual n. 4. Instituto de Botânica, São Paulo.
- GANDOLFI, S.; LEITÃO-FILHO, H.F. & BEZERRA, C.L. 1995. Levantamento florístico e carácter sucessional das espécies arbustivo-arbóreas de uma floresta mesófila semidecídua no município de Guarulhos, SP. **Revista Brasileira de Biologia** **55**:753-767.

- GARWOOD, N.C. 1989. Tropical soil seed banks: a review. In: LECK, M.A.; PARKER, V.T. & SIMPSON, R.L. (Eds.). **Ecology of soil seed banks**. Academic Press, San Diego. p.149-209.
- GRIME, J.P. 1989. Seed banks in ecological perspective. In: LECK, M.A.; PARKER, V.T. & SIMPSON, R.L. (Eds.) **Ecology of soil seed banks**. Academic Press, San Diego. p.15-22.
- 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.
- GROSS, K.L.A. 1990. A comparison of methods for estimating seed numbers in the soil. **Journal of Ecology** **78**:1079-1093.
- GOMEZ-POMPA, A.; VAZQUEZ-YANES, C. & GUEVARA-SADA, S. 1972. The tropical rain forest: a non-renewable resource. **Science** **205**:997-999.
- GUEVARA-SADA, S. & GOMEZ-POMPA, A. 1972. Seeds from surface soils in a tropical region of Veracruz, Mexico. **Journal of the Arnold Arboretum** **53**:312-335.
- GUEVARA-SADA, S. & GOMEZ-POMPA, A. 1976. Determinacion del contenido de semillas em muestras de suelo superficial de uma selva tropical de Veracruz, Mexico. In: GOMEZ-POMPA, A.; Del AMO-RODRIGUES, S. & BUTANDA, A.C. (Eds.). **Investigaciones sobre la regeneración de las selvas altas en Veracruz, Mexico**. Ed. Alhambra: Mexico. p.202-223.
- HALL, J.B. & SWAINE, M.D. 1980. Seed stocks in Ghanaian forest soils. **Biotropica** **12**:256-263.
- HARPER, J.L. 1977. **Population biology of plants**. Academic Press, London.
- HARTSHORN, G.S. 1980. Neotropical forest dynamics. **Biotropica** **12**:23-30.
- HERRMANN, M.L.P. & ROSA, R.O. 1990. Relevé. In: MESQUITA, O.V. (Coord.). **Geografia do Brasil**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, v. 2. p.55-84.
- HOPKINS, M.S. & GRAHAM, A.W. 1983. The species composition of soil seed banks beneath lowland tropical rain forest in North Queensland, Australia. **Biotropica** **14**:62-68.
- HUTCHINGS, M.J. 1986. Plant population biology. In: MOORE, P.D. & CHAPMAN, S.B. (Eds.). **Methods on the plant ecology**. Blackwell, London. p.377-436.

- JURINITZ, C.F. & JARENKOW, J.A. 2003. Estrutura do componente arbóreo de uma floresta estacional na Serra do Sudeste, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** **26**:475-487.
- KAUL, P.F.T. 1990. Geologia. In: MESQUITA, O.V. (Coord.). **Geografia do Brasil**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, v. 2. p.29-54.
- KER, J.C.; ALMEIDA, J.A.; FASOLO, P.J. & HOCHMÜLLER, D.P. 1986. Pedologia. In: **Levantamento de recursos naturais**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, v. 33. p.405-540.
- KRAY, J.G. 2004. **Estrutura e diversidade arbórea da floresta estacional no Parque Estadual de Itapuã, Viamão, RS, Brasil**. Monografia de Bacharelado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- KRAY, J.G. & JARENKOW, J.A. 2003. Estrutura do componente arbóreo de mata estacional de encosta no parque Estadual de Itapuã, Viamão, RS. In: **Anais VI Congresso de Ecologia do Brasil**, Fortaleza, CE. p.452-453.
- LECK, M. A.; PARKER, V.T. & SIMPSON, R.L. 1989. **Ecology of soil seed banks**. Academic Press, San Diego.
- MAGURRAN, A. E. 1988. **Ecological diversity and its measurement**. Princeton University Press, Princeton.
- MAIA, F.C. 2002. **Padrões de variação do banco de sementes do solo em função de fatores edáficos e da vegetação de um campo natural**. Dissertação de Mestrado, Universidade do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- MAJOR, J. & PYOTT, W.T. 1966. Buried viable seeds in California buchgrass sites and their bearing on the definition of flora. **Vegetatio Acta Geobotanica** **13**:253-282.
- MARTÍNEZ-RAMOS, M. & SOTO-CASTRO, A. 1993. Seed rain and advanced regeneration in a tropical rain forest. **Vegetatio** **107/108**:299-318.
- MARTÍNEZ-RAMOS, M.; ALVAREZ-BUYLLA, E. & SARUKHÁN, J. 1989. Tree demography and gap dynamics in a tropical rain forest. **Ecology** **70**:555-558.
- MOORE, P.D. 1980. Soil seed banks. **Nature** **284**:123-124.
- MORELLATO, L.P.C. & LEITÃO-FILHO, H.F. 1992. Padrões de frutificação e dispersão na Serra do Japi. In.: MORELLATO, L.P.C. (Org.). **História natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no sudeste do Brasil**. Editora da Unicamp, Campinas. p.112-140.
- MORENO, J. A. 1961. **Clima do Rio Grande do Sul**. Secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

- MOSER, J.M. 1990. Solos. In: MESQUITA, O.V. (Coord.). **Geografia do Brasil**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro. v. 2. p.87-111.
- MUELLER-DOMBOIS, D. & ELLENBERG, H. 1974. **Aims and methods of vegetation ecology**. John Wiley and Sons, New York.
- NUNES, M.F. 1996. **Estudo sobre o potencial de regeneração das espécies de uma floresta tropical de tabuleiros, Linhares, ES**. Tese de Doutorado, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.
- OLIVEIRA-NEVES, P. 2003. **Análise estrutural do componente regenerante arbóreo-arbustivo de uma floresta estacional no sul do Brasil**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- PALMA, C.B. & JARENKOW, J.A. 2003. Efeito da sazonalidade na estrutura da sinúsia herbácea terrícola de uma floresta estacional de encosta no Parque Estadual de Itapuã, Viamão, RS. In: **Anais VI Congresso de Ecologia do Brasil**, Fortaleza, CE. p.413-415.
- PENHALBER, E.F. & MANTOVANI, W. 1997. Floração e chuva de sementes em mata secundária em São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica** **20**:205-220.
- PILLAR, V.D. 2001. **MULTIV software para análise multivariada, testes de aleatorização e autoreamostragem "bootstrap"**. Departamento de Ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; COSTA, L.G.S. & REIS, A. 1990. Estratégias de estabelecimento de espécies arbóreas e o manejo de florestas tropicais. In: **Anais VI Congresso Florestal Brasileiro**, Campos do Jordão. p.676-684.
- PODANI, J. 1994. **Multivariate data analysis in ecology and systematics**. SPB Academic Publishing, The Hague.
- POPINIGIS, F. 1985. **Fisiologia da semente**. 2 ed. AGIPLAN, Brasília.
- PUTZ, F.E. 1983. Treefall pits and mounds, buried seeds, and the importance of soil disturbance to pioneer trees on Barro Colorado Island, Panama. **Ecology** **64**:1069-1074.
- PUTZ, F.E. & APPANAH, S. 1987. Buried seeds, newly dispersed seed, and the dynamics of a lowland forest in Malasia. **Biotropica** **19**:326-333.
- RAMBO, B. 1951. A imigração da selva higrófila no Rio Grande do Sul. **Anais Botânicos do Herbário Barbosa Rodrigues** **3**:55-91.
- RAMBO, B. 1954. Análise histórica da flora de Porto Alegre. **Sellowia** **6**:9-111.
- RAMBO, B. 1961. Migration routes of the south brasilian rain forest. **Pesquisas, Série Botânica** **12**:1-54.

- RATHCKE, B. & LACEY, E.P. 1985. Phenological patterns of terrestrial plants. **Annual Review of Ecology and Systematics** **16**:179-214.
- RICHARDS, P.W. 1979. **The tropical rain forest**. Cambridge University Press, London.
- RIO GRANDE DO SUL. 1997. **Plano de manejo do Parque Estadual de Itapuã, RS**. Departamento de Recursos Renováveis/Pró-Guaíba, Porto Alegre.
- ROIZMAN, L. C. 1993. **Fitossociologia e dinâmica do banco de semente de populações arbóreas de florestas secundárias em São Paulo, SP**. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- SOLIANI Jr., E.; KOESTER, E. & FERNÁNDEZ, L.A. 2000. A geologia isotópica do escudo sul-riograndense. In.: HOLZ, M. & ROS, L.F. (Eds.). **Geologia do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: CIGO/UFRGS. Porto Alegre. p.175-230.
- SOUZA, C.A. 2001. **Estrutura do componente arbóreo de floresta pluvial subtropical na Serra de Tapes, sul do Rio Grande do Sul**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- THOMPSON, K. 1978. The occurrence of buried viable seeds in relation to environmental gradients. **Journal of Biogeography** **5**:425-430.
- THOMPSON, K. & GRIME, J.P. 1979. Seasonal variation in the seed banks in ten contrasting habitats. **Journal of Ecology** **67**:893-921.
- UHL, C.; CLARK, H. & MURPHY, P. 1981. Early plant succession after cutting and burning in the upper Rio Negro region of the Amazon Basin. **Journal of Ecology** **69**:631-649.
- VAN DER PIJL, L. 1972. **Principles of dispersal in higher plants**. 2ed. Springer-Verlag, Berlin.
- VELOSO, H.P. & GÓES-FILHO, L. 1982. Fitogeografia brasileira: classificação fisionômica-ecológica da vegetação neotropical. **Boletim Técnico Projeto RADAMBRASIL**, Série Vegetação **1**:1-80.
- WHITMORE, T. C. 1982. On pattern and process in forests. In: NEWMAN, E. J (Ed.). **The plant community as a working mechanism**. Blackwell Scientific, Oxford. p.45-59
- WHITMORE, T.C. 1989. Changes over twenty-one years in the Kolombangra rain forest. **Journal of Ecology** **77**:469-483.
- WILLSON, M.F. 1993. Dispersal mode, seed shadows, and colonization patterns. **Vegetatio** **107/108**:261-280.

ARTIGO 1

Banco de sementes do solo em uma floresta estacional no Rio Grande do Sul

O primeiro artigo foi redigido seguindo as normas de publicação da **Revista Brasileira de Botânica**, o qual será submetido logo após a defesa. As tabelas e figuras foram incluídas no texto para melhor apreciação dos artigos, fugindo às recomendações para o envio de manuscritos.

Banco de sementes do solo em uma floresta estacional no Rio Grande do Sul, Brasil

CAROLINE SCHERER e JOÃO ANDRÉ JARENKOW

ABSTRACT – (Soil seed bank in a seasonal forest in Rio Grande do Sul, Brazil). Soil seed bank is essential for the understanding the succession processes and indicates the potential regeneration in a community, after natural or antropic disturbances. In order to analyze the distribution and composition of tree species in the soil seed bank in a remaining of slope seasonal forest, in State Park of Itapuã, municipality of Viamão (RS), two samplings of soil seed bank in different seasons were realized (September 2002 and March 2003). The samples of soil were collected in a permanent sample of 0.5 ha, divided into 50 sample units. In each plot the litter and two soil layers were sampled (0-5 cm and 5-10 cm deep), and placed at a greenhouse under two different treatments: in natural light condition and in a lattice-shade cover (50%). The number of recruited species as well as individuals was similar in the two samplings: 19 species and one individual identified to the family level, 895 individuals and a seed density of tree species of 78.17 seeds.m⁻² (September 2002) and 16 species, 807 individuals and a seed density of 74.63 seeds.m⁻² (March 2003). *Banara parviflora*, *Ficus organensis* and *Trema micrantha* presented the highest number of individuals in the two samplings. Zoochory was the main dispersal syndrome among the tree species and individuals in the soil seed bank. Samplings present similarity (0.67), and in relation to the present vegetation, the similarity was low. It was impossible to spot seasonal differences in soil seed bank composition, which was composed, in the two samplings, by shade-intolerant species, typical of early stages of succession and also those of more advanced stages, indicating a regeneration potential in case of gaps or others disturbances which could alter the present structure.

Key words - forest regeneration, seasonal forest, soil seed bank, tree component

RESUMO – (Banco de sementes do solo em uma floresta estacional no Rio Grande do Sul, Brasil). Determinar o banco de sementes do solo é essencial para o entendimento de processos de sucessão e indica o potencial de regeneração de uma determinada comunidade, após perturbações naturais ou antrópicas. Para a análise da distribuição e da composição de espécies arbóreas no banco de sementes em um remanescente de floresta estacional de encosta no Parque Estadual de Itapuã, município de Viamão, RS, foram realizadas duas amostragens do banco de sementes do solo em estações diferentes (setembro 2002 e março 2003). As

amostras de solo foram coletadas em uma parcela permanente de 0,5 ha, dividida em 50 unidades amostrais. Em cada unidade amostral foi realizada a coleta da serapilheira e de solo em duas profundidades (0-5 cm e 5-10 cm) e colocadas a germinar em tratamentos distintos em casa de vegetação: um sob incidência de luz natural e outro com recobrimento de sombrite (50%). O número de espécies e de indivíduos recrutados foi bastante semelhante nas duas etapas: 19 espécies e um indivíduo identificado até o nível de família, na primeira amostragem e 16 espécies na segunda, como também, o número de indivíduos, 895 e 807 e densidades de 78,17 e 74,63 sementes.m⁻², respectivamente. As espécies que apresentaram os maiores números de indivíduos germinados foram iguais para ambas: *Banara parviflora*, *Ficus organensis* e *Trema micrantha*. A zoocoria foi a principal síndrome de dispersão entre as espécies presentes no banco de sementes. As amostragens apresentaram-se similares (0,67) e, em relação à vegetação atual na área, a similaridade foi muito baixa. Não foi possível constatar diferenças estacionais na composição do banco de sementes do solo, que se apresentou composto, nas duas amostragens, por espécies intolerantes à sombra, típicas de estádios iniciais de sucessão e também de espécies de estádios mais avançados, mostrando ter potencial de regeneração em caso de abertura de clareiras ou outro fator desestabilizador que venha alterar a estrutura presente.

Palavras-chave - banco de sementes do solo, componente arbóreo, mata estacional, regeneração florestal

Introdução

O banco de sementes do solo é uma das principais fontes de recrutamento de novos indivíduos em fases iniciais da sucessão (Hall & Swaine 1980, Butler & Chazdon 1998). Todas as sementes viáveis presentes no solo constituem o banco de sementes (Thompson & Grime 1979, Bigwood & Inouye 1988, Garwood 1989), o qual é continuamente enriquecido pela chuva de sementes, com destaque para a importância dos mecanismos de dispersão de propágulos (Harper 1977). Nos ecossistemas florestais, segundo Martínez-Ramos & Soto-Castro (1993), há o predomínio de dispersão local, produto da liberação direta de sementes de frutos, mas ocorre também, a chegada de propágulos de áreas vizinhas e mesmo de áreas mais distantes. A contribuição destas diferentes fontes de propágulos determina a estrutura da comunidade florestal.

A duração do período que a semente permanece viável no solo depende de seus atributos fisiológicos (tipo de dormência), de interações bióticas (existência de parasitas e/ou predadores) e de condições abióticas (disponibilidade de água, luz e oxigênio) (Garwood 1989). O banco de sementes do solo é um produto da história do local (Fenner 1985).

Alterações temporais na composição florística de uma comunidade, variações sazonais na frutificação e na dispersão influenciam na abundância de sementes, no número de espécies e nas formas de vida disponíveis no solo de uma comunidade durante o ano ou de ano para ano (Young *et al.* 1987, Saulei & Swaine 1988, Alvarez-Buylla & Martínez-Ramos 1990, Dalling *et al.* 1997, 1998, Dalling & Denslow 1998). Existem evidências de que perturbações e fragmentação também podem influenciar na riqueza e na abundância de espécies no solo (Young *et al.* 1987, Graham & Hopkins 1990, Baider *et al.* 2001).

Estudos recentes têm investigado a composição do banco de sementes do solo sob diferentes tipos de perturbações, idades e épocas do ano, sugerindo que o estoque de sementes no solo fornece indicações do potencial de regeneração de uma determinada comunidade, podendo ser responsável por mudanças na dinâmica durante o desenvolvimento da vegetação, uma vez que espécies não presentes no local podem persistir no solo até o surgimento de condições favoráveis para a sua germinação e estabelecimento (Williams-Linera 1993). A entrada de sementes oriundas de outras áreas, bem como seus respectivos dispersores, também são necessários para a regeneração florestal, sendo essencial proteger remanescentes de florestas para manter estas fontes (Espíndola *et al.* 2003).

Presentemente pesquisas buscam a compreensão da organização dos ecossistemas a fim de se obter métodos racionais para a resolução dos problemas ambientais. O entendimento dos processos de regeneração natural da vegetação, após um distúrbio, é fundamental para delinear os procedimentos mais adequados à restauração e manutenção da diversidade (Gross 1990) e, segundo Holl (1999), a falta de dispersores de sementes pode ser um fator limitante na regeneração florestal.

No Brasil, recentemente alguns estudos têm se preocupado em quantificar o banco de sementes do solo em florestas, destacando-se os trabalhos de Daniel & Jankauskis (1989), Roizman (1993), Baider *et al.* (1999, 2001) e Grombone-Guaratini & Rodrigues (2002). No sul do Brasil, até o momento, há poucos estudos com banco de sementes do solo sendo conhecido o trabalho de Caldato *et al.* (1996), realizado em dois tipos florestais: com predominância da araucária e com predominância de outras espécies nativas.

O presente estudo, realizado em área que reúne fragmentos de formações que outrora dominavam na orla do Lago Guaíba e nos morros graníticos dos arredores de Porto Alegre e

que hoje estão reduzidas, devido à expansão urbana, teve como objetivos obter a composição e a densidade de sementes de espécies arbóreas recrutadas no banco de sementes do solo, com vistas a estabelecer relações entre os tratamentos e as profundidades coletadas, como também, determinar a variação entre as épocas distintas de coleta do solo. Estes dados são importantes para a compreensão da dinâmica florestal da área, além de fornecer subsídios para o planejamento de ações que tem como objetivos a conservação e restauração das formações florestais em regiões alteradas pela ação antrópica.

Material e métodos

O estudo foi desenvolvido no Parque Estadual de Itapuã, no município de Viamão, Rio Grande do Sul (30°20' a 30°27' S e 50°55' a 51°05' W). O Parque tem uma área de 5.566 ha, distribuída entre sistemas aquáticos e terrestres, com altitudes que variam de cinco a 263 m.s.m.(figura 1).

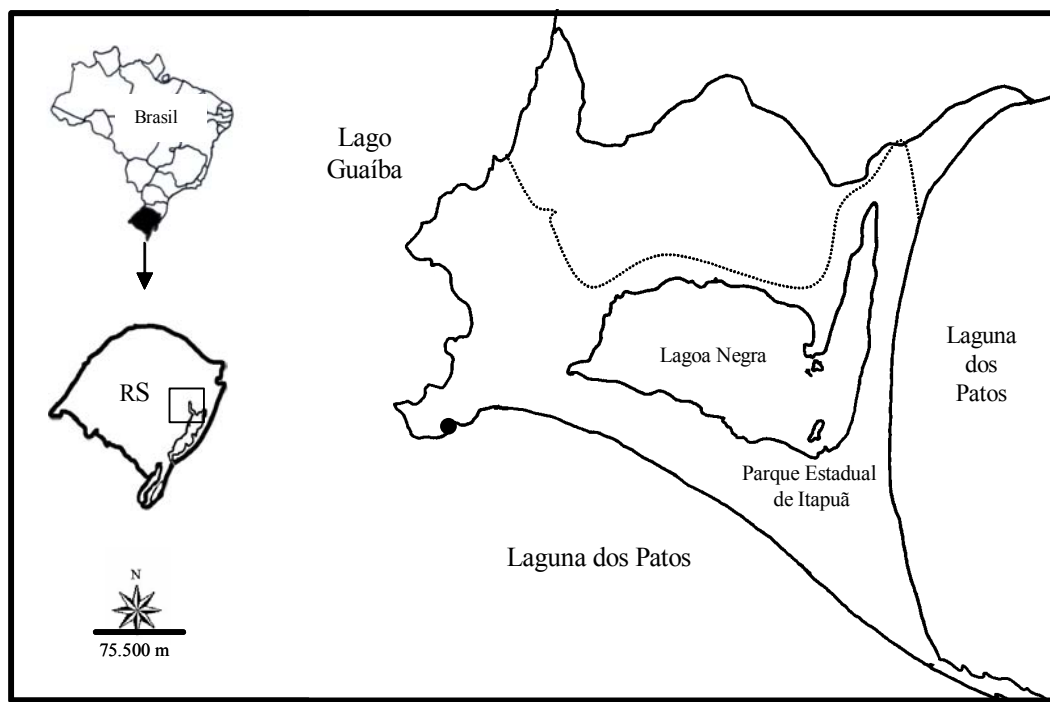


Figura 1. Localização da área de estudo (●) no Parque Estadual de Itapuã, município de Viamão (RS). A linha pontilhada delimita a área total do Parque.

Figure 1. Location of the study site (●) in State Park of Itapuã, municipality of Viamão (RS). The dotted line limits the total site of the Park.

O clima na região da Grande Porto Alegre, na qual se localiza a área de estudo, é subtropical úmido, do tipo Cfa, na classificação de Köppen, com temperatura média anual de 17,5 °C, e médias do mês mais quente e mais frio de 24,6 °C e 13,8 °C, respectivamente (Rio

Grande do Sul 1997). A precipitação média anual é de 1.322 mm, com as chuvas bem distribuídas durante o ano (Moreno 1961). Na área do Parque coexistem as formações do Escudo Cristalino Sul-Rio-Grandense, que compreende a faixa granítica-magmatítica (Soliani *et al.* 2000), representado por coxilhas e morros, e a da Planície Costeira, que apresenta relevos com extensas superfícies planas ou levemente onduladas, que no extremo leste, se associam aos grandes banhados em fase de colmatação e avançam até o limite das praias arenosas lacustres (Rio Grande do Sul 1997). Os principais grupos de solos que ocorrem no Parque são oriundos da intemperização do granito e derivados de sedimentos (Rio Grande do Sul 1997). Conforme Kray (2004), o solo é classificado como de textura média, apresentando teores médios de matéria orgânica, o pH é muito baixo, não apresentando caráter álico. A baixa saturação de bases mostra que se trata de um solo distrófico.

A cobertura vegetal na região em que se insere o Parque é condicionada por fatores ecológicos especiais, que Veloso & Góes-Filho (1982) denominam “área de tensão ecológica”, constituída pelo encontro de duas ou mais regiões fitoecológicas, neste caso a savana e a floresta estacional, sendo que a flora consiste da interpenetração de suas vegetações.

O remanescente no qual se realizou o estudo localiza-se na encosta do morro do Campista, com exposição sul, em frente à praia do Tigre. A área apresenta um fragmento de floresta estacional em bom estado de preservação e com poucos afloramentos rochosos, sendo denominada de zona primitiva, por apresentar pouca intervenção humana no passado (Rio Grande do Sul 1997) e, atualmente, com vestígios mínimos de alterações. O componente arbóreo é geralmente de porte não muito elevado (chegando a 16 m de altura) devido aos afloramentos rochosos e solos rasos, no qual se destacam como estruturalmente importantes as espécies arbóreas: *Guapira opposita*, *Trichilia claussenii*, *Eugenia rostrifolia*, *Garcinia gardneriana*, *Roupala brasiliensis*, entre outras (Kray & Jarenkow 2003, Kray 2004).

A amostragem do banco de sementes do solo (BSS) foi feita a partir de coletas de solo, em duas épocas distintas: no final do inverno (setembro 2002, BSS 1) e no final do verão (março 2003, BSS 2), nas quais utilizaram-se os mesmos procedimentos. As coletas de solo foram feitas em uma parcela permanente de 0,5 ha, constituída de 50 unidades amostrais de 10 m de lado (100 m²). Em cada unidade amostral, marcaram-se dois pontos nos quais coletaram-se a serapilheira e o solo (Anexo 1), este com um amostrador de metal (20 cm de diâmetro e 5 cm de altura). Inicialmente retirou-se a camada de serapilheira, seguida da amostra de solo entre a superfície e 5 cm de profundidade e, em seguida, de outra entre 5 cm e 10 cm. A serapilheira e as amostras tomadas em cada unidade amostral e na mesma

profundidade foram misturadas e acondicionadas em sacos plásticos, rotulados e transportados para o local da instalação do experimento.

Das 50 coletas de solo, de cada profundidade, uma camada de cerca de 2 cm foi disposta em duas bandejas de 27 cm de diâmetro, sobre uma base de vermiculita, e colocadas a germinar em tratamentos distintos: sob incidência de luz natural e com recobrimento de sombrite (50%). Efetuou-se o mesmo procedimento para a camada de serapilheira. Em cada tratamento foram incluídas quatro bandejas contendo areia, como controle de contaminação. As bandejas foram regadas quando necessário, de modo a manter as condições adequadas à germinação.

O método utilizado para a quantificação das plântulas de espécies arbóreas foi o de emergência de plântulas ou germinação (Gross 1990, Brown 1992). A germinação foi acompanhada semanalmente durante cinco meses, retirando-se da bandeja os indivíduos de espécies conhecidas, tendo cuidado para não remover o solo. Os indivíduos jovens, cuja identificação permanecesse duvidosa, eram transplantados para recipientes maiores, até desenvolverem-se a ponto de possibilitar o seu reconhecimento. Ao final do quinto mês, todos os indivíduos presentes nas bandejas foram retirados e/ou transplantados, e o solo foi revolvido para promover a germinação de sementes que eventualmente tivessem ficado sem condições de desenvolvimento. Após o revolvimento, o experimento foi acompanhado por mais um mês. Os indivíduos germinados na serapilheira foram somados com os indivíduos germinados na profundidade entre a superfície e 5 cm. O experimento foi instalado na casa de vegetação do Departamento de Solos, da Faculdade de Agronomia, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Plântulas de cada espécie foram coletadas como material testemunho e herborizadas, seguindo as recomendações de Fidalgo & Bononi (1984) e incorporadas ao Herbário do Departamento de Botânica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (ICN). A identificação das espécies foi feita por consulta à bibliografia específica, por comparação a material do referido herbário ou com auxílio de especialista. A delimitação de famílias seguiu as sugestões de APG II (2003), nas quais foram incluídas as espécies determinadas. Os nomes de autores das espécies estão de acordo com Brummit & Powell (1992)

Os parâmetros fitossociológicos estimados foram os de densidade relativa, frequência absoluta e relativa e o valor de importância (Mueller-Dombois & Ellenberg 1974), assim como a diversidade específica pelo índice de Shannon (H'), e a equabilidade pelo índice de Pielou (J') (Magurran 1988). Foram calculadas as similaridades florísticas, pelo índice de Jaccard (Mueller-Dombois & Ellenberg 1974), entre BSS 1 e BSS 2, e entre estes e o

componente arbóreo estabelecido na área de estudo, a partir de levantamento realizado na área por Kray (2004), que incluiu indivíduos com diâmetro à altura do peito igual ou superior a 5 cm ($DAP \geq 5$ cm).

As espécies arbóreas que germinaram nas amostras do banco de sementes foram classificadas em relação às suas estratégias de regeneração, seguindo a terminologia discutida por Hartshorn (1980), Clark & Clark (1987) e Piña-Rodrigues *et al.* (1990), sendo classificadas como intolerantes à sombra (pioneiras) e tolerantes à sombra (secundárias/climácicas).

Na caracterização das síndromes de dispersão de diásporos, adotaram-se três categorias: espécies anemocóricas (com mecanismos de facilitação da dispersão pelo vento), autocóricas (as que se autodispersam) e zoocóricas (com adaptações para a dispersão por animais), segundo definições de Van der Pijl (1972).

As relações entre os tratamentos e entre as profundidades do banco de sementes do solo, foram realizadas utilizando-se a análise exploratória dos dados, no software MULTIV 2.1.1 (Pillar 2001). Os dados foram reunidos em uma matriz de frequência de indivíduos recrutados em cada amostra de solo (unidade amostral), distinguindo-se as espécies (variáveis).

No software MULTIV 2.1.1 (Pillar 2001), aplicou-se o teste de aleatorização ou análise de variância, sendo feitos dois testes para cada época de coleta (setembro/2002 e março/2003): no teste 1 avaliou-se a relação da frequência de indivíduos das espécies recrutadas com os tratamentos, formando-se dois grupos (incidência de luz natural e recobrimento com sombrite 50%) e, no teste 2, a relação da frequência de indivíduos das espécies recrutadas com as profundidades, igualmente formando-se dois grupos (superfície a 5 cm e 5 cm a 10 cm).

O teste de aleatorização foi baseado na hipótese nula (H_0) de que os grupos em questão não diferem, com o limite de segurança (α) de 5% (0,05), abaixo do qual a hipótese nula é rejeitada. A variável analisada foi a frequência específica (número de ocorrências da espécie por unidade amostral considerada). A avaliação da diferença se deu pela soma de quadrados, tendo sido realizadas mil iterações (Pillar & Orlóci 1996).

Resultados

A riqueza no banco de sementes do solo na amostragem de inverno (BSS 1), para ambos tratamentos, foi de 19 espécies arbóreas, de 16 gêneros e 13 famílias e um indivíduo identificado até ao nível de família. Na amostragem de verão (BSS 2), em ambos os tratamentos, germinaram 16 espécies arbóreas, de 13 gêneros e 11 famílias. As famílias que apresentaram a maior riqueza foram Solanaceae e Salicaceae, com três espécies, seguidas de Moraceae, Sapindaceae e Urticaceae, com duas, e as demais com somente uma espécie (tabela 1).

No BSS 1, germinaram 895 indivíduos, resultando em uma densidade de sementes viáveis no solo de 78,17 sementes.m⁻², enquanto no BSS 2 germinaram 807 indivíduos com uma densidade de 74,63 sementes.m⁻². A distribuição dos indivíduos e das espécies recrutadas por unidade amostral, no BSS 1 e BSS 2, encontram-se no anexo 2.

As espécies com os maiores números de indivíduos germinados no BSS 1 e no BSS 2 foram *Banara parviflora*, *Ficus organensis* e *Trema micrantha* (figura 2, anexo 3). Estas três espécies acumularam 85% e 82% do total de indivíduos germinados e apresentam-se também como as primeiras em valor de importância que juntas acumularam 79% e 74% do total, respectivamente (tabelas 2 e 3).

No BSS 1, as sete espécies que apresentaram maior número de indivíduos germinados representaram 96% do total, e destas, seis foram comuns a todos os tratamentos: *Ficus organensis*, *Trema micrantha*, *Banara parviflora*, *Ficus luschnathiana*, *Solanum mauritianum* e *Cereus hildmannianus*, exceto *Casearia silvestris*, que germinou apenas no tratamento recoberto com sombrite. As outras 12 espécies e o indivíduo da família Myrtaceae acumularam os 4% restantes (tabela 4).

Na condição com sombrite, germinaram 649 indivíduos (72%), estando representadas as espécies recrutadas e o indivíduo identificado até ao nível de família (figura 1). Quanto à profundidade, os maiores valores ocorreram entre a superfície e 5 cm (58%) e, entre 5 e 10 cm de profundidade, o restante (42%). Quanto à riqueza específica, houve igualmente um decréscimo de 17 espécies e o indivíduo da família Myrtaceae, para 12 espécies (figura 3).

Tabela 1. Espécies e número de indivíduos recrutados no banco de sementes do solo (BSS 1 e BSS 2) em uma floresta estacional no Parque Estadual de Itapuã, município de Viamão (RS), nas suas respectivas famílias, estratégias de regeneração (Est. Reg., onde I = intolerante à sombra, T = tolerante à sombra) e síndromes de dispersão (Sin. Disp., onde ane = anemocórica, aut = autocórica, zoo = zoocórica).

Table 1. Species and individuals recruited in soil seed bank (BSS 1 and BSS 2) in a seasonal forest in State Park of Itapuã, municipality of Viamão (RS), with the respective family, regeneration strategy (Est. Reg., in witch I = shade-intolerant, T = shade-tolerant) and dispersal strategy (Sin. Disp., in witch ane = anemocory, aut = autocory, zoo = zoochory).

Família/Espécie	Est. Reg.	Sin. Disp.	Número de indivíduos	
			BSS 1	BSS 2
Areceaceae				
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	T	zoo	2	-
Boraginaceae				
<i>Patagonula americana</i> L.	T	ane	2	1
Cactaceae				
<i>Cereus hildmannianus</i> K. Schum.	I	zoo	14	16
Cannabaceae				
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	I	zoo	259	162
Clusiaceae				
<i>Garcinia gardneriana</i> (Planch. & Triana) Zappi	T	zoo	1	2
Euphorbiaceae				
<i>Sebastiania serrata</i> (Klotzsch) Müll. Arg.	T	aut	1	-
Moraceae				
<i>Ficus luschnathiana</i> (Miq.) Miq.	T	zoo	41	13
<i>Ficus organensis</i> (Miq.) Miq.	T	zoo	340	224
Myrtaceae				
<i>Eugenia rostrifolia</i> D. Legrand	T	zoo	-	2
Myrtaceae 1	-	-	1	-
Rosaceae				
<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	T	zoo	1	-
Rutaceae				
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	T	zoo	8	17
Salicaceae				
<i>Banara parviflora</i> (A. Gray) Benth.	T	zoo	163	275
<i>Casearia silvestris</i> Sw.	T	zoo	22	54
<i>Salix humboldtiana</i> Willd.	I	ane	3	-
Sapindaceae				
<i>Allophylus edulis</i> (A. St.-Hil. et al.) Radlk.	T	zoo	1	-
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	T	zoo	-	4
Solanaceae				
<i>Solanum mauritianum</i> Scopoli	I	zoo	21	12
<i>Solanum pseudoquina</i> A. St.-Hil.	I	zoo	3	1
<i>Solanum sanctaecatharinae</i> Dunal	T	zoo	2	6
Urticaceae				
<i>Cecropia pachystachya</i> Trec.	I	zoo	6	12
<i>Coussapoa microcarpa</i> (Schott) Rizzini	T	zoo	4	6
Totais			895	807

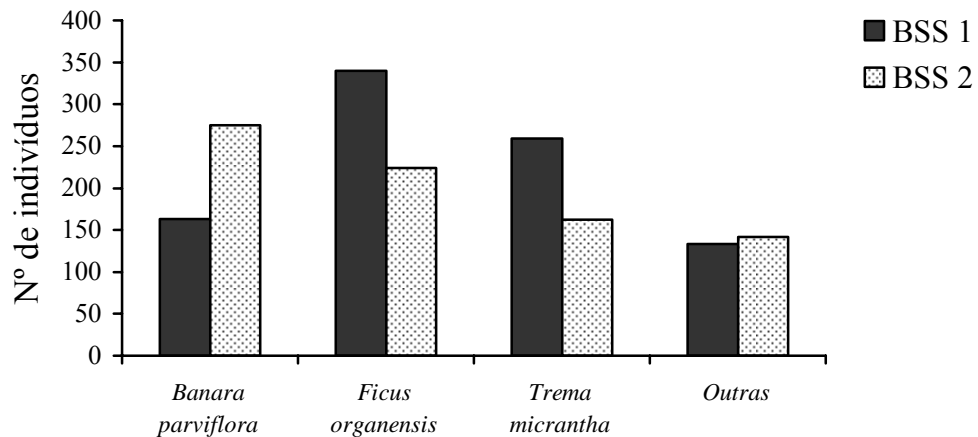


Figura 2. Espécies com os maiores números de indivíduos recrutados no banco de sementes do solo (BSS 1 e BSS 2) em uma floresta estacional no Parque Estadual de Itapuã, município de Viamão (RS).

Figure 2. Species with highest numbers of individuals recruited in soil seed bank (BSS 1 and BSS 2) in a seasonal forest in State Park of Itapuã, municipality of Viamão (RS).

No BSS 2, as sete espécies que tiveram o maior número de indivíduos germinados representaram 94% do total, e destas, cinco foram comuns a todos os tratamentos: *Banara parviflora*, *Ficus organensis*, *Trema micrantha*, *Zanthoxylum rhoifolium* e *Cereus hildmannianus*, com exceção de *Casearia silvestris* e *Ficus luschnathiana*, que não germinaram no tratamento com incidência de luz natural na profundidade de 5-10 cm. As demais nove espécies somaram 6% do total de indivíduos (tabela 4).

Nos tratamentos na segunda amostragem, 53% dos indivíduos germinaram na condição com sombrite, e em relação ao número de espécies, apenas *Patagonula americana* não germinou nesta condição (figura 3). Quanto à profundidade, o maior valor de indivíduos germinou entre a superfície e 5 cm (81%), como também o número de espécies foi mais alto nesta profundidade (16), contra 11 espécies entre 5 e 10 cm (tabela 4).

Os testes de aleatorização constataram diferenças estatísticas significativas entre os dois grupos baseados no critério de separação por tratamento (teste 1, BSS 1) e também, entre os dois grupos baseados no critério de separação por profundidade (teste 2, BSS 1 e BSS 2). Ao avaliar o teste 1, referente ao BSS 2, não se obteve uma diferença significativa entre os dois grupos, pois a probabilidade gerada foi maior que o limite de segurança estabelecido e, neste caso, rejeita-se a hipótese nula de que os grupos diferem (anexo 4).

As estratégias de regeneração, quanto ao número de espécies, foram muito semelhantes nas diferentes épocas de amostragens do solo. Das espécies identificadas que germinaram no BSS 1, seis foram classificadas como intolerantes à sombra (32%) e as 13

restantes como tolerantes (68%). No BSS 2, germinaram cinco espécies (31%) identificadas como intolerantes à sombra e as demais 11 espécies como tolerantes (tabela 5).

Quando se considera o número de indivíduos germinados por estratégia de regeneração, no BSS 1 as tolerantes à sombra tiveram o maior número (66%) (tabela 5). Isto se deve à predominância de indivíduos germinados de *Ficus organensis* e *Banara parviflora* (tabela 1). No BSS 2, as tolerantes à sombra novamente obtiveram o maior número 604 (75%) (tabela 5), devido também aos indivíduos de *Banara parviflora* e *Ficus organensis* (tabela 1).

Tabela 2. Parâmetros fitossociológicos calculados para as espécies arbóreas recrutadas nas amostras de banco de sementes 1 (BSS 1) em uma floresta estacional no Parque Estadual de Itapuã, município de Viamão (RS), em ordem decrescente de valor de importância (VI) (Ni = número de indivíduos, DR = densidade relativa, FA = frequência absoluta, FR = frequência relativa).

Table 2. Phytosociological parameters calculated for the tree species recruited in the samples of soil seed bank 1 (BSS 1) in a seasonal forest in State Park of Itapuã, municipality of Viamão (RS), ranked according to importance value (VI) (Ni = number of individuals, DR = relative density, FA = absolute frequency, FR = relative frequency).

Espécie	Ni	DR (%)	FA (%)	FR (%)	VI (%)
<i>Ficus organensis</i>	340	37,99	46,5	25,14	31,56
<i>Trema micrantha</i>	259	28,94	54,0	29,19	29,06
<i>Banara parviflora</i>	163	18,21	35,0	18,92	18,57
<i>Ficus luschnathiana</i>	41	4,58	8,5	4,59	4,59
<i>Solanum mauritianum</i>	21	2,35	9,5	5,14	3,74
<i>Casearia silvestris</i>	22	2,46	9,0	4,86	3,66
<i>Cereus hildmannianus</i>	14	1,56	5,5	2,97	2,27
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	8	0,89	4,0	2,16	1,53
<i>Cecropia pachystachya</i>	6	0,67	3,0	1,62	1,15
<i>Coussapoa microcarpa</i>	4	0,45	1,5	0,81	0,63
<i>Salix humboldtiana</i>	3	0,34	1,5	0,81	0,57
<i>Solanum pseudoquina</i>	3	0,34	1,5	0,81	0,57
<i>Patagonula americana</i>	2	0,22	1,0	0,54	0,38
<i>Solanum sanctaecatharinae</i>	2	0,22	1,0	0,54	0,38
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	2	0,22	1,0	0,54	0,38
<i>Garcinia gardneriana</i>	1	0,11	0,5	0,27	0,19
<i>Sebastiania serrata</i>	1	0,11	0,5	0,27	0,19
<i>Allophylus edulis</i>	1	0,11	0,5	0,27	0,19
<i>Prunus myrtifolia</i>	1	0,11	0,5	0,27	0,19
Myrtaceae 1	1	0,11	0,5	0,27	0,19

A zoocoria foi a principal síndrome de dispersão, destacando-se amplamente nas duas épocas de coleta. No BSS 1, ocorreu em 84% das espécies identificadas (16) e, no BSS 2, em 94% (15). Dentre as espécies restantes, no BSS 1 duas (11%) apresentaram-se anemocóricas (*Patagonula americana* e *Salix humboldtiana*) e uma autocórica (*Sebastiania serrata*). No BSS 2, teve uma espécie anemocórica (*Patagonula americana*) e não teve presença de

espécies autocóricas (figura 4). Ao se analisar o número de indivíduos, a zoocoria ocorreu em mais de 99% (888 e 806, respectivamente) nas duas amostragens. A anemocoria foi representada por cinco indivíduos no BSS 1 e um no BSS 2. A autocoria ocorreu apenas no BSS 1, representada por um indivíduo (*Sebastiania serrata*) (tabela 6).

Tabela 3. Parâmetros fitossociológicos calculados para as espécies arbóreas recrutadas nas amostras de banco de sementes 2 (BSS 2) em uma floresta estacional no Parque Estadual de Itapuã, município de Viamão (RS), em ordem decrescente de valor de importância (VI) (Ni = número de indivíduos, DR = densidade relativa, FA = frequência absoluta, FR = frequência relativa).

Table 3. Phytosociological parameters calculated for the tree species recruited in the samples of soil seed bank 2 (BSS 2) in a seasonal forest in State Park of Itapuã, municipality of Viamão (RS), ranked according to importance value (VI) (Ni = number of individuals, DR = relative density, FA = absolute frequency, FR = relative frequency).

Espécie	Ni	DR (%)	FA (%)	FR (%)	VI (%)
<i>Banara parviflora</i>	275	34,08	50,0	25,19	29,63
<i>Ficus organensis</i>	224	27,76	42,5	21,41	24,58
<i>Trema micrantha</i>	162	20,07	41,5	20,91	20,49
<i>Casearia silvestris</i>	54	6,69	22,5	11,34	9,01
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	17	2,11	8,5	4,28	3,19
<i>Cereus hildmannianus</i>	16	1,98	7,0	3,53	2,76
<i>Solanum mauritianum</i>	12	1,49	6,0	3,02	2,26
<i>Cecropia pachystachya</i>	12	1,49	5,5	2,77	2,13
<i>Ficus luschnathiana</i>	13	1,61	4,5	2,27	1,94
<i>Solanum sanctaecatharinae</i>	6	0,74	3,0	1,51	1,13
<i>Coussapoa microcarpa</i>	6	0,74	2,5	1,26	1,00
<i>Cupania vernalis</i>	4	0,50	2,0	1,01	0,75
<i>Garcinia gardneriana</i>	2	0,25	1,0	0,50	0,38
<i>Eugenia rostrifolia</i>	2	0,25	1,0	0,50	0,38
<i>Patagonula americana</i>	1	0,12	0,5	0,25	0,19
<i>Solanum pseudoquina</i>	1	0,12	0,5	0,25	0,19

A estimativa da diversidade de Shannon (H'), para o BSS 1 e BSS 2, resultou em 1,639 (nats.indivíduo⁻¹) e 1,717 (nats.indivíduo⁻¹), e a equabilidade de Pielou (J') em 0,557 e 0,574, respectivamente. Os valores destes dois índices mostraram-se bastante semelhantes nas duas amostragens de solo. O baixo valor da equabilidade deve-se a alta concentração de indivíduos recrutados em um pequeno número de espécies.

O índice de Jaccard revelou a existência de similaridade entre os levantamentos das espécies recrutadas nas duas amostragens do banco de sementes do solo (0,67), com 14 espécies comuns nas duas épocas (setembro 2002 e março 2003). Em relação ao levantamento fitossociológico do componente arbóreo ($DAP \geq 5$ cm) com as espécies recrutadas no banco de sementes do solo, a similaridade foi baixa (0,19 com o BSS 1 e 0,18 com o BSS 2).

Das espécies identificadas que germinaram nas amostras de solo, apenas 12 foram comuns ao levantamento fitossociológico realizado na área: *Allophylus edulis*, *Banara parviflora*, *Casearia silvestris*, *Coussapoa microcarpa*, *Cupania vernalis*, *Eugenia rostrifolia*, *Garcinia gardneriana*, *Patagonula americana*, *Prunus myrtifolia*, *Sebastiania serrata*, *Solanum sanctaecatharinae* e *Zanthoxylum rhoifolium* (Kray 2004).

Tabela 4. Espécies recrutadas no banco de sementes do solo (BSS 1 e BSS 2) em uma floresta estacional no Parque Estadual de Itapuã, município de Viamão (RS). Um asterisco (*) indica espécies exclusivas do banco de sementes do solo 1 e dois (**) espécies exclusivas do banco de sementes 2.

Table 4. Species recruited in soil seed bank (BSS 1 and BSS 2) in a seasonal forest in State Park of Itapuã, municipality of Viamão (RS). One asterisk (*) indicates exclusive species of the soil seed bank 1 and two (**) the exclusive species of the soil seed bank 2.

Família/Espécie	Tratamento							
	Sombra				Luz			
	0-5cm		5-10cm		0-5cm		5-10cm	
	BSS 1	BSS 2	BSS 1	BSS 2	BSS 1	BSS 2	BSS 1	BSS 2
<i>Ficus organensis</i>	144	94	101	34	53	84	42	12
<i>Banara parviflora</i>	109	115	38	32	4	121	12	7
<i>Trema micrantha</i>	75	53	72	22	48	64	64	23
<i>Casearia silvestris</i>	15	26	7	5	0	23	0	0
<i>Ficus luschnathiana</i>	22	5	9	1	9	7	1	0
<i>Solanum mauritianum</i>	8	6	8	2	5	2	1	2
<i>Cereus hildmannianus</i>	7	7	4	1	1	7	2	1
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	5	8	2	2	1	5	0	2
<i>Cecropia pachystachya</i>	4	5	1	1	1	6	0	0
<i>Coussapoa microcarpa</i>	2	2	2	2	0	2	0	0
<i>Solanum sanctaecatharinae</i>	2	2	0	0	0	3	0	1
<i>Cupania vernalis</i> **	0	3	0	0	0	1	0	0
<i>Solanum pseudoquina</i>	0	1	3	0	0	0	0	0
<i>Garcinia gardneriana</i>	1	1	0	0	0	1	0	0
<i>Patagonula americana</i>	2	0	0	0	0	1	0	0
<i>Salix humboldtiana</i> *	0	0	2	0	0	0	1	0
<i>Eugenia rostrifolia</i> **	0	1	0	0	0	1	0	0
<i>Syagrus romanzoffiana</i> *	1	0	0	0	1	0	0	0
<i>Allophylus edulis</i> *	1	0	0	0	0	0	0	0
Myrtaceae 1*	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Prunus myrtifolia</i> *	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sebastiania serrata</i> *	1	0	0	0	0	0	0	0
Totais	400	329	249	102	123	328	123	48

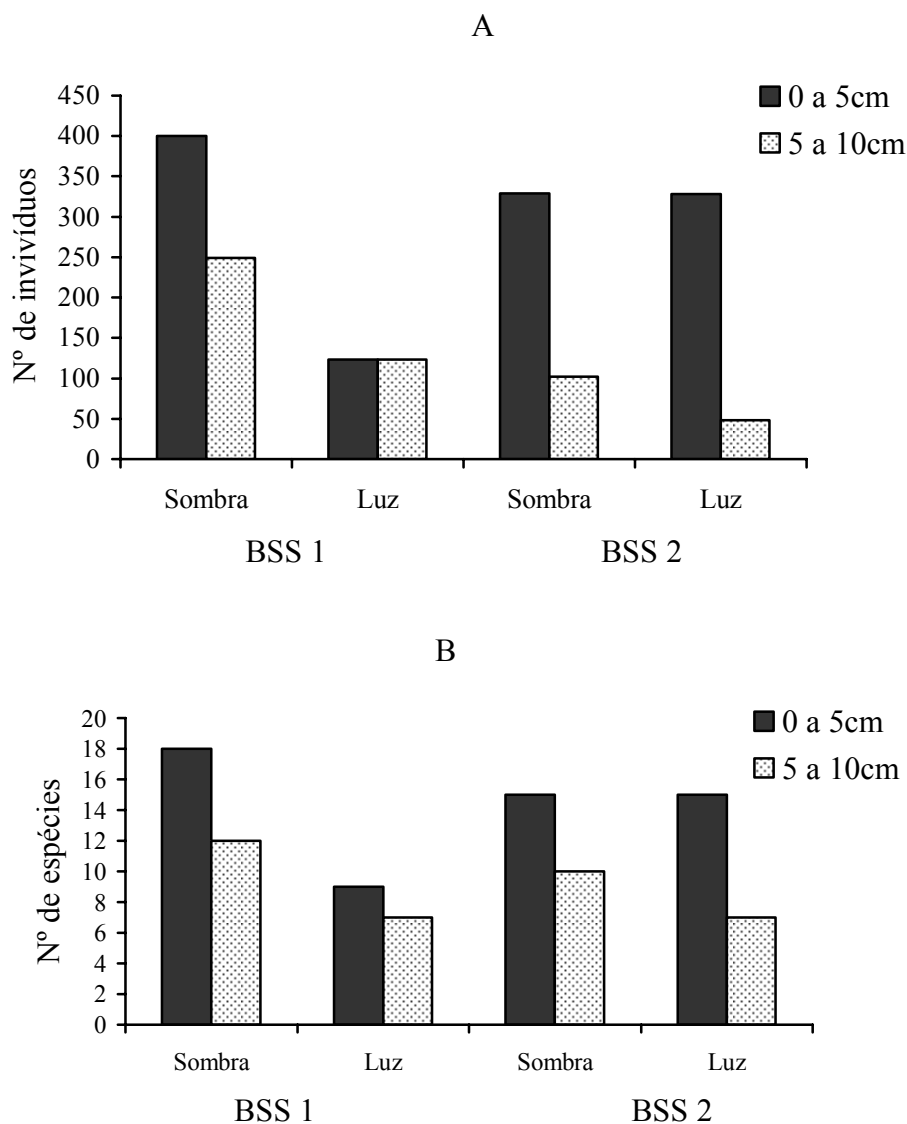


Figura 3. Distribuição do número de indivíduos (A) e de espécies (B) recrutadas por profundidades e tratamentos nas amostras do banco de sementes do solo (BSS 1 e BSS 2) em uma floresta estacional no Parque Estadual de Itapuã, município de Viamão (RS).

Figure 3. Distribution of the number of individuals (A) and recruited species (B) accord to soil deep and treatments in the samples of soil seed bank (BSS 1 and BSS 2) in a seasonal forest in State Park of Itapuã, municipality of Viamão (RS).

Tabela 5. Distribuição do número de indivíduos e de espécies por estratégia de regeneração recrutados nas amostras de banco de sementes do solo (BSS 1 e BSS 2) em uma floresta estacional no Parque Estadual de Itapuã, município de Viamão (RS). Os valores entre parênteses representam os mesmos dados em porcentagem.

Table 5. Distribution of the numbers of individuals and species accord to regeneration strategy recruited in the samples of soil seed bank (BSS 1 and BSS 2) in a seasonal forest in State Park of Itapuã, municipality of Viamão (RS). Values between parentheses represent the same data in percentage.

Estratégia de regeneração	BSS 1		BSS 2	
	Indivíduos	Espécies	Indivíduos	Espécies
Intolerantes à sombra	306 (34)	6 (32)	203 (25)	5 (31)
Tolerantes à sombra	588 (66)	13 (68)	604 (75)	11 (69)

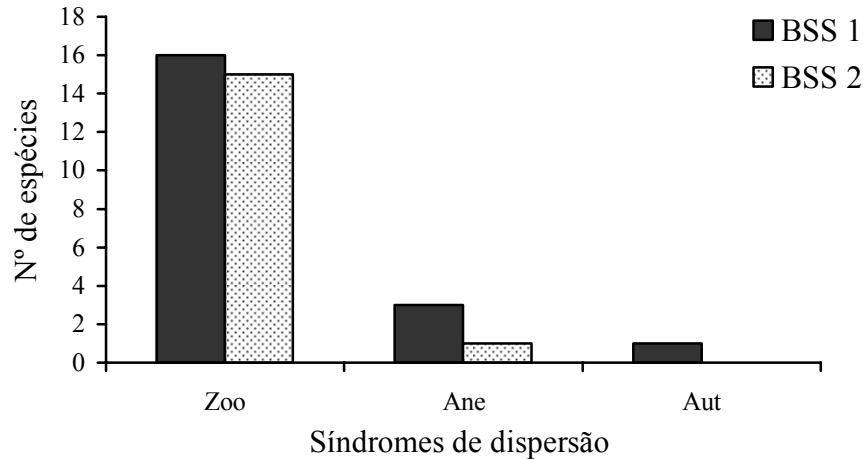


Figura 4. Distribuição das espécies recrutadas nas amostras do banco de sementes do solo (BSS 1 e BSS 2) por síndromes de dispersão, em uma floresta estacional no Parque Estadual de Itapuã, município de Viamão, RS, onde Zoo = zoocórica, Ane = anemocórica, Aut = autocórica.

Figure 4. Distribution of the species recruited in the samples of soil seed bank (BSS 1 and BSS 2) accord to dispersal syndromes in a seasonal forest in State Park of Itapuã, municipality of Viamão (RS), in witch Zoo = zoochory, Ane = anemocory, Aut = autocory.

Tabela 6. Distribuição dos indivíduos e de espécies recrutadas nas amostras de banco de sementes do solo (BSS 1 e BSS 2) por síndromes de dispersão, em uma floresta estacional no Parque Estadual de Itapuã, município de Viamão (RS). Os valores entre parênteses representam os mesmos dados em porcentagem.

Table 6. Distribution of the individuals and recruited species in the samples of soil seed bank (BSS 1 and BSS 2) accord to dispersal syndromes in a seasonal forest in State Park of Itapuã, municipality of Viamão (RS). Values in parentheses represent the same data in percentage.

Síndrome de dispersão	BSS 1		BSS 2	
	Indivíduos	Espécies	Indivíduos	Espécies
Zoocoria	888 (99,3)	16 (84)	806 (99,9)	15 (94)
Anemocoria	5 (0,6)	2 (11)	1 (0,1)	1 (6)
Autocoria	1 (0,1)	1 (5)	-	-

Discussão

As densidades encontradas no presente estudo, quanto ao número de sementes viáveis nas amostras de solo nas duas épocas, situam-se dentro dos valores relatados para florestas, que variam de 25 a 3.350 sementes.m⁻² (Garwood 1989), verificando-se uma variação mínima entre os períodos distintos de coleta. As densidades neste estudo foram um pouco maiores quando comparadas às obtidas por Grombone-Guaratini & Rodrigues (2002), estudo realizado em três períodos distintos (32,3, 49,6 e 46,3 sementes.m⁻²), salientando-se que as coletas de solo foram feitas em profundidades de até 3 cm e foram incluídas todas as formas de vida na soma dos indivíduos. Ao analisar outros trabalhos, as densidades mostraram-se baixas:

Roizman (1993) encontrou uma densidade média de 412,3 sementes.m⁻², com coletas de solo até 15 cm de profundidade, Baider *et al.* (1999) encontraram 389 sementes.m⁻² e Baider *et al.* (2001) obtiveram 25, 268, 284 e 389 sementes.m⁻², em quatro florestas com idades diferentes. Estes dois últimos trabalhos coletaram o solo até 5 cm de profundidade.

As diferenças de densidade entre os diferentes trabalhos realizados em florestas brasileiras podem refletir a falta de padronização metodológica, o que limita comparações diretas (Roizman 1993, Butler & Chazdon 1998, Dalling *et al.* 1998, Grombone-Guaratini & Rodrigues 2002), mas também podem resultar de variações na estrutura das florestas, da entrada de diásporos de diferentes locais pela ação dos dispersores e da longevidade das sementes no solo (Dalling *et al.* 1997, 1998, Grombone-Guaratini & Rodrigues 2002). As florestas submetidas a perturbações antrópicas tendem a apresentar maiores valores de densidade de sementes no solo, como resultado do fato da vegetação, nestes locais, apresentar ausência de um dossel contínuo, o que facilitaria a chegada de sementes no estoque do solo.

Nas duas épocas de coleta, não houve grandes diferenças no número de indivíduos recrutados, e também, no de espécies germinadas. O BSS 1 apresentou cinco espécies exclusivas (*Allophylus edulis*, *Prunus myrtifolia*, *Salix humboldtiana*, *Sebastiania serrata* e *Syagrus romanzoffiana*), enquanto o BSS 2 somente duas (*Cupania vernalis* e *Eugenia rostrifolia*). Estas espécies restritas a cada época de coleta tiveram um baixo número de indivíduos recrutados, não tendo uma representação muito grande no total, o que pode ser notado quando se observam os valores de importância destas espécies, que somam 1,52% e 1,13%, respectivamente (tabelas 2 e 3). Grombone-Guaratini & Rodrigues (2002) citam a ocorrência de valores de densidade sem diferenças significativas nas duas amostragens do banco de sementes do solo realizadas no mesmo ano, mas diferem de uma amostragem feita no ano anterior.

Flutuações na produção de sementes por uma comunidade, sazonal ou anualmente, podem influenciar a composição e abundância de sementes no solo (Putz & Appanah 1987, Dalling *et al.* 1997, Butler & Chazdon 1998), porém, no presente estudo foi verificada variação mínima na densidade de sementes entre as épocas em que foram feitas as coletas de solo. A amostragem em dois períodos distintos poderia fornecer evidências de quais espécies seriam encontradas transitoriamente no solo, pois a estacionalidade climática, identificada como uma das pressões seletivas que determinam as estratégias de frutificação das plantas em uma comunidade (Morellato 1995), poderia influenciar a composição do banco de sementes e definir a composição do banco de sementes transitório no processo de regeneração natural.

Thompson (2000) salienta que amostragens ao longo do ano detectam espécies com sementes encontradas no solo por um período muito curto de tempo após a dispersão, pois sementes que permanecem quiescentes por um longo período, no solo, podem não estar representadas na vegetação, sendo somente detectadas quando colocadas sob condições favoráveis que quebrem a dormência. A produção de sementes é, portanto, parte essencial dos processos da dinâmica florestal, principalmente quando relacionadas à restauração de um ecossistema, sendo que alguns padrões de germinação podem estar relacionados com a interação entre o período de frutificação e a sazonalidade (Garwood 1989).

O método usado para analisar a composição de sementes no solo pode também ter apresentado alguma variação, quanto à germinação de sementes viáveis no solo. A germinação direta subestima a densidade e a diversidade de sementes, se as condições ideais para a germinação não estiverem disponíveis (Gross 1990, Brown 1992). As variações da temperatura e da radiação solar, durante os períodos nos quais as amostras permanecem na casa de vegetação, podem influenciar os resultados.

As condições de luz e o regime de temperatura são fatores determinantes do estado de dormência das sementes, agindo como verdadeiros “gatilhos” para a germinação (Holthuijzen & Boerboom 1982). Desta forma, as sementes reagem imediatamente a certas mudanças no microclima, muitas vezes causadas após distúrbios na floresta, ou através de mecanismos artificiais que expõem as sementes às condições requeridas. Estes dois fatores abióticos são discutidos como sendo os mais importantes na germinação de algumas sementes, exercendo forte influência na constituição de espécies ao banco, pois as condições em que as sementes germinam e após se estabelecem, dependem fortemente das condições ambientais existentes. Os fatores bióticos, da mesma forma, têm uma forte influência na germinação de sementes, principalmente as espécies dispersas por frugívoros, que auxiliam tanto na dispersão como na quebra de dormência das sementes.

A amostragem do banco de sementes do solo não apresentou similaridade com o levantamento fitossociológico do componente arbóreo realizado na área (Kray 2004). O banco de sementes não reflete a riqueza arbórea local, tendo sido encontradas diversas espécies que estiveram ausentes no banco, como aquelas intolerantes à sombras (pioneiras) que estão no solo, mas não na composição florística presente na área. Tanto em florestas temperadas como em tropicais, raramente encontra-se similaridade florística entre o estoque de sementes e a vegetação local. Martínez-Ramos & Soto-Castro (1993) afirmam que a baixa similaridade se deve a não inclusão no banco da maioria das espécies presentes na floresta estabelecida, enquanto Garwood (1989) salienta que as espécies de amostras do banco de sementes do solo

que germinam, geralmente estão ausentes ou são raras na vegetação local, e provêm de diferentes locais e épocas, justificando a importância da presença de dispersores para o transporte de propágulos na recomposição florestal. A dispersão de sementes para uma área degradada é essencial para a sua regeneração, uma vez que o banco de sementes do solo sofre uma rápida diminuição na abundância e riqueza de espécies devido à curta viabilidade de muitas espécies (Garwood 1989).

A maioria das espécies e indivíduos recrutados, tanto no BSS 1 quanto no BSS 2, apresentaram diferenças significativas entre as profundidades avaliadas. No BSS 1, estas diferenças ocorrem pelo fato de que a maioria dos indivíduos identificados germinou na profundidade entre a superfície e 5 cm (58%), aliando-se ao fato de que o maior número de espécies ocorreu nesta profundidade, sendo sete exclusivas (*Allophylus edulis*, *Garcinia gardneriana*, *Patagonula americana*, *Prunus myrtifolia*, *Sebastiania serrata*, *Solanum sanctaecatharinae*, *Syagrus romanzoffiana*). No BSS 2, a maioria dos indivíduos igualmente germinou na profundidade entre a superfície e 5 cm, perfazendo 81% do total. No que se refere às espécies, nesta profundidade *Solanum pseudoquina* foi a espécie exclusiva, enquanto que na profundidade entre 5 cm e 10 cm germinaram 150 indivíduos (19%), com uma espécie exclusiva (*Patagonula americana*).

Ao se avaliar a influência dos tratamentos sobre a frequência dos indivíduos, através da análise exploratória dos dados, encontrou-se diferença entre os tratamentos no BSS 1. Esta diferença ocorreu porque o tratamento com sombrite contribuiu com cerca de 72% do total de indivíduos germinados, como também maior número de espécies, sendo nove exclusivas a este tratamento (*Allophylus edulis*, *Casearia silvestris*, *Coussapoa microcarpa*, *Solanum pseudoquina*, *S. sanctaecatharinae*, *Garcinia gardneriana*, *Patagonula americana*, *Prunus myrtifolia* e *Sebastiania serrata*), enquanto no BSS 2, os tratamentos não mostraram distinções entre os grupos. Isto provavelmente ocorreu pelo fato de que os números de indivíduos germinados foi bastante semelhante, sendo 53% na condição com sombrite e 47% na condição com incidência de luz natural. Da mesma forma, o número de espécies germinadas foi semelhante, sendo uma exclusiva na condição com sombrite (*Solanum pseudoquina*) e uma exclusiva na condição com incidência de luz natural (*Patagonula americana*).

Poucos estudos usam em suas análises mais de um tratamento, prevalecendo os que trabalham sob a condição de luz natural. Os resultados obtidos neste trabalho assemelham-se aos de Caldato *et al.* (1996), onde o maior número de indivíduos germinou na condição de sombreamento sombrite (70%), enquanto Roizman (1993) obteve um maior número de

espécies e indivíduos na condição de luz plena, quando comparado com os números na condição de sombrite (70%).

A ocorrência de um maior número de espécies e indivíduos na condição com sombrite no presente estudo, principalmente no BSS 1, pode ser consequência das altas temperaturas na casa de vegetação. O andamento do experimento do BSS 1 ocorreu durante o final da primavera e todo o verão (outubro a março), período com temperaturas bastante elevadas. Isto, talvez poderia ter prejudicado a germinação das espécies, em especial nas amostras de solo submetidas ao tratamento com incidência de luz natural, enquanto na condição de sombreamento, as temperaturas teriam sido menores. Mas, isto não pode ser confirmado, pelo fato de, durante o período que o experimento estava montado na casa de vegetação, por não terem sido realizadas medidas de temperatura. Além disso, estudos referentes a germinação de espécies nativas são escassos, sendo difícil justificar fatores e intensidades com que estimulam ou inibem a germinação de sementes.

Quanto à distribuição vertical das sementes no banco, Roizman (1993) também encontrou o maior número de indivíduos e espécies entre a superfície e 5 cm de profundidade e, nas demais profundidades (5 a 10 cm e 10 a 15 cm) houve um decréscimo tanto no número de espécies quanto no de indivíduos. A distribuição vertical do banco de sementes se dá por ação de diferentes mecanismos bióticos e abióticos de incorporação no solo, cujas origens são variadas e, na maioria das vezes, pouco conhecidas, apesar de serem fundamentais para a compreensão da heterogeneidade espacial do banco e da latência das sementes presentes (Garwood 1989). Em trabalhos analisados constatou-se que a metodologia usada foi diferente, como a amostragem na profundidade de 0 a 3 cm (Caldato *et al.* 1996, Grombone-Guaratini & Rodrigues 2002) ou por realizarem duas coletas em profundidades diferentes (superfície a 2,5 cm e 2,5 a 5 cm) (Baider *et al.* 1999, 2001). O fato de encontrar sementes viáveis nas camadas mais profundas do solo pode indicar a existência de mecanismos que promovam a longevidade de algumas espécies nesta condição. A dormência proporciona maior longevidade e permite que sementes de algumas espécies permaneçam latentes, sobrevivam sob condições adversas para, posteriormente, germinarem e estabelecerem-se (Popinigis 1985).

Das três espécies que apresentaram os maiores números de indivíduos germinados nas duas amostragens de solo, apenas *Banara parviflora* foi registrada no levantamento fitossociológico da área (Kray 2004). A presença das outras duas, *Ficus organensis* e *Trema micrantha*, pode ser pela eficiência de seus mecanismos de dispersão, pela ocorrência de árvores nas proximidades da área ou ainda, podem ter ocorrido anteriormente no local, tendo

as sementes permanecido dormentes. A presença de *Ficus organensis*, também pode ser justificada pela ocorrência de um ou mais indivíduos na forma de hemi-epifíticos, não sendo registrados no levantamento fitossociológico do componente arbóreo (Kray 2004). Estas espécies possuem sementes pequenas que, para Vázquez-Yanes & Orozco-Segovia (1993), constituem vantagens adaptativas por sofrerem menor pressão de predação e terem maior facilidade de incorporação ao estoque do solo. Foster (1986) cita que raramente se encontram sementes maiores de 5 mm nos bancos. As sementes grandes apresentam alguns fatores limitantes para incorporarem-se ao banco de sementes do solo, como a pressão de predação acentuada, a maior vulnerabilidade ao ataque de patógenos e maior dificuldade física para o seu enterramento. O grau que estes diversos fatores atuam podem depender inclusive da massa, tamanho e forma das sementes ou frutos ou das estruturas acessórias (Bigwood & Inouye 1988).

As espécies das fases iniciais de regeneração invadem lentamente um sítio disponível à colonização e facilitam o estabelecimento de outras, pois agem como abrigo para os vetores de dispersão, melhorando as condições de fertilidade do solo, além de fornecer habitats adequados ao recrutamento. As comunidades iniciais ou pioneiras são essenciais para o estabelecimento de árvores dependentes de sombra e, conseqüentemente, importantes para a regeneração florestal. As sementes de árvores e arbustos pioneiros são geralmente registrados no banco de sementes do solo de florestas tropicais em porcentagens entre 18% e 91% do total (Lawton & Putz 1988, Garwood 1989). A dormência é característica do grupo das espécies pioneiras, cujo êxito na colonização depende da potencialidade de suas sementes permanecerem dormentes e germinarem somente mediante condições ambientais adequadas, como também, da ampla capacidade de serem dispersas (Roizman 1993).

No BSS 1, entre as espécies intolerantes à sombra, *Trema micrantha*, com o segundo maior número de indivíduos na amostragem total, teve mais sementes recrutadas na profundidade entre 5 e 10 cm. Situação semelhante foi constatada por Roizman (1993), onde o maior número de indivíduos de *Trema micrantha* germinaram igualmente nesta profundidade. Esta espécie, que freqüentemente ocorre com grande número de indivíduos nos estudos sobre banco de sementes, frutifica em abundância e em um período relativamente extenso. Também, é amplamente dispersa por aves, apresenta sementes de pequeno tamanho e um período de dormência prolongado (Roizman 1993). Rodrigues (1995) salienta que espécies pioneiras atuam como cicatrizadoras de ambientes perturbados e apresentam como características ecológicas a distribuição de suas sementes por toda a floresta, que podem estar

dormentes no solo (banco de sementes) ou então sendo continuamente dispersas pelos animais entre clareiras de diferentes idades.

A presença de espécies de fases iniciais do processo de sucessão, revela o potencial de regeneração da floresta, em caso de abertura de clareiras ou outro fator desestabilizador que venha alterar a estrutura presente. Além de apresentar um potencial de regeneração, pelo fato de ocorrerem espécies essenciais para as primeiras etapas do restabelecimento da vegetação, o presente estudo também constatou espécies características de etapas mais avançadas do processo de regeneração. As espécies tolerantes à sombra, que apresentaram os valores mais elevados de indivíduos recrutados (*Banara parviflora*, *Casearia silvestris*, *Coussapoa microcarpa*, *Ficus organensis* e *F. Luschnathiana*), indicam que a vegetação que potencialmente poderá se estabelecer em caso de um “distúrbio” local, teria na recomposição espécies de estádios mais avançados no processo de sucessão.

A síndrome de dispersão mais freqüente entre as espécies do banco de sementes, nas duas épocas de amostragem, foi a zoocoria (figura 4), que tem predominado em vários estudos (Roizman 1993, Caldato *et al.* 1996, Baider *et al.* 1999, 2001, Grombone-Guaratini & Rodrigues 2002).

A diversidade específica total obtida para o banco de sementes reflete a baixa riqueza específica e a baixa equabilidade, motivada pela grande concentração de indivíduos germinados em um pequeno número de espécies. Grombone-Guaratini (1999), em uma das estações de coleta (estação seca 1996), encontrou valores altos ($H' = 2,24$ e $J' = 0,59$), dada pela maior riqueza e equabilidade entre as espécies, possivelmente como consequência da inclusão de outras formas de vida, além das árvores. Roizman (1993) encontrou valores igualmente baixos ($H' = 1,65$ e $J' = 0,57$). Caldato *et al.* (1996) em dois tipos florestais (com predominância da araucária e com predominância de outras espécies nativas), da mesma forma, encontraram valores baixos ($H' = 1,86$ e $J' = 0,68$, $H' = 1,68$ e $J' = 0,58$, respectivamente). O índice de diversidade mostra-se baixo ao lado daqueles estimados em levantamentos fitossociológicos do componente arbóreo em florestas na região, que variam de 1,886 a 2,409 (nats.indivíduo⁻¹) em florestas de restinga (Waechter & Jarenkow 1998, Waechter *et al.* 2000), e entre 2,244 e 3,548 (nats.indivíduo⁻¹) em florestas estacionais (Vasconcellos *et al.* 1992, Bencke & Soares 1998, Jarenkow & Waechter 2001, Jurinitz & Jarenkow 2003). Para o levantamento fitossociológico realizado na área a diversidade foi de $H' = 2,665$ e a equabilidade de $J' = 0,708$ (Kray 2004).

A distribuição dos indivíduos, nas duas épocas de coleta do banco de sementes do solo, mostrou uma certa heterogeneidade, com algumas áreas da parcela permanente com

maiores números de indivíduos recrutados do que outras (Anexo 2). Isto pode ter ocorrido pelo fato de que nestas áreas possivelmente concentrem-se indivíduos de determinada espécie ou que produzem quantidades elevadas de sementes viáveis.

Estudos que analisem os diferentes tipos de perturbações, interações com os animais, bem como, informações detalhadas sobre a fenologia e a ecofisiologia da germinação de espécies arbóreas são necessárias, para fornecer informações adequadas para os processos de restauração de comunidades florestais, bem como, nas atividades de conservação. Atualmente há uma carência de trabalhos publicados sobre a regeneração natural em florestas sul-brasileiras, portanto, estudos semelhantes devem ser incentivados, com padronização e adequação da metodologia para permitirem análises comparativas.

Agradecimentos – Ao programa de Pós-Graduação em Botânica da UFRGS, pela possibilidade de realização deste trabalho; ao CNPq, pela bolsa concedida à primeira autora; à Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, pelo apoio ao projeto; ao DUC/DEFAP/SEMA-RS, pelo apoio logístico; ao Departamento de Solos da Faculdade de Agronomia/UFRGS, pelo empréstimo das instalações na casa de vegetação; ao especialista Marcos Sobral, pela determinação de algumas espécies.

Referências bibliográficas

- ALVAREZ-BUYLLA, E.R. & MARTÍNEZ-RAMOS, M. 1990. Seed bank versus seed rain in the regeneration of a tropical pioneer tree. *Oecologia* 84:314-325.
- APG II (ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP). 2003. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for orders and families of flowering plants: APG II. *Botanical Journal of the Linnean Society* 141:399-436.
- 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* 59:319-328.
- BAIDER, C., TABARELLI, M. & MANTOVANI, W. 2001. The soil seed bank during Atlantic Forest regeneration in southeast Brazil. *Revista Brasileira de Biologia* 61:35-44.
- BENCKE, C.S.C. & SOARES, C. 1998. Estudo fitossociológico da vegetação arbórea de uma área de floresta estacional em Santa Cruz do Sul, RS, Brasil. *Caderno de Pesquisa, Série Botânica* 10:37-57.

- BIGWOOD, D.W. & INOUE, D.W. 1988. Spatial pattern analysis of seed banks: an improved method and optimized sampling. *Ecology* 69:497-507.
- 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.
- BRUMMIT, R.K. & POWELL, C.E. 1992. Authors of plant names. The Royal Botanic Gardens, Kew.
- BUTLER, B.J. & CHAZDON, R.L. 1998. Species richness, spatial variation, and abundance of soil seed bank of a secondary tropical rain forest. *Biotropica* 30:214-222.
- CALDATO, S.L., FLOSS, P.A., CROCE, D.M. & LONGHI, S.J. 1996. Estudos da regeneração natural, banco de semente e chuva de sementes na Reserva Genética Florestal de Caçador, SC. *Ciência Florestal* 6:27-38.
- CLARK, D.A. & CLARK, D.B. 1987. Análisis de la regeneración de árboles del dosel en bosque muy húmedo tropical: aspectos teóricos y prácticos. *Revista de Biología Tropical* 35:41-54.
- DALLING, J.W. & DENSLOW, J.S. 1998. Changes in soil seed bank composition along a chronosequence of lowland secondary tropical forest, Panama. *Journal of Vegetation Science* 9:669-678.
- 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.
- DALLING, J.W., SWAINE, M.D. & GARWOOD, N.C. 1998. Dispersal patterns and seed bank dynamics of pioneer trees in moist tropical forest. *Ecology* 79:564-578.
- DANIEL, O. & JANKAUSKIS, J. 1989. Avaliação de metodologia para o estudo do estoque de sementes do solo, em floresta de terra firme na Amazônia brasileira. *IPEF* 41/42:18-26.
- ESPÍNDOLA, M.B. de, VIEIRA, N.K. & REIS, A. 2003. A chuva e o banco de sementes na restauração de ecossistemas. *In Anais do VI Congresso de Ecologia do Brasil*, Fortaleza. p.562-564.
- FENNER, M. 1985. Soil seed banks. *In Seed ecology*. (M. Fenner, ed.). Chapman & Hall, London. p.57-71.
- FIDALGO, O. & BONONI, V.L.R. (coords.) 1984. Técnicas de coleta, preservação e herborização de material botânico. Manual 4. Instituto de Botânica, São Paulo.
- FOSTER, S.A. 1986. On the adaptative value of large seeds for tropical moist forest trees: a review and synthesis. *Botanical Review* 52:260-299.

- GARWOOD, N.C. 1989. Tropical soil seed banks: a review. *In Ecology of soil seed banks* (M. A Leck, V.T Parker & R.L Simpson, eds.). Academic Press, San Diego. p.149-209.
- GRAHAM, A.W. & HOPKINS, M.S. 1990. Soil seed banks of adjacent unlogged rainforest types in north Queensland. *Australian Journal of Botany* 38:261-268.
- GROMBONE-GUARATINI, M.T. 1999. Dinâmica de uma floresta estacional semidecidual: o banco, a chuva de sementes e o estrato de regeneração. Tese de doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- 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.
- GROSS, K.L.A. 1990. A comparison of methods for estimating seed numbers in the soil. *Journal of Ecology* 78:1079-1093.
- HALL, J.B. & SWAINE, M.D. 1980. Seed stocks in Ghanaian forest soils. *Biotropica* 12:256-263.
- HARPER, J.L. 1977. *Population biology of plants*. Academic Press, London.
- HARTSHORN, G.S. 1980. Neotropical forest dynamics. *Biotropica* 12:23-30.
- HOLL, K.D. 1999. Factors limiting rain forest regeneration in abandoned pasture: seed rain, seed germination, microclimate, and soil. *Biotropica* 31:229-242.
- HOLTHUIJZEN, A.M.A & BOERBOOM, J.H.A. 1982. The *Cecropia* seed bank in the Surinam lowland rainforest. *Biotropica* 14:62-68.
- JARENKOW, J. A. & WAECHTER, J.L. 2001. Estrutura de floresta estacional no Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Botânica* 24:263-272.
- JURINITZ, C.F. & JARENKOW, J.A. 2003. Estrutura do componente arbóreo de uma floresta estacional na Serra do Sudeste, Camaquã (RS), Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 26:475-487.
- KRAY, J.G. 2004. Estrutura e diversidade arbórea da floresta estacional no Parque Estadual de Itapuã, Viamão, RS, Brasil. Monografia de Bacharelado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- KRAY, J.G. & JARENKOW, J.A. 2003. Estrutura do componente arbóreo de mata estacional de encosta no parque Estadual de Itapuã, Viamão, RS. *In Anais VI Congresso de Ecologia do Brasil*, Fortaleza, CE. p.452-453.
- LAWTON, R.O. & PUTZ, F.E. 1988. Natural disturbance and gap-phase regeneration in the wind-exposed tropical cloud forest. *Ecology* 69:764-777.

- MAGURRAN, A. E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, Princeton.
- MARTÍNEZ-RAMOS, M. & SOTO-CASTRO, A. 1993. Seed rain and advanced regeneration in a tropical rain forest. *Vegetatio* 107/108:299-318.
- MORELLATO, P.C. 1995. As estações do ano na floresta. *In* Ecologia e preservação de uma floresta tropical urbana: Reserva de Santa Genebra (H.F. Leitão Filho & L.P. Morellato, eds.). Editora da Unicamp, Campinas. p.37-41.
- MORENO, J. A. 1961. Clima do Rio Grande do Sul. Secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- MUELLER-DOMBOIS, D. & ELLENBERG, H. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley and Sons, New York.
- PILLAR, V.D. 2001. MULTIV software para análise multivariada, testes de aleatorização e autoreamostragem “*bootstrap*”. Departamento de Ecologia, UFRGS, Porto Alegre.
- PILLAR, V.P. & ORLÓCI, L. 1996. On randomization testing in vegetation science: multifactor comparisons of relevé groups. *Journal of Vegetation Science* 7:585-592.
- PIÑA-RODRIGUES, F.C.M., COSTA, L.G.S. & REIS, A. 1990. Estratégias de estabelecimento de espécies arbóreas e o manejo de florestas tropicais. *In* Anais do VI Congresso Florestal Brasileiro, Campos do Jordão. p.676-684.
- POPINIGIS, F. 1985. Fisiologia da semente. 2 ed. AGIPLAN, Brasília.
- PUTZ, F.E. & APPANAH, S. 1987. Buried seeds, newly dispersed seed, and the dynamics of a lowland forest in Malasia. *Biotropica* 19:326-333.
- RIO GRANDE DO SUL. 1997. Plano de manejo do Parque Estadual de Itapuã, RS. Departamento de Recursos Renováveis/Pró-Guaíba, Porto Alegre.
- RODRIGUES, R.R. 1995. A sucessão florestal. *In* Ecologia e preservação de uma floresta tropical urbana: Reserva de Santa Genebra. (H.F. Leitão Filho & L.P. Morellato, eds.). Editora da Unicamp, Campinas. p.30-35.
- ROIZMAN, L.C. 1993. Fitossociologia e dinâmica do banco de semente de populações arbóreas de florestas secundárias em São Paulo, SP. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- SAULEI, S.M. & SWAINE, M.D. 1988. Rain forest seed dynamics during succession at Gogol, Papua New Guinea. *Journal of Ecology* 76:1133-1152.
- SOLIANI JR., E., KOESTER, E. & FERNÁNDEZ, L.A. 2000. A geologia isotópica do escudo sul-riograndense. *In* Geologia do Rio Grande do Sul (M. Holz & L.F. Ros, eds.). CIGO/UFRGS, Porto Alegre. p.175-230.

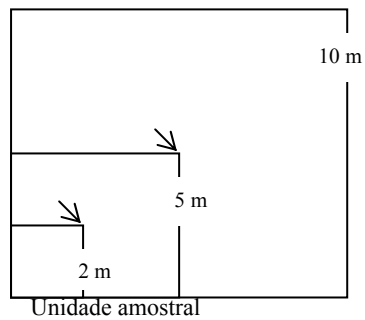
- THOMPSON, K. & GRIME, J.P. 1979. Seasonal variation in the seed banks of herbaceous species in ten contrasting habitats. *Journal of Ecology* 67:893-921.
- THOMPSON, K. 2000. The functional ecology of soil seed banks. *In* *Seeds: the ecology of regeneration in plant communities* (M. Fenner, ed.). 2 ed. CABI Publishing, New York. p.215-235.
- VAN DER PIJL, L. 1972. *Principles of dispersal in higher plants*. 2ed. Springer-Verlag, Berlin.
- VASCONCELLOS, J.M.O., DIAS, L.L., SILVA, C.P. & SOBRAL, M. 1992. Fitossociologia de uma mata subtropical no Parque Estadual do Turvo, RS. *Revista do Instituto Florestal* 4:252-259.
- VÁZQUEZ-YANES, C. & OROZCO-SEGOVIA, A. 1993. Patterns of seed longevity and germination in the tropical rainforest. *Annual Review of Ecology and Systematics* 24:69-87.
- VELOSO, H.P. & GÓES-FILHO, L. 1982. Fitogeografia brasileira: classificação fisionômica-ecológica da vegetação neotropical. *Boletim Técnico Projeto RADAMBRASIL, Série. Vegetação*, 1:1-80.
- WAECHTER, J.L. & JARENKOW, J.A. 1998. Composição e estrutura do componente arbóreo nas matas turfosas do Taim, Rio Grande do Sul. *Biotemas* 11:45-69.
- WAECHTER, J.L., MÜLLER, S.C., BREIER, T.B. & VENTURI, S. 2000. Estrutura do componente arbóreo em uma floresta subtropical de planície costeira interna. *In* *Anais do V Simpósio de Ecossistemas Brasileiros: Conservação* (S. Watanabe, coord.). Aciesp, São Paulo. v. 3. p.92-112.
- WILLIAMS-LINERA, G. 1993. Soil seed banks in four lower montane forests of Mexico. *Journal of Tropical Ecology* 9:321-337.
- YOUNG, K.R., EWEL, J.J. & BROWN, B.J. 1987. Seed dynamics during forest succession in Costa Rica. *Vegetatio* 71:157-173.

Anexo 1. Parcela permanente e respectivas unidades amostrais nas quais foram coletadas as amostras para o estudo do banco de sementes do solo em uma floresta estacional no Parque Estadual de Itapuã, município de Viamão (RS), com detalhe da localização da coleta na unidade amostral (↑ indica os pontos de coleta).

Annex 1. Permanent plot and respective sample units in which were collected the samples to the study of the soil seed bank in a seasonal forest in State Park of Itapuã, municipality of Viamão (RS), with detail of the location of the collection in the sample unit (↑ indicates the collection points).

Parcela permanente (50 unidades amostrais)

41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
01	02	03	04	05	06	07	08	09	10



Anexo 2. Distribuição do número de espécies e indivíduos recrutados no BSS 1 e BSS 2, em uma floresta estacional no Parque Estadual de Itapuã, município de Viamão (RS).

Annex 2. Distribution of the number of species and recruited individuals in the BSS 1 and BSS 2, in a seasonal forest in State Park of Itapuã, municipality of Viamão (RS).

2.1. Distribuição do número de espécies recrutadas (valor entre parênteses), de indivíduos recrutados (em itálico) por unidade amostral e o número da unidade amostral (em negrito), no banco de sementes do solo 1, em uma floresta estacional no Parque Estadual de Itapuã, Viamão (RS).

2.1. Distribution of the number of recruited species (value between parentheses), of recruited individuals (in italic) for sample unit and the number of the sample unit (in bold), in the soil seed bank 1, in a seasonal forest in State Park of Itapuã, Viamão (RS).

41 (5)	42 (6)	43 (6)	44 (4)	45 (5)	46 (3)	47 (2)	48 (03)	49 (3)	50 (2)
<i>47</i>	<i>30</i>	<i>38</i>	<i>28</i>	<i>10</i>	<i>6</i>	<i>5</i>	<i>8</i>	<i>12</i>	<i>8</i>
31 (4)	32 (5)	33 (4)	34 (3)	35 (5)	36 (5)	37 (3)	38 (5)	39 (5)	40 (3)
<i>10</i>	<i>19</i>	<i>27</i>	<i>15</i>	<i>12</i>	<i>19</i>	<i>24</i>	<i>16</i>	<i>14</i>	<i>6</i>
21 (3)	22 (6)	23 (5)	24 (5)	25 (5)	26 (6)	27 (6)	28 (5)	29 (6)	30 (5)
<i>52</i>	<i>15</i>	<i>16</i>	<i>8</i>	<i>11</i>	<i>49</i>	<i>64</i>	<i>23</i>	<i>15</i>	<i>8</i>
11 (4)	12 (5)	13 (4)	14 (4)	15 (5)	16 (4)	17 (2)	18 (5)	19 (2)	20 (4)
<i>5</i>	<i>13</i>	<i>18</i>	<i>11</i>	<i>8</i>	<i>19</i>	<i>5</i>	<i>21</i>	<i>2</i>	<i>9</i>
1 (4)	2 (5)	3 (3)	4 (6)	5 (4)	6 (4)	7 (6)	8 (4)	9 (2)	10 (4)
<i>5</i>	<i>8</i>	<i>5</i>	<i>13</i>	<i>16</i>	<i>68</i>	<i>31</i>	<i>15</i>	<i>2</i>	<i>6</i>

2.2. Distribuição do número de espécies recrutadas (valor entre parênteses), de indivíduos recrutados (em itálico) por unidade amostral e o número da unidade amostral (em negrito), no banco de sementes do solo 2, em uma floresta estacional no Parque Estadual de Itapuã, Viamão (RS).

2.2. Distribution of the number of recruited species (value between parentheses), of recruited individuals (in italic) for sample unit and the number of the sample unit (in bold), in the soil seed bank 2, in a seasonal forest in State Park of Itapuã, Viamão (RS).

41 (5)	42 (6)	43 (4)	44 (4)	45 (3)	46 (5)	47 (4)	48 (4)	49 (6)	50 (6)
<i>9</i>	<i>13</i>	<i>23</i>	<i>23</i>	<i>7</i>	<i>9</i>	<i>36</i>	<i>25</i>	<i>36</i>	<i>21</i>
31 (6)	32 (5)	33 (3)	34 (3)	35 (4)	36 (5)	37 (5)	38 (5)	39 (6)	40 (5)
<i>17</i>	<i>17</i>	<i>36</i>	<i>5</i>	<i>9</i>	<i>20</i>	<i>30</i>	<i>18</i>	<i>23</i>	<i>16</i>
21 (5)	22 (6)	23 (3)	24 (6)	25 (5)	26 (5)	27 (6)	28 (2)	29 (4)	30 (3)
<i>36</i>	<i>10</i>	<i>13</i>	<i>10</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>65</i>	<i>3</i>	<i>9</i>	<i>21</i>
11 (4)	12 (9)	13 (4)	14 (7)	15 (4)	16 (7)	17 (5)	18 (8)	19 (3)	20 (5)
<i>12</i>	<i>16</i>	<i>12</i>	<i>14</i>	<i>13</i>	<i>29</i>	<i>12</i>	<i>20</i>	<i>4</i>	<i>12</i>
1 (6)	2 (3)	3 (4)	4 (5)	5 (3)	6 (4)	7 (3)	8 (3)	9 (4)	10 (4)
<i>9</i>	<i>3</i>	<i>6</i>	<i>12</i>	<i>19</i>	<i>14</i>	<i>3</i>	<i>7</i>	<i>5</i>	<i>6</i>

Anexo 3. Distribuição das três espécies mais abundantes no BSS 1 e BSS 2, em uma floresta estacional no Parque Estadual de Itapuã, município de Viamão (RS).

Annex 3. Distribution of the three most abundant species in the BSS 1 and BSS 2, in a seasonal forest in State Park of Itapuã, municipality of Viamão (RS).

3.1. Distribuição das três espécies mais abundantes quanto ao número de indivíduos recrutados no banco de sementes do solo 1: *Trema micrantha* (em negrito), *Ficus organensis* (valor entre parênteses) e *Banara parviflora* (em itálico), em uma floresta estacional no Parque Estadual de Itapuã, Viamão (RS).

3.1. Distribution of the three most abundant species as to the number of recruited individuals in soil seed bank 1: *Trema micrantha* (in bold), *Ficus organensis* (value between parentheses) and *Banara parviflora* (in italic), in a seasonal forest in State Park of Itapuã, Viamão (RS).

8 (27)	15 (8)	10 (17)	21 (4)	4 (1)	3 (1)	0 (0)	2 (4)	3 (0)	0 (2)
<i>10</i>	<i>4</i>	<i>6</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>2</i>	<i>4</i>	<i>2</i>	<i>8</i>	<i>6</i>
5 (1)	5 (9)	18 (1)	11 (1)	4 (3)	6 (6)	12 (1)	2 (5)	3 (3)	0 (1)
<i>2</i>	<i>3</i>	<i>7</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>5</i>	<i>11</i>	<i>4</i>	<i>4</i>	<i>3</i>
48 (2)	3 (2)	5 (4)	1 (4)	5 (3)	0 (23)	4 (45)	9 (7)	3 (1)	0 (0)
<i>2</i>	<i>7</i>	<i>5</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>5</i>	<i>7</i>	<i>4</i>
2 (0)	7 (3)	5 (10)	2 (6)	1 (4)	3 (14)	0 (4)	3 (5)	0 (1)	5 (1)
<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>0</i>	<i>3</i>	<i>1</i>	<i>2</i>
2 (0)	1 (2)	3 (1)	4 (5)	6 (6)	1 (57)	1 (21)	1 (10)	1 (1)	1 (3)
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>3</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>1</i>	<i>0</i>	<i>0</i>

3.2. Distribuição das três espécies mais abundantes quanto ao número de indivíduos recrutados no banco de sementes do solo 2: *Trema micrantha* (em negrito), *Ficus organensis* (valor entre parênteses) e *Banara parviflora* (em itálico), em uma floresta estacional no Parque Estadual de Itapuã, Viamão (RS).

3.2. Distribution of the three most abundant species as to the number of recruited individuals in soil seed bank 2: *Trema micrantha* (in bold), *Ficus organensis* (value between parentheses) and *Banara parviflora* (in italic), in a seasonal forest in State Park of Itapuã, Viamão (RS).

2 (3)	2 (5)	6 (6)	11 (6)	3 (3)	0 (0)	4 (1)	7 (4)	2 (1)	2 (8)
<i>2</i>	<i>2</i>	<i>10</i>	<i>3</i>	<i>1</i>	<i>3</i>	<i>29</i>	<i>12</i>	<i>29</i>	<i>6</i>
6 (4)	7 (4)	11 (6)	3 (1)	1 (3)	2 (7)	6 (0)	0 (6)	2 (3)	2 (1)
<i>4</i>	<i>4</i>	<i>19</i>	<i>1</i>	<i>4</i>	<i>9</i>	<i>21</i>	<i>8</i>	<i>14</i>	<i>8</i>
31 (0)	1 (2)	0 (0)	1 (4)	2 (2)	1 (3)	0 (53)	0 (1)	2 (0)	5 (0)
<i>2</i>	<i>4</i>	<i>10</i>	<i>1</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>2</i>	<i>5</i>	<i>12</i>
4 (0)	5 (2)	3 (0)	0 (6)	2 (6)	0 (17)	3 (3)	3 (6)	0 (0)	2 (5)
<i>2</i>	<i>2</i>	<i>4</i>	<i>1</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>4</i>	<i>2</i>	<i>1</i>	<i>3</i>
4 (1)	1 (0)	2 (2)	0 (7)	2 (16)	2 (9)	1 (1)	1 (5)	2 (1)	3 (0)
<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>0</i>	<i>2</i>	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>

Anexo 4. Testes de aleatorização referentes aos tratamentos e profundidades nas amostras do banco de sementes do solo (BSS 1 e BSS 2) em uma floresta estacional no Parque Estadual de Itapuã, município de Viamão, RS.

Annex 4. Randomization tests referring to treatments and deeps in the samples of soil seed bank (BSS 1 and BSS 2) in a seasonal forest in State Park of Itapuã, municipality of Viamão (RS).

4.1. Teste de aleatorização para os tratamentos (L = incidência de luz natural; S = recobrimento com sombrite 50%; Sqe = soma de quadrados entre grupos; Sqd = soma de quadrados dentro de grupos; Pb = probabilidade), nas das amostras do banco de sementes do solo (BSS 1 e BSS 2) em uma floresta estacional no Parque Estadual de Itapuã, Viamão (RS).

4.1. Randomization tests for the treatments (L = natural light condition; S = lattice-shade cover (50%); Sqe = sum of squares between groups; Sqd = sum of squares within groups; Pb = probability) in the samples of soil seed bank (BSS 1 and BSS 2) in a seasonal forest in State Park of Itapuã, Viamão (RS).

	Variável	Fator	Grupos	Sqe	Sqd	Pb
BSS 1	Riqueza	Tratamento	L – S	4.9111	99.642	0,001
BSS 2	Riqueza	Tratamento	L – S	0.54047	100.86	0,38

4.2. Teste de aleatorização para as profundidades (S = 0 a 5 cm; I = 5 cm a 10 cm; Sqe = soma de quadrados entre grupos; Sqd = soma de quadrados dentro de grupos; Pb = probabilidade), nas das amostras do banco de sementes do solo (BSS 1 e BSS 2) em uma floresta estacional no Parque Estadual de Itapuã, Viamão (RS).

4.2. Randomization tests for the deeps (S = 0 to 5 cm; I = 5 cm to 10 cm; Sqe = sum of squares between groups; Sqd = sum of squares within groups; Pb = probability) in the samples of soil seed bank (BSS 1 and BSS 2) in a seasonal forest in State Park of Itapuã, Viamão (RS).

	Variável	Fator	Grupos	Sqe	Sqd	Pb
BSS 1	Riqueza	Profundidade	S – I	1.4772	103.08	0,039
BSS 2	Riqueza	Profundidade	S – I	8.8365	92.564	0,001

ARTIGO 2

Chuva de sementes em uma floresta estacional no Rio Grande do Sul

O segundo artigo foi redigido seguindo as normas de publicação da **Acta Botanica Brasílica**, o qual será submetido logo após a defesa. As tabelas e figuras foram incluídas no texto para melhor apreciação do artigo, fugindo às recomendações para o envio de manuscritos. Os resultados citados neste artigo, referentes ao banco de sementes do solo, encontram-se no **Artigo 1** (Scherer & Jarenkow, dados não publicados).

CHUVA DE SEMENTES EM UMA FLORESTA ESTACIONAL NO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL

Caroline Scherer e João André Jarenkow

RESUMO – (Chuva de sementes em uma floresta estacional no Rio Grande do Sul, Brasil). O estudo da chuva de sementes é essencial para a compreensão dos processos dinâmicos de recrutamento e da distribuição espacial das espécies vegetais. As fontes de propágulos são provenientes tanto de espécies locais quanto daquelas de áreas distantes. Para análise da composição e densidade de espécies arbóreas na chuva de sementes em um remanescente de floresta estacional de encosta no Parque Estadual de Itapuã, município de Viamão, RS, foram instalados 30 coletores no interior da mata, em uma área de 1 ha. O conteúdo de todos os coletores foi retirado mensalmente, durante o período de um ano (dezembro 2002 a novembro 2003). O material foi triado e separado em sementes viáveis e/ou frutos com sementes viáveis. O número de espécies identificadas foi de 23, mais uma ao nível de gênero e outra ao de família, e reconhecidas cinco morfoespécies. O número total de propágulos coletados foi de 1.676. As espécies que apresentaram os maiores números de propágulos foram *Cupania vernalis*, *Casearia silvestris* e *Guapira opposita*. A similaridade florística entre a chuva e duas amostragens do banco de sementes foram mais baixas (0,27 e 0,22) do que em relação ao levantamento fitossociológico (0,52), todos realizados neste mesmo local. Todas as espécies amostradas são autóctones, predominando a dispersão local. A zoocoria foi a principal síndrome de dispersão (86,7% dos propágulos e 63% das espécies). A estratégia de regeneração apresentada pelas espécies foi exclusivamente tolerantes à sombra, típicas de estádios mais avançados. Os dados mostraram grande variabilidade temporal da chuva de sementes, embora não se tenham evidências claras dos efeitos sazonais sobre a densidade e a riqueza de espécies nesta floresta. Estudos em longo prazo poderiam esclarecer a ocorrência de algum padrão sazonal sobre a dispersão de propágulos.

Palavras-chaves - chuva de sementes, diversidade, espécies arbóreas, floresta estacional, regeneração florestal

ABSTRACT – (Seed rain in a seasonal forest in Rio Grande do Sul, Brazil). The study of the seed rain is essential to in understanding the dynamic of recruiting process and spatial distribution of the plant species. The propagules sources are as from local species as from those of distant areas. Composition and density of the tree species of the seed rain were

analyzed, in a remaining slope seasonal forest in State Park of Itapuã, municipality of Viamão (RS), thirty traps were installed within the forest in one area of 1 ha. Monthly, during the period of a year (December 2002 to November 2003), the content of the traps was collected. The material was selected and the viable seeds or fruit with viable seeds were put apart. The number of the species identified was 23, plus one to the genus level, another to the family and recognized five morfotypes. The total number of propagules collected was 1.676. *Cupania vernalis*, *Casearia silvestris* and *Guapira opposita* were the species with the higher number of propagules. The similarity between seed rain and the two samplings of the seed bank was little (0.27 and 0.22) than in relation to the phytosociological survey (0.52), realized in this same site. All the species sampled are autochthonous, predominated the local dispersal. Zoochory was the main dispersal strategy (86.7% of propagules and 63% of species). All were species shade-tolerant as regeneration strategy, typical of more advanced stages. The data showed high temporal variability in the seed rain, although there was no clear evidence of seasonal effects on species density and richness in the forest. Long-term studies could clarify the occurrence of any seasonal pattern in propagules dispersion.

Key words – diversity, forest regeneration, seasonal forest, seed rain, tree species

Introdução

A determinação do fluxo de sementes (ou outros propágulos) em um hábitat é fundamental na determinação do potencial de estabelecimento de populações de plantas. O potencial efetivo depende da distância e da concentração de fontes produtoras de propágulos, dos atributos para a dispersão e da atividade dos agentes dispersores (Harper 1977), portanto, a chuva ou a deposição de sementes inclui todas aquelas que chegam ao local, como resultado de uma variedade de mecanismos de dispersão (Booth & Larson 1998). A chuva de sementes, conforme Clark *et al.* (2001), está entre os principais mecanismos responsáveis pela fase inicial da organização de florestas tropicais.

Dentro de um ecossistema florestal, os propágulos que alcançam o solo através da chuva de sementes podem ser provenientes de espécies presentes na área de estudo (autóctones), através da liberação direta de sementes de frutos, ou de espécies de áreas vizinhas e mesmo de pontos mais distantes (alóctones) que, neste caso, alcançam a área por intermédio de algum agente dispersor (Martínez-Ramos & Soto-Castro 1993). As sementes autóctones mantêm um mosaico florístico, enquanto as alóctones podem homogeneizar a

composição, se as sementes forem amplamente dispersadas, ou podem criar heterogeneidade se o padrão de dispersão for irregular. A presença destas diferentes fontes de propágulos auxilia na determinação da estrutura da comunidade florestal, e para melhor entendê-la deve-se conhecer a contribuição de cada uma delas (Martínez-Ramos & Soto-Castro 1993).

A chuva de sementes propicia a chegada de propágulos que têm a função de colonizar áreas em processo de sucessão primária ou secundária (Reis *et al.* 2003, Espíndola *et al.* 2003). A sua intensidade depende da proximidade de áreas degradadas e/ou bem conservadas e da ação de vetores de dispersão. Em áreas degradadas, a ação dos agentes bióticos fica comprometida, prevalecendo a de agentes abióticos (Reis *et al.* 2003). Existe uma forte relação entre a distância de fragmentos florestais e a abundância e riqueza de espécies na chuva de sementes, diminuindo à medida que aumentam as distâncias entre os fragmentos florestais (Cubiña & Aide 2001).

O período de dispersão relaciona-se diretamente com a fenologia das espécies, que define uma variação temporal do fluxo de propágulos para uma determinada área durante o ano e entre diferentes anos. A época de amadurecimento dos frutos coincide com o período que apresente as melhores condições para o sucesso da dispersão e o estabelecimento de plântulas (Rathcke & Lacey 1985). O conhecimento da fenologia das espécies é de grande importância na compreensão da dinâmica complexa dos ecossistemas florestais, que com observações sistemáticas obtêm-se informações sobre o estabelecimento de espécies, o período de crescimento e de reprodução, bem como a disponibilidade de recursos alimentares (Morellato 1995), fornecendo informações básicas para o estudo de populações e de aspectos das comunidades (Penhalber & Mantovani 1997). Pode ainda ser utilizado para análise de interações animal-plantas, em aspectos relacionados à polinização, dispersão e predação de sementes.

Os processos fenológicos são desencadeados sazonalmente, por um conjunto de variáveis de origem tanto endógena (como hormônios vegetais) quanto exógena (como estresse hídrico, fotoperíodo, temperatura, fogo, entre outros). A variação anual na produção de frutos e sementes influencia o recrutamento das espécies vegetais e representa um importante componente no potencial de regeneração de uma floresta (Penhalber & Mantovani 1997). A dispersão pode ser considerada uma estratégia reprodutiva, pois grande parte dos propágulos cai no solo a uma pequena distância da planta matriz, os quais sofrem altas taxas de mortalidade, mas à medida que aumenta a distância a partir da fonte, ocorre um declínio na densidade de sementes, favorecendo os propágulos que se dispersaram em ambientes mais afastados, propícios à germinação (Howe & Smallwood 1982). Sabe-se que a dispersão, ao

longo da evolução, interligou vários caracteres fisiológicos e ecológicos, sendo incluídos nos processos de dispersão o transporte pelo vento (anemocoria), animais (zoocoria), água (hidrocoria) ou ainda, a dispersão feita por mecanismos da própria planta (autocoria) (Van der Pijl 1972, Hall & Swaine 1980).

O potencial de estabelecimento de uma população em um hábitat é controlado principalmente pelo fluxo de propágulos (Piña-Rodrigues *et al.* 1990), e a falta de dispersores destes propágulos é um fator limitante na reconstituição florística (Holl 1999). Tanto os processos de dispersão como os agentes envolvidos são de importância essencial no decurso da sucessão e respondem, em parte, pela reconstituição das florestas submetidas a perturbações.

O estudo da dinâmica da chuva de sementes é essencial para a compreensão dos processos de recrutamento, da abundância, da distribuição espacial, da densidade e da riqueza de espécies presentes em uma determinada área. Entretanto, não se deve deixar de ressaltar que a colonização efetiva de um determinado hábitat depende de um amplo espectro de fatores, além da dispersão de sementes (Willson 1993).

De modo geral, estudos atuais têm se preocupado em quantificar a chuva de sementes em áreas de floresta madura ou em clareiras, concluindo que o fluxo de sementes em áreas em estádios iniciais de sucessão é superior ao mensurado em áreas maduras (Putz & Appanah 1987, Young *et al.* 1987, Denslow & Gomez-Diaz 1990, Martínez-Ramos & Soto-Castro 1993). Em florestas brasileiras são conhecidos os trabalhos de Roizman (1993), Caldato *et al.* (1996), Penhalber & Mantovani (1997), Grombone-Guaratini & Rodrigues (2002) e Espíndola *et al.* (2003). Para o Rio Grande do Sul não existem trabalhos publicados.

Este estudo, baseado na hipótese de que a maioria dos propágulos presentes na chuva de sementes de espécies arbóreas tem origem autóctone e que a sua abundância pode apresentar variações temporais em função dos padrões fenológicos, teve como objetivos determinar a composição da chuva de sementes, investigar a origem dos propágulos, examinar se existem variações ao longo do ano, como também, estabelecer relações entre as composições da chuva e do banco de sementes e da flora arbórea presente no fragmento.

Material e métodos

A área de estudo situa-se no Parque Estadual de Itapuã, no município de Viamão, Rio Grande do Sul, a cerca de 30°20' a 30°27' S e 50°55' a 51°05' W. O Parque abrange uma área de 5.566 ha, distribuída entre sistemas aquáticos e terrestres, com altitudes que variam de cinco a 263 m.s.m.

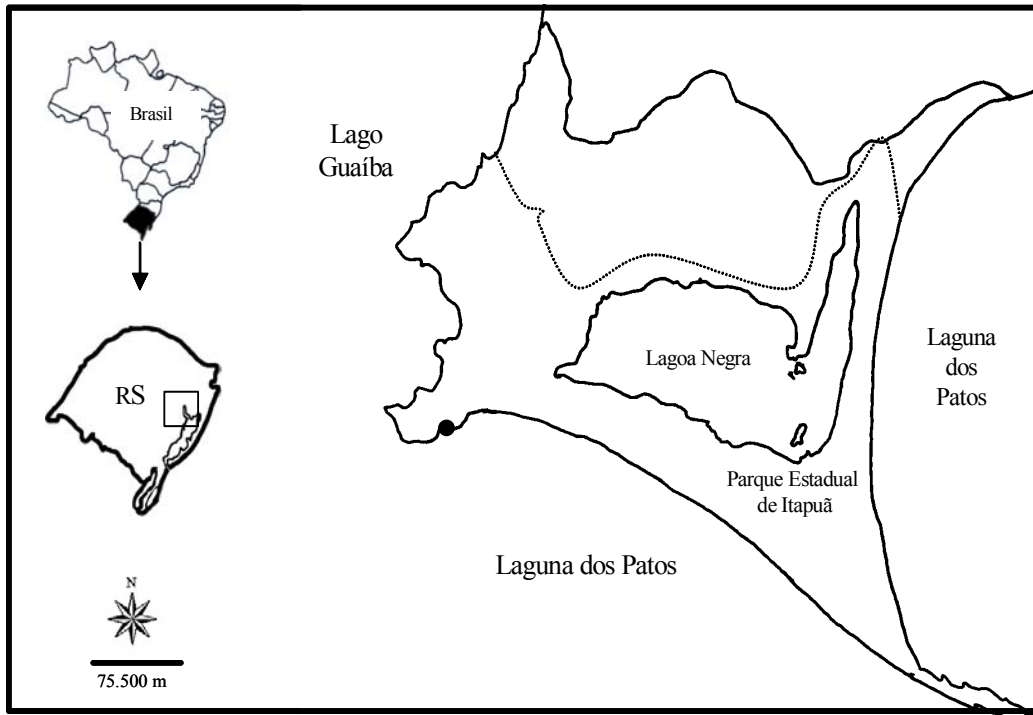


Figura 1. Localização da área de estudo (●) no Parque Estadual de Itapuã, município de Viamão (RS). A linha pontilhada delimita a área total do Parque.

O clima na região, assim como na maior parte do Rio Grande do Sul, é subtropical úmido, do tipo Cfa conforme a classificação de Köppen (Moreno 1961). As médias anuais de temperatura e precipitação são, respectivamente, 17,5°C e 1.322 mm, sem período de estiagem durante o ano (Moreno 1961).

A área do Parque constitui-se por substrato granítico do Escudo Cristalino Sul-Rio-Grandense, que faz parte do domínio geológico dos Terrenos Pré-Cambrianos (Soliani *et al.* 2000), representado pelas coxilhas e morros, como também, apresenta trechos dominados por relevos com extensas superfícies planas ou levemente ondulada, que representam a Planície Costeira, as quais, no extremo leste, estão associados os grandes banhados em fase de colmatação, que avançam até o limite das praias arenosas lacustres (Rio Grande do Sul 1997). Os solos são classificados como predominantemente Podzólicos Vermelho-Amarelos, que são solos minerais, não hidromórficos e com profundidade variável (50-200 cm) (Ker *et al.* 1986). Conforme Kray (2004), as análises classificam o solo local como de textura média, com

teores médios de matéria orgânica e pH muito baixo e não apresenta caráter álico. A baixa saturação de bases mostra que se trata de um solo distrófico.

O remanescente estudado localiza-se na encosta do morro do Campista, com exposição sul, em frente à praia do Tigre. A vegetação na área é dominada por floresta estacional numa região em que a cobertura vegetal é condicionada por fatores ecológicos especiais, formando uma “área de tensão ecológica” (Veloso & Góes-Filho 1982), caracterizada pelo encontro de duas ou mais regiões fitoecológicas (neste caso, a savana e a floresta estacional). O componente arbóreo, em geral, não possui um porte muito elevado (chegando a 16 m de altura), destacando-se a presença de *Guapira opposita*, *Trichilia clausenii*, *Eugenia rostrifolia*, *Garcinia gardneriana*, *Roupala brasiliensis*, entre outras (Kray & Jarenkow 2003, Kray 2004).

Para a determinação da chuva de sementes, foram instalados 30 coletores, que consistiram de uma armação de madeira de 0,5 m x 0,5 m (0,25 m²), com proteção lateral de 5 cm de altura e o fundo revestido com tela de náilon com malha de 1 mm, constituindo uma área total amostrada de 7,5 m². Os coletores foram colocados a 10 cm de altura do solo e dispostos sistematicamente em uma área de 1 ha.

O conteúdo de todos os coletores foi retirado mensalmente, durante o período de um ano (dezembro 2002 a novembro 2003). O material foi embalado em sacos de papel e transportados ao laboratório, onde foi triado com auxílio de microscópio estereoscópico, sendo separadas as sementes e/ou frutos com sementes. As unidades de dispersão encontradas nos coletores das diferentes espécies podem estar representadas por uma semente, um fruto ou uma infrutescência. Por este motivo, o termo genérico empregado para designar a estrutura germinativa encontrada nos coletores foi propágulo ou diásporo (Willson 1993, Penhalber & Mantovani 1997, Grombone-Guaratini & Rodrigues 2002). Na análise dos propágulos, foram incluídos somente aqueles aparentemente viáveis encontrados nos coletores. Os propágulos ou diásporos imaturos foram considerados abortados e descartados da contagem, por não serem efetivos na germinação de novos indivíduos na população vegetal.

Os propágulos encontrados foram registrados e sua identificação foi feita por comparações com material fértil coletado de espécies arbóreas na área de estudo, com material botânico do Herbário ICN do Departamento de Botânica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul ou por consulta à bibliografia específica. A delimitação de famílias seguiu as sugestões de APG II (2003), nas quais foram incluídas as espécies determinadas. Os nomes de autores das espécies foram padronizados de acordo com Brummit & Powell (1992).

Os parâmetros fitossociológicos determinados foram os de densidade e frequência relativas e absolutas, e o valor de importância, este dividido por dois (Mueller-Dombois & Ellenberg 1974). A diversidade e a equabilidade foram estimados pelos índices de Shannon (H') e Pielou (J'), respectivamente (Magurran 1988). Foram calculadas as similaridades florísticas, pelo índice de Jaccard (IS_j) (Mueller-Dombois & Ellenberg 1974), entre a chuva de sementes e o banco de sementes do solo (BSS), realizado em duas épocas: BSS 1 (setembro 2002) e BSS 2 (março 2003) (Scherer & Jarenkow, dados não publicados) e entre a vegetação estabelecida na área de estudo com diâmetro à altura do peito (DAP), a 1,3 m do solo, igual ou superior a 5 cm ($DAP \geq 5$ cm) (Kray 2004).

As espécies arbóreas encontradas nos coletores foram classificadas em relação às estratégias de regeneração, seguindo terminologias discutidas por Hartshorn (1980), Clark & Clark (1987) e Piña-Rodrigues *et al.* (1990), tendo sido classificadas como intolerantes à sombra (pioneiras) e tolerantes à sombra (secundárias/climácicas).

Na caracterização das síndromes de dispersão de diásporos, adotaram-se três categorias: espécies anemocóricas (com mecanismos de facilitação da dispersão pelo vento), autocóricas (as que se autodispersam) e zoocóricas (com adaptações para a dispersão por animais), segundo definições de Van der Pijl (1972).

Resultados

A riqueza encontrada foi de 23 espécies, de 23 gêneros e 19 famílias, mais um conjunto de propágulos identificados até ao nível de gênero e outro até ao de família, além de outros cinco reconhecidos como morfoespécies. Dentre as identificadas, a família que apresentou a maior riqueza foi Euphorbiaceae, com três espécies, seguida de Salicaceae e Sapindaceae, com duas e as demais com uma espécie (Tab. 1).

Os propágulos viáveis amostrados foram 1.676 resultando em uma densidade de deposição anual de propágulos de 233,47 propágulos.m⁻² (Tab 1).

A variação temporal do número de propágulos coletados durante o período de estudo mostrou um período maior de produção, entre os meses de novembro e janeiro. O maior número mensal de propágulos registrados foi em dezembro, com 770 (46%), enquanto o menor número mensal foi em setembro, com 12 propágulos (0,7%) (Fig 1).

Em relação ao número de espécies, o maior número foi amostrado em janeiro, com 13, e o menor setembro, com duas espécies (Fig 1).

Tabela 1. Famílias, espécies e número de propágulos amostrados na chuva de sementes em floresta estacional no Parque Estadual de Itapuã, município de Viamão, RS, com suas respectivas estratégias de regeneração (I = intolerantes à sombra e T = tolerantes à sombra) e síndromes de dispersão (anemocórica, autocórica, zoocórica). Número de propágulos assinalados com asterisco (*) são de espécies que os apresentam como infrutescências.

Família Espécie	Número de propágulos	Síndrome de dispersão	Estratégia de regeneração
Anacardiaceae			
<i>Lithraea brasiliensis</i> Marchand	3	zoocoria	T
Annonaceae			
<i>Rollinia silvatica</i> (A.St.-Hil.) Mart.	59	zoocoria	T
Boraginaceae			
<i>Patagonula americana</i> L.	77	anemocoria	T
Clusiaceae			
<i>Garcinia gardneriana</i> (Planch. & Triana) Zappi	1	zoocoria	T
Ebenaceae			
<i>Diospyros inconstans</i> Jacq.	1	zoocoria	T
Erythroxylaceae			
<i>Erythroxylum argentinum</i> O.E. Schulz	134	zoocoria	T
Euphorbiaceae			
<i>Gymnanthes concolor</i> Spreng.	127	autocoria	T
<i>Pachystroma longifolium</i> (Ness) I.M.Johnst.	6	autocoria	T
<i>Sebastiania serrata</i> (Klotzsch) Müll. Arg.	2	autocoria	T
Lauraceae			
Lauraceae 1	3	-	-
Meliaceae			
<i>Trichilia clausenii</i> C.DC.	7	zoocoria	T
Moraceae			
<i>Ficus</i> sp.	7*	zoocoria	T
Myrsinaceae			
<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze	51	zoocoria	T
Myrtaceae			
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O. Berg	21	zoocoria	T
<i>Myrciaria cuspidata</i> O. Berg	3	zoocoria	T
Nyctaginaceae			
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	233	zoocoria	T
Proteaceae			
<i>Roupala brasiliensis</i> Klotzsch	2	anemocoria	T
Rosaceae			
<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	43	zoocoria	T
Rubiaceae			
<i>Faramea marginata</i> Cham.	4	zoocoria	T
Rutaceae			
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	2	zoocoria	T
Salicaceae			
<i>Banara parviflora</i> (A. Gray) Benth.	33	zoocoria	T
<i>Casearia silvestris</i> Sw.	239	zoocoria	T
Sapindaceae			
<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil. et al.) Radlk.	23	zoocoria	T
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	365	zoocoria	T
Urticaceae			
<i>Coussapoa microcarpa</i> (Schott) Rizzini	224*	zoocoria	T
Morfoespécie 1	1	-	-
Morfoespécie 2	2	-	-
Morfoespécie 3	1	-	-
Morfoespécie 4	1	-	-
Morfoespécie 5	1	-	-

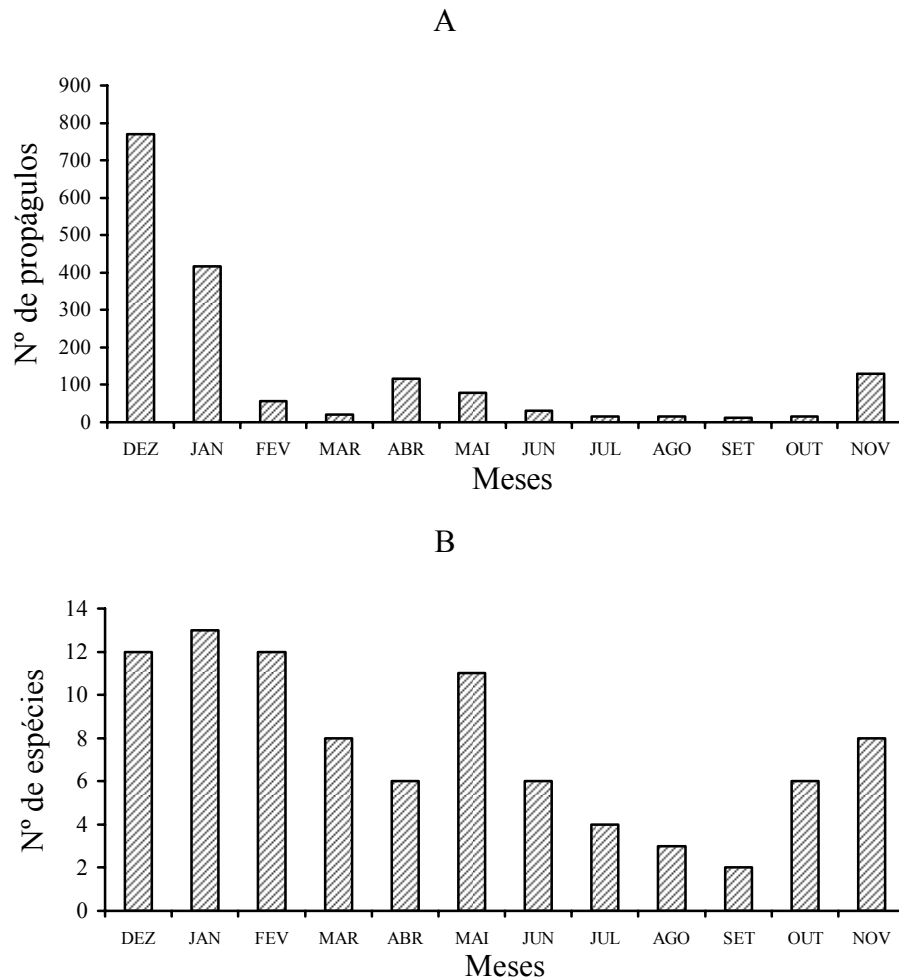


Figura 1. Distribuição do número de propágulos (A) e de espécies (B) amostrados na chuva de sementes em floresta estacional no Parque Estadual de Itapuã, município de Viamão, RS.

As espécies com os maiores números de propágulos interceptados pelos coletores foram *Cupania vernalis*, *Casearia silvestris*, *Guapira opposita*, *Coussapoa microcarpa*, *Erythroxylum argentinum* e *Gymnanthes concolor*, com mais de 100 cada uma. Estas seis espécies acumularam cerca de 79% do total de propágulos amostrados (Tab 1).

A análise dos parâmetros revela que densidade absoluta da maioria das espécies amostradas (77%) esteve representada por um pequeno número de propágulos, e também, que a frequência absoluta é igualmente baixa ($\leq 10\%$). Das espécies identificadas nenhuma esteve presente em todos os coletores e seis espécies (20%) foram encontradas em somente um dos coletores.

As espécies com os maiores números de propágulos aparecem igualmente nas primeiras posições em valor de importância, pois apresentaram as estimativas nos dois parâmetros que compõem este índice, muito semelhantes entre si. Estas seis primeiras espécies somaram cerca de 69% do valor de importância total. No extremo inferior, 15 espécies apresentaram valor de importância menor de 1%, as quais juntas perfizeram cerca de 6% do total (Tab 2).

Tabela 2. Parâmetros fitossociológicos calculados para as espécies arbóreas amostradas nos 30 coletores da chuva de sementes, durante o período de dezembro 2002 a novembro 2003 em floresta estacional no Parque Estadual de Itapuã, município de Viamão, RS, ordenadas em valores decrescentes de importância (VI) (N = número de propágulos, DA = densidade absoluta, DR = densidade relativa, FA = frequência absoluta, FR = frequência relativa).

Espécies	N	DA (prop.m ⁻² .ano)	DR (%)	FA (%)	FR (%)	VI (%)
<i>Cupania vernalis</i>	365	48,67	21,78	63,33	10,00	15,89
<i>Guapira opposita</i>	233	31,07	13,90	66,67	10,53	12,21
<i>Casearia silvestris</i>	239	31,87	14,26	50,00	7,90	11,08
<i>Coussapoa microcarpa</i>	224	29,87	13,37	46,67	7,37	10,37
<i>Gymnanthes concolor</i>	127	16,93	7,58	76,67	12,11	9,84
<i>Erythroxylum argentinum</i>	134	17,87	8,00	70,00	11,05	9,52
<i>Myrsine guianensis</i>	51	6,80	3,04	66,67	10,53	6,79
<i>Patagonula americana</i>	77	10,27	4,59	26,67	4,21	4,40
<i>Rollinia silvatica</i>	59	7,87	3,52	16,67	2,63	3,08
<i>Allophylus edulis</i>	23	3,07	1,37	26,67	4,21	2,79
<i>Prunus myrtifolia</i>	43	5,73	2,57	6,67	1,05	1,81
<i>Trichillia clausenii</i>	7	0,93	0,42	20,00	3,16	1,79
<i>Banara parviflora</i>	33	4,40	1,97	6,67	1,05	1,51
<i>Ficus</i> sp.	7	0,93	0,42	13,33	2,11	1,26
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	21	2,80	1,25	6,67	1,05	1,15
<i>Myrciaria cuspidata</i>	3	0,40	0,18	10,00	1,58	0,88
Lauraceae	3	0,40	0,18	10,00	1,58	0,88
<i>Pachystroma longifolium</i>	6	0,80	0,36	6,67	1,05	0,71
<i>Lithraea brasiliensis</i>	3	0,40	0,18	6,67	1,05	0,62
<i>Faramea marginata</i>	4	0,53	0,24	3,33	0,53	0,38
<i>Roupala brasiliensis</i>	2	0,27	0,12	3,33	0,53	0,32
<i>Sebastiania serrata</i>	2	0,27	0,12	3,33	0,53	0,32
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	2	0,27	0,12	3,33	0,53	0,32
Morfoespécie 2	2	0,27	0,12	3,33	0,53	0,32
<i>Diospyros inconstans</i>	1	0,13	0,06	3,33	0,53	0,29
<i>Garcinia gardneriana</i>	1	0,13	0,06	3,33	0,53	0,29
Morfoespécie 1	1	0,13	0,06	3,33	0,53	0,29
Morfoespécie 3	1	0,13	0,06	3,33	0,53	0,29
Morfoespécie 4	1	0,13	0,06	3,33	0,53	0,29
Morfoespécie 5	1	0,13	0,06	3,33	0,53	0,29

As estimativas da diversidade de Shannon (H') e da equabilidade de Pielou (J'), baseados no número de propágulos das espécies amostradas nos coletores, resultaram em 2,374 ($\text{nat.indivíduo}^{-1}$) e 0,698, respectivamente.

A similaridade florística entre a amostragem da chuva de sementes e do levantamento fitossociológico do componente arbóreo ($\text{DAP} \geq 5 \text{ cm}$) realizado na área foi de 0,52 (Kray 2004), e com as amostragens do banco de semente do solo, em duas épocas distintas, foi 0,27 na primeira e 0,22, na segunda (Scherer & Jarenkow, dados não publicados).

Os propágulos que alcançaram os coletores foram predominantemente zoocóricos, perfazendo 18 espécies identificadas e 1.446 propágulos, seguida das espécies autocóricas com três (*Gymnanthes concolor*, *Pachystroma longifolium* e *Sebastiania serrata*) e de duas anemocóricas (*Patagonula americana* e *Roupala brasiliensis*); 23% do total (cinco morfoespécies, o espécime identificado até gênero e outro até família) ficaram sem caracterização (Tab 1 e 3).

Tabela 3. Número de propágulos e de espécies por síndrome de dispersão amostrados em floresta estacional no Parque Estadual de Itapuã, município de Viamão, RS. Os valores entre parênteses representam os mesmos dados em porcentagem.

SÍNDROME DE DISPERSÃO	Número de propágulos	Número de espécies
Zoocoria	1453 (86,7)	19 (63)
Autocoria	135 (8,1)	3 (10)
Anemocoria	79 (4,7)	2 (7)
Sem caracterização	9 (0,5)	6 (20)

O principal período de dispersão dos propágulos zoocóricos ocorreu nos meses de dezembro e janeiro, coincidindo com o período de grande produção de propágulos. Isto também pode ser observado para os autocóricos, que tiveram a maioria dos propágulos dispersos nesta mesma época, porém, em menor quantidade. Em relação às espécies anemocóricas, o maior número de indivíduos registrados foi em dezembro e janeiro. O número amostrado de propágulos de dispersão zoocórica foi maior que o de outras síndromes em todos os meses (Fig 2).

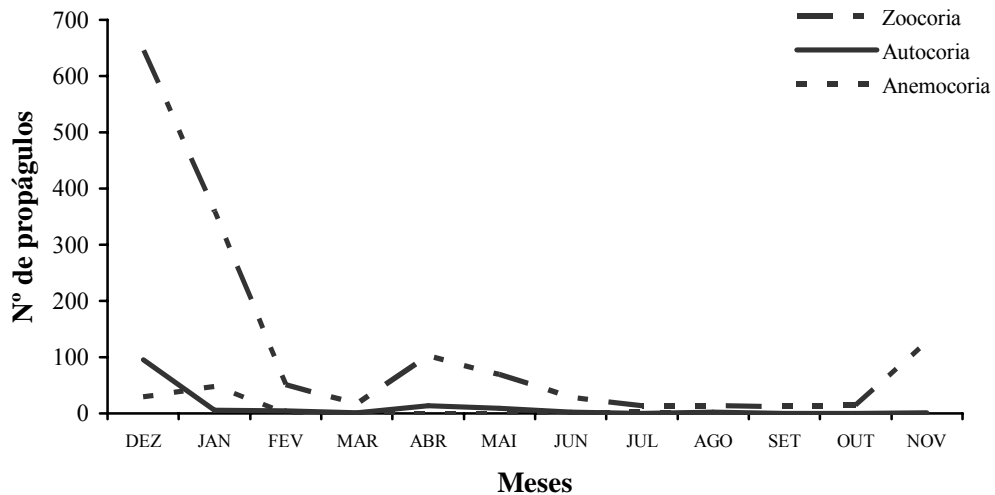


Figura 2. Propágulos agrupados de acordo com as síndromes de dispersão ao longo de um ano em floresta estacional no Parque Estadual de Itapuã, município de Viamão, RS.

Em relação a estratégia de regeneração, todas as espécies identificadas foram classificadas como tolerantes à sombra (Tab 1), exceto as não identificadas que ficaram sem caracterização (Tab 4).

Tabela 4. Distribuição dos números de propágulos e de espécies amostradas, por estratégia de regeneração, em floresta estacional no Parque Estadual de Itapuã, município de Viamão, RS. Os valores entre parênteses representam os mesmos dados em porcentagem.

Estratégia de regeneração	Número de propágulos	Número de espécies
Tolerantes à sombra	1667 (99,5)	24 (80)
Sem caracterização	9 (0,5)	6 (20)

A tabela 5 indica os períodos em que os propágulos foram dispersos nos coletores ao longo de um ano de observação. A maioria das espécies concentrou a produção de propágulos em dois ou três meses (*Cupania vernalis*, *Casearia silvestris*, *Guapira opposita* e *Patagonula americana*), enquanto outras os produzem quase continuamente (*Myrsine guianensis* e *Prunus myrtifolia*).

Tabela 5. Espécies com o número de propágulos amostrados nos 30 coletores da chuva de sementes, durante o período de dezembro 2002 a novembro 2003 em uma floresta estacional no Parque Estadual de Itapuã, município de Viamão, RS, organizadas em ordem decrescente do número de propágulos.

Espécies	Meses											
	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov
<i>Cupania vernalis</i>	130	232	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Casearia silvestris</i>	210	24	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0
<i>Guapira opposita</i>	129	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	100
<i>Coussapoa microcarpa</i>	83	22	8	1	74	25	5	4	0	0	0	2
<i>Erythroxylum argentinum</i>	60	68	2	0	1	3	0	0	0	0	0	0
<i>Gymnanthes concolor</i>	93	5	3	1	14	9	2	0	0	0	0	0
<i>Patagonula americana</i>	29	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rollinia silvatica</i>	0	0	0	9	24	24	2	0	0	0	0	0
<i>Myrsine guianensis</i>	0	4	2	4	1	5	13	6	7	5	3	1
<i>Prunus myrtifolia</i>	9	1	2	0	0	1	3	4	7	7	6	3
<i>Banara parviflora</i>	0	0	31	0	0	2	0	0	0	0	0	0
<i>Allophylus edulis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	20
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ficus</i> sp.	2	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trichilia claussenii</i>	0	0	0	0	0	2	5	0	0	0	0	0
<i>Pachystroma longifolium</i>	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Faramea marginata</i>	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0
<i>Lithraea brasiliensis</i>	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Myrciaria cuspidata</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Lauraceae	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Roupala brasiliensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
<i>Sebastiania serrata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Morfoespécie 2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diospyros incostans</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Garcinia gardneriana</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Morfoespécie 1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Morfoespécie 3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Morfoespécie 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Morfoespécie 5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Totais	770	416	56	20	116	79	30	16	16	12	16	129

Discussão

A densidade de propágulos encontrados no presente estudo foi menor quando comparado com alguns trabalhos realizados na Região Sudeste do Brasil. Roizman (1993) encontrou 936,97 propágulos.m⁻², enquanto Penhalber & Mantovani (1997) encontraram uma densidade de 331,6 propágulos.m⁻², para as espécies arbóreas no estudo da chuva de sementes. Estes maiores números de propágulos encontrados, talvez em parte sejam resultantes de que nestes locais a riqueza específica encontrada tenha sido maior, enquanto Grombone-Guaratini

& Rodrigues (2002) encontraram 147,1 propágulos.m⁻² para as espécies arbóreas, embora neste estudo, a riqueza específica local, igualmente, tenha sido maior.

As espécies arbóreas amostradas na área de estudo ao longo de um ano tiveram o maior número de propágulos registrados durante dezembro e janeiro. Roizman (1993) igualmente registra este período como sendo o de maior dispersão de diásporos em uma floresta mesófila secundária. Penhalber & Mantovani (1997) apresentam um período mais prolongado de dispersão para as espécies arbóreas, ocorrendo de dezembro a março, porém em floresta secundária. Ambos, salientam que tais períodos estão dentro da época chuvosa, definindo um padrão fortemente sazonal na produção de propágulos. Grombone-Guaratini & Rodrigues (2002) também registram uma maior dispersão de diásporos de espécies arbóreas durante a estação chuvosa, principalmente nos meses de novembro a janeiro, em uma floresta estacional semidecidual. A precipitação pluviométrica, segundo Livi (1998), apresenta-se bem distribuídas ao longo do ano, salientando que, para a região de Porto Alegre, o período mais chuvoso ocorre nos meses de junho a setembro, não coincidindo com o período de maior dispersão como nos trabalhos citados acima.

Em outras regiões de florestas tropicais, sob clima com forte sazonalidade, a tendência geral observada em relação à chuva e dispersão de sementes é um período de produção de propágulos no início da estação chuvosa, tanto na quantidade de frutos produzidos, quanto na de espécies dispersando-se neste período (Smythe 1970). Nestes ambientes, sob climas fortemente sazonais, as variações climáticas são tão pronunciadas que podem condicionar o comportamento de toda uma comunidade, sobrepujando variações intra e interespecíficas, decorrentes da heterogeneidade ambiental (Martini *et al.* 2003).

No sul do Brasil, na qual se insere a área onde foi realizado o estudo, a estacionalidade se manifesta em função da temperatura: quente no verão e frio no inverno. Segundo Livi (1998) entre os meses de dezembro e fevereiro registram-se as médias mais altas (em torno de 24°C), e entre os meses de junho a agosto as médias mais baixas (em torno de 14°C).

Para Rathcke & Lacey (1985), a época de amadurecimento dos frutos deve coincidir com o período que apresentar as melhores condições para o sucesso da dispersão e o estabelecimento de plântulas. Portanto, para a comunidade estudada, a época preferencial para a liberação de propágulos foi durante o período mais quente.

As espécies amostradas distribuíram-se mais homogeneamente ao longo do ano, quando comparadas com o número de propágulos dispersos neste mesmo período. As espécies tiveram uma diminuição mais marcante entre os meses de julho e setembro (período com as temperaturas mais baixas). Penhalber & Mantovani (1997) também encontraram uma

distribuição constante de espécies ao longo do ano, diminuindo um pouco durante os meses de inverno (meses mais secos), enquanto os propágulos amostrados tiveram uma distribuição irregular durante o período.

A quantidade de propágulos amostrados pode não representar a totalidade de diásporos produzidos. Greene & Johnson (1994) observaram que uma elevada percentagem da produção de diásporos é perdida para granívoros, antes da queda, podendo-se subestimar ainda mais o número, durante períodos de menor produção, quando a procura é maior por parte da fauna. Outra limitação a ser considerada, é que nem todas as espécies arbóreas têm produção de propágulos anualmente (Roizman 1993). Além disso, espécies com propágulos de tamanho muito pequeno podem não ter sido incluídos na análise devido a problemas metodológicos, e outros fatores, que incluem a malha do coletor e a acuidade visual na triagem.

Alterações temporais na intensidade de frutificação e da frugivoria podem afetar a composição da chuva de sementes (Martínez-Ramos & Soto-Castro 1993). Em geral, espécies do dossel apresentam frutificações que variam durante o ano e entre anos diferentes. Além disso, os diásporos podem ter sido removidos dos coletores por herbívoros (Denslow & Gomez-Diaz 1990), ou mesmo, podem ter alcançado os coletores quando já haviam sido predados e, em função disso, terem sido excluídos da contagem.

A análise da entrada de propágulos em comunidades vegetais revela que a chuva de sementes é espacialmente heterogênea (Young *et al.* 1987, Denslow & Gomez-Diaz 1990), como pode ser observado no presente estudo, pois a baixa frequência registrada para a maioria das espécies sugere que existe uma grande variação espacial da distribuição dos propágulos na floresta. A abundância e a distribuição espacial das espécies em frutificação podem desempenhar um papel importante na diversidade da chuva de sementes, proporcionando grande variação na composição de sementes que caem em diferentes locais no interior da floresta (Alvarez-Buylla & García-Barrios 1991, Martínez-Ramos & Soto-Castro 1993). O modelo espacial da chuva de sementes depende também, do modo de dispersão e da disponibilidade e eficiência do agente dispersor, exercendo forte pressão seletiva nas espécies dispersadas (Rathcke & Lacey 1985).

A maior parte das espécies e dos propágulos amostrados nos coletores foram zoocóricos, assim como, a maioria das espécies recrutadas no banco de sementes do solo (Scherer & Jarenkow, dados não publicados) e no levantamento fitossociológico realizados na área, que também apresentaram a predominância desta síndrome de dispersão (Kray 2004), apontando para a importância das populações de animais para a manutenção e ampliação de florestas.

Entre as formas de vida encontradas nas florestas tropicais, existe uma tendência relacionada ao mecanismo de dispersão: árvores do dossel e do sub-bosque tendem a ser zoocóricas, dispersas amplamente por mamíferos, como macacos e morcegos, e por aves, e as lianas são predominantemente dispersas pelo vento (Fenner 1985). Tanto os processos de dispersão, quanto os agentes envolvidos, são de essencial importância no decurso da sucessão, e respondem, em parte, pelo retorno ao estado original de florestas que tenham sofrido perturbações. A quantidade de propágulos dispersos em florestas ou fragmentos florestais é determinada através dos estudos de chuva de sementes, constituindo dados de grande importância para a previsão da composição florística.

Neste estudo, a zoocoria foi a síndrome com o maior número de espécies e de indivíduos, a semelhança de Penhalber & Mantovani (1997), que encontraram entre as espécies arbóreas o predomínio de propágulos zoocóricos, mas quando analisados os demais componentes, constataram o predomínio de dispersão anemocórica, argumentando que isto poderia ocorrer por se tratar de uma floresta tropical, como também, indicar o grau de perturbação na floresta estudada, onde a ausência de um dossel contínuo teria facilitado a entrada das espécies anemocóricas. Grombone-Guaratini & Rodrigues (2002) encontraram número semelhante de espécies arbóreas por síndrome de dispersão, mas quando analisado o número de propágulos, houve maior ocorrência de anemocóricos e, ao somar as demais formas de vida, houve predominância de espécies anemocóricas. Estes autores não atribuem a predominância de anemocoria ao grau de perturbação na floresta, justificando que no estudo, os propágulos têm origem em espécies autóctones, típicas de fases intermediária ou final de sucessão.

Quanto à estratégia de regeneração, todas as espécies encontradas nos coletores foram classificadas como tolerantes à sombra, possivelmente pelo pequeno número de espécies intolerantes à sombra presentes no local, determinado pelo levantamento fitossociológico (Kray 2004), já que as espécies amostradas na chuva de sementes foram autóctones.

A determinação do material encontrado nos coletores geralmente mostra que é proveniente de espécies existentes na comunidade florestal e, provavelmente, de plantas que estão frutificando em torno dos coletores instalados no interior da floresta (Martínez-Ramos & Soto-Castro 1993, Penhalber & Mantovani 1997, Grombone-Guaratini & Rodrigues 2002). Em uma floresta tropical na Costa Rica, cerca de 74% das espécies encontradas nos coletores, durante um período de três anos, foram identificadas como autóctones (Young *et al.* 1987). Grombone-Guaratini & Rodrigues (2002) registraram porcentagem semelhante, cerca de 70%, em uma floresta semidecidual. Entretanto, somente uma pequena proporção dos propágulos

encontrados em clareiras na Estação Ecológica de La Selva, na Costa Rica, originaram-se de indivíduos que estavam presentes no local, sugerindo que grande parte dos diásporos encontrados deveriam ser provenientes de fontes que estariam localizadas a uma certa distância das clareiras (Denslow & Gomez-Diaz 1990). A chuva de sementes nem sempre reflete a vegetação local, principalmente quando estudada por um período curto, já que padrões supra-anuais só podem ser detectados com estudos de longo prazo (Schupp 1990). As espécies alóctones podem contribuir no aumento da riqueza e da diversidade específica, contribuindo na estrutura da comunidade florestal (Saulei & Swaine 1988, Martínez-Ramos & Soto-Castro 1993).

Todas as espécies identificadas na chuva de sementes foram amostradas no levantamento fitossociológico do componente arbóreo realizado neste mesmo remanescente (Kray 2004), manifestada pela similaridade florística, que pode ser considerado de mediana a alta. A presença de propágulos de *Ficus* sp. na amostragem da chuva de sementes, embora este gênero não tenha sido amostrado no componente arbóreo, pode ser detectada pela presença de espécies deste gênero nas proximidades da área de estudo. Os propágulos de *Ficus* sp. são amplamente dispersos por animais, deste modo, podem ter sido depositados nos coletores ou ainda, estar presente como hemi-epífito sobre algum indivíduo na área, neste caso, não sendo registrado no levantamento fitossociológico.

No estudo de Roizman (1993), das 72 espécies amostradas no levantamento fitossociológico realizado, apenas 15 foram registradas na chuva de sementes. Esta característica foi igualmente encontrada por Penhalber & Mantovani (1997), mencionando que, muitas das espécies arbóreas citadas como dominantes no local, não tiveram nenhum propágulo amostrado na chuva de semente no período de estudo. Da mesma forma, Grombone-Guaratini & Rodrigues (2002), encontraram uma similaridade muito baixa da amostragem da chuva de sementes com a do levantamento fitossociológico, realizadas no mesmo local de estudo.

Em relação à composição da chuva de sementes e a das espécies recrutadas em duas épocas de amostragem do banco de sementes do solo, a similaridade foi baixa, havendo um número pequeno de espécies em comum (Scherer & Jarenkow, dados não publicados). Portanto, um número considerável de espécies e de propágulos alcança o solo a cada ano, mas a maioria pode apresentar uma viabilidade curta, ter uma alta taxa de herbivoria ou sofrer ataque de patógenos ou, também, isso sugere a falta de estímulos necessários à germinação das espécies no experimento do banco de sementes do solo, em casa de vegetação. Roizman (1993), da mesma forma, não encontrou relação entre as espécies recrutadas no banco e as

espécies amostradas na chuva de sementes, tendo apenas cinco espécies comuns. Grombone-Guaratini & Rodrigues (2002) igualmente não encontraram similaridade entre a flora do banco e da chuva de sementes.

Esta constatação era esperada, visto que nenhuma espécie intolerante à sombra e/ou pioneira foi registrada na chuva de sementes, sugerindo que a maioria das espécies permanecem no solo por um período curto, marcando a presença de um banco de sementes transitório, enquanto que, as espécies registradas no banco, mas não amostradas na chuva de sementes, marcam a presença de um banco permanente, acumulando suas sementes no solo por um longo período, como o registrado para *Cecropia* sp. (Vázquez-Yanes & Guevara-Sada 1985), *Trema micrantha* (Dalling *et al.* 1997) e *Ficus* sp. (Cubiña & Aide 2001), gêneros e/ou espécies recrutados no banco de sementes da área de estudo (Scherer & Jarenkow, dados não publicados).

Entre as quatro espécies arbóreas mais abundantes na segunda amostragem (março 2003) do banco de sementes do solo (*Banara parviflora*, *Ficus organensis*, *Trema micrantha* e *Casearia silvestris*), somente duas (*Banara parviflora* e *Casearia silvestris*) foram dispersas nos meses que antecederam a coleta de solo (Scherer & Jarenkow, dados não publicados).

Cupania vernalis que foi a espécie que apresentou o maior número de propágulos na chuva de sementes, com dispersão principalmente nos meses de dezembro e janeiro, teve apenas quatro indivíduos recrutados no banco, enquanto *Guapira opposita*, *Erythroxylum argentinum* e *Gymnanthes concolor*, espécies que igualmente apresentaram grandes números de propágulos, não tiveram nenhum indivíduo germinado no banco de sementes do solo. *Coussapoa microcarpa*, outra espécie que teve um grande número de propágulos na chuva de sementes, no banco esteve representada por apenas seis indivíduos.

O número médio de sementes encontradas no banco de sementes do solo foi de 75,63 sementes.m⁻² (Scherer & Jarenkow, dados não publicados), enquanto o número médio de propágulos para a chuva de sementes foi de 233,47 propágulos.m⁻², o que representa uma redução na densidade de sementes na passagem da chuva para o banco de sementes. Essa redução também foi relatada por Roizman (1993), Grombone-Guaratini & Rodrigues (2002) e Schott & Hamburg (1997). As prováveis explicações para essas reduções podem ser a intensa predação e/ou ataque de patógenos ou ainda devido a rápida germinação dos diásporos logo que chegam ao solo, formando o banco de plântulas. O transporte vertical das sementes, a atividade de vertebrados e a percolação pela água da chuva são também prováveis causas de perdas de sementes no solo (Saulei & Swaine 1988).

A associação dos resultados encontrados tanto no banco (Scherer & Jarenkow, dados não publicados) quanto na chuva de sementes, levam a concluir que estas fontes desempenham papel fundamental no recrutamento de indivíduos. O estudo do banco de sementes no solo revelou a presença principalmente de espécies que não são encontradas no local (Scherer & Jarenkow, dados não publicados), enquanto a chuva de sementes apresentou-se composta predominantemente de espécies autóctones, o que indica a importância da matriz local como fonte produtora de propágulos envolvidos nos processos de regeneração natural. As diferenças existentes na composição específica, entre os meses estudados, não são suficientemente claras, para indicarem se existem efeitos sazonais atuando sobre a riqueza e densidade de espécies nesta floresta, provavelmente a continuação deste estudo, por um período mais longo, poderá esclarecer a ocorrência ou não de algum padrão sazonal sobre a dispersão de diásporos.

Agradecimentos – Ao programa de Pós-Graduação em Botânica da UFRGS, pela possibilidade de realização deste trabalho; ao CNPq, pela bolsa concedida à primeira autora; à Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, pelo apoio ao projeto; ao DUC/DEFAP/SEMA-RS, pelo apoio logístico; a Manuela Boleman Wiesbauer, pela ajuda na identificação de alguns propágulos.

Referências bibliográficas

- Alvarez-Buylla, E.R. & García-Barrios, R. 1991. Seed and forest dynamics: a theoretical framework and an example from the neotropics. **The American Naturalist** 137:33-154.
- APG II (Angiosperm Phylogeny Group). 2003. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for orders and families of flowering plants: APG II. **Botanical Journal of the Linnean Society** 141:399-436.
- Booth, B.D. & Larson, D.W. 1998. The role of seed rain in determining the assembly of a cliff community. **Journal of Vegetation Science** 9:657-668.
- Brummit, R.K. & Powell, C.E. 1992. **Authors of plant names**. The Royal Botanic Gardens, Kew.
- Caldato, S.L.; Floss, P.A.; Croce, D.M. & Longhi, S.J. 1996. Estudos da regeneração natural, banco de semente e chuva de sementes na Reserva Genética Florestal de Caçador, SC. **Ciência Florestal** 6:27-38.

- Clark, D.A. & Clark, D.B. 1987. Análisis de la regeneración de árboles del dosel en bosque muy húmedo tropical: aspectos teóricos y prácticos. **Revista de Biología Tropical** **35**:41-54.
- Clark, C.J.; Poulsen, J.R. & Parker, V.T. 2001. The role of arboreal seed dispersal groups on the seed rain of a lowland tropical forest. **Biotropica** **33**:606-620.
- Cubiña, A. & Aide, T.M. 2001. The effect of distance from forest edge on seed rain and soil seed bank in tropical pasture. **Biotropica** **33**:260-267.
- 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.
- Denslow, J.S. & Gomez-Diaz, A.E. 1990. Seed rain to tree-fall gaps in a Neotropical rain forest. **Canadian Journal of Forest Research** **20**:642-648.
- Espíndola, M.B. de; Vieira, N.K. & Reis, A. 2003. A chuva e o banco de sementes na restauração de ecossistemas. pp.562-564. In **Anais do VI Congresso de Ecologia do Brasil**, Fortaleza.
- Fenner, M. 1985. Soil seed banks. pp.57-71. In M. Fenner (Ed.). **Seed ecology**. Chapman & Hall, London.
- Greene, D.F. & Johnson, E.A. 1994. Estimating the mean annual seed production of trees. **Ecology** **75**:642-647.
- 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.
- Hall, J.B. & Swaine, M.D. 1980. Seed stocks in Ghanaian forest soils. **Biotropica** **12**:256-263.
- Harper, J.L. 1977. **Population biology of plants**. Academic Press, London.
- Hartshorn, G.S. 1980. Neotropical forest dynamics. **Biotropica** **12**:23-30.
- Holl, K.D. 1999. Factors limiting rain forest regeneration in abandoned pasture: seed rain, seed germination, microclimate, and soil. **Biotropica** **31**:229-242.
- Howe, H.F. & Smallwood, J. 1982. Ecology of seed dispersal. **Annual Review of Ecology and Systematic** **13**:201-218.
- Ker, J.C.; Almeida, J.A.; Fasolo, P.J. & Hochmüller, D.P. 1986. Pedologia. pp.405-540. In IBGE. **Levantamento de recursos naturais**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, v. 33.

- Kray, J.G. 2004. **Estrutura e diversidade arbórea da floresta estacional no Parque Estadual de Itapuã, Viamão, RS, Brasil**. Monografia de Bacharelado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Kray, J.G. & Jarenkow, J.A. 2003. Estrutura do componente arbóreo de mata estacional de encosta no parque Estadual de Itapuã, Viamão, RS. pp.452-453. In **Anais do VI Congresso de Ecologia do Brasil**, Fortaleza.
- Livi, F.P. 1998. Elementos do clima: o contraste de tempos frios e quentes. pp.73-78. In R. Menegat; M.L. Porto; C.C. Carraro & L.A.D. Fernandes (coords.). **Atlas ambiental de Porto Alegre**. Editora Universidade/UFRGS, Porto Alegre.
- Magurran, A. E. 1988. **Ecological diversity and its measurement**. Princeton University Press, Princeton.
- Martínez-Ramos, M. & Soto-Castro, A. 1993. Seed rain and advanced regeneration in a tropical rain forest. **Vegetatio** **107/108**:299-318.
- Martini, A.M.Z.; Santos, F.A.M. & Prado, P.I. 2003. Distribuição anual da chuva de sementes em ambientes perturbados e não-perturbados em região sob clima não-sazonal. pp.164-166. In **Anais do VI Congresso de Ecologia do Brasil**, Fortaleza.
- Morellato, P.C. 1995. As estações do ano na floresta. pp.37-41. In H.F. Leitão Filho & L.P. Morellato (eds.). **Ecologia e preservação de uma floresta tropical urbana: Reserva de Santa Genebra**. Editora da Unicamp, Campinas.
- Moreno, J. A. 1961. **Clima do Rio Grande do Sul**. Secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Mueller-Dombois, D. & Ellenberg, H. 1974. **Aims and methods of vegetation ecology**. John Wiley and Sons, New York.
- Penhalber, E.F. & Mantovani, W. 1997. Floração e chuva de sementes em mata secundária em São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica** **20**:205-220.
- Piña-Rodrigues, F.C.M.; Costa, L.G.S. & Reis, A. 1990. Estratégias de estabelecimento de espécies arbóreas e o manejo de florestas tropicais pp. 676-684. In **Anais do VI Congresso Florestal Brasileiro**, Campos do Jordão.
- Putz, F.E. & Appanah, S. 1987. Buried seeds, newly dispersed seed, and the dynamics of a lowland forest in Malasia. **Biotropica** **19**:326-333.
- Rathcke, B. & Lacey, E.P. 1985. Phenological patterns of terrestrial plants. **Annual Review of Ecology and Systematic** **16**:179-214.

- Reis, A.; Bechara, F.C.; Espíndola, M.B. de & Vieira, N.K. 2003. Restauração de áreas degradadas: a nucleação como base para os processos sucessionais. **Revista Natureza & Conservação** 1:28-36.
- Rio Grande do Sul. 1997. **Plano de manejo do Parque Estadual de Itapuã, RS**. Departamento de Recursos Renováveis/Pró-Guaíba, Porto Alegre.
- Roizman, L.C. 1993. **Fitossociologia e dinâmica do banco de semente de populações arbóreas de florestas secundárias em São Paulo, SP**. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Saulei, S.M. & Swaine, M.D. 1988. Rain forest seed dynamics during succession at Gogol, Papua New Guinea. **Journal of Ecology** 76:1133-1152.
- Scherer, C. & Jarenkow, J.A. Banco de sementes do solo em uma floresta estacional no Rio Grande do Sul.(trabalho a ser submetido).
- Schott, G.W. & Hamburg, P. 1997. The seed rain and seed bank of an adjacent naive tallgrass prairie and old field. **Canadian Journal of Botany** 75:1-7.
- Schupp, E.W. 1990. Annual variation in seed fall, post-dispersal predation, and recruitment of a neotropical tree. **Ecology** 71:504-515.
- Smythe, N. 1970. Relationships between fruiting seasons and seed dispersal methods in a neotropical forest. **American Naturalist** 104:25-35.
- Soliani Jr., E.; Koester, E. & Fernández, L.A. 2000. A geologia isotópica do escudo sul-riograndense. pp.175-230. In M. Holz & L.F. Ros (eds.) **Geologia do Rio Grande do Sul**. CIGO/UFRGS, Porto Alegre.
- Van der Pijl, L. 1972. **Principles of dispersal in higher plants**. 2ed. Springer-Verlag, Berlin.
- Vázquez-Yanes, C. & Guevara-Sada, S. 1985. Caracterización de los grupos ecológicos de arboles de la selva húmeda. pp.76-78. In A. Gomez-Pompa & S.D. Amo (eds.) **Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas Veracruz, Mexico**. Tomo II. Ed. Alhambra, Mexico.
- Veloso, H.P. & Góes-Filho, L. 1982. Fitogeografia brasileira: classificação fisionômica-ecológica da vegetação neotropical. **Boletim Técnico Projeto RADAMBRASIL**, Série Vegetação 1:1-80.
- Willson, M.F. 1993. Dispersal mode, seed shadows, and colonization patterns. **Vegetatio** 107/108:261-280.
- Young, K.R.; Ewel, J.J. & Brown, B.J. 1987. Seed dynamics during forest succession in Costa Rica. **Vegetatio** 71:157-173.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os estudos realizados nas últimas décadas analisaram o papel central dos distúrbios naturais, nas alterações florísticas e estruturais que determinam o mosaico vegetacional, e elucidaram importantes questões referentes à diversidade de espécies florestais. Entretanto, inúmeros aspectos referentes aos processos envolvidos na dinâmica florestal ainda permanecem obscuros.

Com o intenso processo de fragmentação das florestas, questiona-se de que forma os processos naturais podem aperfeiçoar e nortear as atividades de preservação, manejo ou mesmo de restauração de florestas naturais. Portanto, avaliações quantitativas e qualitativas do banco e da chuva de sementes estão sendo usadas para compreender alguns aspectos envolvidos na dinâmica florestal.

Todas as metodologias utilizadas para a determinação do conteúdo de sementes viáveis no solo despendem muito tempo e são laboriosas. Na maioria dos estudos de banco de sementes, o custo da amostragem, os recursos existentes (tempo, mão-de-obra) e a infraestrutura disponível, têm direcionado a metodologia e o tamanho da amostra. O método utilizado presentemente, envolveu a contagem de plântulas emergentes de amostras de solo submetidas à germinação em casa de vegetação. Este método é utilizado na maioria dos estudos, por apresentar como vantagem a maior facilidade de identificação de plântulas em relação a outros métodos, que usam a contagem e identificação de sementes presentes no solo.

O método de germinação detecta a fração de sementes que é favorecida pelas condições estabelecidas, entretanto, necessita de espaço físico amplo para dispor o experimento, durante um período de tempo relativamente longo. Este método pode subestimar o número de sementes viáveis, podendo não conseguir estimular a germinação de todas aquelas presentes no solo.

Na maioria dos estudos de banco de sementes é usado apenas um tratamento (incidência de luz natural) e o uso de outra condição (recobrimento com sombrite), dificilmente é utilizada. O uso de mais de um tratamento é importante, pois estimula a germinação de um maior número de sementes, visto que, cada grupo de espécies possui necessidades diferentes para desencadear este processo.

Não há uma padronização quanto à quantidade de solo que deve ser amostrada, como também, em relação ao tamanho das amostras que devem ser tomadas. O consenso geral é que um número grande de pequenas amostras é o mais apropriado, dada a heterogeneidade da

distribuição de sementes no solo. Porém, estudos metodológicos mais aprofundados são necessários para elucidar esta questão.

O período de tempo ideal para aguardar a germinação das espécies é igualmente variável. No presente estudo observou-se que a maior parte das sementes germinou nos primeiros 40 dias. No período que se seguiu após o revolvimento do solo, registrou-se um número muito pequeno de indivíduos, os quais pertenceram exclusivamente a *Ficus organensis*.

A distribuição vertical das sementes no perfil do solo amostrado indicou um decréscimo tanto no número de espécies quanto no número de indivíduos. As espécies arbóreas intolerantes à sombra foram encontradas em todas as camadas, sugerindo que suas sementes foram incorporadas ao solo e permanecem dormentes. Da mesma forma as espécies tolerantes à sombra, que neste trabalho tiveram os maiores valores de indivíduos recrutados, encontraram-se ao longo do perfil do solo coletado.

Na camada mais superficial, foram encontradas as espécies que tiveram um número pequeno de indivíduos recrutados no banco de sementes. Isto sugere que, as amostras de solo da superfície até 5 cm de profundidade, seriam suficientes para amostrar o banco de sementes, pois não houve um incremento de espécies na profundidade de 5 a 10 cm, apenas ocorreu a presença de mais indivíduos de espécies já recrutadas na camada superior. Mas, a análise deste perfil, no presente estudo, é válida, por representar um trabalho pioneiro no Estado para o conhecimento do banco de sementes do solo em florestas.

A composição de espécies do banco de sementes foi de espécies pioneiras e de estádios mais avançados. Espécies típicas de estádios iniciais de sucessão como *Trema micrantha*, *Cecropia pachystachya*, *Solanum mauritianum* e *Solanum pseudoquina*, geralmente tem frutificação contínua, amplamente dispersas por animais e podem apresentar longo período de dormência de suas sementes. Estes resultados reiteram a importância do banco de sementes do solo como fonte de plantas a serem recrutadas para desencadear o processo sucessional, podendo ser uma atividade relevante na recomposição de áreas recém desmatadas ou de grandes clareiras em áreas de proteção permanente. A presença destas espécies ou de outras de seus gêneros é constatado em estudos em outras florestas. Pela comparação dos trabalhos evidencia-se a importância destes gêneros e/ou espécies pioneiras nas primeiras fases da regeneração.

As espécies de estádios intermediários de sucessão apresentaram os valores mais elevados de indivíduos recrutados (*Ficus organensis*, *Ficus luschnathiana*, *Banara parviflora*, *Casearia silvestris* e *Coussapoa microcarpa*), apontando que a vegetação estabelecida frente

a distúrbios teria na sua recomposição, tanto a presença de espécies pioneiras quanto espécies dos estádios mais avançados do processo de sucessão. Porém, a vegetação arbórea, após algum tipo de perturbação, seria mais pobre e menos diversa quanto ao número de espécies, quando comparada com a vegetação estabelecida no momento, devido a ocorrência de uma riqueza específica menor nos estudos com banco e chuva de sementes.

Para a determinação da chuva de sementes, utilizou-se neste estudo a triagem e identificação de sementes viáveis e/ou frutos com sementes viáveis recolhidos de coletores instalados no interior da mata. Este método tem como desvantagens: eventualmente excluir propágulos de tamanho muito pequeno e/ou contidos nas fezes de animais e a falta de trabalhos de referência, que facilitem a identificação do material botânico encontrado nos coletores. A maior dificuldade encontrada nesta parte do trabalho foi esta última, o que resultou na determinação de cinco morfoespécies, uma ao nível de gênero e outra ao de família.

A chuva de sementes apresentou algumas espécies comuns à flora amostrada no levantamento fitossociológico, caracterizando-as como de origem autóctones, evidenciando o papel importante do remanescente vegetal como fonte produtora de sementes e principal determinante da riqueza de espécies locais.

As atividades de dispersão das espécies encontradas na área durante o período de estudo, ressaltam a importância da identificação de padrões fenológicos da comunidade vegetal para a determinação da composição e da disponibilidade de propágulos em diferentes períodos do ano, condicionando assim, embasamento de práticas de conservação, recuperação e implantação de ações de manejo em comunidades florestais. A existência de propágulos, assim como, de seus agentes dispersores disponíveis durante o ano todo, é um aspecto de importância essencial que assegura o restabelecimento da estrutura da floresta, independente da época em que haja a ocorrência de distúrbios.

As espécies recrutadas no banco de sementes do solo não refletem a riqueza arbórea da área amostrada no levantamento fitossociológico, a maioria das espécies recrutadas está ausente na flora local, principalmente as intolerantes à sombra (pioneiras). Quanto à chuva de sementes, esta também não reflete a riqueza arbórea local, embora todas as espécies identificadas foram amostradas no levantamento fitossociológico.

Ao relacionar o número de propágulos amostrados na chuva de sementes com o número de sementes recrutadas no banco de sementes, observa-se uma forte redução, sendo encontrada na chuva uma densidade média de 233,47 propágulos.m⁻², enquanto nas amostragens do banco de sementes foram de 78,17 e 74,63 sementes.m⁻². As prováveis

explicações para essa redução estão centradas na intensa predação ou devido a rápida germinação dos propágulos, assim que alcançam o solo, formando o banco de plântulas.

A presença de espécies heliófilas, no banco de sementes e espécies de estádios mais avançados no banco e na chuva de sementes, revelam, por sua vez, o potencial de regeneração da floresta em caso de formação de clareiras ou outro fator desestabilizador que venha alterar a estrutura presente.

Atualmente há uma carência de trabalhos publicados sobre a regeneração natural em florestas sul-brasileiras, o que limita uma avaliação comparativa com os resultados obtidos. Estudos semelhantes devem ser incentivados, com padronização e adequação da metodologia para permitirem análises comparativas entre as suas diferentes florestas.