

**CONSERVAÇÃO DE GERMOPLASMA VEGETAL DA ÁREA DE
INFLUÊNCIA DO APROVEITAMENTO HIDRELÉTRICO BARRA GRANDE,
SC/RS.**



Palmeira *Trithrinax brasiliensis* na área de influência do AHE Barra Grande

Relatório Final

Dezembro de 2007

Coordenação Geral:

Marcelo Brilhante de Medeiros - Pesquisador Embrapa/Cenargen – Dr. em Ecologia
Taciana Barbosa Cavalcanti – Pesquisadora Embrapa/Cenargen – Dra. em Botânica
Glocimar Pereira da Silva – Técnico Embrapa/Cenargen – Geógrafo

Genética Vegetal:

Ana Yamaguishi Ciampi - Pesquisadora Embrapa Cenargen – Dra. Genética
Elisabete Pereira Nunes – Bolsista Embrapa/Cenargen – Técnica de Laboratório
Manuela Raquel de Mello e Alegria– Bolsista Embrapa/Cenargen – Mestre em Genética
Camila de Fátima Coelho Gavião – Bolsista Embrapa/Cenargen – BS - Biologia
Peter Ward Inglis - Bolsista de Pesquisa – Dr. em Genética

Conservação de Sementes:

Antonieta Nassif Salomão - Pesquisadora Embrapa Cenargen – Mestre em Manejo do Espaço Rural

Cultura de Tecidos:

Rui Américo Mendes - Pesquisador Embrapa Cenargen – Dr. Fitotecnia
Camila Raquel Brandão Viana - Bolsista Embrapa/Cenargen – Graduanda em Biologia
Renata Nunes - Bolsista Embrapa/Cenargen – Graduanda em Biologia

Ecologia:

Ernestino de Souza Gomes Guarino – Bolsista Embrapa/Cenargen – Mestre em Ecologia
Maurício Bonesso Sampaio – Bolsista Embrapa/Cenargen – Mestre em Ecologia

Resgate de Germoplasma e Experimentos de Campo:

Aécio Amaral Santos - Técnico - Embrapa/Cenargen
Ernestino de Souza Gomes Guarino – Bolsista, Engenheiro Florestal– Embrapa/Cenargen
Gledson Alves Moreira - Técnico, Embrapa/Cenargen
Glocimar Pereira da Silva.- Geógrafo – Embrapa/Cenargen
Juarez Pereira do Amaral - Técnico, Embrapa/Cenargen
Marcelo Brilhante de Medeiros - Pesquisador Embrapa/Cenargen
Maurício Bonesso Sampaio – Bolsista, Eng. Florestal - Embrapa/Cenargen

Geoprocessamento:

Sérgio Eustáquio Noronha – Técnico - Embrapa/Cenargen
Vinícius Vasconcelos de Souza – Bolsista de Graduação- Embrapa/Cenargen

Herbário:

José Geraldo Alves Vieira – Técnico - Embrapa/Cenargen
Rogério da Costa Vieira – Técnico - Embrapa/Cenargen

Administração dos recursos:

Fundação Arthur Bernardes – FUNARBE

Agradecimentos: Daniel Luis Mascia Vieira (ecologia), Alan Chautems (Gesneriaceae), Dean Kelch (Podocarpaceae), Sérgio Romaniuc (Moraceae).

Índice

Capítulo I – Conservação de Germoplasma Vegetal no AHE Barra Grande	3
Capítulo II - Cultura <i>in vitro</i> e criopreservação de espécies-alvo com sementes recalcitrantes	25
Capítulo III - Conservação <i>ex situ</i> de sementes	38
Capítulo IV - Estudos de variabilidade genética	45
Capítulo V – Ecologia	65

“CONSERVAÇÃO DE GERMOPLASMA VEGETAL DA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO APROVEITAMENTO HIDRELÉTRICO BARRA GRANDE, SC, RS”

Relatório Final

Capítulo I – Conservação de Germoplasma Vegetal no AHE Barra Grande

Marcelo Brilhante de Medeiros - Pesquisador Embrapa/Cenargen – Dr. em Ecologia

Taciana Barbosa Cavalcanti – Pesquisadora Embrapa/Cenargen – Dra. em Botânica

Glocimar Pereira da Silva – Técnico Embrapa/Cenargen – Geógrafo

No Brasil, desde cedo as discussões sobre resgate de flora se concentraram sobre projetos de usinas hidrelétricas. Segundo Bermann (2001) as usinas hidrelétricas construídas até hoje no Brasil resultaram em mais de 34.000 km² de terras inundadas para a formação dos reservatórios. Neste universo, há grandes reservatórios como os de Sobradinho (4.200km² - BA), Tucuruí (2.500 km² - PA) e Balbina (2.500 km² - AM), Porto Primavera (2.250 km² - MT/SP) e Serra da Mesa (1.800 km² - GO), até aqueles de pequeno e médio porte, com alguns poucos quilômetros quadrados, como por exemplo, os de Queimado (40,11 km²), Corumbá (65 km²), Cana Brava (140 km²). Porém, qualquer que seja a extensão em área do reservatório, o mesmo afetará diretamente trechos onde há vegetação, seja esta primária ou secundária.

Entre as ações preconizadas em salvamento de flora em empreendimentos hidrelétricos, basicamente podem-se resumir as ações sob cinco conjuntos principais de atividades. O primeiro, o levantamento florístico dentro (área de influência direta) e fora (área de influência indireta) do futuro reservatório, para conhecer a flora afetada; o segundo, o resgate de germoplasma vegetal das espécies/populações mais afetadas; o terceiro, a conservação *ex situ* de propágulos das espécies resgatadas e estabelecimento de duplicatas desta conservação em pelo menos mais de um local; o quarto, a análise da variabilidade genética conservada e o quinto; estudos de estrutura de populações de espécies-alvo, que subsidiam planos de manejo e, através da indicação de áreas prioritárias, subsidiam o estabelecimento de unidades de conservação.

Todas estas cinco atividades estão sendo empregadas nas ações de resgate de flora do AHE Barra Grande, voltando-se prioritariamente para 14 espécies-alvo selecionadas para a região (Tabela 1).

Os critérios para a escolha das 14 espécies-alvo são baseados de forma geral em:

- a) Espécies ameaçadas de extinção na região (exemplos *Dicksonia sellowiana*, *Araucaria angustifolia*);
- b) Espécies de ocorrência restrita apenas à região Sul ou também à região Sul e Sudeste do país (exemplos *Trithrinax brasiliensis*, *Sinningia lineata*).

Tabela 1. Espécies-alvo das ações de pesquisa da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, ocorrentes na área do Aproveitamento Hidrelétrico Barra Grande, SC, RS.

Família	Espécies	Nome popular	Ações de pesquisa
Araucariaceae	<i>Araucaria angustifolia</i> (Bert.) O. Ktze	pinheiro brasileiro	Crio., cult. tec., estrut. pop., anál. var. gen.
Areceaceae	<i>Trithrinax brasiliensis</i> Mart.	buriti	Cons. trad., anál. var. gen., estrut. pop.
Areceaceae	<i>Butia eriospatha</i> (Drude) Becc.	butiá-da-serra	Cons. trad., anál. var. gen., estrut. pop.
Celastraceae	<i>Maytenus ilicifolia</i> Reissek	cançorosa	Cons. trad., anál. var. gen., estrut. pop.
Clethraceae	<i>Clethra scabra</i> Pers.	caujuja	Cons. trad., anál. var. gen., estrut. pop.
Dicksoniaceae	<i>Dicksonia sellowiana</i> Hook.	xaxim	Crio., cult. tec., anál. var. gen., estrut. pop.
Fabaceae	<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) Macbr.	Grápia	Cons. rad., estrut. pop., anál. var. gen.
Fabaceae	<i>Erythrina falcata</i> Benth.	corticeira	Cons. trad., anál. var. gen., estrut. pop.
Fabaceae	<i>Myrocarpus frondosus</i> Allemão	cabreúva	Cons. trad., anál. var. gen., estrut. pop.
Gesneriaceae	<i>Sinningia lineata</i> (Hjelmq.) Chautems	rainha-do-abismo	Crio., cult. tec., anál. var. gen., estrut. pop.
Lauraceae	<i>Ocotea porosa</i> (Nees & C. Mart.) Barroso	Imbuia	Crio., cult. tec., estrut. pop., anál. var. gen.
Moraceae	<i>Dorstenia tenuis</i> Bureau	figuerrilha	Cons. trad., anál. var. gen., estrut. pop.
Moraceae	<i>Ficus enormis</i> (Miq.) Mart.	figueira	Cons. trad., anál. var. gen., estrut. pop.
Podocarpaceae	<i>Podocarpus sellowii</i> Endl.	pinheiro-bravo	Cons. trad., anál. var. gen., estrut. pop.

Cons. trad. – conservação *ex situ* tradicional; – tradicional; crio. – criopreservação; estrut. pop. – estrutura de populações (ecologia); cult. tec.; anál. var. gen. – análise da variabilidade genética.

OBJETIVOS

- a) Resgatar de germoplasma de forma a amostrar a variabilidade genética das populações das espécies-alvo;
- b) Realizar estudos de variabilidade genética visando descrever os níveis e a distribuição da variabilidade genética entre e dentro de populações naturais (fundamental para qualquer programa de conservação de uma espécie);
- c) Conservar germoplasma *ex situ* em bancos de germoplasma (conservação genética), garantindo réplicas em diferentes locais (câmaras de conservação de sementes, Bancos ativos de germoplasma (*in vivo*), Jardim Botânicos,

criopreservação e cultura de tecidos para espécies com sementes recalcitrantes, etc.);

- d) Realizar estudos de estrutura de populações de espécies-alvo definindo características bióticas e abióticas dos habitats onde as mesmas naturalmente ocorrem, para subsidiar a conservação *in situ* das espécies na área de influência do empreendimento;
- e) Contribuir para o planejamento e manejo de áreas destinadas à conservação *in situ*;
- f) Aumentar o conhecimento científico da biodiversidade e a aplicação deste à conservação e uso da biodiversidade.

A área de estudo, compreendendo a área de influência direta e indireta do AHE Barra Grande (RS/SC), no rio Pelotas, está inserida no bioma Mata Atlântica, considerado um dos *Hotspots* de biodiversidade mundial, ou seja, áreas que apresentam elevados graus de diversidade e de endemismos de espécies, sujeitos à perturbação antrópica, e onde os esforços de conservação devem ser mais intensos (Mittermeier *et al.* 1998).

A classificação da vegetação na região Sul (www.cnpn.embrapa.br) através de imagem do sensor Vegetation do satélite Spot IV (Figura 1) indica o estado atual dos fragmentos de vegetação nativa remanescentes, caracterizados de forma geral pelo tamanho reduzido em uma matriz predominantemente agro-pecuária.

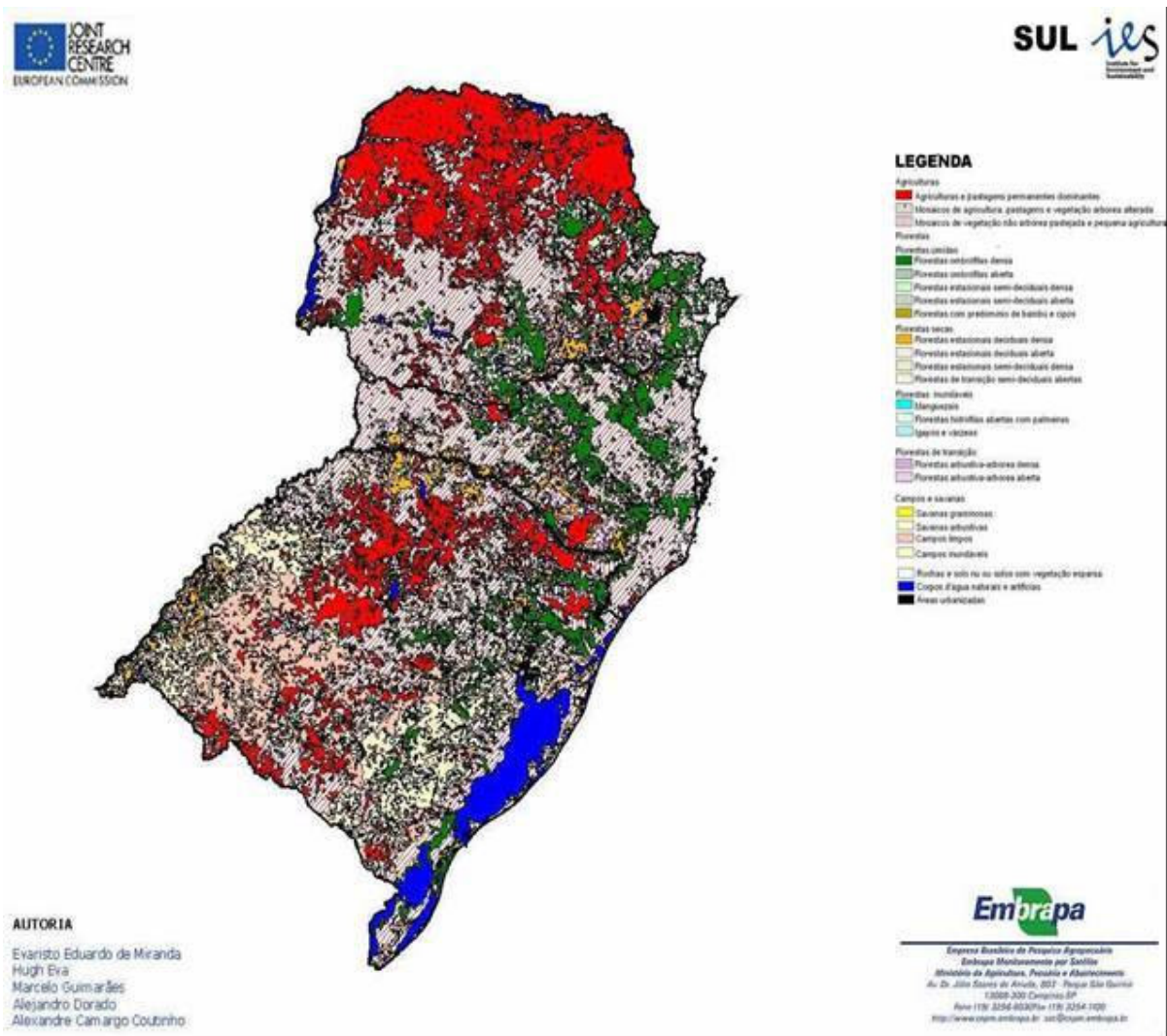


Figura 1: Mapa de vegetação da região Sul do Brasil a partir de imagem do satélite Spot IV. Fonte: Embrapa Monitoramento por Satélite.

O reservatório atingiu uma área de cerca de 9000 ha no vale do rio Pelotas e afluentes (Figuras 2 e 3).

A área de influência do AHE Barra Grande está particularmente inserida em uma região que se inicia a partir da linha do trópico sul, formada pelo derramamento basáltico do Planalto Meridional, constituindo as chamadas matas subtropicais (Fernandes & Bezerra 1990).

Os mesmos autores descrevem que as condições climáticas do Planalto Meridional se caracterizam pela precipitação elevada, geralmente acima de 2000 mm, com chuvas regularmente distribuídas em Santa Catarina e no Rio Grande do Sul, apresentando, também, temperaturas moderadas.

Na área de estudo podem ser diferenciadas as seguintes classes de vegetação: Floresta Ombrófila Mista Montana entremeada pelos Campos do Planalto, nas maiores altitudes, e a Floresta Estacional Decidual localizada nas áreas mais baixas dos vales (Klein 1978; IBGE 1992). Pelas observações pessoais de campo, a Floresta Estacional que ocorre na bacia do rio Pelotas comporta-se como Semidecidual de acordo com a classificação de Veloso (1992), considerando que a deciduidade chega até 50% nos meses mais frios do ano.

Para caracterizar o relevo com diferenças acentuadas de altitude entre as áreas de Planalto e os vales dos rios da região (Figura 4) foi gerado no Laboratório de Geoprocessamento da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia um Modelo Digital de Elevação (Figura 5), com imagens atuais do satélite CBERS-2/CCD, bandas 2, 3 e 4 e imagens SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), disponibilizadas no site <http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>. Para processamento dos dados utilizou-se o software ENVI 4.2.

O reservatório do AHE Barra Grande causou um impacto direto na formação Floresta Estacional, localizada nos fundos de vales de rios e córregos, enquanto a formação Floresta Ombrófila Mista, localizada no Planalto, com maiores altitudes, foi atingida indiretamente devido ao aumento da distância entre fragmentos e de barreiras para dispersão (lago).

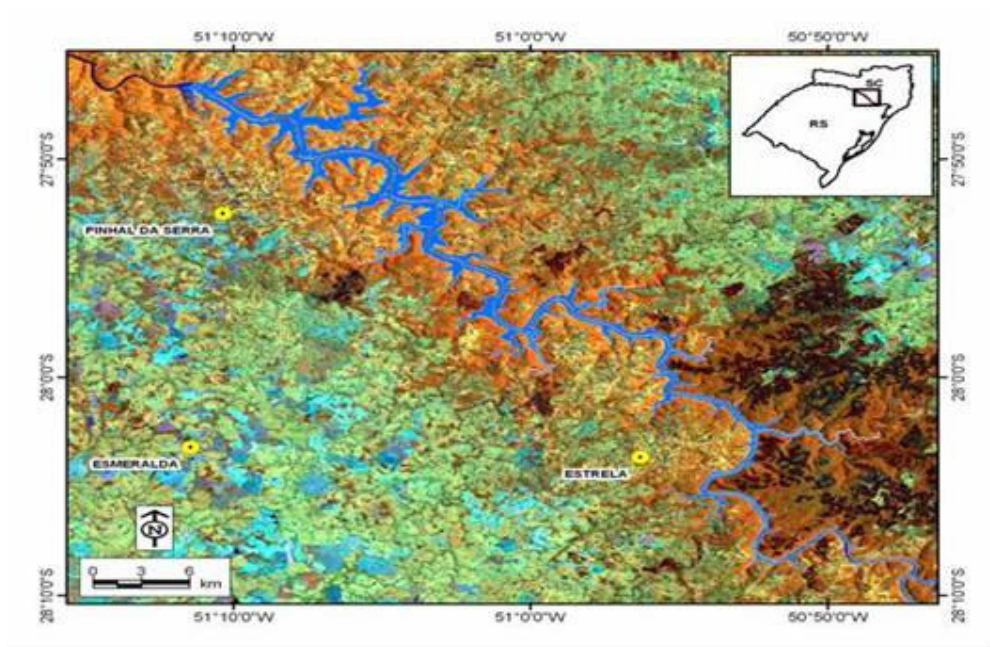


Figura 2: Área do reservatório do AHE Barra Grande, SC/RS (imagem Landsat TM 5).



Figura 3: Aspecto da paisagem na área de inundação do AHE Barra Grande.

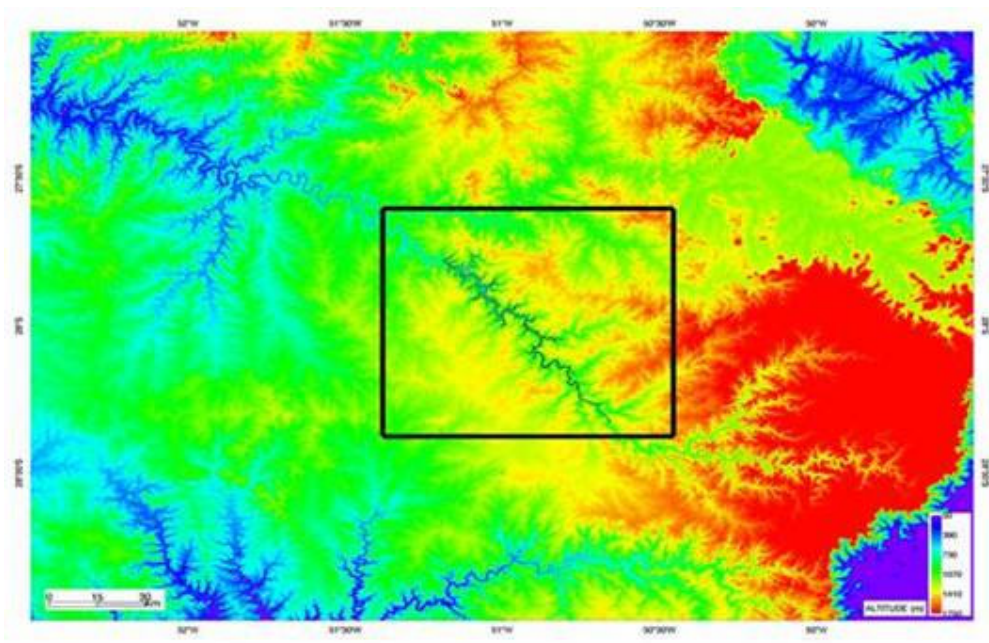


Figura 4: Imagens SRTM da área de estudo para caracterização do gradiente de altitude.

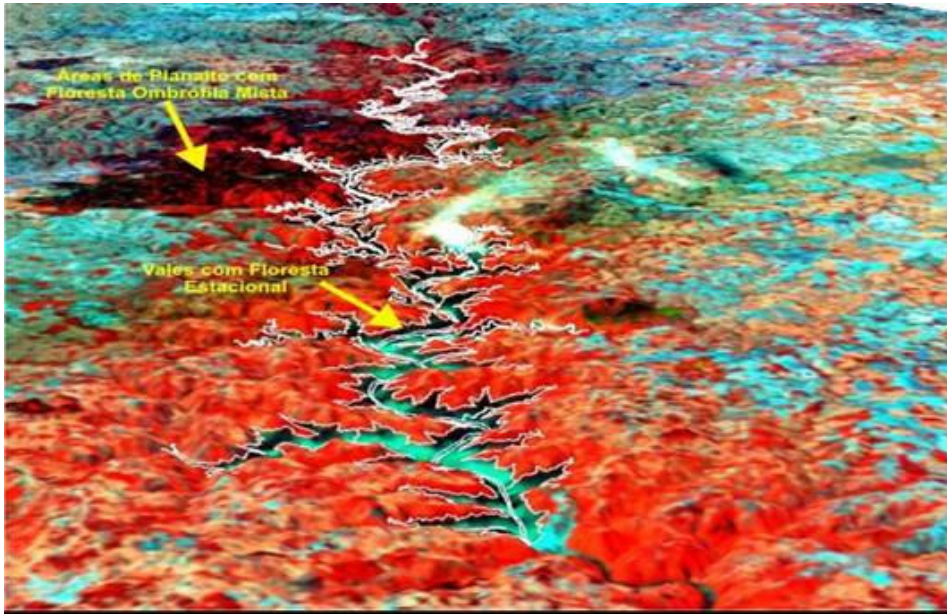


Figura 5: Modelo de Elevação Digital com imagens CBERS-CCD/SRTM na região do AHE Barra Grande-SC/RS, com localização das diferentes formações florestais.

A Floresta Ombrófila Mista Montana (Figura 6) caracteriza-se pela ocorrência freqüente da *Araucaria angustifolia*, árvore emergente que também caracteriza esta formação como Floresta de Araucária ou Pinhais, associada às espécies como *Ocotea pulchella*, *Nectandra megapotanica* e *Ilex paraquariensis*. De sua extensão original estimada em 200.000km² (www.redlist.org), restam atualmente aproximadamente 5%, dos quais menos de 1% guardam todas suas características originais (www.mma.org.br). Ao norte de Santa Catarina e ao sul do Paraná, a *A. angustifolia* estava associada à outra espécie-alvo do projeto, *Ocotea porosa*, formando agrupamentos característicos. Embora tenha sido uma formação com área bastante extensa em vários Estados do sul e sudeste e, principalmente em Santa Catarina, os desmatamentos no Planalto Meridional no século passado restringiram a área de ocorrência desta formação a poucos remanescentes pequenos e isolados, localizados em uma matriz de pastagens e culturas agrícolas (Figura 7). No Rio Grande do Sul, em meados do século passado, os pinhais eram bastante densos no vale do rio Pelotas, local do presente projeto, entre outras bacias hidrográficas (Reitz 1966).



Figura 6: Floresta Ombrófila Mista na área de influência do AHE Barra Grande, SC/RS.

Reitz (1978) descrevia nas bacias dos rios Pelotas e Canoas, região onde atualmente está o AHE Barra Grande, esta Floresta Ombrófila Mista como Floresta de Araucária, a qual caracterizava-se pela maior densidade de *A. angustifolia*. As florestas agrupavam-se em manchas, interrompidas pelos campos naturais. Na zona dos Campos de Lages, nessas manchas de florestas, destacavam-se as espécies da família Lauraceae como formadoras da submata, destacando-se, pela abundância, *Ocotea pulchella*, *Nectandra lanceolata*, *Ocotea puberula* e *N. grandiflora*.

Entre as manchas de Floresta Ombrófila Mista ocorrem os Campos do Planalto, caracterizados como campos limpos, campos sujos e, algumas vezes, por uma floresta de transição. Nos campos, predominam as Gramíneas, Ciperáceas, Verbenaceas e Leguminosas (Klein 1978).

A Floresta Estacional Decidual é caracterizada por estações climáticas bem marcadas que, no Rio Grande do Sul, possui uma disjunção com dossel emergente caducifólio na época mais fria do ano. Estas disjunções florestais deciduais são normalmente dominadas pelos mesmos gêneros de origem afro-amazônica como *Peltophorum*, *Anadenanthera* e *Apuleia* (IBGE 1992). Entretanto, pelas observações de campo, a formação Floresta Estacional Semidecidual, com caducifolia até 50%, parece ser predominante na área do AHE Barra Grande.



Figura 7: Aspecto da paisagem em área originalmente coberta por Floresta Ombrófila Mista na área de estudo.

Na bacia do rio Uruguai esta formação decidual ocorre entre a Floresta Ombrófila Mista do Planalto Meridional e a Estepe (Campos Gaúchos), e o sub-tipo Aluvial (Figura 8 A-B) é comum na área do projeto ao longo do rio Pelotas.

Também como formação bastante degradada pela extração florestal, apresentava freqüentemente os ecótipos higrófitos deciduais tais como: *Luehea divaricata*, *Vitex megapotamica* e *Inga uruguensis* (IBGE 1992).

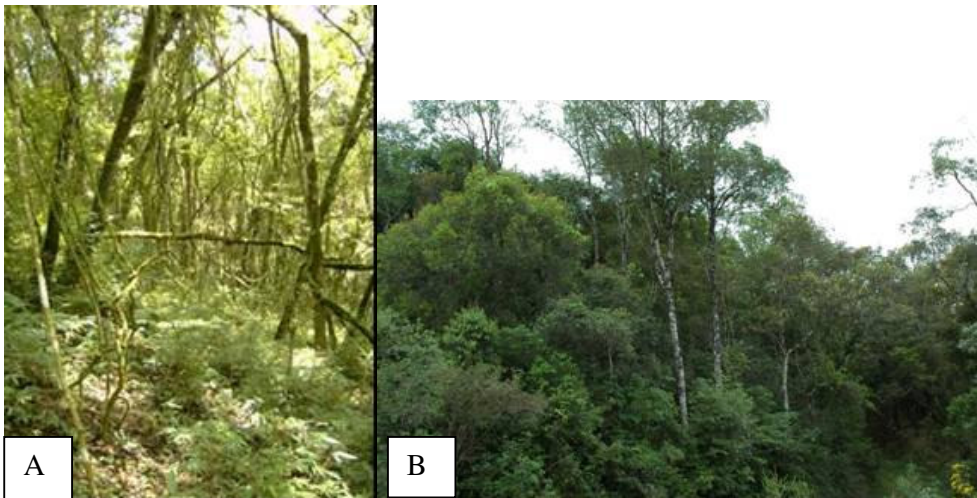


Figura 8 A-B: A. sub-bosque da Floresta Estacional Semidecidual na área do AHE Barra Grande; B. Floresta Estacional Semidecidual na bacia do rio Pelotas, SC/RS.

As espécies-alvo foram selecionadas a partir de uma lista pré-determinada e já definida no Termo de Ajuste de Conduta, assinado entre as instituições relacionadas com o licenciamento ambiental do empreendimento AHE Barra Grande. Entre as 14 espécies, 11 são mencionadas em listas de ameaças de extinção e/ou são endêmicas. A seguir, são descritas algumas características gerais dessas espécies de acordo com Reitz (1975); Klein (1963; 1978); Backes & Irgang (2002) e Lorenzi (1996). Maiores informações ecológicas sobre as espécies são descritas no item “Ecologia de Populações” deste projeto.

1. *Araucaria angustifolia* – é uma árvore de grande porte, de até 50 m de altura, característica da formação Floresta Ombrófila Mista, ocorrendo como espécie emergente e predominante; tem sua área de ocorrência restrita ao planalto basáltico, com altitudes geralmente acima de 500 metros e até 1500 m (Reitz 1966); é considerada espécie pioneira, com floração de setembro a outubro e amadurecimento das pinhas entre abril e junho; polinização efetuada pelo vento; encontra-se na Lista Oficial da Flora Brasileira Ameaçada de Extinção do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis-IBAMA.

2. *Trithrinax brasiliensis* – palmeira de 3 a 15 m de altura (Figura 9), endêmica da região sul nos Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, ocorrendo com baixa frequência nas encostas e margens de cursos d’água e áreas abertas (campos), em altitudes acima de 500 m; Na área do AHE Barra Grande foram localizadas apenas duas populações muito próximas, sendo uma em Floresta Ombrófila Mista e outra em Floresta Estacional Semidecidual; encontra-se na lista vermelha das espécies ameaçadas da IUCN (International Union for Conservation Nature), na lista de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção do Rio Grande do Sul e na Lista Vermelha das Espécies Ameaçadas de Extinção do Paraná.



Figura 9: Indivíduo de *Trithrinax brasiliensis* na área de estudo.

3. *Butia eriospatha* – espécie de palmeira (Figura 10) restrita à região sul do Brasil, ocorre na Floresta Ombrófila Mista e em áreas abertas do planalto; também é bastante cultivada nos pomares domésticos da região pelos frutos comestíveis e como espécie ornamental; frutificação durante o verão; encontra-se na lista vermelha das espécies ameaçadas da IUCN (International Union for Conservation Nature) e na lista de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção do Rio Grande do Sul.



Figura 10: Indivíduo de *Butia eriospatha* na All do AHE Barra Grande.

4. *Maytenus ilicifolia* – árvore de pequeno porte, até 10 m de altura, ocorrendo em várias regiões no Brasil e, no sul, geralmente encontrada na Floresta Ombrófila Mista; Populações foram localizadas também em Floresta Estacional Semidecidual na área do AHE Barra Grande (Figura 11); Caracteriza-se como pioneira tardia, especialmente ao longo de riachos e campos pedregosos; floração de agosto-outubro e frutificação de janeiro a março; encontra-se na Lista Vermelha das Espécies Ameaçadas de Extinção do Paraná.



Figura 11: *Maytenus ilicifolia* em frutificação na área de estudo.

5. *Clethra scabra* – árvore de pequeno porte, com até 12 m de altura, bastante comum em capoeiras e beira de estradas na área do AHE Barra Grande (obs. pess.; Figura 12), é uma espécie componente da vegetação secundária das formações florestais da região; sua área de dispersão concentra-se na parte oriental do planalto meridional; Reitz (1966) registrava essa espécie como freqüente nos chamados “capões”, ou seja,

na Floresta Ombrófila Mista e Klein (1978) descrevia essa espécie como comum no sub-bosque dessa mesma formação das bacias dos rios Pelotas e Canoas; floração de dezembro a março e frutificação de maio a julho; encontra-se na lista de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção do Rio Grande do Sul.



Figura 12: *Clethra scabra* na área de influência do AHE Barra Grande.

6. *Dicksonia sellowiana* – arbusto semi-lenhoso, fibroso, de 2 a 4 m de altura (Figura 13), com crescimento muito lento, bastante explorado no século passado para retirada do tronco, o qual era utilizado em todo o Brasil como suporte para diversos tipos de plantas ornamentais; comum no sub-bosque da Floresta Ombrófila Mista (Reitz 1966) e eventual na transição para a Floresta Estacional Semidecidual da bacia do rio Pelotas (obs. pess.); encontra-se na Lista Oficial da Flora Brasileira Ameaçada de Extinção do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis-IBAMA.



Figura 13: Indivíduos de *Dicksonia sellowiana* na área do AHE Barra Grande

7. *Erythrina falcata* – árvore de grande porte, caducifólia, com até 35 m de altura, preferindo solos drenados de encosta, em matas primárias e secundárias; floração de julho a novembro e frutificação de setembro a abril; É muito comum às margens do reservatório do AHE Barra Grande, na formação Floresta Estacional Semidecidual; espécie protegida pelo Código Florestal do Rio Grande do Sul - Lei 9.519/92.

8. *Myrcarpus frondosus* – árvore decídua de grande porte com até 35 m de altura, emergente nas formações florestais e pioneira; em geral pouco comum, foi descrita como freqüente em solos úmidos da Floresta Estacional Semidecidual da bacia do rio Uruguai (Klein 1978); De fato, poucos indivíduos foram localizados na área de influência do AHE Barra Grande (Figura 14); floração de maio a outubro e frutificação de setembro a maio; encontra-se na Lista Vermelha das Espécies Ameaçadas de Extinção do Paraná e na lista de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção do Rio Grande do Sul.



Figura 14: Indivíduo de *Myrocarpus frondosus* na área de influência do AHE Barra Grande.

9. *Apuleia leiocarpa* – caracteriza-se como espécie pioneira agressiva em capoeiras e como emergente entre o dossel fechado, facilmente percebida pela coloração dos troncos quase brancos; era característica do dossel emergente e bem distribuída na chamada “mata branca” ou Floresta Subtropical do rio Uruguai descrita por Klein (1978), formação classificada também como Floresta Estacional Decidual (IBGE 1992); Na área do AHE Barra Grande é rara, os poucos indivíduos localizados não constituíram uma população suficiente para a produção e coleta de germoplasma; sua floração ocorre entre agosto a novembro e a frutificação entre dezembro e fevereiro,- encontra-se na lista de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção do Rio Grande do Sul.

10. *Sinningia lineata* – ervas de até 120 cm de altura (Figura 15), restrita à região sul, com grande potencial ornamental, têm como característica peculiar uma estrutura

chamada túbero, vulgarmente conhecido como batata para reserva de água e nutrientes; ocorrem apoiadas ou totalmente verticalizadas sobre rochas, geralmente em lugares úmidos (Figura 16), como na Floresta Estacional Semidecidual Aluvial do rio Pelotas e afluentes (obs. pess.); encontra-se na lista de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção do Rio Grande do Sul. Outras duas espécies do gênero *Sinningia* também ocorrem na área de estudo (*S. macrostachya* e *S. douglassi*).



Figura 15: *Sinningia lineata* na região de influência do AHE Barra Grande.



Figura 16: Habitat de *S. lineata* em afluente do rio Pelotas.

11. *Ocotea porosa* – árvore de grande porte, até 30 m de altura, com histórico de intensa exploração para extração de madeira na região sul, outrora muito abundante na Floresta Ombrófila Mista, predominando no sub-bosque com outras espécies de Lauraceae (Klein 1963; Reitz 1966); ocorre em florestas primárias e secundárias, apresentando comportamento pioneiro; Entretanto, parece não ocorrer na área do AHE Barra Grande, sendo que os registros de ocorrência são mais comuns nas áreas mais à oeste do Estado de Santa Catarina; floração de outubro a novembro e frutificação de janeiro a março; encontra-se na lista vermelha das espécies ameaçadas da IUCN (International Union for Conservation Nature) e na Lista Vermelha das Espécies Ameaçadas de Extinção do Paraná.

12. *Dorstenia tenuis* – trata-se de uma erva de até 40 cm de altura (Figura 17), ocorrendo nos Estados da região sul do Brasil; geralmente pouco comum na Floresta Estacional Semidecidual do rio Pelotas e afluentes na região do AHE Barra Grande (obs. pess.); encontra-se na Lista Oficial da Flora Brasileira Ameaçada de Extinção do IBAMA e na lista de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção do Rio Grande do Sul.



Figura 17: *Dorstenia tenuis* na AID do AHE Barra Grande.

13. *Ficus enormis* – árvore de até 20 m de altura, apresenta polinização por vespa específica e na fase jovem é epífita ou epilítica; floração de agosto a outubro e frutificação de abril a maio; espécie protegida pelo Código Florestal do Rio Grande do Sul - Lei 9.519/92. Uma espécie do gênero *Ficus* (Figura 18) ocorre frequentemente na

área de influência do AHE Barra Grande, na Floresta Estacional Semidecidual às margens do rio Pelotas. Amostras desta espécie esperam confirmação de identificação dos especialistas.



Figura 18: Indivíduo em frutificação do gênero *Ficus* que ocorre na Floresta Estacional Semidecidual do rio Pelotas.

14. *Podocarpus sellowii* – Na região Sul, a espécie *Podocarpus lambertii* é mais expressiva, com associação comum à Floresta Ombrófila Mista (Klein 1963). Os indivíduos encontrados até o momento na área de influência de Barra Grande pertencem a essa espécie, o que confirma as observações de Mattos (1979) sobre a ocorrência de *P. lambertii* nos municípios de Vacaria e Bom Jesus. A espécie *P. sellowii* se desenvolve em regiões de clima mais quente (Mattos 1979).

As pesquisas propostas estão organizadas para atingir objetivos que propiciarão a conservação dos genótipos que serão perdidos e gerarão informações essenciais a serem utilizadas para a conservação e manejo de espécies-alvo.

Quatorze espécies seriam trabalhadas no escopo da proposta, em diferentes abordagens para cada uma delas. As espécies em questão e as abordagens preconizadas estão listadas na Tabela 1. Dentre estas 14 espécies, duas não foram localizadas nas áreas de influência do empreendimento, *Ocotea porosa* e *Podocarpus sellowii*. Outra espécie, *Apuleia leiocarpa*, apresentou uma população muito reduzida de indivíduos às margens do lago formado e amostras de germoplasma desta espécie foram coletadas em um município próximo.

As atividades do projeto foram diferenciadas nas seguintes fases:

Antes do enchimento (dezembro 2004 a julho 2005).

- Levantamento bibliográfico (levantamento de informações) de toda a literatura já disponível sobre as 14 espécies-alvo;
- Priorização para a coleta de material vegetal das 14 espécies-alvo na área de influência direta (AID);
- Priorização para a coleta de material vegetal das 14 espécies-alvo nas áreas de supressão seletiva;
- Priorização das análises de variabilidade genética utilizando as folhas de material coletado na AID.
- Testes de assepsia do material para cultura de tecidos vegetais, no caso da não obtenção de sementes no futuro, quando o reservatório já estiver cheio;
- Testes para a conservação *ex situ* com as sementes já disponíveis em viveiro;
- Testes para a criopreservação de espécies com sementes recalcitrantes

Durante o enchimento (julho 2005 outubro 2005).

- Resgate de germoplasma (sementes, material vegetativo e epífitas), utilizando barcos para o acesso aos indivíduos não acessados anteriormente;
- Continuidade dos estudos de variabilidade genética, criopreservação, cultura de tecidos e conservação *ex situ* tradicional;
- Realização dos estudos *in loco* sobre estrutura de populações envolvendo as espécies-alvo na área de influência indireta como subsídios à conservação *in situ*;

Após o enchimento (outubro 2005 até novembro de 2007).

- Continuidade do resgate de germoplasma com os indivíduos que permanecerem com a copa acima da superfície do lago e na área de influência indireta (AII), estudos de

variabilidade genética, ecologia de populações, criopreservação, cultura de tecidos e conservação *ex situ* tradicional.

- Elaboração de sugestões para medidas de conservação *in situ* (indicação de áreas, indicação de subsídios para manejo de algumas espécies, etc.);
- Elaboração de tabelas sobre o material conservado e locais de conservação.

Os capítulos a seguir apresentam os resultados finais dos sub-projetos de genética vegetal, cultura de tecidos, conservação de sementes e ecologia de populações.

Referências bibliográficas

- Backes, P. e B. Irgang. Árvores do sul : guia de identificação & interesse ecológico: Instituto Souza Cruz. 2002. 326 p.
- Cavalcanti, T.B., Kageyama, P.Y., Ciampi, A., Walter, B.M.T., Sposito, T., Aragão, I.L., Gandara, F., Dario Grattapaglia, Nassif, A.S. 2000. Conservação de Recursos Genéticos Vegetais. Relatório final. PROBIO/MMA/GEF, Brasília. 365 p
- Fernandes, A. & Bezerra, P. 1990. Estudo Fitogeográfico do Brasil. Stylos Comunicações. Fortaleza.
- IBGE. 1992. Manual técnico da vegetação brasileira. Manuais Técnicos em Geociências. Rio de Janeiro, n.1, 92p.
- IUCN, World Bank & WWF. Management effectiveness in forest protected areas. Third meeting of the Intergovernmental Forum on Forests of the Commission on Sustainable Development,. Geneva Switzerland, 1999. (www.forest-alliance.org/)
- Klein, R. 1963. Observações e considerações sobre a vegetação do Planalto Nordeste Catarinense. Separata de Sellowia. Nº 15. Itajaí. Herbário Barbosa Rodrigues
- Klein, R. M., Ed. Mapa fitogeográfico do estado de Santa Catarina. Flora ilustrada catarinense. Itajaí - SC: UFSC, p.24. 1978.
- Lorenzi, H.; H. M. Souza; L. S. C. Cerqueira; J.T. M. Costa e E. Ferreira. Palmeiras Brasileiras: Instituto Plantarum. 2004. 416 p.
- MARA (Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. 1992. Regras para análise de sementes. Brasília - DF. 365 p.
- Mattos, J. R. 1979. Contribuição ao estudo do Pinho-Bravo *Podocarpus lambertii* Kl. no Sul do Brasil. Secretaria de Agricultura. Instituto de Pesquisas de Recursos Naturais Renováveis. Publicação IPRNR nº 2. Porto Alegre.
- Mittermeier, R. A.; Myers, N.; Thomsen, J. B. Fonseca, G. A. B.; Olivieri, S. 1998. Biodiversity Hotspots and Major Tropical Wilderness Areas: Approaches to Setting Conservation Priorities. Conservation Biology. 12 (3): 516-520.
- Reitz, P.R. Palmeiras. Palmeiras. In: P. R. Reitz (Ed.). Flora ilustrada catarinense. Itajaí - SC: UFSC, 1974, p.189.
- Reitz, P. R. e R. M. Klein, Eds. Araucariáceas. Flora ilustrada catarinense. Itajaí - SC: UFSC, p.62. 1966.
- Reitz, R. 1975. Flora Ilustrada Catarinense. Cletráceas. Itajaí. Herbário Barbosa Rodrigues.

Capítulo II - Cultura *in vitro* e criopreservação de espécies-alvo com sementes recalcitrantes

Rui Américo Mendes Rui Américo Mendes - Pesquisador Embrapa Cenargen – Dr. Fitotecnia

Antonieta Nassif Salomão - Pesquisadora Embrapa Cenargen – Mestre em Manejo do Espaço Rural

Renata Nunes – Bolsista Embrapa/Funarbe – Graduanda em Biologia

Camila Raquel Brandão - Bolsista Embrapa/Funarbe – Graduanda em Biologia

Introdução

Sementes de comportamento não-ortodoxo, como por exemplo, as de *Araucaria angustifolia*, *Ocotea porosa* (Imbuia) e outras, não são longevas e são sensíveis ao dessecamento e ao armazenamento em baixas temperaturas. Estas características dificultam a propagação destas espécies e sua conservação. Utilizando-se a metodologia convencional não é possível de serem conservadas, pois perdem a integridade e a viabilidade durante o armazenamento (Roberts 1973, Stushnoff 1991).

Assim, métodos de conservação alternativos são necessários para estas espécies. A possibilidade de obter plantas inteiras a partir de células isoladas, órgãos e tecidos de plantas, usando técnicas de cultura de tecidos, levou ao estabelecimento de bancos de germoplasma *in vitro* como uma alternativa para a conservação de espécies com sementes recalcitrantes ou intermediárias ou que são propagadas vegetativamente (Chin *et al.* 1988).

As principais vantagens das coleções *in vitro* incluem a possibilidade de armazenar e distribuir material livre de doenças, armazenamento em condições controladas sem risco de perda devido a desastres naturais e a possibilidade de multiplicar o material armazenado rapidamente quando necessário (Engelman 1991).

A conservação *in vitro* compreende o armazenamento de amostras em condições de crescimento lento, ou congeladas em nitrogênio líquido (-196°C) (criopreservação).

A criopreservação é a única técnica disponível na atualidade que permite a conservação em longo prazo de células, tecidos e órgãos de espécies problemáticas, a partir dos quais plantas inteiras podem ser regeneradas. Essa técnica envolve a desidratação parcial e imersão em nitrogênio líquido (Sakai 1991). O congelamento e o armazenamento do germoplasma à temperatura do nitrogênio líquido interrompem o metabolismo celular reduzindo ou eliminando completamente a degeneração celular.

Portanto, ela permite a conservação de material biológico por muitos anos assegurando alta viabilidade e estabilidade genética. Além disso, essa técnica requer reduzido espaço físico e é uma opção de baixo custo.

Os procedimentos para criopreservação em nitrogênio líquido continuarão em desenvolvimento para algumas espécies.

Material e Métodos

Inoculação e desinfestação das sementes *in vitro* de *Sinningia lineata*, *Maytenus ilicifolia*, *Butia eriospatha*, *Araucaria angustifolia*, *Trithrinax brasiliensis* e *Ficus* sp.

As sementes foram retiradas de frutos secos de plantas que se encontram no telado de sombrite número 20 e dos acessos resgatados. Em seguida, foram lavadas com água destilada e 2 gotas de detergente e enxaguadas três vezes. A desinfestação foi realizada com imersão em solução de hipoclorito de sódio a 2% pelo período de 15 minutos e três enxágües com água destilada. Após isso, a solução foi autoclavada em ambiente estéril dentro da câmara de fluxo laminar contínuo.

Meios de cultura utilizados

As espécies *C. scabra*, *M. ilicifolia*, *B. eriospatha*, *T. brasiliensis* e *Ficus* sp., *S. lineata* e *A. angustifolia* foram sendo multiplicadas com os meios de cultura ½ MS (Murashige e Skoog, 1962), G e WPM, acrescidos ou não de 1mg ou 2 mg/l BAP (Figura 1).



Figura 1: Multiplicação de material em meio de cultura no laboratório de cultura *in vitro*.

Polinização artificial de *Sinningia lineata*

Polinizações artificiais de *Sinningia lineata* foram realizadas em plantas coletadas e mantidas em telado. As sementes obtidas de frutos indeiscêntes foram inoculadas com 25, 30 e 35 dias da polinização. O fruto foi inicialmente imerso em solução de álcool a 92,8º INPM e depois em água destilada com duas gotas de detergente sem enxágüe. A desinfestação do fruto foi feita com sua imersão em solução de hipoclorito de sódio a 2%, durante 30 minutos. O enxágüe se deu com água esterilizada (destilada e autoclavada) por 3 vezes, em ambiente estéril, dentro da câmara de fluxo laminar contínuo. Com o auxílio de bisturi, retiraram-se as sementes que foram inoculadas em placas de petri contendo meio MS (Murashige & Skoog), na metade da sua concentração.

Obtenção de mudas a partir de sementes e esporos de *S. lineata*

Sementes de *Sinningia lineata* foram coletadas no telado de sombrite número 20 da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia.

As sementes foram colocadas no substrato e após um período de 53 dias iniciou-se a germinação. No dia 21 de março de 2006, foram retiradas algumas mudas obtidas no substrato e individualizadas em bandeja de isopor em células preenchidas com mistura de Plantmax e terra adubada, na proporção de 1:1.

Micropropagação de *Dicksonia sellowiana*

Foram coletadas folhas de *D. sellowiana* com esporângios verdes e ainda fechados. Os esporângios não deiscêntes foram retirados das folhas e os esporos foram identificados e extraídos através de microscópio estereoscópico. Os esporos foram desinfestados pela imersão em solução de hipoclorito de sódio a 2% seguido de três enxágües com água esterilizada (destilada e autoclavada) em ambiente estéril dentro da câmara de fluxo laminar contínuo.

A seguir eles foram inoculados em placas de petri com meio de cultura. Foram preparadas cem placas de petri com meio de cultura Dyer, conservadas em câmara fria 10°C até a sua utilização. Após a inoculação, as placas de petri foram encubadas em câmara de crescimento com temperatura de 20°C sob luz fosforescente com 3000lux de intensidade e foto período de 12 horas. Houve 80% de germinação de *D. sellowiana* em placas de petri com meio de cultura Dyer.

Protalos bem desenvolvidos foram retirados de uma placa de petri e inoculados individualmente em tubos de ensaio. Vinte indivíduos foram testados, sendo dez indivíduos em meio ½ MS sem sacarose e dez indivíduos em meio ½ MS com

sacarose. Devidamente esterilizados com hipoclorito 2%, estes indivíduos não apresentaram contaminações por fungos e bactérias. Os tubos de ensaio foram encubados em câmara de crescimento com temperatura de 20°C sob luz fosforescente com 3000lux de intensidade e foto período de 12 horas.

Amostras de plântulas obtidas *in vitro* serão multiplicadas até atingirem seis tubos com cada genótipo selecionado ao acaso para o armazenamento na coleção de conservação *in vitro* sob crescimento lento no banco ativo de germoplasma da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. As demais plântulas serão usadas para micro-propagação das mudas *in vitro*.

Os esporos de *Dicksonia sellowiana* coletados nos anos de 2006 e 2007 foram testados com o seguinte meio de cultura:

- 500 ml do meio de cultura de Mohr (1956), modificado por Dyer (1979) (Quadro 01), conforme utilizado em Rogge (1999).

Os esporângios fechados foram retirados das folhas e submetidos a tratamentos para obtenção do método ideal de esterilização.

O primeiro tratamento incluiu a introdução do esporângio no meio de cultura, após esterilização com hipoclorito em duas concentrações (puro e diluído 50%). Após a lavagem com água destilada (3X), 20 placas foram utilizadas para a introdução em capela de fluxo laminar.

No segundo tratamento os esporos foram identificados através de microscópio e retirados dos esporângios. Os mesmos processos de esterilização com hipoclorito foram utilizados. Após a verificação dos melhor método de esterilização (hipoclorito diluído), 100 placas de petri foram preparados com meio de cultura Dyer e conservados em câmara fria a 25° C.

Quadro 01 – Composição química do Meio de DYER

Ingredientes	Quantidade
Sulfato de Magnésio	510 mg/l
Nitrato de Potássio	120 mg/l
Nitrato de Cálcio	1440 mg/l
Fosfato de Potássio Dibásico	250 mg/l
<u>Solução</u> de FeSO ₄ . 7 H ₂ O e NaEDTA	1 ml

Água destilada até completar 1 litro.

Preparação: Misturam-se todos os ingredientes.

Solução:

- 33,2g de NaEDTA
- 3,65g de hidróxido de sódio
- 25g de sulfato de ferro
- Água destilada ate completar 1 litro

Preparação: Misturam-se todos os ingredientes

Micropropagação de *Araucaria angustifolia*

Com a finalidade de aumentar a variabilidade dos acessos, sementes de *Araucaria angustifolia* foram coletadas na área do Aproveitamento Hidrelétrico Barra Grande em 2006 e 2007, na época da frutificação (abril-junho).

As sementes foram lavadas e submersas em água destilada, embebendo por 24 horas. Depois foram desinfetados pela imersão em solução de hipoclorito de sódio a 2% seguido de três enxágües com água esterilizada (destilada e autoclavada) em ambiente estéril dentro da câmara de fluxo laminar contínuo.

As sementes esterealizadas foram abertas com a ajuda de um bisturi para extração do eixo embrionário, o qual foi inoculado em tubos com meio ½ MS, adicionado de carvão.

Os tubos foram encubados em câmara de crescimento com temperatura de 20°C sob luz fosforescente com 3000lux de intensidade, e foto período de 12 horas.

Micropropagação de *Erythrina falcata*

Estacas de *Erythrina falcata* foram coletadas na área de influencia do aproveitamento hidrelétrico Barra Grande em 2007. Inicialmente, cinco indivíduos foram amostrados, sendo três indivíduos jovens e dois indivíduos adultos, com um total de vinte estacas de cada indivíduo. No final de 2007 novos indivíduos foram incorporados para esta metodologia.

As estacas foram inoculadas em recipientes plásticos contendo furos no fundo, para melhor drenagem, usando como substrato areia. Foi montada uma estrutura com plástico e duas estacas para vestir os vasos retendo assim a umidade (Figuras 2 e 3).



Figura 2- Estacas de *Erythrina falcata* submetidas à maior umidade.



Figura 3- Brotação em estacas de *Erythrina falcata*.

Apenas dois poros foram feitos nos plásticos para a entrada de ar, o que fez reter bastante a umidade, já que os testes foram feitos no período de seca em Brasília.

A partir das brotações em estacas de *Erythrina falcata* foi feito um teste com cultura de tecido, inoculadas em meio de cultura $\frac{1}{2}$ de MS e esterilização em hipoclorito 2% diluído em 50% de água esterilizada. Esse processo ocorreu em ambiente estéril dentro da câmara de fluxo laminar contínuo tendo sido tomada toda assepsia devida. Este processo ainda está em desenvolvimento e após a multiplicação

e repicagem deste material, as mudas serão transferidas para substrato para aclimação em telados.

Criopreservação

O teor de umidade dos propágulos foi determinado em estufa, com base no peso fresco. A tolerância à desidratação foi determinada dessecando-se o material sobre sílica gel (50g de sílica/1g de material vegetal), em frascos fechados, às temperaturas de 15, 20, 25 e 30°C. Ao final de cada período de desidratação foi avaliado o efeito do dessecamento sobre a viabilidade dos propágulos. Para tanto, eixos embrionários ou gemas laterais, e gemas apicais foram transferidas para meio de cultura (Murashige & Skoog, 1962) e sementes para papel germitest.

A integridade do material desidratado com diferentes teores de umidade foi monitorada por meio de teste de tetrazólio e de vazamento de solutos. Ao mesmo tempo, propágulos desidratados por diferentes períodos de tempo foram transferidos para diferentes recipientes e foram congelados por imersão direta em nitrogênio líquido (congelamento ultra-rápido) ou por exposição a temperaturas de pré-congelamento decrescentes até um mínimo de -20°C antes da imersão em nitrogênio líquido (congelamento lento). Após a criopreservação, os propágulos foram descongelados rapidamente, mergulhando os recipientes em banho-maria a 40±2°C, sob agitação constante, ou lentamente à temperatura ambiente (25±2°C). Após a criopreservação, a viabilidade, a integridade e a capacidade de regeneração do material foram e serão monitoradas utilizando-se os testes de tetrazólio, vazamento de solutos, germinação e cultivo *in vitro*. A germinação será conduzida a 25 e 30°C, em germinadores, com fotoperíodo de 12 horas. O cultivo *in vitro* será feito utilizando-se condições de cultivo (meio de cultura, foto-período e temperatura) definidas experimentalmente para cada espécie. O teste de tetrazólio será conduzido utilizando-se solução à concentração de 0,75%, por 12 horas, no escuro, à temperatura de 25°C. O vazamento de solutos será mensurado a cada 15 minutos durante a primeira hora após os tratamentos e a cada duas horas até completar 24 horas. Além disso, serão desenvolvidos métodos para favorecer o processo germinativo e a regeneração *in vitro* dessas estruturas reprodutivas e vegetativas.

Com base nos resultados obtidos foram delineados protocolos de criopreservação para estruturas reprodutivas e/ou vegetativas das espécies.

No período de outubro a dezembro de 2006 deu-se também prosseguimento às atividades de criopreservação de *Butia eriospatha*. Os meios de cultura G e WPM, acrescidos ou não de 1 mg ou 2 mg/l BAP mostraram-se promissores ao

desenvolvimento de eixos embrionários da espécie. Amostras de frutos e de sementes (GPS 10316, EG 1006 e EG 1046) foram dessecadas por 24 ou 48 horas e expostas ao nitrogênio líquido por pelo menos 72 horas. Eixos embrionários foram excisados de sementes e de frutos e cultivados nos meios de cultura G e WPM.

Resultados e Discussão

Os meios de cultura ½ MS, G e WPM, acrescidos ou não de 1mg ou 2 mg/l BAP, mantiveram o bom desenvolvimento do material após vários meses com repicagem dos explantes para a obtenção de quantidade suficiente de material necessário às atividades de dessecação e congelamento em nitrogênio líquido.

As espécies *C. scabra*, *M. ilicifolia*, *B. eriospatha*, *T. brasiliensis*, *Ficus* sp., *S. lineata* e *A. angustifolia* foram multiplicadas de acordo com estes protocolos. Os índices muito reduzidos de germinação de algumas espécies, como *C. scabra*, *B. eriospatha* e *T. brasiliensis* tornam os resultados importantes para a conservação *ex situ*.

Os eixos embrionários excisados de sementes de *Butia eriospatha* cultivados em meios de cultura G e WPM, acrescidos ou não de 1mg ou 2 mg/l BAP, mantiveram o bom desenvolvimento indicado nos primeiros meses de cultivo (Figura 4).

As amostras de sementes de *Dorstenia tenuis* (AAS 2791, GPS 10060, GPS 10142, GPS 10146 e GPS 10182) cultivadas em meios de cultura G e WPM, também foram repicadas e multiplicadas de forma satisfatória (Figura 5).

As sementes de *Clethra scabra* (EG 1016, EG 1027, EG 1040, EG 1047 e EG 1051) foram submetidas ao teste de germinação e as plântulas obtidas foram transferidas para os meios de cultura G e WPM (Figura 6).

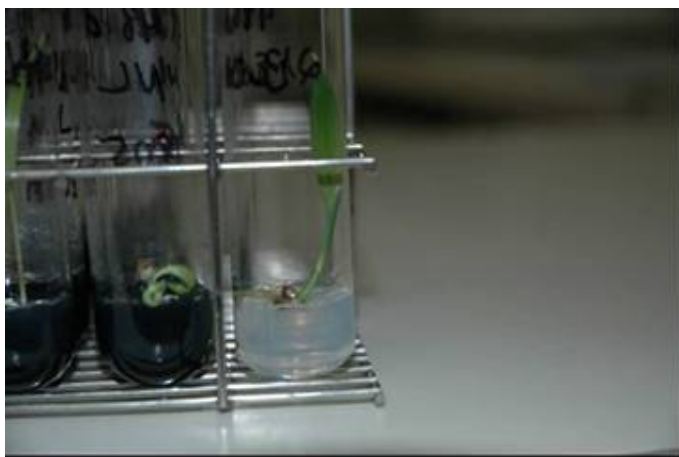


Figura 4. Regeneração de eixos embrionários de *Butia eriospatha* em meios de cultura G (sem carvão ativado) e WPM (com carvão ativado).



Figura 5: Propagação *in vitro* de *Dorstenia tenuis* obtido por sementes.



Figura 6: Desenvolvimento de plântulas de *Clethra scabra* em meios de cultura G (sem carvão ativado) e WPM (com carvão ativado).

Após a germinação das sementes de *S. lineata* nas placas de petri, as mudas *in vitro* um pouco maiores foram retiradas e passadas para tubos de ensaio contendo meio $\frac{1}{2}$ MS. Então foi visto que dos 24 tubos com mudas, 70,83% apresentaram contaminação. Outros 29,16% apresentaram normalidade. As mudas desenvolveram raízes após um período de 43 dias, mesmo aquelas que sofreram contaminação. Plantas livres de contaminação têm sido multiplicadas e conservadas *in vitro*.

O tratamento de desinfestação de sementes de *S. lineata* mostrou-se bastante eficiente, já que a taxa de contaminação passou a ser mínima. Foi possível observar que as sementes com 25 e 30 dias de polinização demoraram a germinar (média de 21 dias), fato que não ocorreu com as sementes com 35 dias de polinização, que germinaram após 8 dias de inoculadas. A porcentagem de germinação *in vitro* para sementes com 25 dias foi de 14,13%, de 30 dias foi de 49,18% e com 35 dias foi de

85,33%. Isso demonstra que as sementes já podem ser consideradas maduras a partir dos 30 dias da polinização.

Também neste período foram feitas repicações constantes da espécie *Sinningia lineata* em ambiente estéril, dentro da câmara de fluxo laminar contínuo. Dessa forma foram produzidos 720 tubos, os quais estão mantidos em câmara de crescimento com temperatura de 20°C sob luz fosforescente com 3000lux de intensidade, e foto período de 12 horas.

A introdução de sementes também foi realizada em substrato (Plant Max) e papel (germ test). Os resultados apresentaram alto índice de germinação: 100% no Substrato (Germinação em 45 dias) e 80% em germ test (Germinação em 14 dias).

Foi realizada a transferência de mudas *in vitro* para substrato (Plant Max), em copos descartáveis de 300 ml, vedados com plástico após a introdução da mesma. Após cinco dias foram feitos poros nos plásticos para adaptação ao meio ambiente. Um total de 150 mudas estão sendo mantidas em telado de sombrite número 20 da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia.

A produção de mudas a partir de sementes de *Dorstenia tenuis* produzidas em casas de vegetação com o mesmo substrato de *S. lineata* também resultou na formação de mudas (Figura 7).



Figura 7: Indivíduos de *Dorstenia tenuis* obtidos a partir de sementes produzidas em casa de vegetação na Embrapa Cenargen.

O desenvolvimento de *D. sellowiana* a partir de esporos (Figura 8) no meio de cultura de Dyer se iniciou em março de 2007, após 2,5 meses de inoculação (Figura 9). No tratamento com introdução apenas dos esporângios não houve germinação.

Para o tratamento com introdução dos esporos em meio de cultura houve germinação de 80% em placas com esterilização diluída e 30% em esterilização pura. O início da germinação ocorreu em 26 dias. A contaminação atingiu cerca de 50% das placas. Nos próximos meses foram observados os padrões de desenvolvimento das porções aéreas e radiculares, além da multiplicação de a partir de novos acessos.

Após a transferência das plântulas para o substrato, estas serão mantidas em telado de sombrite com redução de 50% na intensidade luminosa natural para completar seu desenvolvimento e posterior repovoamento da área afetada.



Figura 8: Esporos de *Dicksonia sellowiana* separados para multiplicação em meio de cultura.

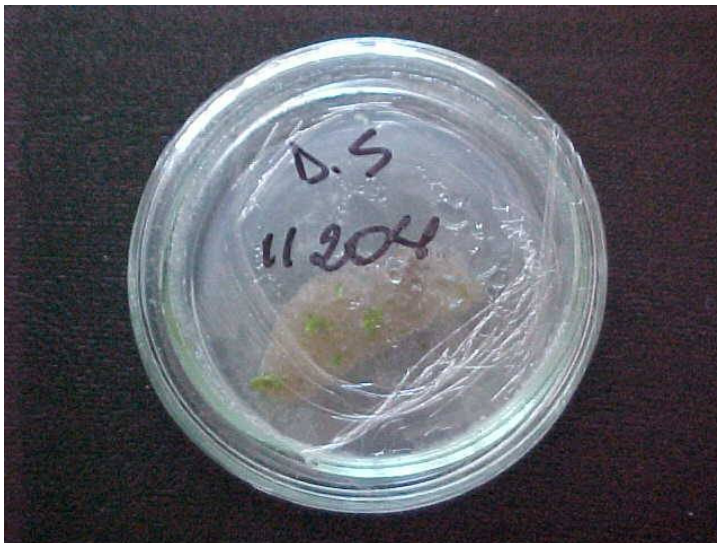


Figura 9: Desenvolvimento de *Dicksonia sellowiana* a partir de esporos em meio de cultura.

Para a espécie *Araucaria angustifolia* a contaminação foi baixa, em torno de 20%. A germinação iniciou-se após três dias.

Os resultados para esta espécie em meio de cultura ½ MS com carvão mostraram um alto índice de calos. Portanto foram feitos testes com outros meios de cultura como Dyer, WPM com e sem carvão e G. Houve maior crescimento e menor índice de calos em indivíduos inoculados no meio WPM com carvão. Após a verificação do melhor meio de cultura a ser utilizado para *Araucaria angustifolia*, 200 eixos embrionários foram introduzidos havendo germinação de 100% e contaminação de 15% deles.

Este material está sendo repicado e posteriormente é transferido para substrato com mistura de Plantmax e terra adubada, na proporção de 1:1. a serem mantidas em telado de sombrite número 20 da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia.

Em relação às atividades de criopreservação, os possíveis danos e injúrias que os eixos embrionários poderiam ter sofrido foram minimizados uma vez que tanto o dessecamento quanto a exposição ao nitrogênio líquido foram feitos, quando estas estruturas estavam protegidas pelo fruto e a semente ou apenas pela semente. Encontra-se em andamento a etapa de aclimação em terra destas plantas obtidas. As espécies *C. scabra*, *M. ilicifolia*, *Ficus* sp., *S. lineata*, *D. tenuis* e *A. angustifolia*, estão mantidas em meios de cultura (G e WPM) visando a obtenção de material desprovido de contaminação e em quantidade suficiente para testar o encapsulamento e seu armazenamento em nitrogênio líquido por períodos superiores a um ano.

Para a espécie *Erythrina falcata*, com o método de estaquia, houve 40% de brotação, sendo a maior parte dela em indivíduos jovens, e não houve brotação nas estacas do indivíduo mais velho. As estacas estão sendo mantidas na casa de vegetação número 18 da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia.

Referencias Bibliográficas:

- Chin, H. F. 1988. Recalcitrant seeds - a status report. IBPGR, Rome.
- Engelmann, F. 1991. In vitro conservation of tropical plant germplasm- a review. *Euphytica*, 57: 227-243.
- Moreira, P.A.B. 2005. Efeito da criopreservação de esporos em nitrogênio líquido no desenvolvimento de gametófitos de *Dicksonia sellowiana* Hook. Programa de pós-graduação em Biologia Vegetal. UFSC.
- Murashige, T.; Skoog, F. A revised médium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. *Physiol. Plantarum*. V.15, p.473-497. 1962.

- Rodge, G.D. 1999. Germinação, propagação in vitro e criopreservação de esporos de *Dicksonia sellowiana* (presl) Hook., Dissertação de Mestrado. UFSC.
- Sakai, A., S. Kobayashi and I. Oiyama. 1991. Cryopreservation of nucellar cells of navel orange (*Citrus sinensis* Osb.) by a simple freezing method. *Plant Sci.*, 74:243-248.
- Stushnoff, C. 1991. Cryopreservation of fruit crop genetic resources - implications for maintenance and diversity during conservation. *HortScience* 26, 518-522. 1991
www.estudiologia.hpg.ig.com.br/estado_20.htm
www.naturenotes.arrakis.es/images/notes/dbiologia/dfotobiologia/pteridofita_filicofitina_ciclo.gif

Capítulo III - Conservação *ex situ* de sementes

Antonieta Nassif Salomão - Pesquisadora Embrapa Cenargen – Mestre em Manejo do Espaço Rural
Rozângela Caldas Mundim – Técnica de Laboratório Embrapa Cenargen

Introdução

Atividades de pesquisa e ações políticas foram propostas para a conservação de recursos genéticos vegetais e da diversidade intra-específica, assegurando assim, a existência e contínua disponibilidade de espécies vegetais para uso econômico, científico e social (FAO, 1989). Entre as estratégias de conservação propostas, a conservação *ex situ* deve ser aplicada quando houver necessidade de:

- a) salvaguardar espécies sob risco de destruição física, ou seja, aquelas que ocorrem onde há sistematicamente, mudança da paisagem original, pela ação antrópica (expansão da fronteira agropecuária, desmatamento, urbanização, construção de estrada e hidrelétrica);
- b) salvaguardar espécies sob perigo de deterioração genética, devido à exploração seletiva de indivíduos reprodutivos e à falta de programas de manejo e reposição da vegetação original;
- c) salvaguardar espécies sob risco de extinção;
- d) garantir suprimento contínuo e em larga escala de indivíduos visando a atender programas de melhoramento e plantios comerciais;
- e) garantir suprimento de material para a pesquisa com espécies de uso potencial (FAO, 1989; IUCN - WCMC, 1992).

Material e Métodos

Um dos métodos de conservação *ex situ* mais utilizados é a conservação de sementes em banco de germoplasma convencional, à -20°C.

De início, é feita a limpeza e fumigação do acesso, seguindo-se à determinação do conteúdo de umidade inicial do lote. Em seguida, as sementes passarão pelos seguintes testes:

- *Teste de determinação do grau de umidade*: como indicado acima, o objetivo deste teste é determinar o teor de água nas sementes, por métodos de uso rotineiro em laboratório. A determinação da umidade baseia-se na perda de peso das sementes, quando secas em estufa, em relação ao peso original.

- *Teste de resistência à dessecação*: as sementes passarão por um processo de secagem e posterior avaliação quanto ao efeito desta secagem. Para este teste, deve-se conhecer a viabilidade (germinabilidade) das sementes. Os resultados serão dados em porcentagem.

- *Teste de resistência ao frio*: as sementes serão embaladas hermeticamente e colocadas a temperatura -20°C . Após 15 dias, testes de germinação serão realizados, onde as sementes passarão por um processo de umedecimento à temperatura ambiente, passando posteriormente para o germinador, para absorverem água. Somente depois deste processo serão colocadas em papel “germitest” quando, então, se estuda o efeito da temperatura. Como no anterior, para este teste também se deve conhecer a viabilidade das sementes, que obrigatoriamente deverão ter resistido à dessecação.

- *Teste de germinação*: em teste de laboratório, germinação de sementes é a emergência e desenvolvimento das estruturas essenciais do embrião, demonstrando sua aptidão para produzir uma planta normal, sob condições favoráveis de campo (Mara, 1992). Este teste será realizado em papel “germitest” branco, com leituras periódicas. As plântulas serão classificadas segundo os critérios: plântulas normais (que emitem sistema radicular e têm parte aérea desenvolvida, mostrando potencial para continuarem seu desenvolvimento); plântulas anormais (que não mostram potencial para continuarem seu desenvolvimento, dando origem a plantas anormais); sementes duras e mortas.

A germinação de sementes corresponde a porcentagem de plântulas normais, obtidas sob as condições especificadas acima, para cada espécie, mas para a análise de laboratório serão consideradas normais, ou mesmo viáveis, aquelas plântulas que apresentarem protrusão de radícula.

Como regra geral, as sementes receberão dois tratamentos: uma parte será submetida à escarificação mecânica, ou ácida, e outra servirá como testemunho. Mesmo tencionando seguir procedimentos mais próximos das situações normais, que ocorreriam nos ambientes naturais, as sementes receberão escarificação, pois é um dos objetivos verificar as condições ideais para a produção de mudas;

- *Teste de tetrazólio*: segundo Mara (1992), o objetivo deste teste é determinar rapidamente a viabilidade das sementes, particularmente de espécies que germinem lentamente em testes normais, ou que não germinem quando submetidas aos métodos comumente usados, por se encontrarem dormentes. O teste do tetrazólio será usado após o teste de germinação, quando for verificada a presença de sementes dormentes ou inchadas.

Os testes aqui indicados são aqueles mais rotineiros. No entanto, quando necessário, testes adicionais podem ser aplicados, assim como, para algumas espécies, já se preconiza a necessidade de verificar as condições de conservação em temperaturas mais baixas que -20°C . Neste caso, se utilizarão métodos que fazem uso

de nitrogênio líquido, criopreservação e cultura de tecidos, para espécies que não suportam o resfriamento e a perda de água (Capítulo II).

Resultados e Discussão

A Tabela 1 apresenta os acessos coletados até dezembro de 2006 e os respectivos testes em condução. O período de inverno, principalmente entre julho e outubro, limitou a coleta de germoplasma semente, excetuando-se para *Araucaria angustifolia*, *Myrocarpus frondosus* (dezembro) e para espécies mantidas em telados como *Sinningia lineata* e *Dorstenia tenuis* (Figura 1). Para essas duas últimas espécies, as sementes produzidas em telado foram incorporadas aos testes de avaliação. Amostras de *T. brasiliensis* coletadas na área de influência do AHE Barra Grande também apresentaram germinação em vermiculita, embora ainda não configurem amostras de uma população (Figura 2).

As amostras de sementes das espécies e os testes em condução até o momento são descritos na Tabela 1. Amostras coletadas em dezembro de 2006 de *Myrocarpus frondosus* foram processadas para o início dos testes.

Nas amostras coletadas no meio do ano a maioria das sementes de *Araucaria angustifolia* (EG 1070, EG 1073, EG 1081 e EG 1092) encontrava-se ressecada, contaminada por fungos e predada por larvas. Após seleção e desinfestação das sementes, estas foram colocadas para germinar em vermiculita, à temperatura ambiente de laboratório e, 20 eixos embrionários de cada acesso foram cultivados em meios de cultura WPM. Houve cerca de 90% de perda dos eixos embrionários cultivados devido à contaminação por bactéria. Os ápices caulinares obtidos de plântulas desenvolvidas em vermiculita foram tratados com um composto bactericida e se encontram em crescimento. As sementes de *Clethra scabra* (EG 1087) foram submetidas ao teste de germinação e as plântulas obtidas foram transferidas para vermiculita.



Figura 1: Germinação de *D. tenuis* com sementes obtidas em casa de vegetação.



Figura 2: Germinação de *Trithrinax brasiliensis* em substrato de vermiculita.

Tabela 1. Amostras de sementes procedentes da área do Aproveitamento Hidrelétrico Barra Grande.

Coletor	Espécie	Testes em condução
EG 1070	<i>Araucaria angustifolia</i>	Cultivo de ápices caulinares obtidos de plântulas desenvolvidas em vermiculita em meio de cultura WPM.

EG 1073	<i>Araucaria angustifolia</i>	Cultivo de ápices caulinares obtidos de plântulas desenvolvidas em vermiculita em meio de cultura WPM.
EG 1081	<i>Araucaria angustifolia</i>	Cultivo de ápices caulinares obtidos de plântulas desenvolvidas em vermiculita em meio de cultura WPM.
EG 1092	<i>Araucaria angustifolia</i>	Cultivo de ápices caulinares obtidos de plântulas desenvolvidas em vermiculita em meio de cultura WPM.
EG 1087	<i>Clethra scabra</i>	Germinação e transferência de plântulas para vermiculita.
EG 1006	<i>Butia eriospatha</i>	Cultivo meio de cultura WPM e G de eixos embrionários.
EG 1016	<i>Clethra scabra</i>	Germinação e transferência de plântulas para meio de cultura WPM e G.
EG 1027	<i>Clethra scabra</i>	Germinação e transferência de plântulas para meio de cultura WPM e G.
EG 1040	<i>Clethra scabra</i>	Germinação e transferência de plântulas para meio de cultura WPM e G.
EG 1046	<i>Butia eriospatha</i>	Cultivo meio de cultura WPM e G de eixos embrionários.
EG 1047	<i>Clethra scabra</i>	Germinação e transferência de plântulas para meio de cultura WPM e G.
EG 1051	<i>Clethra scabra</i>	Germinação e transferência de plântulas para meio de cultura WPM e G.
EG 1054	<i>Clethra scabra</i>	Germinação e transferência de plântulas para meio de cultura WPM e G.
EG 1060	<i>Clethra scabra</i>	Germinação e transferência de plântulas para meio de cultura WPM e G.
AAS 2791	<i>Dorstenia tenuis</i>	Germinação meio de cultura WPM e G de sementes.
EG 1000	<i>Araucaria angustifolia</i>	Cultivo meio de cultura WPM e G de eixos embrionários.
GPS 10060	<i>Dorstenia tenuis</i>	Germinação meio de cultura WPM e G de sementes.
GPS 10142	<i>Dorstenia tenuis</i>	Germinação meio de cultura WPM e G

		de sementes.
GPS 10148	<i>Dorstenia tenuis</i>	Germinação meio de cultura WPM e G de sementes.
GPS 10316	<i>Butia eriospatha</i>	Cultivo <i>in vitro</i> de eixos embrionários. Sementes de comportamento recalcitrante e com processo germinativo lento.
GPS 10323	<i>Trithrinax brasiliensis</i>	Cultivo <i>in vitro</i> de eixos embrionários. Sementes de comportamento recalcitrante e com processo germinativo lento.
EG 980	<i>Maytenus ilicifolia</i>	Germinação e exposição a (-20°C e -196°C).
GPS 10182	<i>Dorstenia tenuis</i>	Germinação meio de cultura WPM e G de sementes.

Para as sementes de *Myrocarpus frondosus* coletadas nos primeiros meses de 2007 os resultados dos experimentos também já foram concluídos. Inicialmente, as sementes foram mantidas em recipientes com água por 12 horas, para o descarte de sementes predadas por larvas. Após esta seleção, elas permaneceram em temperatura ambiente, por 48 horas, seguindo-se com nova seleção. Os testes de germinação foram realizados em vermiculita, à temperatura ambiente (ca. 25°C) e em germinador à 25°C. As sementes foram expostas às temperaturas de -20°C e -196°C. Apesar da contaminação fúngica estas sementes apresentaram poder germinativo superior a 80%, inclusive aquelas que foram expostas às temperaturas de -20°C e -196°C. O melhor substrato para a germinação destas sementes foi a vermiculita. Abaixo a Figura 3 mostra a seqüência das fases pós-seminais de sementes de *Myrocarpus frondosus*. Todas as plântulas obtidas nos testes de germinação foram levadas para a casa de vegetação.



Figura 3: Fases de germinação de semente de *Myrocarpus frondosus*.

Quanto às sementes de *Butia eriospatha* e *Trithrinax brasiliensis* coletadas no início de 2007 os resultados indicaram que são recalcitrantes. As sementes de *B. eriospatha* chegaram no laboratório muito ressecadas e com indícios de deterioração (mudança de coloração dos tecidos). Os eixos embrionários retirados para cultivo *in vitro*, mostraram-se igualmente ressecadas e com indícios de deterioração. Novos acessos coletados na expedição de abril e em dezembro de 2007 com outra metodologia também foram testados e os testes *in vitro* mostraram progressos na multiplicação deste material. As sementes de *T. brasiliensis* foram semeadas em vermiculita à temperatura ambiente, e separada em dois lotes: sementes coletadas no chão (muito contaminado por fungos) e sementes coletadas nos cachos. Em nenhum dos lotes houve germinação até a presente data.

Um novo acesso de sementes de *Apuleia leiocarpa* foi coletado em uma região próxima ao AHE Barra Grande, no município de Marcelino Ramos-RS, no final de 2007. Os testes de rotina serão realizados para posterior conservação deste material.

Referências bibliográficas

- FAO. 1989 Recursos fitogenéticos: su conservación in situ para el uso humano. Roma. 38p.
- MARA (Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. 1992. Regras para análise de sementes. Brasília - DF. 365 p.

Capítulo IV - Estudos de variabilidade genética

Ana Yamaguishi Ciampi - Pesquisadora Embrapa Cenargen – Dra. Genética
Áurea Christie Vasconcelos Santos – Bolsista Embrapa/Cenargen – Graduanda
Biologia UniCeub
Camila de Fátima Coelho Gavião – Bolsista Embrapa/Cenargen – BS – Biologia
Peter Ward Inglis - Bolsista de Pesquisa – Dr. em Genética
Vânia Cristina Rennó Azevedo - Pesquisadora Embrapa Cenargen – Dra. Biologia
Molecular

1- Introdução

A obtenção e a análise de dados discretos, a partir de marcadores moleculares baseados em polimorfismos de DNA, têm-se tornado uma forma eficiente de gerar informações genéticas para um grande número de indivíduos, populações e espécies, em um curto espaço de tempo. Várias técnicas de análise genômica estão disponíveis e têm sido utilizadas nos últimos anos para estudos de genética de populações. Técnicas moleculares, além de permitirem a identificação de efeitos da fragmentação sobre o complemento genético das populações remanescentes, também têm sido úteis em programas de manejo para conservação genética de populações, orientando a coleta de material genético com a finalidade de conservação *ex situ*; definição do tamanho mínimo de área para conservação *in situ*; além de descrever a organização da variação genética em populações naturais de plantas (Loveless *et al.*, 1998; Hamrick, 1982) e conhecer a magnitude da diversidade genética ao nível de espécie e populações.

A quantificação da variabilidade genética entre e dentro de populações ou locais de coleta tem sido realizada no sentido de nortear os programas de conservação com o uso de marcadores moleculares RAPD para a maioria das espécies e somente para araucária, os estudos de genética de populações vem sendo feitas pelo uso de SSR, pela disponibilidade do marcador codominante, desenvolvido na Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Os valores são estimados para espécie com representatividade (Vencovsky, 1987) da amostra para resultados significativos e confiáveis com menor viés possível.

Como um dos objetivos desse estudo é quantificar a variabilidade genética entre e dentro de populações, a amostragem dos indivíduos foi do tipo aleatória simples, procurando abranger toda a área de ocorrência da população da área de influência direta.

2- Material e Métodos

Foram amostradas folhas de pelo menos 24 indivíduos de cada uma das populações de cada espécie (Tabela 1), coletando-se ramos com folhas de brotações mais novas. As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos em isopor com gelo até a sua chegada ao Laboratório de Genética Vegetal de Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Em seguida estas foram lavadas em água corrente e mantidos a 4 °C até o momento da extração do DNA e, posteriormente, foram armazenadas em freezer a -80°C.

A extração do DNA foi realizada de acordo com o protocolo descrito por Ferreira & Grattapaglia (1998), podendo ser modificado para solucionar problemas inerentes à espécie.

2.1- Análise genética utilizando microssatélites - SSR.

Os iniciadores dos locos microssatélites foram marcados com fluorescência azul (FAM), verde (HEX), ou amarela (NED) para detecção no filtro virtual D. As amostras de DNA foram analisadas com um total de 9 locos microssatélites (Schmidt, et.al. 2007). Os produtos da PCR foram resolvidos em geis desnaturantes em sequenciador automático de DNA ABI ABI 3700 e os dados analisados utilizando os softwares GeneScan e Genotyper. A declaração dos genótipos foi feita automaticamente com o software Genotyper com os alelos determinados em pares de bases com precisão de duas casas decimais. Para fins de análises estatísticas (veja a seguir) as estimativas do tamanho de alelos em pares de bases foram arredondadas automaticamente para a unidade.

2.2- Análise genética utilizando RAPD.

Para a metodologia RAPD, as amplificações foram realizadas de acordo com Willians *et al.* (1990), utilizando *iniciadores* com 10 bases da *Operon Technologies*. A separação dos fragmentos amplificados foi realizada em eletroforese horizontal em géis de agarose 1,5%. Assim sendo, utilizaram-se 11 µl de um coquetel contendo: tampão PCR 1X, dNTPs 0,2 mM, BSA 2,5 mg/ml, Taq polimerase 1U, *primer* (*Operon Technologies*) 30ng e 2 µl de DNA a 1ng/µl (volume final 13 µl). Essas reações foram conduzidas num termociclador utilizando o programa consistindo de 41 ciclos (desnaturação a 92°C por 1 min, anelamento a 35°C por 1 min e extensão a 72°C por 2 min e um passo final de extensão de 5 min a 72°C) e submetidas à eletroforese, para a separação e identificação das bandas polimórficas. O padrão de bandas foi digitalizado para análise dos dados.

Os dados foram analisados utilizando os programas computacionais GDA– Genetic Data Analysis version 1.0 (Lewis & Zaykin, 1999), no caso de dados codominantes (SSR), AMOVA - Análise de Variância Molecular foi realizada utilizando o programa Arlequin versão 2000 (Schneider *et al.*, 2000) e NTSYS - Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System versão 2.1 (Adams *et al.*, 2002), com os dados dominantes (RAPD).

3- Resultados e Discussão

3.1- Extração e quantificação do DNA.

O protocolo CTAB 2% foi eficiente e permitiu um rendimento de 4000 ng, quantidade suficiente para a análise de variabilidade genética de todas as espécies (tabela 1 e figura 1). Todos os DNAs foram diluídos a 1ng/ul e foram re-quantificados para posterior análise genômica por meio de marcadores moleculares.

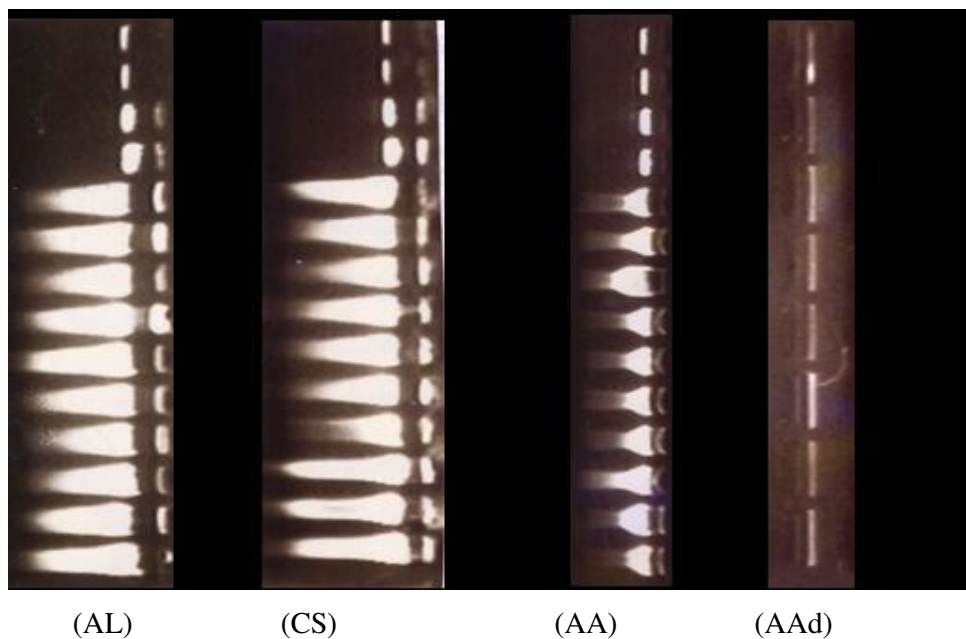


Figura 1. Géis das quantificações de DNA concentrado de *Apuleia leiocarpa* (AL), *Cletra scabra* (CS) e *Araucaria angustifolia* (AA) e DNA de araucária diluído(AAd) a 1ng/ul. Os marcadores de concentração estão indicados nas fotos.

Tabela 1. Listagem das espécies alvos e situação das atividades de genética.

Espécies	Identificação no Laboratório	DNA extraído, quantificado e diluído.	Marcador Molecular utilizado	Ensaio PCR
<i>Apuleia leiocarpa</i> *	AL	77	-	-
<i>Araucaria angustifolia</i>	AA	188	SSR	concluído
<i>Butia eriospatha</i>	BE	100	RAPD	concluído
<i>Clethra scabra</i>	CS	74	RAPD	concluído
<i>Dicksonia sellowiana</i>	DS	290	RAPD	concluído
<i>Dorstenia tenuis</i>	DT	66	RAPD	concluído
<i>Dyckia distachya</i>	DD	100	RAPD	concluído
<i>Erythrina falcata</i>	EF	83	RAPD	concluído
<i>Ficus enormis</i>	FE	48	RAPD	concluído
<i>Maytenus ilicifolia</i>	MI	120	RAPD	concluído
<i>Myrocarpus frondosus</i>	MF	49	RAPD	concluído
<i>Ocotea porosa</i>	OP	0	-	-
<i>Podocarpus lambertii</i>	PL	106	RAPD	concluído
<i>Sinningia lineata</i>	SL	51	RAPD	concluído
<i>Trithrinax brasiliensis</i>	TB	50	RAPD	concluído
Total		1402		

*Espécie coletada como *Apuleia leiocarpa*, descartada pela inconformidade na identificação taxonômica

3.2- Seleção dos iniciadores RAPD

Os diversos iniciadores ou *primers* randômicos de diversos *Kits* da *Operon Technologies* foram testados com o objetivo de selecionar os iniciadores que permitem amplificar maior número de fragmentos, apresentando polimorfismo. Desta forma iniciadores que apresentaram mais do que 3 bandas polimórficas por iniciador foram utilizadas para genotipagem. A triagem de iniciadores de reações PCRs foi efetuada utilizando-se 150 iniciadores randômicos com 10 bases para buriti *Trithrinax brasiliensis*, 115 para *Podocarpus lambertii*, 107 para *Dicksonia sellowiana*, 192 para *Dyckia distachya* (Figura 2) e 48 para *Maytenus ilicifolia*, *Ficus enormis*, *Erythrina falcata*, *Clethra scabra* (Figura 3), *Butia eriospatha*, *Dorstenia tenuis*, *Myrocarpus frondosus* e *Sinningia lineata* para selecionar os que geraram mais fragmentos polimórficos (Tabela 2), os quais foram utilizados na genotipagem.

Tabela 2. Seleção de iniciadores RAPD para 13 espécies.

Espécie	Iniciadores		No. de Fragmentos	
	Testados	Selecionados	Esperados	Polimórficos
<i>Apuleia leiocarpa</i> *	87	60	187	3,1
<i>Butia eriospatha</i>	48	26	72	2,8
<i>Clethra scabra</i>	96	25	100	4,0
<i>Dicksonia sellowiana</i>	107	50	138	2,8
<i>Dorstenia tenuis</i>	48	28	87	3,1
<i>Dyckia distachya</i>	192	89	289	3,2
<i>Erythrina falcata</i>	96	25	75	3,0
<i>Ficus enormis</i>	96	26	74	2,8
<i>Maytenus ilicifolia</i>	48	23	115	5,2
<i>Myrocarpus frondosus</i>	96	29	82	2,8
<i>Podocarpus lambertii</i>	161	97	268	2,8
<i>Sinningia lineata</i>	89	26	101	3,9
<i>Trithrinax brasiliensis</i>	120	19	71	3,7
Total	1280	523		

*Espécie coletada como *Apuleia leiocarpa*, descartada pela inconformidade na identificação taxonômica.

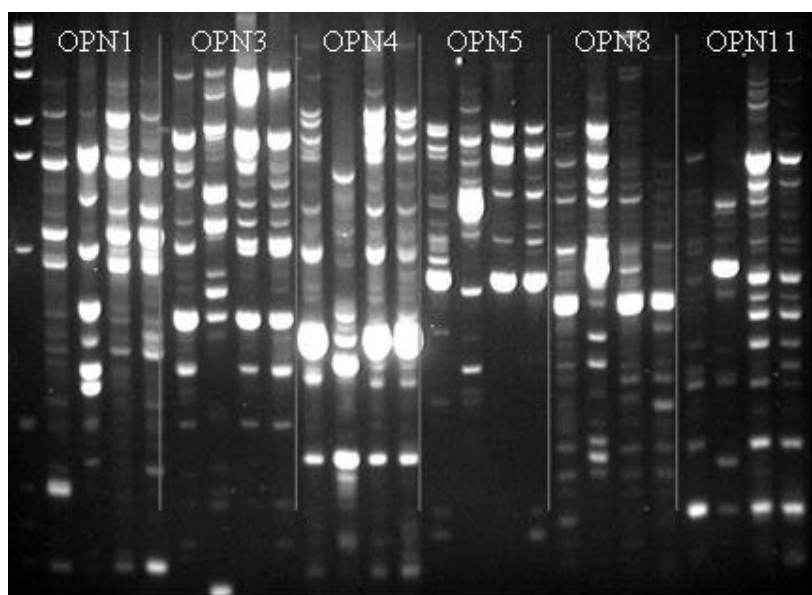


Figura 2. Gel em agarose 1,5% evidenciando os fragmentos amplificados pelos iniciadores (OPN1, OPN3, OPN4, OPN5 e OPN11) para *Dyckia dyshia*, utilizando quatro indivíduos, na seleção de iniciadores. O marcador DNA 1 kb foi utilizado.

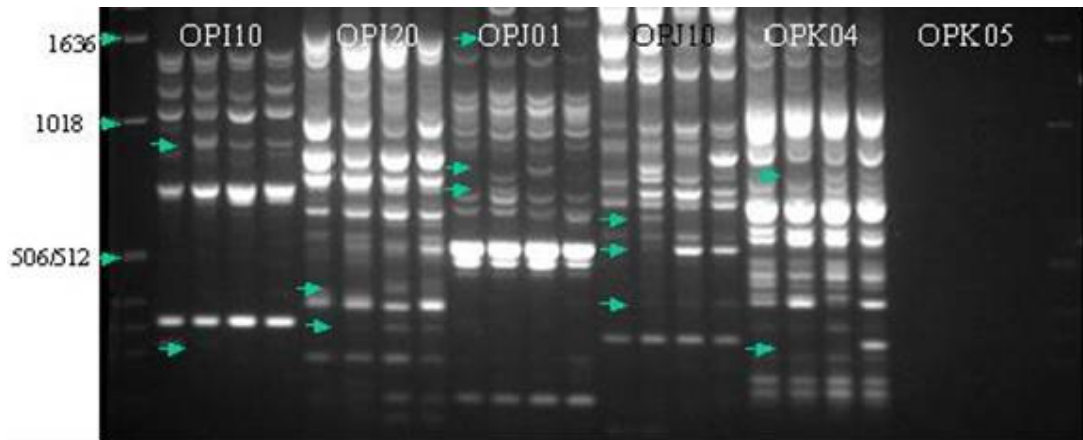


Figura 3: Gel de agarose 1,5% corado com brometo de etídeo após a eletroforese das ampliações RAPD para seleção de iniciadores. As setas indicam as marcas polimórficas. Pista 1 marcador DNA Ladder 1 Kb. As pistas 2 -25 representam seis iniciadores, cada um com os mesmos quatro indivíduos de *Clethra scabra*.

3.3- Ensaio PAPP

Os resultados obtidos nas análises de variabilidade genética realizada por marcador RAPD de *Butia Eriosphata*, *Clethra scabra*, *Dorstenia tenuis*, *Dyckia distachya*, *Erythrina falcata*, *Ficus enormis*, *Maytenus ilicifolia*, *Myrocarpus frondosus*, *Sinningia lineata* e *Trithrinax brasiliensis* estão detalhados abaixo e resumidos na Tabela 3.

A técnica RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA) é muito utilizada na obtenção de informações na análise genômica, consistindo na amplificação dos fragmentos obtidos pela reação do tipo PCR (Polimerase Chain Reaction). Os marcadores RAPD se baseiam na amplificação do DNA gerando simplicidade e rapidez a baixos custos. Desse modo, uma grande quantidade de polimorfismo de fragmentos de DNA foi gerada em curto espaço de tempo para vários indivíduos.

A resolução dos fragmentos amplificados nas reações RAPD foi visualizada e foto documentada após a eletroforese em géis de agarose (Figura 4). As avaliações da presença ou ausência de bandas foram colocadas numa planilha Excel para análise genética utilizando programas computacionais. Entre 48-129 fragmentos polimórficos RAPDs (Tabela 3) foram analisados, para obtenção de resultados estatisticamente confiáveis para *Butia eriosphata*, *Clethra scabra*, *Dycksonia sellowiana*, *Dorstenia tenuis*, *Dyckia distachya*, *Erythrina falcata*, *Ficus enormis*, *Maytenus ilicifolia*, *Myrocarpus frondosus*, *Podocarpus lambertii*, *Sinningia lineata* e *Trithrinax brasiliensis*.

O coeficiente de similaridade Dice e o método de agrupamento por UPGMA (*Unweighted PairGroup Method, Arithmetic Average*) foram utilizados com o uso do programa NTSYS versão 2.02 para construção de dendrogramas (Figura 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 e 17). As porcentagens de dissimilaridade são consideradas moderadas (Tabela 3) para as espécies *Clethra scabra*, *Dorstenia tenuis*, *Dyckia distachya*, *Erythrina falcata*, *Ficus enormis*, *Maytenus ilicifolia*, *Myrocarpus frondosus*, *Sinningia lineata* e *Trithrinax brasiliensis*, evidenciando variabilidade genética.

A quantificação da variabilidade genética entre e dentro de populações (Tabela 3) foi pela variância molecular dos fragmentos amplificados. Estudos feitos com espécies nativas tropicais têm demonstrado que a variabilidade genética é maior dentro de populações do que entre populações. Fato este também observado em *Tabebuia impetiginosa* (Azevedo e Ciampi, 2002) e *T. cassinoides* (Sebben *et al.*, 2000), este último baseado em dados isoenzimáticos.

Com base nos resultados obtidos pode-se concluir que mesmo havendo baixa dissimilaridade genética entre as populações analisadas das espécie, há diferenças genéticas significativas entre essas. Portanto, para coleta de amostras para conservação em banco de germoplasma, é necessário que sejam amostrados indivíduos em todas as populações levantadas. Desta forma, os resultados aqui obtidos fornecem dados importantes para tomada de decisões nas estratégias de coleta e conservação das espécies.

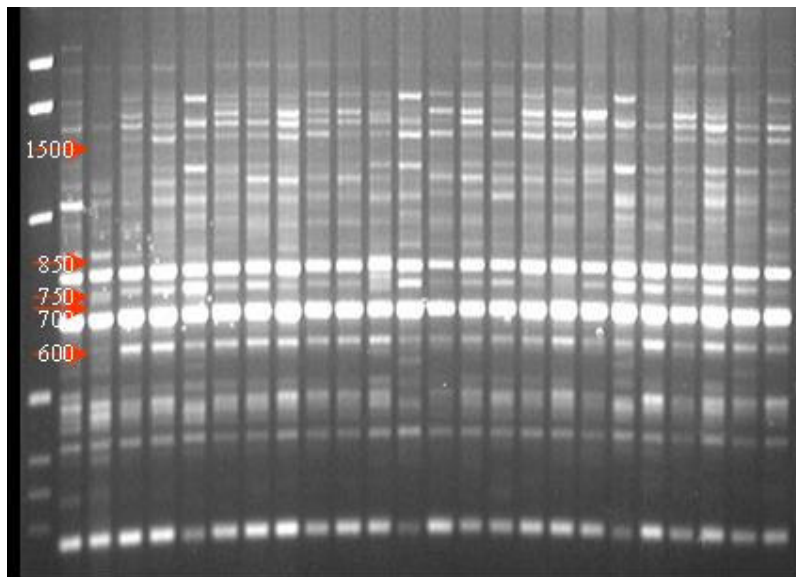


Figura 4. Produto da amplificação de *Dyckia distachya*, utilizando *primer* OPA 8, em gel de agarose 1,5%. As setas indicam as bandas polimórficas selecionadas. Na primeira pista encontra-se o marcador de peso molecular DNA Ladder 1kb.

Tabela 3. Quadro geral dos resultados obtidos das espécies genotipadas por iniciadores RAPD.

	<i>Butia Eriosphata</i>	<i>Clethra scabra</i>	<i>Dicksonia sellowiana</i>	<i>Dorstenia tenuis</i>	<i>Dyckia distachya</i>	<i>Erythrina falcata</i>	<i>Ficus enormis</i>	<i>Maytenus ilicifolia</i>	<i>Myrocarpus frondosus</i>	<i>Podocarpus lambertii</i>	<i>Sinningia lineata</i>	<i>Trithrinax brasiliensis</i>
No.de indivíduos	75	43	96	92	96	68	48	88	46	94	40	47
No. de populações	3	2	4	4	4	4	2	4	2	4	2	2
No. <i>Iniciadores</i>	21	18	18	16	19	37	24	25	21	19	20	24
No. de marcas polimórficas	71	48	64	85	95	52	129	71	75	74	74	58
% dissimilaridade	-	50	-	40	-	60	60	60	50	-	40	40
Análise de dados	NTSYS e AMOVA	NTSYS	NTSYS e AMOVA	NTSYS	NTSYS e AMOVA	NTSYS	NTSYS	NTSYS	NTSYS	NTSYS e AMOVA	NTSYS	NTSYS
% Variação dentro de populações	89,9	-	84,5	-	83,7	-	-	-	-	92,5	-	-
% Variação entre populações	10,1*	-	15,5*	-	7,2*	-	-	-	-	7,5*	-	-

* (P<0,001)

3.4- Ensaio SSR - *Araucaria angustifolia*

A técnica de utilização de marcadores moleculares trouxe a possibilidade de gerar grandes quantidades de segmentos polimórficos de DNA. Os marcadores microsátélites ou SSR são pequenas seqüências de 1 a 4 nucleotídeos de comprimento, repetidos em tandem, amplamente distribuídos no genoma de eucariotos. Estes são ideais para o estudo de diversidade genética, fluxo gênico e relações de parentesco por serem multialélicos, codominantes e amplificados via PCR, utilizando pouca quantidade de DNA. Tendo como objetivo o entendimento dos parâmetros genéticos populacionais fundamentais para se definir estratégias de conservação, vem sendo realizada a análise genômica da espécie para *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze, de ocorrência no Sul de PR, SC e RS, em populações nativas remanescentes. A espécie se encontra em risco de extinção pela exploração devido ao grande valor comercial da madeira e consumo da semente. Das quatro populações da região de Barra Grande (SC), foram coletadas folhas de 192 indivíduos adultos, cujo DNA genômico foi extraído a partir de folhas, segundo o protocolo CTAB 2%. A genotipagem foi realizada utilizando nove locos SSR desenvolvidos para a espécie (figura 5). A detecção do polimorfismo foi observada em seqüenciador automático. A análise genômica dos 173 indivíduos (quatro populações), com 9 locos SSRs, evidenciou a alta diversidade genética ($He=0,88$), e coeficiente de endogamia ($f = 0,418$) significativo (CI 95%), indicando endogamia nas populações (Tabela 4). A análise considerando os machos e fêmeas dos indivíduos de 3 populações (tabela 5) foram realizadas, no sentido de verificar se estes se diferenciariam, avaliando se os machos apresentariam uma maior índice de endogamia. As diferenças entre sexos não foram significativas (Bootstrap 10.000 - CI 95%). Os locos SSRs com alta heterozigosidade indicam um alto potencial de utilização desses marcadores na determinação de paternidade e do fluxo gênico para estratégias na implementação de corredores ecológicos para conservação *in situ* da espécie.

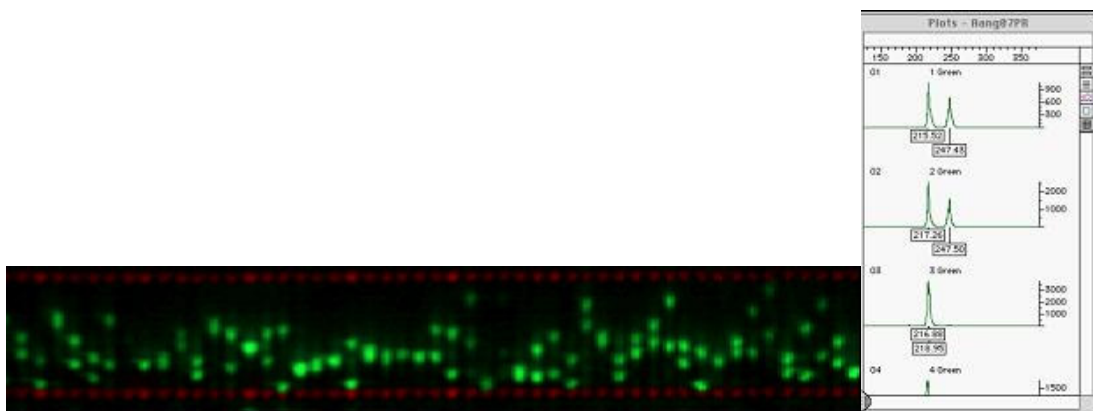


Figura 5. Genotipagem dos indivíduos adultos de araucária amplificados com Aang 07 com fluorescência HEX detectado em seqüenciador ABI 377.

Tabela 4. Estimativas das análises das quatro populações de Araucária. *A*: número de alelos; *He*: heterozigidade esperada; *Ho*: heterozigidade observada e *f*: índice de fixação.

Pop.	<i>Ind</i>	<i>A</i>	<i>He</i>	<i>Ho</i>	<i>f</i>
1	32	14	0,881	0,473	0,466
2	32	14	0,889	0,579	0,352
3	44	16	0,901	0,549	0,393
4	43	14	0,883	0,478	0,463
Média	38	14,7	0,888	0,520	0,418

Tabela 5. Estimativas das análises das três populações de Araucária considerando as informações sobre machos e fêmeas. *A*: número de alelos; *He*: heterozigidade esperada; *Ho*: heterozigidade observada e *f* índice de fixação, ou seja, os coeficientes de endocruzamento referentes à redução de heterozigidade devido a cruzamentos entre parentes (*f*), deriva genética (***Theta***) e endocruzamento total (***F***) para as 3 populações analisadas conjuntamente.

	<i>N</i>	<i>A</i>	<i>He</i>	<i>Ho</i>	<i>f</i>	<i>F</i>	<i>Theta</i>
FEMEAS total	84	18	0.898444	0.532001	0.409681		
MACHOS total	74	17	0.883560	0.518690	0.415015		
SEM DADOS total	15	11	0.891715	0.539963	0.405087		
Média		15.66	0.891240	0.530218	0.409986	0.412777	0.002415
Superior					0.486936	0.487960	
Inferior					0.000000	0.000000	-0.001039
POP1 FEMEAS	22	12	0.898391	0.513875	0.435620		
POP1 MACHOS	20	10	0.860623	0.483248	0.446901		
POP1 SEM DADOS	5	6	0.694974	0.487037	0.329451		
POP2 FEMEAS	18	10	0.888558	0.571483	0.365266		
POP2 MACHOS	13	8	0.872368	0.582917	0.341149		
POP3 FEMEAS	18	12	0.902630	0.563865	0.383125		
POP3 MACHOS	19	12	0.894698	0.552181	0.389807		
POP3 SEM DADOS	10	8	0.876013	0.511905	0.432142		
POP4 FEMEAS	26	12	0.882020	0.484786	0.456585		
POP4 MACHOS	22	10	0.858679	0.460458	0.473509		
Média		10.3	0.862895	0.521175	0.407791	0.413593	
Superior					0.490891	0.491560	
Inferior					0.000000	0.000000	-

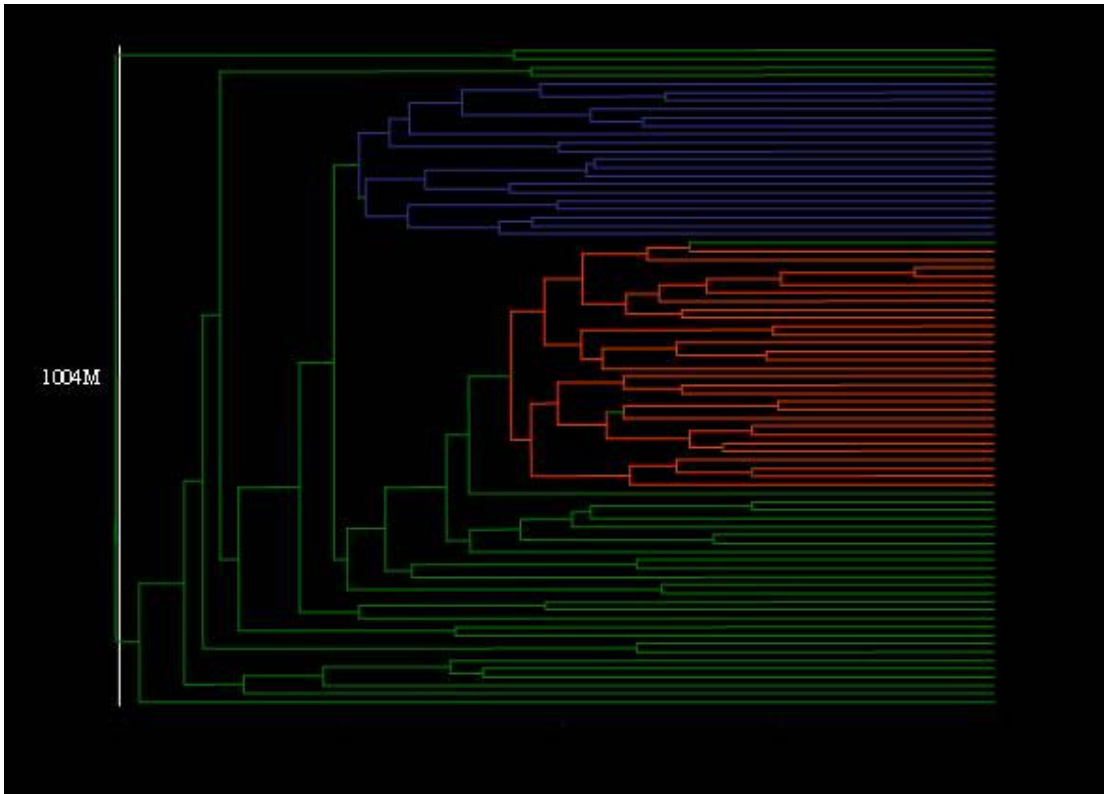


Figura 6. O dendrograma construído utilizando coeficiente DICE e o método de UPGMA de 94 acessos de *Podocarpus lambertii* evidencia agrupamentos nítidos entre três populações. A cor azul indica os indivíduos das populações 1 e 2 e a cor vermelha os indivíduos das populações 3 e 4 que demonstraram um grau de agrupamento, 72% e 74% respectivamente.

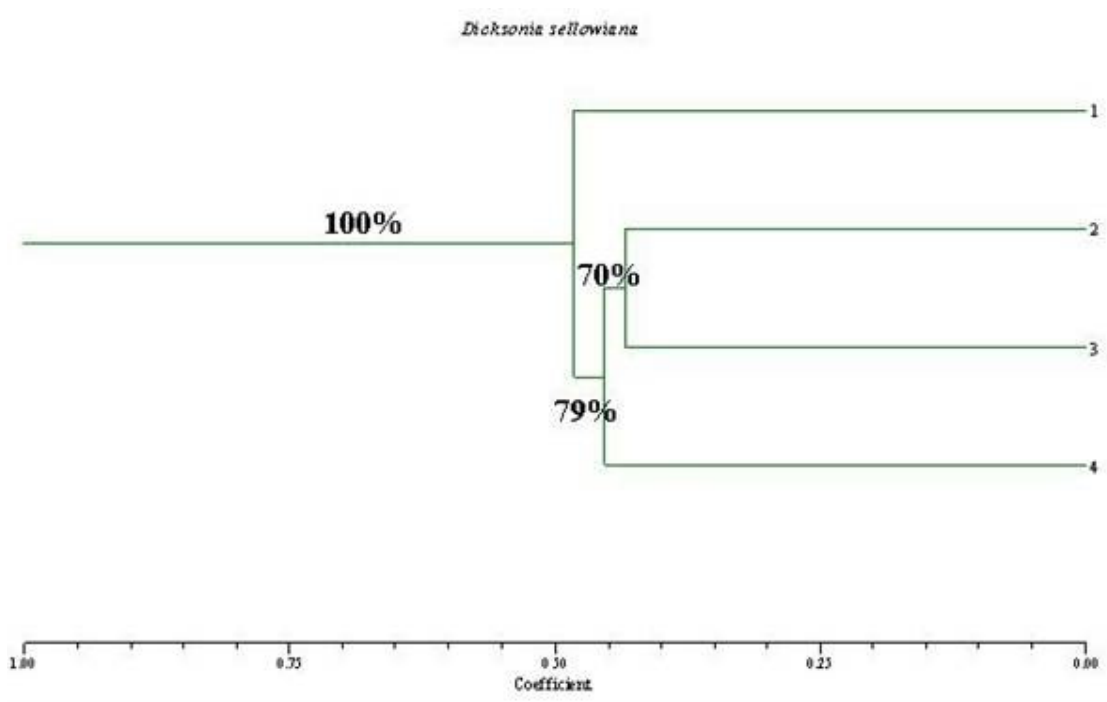


Figura 7. Dendrograma evidenciando as populações de *Dicksonia sellowiana* agrupadas de acordo com as dissimilaridades genéticas pelo coeficiente de Dice. As Porcentagens indicam as consistências dos nós.

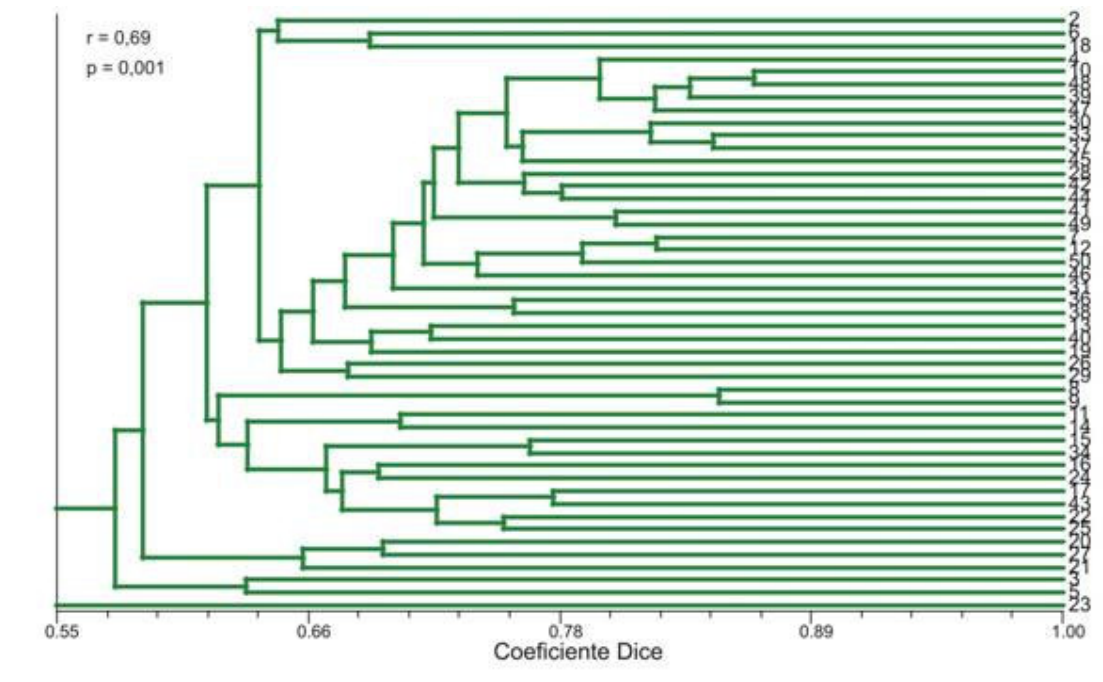


Figura 8. O dendrograma construído utilizando coeficiente DICE e o método de UPGMA de 47 acessos de *Trithrinax brasiliensis* não evidencia a formação de grupos diferenciando as duas populações. 2-25: População 1, 26-50: População 2.

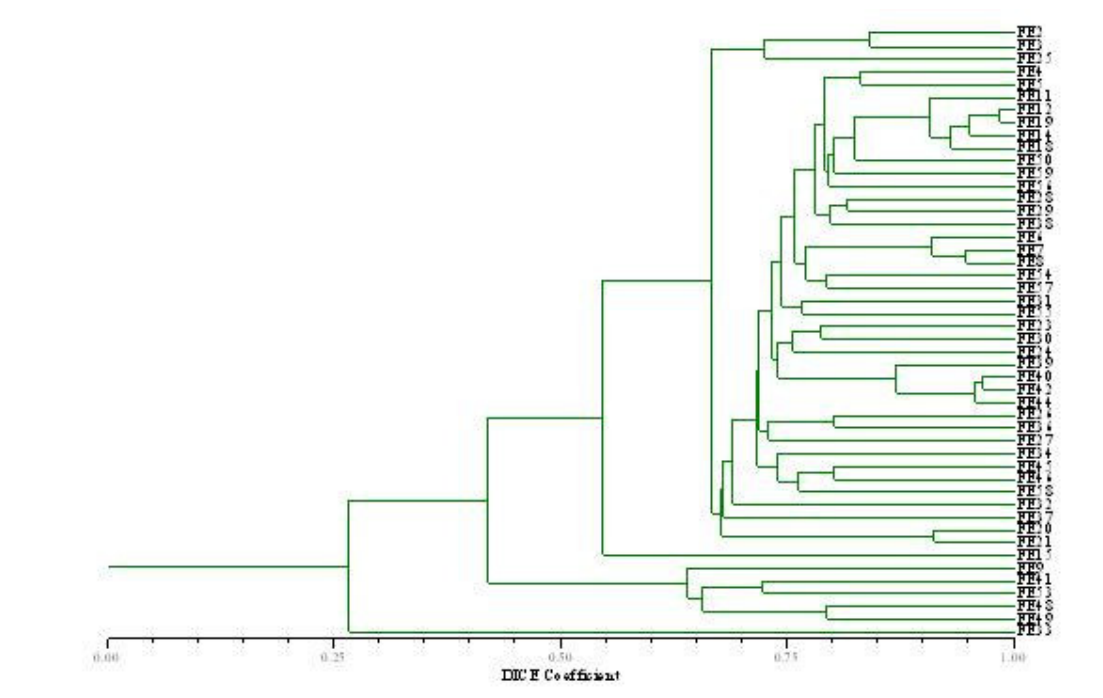


Figura 9. Dendrograma obtido utilizando coeficiente DICE e o método de UPGMA de 48 acessos de *Ficus enormis* baseada na estimativa de similaridade genética computada pela análise de 129 fragmentos de DNA amplificados ao acaso.

Considerações finais.

1- *Araucaria angustifolia*:

Alta diversidade genética ($He=0,88$), porem com alta endogamia, com coeficiente de endogamia ($F_{IS}= 0,418$) significativo (CI 95%), indicando cruzamento entre aparentados, ou seja, poucos machos produzindo pólen.

2- *Podocarpus lambertii*:

Os dados de similaridade e AMOVA nos levam a concluir que uma coleta para conservação de sementes de material vegetal para banco de germoplasma de *P. lambertii* deve considerar o maior número possível de população da AHE Barra Grande, de maneira a representar o máximo da variação genética existente.

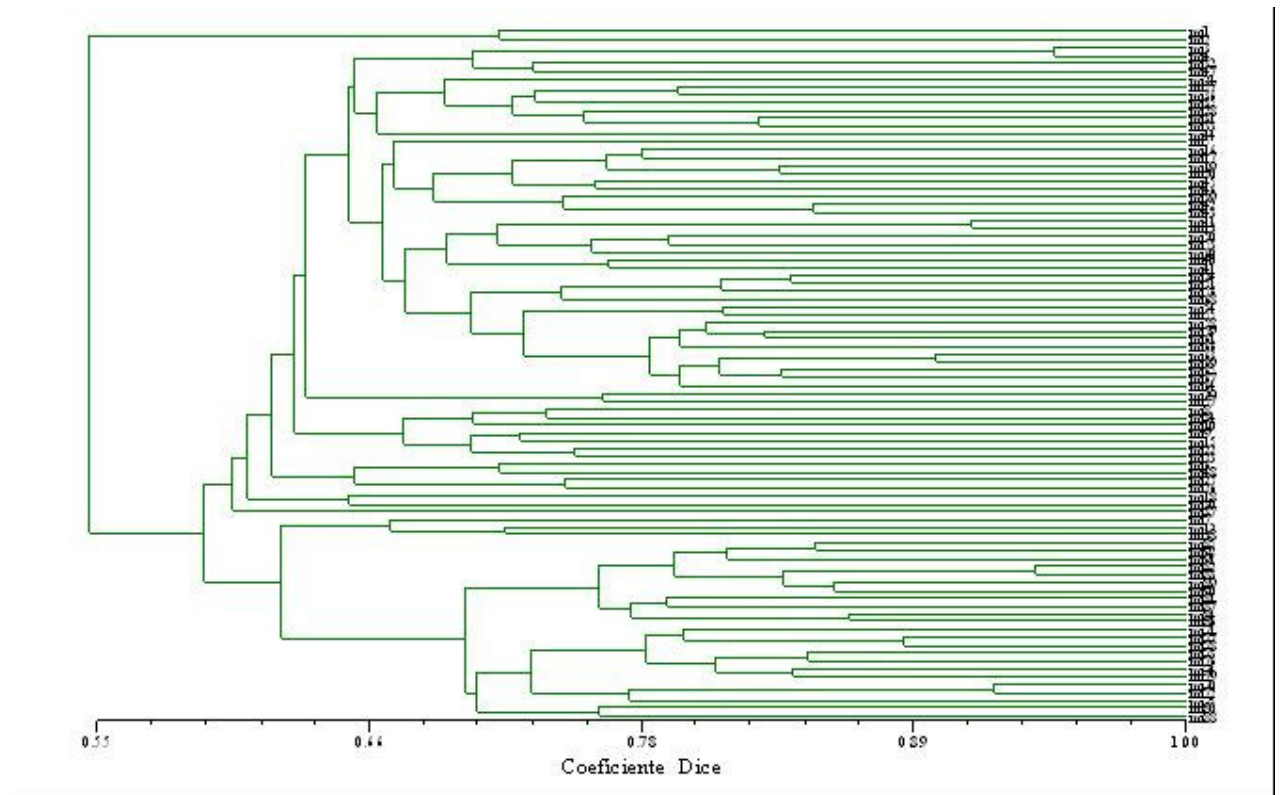


Figura 10. Dendrograma obtido utilizando coeficiente DICE e o método de UPGMA de 88 acessos de *Maytenus ilicifolia* (mi) baseada na estimativa de similaridade genética computada pela análise de 71 fragmentos de DNA amplificados ao acaso.

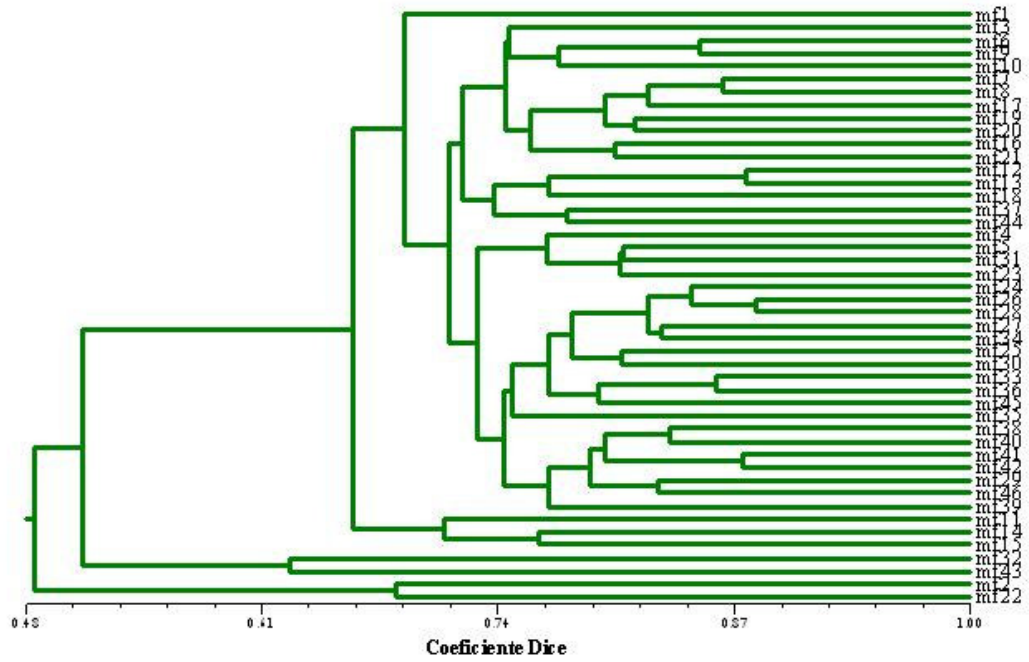


Figura 11. Dendrograma obtido utilizando coeficiente DICE e o método de UPGMA de 46 acessos de *Myrocarpus frondosus* (mf) baseada na estimativa de similaridade de 75 locos RAPD genética computada pela análise de 75 fragmentos de DNA amplificados ao acaso.

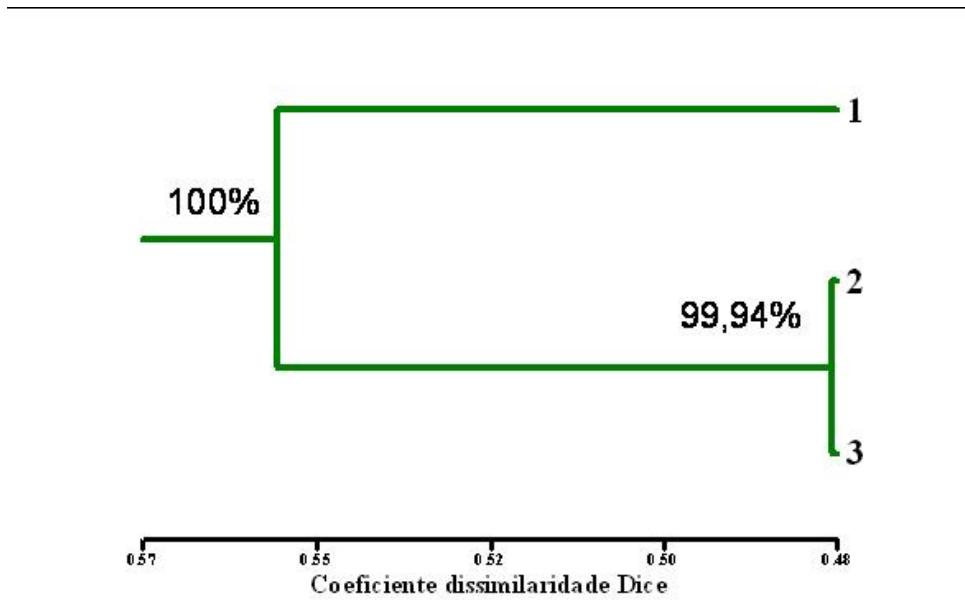


Figura 12. Dendrograma gerado pelo critério de agrupamento UPGMA representando a dissimilaridade de Dice entre 3 populações de *Butia* analisadas com 71 locos RAPD. As Porcentagens indicam as consistências dos nós.

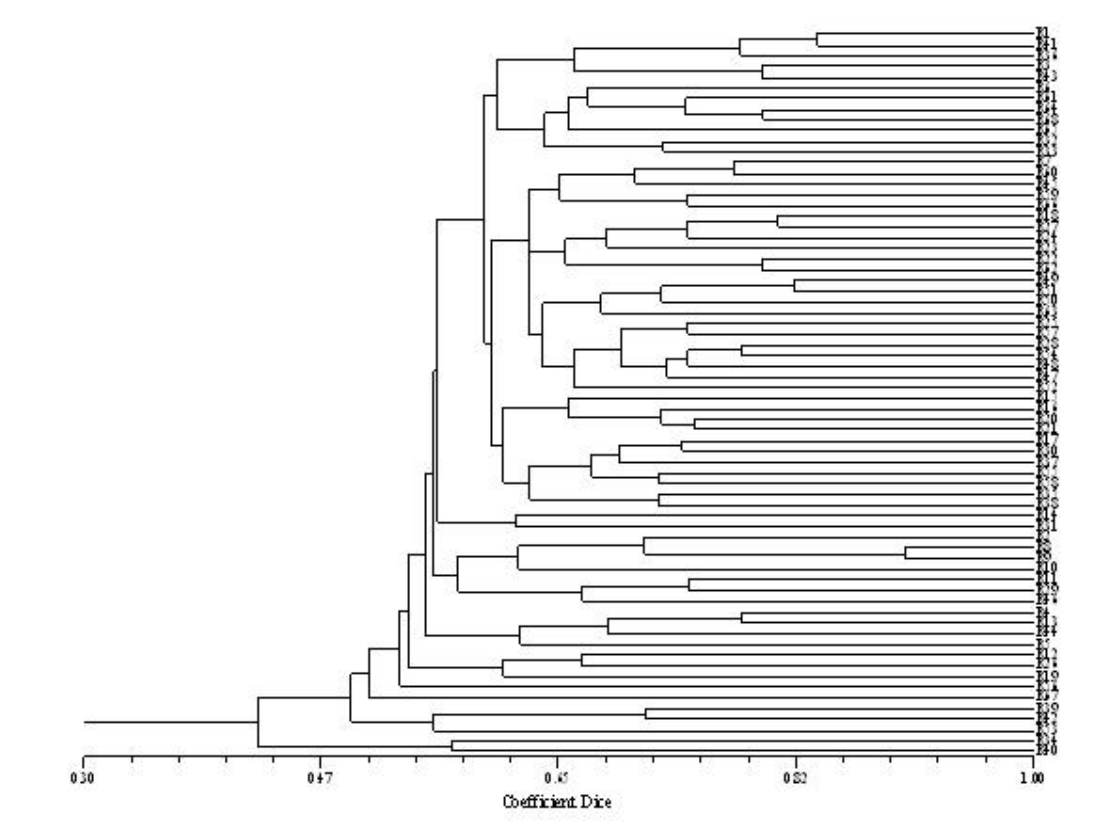


Figura 13. Dendrograma obtido utilizando coeficiente DICE e o método de UPGMA de 68 acessos de *Erythrina falcata* baseada na estimativa de similaridade genética computada pela análise de 52 fragmentos de DNA amplificados ao acaso.

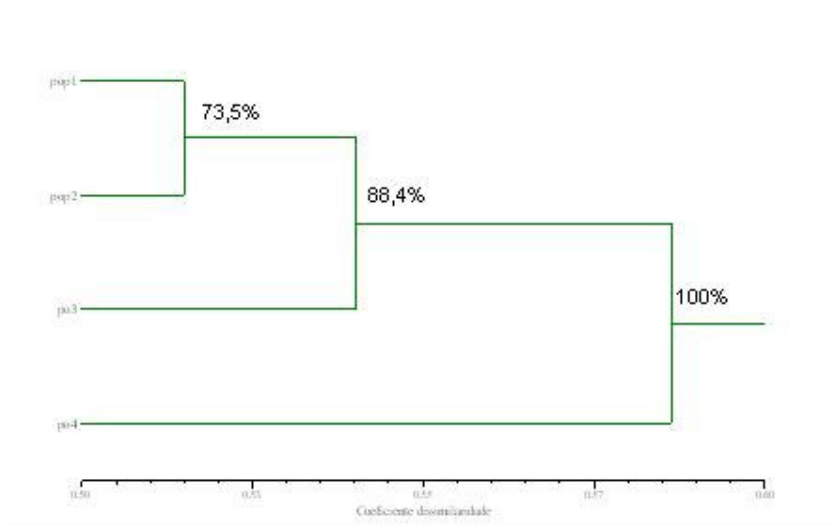


Figura 14. Dendrograma gerado pelo critério de agrupamento UPGMA representando a dissimilaridade de Dice entre 4 populações de *Dyckia distachya* analisadas com 104 locos RAPD. As Porcentagens indicam as consistências dos nós.

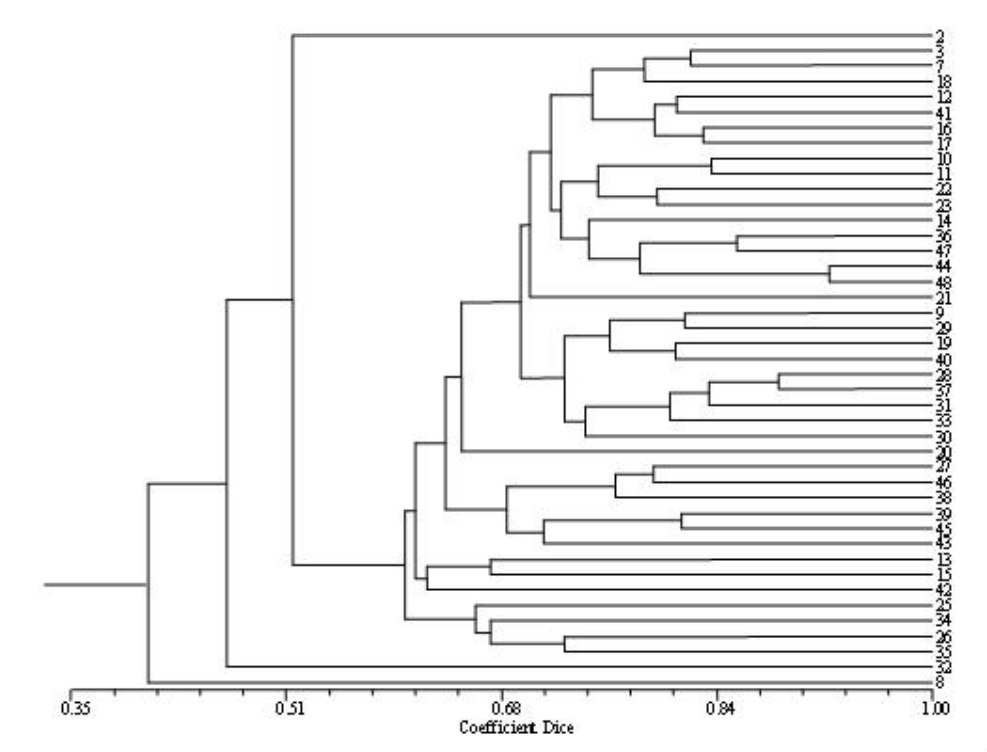


Figura 15. Dendrograma obtido utilizando coeficiente DICE e o método de UPGMA de 43 acessos de *Clethra scabra* baseada na estimativa de similaridade genética computada pela análise de 48 fragmentos de DNA amplificados ao acaso.

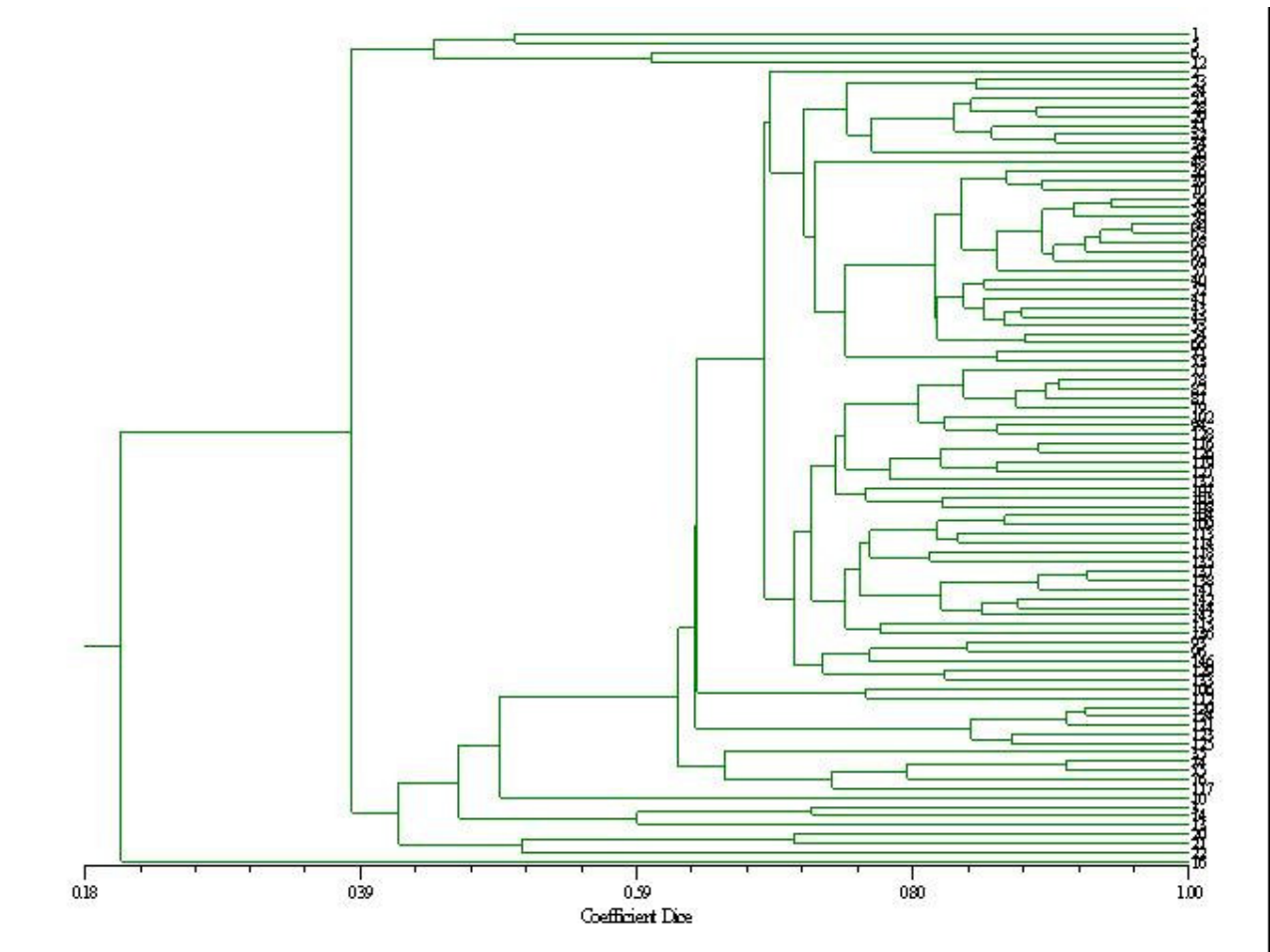


Figura 16. Dendrograma obtido utilizando coeficiente DICE e o método de UPGMA de 92 acessos de *Dorstenia tenuis* baseada na estimativa de similaridade genética computada pela análise de 85 fragmentos de DNA amplificados ao acaso.

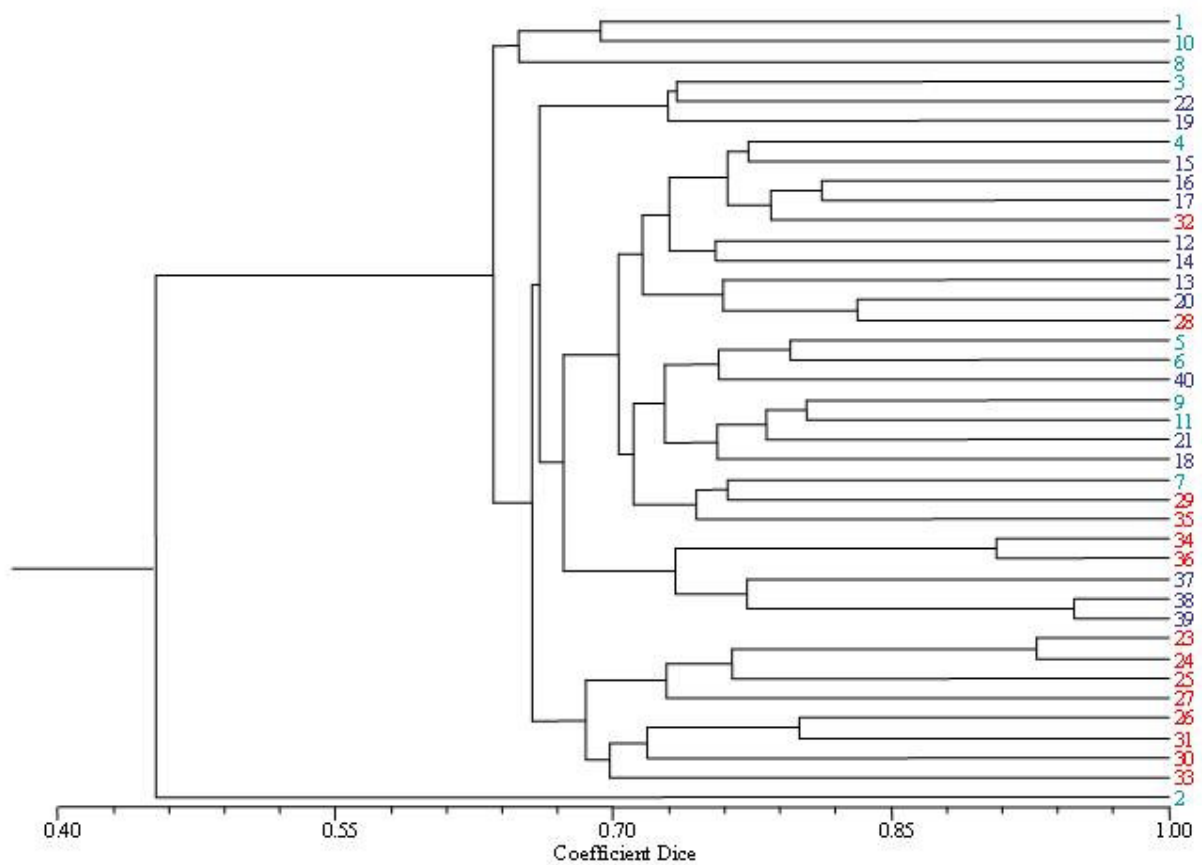


Figura 17. Dendrograma obtido utilizando coeficiente DICE e o método de UPGMA de 40 acessos de *Sinningia lineata* baseada na estimativa de similaridade genética computada pela análise de 74 fragmentos de DNA amplificados ao acaso. Pop 1 Indivíduos 1 a 11: Anita Garibaldi, Pop 2 Indivíduos 12 a 22 e 37 a 40: Campo Belo e Pop 3 Indivíduos 23 a 36: Vacaria.

4. Considerações Finais

4-1. Genotipagem com Marcador RAPD:

A variabilidade genética obtida pela análise dos fragmentos presentes e ausentes evidenciou porcentagem de dissimilaridade que variou de 40-60%. As populações de *Butia eriosphata*, *Dicksonia sellowiana*, *Dyckia distachya* e *Podocarpus lambertii* apresentaram agrupamentos nítidos nos dendrogramas e, portanto, foram analisadas pela variância molecular, permitindo quantificar a variabilidade entre e dentro das populações. Essas 4 espécies apresentaram variação entre populações estatisticamente significativas. É importante assim, baseado nos dados obtidos, considerar uma estratégia de conservação *ex situ* com uma amostragem de sementes representando um maior número de populações distantes geograficamente, com coleta de poucas sementes de um número grande de indivíduos dentro de cada população.

Para as espécies *Erythrina falcata*, *Ficus enormis*, *Maytenus ilicifolia*, *Myrocarpus frondosus* e *Trithrinax brasiliensis* a estratégia conservação *ex situ* deve ser uma amostragem de sementes representando um menor número de populações distantes geograficamente, com coleta de muitas sementes de um número grande de indivíduos dentro de uma população.

4-2. Genotipagem com marcador SSR:

A genotipagem das 4 populações de *Araucaria angustifolia* avaliada pelos locos SSRs permitiu estimar a diversidade e estrutura genética, concluindo:

- As 4 populações *A. angustifolia* estudadas com 9 locos SSRs evidenciaram alto nível de diversidade genética com média de 14 Alelos por locos e heterozigozidade média observada de 0,526 e esperada de 0,895 .
- O nível de divergência entre populações foi baixo, porém significativa (0,0003), evidenciando fluxo gênico.
- O índice de fixação intrapopulacional foi relativamente alto em todos os locos utilizados em todas as populações indicando presença de endogamia.

Os resultados sugerem que para estratégia de conservação será necessário preservar várias áreas, uma vez que foi verificada a diferenciação entre as 4 populações ou coleta extensiva de sementes em todas as áreas para plantio em áreas degradadas ocasionadas na construção do AHE Barra Grande.

Para o desenvolvimento de estratégias de conservação de alto nível, recomenda-se a realização de estudos utilizando outras técnicas de análise molecular, como marcadores moleculares microssatélites (quando disponíveis como em araucária), os quais fornecem resultados mais detalhados para o desenvolvimento de estratégias de conservação e manejo sustentável das espécies.

Referências Bibliográficas

- ADAMS, D. KIM, J. JENSEN, R. MARCUS, L. SLICE, D.E. WALKER, J. NTSYSpc: Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System, versão 2.10z © 2002 by Applied Biostatistics, Inc.
- CIAMPI, A.Y.; AZEVEDO, V.C.R. & SILVA, V.P. 2003 Análise genética populacional de *Tabebuia impetiginosa* utilizando marcadores moleculares RAPD. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 18p. Boletim de Pesquisa e desenvolvimento, 55.
- FERREIRA, M. E.; e GRATTAPAGLIA, D. Introdução ao uso de marcadores moleculares em análise genética. 3. ed. Brasília: EMBRAPA – CENARGEN, 1998. LEWIS, P.O.; ZAYKIN, D. GDA-Genetic data analysis: Version 1.0(d12) for windows. Albuquerque: The university of New Mexico, 1999. 39p.
- HAMRICK JL. 1982. Plant population genetics and evolution. *American Journal of Botany*, 69(10): 1685-1693.
- LOVELESS MD & HAMRICK JL. 1984. Ecological determinants of genetic structure in plant populations. *Annual Review of Ecology and Systematics* 15: 65–95.
- SEBBENN AM, SEOANE CES, KAGEYAMA PY & VENCOVSKY R. 2000a. Efeitos do manejo na estrutura genética de populações de caixeta (*Tabebuia cassinoides*). *Scientia Florestalis* 58: 127-143.
- SCHNEIDER, S. ROESSLI, D. EXCOFFIER, L. Arlequin: A software for population genetics data analysis, versão 2.000.
- SCHMIDT, A.B.; CIAMPI A. Y.; GUERRA M.P.; NODARI, R.O. 2007 Isolation and characterization of microsatellite markers for *Araucaria angustifolia* (Araucariaceae). *Molecular Ecology Notes* 7, 340-342.
- VENCOVSKY R. 1997. Biometrical approaches for molecular markers: estimation of effective population size. *International Workshop on Agricultural Biotechnology*. Piracicaba SP, Proceedings p. 233-234.
- WILLIAMS, J.G.K.; KUBELIK, A.R.; LIVAK, R.J.; RAFALSKI, J.A. & TINGEY, S.V. 1990. DNA polymorphisms amplified by arbitrary iniciadores user useful as genetic markers. *Nucleic Acid Research*. 18: 6531-6535.

Capítulo V - Ecologia

Primeira Parte - Distribuição espacial de 14 espécies de plantas ameaçadas de extinção no entorno do AHE Barra Grande (SC/RS)

Ernestino de Souza Gomes Guarino - Engenheiro Florestal, Mestre em Ecologia

Mauricio Bonesso Sampaio - Engenheiro Florestal, Mestre em Ecologia

Introdução

Até o início do século XXI, mais de 34.000 km² de terras foram inundados no Brasil para a formação de reservatórios para usinas hidrelétricas (Bermann 2001). Durante vários anos foi dada atenção apenas ao resgate da fauna ameaçada com o enchimento dos reservatórios, negando a importância do resgate da flora ameaçada por estes empreendimentos (Walter & Cavalcanti 2005). Até o início da década de 1990, foram realizadas várias tentativas de resgatar a flora ameaçada por grandes empreendimentos hidroelétricos no Brasil, porém direcionados a algumas espécies (Walter & Cavalcanti 2005). O primeiro projeto de grande porte para resgatar amostras representativas da flora ameaçada por um empreendimento hidroelétrico foi realizado no início da década de 1990, no Aproveitamento Hidroelétrico Serra da Mesa (GO), quando a Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia executou o resgate e a conservação *ex situ* da flora ameaçada.

Diferentemente da conservação *ex situ*, em que a conservação dos componentes da diversidade biológica é feita fora de seu habitat natural, a conservação *in situ* preconiza a manutenção e restituição de populações viáveis das espécies em seu ambiente natural, permitindo a continuidade dos processos de evolução nas populações conservadas (Maxted *et al.* 1997; Prance 1997; Paiva & Valois 2005).

Apesar da grande importância para o manejo da biodiversidade, dados de distribuição espacial das espécies são geralmente de baixa qualidade e difíceis de obter (Austin & Meyers 1996). Nos últimos anos a utilização de modelos estatísticos que correlacionam a distribuição espacial de espécies com a distribuição espacial de diferentes características ambientais vêm ganhando força (Gusian *et al.* 1999, Maggini *et al.* 2006, Lehmann *et al.* 2002). Além de gerar modelos capazes de prever a distribuição espacial das espécies, estes modelos possuem uma ampla gama de aplicações dentro da biologia da conservação (Guisan & Thuiller 2005), servindo como base para criação e expansão de áreas para conservação (Ferrier *et al.* 2002).

O objetivo deste trabalho é relacionar a distribuição espacial das 14 espécies estudadas (ver métodos) às variáveis ambientais, possibilitando o mapeamento da distribuição potencial destas na área de estudo. Esse é o primeiro passo para selecionar e indicar áreas para conservação *in situ* e re-introdução das espécies estudadas no entorno do reservatório do AHE Barra Grande.

Material & Métodos

Área de estudo - A barragem do AHE de Barra Grande foi erguida entre os municípios de Anita Garibaldi (SC) e Pinhal da Serra (RS). Seu reservatório ocupa uma área de aproximadamente 94 km², cobrindo terras de nove municípios, destes cinco em Santa Catarina (Anita Garibaldi, Campo Belo do Sul, Capão Alto, Cerro Negro, Lages) e quatro no Rio Grande do Sul (Bom Jesus, Esmeralda, Pinhal da Serra e Vacaria). Para este estudo, definiu-se como entorno do reservatório toda a bacia do rio Pelotas inserida nos municípios acima citados, o que perfaz uma área aproximada de 7.000km².

A vegetação do entorno do reservatório do AHE Barra Grande é caracterizada por três fisionomias vegetais naturais, destas, duas são florestais e uma campestre. A primeira e mais conhecida é a Floresta de Araucária ou Floresta Ombrófila Mista (Veloso et al. 1991). Na área de estudo, esta fisionomia florestal encontra-se principalmente no Planalto Serrano Catarinense e na região dos Campos de Cima da Serra no Rio Grande do Sul, sendo que em ambas regiões esta fisionomia é naturalmente fragmentada pela ocorrência de campos naturais (Klein 1978). A última fisionomia encontrada na região é a Floresta Estacional Semidecidual (Veloso et al. 1991), que se concentra em áreas de elevada inclinação do relevo, principalmente nas margens do rio Pelotas (mais detalhes no Capítulo I).

Espécies - Foram selecionadas as 14 espécies vegetais mencionados no capítulo I. Destas 14 espécies, nove tem hábito de crescimento arbóreo (*Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F. Macbr., *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze, *Clethra scabra* Pers., *Erythrina falcata* Benth., *Ficus enormis* (Mart. ex Miq.) Mart., *Maytenus ilicifolia* (Schrad.) Planch., *Myrocarpus frondosus* Allemão, *Ocotea porosa* (Nees & C. Mart.) Barroso e *Podocarpus lambertii* Klotzsch ex Endl.), duas são palmeiras (*Butia eriopatha* (Mart. ex Drude) Becc. e *Trinathrinax brasiliensis* Mart.), duas herbáceas (*Dorstenia tenuis* Bonpl. ex Bureau, *Sinningia lineata* (Hjelmq.) Chautems) e uma samambaia arborescente (*Dicksonia sellowiana* (Presl.) Hook.)¹.

Amostragem - Para predizer a distribuição espacial potencial das espécies-alvo, foram alocadas, de forma aleatória e em toda a extensão da área de influência indireta do AHE Barra Grande, 300 parcelas de 500 m² (10x50m)². Para evitar ou diminuir a influência do relevo, as parcelas foram alocadas de forma paralela ao mesmo. Em todas as parcelas os indivíduos com altura ≥ 1,50m

¹ Neste relatório são apresentadas análises parciais apenas para as espécies arbóreas, de palmeiras e para a samambaia arborescente *D. sellowiana*.

² Os dados analisados e apresentados neste relatório são referentes apenas a análise de 261 das 300 parcelas amostradas.

das espécies-alvo arbóreas e palmeiras foram contados, o mesmo procedimento foi adotado para os indivíduos de *Dicksonia sellowiana* (Xaxim), com altura $\geq 1,0\text{m}$.

A fim de conhecer a influência dos fatores ambientais na distribuição espacial das espécies-alvo na área estudada, foi coletada de forma aleatória e em todas as parcelas uma amostra composta de solo (0-20 cm, Lemos & Santos 1996), a qual foi analisada no laboratório da Embrapa Cerrados (CPAC, Brasília/DF). Características como altura do dossel, porcentagem de rocha exposta, nível de conservação dos fragmentos, e o relevo de cada parcela também foram anotados. Além disso, as parcelas foram georeferenciadas (UTM) com o auxílio de um receptor de GPS (Garmin® GPS 48).

Análise parcial dos dados - Foram feitas regressões logísticas utilizando como estatística o Qui-quadrado de Wald para avaliar se a probabilidade de ocorrência de cada espécie (arbóreas e palmeiras) nas parcelas foi influenciada pelas características ambientais: tipo de vegetação (0 – Floresta Ombrófila Mista (FOM), 1 – Floresta Estacional Semidecidual (FESd), 2 – Campo), estado de conservação do fragmento (1 – excelente, 2 – bom, 3 – regular e 4 – ruim), % de rocha exposta (1 – 0 a 25%, 2 – 25 a 50%, 3 – 50 a 75%, 4 – mais de 75%), altura do dossel (m), abundância de lianas (1 – alto, 2 – médio, 3 – baixo, 4 – ausente) e tipo de relevo (1 – plano, 2 – suave ondulado, 3 – ondulado, 4 – acidentado). A multicolinearidade entre variáveis explicativas foi avaliada utilizando-se o coeficiente de correlação não-paramétrico de Spearman.

Resultados Parciais

Densidade e Distribuição – Entre as espécies de árvores e palmeiras estudadas no entorno do reservatório do AHE Barra Grande, *Araucaria angustifolia* foi a espécie com maior densidade, sendo encontrada tanto em FOM (média \pm erro-padrão: $225,85 \pm 6,46$ ind./ha), quanto em FESd ($83,87 \pm 2,38$; Figura 1, 2). Segundo Klein (1978), os pinhais encontrados na bacia do rio Pelotas-Canoas são caracterizados por sua elevada densidade, parecendo constituírem associações puras, concentrando-se ao longo de grandes rios, vales e encostas. Entre as espécies que são características do sub-bosque dessa formação, Klein (1978) cita *Clethra scabra*, porém nossos resultados demonstram que na região, esta espécie não é encontrada unicamente nessa fisionomia, sendo a mesma encontrada amplamente em FESd (Figura 1), possuindo, inclusive, maior densidade nesta formação do que em FOM. Nossas observações de campo também apontam que a ocorrência desta espécie está ligada intimamente a maior disponibilidade de luz, sendo encontrada preferencialmente na borda dos fragmentos, em clareiras ou até mesmo nas margens das estradas vicinais da região. Essa informação vem de encontro com a descrição ecológica de *C. scabra* dada por Ichaso & Guimarães (1975), os quais citam que a espécie é heliófita, sendo característica de formações secundárias (Backes & Irgang 2002). Igualmente a *C. scabra*, Backes & Irgang (2002) citam *Maytenus ilicifolia* como preferencial de FOM, porém esta espécie também é encontrada em FESd, juntamente com *Myrocarpus frondosus* espécie

preferencial desta fisionomia, porém pouco freqüente (Klein 1978, Figuras 1, 3). Outra espécie geralmente associada a FOM, *Podocarpus lambertii*, também foi encontrada em FESd (Figura 1), ocorrendo nessa fisionomia em menor densidade.

A única espécie encontrada exclusivamente em FESd foi *Erythrina falcata* (Figura 1, 4). Na região estudada, esta fisionomia florestal ocorre geralmente em terrenos bem drenados, especialmente de encosta, local, segundo Backes & Irgang (2002), ideal para o estabelecimento da espécie. *Dicksonia sellowiana* foi encontrada em maior densidade em fragmentos de FESd (Figura 1), ocorrendo principalmente nas encostas e próximo a pequenos cursos d'água, geralmente temporários.

Dentre as palmeiras, *Butia eriospatha* ocorre quase de forma exclusiva nos campos naturais, formando densos e grandes agrupamentos homogêneos (Reitz 1974; Lorenzi *et al.* 2004), diferentemente da palmeira *Thrithrinax brasiliensis*, a qual ocorre preferencialmente em fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual (Figura 1). Diferentemente da maioria das espécies de árvores, estas espécies possuem distribuição restrita no entorno do reservatório do AHE Barra Grande, sendo *B. eriospatha* encontrada nos campos da região de Pinhal da Serra (RS) e Vacaria (RS), enquanto *T. brasiliensis* foi encontrada principalmente nos fragmentos de FESd nas margens do ribeirão Santana (Vacaria/RS), condição oposta à descrita por Reitz (1974), que cita *T. brasiliensis* como uma espécie heliófita e higrófila ocorrendo principalmente nos campos sujos ou nas orlas das matas dos pinhais e nunca no interior da Floresta Estacional Semidecidual.

Das nove espécies-alvo arbóreas, três não foram amostradas, são elas *Apuleia leiocarpa*, *Ocotea porosa* e *Ficus enormis*. A primeira espécie, *A. leiocarpa* é considerada a espécie símbolo das florestas estacionais decíduas do Rio Grande do Sul (Backes & Irgang 2002). No Rio Grande do Sul esta espécie ocorre naturalmente nas florestas decíduas do Alto Uruguai e na Depressão Central (Marchiori, 1997). *Ocotea porosa* não é uma espécie freqüente nas florestas de araucária do Rio Grande do Sul (Sobral *et al.* 2006). Por último, não existe registro de *Ficus enormis* para o Rio Grande do Sul (Sobral *et al.* 2006). Na área de estudo foram encontrados poucos indivíduos de *Ficus* sp., que estão em fase de identificação. Caso se confirme que o material coletado é *F. enormis*, essa será a primeira citação para a espécie no Rio Grande do Sul.

Relação com o ambiente - A ocorrência dos indivíduos foi relacionada a características ambientais para a maioria das espécies (Tabela 1), com exceção de *T. brasiliensis* ($\chi^2 = 10,5$; $p < 0,11$), *Clethra scabra* ($\chi^2 = 9,6$; $p = 0,14$) e *Podocarpus lambertii* ($\chi^2 = 11,9$; $p = 0,06$). *Araucaria angustifolia* tem maior probabilidade de ocorrer em FOM e em áreas com relevo plano. As demais variáveis ambientais não tiveram influência (Tabela 1). O tipo de vegetação também influenciou a ocorrência de *Erythrina falcata*, que ocorreu somente na FESd (Tabela 1). Os indivíduos de *Maytenus ilicifolia* tiveram maior probabilidade de ocorrer nos locais com maior abundância de lianas (Tabela 1). Esta foi a única espécie com ocorrência influenciada por uma das variáveis indicadoras da qualidade do hábitat. Dentre as variáveis ambientais analisadas, as relacionadas à

qualidade do fragmento são o estado de conservação, a altura do dossel e a abundância de lianas, que foram correlacionadas entre si (Tabela 2). *Myrocarpus frondosus* ocorreu nas áreas com maior porcentagem de afloramentos rochosos enquanto que a *Dicksonia sellowiana* teve maior probabilidade de ser encontrada nos fragmentos com relevo mais acidentado (Tabela 1), ocupando principalmente as áreas no fundo dos vales. A ocorrência de *Butia eriosphata* não foi relacionada a nenhuma das variáveis ambientais analisadas, apesar do modelo ter sido estatisticamente significativo ($\chi^2 = 14,0$; $p=0,03$; Tabela 1).

Araucaria angustifolia ocorre mais frequentemente nas áreas de relevo plano da Floresta Ombrófila Mista do que nas encostas de Floresta Estacional Semidecidual das margens do Rio Pelotas, o que corrobora com a distribuição da Araucária proposta por Reitz (1966) e Klein (1978). O crescimento e a abundância da Araucária não devem ser limitados pela disponibilidade de nutrientes, mas sim pela profundidade do solo, já que os indivíduos mais altos são encontrados em maior densidade em solos pouco férteis e profundos (Puchalski 2004), condições que devem ser encontradas nas áreas de relevo plano da FOM, onde a Araucária ocorre em maior densidade. Na área de estudo uma das principais fontes de perturbação para os fragmentos é a presença de gado. Apesar disso, a ocorrência de Araucária não foi relacionada a nenhuma das variáveis indicadoras do estado de conservação do hábitat. Isso pode ter ocorrido, pois as plântulas dessa espécie aparentemente são resistentes ao pisoteio e herbívora pelo gado (M. B. Sampaio; dados não publicados). Em um sistema silvo pastoril na Austrália, plântulas de *Araucaria cunninghamii* apresentam elevada resistência ao pisoteio e herbívora pelo gado (Sun *et al.* 1997). Igualmente ao pinheiro brasileiro, *A. cunninghamii* possui acículas providas de espinhos, o que protege suas plântulas do pisoteio e herbívora pelo gado.

Dicksonia sellowiana ocorre principalmente no fundo dos vales, ambientes de solo fértil e úmido, o que corrobora com os resultados encontrados por Sehnem (1978) e Mantovani (2004). Várias samambaias arbóreas, incluindo a *D. sellowiana* podem ser influenciadas pelo estágio sucessional das florestas, ocorrendo em maior abundância e diversidade em florestas secundárias e em ambientes com maior irradiação provocada pela abertura de clareiras (Arens & Baracaldo 1998). O estabelecimento das plântulas também é favorecido em ambientes perturbados, com maior luminosidade (Suzuki *et al.* 2005). Apesar disso, na área de estudo a probabilidade de ocorrência do xaxim não é relacionada a nenhuma das variáveis indicadoras da qualidade do hábitat.

Na área de estudo *Erythrina falcata* ocorre exclusivamente na FESd, onde predominam os solos drenados de encostas, que é o hábitat preferido por esta espécie (Backes & Irgang 2002). Já *Maytenus ilicifolia* ocorre nas áreas mais perturbadas onde há maior densidade de lianas, onde possivelmente há alta luminosidade. Apesar dos indivíduos desta espécie terem alta sobrevivência o crescimento é muito lento em condição de baixa luminosidade (Rachwal *et al.* 1998). Desta forma, *M. ilicifolia* pode ser beneficiado pela perturbação antrópica. Já a ocorrência de *Myrocarpus frondosus* é provavelmente relacionada à fertilidade do solo, uma vez que os solos com afloramentos rochosos podem ser mais férteis. A ocorrência das demais espécies na área de

estudo não é explicada por nenhuma das variáveis ambientais aqui consideradas. A associação entre a ocorrência das espécies e as características abióticas devem ser mais bem compreendidas utilizando-se informações sobre as características geológicas, análises químicas e físicas do solo, distribuição espacial das espécies em larga escala além das variações climáticas na área de estudo, sendo os resultados, até o momento, preliminares.

Atualmente estão sendo realizados experimentos nas áreas de Floresta Estacional Semidecidual às margens do reservatório do AHE Barra Grande para finalização das amostragens deste componente.

Referências bibliográficas:

ARENS, N. C., BARACALDO, P. S. Distribution of tree ferns (Cyatheaceae) across the successional mosaic in an Andean cloud forest, Narino, Colombia. *American Fern Journal*, v.88, n.2, p.60-71. 1998.

AUSTIN, M.P., MYERS J. A. Current approaches to modelling the environmental niche of eucalypts: implications for management of forest biodiversity. *Forest Ecology and Management*, v. 85, p.95-106. 1996.

BACKES, P., IRGANG, B. Árvores do sul: guia de identificação & interesse ecológico. Instituto Souza Cruz. 2002. 326 p.

BERMANN, C. Hidrelétricas: águas para a vida, não para a morte! *Tempo e Presença*, v. 317, p. 10-13. 2001.

FERRIER, S., WATSON, G., PEARCE, J., DRIELSMA, M. Extended statistical approaches to modelling spatial pattern in biodiversity in northeast New SouthWales. I. Species Level modelling. *Biodiversity and Conservation*, v.11, p.2275-2307. 2002.

GUISAN, A., WEISS, S.B., WEISS, E A. D. GLM versus CCA spatial modelig os plant species distribution. *Plant Ecology*, v. 143, p.107-122. 1999.

GUISAN, A., THUILLER, W. Predicting species distribution: offering more than simple models in ecology. *Ecology Letters*. v.8, p.993 - 1009. 2005.

ICHASO, C. L., GUIMARÃES, E. F. Cletráceas. In: P. R. Reitz (Ed.). *Flora ilustrada catarinense*. Itajaí - SC: UFSC, 1975, p.19.

- International Union for Conservation of Nature and Natural Resource (IUCN). 2006 IUCN Red list of threatened species. Lista de espécies extintas e ameaçadas de extinção. Disponível em: <<http://www.iucnredlist.org>>. Acesso em: 04 de setembro de 2006.
- LEHMANN, A., OVERTON, J.M.C., LEATHWICK, J.R. Regression models for spatial prediction: their role for biodiversity and conservation. *Biodiversity and Conservation*, v.11, p.2085-2092. 2002.
- LORENZI, H., SOUZA, H. M., CERQUEIRA, J.T., COSTA, M., FERREIRA, E. *Palmeiras Brasileiras*. Instituto Plantarum. 2004. 416 p.
- KLEIN, R. M. Mapa fitogeográfico do estado de Santa Catarina. *Flora ilustrada catarinense*. Itajaí - SC: UFSC, p.24. 1978.
- MANTOVANI, M. Caracterização de populações naturais de xaxim (*Dicksonia sellowiana* (Presl.) Hooker), em diferentes condições edafo-climáticas no estado de Santa Catarina. (Dissertação de Mestrado). Programa de Pós-graduação em Recursos Genéticos Vegetais, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004. 91 p.
- PAIVA, J.R., VALOIS, A.C.C. Coleta e conservação e utilização de germoplasma de seringueira. In: WALTER, B.M.T., CAVALCANTI, T.B. (Eds.) *Fundamentos para a coleta de germoplasma vegetal*. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. 778p. 2005
- PRANCE, G.T. The conservation of botanical diversity. In: MAXTED, N., FORD-LLOYD, B.V., HAWKES, J.G. (Eds.) *Plant genetic conservation: the in situ approach*. Londres, Inglaterra: Chapman & Hall. 445p. 1997.
- PUCHALSKI, A. Variações edafo-climáticas e ocorrência natural da *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze no estado de Santa Catarina. (Dissertação de Mestrado). Programa de Pós-graduação em Recursos Genéticos Vegetais, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004. 75 p.
- RACHWAL, M. F.G., CURCIO, G. R., MEDRADO, M.J.S. Desenvolvimento de Espinheira-santa (*Maytenus ilicifolia*) em Floresta Ombrófila Mista no estágio de capoeirão, em cambissolo húmico em Colombo, PR. *Pesquisa em Andamento - Embrapa*, v.52, p.1-2. 1998.

- MAGGINI, R., LEHMANN, A., ZIMMERMANN, N. E., GUIBAN, A. Improving generalized regression analysis for the spatial prediction of forest communities. *Journal of Biogeography*, Special Issue, p.95-106. 2006.
- MARCHIORI, J.N.C. *Dendrologia das angiospermas - leguminosas*. Santa Maria, Editora da UFSM, 1997, 304p.
- MAXTED, N., FORD-LLOYD, B.V., HAWKES, J.G. Complementary conservation strategies. In: MAXTED, N., FORD-LLOYD, B.V., HAWKES, J.G. (Eds.) *Plant genetic conservation: the in situ approach*. Londres, Inglaterra: Chapman & Hall. 445p. 1997.
- REITZ, P. R., KLEIN, R.M. In: P. R. Reitz (Ed.). *Araucariáceas. Flora ilustrada catarinense*. Itajaí - SC: UFSC, 62 p. 1966.
- REITZ, P.R. *Palmeiras*. In: P. R. Reitz (Ed.). *Flora ilustrada catarinense*. Itajaí - SC: UFSC, 1974, 189 p.
- SEHNEM, A. *Ciatáceas*. In: P. R. Reitz (Ed.). *Flora ilustrada catarinense*. Itajaí - SC: UFSC, p.1-114. 1977.
- SUN, D., DICKINSON, G. R., BRAGG, A.L. Effect of cattle grazing and seedling size on the establishment of *Araucaria cunninghamii* in a silvo-pastoral system in northeast Australia. *Journal of Environmental Management*, v.49, n.4, Apr, p.435-444. 1997.
- SUZUKI, C., PAULILO, M. T., RANDI, A.M. Substrate and irradiance affect the early growth of the endangered tropical tree fern *Dicksonia sellowiana* Hook. (Dicksoniaceae). *American Fern Journal*, v.95, n.3, Jul-Sep, p.115-125. 2005.
- THUILLER, W. Patterns and uncertainties of species' range shifts under climate change. *Global Change Biology*. v. 10, p.2020-2027. 2004.
- WALTER, B.M.T., CAVALCANTI, T.B.. Resgate e conservação da flora vascular em aproveitamentos hidrelétricos: exemplos na região do Cerrado. In: WALTER, B.M.T., CAVALCANTI, T.B. (Eds.) *Fundamentos para a coleta de germoplasma vegetal*. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. 778p. 2005.

Tabela 1. Resultado da regressão logística (χ^2) entre a probabilidade de ocorrência de espécies ameaçadas e cada uma das seguintes características ambientais (Wald's χ^2): tipo de vegetação, estado de conservação, % de rocha exposta na parcela, altura do dossel, abundância de lianas e tipo de relevo; em cada parcela na área de influência indireta do AHE Barra Grande (SC/RS). Os resultados estatisticamente significativos ($p < 0,05$) estão em negrito. Três espécies foram excluídas da tabela, pois o modelo não foi significativo *Trithrinax brasiliensis* ($\chi^2 = 10,5$ $p < 0,11$), *Clethra scabra* ($\chi^2 = 9,6$ $p = 0,14$) e *Podocarpus lambertii* ($\chi^2 = 11,9$ $p = 0,06$).

Espécie	Vegetação	Conservação	Rocha	Dossel	Liana	Relevo
<i>Araucaria angustifolia</i> $\chi^2 = 106,9$ $p < 0,001$						
β_1	-3,40	0,50	0,13	0,10	0,21	-0,89
Wald's χ^2	18,50	1,61	0,25	3,02	0,35	8,19
P	0,000	0,21	0,62	0,08	0,56	0,004
<i>Erythrina falcata</i> $\chi^2 = 26,4$ $p < 0,001$						
β_1	3,28	-0,91	0,33	0,15	-0,52	0,39
Wald's χ^2	4,69	2,17	0,64	2,59	0,84	0,68
P	0,03	0,14	0,42	0,11	0,36	0,41
<i>Maytenus ilicifolia</i> $\chi^2 = 22,9$ $p < 0,001$						
β_1	0,04	-0,25	0,12	0,05	-0,64	0,38
Wald's χ^2	0,01	0,86	0,35	1,31	5,82	2,55
P	0,93	0,35	0,56	0,25	0,02	0,11
<i>Myrocarpus frondosus</i> $\chi^2 = 18,4$ $p = 0,005$						
β_1	0,55	1,03	1,00	0,14	0,71	0,79
Wald's χ^2	0,17	2,09	4,61	1,57	1,03	2,21
P	0,68	0,15	0,03	0,21	0,31	0,14
<i>Butia eriosphata</i> $\chi^2 = 14,0$ $p = 0,03$						
β_1	-0,67	-1,01	-0,44	-0,39	0,52	0,14
Wald's χ^2	0,16	0,69	0,35	2,11	0,12	0,01
P	0,69	0,41	0,56	0,15	0,73	0,92
<i>Dicksonia sellowiana</i> $\chi^2 = 27,5$ $p < 0,001$						
β_1	0,32	-0,02	-0,42	0,09	0,27	0,95
Wald's χ^2	0,53	0,01	2,88	3,48	0,79	13,21
P	0,47	0,93	0,09	0,06	0,37	<0,001

Tabela 2. Coeficiente de correlação de Spearman (R_s) entre as características ambientais (tipo de vegetação, estado de conservação, % de rocha exposta na parcela, altura do dossel, abundância de lianas e tipo de relevo) nas parcelas amostrais da área de influência indireta do AHE Barra Grande (SC/RS).

	Vegetação	Conservação	Rocha	Dossel	Liana
Vegetação	1				
Conservação	0,10	1			
Rocha	0,42***	0,03	1		
Dossel		-		1	
Liana	-0,09	0,37***	0,01	0,05	1
Relevo	-0,04	-0,14**	-0,20*		-
	0,45***	-0,02	0,61***	0,13*	0,22***

* $p < 0,05$ ** $p < 0,01$ *** $p < 0,001$

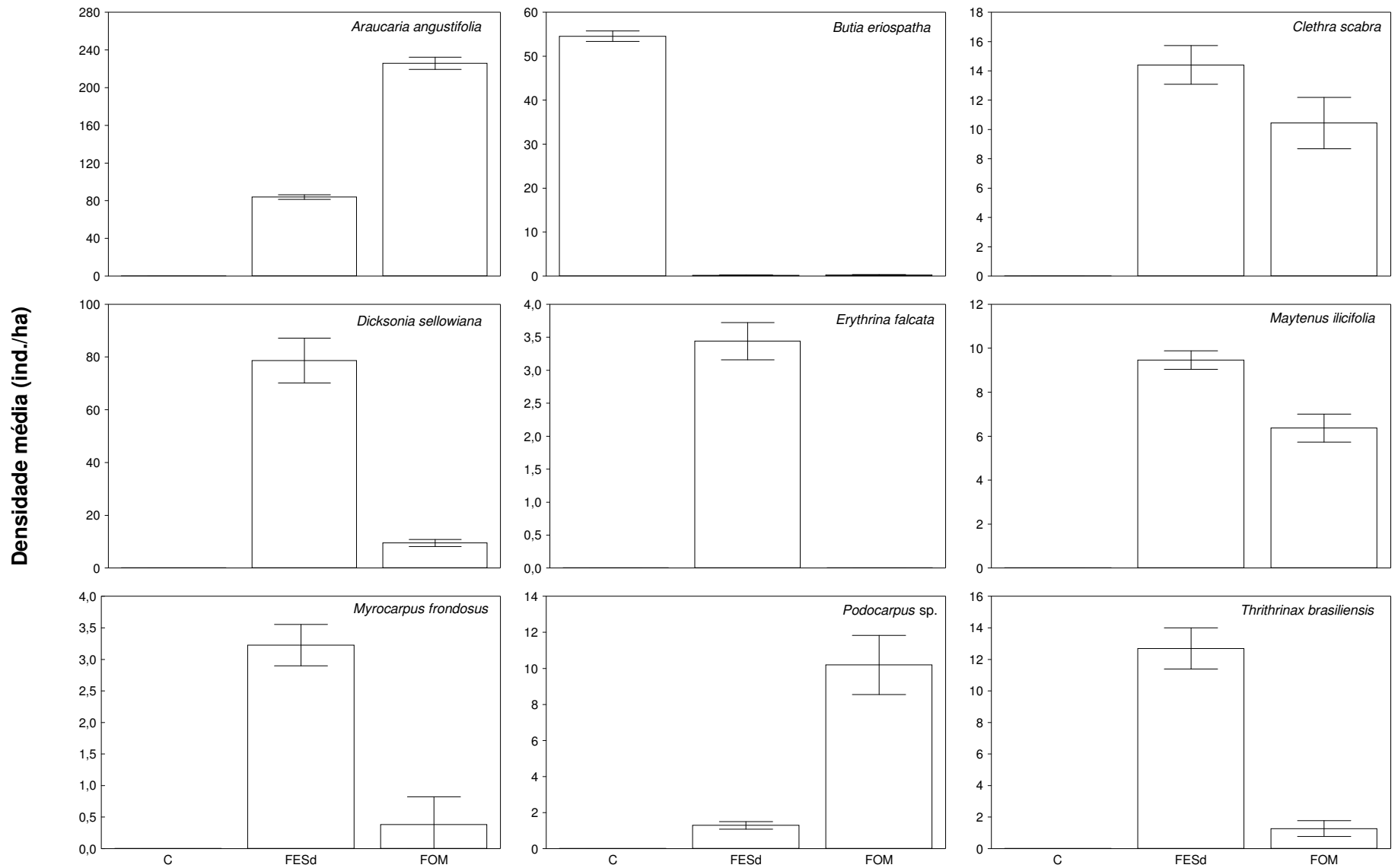


Figura 1. Densidade média de indivíduos (± 1 erro-padrão) das espécies arbóreas e de palmeiras amostrados até o presente momento nas 261 parcelas (13,05 ha) AII do AHE Barra Grande (SC/RS). [Legendas: C = Campos; FESd = Floresta Estacional Semidecidual; FOM = Floresta Ombrófila Mista]

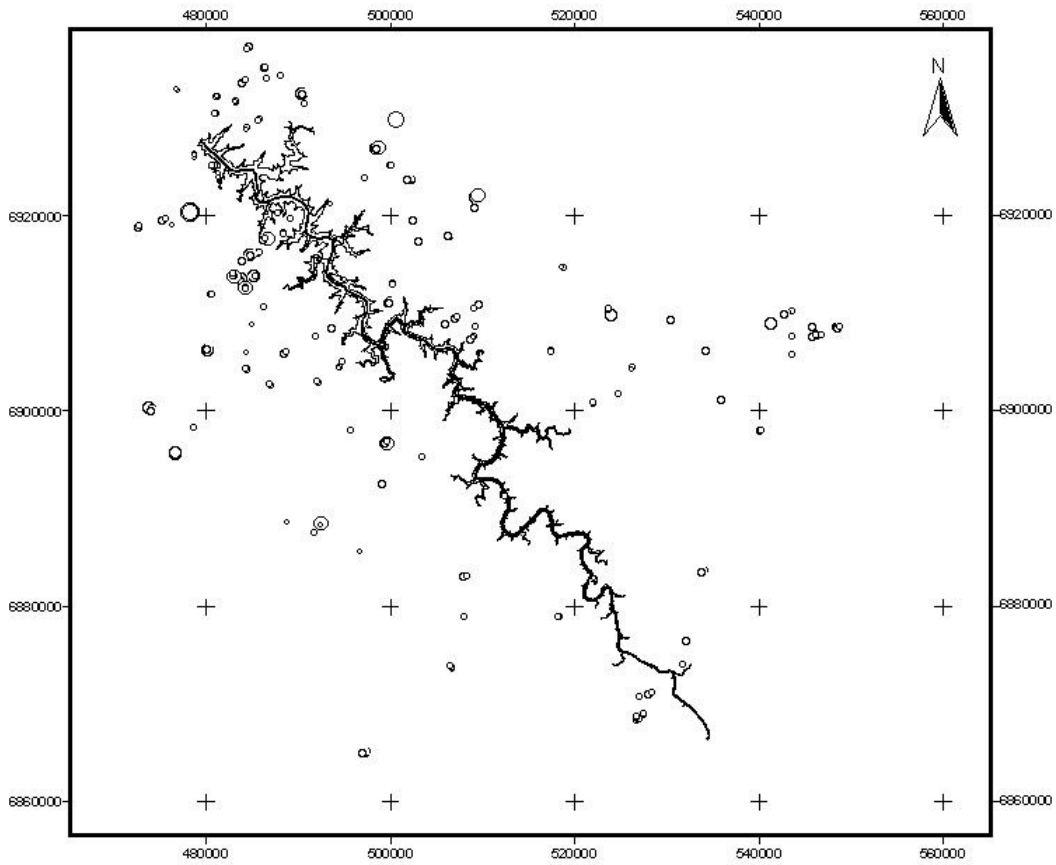


Figura 2. Densidade de *Araucaria angustifolia* 261 parcelas alocadas até o momento na área de influência indireta do AHE Barra Grande (*Datum* WGS 84, Escala: 1 : 500.000). O tamanho do círculo representa diferentes densidades de indivíduos nas parcelas, variando de 0 a 58 indivíduos.

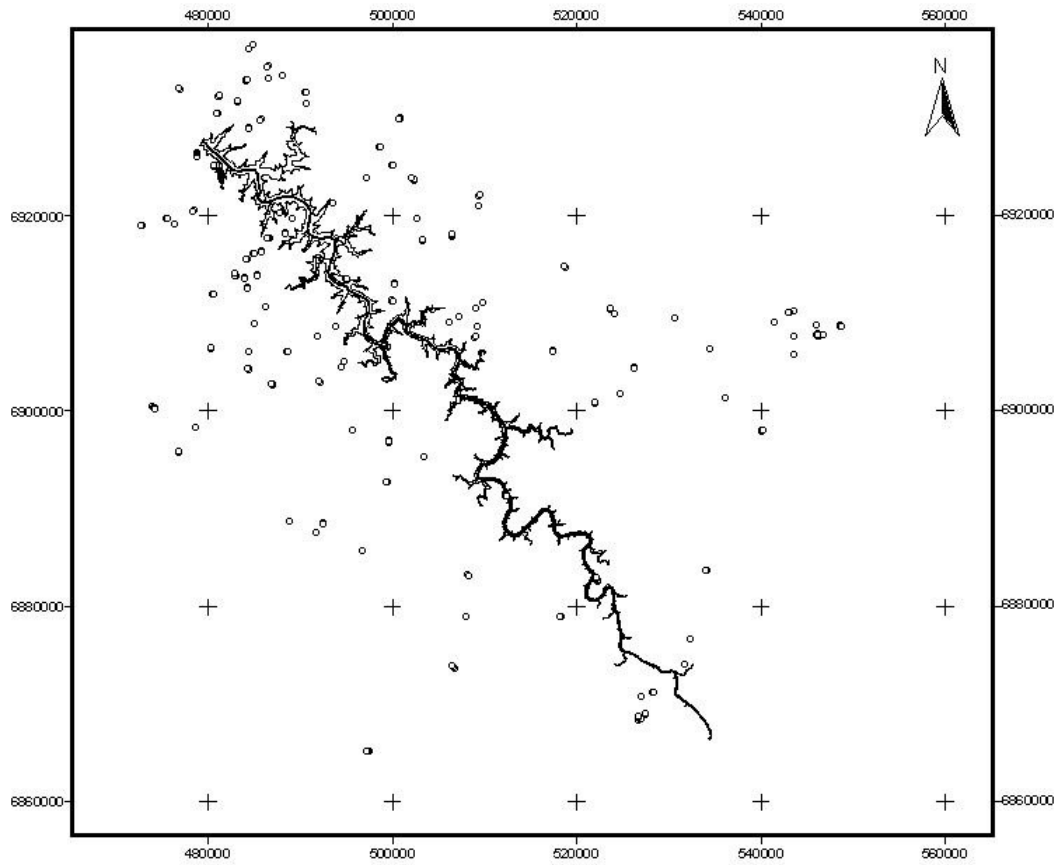


Figura 3. Presença (círculos pretos) e ausência (círculos vazios) de *Myrocarpus frondosus* nas 261 parcelas (13,05 ha) alocadas até o momento na área de influência indireta do AHE Barra Grande (*Datum* WGS 84, Escala: 1 : 500.000).

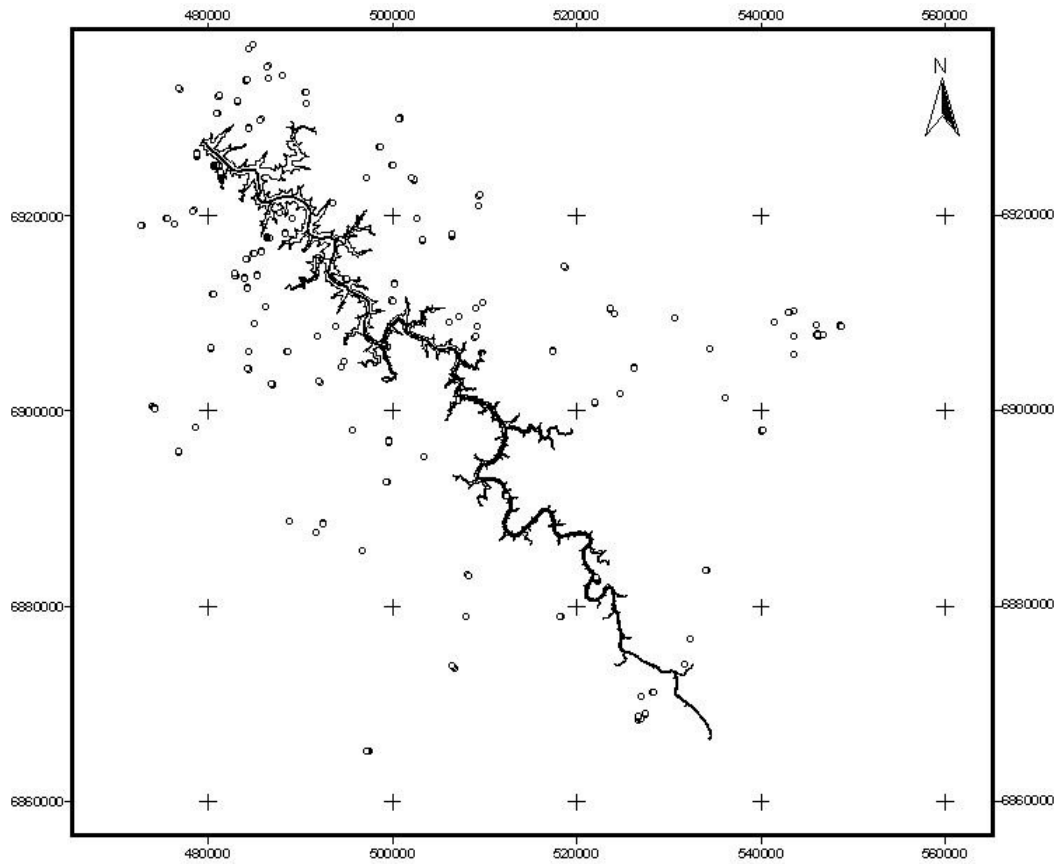


Figura 4. Presença (círculos pretos) e ausência (círculos vazios) de *Erythrina falcata* nas 261 parcelas alocadas até o momento na área de influência indireta do AHE Barra Grande (*Datum* WGS 84, Escala: 1 : 500.000).

Capítulo V – Ecologia

Segunda Parte - Estrutura de populações de espécies-alvo em fragmentos de Floresta Ombrófila Mista da área de influência indireta do AHE Barra Grande, SC/RS

Maurício Bonesso Sampaio – Bolsista Embrapa/Cenargen - Mestre em Ecologia

Ernestino de Souza Gomes Guarino – Bolsista Embrapa/Cenargen - Mestre em Ecologia

Introdução

Fragmentos de Floresta Ombrófila Mista remanescentes em fazendas do sul do Brasil são freqüentemente utilizados como áreas de pastoreio para o gado criado extensivamente (Mauhs 2002; Liebsch & Acra 2004; Machado 2004), sobretudo no inverno, quando as pastagens possuem baixa biomassa verde. Além disso, os fragmentos também têm sido utilizados pelo gado como abrigo contra temperaturas extremas, tanto no inverno, quanto no verão.

Uma vez dentro do fragmento, o gado alimenta-se das folhas, frutos e sementes palatáveis de espécies vegetais. Além disso, pisoteia as plântulas e compacta o solo, dificultando a germinação das sementes e o crescimento das plântulas (Wilson 1994). Assim, as espécies susceptíveis a esta intervenção apresentam alta mortalidade de indivíduos e baixo estabelecimento de plântulas, o que causa a redução do tamanho de suas populações. Entretanto, existem espécies cujo estabelecimento e sobrevivência de plântulas não são influenciados pelo pastoreio. Por exemplo, plântulas de *Araucaria cunninghamii* Aiton ex D. Don em um sistema silvo-pastoril na Austrália, mesmo com apenas 15 cm de altura, dificilmente são pisoteadas ou predadas pelo gado, provavelmente, por possuírem folhas de ápice pontiagudo, que dificulta a herbivoria e até mesmo seu pisoteio (Sun *et al.* 1997). Espécies como esta, resistentes ao pastoreio, tendem a ser beneficiadas pela redução da competição interespecífica, proporcionada pela eliminação das espécies susceptíveis (Kleijn & Steinger 2002; Miller & Wells 2003; Evans *et al.* 2006) que apresentariam menor proporção de indivíduos nos estágios iniciais do ciclo de vida.

O efeito de fatores como a intensidade de pastoreio, na persistência em longo prazo de uma população vegetal pode ser avaliado através da estrutura populacional, que é a distribuição de freqüência dos indivíduos em classes de tamanho ou em estágios de vida (Gatsuk *et al.* 1980). A estrutura populacional reflete eventos de mortalidade de indivíduos que ocorrem atualmente ou ocorreram no passado (Watkinson 1997).

A maioria dos estudos realizados para testar o efeito do manejo do gado na estrutura populacional, foi desenhada para comparar populações em diferentes fragmentos submetidos a um gradiente de intensidades de pastoreio (p. ex. Relva & Veblen 1998; Vargas *et al.* 2002; Miller & Wells 2003). Entretanto, pode haver alta variação espacial na estrutura de populações vegetais devido à heterogeneidade nas condições ambientais entre fragmentos, mesmo naqueles não

sujeitos a intervenções antrópicas (Hegland et al. 2001). Assim, os resultados obtidos nestes estudos seriam mais influenciados por diferenças ambientais do que pelo pastoreio. Para que as variações na estrutura de populações possam ser atribuídas com maior confiança ao manejo do gado, é imprescindível comparar conjuntos de indivíduos de uma mesma espécie (populações) em sítios de um mesmo fragmento, submetidos a diferentes intensidades de pastoreio por um longo período de tempo, para que os fatores ambientais que influenciam essas populações tenham a maior homogeneidade possível entre sítios.

Sabendo-se que a maioria dos fragmentos na área de influência indireta do Aproveitamento Hidrelétrico (AHE) – Barra Grande tem sido utilizada para o manejo do gado (E. S. Guarino; *dados não publicados*), é fundamental avaliar o efeito do pastoreio na estrutura de populações para subsidiar a indicação de áreas efetivas para conservação *in situ* de espécies vegetais. O objetivo deste estudo foi avaliar, em diferentes fragmentos de Floresta Ombrófila Mista, o efeito do pastoreio através da comparação da estrutura populacional de espécies-alvo entre sítios com diferentes intensidades de pastoreio em um mesmo fragmento. Além disso, buscou-se avaliar a influência da heterogeneidade ambiental no efeito do manejo do gado nestas populações.

Materiais e métodos

Na área de influência indireta do AHE Barra Grande foram encontrados quatro fragmentos de Floresta Ombrófila Mista contendo no seu interior sítios contíguos submetidos a diferentes intensidades de pastoreio (IP). Os fragmentos pertencem às fazendas Cachoeirinha, Ipê, Pinheiros Ralos e São Cristóvão. Em todos os fragmentos, os sítios com diferentes IP estavam separados através de cerca de arame ou taipa (muro de pedra), que evitava a passagem do gado de um lado para outro, durante pelo menos 40 anos (Figura 1a; Tabela 1). Havia sinais de pastoreio em ambos os sítios de um mesmo fragmento, entretanto um sítio era freqüentemente sujeito à alta IP, enquanto que o outro sítio tinha sinais de que a presença do gado ocorria em baixa densidade e em menor freqüência (Tabela 1).

As espécies-alvo deste estudo foram *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F. Macbr., *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze, *Butia eriospatha* (Mart. ex Drude) Becc., *Clethra scabra* Pers., *Dicksonia sellowiana* Hook., *Dorstenia tenuis* Bonpl. ex Bureau, *Erythrina falcata* Benth., *Ficus enormis* (Mart. ex Miq.) Mart., *Maytenus ilicifolia* (Schrad.) Planch., *Myrocarpus frondosus* Allemão, *Ocotea porosa* (Nees & C. Mart.) Barroso, *Podocarpus lambertii* Klotzsch ex Endl., *Sinningia lineata* (Hjelmq.) Chautems e *Trithrinax brasiliensis* Mart.

Em cada um dos quatro fragmentos foram alocadas de 14 a 20 parcelas (dependendo do tamanho e forma do fragmento) de 20 x 20 m para a amostragem da estrutura de populações das espécies-alvo, sendo metade das parcelas estabelecidas no sítio com baixa IP e as demais no sítio com alta IP (Figura 1). A localização das parcelas dentro de cada um dos sítios dos fragmentos foi sorteada em transectos de 60 a 120 m de comprimento, de forma que as parcelas

ficassem pelo menos 20 m distantes uma da outra (Figura 1). Todos os indivíduos das espécies-alvo arbóreas em cada parcela foram medidos quanto à altura e diâmetro ao nível do solo (DAS). O diâmetro foi medido utilizando-se um paquímetro digital para aqueles com DAS < 5 cm e os demais foram medidos com suta. A altura foi medida utilizando-se uma régua graduada para indivíduos com menos de 1 m e nos demais foi estimada visualmente.

Os indivíduos foram classificados em cinco estágios de vida para facilitar a comparação da estrutura populacional entre áreas de diferente IP, utilizando-se critérios semelhantes aos adotados por Burns (1993) e Enright et al. (2003) para as coníferas *Araucaria araucana* e *Agathis ovata*, respectivamente. Foram considerados plântulas, os indivíduos com menos de 30 cm de altura; infantis, aqueles de 30 a 100 cm de altura; jovens, com mais de 100 cm de altura e DAS < 5 cm; arvoreta, entre 5 e 30 cm de DAS e; árvore, aqueles com DAS > 30 cm. Para as espécies-alvo capazes de formar touceira, o indivíduo foi definido como a touceira e não o perfilho.

O histórico de perturbação, a época do ano em que ocorre mais freqüentemente o pastoreio e a densidade média de gado foi obtido em entrevista com os proprietários das fazendas onde cada fragmento se localiza. Adicionalmente, foram estimadas variáveis ambientais relacionadas à IP em cada parcela. As fezes de gado foram contadas em uma sub-parcela de 10 x 20 m (Figura 1). A compactação do solo foi estimada utilizando-se um penetrômetro de bolso (Forestry suppliers, Inc.), através de quatro leituras em três sub-parcelas de um metro quadrado. Nestas três sub-parcelas de 1 x 1 m também foi estimada a abertura do dossel a 50 cm do solo através de quatro leituras, utilizando-se um densiômetro esférico (Lemmon 1957). A porcentagem de cobertura do solo por diferentes formas de vida foi estimada utilizando-se uma trena de 10 m de comprimento esticada em um dos lados de cada parcela, através do método de interceptação de linha (Brower et al. 1989). Com esse método foi medida a interceptação até 50 cm do solo da projeção de gramíneas, plântulas de espécies lenhosas, herbáceas, pteridófitas, etc. Além disso, foi contado o número de cepos (pedaço do tronco que permanece no solo após o corte de uma árvore) na parcela inteira, variável que não está necessariamente relacionada à IP, mas é um indicador da exploração seletiva de madeira, que é uma perturbação antrópica capaz de influenciar a estrutura de populações.

Resultados e discussão

Heterogeneidade ambiental – Os quatro fragmentos estudados possuem diferentes históricos de perturbação, principalmente devido à sua utilização para o manejo do gado e também, para a extração seletiva de madeira (Tabela 1). Dos quatro, o fragmento da fazenda Cachoeirinha foi submetido por mais tempo ao pastoreio (cerca de 200 anos). Além disso, é o que suporta a maior densidade de gado e conseqüentemente, o que tem maior densidade de fezes. Isso contribuiu para que este fragmento tenha densidade de fezes e compactação do solo significativamente variável entre sítios com diferentes IP's (Tabela 1).

O fragmento da fazenda Ipê provavelmente teve maior impacto devido à extração seletiva de madeira ou foi mais recentemente explorado que os demais, o que é evidenciado pela alta densidade de cepos encontrada. Neste fragmento a extração de madeira parece ter sido maior no sítio com alta IP do que no sítio de baixa IP, pois a densidade de cepos variou significativamente (Tabela 1). Nos demais fragmentos, a densidade de cepos não variou entre sítios de diferentes IP's.

O fragmento da fazenda Pinheiros ralos vem sendo utilizado para o manejo do gado há cerca de 70 anos. A densidade de fezes de gado e a abertura do dossel, diferiram significativamente entre sítios de diferentes IP's. Além disso, é o fragmento mais distante dos demais, e é o único que está localizado na porção norte da bacia do rio Pelotas, o que provavelmente implica em diferenças florísticas, que pode ser evidenciada pela presença de *Clethra scabra* somente neste fragmento (Tabela 1).

O fragmento da fazenda São Cristóvão está em melhor estado de conservação, pois tem histórico de pastoreio recente (cerca de 40 anos), tem menor densidade de fezes de gado, menor densidade de cepos e menor abertura do dossel em relação aos demais fragmentos (Tabela 1). Entretanto, o pastoreio pode ter influencia nas condições ambientais, pois a compactação do solo diferiu significativamente entre sítios de diferentes IP's e a cobertura de pteridófitas foi maior nesse fragmento do que nos demais (Figura 2). *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn é uma pteridófita invasora bem sucedida que ocorre em todos os continentes com exceção da Antártida (revisão em Marrs & Watt 2006) e é freqüente neste fragmento, principalmente no sítio com baixa IP. Esta espécie surge após a abertura do dossel da floresta causada por perturbações antrópicas e influencia a composição do banco de sementes (Ghorbani et al. 2006; Silva & Matos 2006) e o estabelecimento de plântulas de espécies nativas (Dolling 1996; Tabarelli & Mantovani 1999; Meira Neto et al. 2005).

A porcentagem de cobertura do solo por gramíneas não variou significativamente entre fragmentos, e não houve interação entre fragmento e IP, mas houve diferença significativa entre diferentes IP's (Tabela 2), ou seja, a porcentagem de cobertura por gramíneas foi maior no sítio com alta IP do que baixa IP nos quatro fragmentos (Figura 2). Nos sítios de alta IP há a formação de manchas de gramíneas, compostas principalmente por *Paspalum* spp., que apesar de serem espécies nativas na região de estudo são invasoras nos fragmentos perturbados. O aumento da cobertura de gramíneas devido ao gado ocorre pois estas plantas possuem resistência ao pastoreio como resultado de um processo co-evolutivo, que originou adaptações como a posição basal dos meristemas, a reprodução vegetativa, a alta taxa de reposição de folhas, a presença de órgãos de reservas subterrâneos e a alta taxa de crescimento dos indivíduos (Coughenour 1985).

Por outro lado, a cobertura do solo por plântulas de espécies arbóreas foi significativamente menor nos sítios de alta IP (Tabela 2; Figura 2). Entretanto, houve interação entre fragmento e IP, pois no fragmento Pinheiros ralos a cobertura do solo por plântulas arbóreas foi maior no sítio com alta IP (Figura 2). Isso provavelmente ocorreu pois Pinheiros ralos é o

fragmento que tem menos diferenças nas condições ambientais entre sítios de diferentes IP's (Tabela 1).

As pteridófitas foram abundantes nos sítios de baixa IP e ausente nos sítios submetidos a intenso pastoreio na maioria dos fragmentos, com exceção do fragmento São Cristóvão, cuja cobertura por pteridófitas não variou significativamente (Mann Whitney; $U=39$; $p=0,41$) entre sítios de diferentes IP's. Não houve variação significativa entre a porcentagem de cobertura das plantas herbáceas entre sítios, apesar da cobertura de herbáceas ter variado entre fragmentos (Tabela 2).

Estrutura populacional – Foram encontradas somente quatro espécies-alvo, *Araucaria angustifolia*, *Maytenus ilicifolia*, *Dicksonia sellowiana* e *Clethra scabra*, nos fragmentos Cachoeirinha, Ipê, Pinheiros ralos e São Cristóvão (Tabela 1). *Clethra scabra* ocorreu só no fragmento da fazenda Pinheiros ralos, pois os demais foram alocados fora da área de ocorrência potencial desta espécie (E. S. Guarino; dados não publicados). *Dorstenia tenuis* tem área de ocorrência potencial nos fragmentos amostrados, mas é uma espécie pouco freqüente e de baixa abundância e não ocorreu em nenhum dos quatro fragmentos (E. S. Guarino; dados não publicados). As demais espécies-alvo provavelmente não possuem área de ocorrência potencial em nenhum dos quatro fragmentos amostrados (E. S. Guarino; dados não publicados).

Apesar do pequeno tamanho destes fragmentos (19 a 108 ha), da sua utilização para o pastoreio por gado e pela extração seletiva de madeira, *Araucaria angustifolia*, *Maytenus ilicifolia* e *Clethra scabra* ocorreram em alta densidade (mais de 50 ind. ha^{-1}) pelo menos em um fragmento (Tabela 1), e as populações tenderam a possuir estrutura em “J-reverso” (Figura 3 a 5), com maior densidade de indivíduos nos estágios iniciais do ciclo de vida (plântulas e infantis) do que árvores, favorecendo a regeneração das populações e a sua persistência em longo prazo.

As populações de *Araucaria angustifolia* tiveram mais indivíduos infantis do que plântulas (Figura 3), pois a maioria das plântulas originadas a partir da estação de dispersão de sementes [maio a julho (Souza & Hattemer 2003)] teve tempo suficiente para alcançar a classe infantil (indivíduos de 30 a 100 cm de altura) antes do período de amostragem (setembro a novembro), já que as sementes são recalcitrantes e começam a germinar após 13 dias da embebição (Moreira-Souza & Cardoso 2003). Além disso, as plântulas apresentam alta taxa de crescimento, podendo alcançar cerca de 23 cm de altura após 100 dias da germinação (Einig et al. 1999).

Entre as quatro espécies-alvo encontradas, duas são adaptadas a fragmentos sujeitos a perturbações antrópicas. *Araucaria angustifolia* possui plântulas capazes de crescer normalmente em áreas de média a alta iluminação (Duarte & Dillenburg 2000), é capaz de regenerar em locais perturbados (Soares 1979) e é freqüentemente encontrada crescendo em pastagens (*obs. pess.*). *Clethra scabra* é heliófita (Ichaso & Guimarães 1975), freqüentemente ruderal, sendo encontrada na borda dos fragmentos e em clareiras, ambientes cuja luminosidade é maior (*obs. pess.*).

Para *Araucaria angustifolia* no fragmento Cachoeirinha, não houve diferença significativa na estrutura populacional entre sítios com diferentes IP's (Figura 3), mesmo sendo o fragmento submetido por mais tempo ao pastoreio (cerca de 200 anos) e suportando a maior densidade de

gado (Tabela 1). Já nos demais fragmentos a estrutura populacional variou significativamente entre áreas.

No fragmento Ipê, a população do sítio de baixa IP teve maior proporção de indivíduos nos três primeiros estágios do ciclo de vida (plântulas a jovens) do que no sítio de alta IP (Figura 3), sendo que a diferença foi mais intensa para infantis (indivíduos entre 30 e 100 cm de altura) do que para os demais estágios. Esta diferença contribuiu para que a população no sítio com baixa IP tivesse mais do que o dobro da densidade de indivíduos em relação ao sítio com alta IP (Tabela 1). Isso pode ter ocorrido devido à alta variação na compactação do solo e abertura do dossel entre sítios. Apesar da extração de madeira ter ocorrido com maior intensidade no sítio sujeito a alta IP do fragmento Ipê (Tabela 1), não houve variação significativa na proporção de árvores (DAS > 30 cm) de *Araucaria angustifolia* entre sítios (Figura 3).

No fragmento Pinheiros Ralos, as duas classes iniciais (plântula e infantil) tiveram menor proporção de indivíduos no sítio com baixa IP do que com alta IP, resultado contrário ao encontrado no fragmento Ipê (Figura 3). O fragmento Pinheiros Ralos foi o único em que a porcentagem de cobertura do solo por plântulas lenhosas foi menor no sítio com baixa IP do que alta IP (Figura 3).

Em São Cristovão, os resultados foram similares a Pinheiros ralos, foi encontrada maior proporção de plântulas no sítio de alta IP, porém a proporção de indivíduos infantis não diferiu significativamente entre sítios (Figura 3). Em São Cristóvão houve menor variação nas características ambientais, em função da IP. Possivelmente, há um efeito do tamanho do fragmento na densidade de populações de *Araucaria angustifolia* pois os fragmentos de Pinheiros ralos e São Cristóvão foram os dois maiores e tiveram maior densidade que os demais (Tabela 1). Em fragmentos maiores, pode ser que o gado utilize mais as áreas de borda e menos o interior do fragmento, assim, fragmentos maiores teriam populações menos influenciadas pelo pastoreio do que fragmentos menores.

De forma geral, os efeitos do pastoreio na estrutura de populações de *Araucaria angustifolia* variaram entre fragmentos em função das características ambientais e do manejo do gado. A influência da heterogeneidade ambiental nos efeitos do pastoreio sobre populações de plantas também foi encontrada por Miller e Wells (2003) para *Podocarpus totara* na Nova Zelândia e por Relva e Veblen (1998) estudando *Austrocedrus chilensis* em florestas na Patagônia, Argentina. Alternativamente, outras variáveis não avaliadas neste estudo podem explicar a variação nas populações entre fragmentos, como por exemplo, a intensidade de coleta de sementes de *Araucaria angustifolia*, que é uma importante atividade econômica, freqüente na área de estudo e que pode influenciar a estrutura das populações, principalmente na densidade de plântulas recrutadas anualmente.

Dicksonia sellowiana ocorreu nos quatro fragmentos em baixa densidade (Tabela 1), mas não se pode afirmar que as populações sejam influenciadas pelo pastoreio, pois apesar de não terem sido encontrados indivíduos nas áreas de alta IP em dois fragmentos e ter sido encontrado nas áreas de menor IP, nos outros dois fragmentos, o resultado foi inverso (Tabela 1). Na Floresta

Ombrófila Mista da região de estudo, a ocorrência desta espécie está ligada intimamente a proximidade de canais de drenagem (E. S. Guarino; *dados não publicados*). Assim, a baixa densidade de xaxim encontrada pode ser melhor explicada pela distância aos canais de drenagem do que pelo manejo do gado. Não foi encontrado nenhum indivíduo cujo xaxim foi extraído nas parcelas amostradas.

Para *Maytenus ilicifolia* os dados não são conclusivos, pois ocorreu em alta densidade (mais de 50 ind./ha) somente em um dos fragmentos avaliados (Tabela 1), mas não houve qualquer tendência a efeitos significativos do pastoreio na densidade de plantas desta espécie (Figura 4).

A estrutura populacional de *Clethra scabra* diferiu significativamente entre sítios de diferentes IP's no único fragmento (Pinheiros ralos) em que ocorreu, no qual houve maior proporção de indivíduos infantis no sítio de baixa IP e maior proporção de arvoretas no sítio de alta IP. A proporção de indivíduos nas demais classes não diferiu significativamente entre sítios (Figura 5). Entretanto, esses resultados não são conclusivos, pois a espécie ocorreu somente no fragmento que possui menos indícios de influência do manejo do gado nas características ambientais e na comunidade vegetal.

Conclusões

Mesmo fragmentos pequenos, com longo histórico de perturbações antrópicas, podem possuir populações abundantes e com estrutura em “J-reverso” das espécies-alvo. Os efeitos do pastoreio nas populações de *Araucaria angustifolia* em fragmentos de Floresta Ombrófila Mista variam em função das características ambientais e da intensidade e frequência de pastoreio, mas não há um padrão em resposta ao manejo do gado. Os resultados com relação aos efeitos do pastoreio nas populações das demais espécies não foram conclusivos pois estas são pouco frequentes ou ocorrem em baixa densidade. Entretanto, em nível de comunidade, o manejo do gado pode influenciar a composição florística do sub-bosque, através da alteração no tipo de cobertura do solo. Nos sítios em que o pastoreio é mais intenso, há um favorecimento das espécies melhor adaptadas (gramíneas), em detrimento das espécies susceptíveis a herbivoria (plântulas de espécies herbáceas e pteridófitas). Além disso, a entrada de gado nos fragmentos aumenta a compactação do solo, que pode influenciar a germinação de sementes e o estabelecimento de plântulas, mas isso precisa ser melhor avaliado.

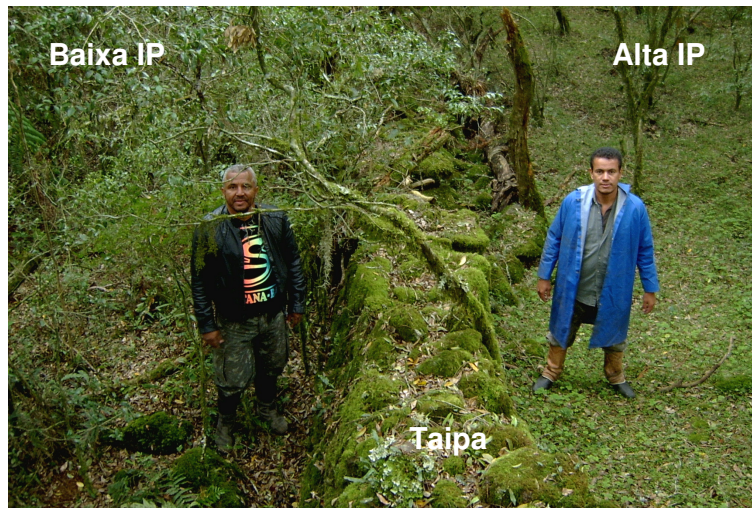
Referências Bibliográficas:

- BROWER, J. E.; ZAR, J. H.; VON ENDE, C. N. **Field and laboratory methods for general ecology**: WCB Publishers, 1989, 237 p.
- BURNS, B. R. Fire induced dynamics of *Araucaria araucana* in *Nothofagus antarctica* forest in the Southern Andes. **Journal of Biogeography**, v.20, n.6, p.669-685, 1993.
- COUGHENOUR, M. B. Graminoid responses to grazing by large herbivores: adaptations, ex-adaptations and interacting processes. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v.72, p.852-863, 1985.
- DOLLING, A. H. U. Interference of bracken (*Pteridium aquilinum* L. Kuhn) with Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) and Norway spruce (*Picea abies* L. Karst.) seedling establishment. **Forest Ecology and Management**, v.88, n.3, p.227-235, 1996.
- DUARTE, L. D. & DILLENBURG, L. R. Ecophysiological responses of *Araucaria angustifolia* (Araucariaceae) seedlings to different irradiance levels. **Australian Journal of Botany**, v.48, n.4, p.531-537, 2000.
- EINIG, W.; MERTZ, A.; HAMPP, R. Growth rate, photosynthetic activity, and leaf development of Brazil pine seedlings (*Araucaria angustifolia* Bert. O. Ktze.). **Plant Ecology**, v.143, n.1, p.23-28, 1999.
- ENRIGHT, N. J.; MILLER, B. P.; PERRY, G. L. W. Demography of the long-lived conifer *Agathis ovata* in maquis and rainforest, New Caledonia. **Journal of Vegetation Science**, v.14, n.5, p.625-636, 2003.
- EVANS, D. M.; REDPATH, S. M.; ELSTON, D. A.; EVANS, S. A.; MITCHELL, R. J.; DENNIS, P. To graze or not to graze? Sheep, voles, forestry and nature conservation in the British uplands. **Journal of Applied Ecology**, v.43, n.3, p.499-505, 2006.
- GATSUK, L. E.; SMIRNOVA, O. V.; VORONTZOVA, L. I.; ZAUGOLNOVA, L. B.; ZHUKOVA, L. A. Age states of plants of various growth forms - a review. **Journal of Ecology**, v.68, n.2, p.675-696, 1980.
- GHORBANI, J.; LE DUC, M. G.; MCALLISTER, H. A.; PAKEMAN, R. J.; MARRS, R. H. Effects of the litter layer of *Pteridium aquilinum* on seed banks under experimental restoration. **Applied Vegetation Science**, v.9, p.127-136, 2006.

- HEGLAND, S. J.; VAN LEEUWEN, M.; OOSTERMEIJER, J. G. B. Population structure of *Salvia pratensis* in relation to vegetation and management of Dutch dry floodplain grasslands. **Journal of Applied Ecology**, v.38, n.6, p.1277-1289, 2001.
- ICHASO, C. L. F. & GUIMARÃES, E. F. Cletráceas. In: REITZ, P. R. (Ed.). **Flora ilustrada catarinense**. Itajaí, SC: Herbário Barbosa Rodrigues, 1975. p. 19.
- KLEIJN, D. & STEINGER, T. Contrasting effects of grazing and hay cutting on the spatial and genetic population structure of *Veratrum album*, an unpalatable, long-lived, clonal plant species. **Journal of Ecology**, v.90, n.2, p.360-370, 2002.
- LEMMON, P. E. A new instrument for measuring forest overstory density. **Journal of Forestry**, v.55, n.9, p.667-668, 1957.
- LIEBSCH, D. & ACRA, L. A. Riqueza de espécies de sub-bosque de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista em Tijucas do Sul, PR. **Ciência Florestal**, v.14, n.1, p.67-76, 2004.
- MACHADO, R. E. **Padrões vegetacionais em capões de Floresta com Araucária no planalto nordeste do Rio Grande do Sul, Brasil**. 2004. 164 f. (Dissertação de Mestrado). Programa de Pós-graduação em Ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- MARRS, R. H. & WATT, A. S. Biological flora of the British Isles: *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn. **Journal of Ecology**, v.94, n.6, p.1272-1321, 2006.
- MAUHS, J. **Fitossociologia e regeneração natural de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista exposto a perturbações antrópicas**. 2002. 66 f. (Dissertação de Mestrado). UNISINUS, São Leopoldo, RS.
- MEIRA NETO, J. A. A.; SOUZA, A. L.; LANA, J. M.; VALENTE, G. E. Floristic composition, biological spectrum and phytophysiognomy of muçununga vegetation at Caravelas and Mucuri municipalities, Bahia state, Brazil. **Revista Árvore**, v.29, n.1, p.139-150, 2005.
- MILLER, C. & WELLS, A. Cattle grazing and the regeneration of totara (*Podocarpus totara* var. *waihoensis*) on river terraces, south Westland, New Zealand. **New Zealand Journal of Ecology**, v.27, n.1, p.37-44, 2003.
- MOREIRA-SOUZA, M. & CARDOSO, E. J. B. N. Método prático para germinação de sementes de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. **Scientia Agricola**, v.60, n.2, p.389-391, 2003.

- RELVA, M. A. & VEBLEN, T. T. Impacts of introduced large herbivores on *Austrocedrus chilensis* forests in northern Patagonia, Argentina. **Forest Ecology and Management**, v.108, n.1-2, p.27-40, 1998.
- SILVA, U. D. S. R. & MATOS, D. M. S. The invasion of *Pteridium aquilinum* and the impoverishment of the seed bank in fire prone areas of Brazilian Atlantic Forest. **Biodiversity and Conservation**, v.15, n.9, p.3035-3043, 2006.
- SOARES, R. V. Considerações sobre a regeneração natural da *Araucaria angustifolia*. **Revista Floresta**, v.10, n.2, p.12-18, 1979.
- SOUZA, V. A. & HATTEMER, H. H. Fenologia reprodutiva de *Araucaria angustifolia* no Brasil. **Boletim de Pesquisa Florestal**, v.47, p.19-32, 2003.
- SUN, D.; DICKINSON, G. R.; BRAGG, A. L. Effect of cattle grazing and seedling size on the establishment of *Araucaria cunninghamii* in a silvo-pastoral system in northeast Australia. **Journal of Environmental Management**, v.49, n.4, p.435-444, 1997.
- TABARELLI, M. & MANTOVANI, W. A regeneração de uma floresta tropical montana após corte e queima (São Paulo-Brasil). **Revista Brasileira de Biologia**, v.59, n.2, p.239-250, 1999.
- VARGAS, O.; PREMAUER, J.; CÁRDENAS, C. A. Efecto del pastoreo sobre la estructura de la vegetación en un paramo húmedo de Colombia. **Ecotrópicos**, v.15, n.1, p.35-50, 2002.
- WATKINSON, A. R. Plant population dynamics. In: CRAWLEY, M. J. (Ed.). **Plant population dynamics**. Oxford: Blackwell Science, 1997. p. 559-400.
- WILSON, H. D. Regeneration of native forest on Hinewai reserve, Banks peninsula. **New Zealand Journal of Botany**, v.32, n.3, p.373-383, 1994.

a)



b)

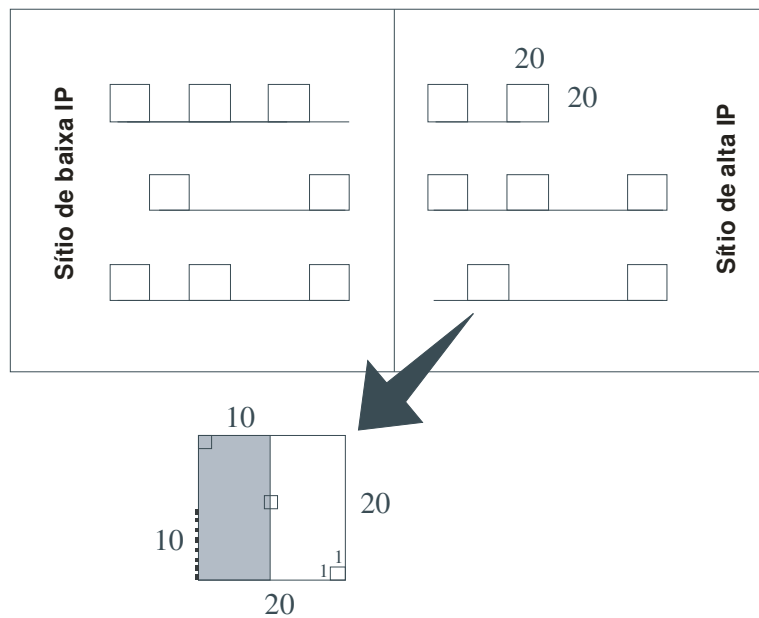


Figura 1: a) Foto mostrando as diferenças entre sítios de baixa e alta intensidade de pastoreio (IP) separados por taipa dentro de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista na área de influência indireta do AHE Barra Grande. b) Desenho experimental para a amostragem da estrutura de populações de espécies arbóreas e de variáveis ambientais em um fragmento que possui no seu interior, um sítio de baixa IP e um sítio de alta IP. No desenho inferior é apresentado um esquema em detalhe das sub-amostras em cada parcela. Na área em cinza (10 x 20 m) foi contada a quantidade de fezes, nas três sub-parcelas de 1 x 1 m foi medida a compactação do solo e a abertura do dossel. A linha pontilhada no canto inferior esquerdo da parcela representa o transecto de 10 m onde foi estimada a porcentagem de cobertura do solo.

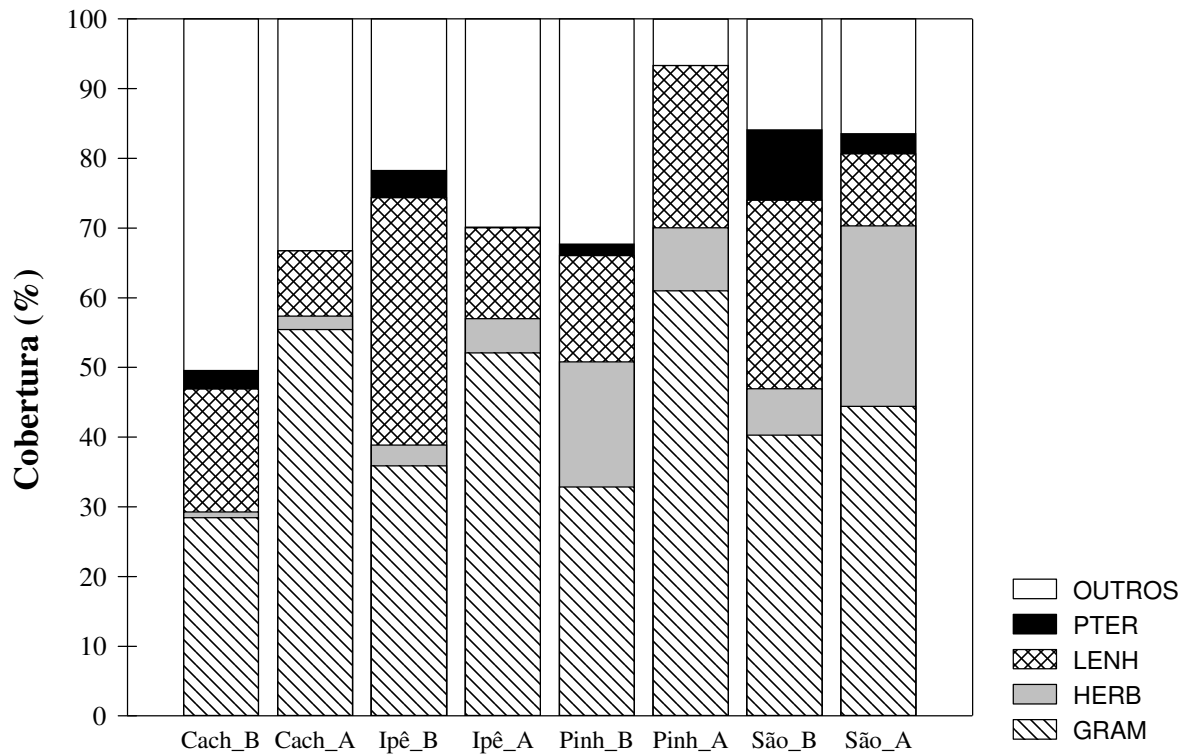


Figura 2: Porcentagem média de cobertura até 50 cm acima do solo de gramíneas, herbáceas, plântulas de espécies lenhosas, pteridófitas e outros (rocha, serrapilheira, solo exposto, raízes, cipós, etc) em áreas em que o pastoreio ocorre em baixa intensidade (B) e em áreas que há alta intensidade de pastoreio (A) nos fragmentos Cachoeirinha (Cach), Ipê, Pinheiros ralos (Pinh) e São Cristóvão (São), de Floresta Ombrófila Mista na área de influência indireta do AHE Barra Grande.

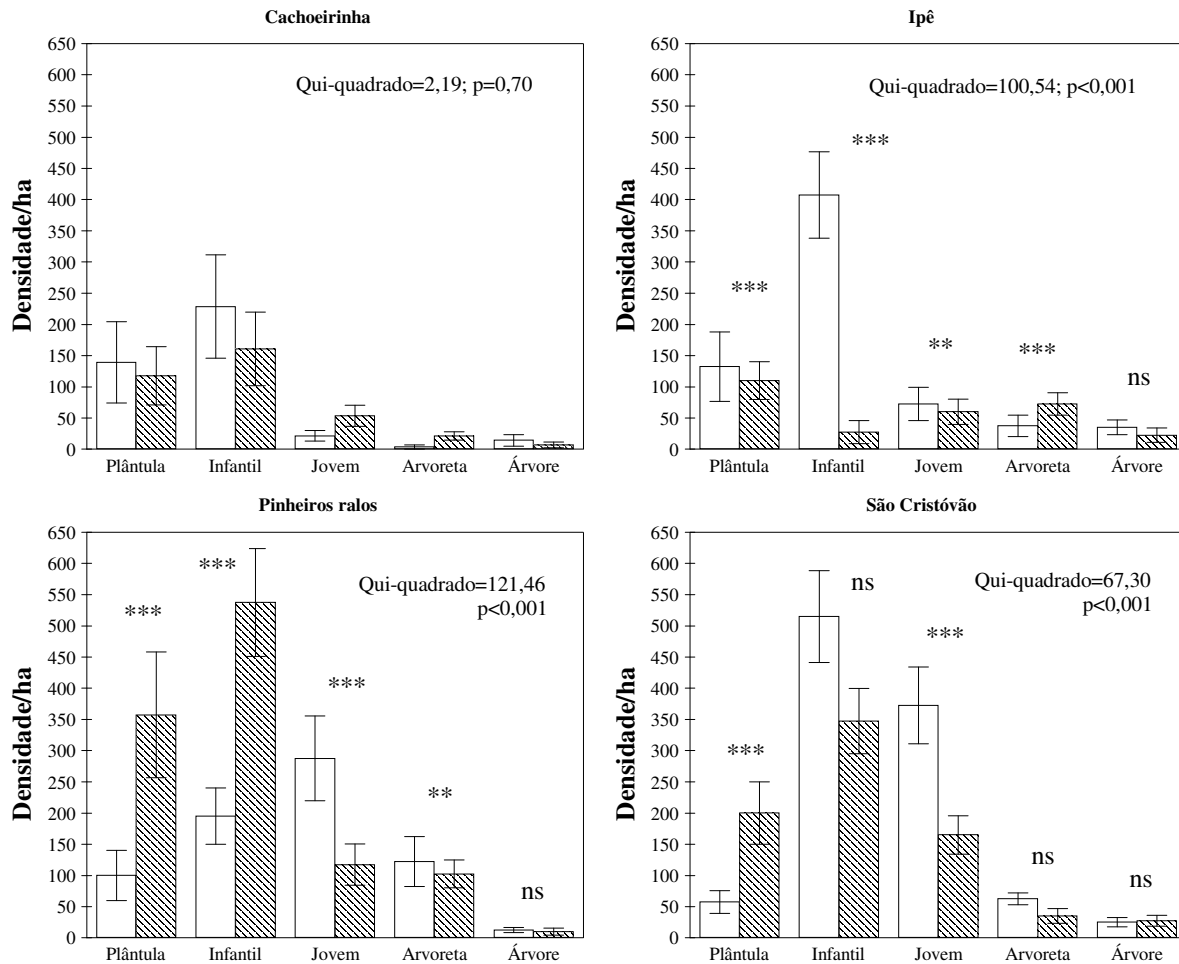


Figura 3. Estrutura da população de *Araucaria angustifolia* em quatro fragmentos (Cachoeirinha, Ipê, Pinheiros ralos e São Cristóvão) de Floresta Ombrófila Mista na área de influência indireta do AHE Barra Grande. Os indivíduos foram classificados em: plântula, com menos de 30 cm de altura; infantil, aqueles de 30 a 100 cm de altura; jovem, com mais de 100 cm de altura e menos de 5 cm de DAS; arvoreta, entre 5 e 30 cm de DAS e; árvore, aqueles com mais de 30 cm de DAS. As barras em branco representam a área de baixa intensidade de pastoreio e as hachuradas, a área do fragmento que há alta intensidade de pastoreio. Resultado da tabela de contingência 2 x 2 para verificar a associação entre a estrutura da população e a intensidade de pastoreio (baixa e alta), utilizando-se o χ^2 como estatística. Quando houve efeito significativo a proporção de indivíduos foi comparada entre áreas de alta intensidade de pastoreio e baixa intensidade de pastoreio em cada fragmento para cada estágio de vida, utilizando-se χ^2 . (**) $0,01 > p > 0,001$; (***) $p < 0,001$; (ns) $p > 0,05$.

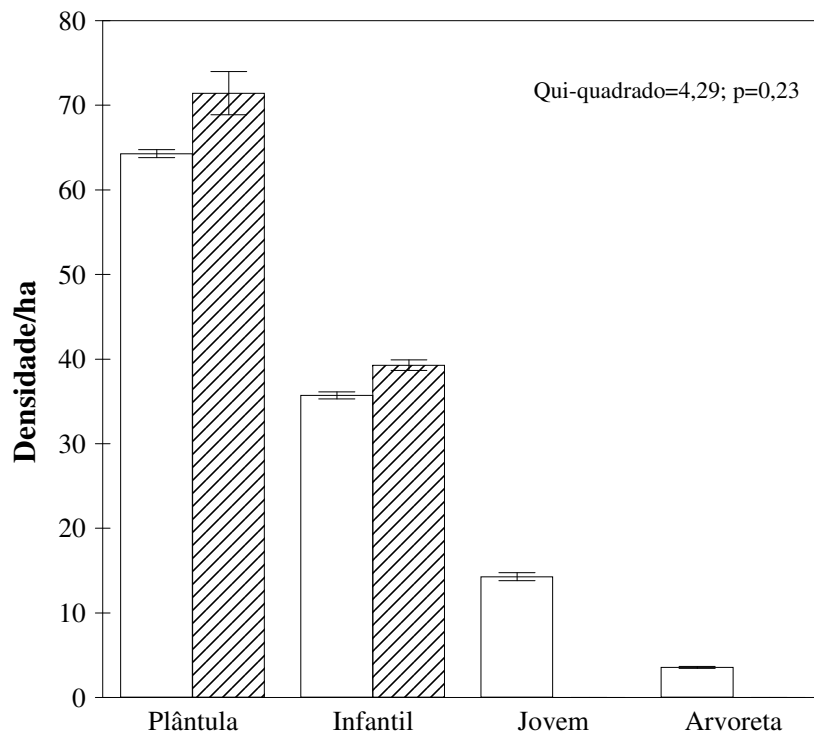


Figura 4: Estrutura da população de *Maytenus ilicifolia* em um fragmento (Cachoeirinha) de Floresta Ombrófila Mista na área de influência indireta do AHE Barra Grande. Para os fragmentos em que a espécie ocorreu em baixa densidade, a estrutura populacional não foi apresentada. Os indivíduos foram classificados em: plântula, com menos de 30 cm de altura; infantil, aqueles de 30 a 100 cm de altura; jovem, com mais de 100 cm de altura e menos de 5 cm de DAS e; arvoreta, entre 5 e 30 cm de DAS. A classe árvore foi excluída, pois o maior indivíduo nos fragmentos amostrados teve 18 cm de DAS. As barras em branco representam a área de baixa intensidade de pastoreio e as hachuradas, a área do fragmento que há alta intensidade de pastoreio. Resultado da tabela de contingência 2 x 2 para verificar a associação entre a estrutura da população e a intensidade de pastoreio (baixa e alta), utilizando-se o χ^2 como estatística.

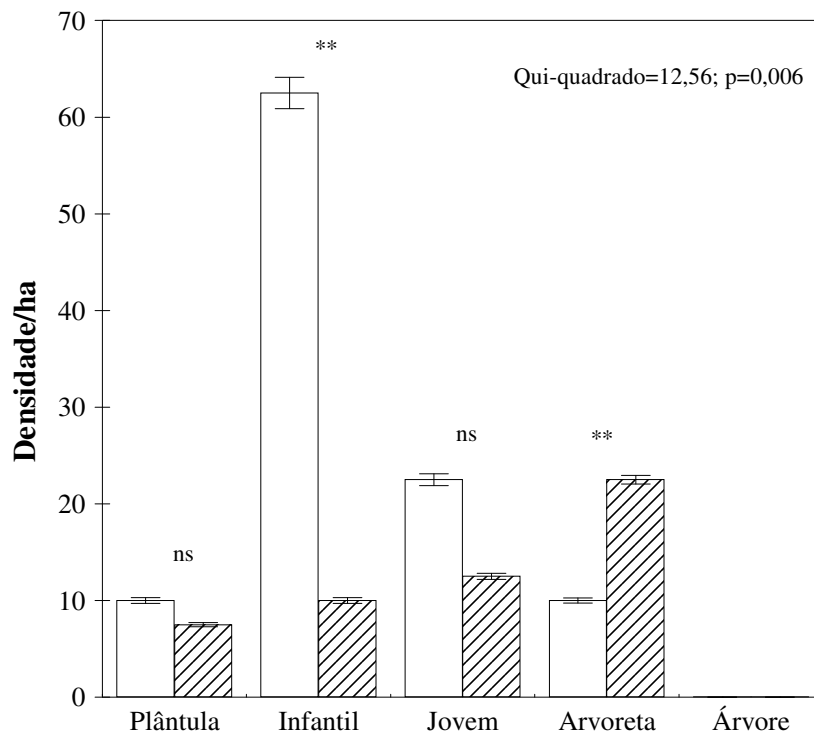


Figura 5: Estrutura da população de *Clethra scabra* em um fragmento (Pinheiros ralos) de Floresta Ombrófila Mista na área de influência indireta do AHE Barra Grande. Os indivíduos foram classificados em: plântula, com menos de 30 cm de altura; infantil, aqueles de 30 a 100 cm de altura; jovem, com mais de 100 cm de altura e menos de 5 cm de DAS; arvoreta, entre 5 e 30 cm de DAS e; árvore, aqueles com mais de 30 cm de DAS. As barras em branco representam a área de baixa intensidade de pastoreio e as hachuradas, a área do fragmento que há alta intensidade de pastoreio. Resultado da tabela de contingência 2 x 2 para verificar a associação entre a estrutura da população e a intensidade de pastoreio (baixa e alta), utilizando-se o χ^2 como estatística. Quando houve efeito significativo a proporção de indivíduos foi comparada entre áreas de alta intensidade de pastoreio e baixa intensidade de pastoreio em cada fragmento para cada estágio de vida, utilizando-se χ^2 . (**) $0,01 > p > 0,001$; (***) $p < 0,001$; (ns) $p > 0,05$.

Tabela 1: Densidade de indivíduos das espécies-alvo e características dos fragmentos de Floresta Ombrófila Mista submetidos a diferentes intensidades e frequência de pastoreio na área de influência indireta do AHE Barra Grande. A presença de gado em um fragmento pode ocorrer durante todo o ano (todas) ou somente no inverno (inv). Em parêntese o erro padrão da média. Letras diferentes para as médias das características do ambiente entre baixa e alta intensidade de pastoreio em um mesmo fragmento representam significância estatística ($p < 0,05$), avaliada através de teste-t. Os valores de abertura do dossel foram transformados por arco seno.

Fazenda	Cachoeirinha		Ipê		Pinheiros ralos		São Cristóvão	
Coordenadas	28°15'45"S		27°54'05"S		27°45'22"S		27°54'23"S	
	50°55'48"W		51°09'18"W		50°59'03"W		51°08'37"W	
Área (ha)	24		19		108		59	
Tempo de pastoreio (anos)	200		40		70		40	
Intensidade de pastoreio	Alta	Baixa	Alta	Baixa	Alta	Baixa	Alta	Baixa
N° de parcelas de 20 x 20 m	7	7	10	10	10	10	10	10
Dens. de gado (cabeças.ha ⁻¹)	1	†	0,5	0,16	0,5	0,21	0,5 a 0,7	††
Época de pastoreio	todas	todas	todas	inv	inv	inv	todas	inv
Dens. de fezes (nº.ha ⁻¹)	629 (127) a	29 (15) b	85 (38)	5 (5)	170 (40) a	25 (25) b	75 (33)	30 (21)
Dens. de cepos (nº.ha ⁻¹)	125 (25)	54 (26)	133 (45) a	18 (10) b	88 (26)	80 (16)	28 (9)	23 (11)
Abertura do dossel (%)	11 (0,9)	9 (0,7)	12 (0,7) a	9 (0,7) b	9 (0,7) a	4 (0,6) b	5 (0,8)	6 (0,2)
Compactação do solo (Kg.cm ²)	3 (0,2) a	1 (0,3) b	1 (0,1) a	0,4 (0,1) b	1 (0,1)	0,8 (0,1)	1,5 (0,2) a	0,4 (0,1) b
<i>Araucaria angustifolia</i> (nº.ha ⁻¹)	361 (133)	407 (169)	293 (98)	685 (180)	1.125 (248)	718 (198)	775 (154)	1.033 (170)
<i>Maytenus ilicifolia</i> (nº.ha ⁻¹)	111 (74)	118 (24)	10 (7)	30 (25)	3 (3)	5 (5)	5 (5)	0
<i>Dicksonia selowiana</i> (nº.ha ⁻¹)	0	11 (7)	0	57 (53)	18 (18)	12 (18)	5 (5)	3 (3)
<i>Clethra scabra</i> (nº.ha ⁻¹)	0	0	0	0	53 (1)	21 (3)	0	0

(†) O gado entra em baixa intensidade e frequência nesta área do fragmento, devido a uma taipa de pedra e a um brejo que dificultam o acesso.

(††) A frequência e densidade de gado foram sempre baixas nesta área do fragmento.

Tabela 2: Resultado da MANOVA (utilizando a estatística de Wilk's Lambda) para a comparação da porcentagem média de cobertura até 50 cm acima do solo de gramíneas, herbáceas e plântulas de espécies lenhosas, em função de duas variáveis dependentes, fragmento (quatro níveis) e intensidades de pastoreio (IP) (dois níveis), foi também testada a interação entre variáveis. Foram utilizados quatro fragmentos de Floresta Ombrófila Mista na área de influência indireta do AHE Barra Grande. As porcentagens foram transformadas por arco seno.

	Fragmento		IP		Interação	
	F	p	F	p	F	p
Modelo	4,49	<0,001	8,75	<0,001	3,83	<0,001
Variáveis dependentes:						
Gramíneas	0,30	0,83	12,34	<0,001	1,33	0,27
Herbáceas	8,18	<0,001	0,96	0,33	3,69	0,02
Plântulas lenhosas	1,85	0,15	17,51	<0,001	6,92	<0,001

Terceira Parte – PREDACÃO DE SEMENTES DE *Araucaria angustifolia* (BERTOL.) KUNTZE (ARAUCARIACEAE) E *Butia eriospatha* (MART. EX DRUDE) BECC. (ARECACEAE) EM PASTAGENS E FRAGMENTOS DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA

Maurício Bonesso Sampaio

INTRODUÇÃO

A regeneração das populações vegetais compreende os eventos que ocorrem desde a dispersão primária das sementes até o estabelecimento de plântulas, período em que existem as mais altas taxas de mortalidade durante todo o ciclo de vida de uma planta (JANZEN, 1971; HARPER, 1977). Uma vez no solo, as sementes grandes como as de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze (Araucariaceae) ($48,8 \pm 0,9$ mm de comprimento; $7,1 \pm 0,2$ g) e *Butia eriospatha* (Mart. ex Drude) Becc. (Arecaceae) ($12,7 \pm 0,2$ mm de diâmetro; $1,5 \pm 0,1$ g) podem estar sujeitas à intensa predação por vertebrados, que é uma das principais causas de mortalidade.

As sementes de *Araucaria angustifolia* são predadas no solo, principalmente por pequenos roedores da família Muridae e por cutias (*Dasyprocta azarae*) (LAMBERTS, 2003). As sementes são também eventualmente predadas pós-dispersão por esquilos (*Sciurus ingrami*), pacas (*Agouti paca*), capivaras (*Hydrochaeris hydrochaeris*), cervídeos (*Mazama* spp.), catetos (*Tayassu tajacu*) e quatis (*Nasua nasua*) (MÜLLER e MACEDO, 1980; KINDEL, 1996; BORDIGNON e MONTEIRO-FILHO, 1999; SOLÓRZANO-FILHO, 2001; LAMBERTS, 2003). Apesar da gralha-azul (*Cyanocorax caeruleus*) ser um importante predador de sementes de *A. angustifolia*, as sementes são removidas, na maioria das vezes, diretamente da árvore reprodutiva (ANJOS, 1991) e raramente são removidas do solo (KINDEL, 1996; LAMBERTS, 2003). Embora haja intensa predação pós-dispersão das sementes de *A. angustifolia*, a germinação é muito rápida, iniciando-se 13 dias após a chegada da semente ao solo (MOREIRA-SOUZA e CARDOSO, 2003). Portanto, quanto menor a velocidade de predação da semente, maior é a chance da semente germinar, escapando da predação.

Os predadores pós-dispersão de sementes de *Butia eriospatha* não são tão bem conhecidos quanto os de *A. angustifolia*, entretanto sabe-se que esquilos (*Sciurus ingrami*) utilizam as sementes (BORDIGNON e MONTEIRO-FILHO, 1999) e há relatos de predação de sementes de *Butia capitata* (Martius) Beccari por raposa-do-campo

(*Lycalopex* spp.), mão-pelada (*Procyon cancrivorus*), lebre (*Lepus capensis*) (Rosa, Castellani and Reis 1998) e cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*) (ALONSO-PAZ et al., 1995)

Os eventos de predação de sementes por vertebrados podem ser influenciados por diversos fatores, como por exemplo: (i) A densidade de sementes no solo (SCHUPP, 1990; TERBORGH et al., 1993; PERES et al., 1997; CHAUVET et al., 2004); (ii) A abundância da assembléia de animais consumidores das sementes (WYATT e SILMAN, 2004; GALETTI et al., 2006); (iii) A presença ou ausência de polpa carnosa envolvendo o fruto (SILVA e TABARELLI, 2001; SILVIUS e FRAGOSO, 2002; GUIMARAES et al., 2005; GUIMARÃES et al., 2006); (iv) A época que a semente chega ao solo, que é importante para espécies que frutificam em massa, cujos predadores podem ser saciados nos períodos de maior disponibilidade de sementes (FORGET et al., 1999); (v) A estação do ano em que ocorre a dispersão natural das sementes, pois em ambientes sub-tropicais, os vertebrados predadores podem ter menor atividade no auge do inverno (KOLLMANN et al., 1998; MCCORMICK e MEINERS, 2000).

Para avaliar mais especificamente alguns fatores importantes que podem influenciar a predação de sementes de *Araucaria angustifolia* e *Butia eriospatha* por vertebrados, em fragmentos de Floresta Ombrófila Mista e em pastagens no médio Rio Pelotas – SC/RS, foram testadas quatro hipóteses: (i) A predação das sementes de *A. angustifolia* e *B. eriospatha* por vertebrados difere entre habitats sujeitos a diferentes intensidades de pastoreio dentro de fragmentos florestais. Os fragmentos de Floresta Ombrófila Mista, remanescentes em fazendas do sul do Brasil são freqüentemente usados para o manejo do gado criado extensivamente (MAUHS, 2002; LIEBSCH e ACRA, 2004; MACHADO, 2004), sobretudo no inverno, quando as pastagens possuem baixa biomassa verde. Além disso, os fragmentos têm sido utilizados pelos bovinos como abrigo contra temperaturas extremas. Uma vez dentro do fragmento, o gado alimenta-se de frutos e sementes palatáveis de algumas espécies vegetais. Além desse efeito direto, o pastoreio causa modificações no habitat, que podem influenciar o comportamento dos predadores naturais das sementes. Em sítios sujeitos ao pastoreio há o favorecimento de gramíneas em detrimento das espécies susceptíveis à herbivoria, como plântulas de espécies arbóreas e pteridófitas (SAMPAIO e GUARINO, 2007). Essas modificações dentro dos fragmentos podem influenciar a atividade dos predadores de sementes. Por exemplo, em uma savana semi-árida na Índia, sítios sujeitos ao gado possuem maior densidade de tocas de

roedores predadores de sementes do que em sítios isolados do gado, portanto, há cinco vezes mais predação de sementes no sítio sujeito ao pastoreio (WADA et al., 1995).

(ii) A predação de sementes de *A. angustifolia* e *B. eriospatha* difere entre pastagem e floresta. Durante a conversão de habitats nativos para áreas de produção agropecuária, alguns indivíduos de determinadas espécies vegetais que ocorriam naturalmente nas florestas e Campos Naturais são mantidos nessas áreas após a conversão do habitat, por possuírem função de sombreamento ao gado, por serem fonte fácil de madeira, ou porque produzem frutos que servem de alimento aos bovinos e/ou ao homem. Esse é o caso de *A. angustifolia* e *B. eriospatha*, que ocorrem naturalmente tanto na Floresta Ombrófila Mista, quanto nos Campos Naturais (REITZ, 1974; HENDERSON et al., 1995; LORENZI et al., 2004) no Planalto Serrano Catarinense e nos Campos de Cima da Serra. Apesar de essas duas espécies ocorrerem naturalmente nesses dois habitats distintos, pouco se conhece sobre a capacidade de regeneração das populações nestes ambientes, entretanto, sabe-se que a comunidade de vertebrados predadores de sementes varia ao longo do gradiente formado desde o interior de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista até a pastagem adjacente (BADISSERA e GANADE, 2005) e, portanto, é esperado que haja uma variação na predação de sementes de *B. eriospatha* e *A. angustifolia* entre floresta e campo.

(iii) A polpa carnosa que envolve as sementes de *B. eriospatha* pode atrair os vertebrados predadores, aumentando a chance de remoção das sementes (SILVA e TABARELLI, 2001; SILVIUS e FRAGOSO, 2002; GUIMARAES et al., 2005; GUIMARÃES et al., 2006);

(iv) A época que a semente de *A. angustifolia* chega ao solo influencia a taxa de predação. A predação de sementes pode ser menor durante o auge do que no início e final do período de dispersão natural para espécies que frutificam em massa e que sustentam uma grande parcela da comunidade de vertebrados, devido à saciação dos predadores (KELLY, 1994; FORGET et al., 1999). Além disso, a taxa de predação das sementes pode ser influenciada pela estação climática. Em ambientes subtropicais onde o inverno é rigoroso, a atividade dos predadores pode variar muito ao longo do ano, sendo que ocorre menor atividade no auge do inverno (KOLLMANN et al., 1998; MCCORMICK e MEINERS, 2000). *A. angustifolia* inicia a atividade reprodutiva em abril, no início do outono e permanece dispersando as sementes durante todo o inverno, até setembro, quando começa a primavera (MANTOVANI et al., 2004), sendo maio o mês com maior

disponibilidade de sementes no solo (LAMBERTS, 2003). Portanto, espera-se que a predação de sementes de *A. angustifolia* ocorra em menor intensidade no auge do inverno, quando os predadores vertebrados possuem menor atividade e que coincide com o auge do período de dispersão natural das sementes, que pode contribuir para saciar os predadores que estiverem ativos neste período.

Conhecer a intensidade em que ocorre a predação das sementes de *A. angustifolia* e *B. eriospatha* por vertebrados e conhecer os fatores que influenciam a predação em diferentes habitats são fundamentais para subsidiar ações de conservação *in situ* das populações remanescentes e também para propor ações de re-introdução eficientes para essas duas espécies listadas como ameaçadas de extinção (NOBLICK, 1998; FARJON, 2006).

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos de predação de sementes foram realizados em quatro fragmentos pequenos (13 a 19 ha) de Floresta Ombrófila Mista rodeados por pastagens, que pertencem às fazendas Cachoeirinha (28°15'45"S – 050°55'48"W), Ipê (27°54'05"S – 051°09'18"W), São Cristóvão (27°54'44"S – 051°08'37"W) e Gateados (27°59'21"S – 050°48'21"W). Informações adicionais sobre a caracterização da área de estudo e do habitat de cada fragmento podem ser encontrados em Sampaio & Guarino (2007). Os três primeiros fragmentos possuíam no seu interior piquetes contíguos com diferentes intensidades de pastoreio (IP) por bovinos, separados através de cerca, que evitava a passagem do gado entre piquetes há pelo menos 40 anos (Figura 1). Havia sinais de pastoreio em ambos os piquetes de um mesmo fragmento, entretanto, de um lado havia alta IP, enquanto que do outro, baixa IP. No fragmento da fazenda Gateados, o gado não entrava há mais de 13 anos e não havia piquetes no seu interior. Assim, o desenho amostral consistiu de três áreas, cada uma contendo três tratamentos: floresta com alta IP; floresta com baixa IP e pastagem (Figura 1). Adicionalmente, no fragmento da fazenda Gateados houve apenas dois tratamentos: campo sem pastoreio e floresta sem pastoreio.

As sementes maduras utilizadas foram coletadas em mais de 10 indivíduos, distantes pelo menos 20 m entre si, nas proximidades dos fragmentos amostrados, alguns dias antes de utilizar as sementes no experimento. As sementes de *A. angustifolia* utilizadas tiveram em média $7,1 \pm 0,2$ g de peso, $48,8 \pm 0,9$ mm de comprimento e $19,5 \pm$

0,3 mm de diâmetro (N=30), enquanto que as sementes de *B. eriospatha* pesaram em média $1,5 \pm 0,1$ g e tiveram $12,7 \pm 0,2$ mm de diâmetro (N=30).

Em cada tratamento de cada área foram estabelecidos aleatoriamente 10 pontos amostrais distantes pelo menos 10 m (Figura 1). Em abril de 2007, foram colocados sobre a serrapilheira em cada ponto, 10 frutos de *B. eriospatha* com polpa, 10 frutos de *B. eriospatha* sem polpa e 10 sementes de *A. angustifolia*. As sementes de cada tipo de propágulo foram colocadas dentro de uma cinta quadrada de 25 cm de lado e 10 cm de altura, feita com tela de nylon (malha = 1 mm). As cintas foram presas ao solo por grampos de metal e tiveram a parte superior aberta, de forma a evitar a remoção das sementes pela chuva, mas não impedir a remoção pelos predadores vertebrados. Foi feito um corte com tesoura de poda na base das sementes de *A. angustifolia*, de forma que não prejudicasse a germinação e que estas pudessem ser discriminadas de outras sementes de *A. angustifolia* que eventualmente caíssem dentro das cintas. Não foi necessário marcar os frutos de *B. eriospatha*, pois não houve indivíduos reprodutivos desta espécie em nenhuma das quatro áreas. Os propágulos colocados no solo em abril foram checados em maio, quando foi contado o número de propágulos predados. Neste estudo foram considerados predados os propágulos encontrados com mordidas de vertebrados e também, aqueles removidos, ou seja, que não foram encontrados dentro ou nas proximidades (1 m de raio) do ponto amostral (veja explicação na discussão).

Para avaliar se existe influência da época que a semente de *A. angustifolia* chega ao solo na taxa de predação das sementes foi testado um segundo período de dispersão (maio a julho), além do período de abril a maio. Em maio de 2007, foi acrescentada uma nova cinta em cada ponto contendo 10 sementes de *A. angustifolia*. As sementes foram checadas em julho de 2007, quando os propágulos remanescentes foram contados em todos os pontos.

Para comparar a velocidade de predação de sementes entre tratamentos e entre fragmentos, em julho de 2007 foi acrescentada mais uma cinta contendo 10 sementes de *A. angustifolia* em cada ponto amostral. Essas sementes foram avaliadas no 2º, 8º e 16º dias após serem colocadas no solo.

A taxa de predação dos propágulos foi comparada entre tratamento, fragmento e período pelo teste ANOVA de três fatores. Foi usado o teste ANOVA de medidas repetidas para avaliar se há efeito dos tratamentos na data de predação das sementes. O fragmento Gateados foi analisado separadamente, pois teve desenho amostral incompleto. Antes de todas as análises, a proporção de sementes removidas foi

ordenada, pois esta variável não atingiu a normalidade mesmo quando transformada por Arco seno.

RESULTADOS

Araucaria angustifolia – Em média foram predadas $88 \pm 2\%$ das sementes nos pontos amostrais nos dois períodos (Figura 2). A predação das sementes não diferiu significativamente entre os períodos (abril-maio e maio-julho) ($F=1,09$; $p=0,30$) e não houve interação entre período e área (Cachoeirinha, Ipê e São Cristóvão) ($F=0,07$; $p=0,94$), entre período e tratamento (alta IP, baixa IP e pastagem) ($F=0,94$; $p=0,39$) e nem entre período, tratamento e área ($F=1,21$; $p=0,31$; Figura 2). Porém, a predação variou entre áreas ($F=32,80$; $p<0,001$), entre tratamentos ($F=62,14$; $p<0,001$) e houve interação entre área e tratamento ($F=25,61$; $p<0,001$; Figura 2). Na fazenda Cachoeirinha a predação de sementes foi menor do que nas fazendas São Cristóvão e Ipê nos dois períodos. As sementes de *A. angustifolia* foram menos predadas na pastagem do que na floresta ($p<0,001$), mas não houve diferença na predação de sementes entre os dois sítios dentro da floresta com diferentes intensidades de pastoreio ($p=0,94$; Figura 2). Ocorreu interação entre área e tratamento, pois a predação foi menor na pastagem em Cachoeirinha do que em todos os outros locais ($p<0,001$). Em Gateados, cujo gado foi excluído há mais de 13 anos, também houve maior predação de sementes de *A. angustifolia* na pastagem do que na floresta nos dois anos (Figura 2). Além disso, a predação na floresta e na pastagem de Gateados foi similar à encontrada nas florestas das fazendas Ipê e São Cristóvão, mesmo nos ambientes sujeitos à alta intensidade de pastoreio (Figura 2). Somente uma semente germinou (0,09%; $n=1.100$) das que foram colocadas no solo em abril. Entre as que foram colocadas no solo em maio, germinaram quatro (0,36%; $n=1.100$), sendo duas na pastagem em Cachoeirinha.

A quantidade de sementes de *A. angustifolia* predadas aumentou significativamente durante os dias em que ficaram no campo (ANOVA de medidas repetidas; $F=206,2$; $p<0,001$), até o 16º dia, quando em média $83 \pm 7\%$ (mín.=24% e máx.=100%) das sementes já estavam predadas (Figura 3). Esse aumento no número de sementes predadas diferiu entre áreas ($F=6,2$; $p=0,003$), entre tratamentos ($F=37,3$; $p<0,001$) e houve também interação entre área, tratamento e tempo ($F=5,1$; $p<0,001$). Na pastagem em Cachoeirinha, a predação foi mais lenta do que em todos os outros locais (Figura 3), sendo que no 16º dia ainda havia 76% das sementes intactas. A predação de

sementes foi significativamente menor na pastagem do que na floresta com baixa intensidade de pastoreio em três das quatro áreas, sendo que em Gateados a diferença não foi significativa (Figura 3). Somente na fazenda São Cristóvão houve diferença significativa na velocidade de predação de sementes, entre sítios de alta e baixa intensidade de pastoreio dentro da floresta (Figura 3). Dentre 1.100 sementes colocadas no solo em julho, apenas cinco germinaram (0,45%), sendo duas na pastagem e uma no fragmento da fazenda Cachoeirinha. As outras duas sementes germinaram no fragmento de São Cristóvão. A germinação de duas sementes foi observada no oitavo dia e as outras três no 16º dia.

Butia eriospatha – As taxas de predação de propágulos com polpa ($44,9 \pm 4\%$) e sem polpa ($40,6 \pm 4,4\%$) não diferiram significativamente ($F=0,2$; $p=0,6$). Entretanto, a taxa de predação diferiu entre áreas ($F=44,5-103,1$; $p<0,001$), entre tratamentos ($F=17,5-98,2$; $p<0,001$) e houve interação entre área e tratamento ($F=6,7-24,6$; $p<0,001$; Figura 4). Cachoeirinha teve menor taxa de predação de frutos com e sem polpa ($p<0,001$) do que os outros dois fragmentos, Ipê e São Cristóvão, que não diferiram entre si ($p=0,4-0,8$). A predação dos propágulos foi menor na pastagem do que na floresta ($p<0,001$), mas não houve diferença significativa entre os sítios da floresta com alta e baixa intensidade de pastoreio ($p=0,8-0,9$; Figura 4). No fragmento da fazenda Gateados, cujo gado foi excluído há mais de 13 anos, o resultado foi semelhante aos demais fragmentos, ou seja, houve maior predação na pastagem ($29,3 \pm 7,5\%$) do que na floresta ($81,7 \pm 6,4\%$; $F=42,7$; $p<0,001$). Além disso, o número de propágulos predados na floresta e na pastagem de Gateados, onde o gado não entrava a mais de 13 anos, foi similar ao encontrado nas florestas das fazenda Ipê e São Cristóvão, mesmo nos ambientes sujeitos à alta intensidade de pastoreio (Figura 4). Até julho nenhuma semente de *B. eriospatha* tinha germinado.

DISCUSSÃO

A remoção das sementes de *Araucaria angustifolia* e *Butia eriospatha* provavelmente implicou em predação (mortalidade da semente), pois foram encontrados vários propágulos das duas espécies próximos aos pontos amostrais (< 1 m de raio) com o endosperma e o embrião apresentando sinais de mordidas de vertebrados (Figura 5). Além disso, de acordo com o estudo de Lamberts (2003), as sementes de *A. angustifolia*

são removidas principalmente por pequenos roedores da família Muridae, que carregam em média por 5 m cerca de 68% das sementes encontradas no chão e as enterram a mais de 10 cm de profundidade. Em 99% dos casos, as sementes removidas por esses pequenos roedores acabam sendo predadas. Cutias (*Dasyprocta azarae*) são o segundo principal predador, removem 15% das sementes de *A. angustifolia*, sendo que danificam 68% assim que as removem do solo e enterram as demais. As sementes enterradas são na sua maioria re-encontradas posteriormente e utilizadas para a alimentação (LAMBERTS, 2003). Para *B. eriospatha* não se sabe muito sobre o comportamento dos vertebrados predadores das sementes, como esquilos (*Sciurus ingrami*) (BORDIGNON e MONTEIRO-FILHO, 1999), raposa-do-campo (*Lycalopex spp.*), mão-pelada (*Procyon cancrivorus*), lebre (*Lepus capensis*) (ROSA et al., 1998) e cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*) (ALONSO-PAZ et al., 1995).

As sementes de *A. angustifolia* foram intensamente predadas e poucas germinaram. Apesar da baixa taxa de germinação, ocorre regeneração natural das populações nos quatro fragmentos amostrados, cuja densidade de plântulas de *A. angustifolia* varia de 50 a 350 por hectare (SAMPAIO e GUARINO, 2007). A baixa taxa de germinação das sementes ocorreu principalmente devido à alta taxa de predação. Além disso, o período de acompanhamento (um mês) foi curto, pois apesar da germinação iniciar após 13 dias (MOREIRA-SOUZA e CARDOSO, 2003), as sementes permanecem germinando por mais de 120 dias no campo (LAMBERTS, 2003). Portanto, após o período de amostragem ainda poderia haver sementes viáveis no solo. Para *B. eriospatha* a predação das sementes não deve ter sido uma causa da ausência de germinação, pois menos de 50% das sementes foram predadas. As sementes das palmeiras do gênero *Butia* não germinam facilmente (CARPENTER, 1988; BROCHAT, 1998).

Com base nos resultados encontrados foi rejeitada a primeira hipótese deste estudo “A predação de sementes de *A. angustifolia* e *B. eriospatha* difere entre habitats sujeitos a diferentes intensidades de pastoreio dentro de fragmentos florestais”, pois a taxa de predação das sementes das duas espécies não variou entre sítios de um mesmo fragmento, sujeitos a diferentes intensidades de pastoreio, sendo este resultado consistente para os três fragmentos avaliados. A predação pode ter sido semelhante entre os sítios de diferentes intensidades de pastoreio, pois os sítios são contíguos dentro dos fragmentos e, apesar de serem cercados com arame farpado ou com taipa de pedra, não são isolados à movimentação dos vertebrados predadores das sementes dessas duas espécies. Mesmo havendo diferenças na cobertura do solo entre sítios, os predadores

podem utilizar o fragmento inteiro para forrageamento. Além disso, não houve variação entre sítios de diferentes intensidades de pastoreio, pois o gado não é um importante predador de sementes de *A. angustifolia* e de *B. eriospatha*, já que na pastagem, onde supostamente há maior atividade de pastoreio, ocorreu menor predação de sementes do que nos demais sítios dentro dos fragmentos. De acordo com (RIVAS e BARILANI, 2004), o manejo do gado nas áreas de Campo Nativo é o principal fator limitante para a regeneração de *Butia capitata* no Uruguai. Provavelmente o gado pisoteie ou se alimente das folhas das plântulas, impedindo o seu crescimento, além disso, os campos manejados são mais sujeitos ao fogo que causam a mortalidade de plântulas, mas os bovinos não são os principais predadores das sementes.

A diferença na intensidade e duração do manejo do gado entre fragmentos distintos pode influenciar na predação de sementes. O fragmento da fazenda Cachoeirinha foi submetido a uma intensidade de pastoreio (1 cabeça.ha⁻¹) maior do que nos demais fragmentos (0 a 0,7 cabeça.ha⁻¹) e durante um período de tempo muito mais longo (200 anos) do que nos outros fragmentos (40 a 70 anos) (SAMPAIO e GUARINO, 2007). Essa diferença pode ter resultado em uma menor abundância de vertebrados predadores das sementes de *A. angustifolia* e *B. eriospatha* em Cachoeirinha do que nos demais fragmentos, que explicaria a diferença na taxa de predação de propágulos.

Algumas sementes de *A. angustifolia* podem ter chance de escapar da predação por vertebrados se germinarem rapidamente, entre o 8º e o 13º dia depois de chegarem ao solo, pois até o oitavo dia ainda há 30 ± 9% das sementes intactas. Essa diferença no tempo de germinação pode ser um fator determinante da densidade de regenerantes em determinados sítios. Entretanto, não houve diferença no tempo de germinação entre os sítios com alta e baixa intensidade de pastoreio para dois dos três fragmentos avaliados (Figura 3). Em São Cristóvão, os predadores parecem ser muito mais ativos no sítio de baixa intensidade de pastoreio do que de alta intensidade de pastoreio, apesar da taxa final de predação de sementes após um mês, não diferir entre os sítios (Figura 2).

A segunda hipótese do estudo foi confirmada “A predação de sementes de *A. angustifolia* e *B. eriospatha* difere entre pastagem e floresta”, pois de forma geral os vertebrados predadores de sementes de *A. angustifolia* e *B. eriospatha* tiveram maior atividade nas florestas do que nas pastagens, o que explicaria a maior predação de sementes dentro das florestas. Além da menor predação, as pastagens possuem características do microhabitat, como temperatura, umidade e luz, que possibilitam a germinação das sementes de *A. angustifolia*, apesar das sementes desta espécie serem

recalcitrantes e sensíveis à dessecação pelo calor (MOREIRA-SOUZA e CARDOSO, 2003).

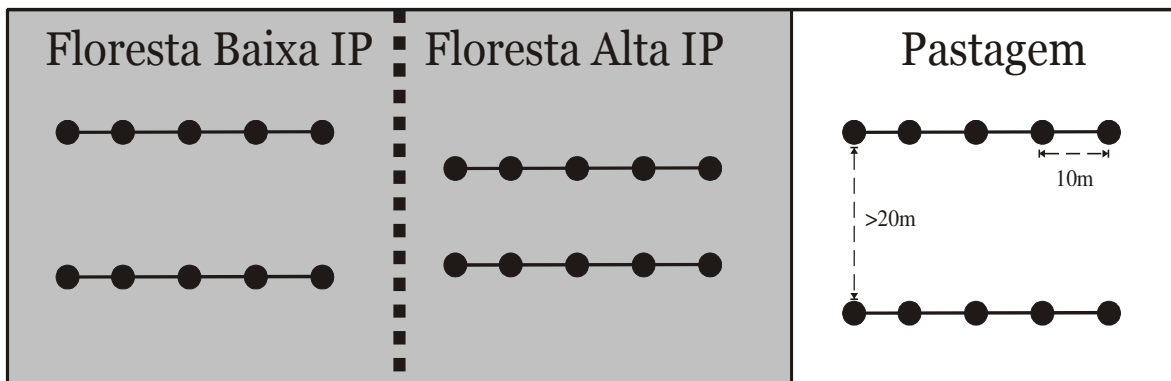
A terceira hipótese do estudo “A polpa que envolve as sementes de *B. eriopatha* pode atrair os predadores, aumentando a chance de remoção das sementes” não foi confirmada, pois não houve diferença nas taxas de predação de propágulos de *B. eriopatha* com polpa e sem polpa, o que corrobora com os resultados encontrados por Guimarães et al (2006), estudando as sementes de *Hymenaea courbaril* L.

A última hipótese “A época que a semente de *A. angustifolia* chega ao solo influencia na taxa de remoção” também não foi confirmada, pois a taxa de predação de sementes não variou entre os dois períodos de estudo, o que confirma os resultados obtidos por Lamberts (2003). A maioria das outras espécies arbóreas que sustentam uma grande assembléia de vertebrados frugívoros possui maior taxa de predação de sementes nos período de menor abundância de sementes – início e final do período de dispersão natural – enquanto que quando ocorre o pico na produção de sementes, os predadores são saciados e a taxa de predação diminui (KELLY, 1994). Além disso, a atividade dos roedores predadores de sementes é menor no auge do inverno, contribuindo pra reduzir a predação de sementes. Para *A. angustifolia* o período de dispersão natural das sementes se inicia em abril, no começo do outono e a dispersão permanece durante todo o inverno, até setembro, quando começa a primavera (MANTOVANI et al., 2004), sendo maio o mês de maior disponibilidade de sementes no solo (LAMBERTS, 2003). Portanto, no período de maio a junho, quando ocorre o pico de produção de sementes e o auge do inverno, a predação de sementes deveria ser menor do que no período de abril a maio, quando há baixa disponibilidade de sementes e os predadores estão mais ativos. Porém a taxa de predação de sementes de *A. angustifolia* foi alta durante os dois períodos, provavelmente, pois os frutos dessa espécie são o principal recurso alimentar disponível para vários vertebrados frugívoros durante o inverno, que é um período de baixa ou nenhuma atividade reprodutiva de outras espécies arbóreas que possuem dispersão zoocórica na Floresta Ombrófila Mista (PAISE e VIEIRA, 2005).

CONCLUSÃO

As sementes de *Araucaria angustifolia* são intensamente predadas pós-dispersão por vertebrados, principalmente até o 16º dia no solo, sendo a predação o principal fator limitante para a germinação. A predação de sementes de *A. angustifolia* não varia ao

longo do período natural de dispersão, como o que ocorre pra outras espécies cujos frutos sustentam uma grande assembléia de vertebrados que são saciados em períodos de alta produção de sementes, ou que possuem redução sazonal da atividade de forrageamento. *Butia eriospatha* também tem sementes predadas por vertebrados, mas a maioria das sementes permanece no solo por mais de um mês, sendo a germinação muito lenta. Os bovinos não são predadores importantes das sementes de *A. angustifolia* e *B. eriospatha*, sendo que em fragmentos submetidos ao pastoreio e onde há sítios isolados ao gado, o comportamento de forrageamento dos vertebrados não é influenciado pelos bovinos. Apesar disso, em áreas sujeitas ao intenso pastoreio por centenas de anos, a assembléia de predadores de sementes pode ocorrer em menor densidade, reduzindo a taxa de predação de sementes dessas duas espécies ameaçadas de extinção.



- Ponto amostral
- Transecto
- ■ ■ Cerca

Figura 1. Distribuição dos pontos amostrais dentro dos transectos estabelecidos nos sítio de alta intensidade de pastoreio (IP) e baixa IP dentro do fragmento florestal e pastagem adjacente ao fragmento em uma área de estudo.

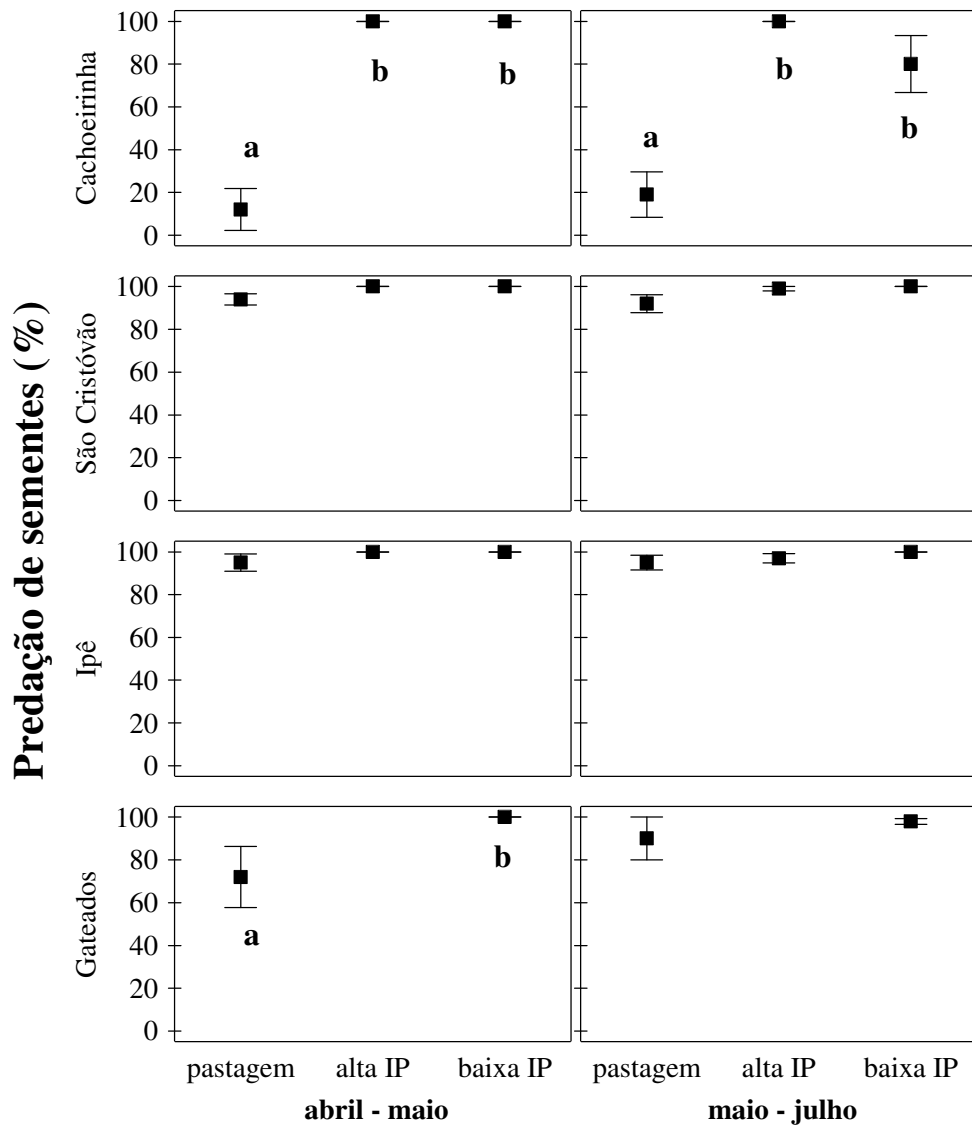


Figura 2. Porcentagem média \pm EP de sementes de *Araucaria angustifolia* predadas durante dois períodos abril-maio e maio-julho de 2007, após terem sido colocados sobre a serrapilheira em quatro fazendas, Cachoeirinha, Ipê, São Cristóvão e Gateados no médio rio Pelotas. Em cada área havia três tratamentos, pastagem adjacente ao fragmento, fragmento com alta intensidade de pastoreio (IP) e fragmento com baixa IP. Tratamentos com letras diferentes dentro de uma mesma área tiveram predação significativamente diferente ($p < 0,05$).

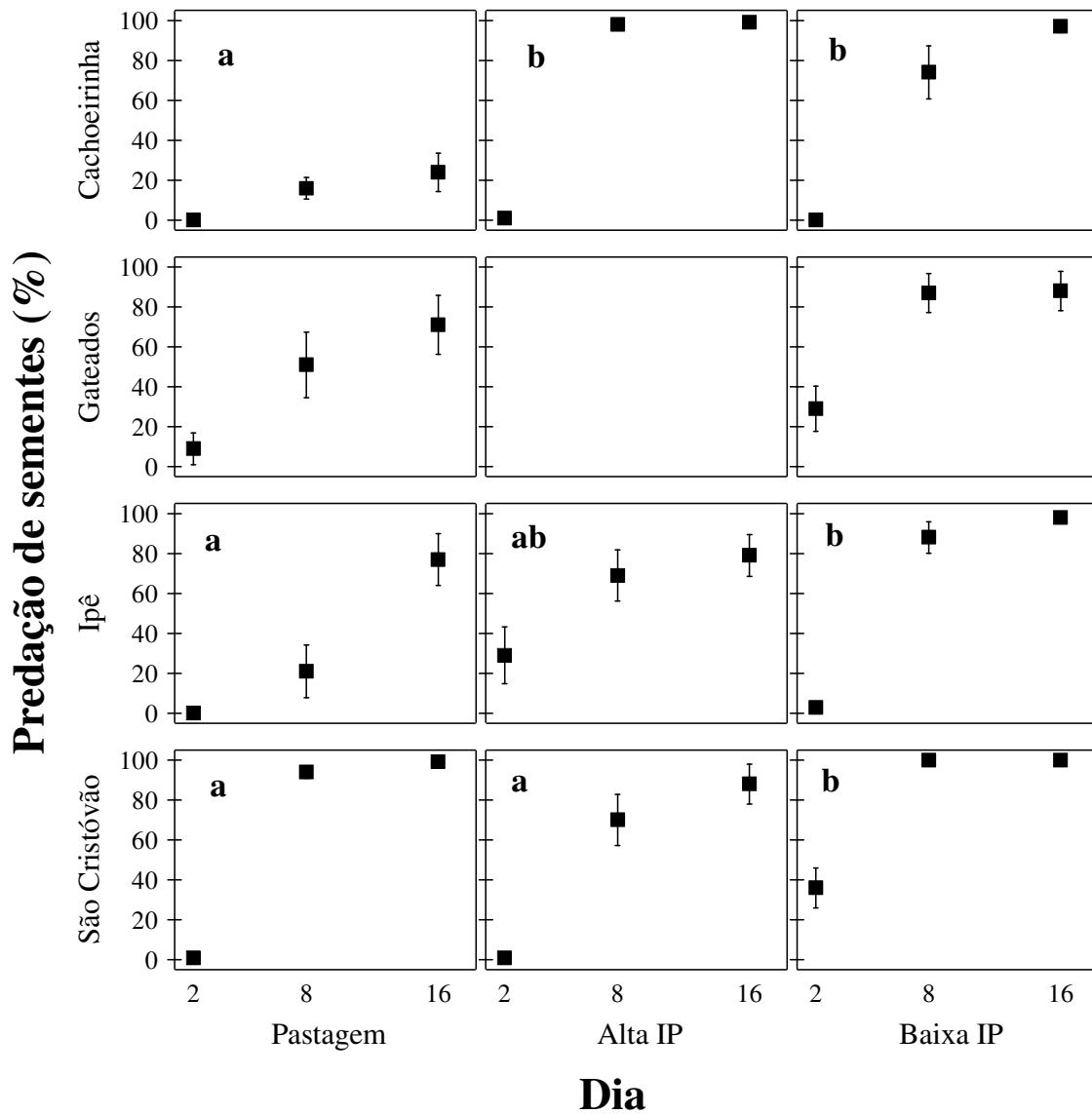


Figura 3. Porcentagem média \pm EP de sementes de *Araucaria angustifolia* que foram predadas por vertebrados do ponto amostral após 2, 8 e 16 dias em quatro fazendas, Cachoeirinha, Ipê, São Cristóvão e Gateados no médio rio Pelotas. Em cada área havia três tratamentos, pastagem adjacente ao fragmento, fragmento com alta intensidade de pastoreio (IP) e fragmento com baixa IP. Tratamentos com letras diferentes dentro de uma mesma área tiveram predação significativamente diferentes ($p < 0,05$).

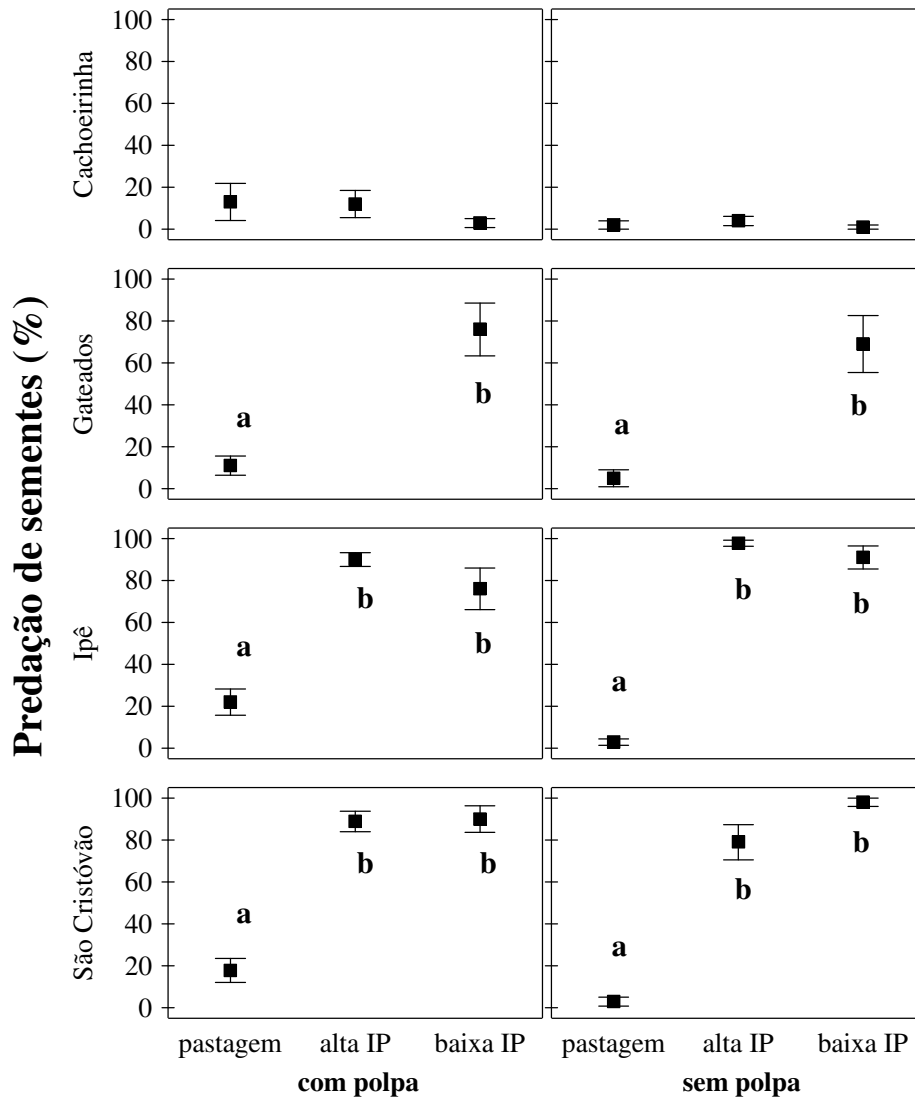


Figura 4. Porcentagem média \pm EP de propágulos com e sem polpa de *Butia eriospatha* predados durante o período de abril a maio de 2007, após terem sido colocados sobre a serrapilheira em quatro fazendas, Cachoeirinha, Ipê, São Cristóvão e Gateados no médio rio Pelotas. Em cada área havia três tratamentos, pastagem adjacente ao fragmento, fragmento com alta intensidade de pastoreio (IP) e fragmento com baixa IP. Tratamentos com letras diferentes dentro de uma mesma área e para um mesmo tipo de propágulo tiveram predação significativamente diferente ($p < 0,05$).



Figura 5. a) Semente de *Araucaria angustifolia* predada por pequeno roedor da família Muridae. b) Sementes de *A. angustifolia* predadas por cutia (*Dasyprocta azarae*) na pastagem próxima ao fragmento da fazenda Gateados. Os predadores das sementes foram identificados através das marcas características deixadas por cada tipo de predador nas sementes, identificadas através de fotos de sementes predadas (MÜLLER e MACEDO, 1980; LAMBERTS, 2003). c) Cinta pisoteada por catetos (*Tayassu tajacu*) com todas as sementes de *A. angustifolia* removidas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALONSO-PAZ, E.; RODRIGUEZ-MAZZINI, R.; CLARA, M. Dispersión de la "Palma Butiá" (*Butia capitata*) por el "zorro de monte" (*Cerdocyon thous*) en montes nativos de la Reserva de Biósfera Bañados del Este, Uruguay. **Comunicaciones Botánicas del Museo de Historia Natural de Montevideo**, v. 104, n., p. 1-4, 1995.

ANJOS, L. O ciclo anual de *Cyanocorax caeruleus* em floresta de araucaria (Passeriformes, Corvide). **Ararajuba**, v. 2, n., p. 19-23, 1991.

BADISSERA, R.; GANADE, G. Predação de sementes ao longo de uma borda de Floresta Ombrófila Mista e pastagem. **Acta Botânica Brasílica**, v. 19, n. 1, p. 161-165, 2005.

BORDIGNON, M.; MONTEIRO-FILHO, E. L. A. Seasonal food resources of the squirrel (*Sciurus ingrami*) in a secondary *Araucaria* forest in Southern Brazil. **Studies in Neotropical Fauna & Environment**, v. 34, n. 137-140, p., 1999.

BROSCHAT, T. K. Endocarp removal enhances *Butia capitata* (Mart.) Becc. (Pindo Palm) seed germination. **HortTechnology**, v. 8, n. 4, p. 586-587, 1998.

CARPENTER, W. J. Seed after-ripening and temperature influence *Butia capitata* germination. **HortScience**, v. 23, n., p. 702-703, 1988.

CHAUVET, S.; FEER, F.; FORGET, P. M. Seed fate of two Sapotaceae species in a Guianan rain forest in the context of escape and satiation hypotheses. **Journal of Tropical Ecology**, v. 20, n., p. 1-9, 2004.

FARJON, A. *Araucaria angustifolia*. In: 2007, I. (Ed.). **2007 IUCN Red List of Threatened Species**: www.iucnredlist.org, 2006.

FORGET, P.-M.; KITAJIMA, K.; FOSTER, R. B. Pre- and post-dispersal seed predation in *Tachigali versicolor* (Caesalpiniaceae): effects of timing of fruiting and variation among trees. **J. Trop. Ecol.**, v. 15, n., p. 61-81, 1999.

GALETTI, M.; DONATTI, C. I.; PIRES, A. S.; JR, P. R. G.; JORDANO, P. Seed survival and dispersal of an endemic Atlantic forest palm: the combined effects of defaunation and forest fragmentation. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 151, n., p. 141-149, 2006.

GUIMARÃES, P. R.; KUBOTA, H.; GOMES, B. Z.; FONSECA, R. L.; BOTTCHEER, C.; GALETTI, M. Testing the quick meal hypothesis: The effect of pulp on hoarding and seed predation of *Hymenaea courbaril* by red-rumped agoutis (*Dasyprocta leporina*). **Austral Ecology**, v. 31, n. 1, p. 95-98, 2006.

GUIMARAES, P. R.; LOPES, P. F. M.; LYRA, M. L.; MURIEL, A. P. Fleshy pulp enhances the location of *Syagrus romanzoffiana* (Arecaceae) fruits by seed-dispersing rodents in an Atlantic forest in south-eastern Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v. 21, n., p. 109-112, 2005.

- HARPER, J. L. **Population biology of plants**. New York: Academic Press, 1977. 892p.
- HENDERSON, A.; GALEANO, G.; BERNAL, R. **Field guide to the palms of the Americas**. New Jersey: Princeton University Press, 1995. 351p.
- JANZEN, D. H. Seed predation by animals. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 2, n., p. 465-492, 1971.
- KELLY, D. The evolutionary ecology of mast seeding. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 9, n. 12, p. 465-470, 1994.
- KINDEL, E. A. I. **Padrões de dispersão e disposição espacial de *Araucaria angustifolia* (Bert.) Kuntze e suas relações com aves e mamíferos na Estação Ecológica de Aracurí, Esmeralda, RS**. 1996. 66 f. Departamento de Ecologia, UFRGS, Porto Alegre.
- KOLLMANN, J.; COOMES, D. A.; WHITE, S. M. Consistencies in post-dispersal seed predation of temperate fleshy-fruited species among seasons, years and sites. **Functional Ecology**, v. 12, n., p. 683-690, 1998.
- LAMBERTS, A. H. **Predação e sobrevivência de sementes de *Araucaria angustifolia* (Bert.) Kuntze em áreas de mata nativa e plantação de *Pinus eliotti* na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS**. 2003. 86 f. (Dissertação de Mestrado). Instituto de Biologia, Unicamp, Campinas.
- LIEBSCH, D.; ACRA, L. A. Riqueza de espécies de sub-bosque de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista em Tijucas do Sul, PR. **Ciência Florestal**, v. 14, n. 1, p. 67-76, 2004.
- LORENZI, H.; SOUZA, H. M.; MADEIROS-COSTA, J. T.; CERQUEIRA, L. S. C.; FERREIRA, E. **Palmeiras Brasileiras e Exóticas Cultivadas**. Nova Odessa: Editora Plantarum, 2004.
- MACHADO, R. E. **Padrões vegetacionais em capões de Floresta com Araucária no planalto nordeste do Rio Grande do Sul, Brasil**. 2004. 164 f. (Dissertação de Mestrado). Programa de Pós-graduação em Ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- MANTOVANI, A.; MORELLATO, L. P. C.; REIS, M. S. D. Reproductive phenology and seed production of *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 27, n. 4, p. 787-796, 2004.
- MAUHS, J. **Fitossociologia e regeneração natural de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista exposto a perturbações antrópicas**. 2002. 66 f. (Dissertação de Mestrado). UNISINUS, São Leopoldo, RS.
- MCCORMICK, J. T.; MEINERS, S. J. Season and distance from forest - old field edge affect seed predation by white-footed mice. **Northeastern Naturalist**, v. 7, n. 1, p. 7-16, 2000.

MOREIRA-SOUZA, M.; CARDOSO, E. J. B. N. Método prático para germinação de sementes de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. **Scientia Agricola**, v. 60, n. 2, p. 389-391, 2003.

MÜLLER, J. A.; MACEDO, J. H. P. Notas preliminares sobre danos causados por animais silvestres em pinhões. **Revista Floresta**, v. 11, n. 2, p. 35-40, 1980.

NOBLICK, L. *Butia eriospatha*. In: 2007, I. (Ed.). **2007 IUCN Red List of Threatened Species**: www.iucnredlist.org, 1998.

PAISE, G.; VIEIRA, E. M. Produção de frutos e distribuição espacial de angiospermas com frutos zoocóricos em uma Floresta Ombrófila Mista no Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 28, n. 3, p. 615-625, 2005.

PERES, C. A.; SCHIESARI, L. C.; DIAS LEME, C. L. Vertebrate predation of Brazil-nuts (*Bertholletia excelsa*, Lecythidaceae), an agouti-dispersed Amazonian seed crop: a test of the escape hypothesis. **Journal of Tropical Ecology**, v. 13, n., p. 69-79, 1997.

REITZ, P. R. Palmeiras. In: REITZ, P. R. (Ed.). **Flora ilustrada catarinense**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1974.

RIVAS, M.; BARILANI, A. Diversidad, potencial productivo y reproductivo de los palmares de *Butia capitata* (MART.) BECC de Uruguay. **Agrociência**, v. 8, n. 1, p. 11-20, 2004.

ROSA, L.; CASTELLANI, T. T.; REIS, A. Biologia reprodutiva de *Butia capitata* (Martius) Beccari var. *odorata* (Palmae) na restinga do município de Laguna, SC. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 21, n. 3, p., 1998.

SAMPAIO, M. B.; GUARINO, E. S. G. Efeitos do pastoreio na estrutura populacional de plantas em fragmentos de Floresta Ombrófila Mista. **Revista Árvore**, v. (no prelo), n., p., 2007.

SCHUPP, E. W. Annual variation in seedfall, postdispersal predation, and recruitment of a neotropical tree. **Ecology**, v. 71, n. 2, p. 504-515, 1990.

SILVA, M. G.; TABARELLI, M. Seed dispersal, plant recruitment and spatial distribution of *Bactris acanthocarpa* Martius (Arecaceae) in a remnant of Atlantic forest in northeast Brazil. **Acta Oecologica-International Journal of Ecology**, v. 22, n. 5-6, p. 259-268, 2001.

SILVIUS, K. M.; FRAGOSO, J. M. V. Pulp handling by vertebrate seed dispersers increases palm seed predation by bruchid beetles in the northern Amazon. **Journal of Ecology**, v. 90, n. 6, p. 1024-1032, 2002.

SOLÓRZANO-FILHO, J. A. **Demografia, fenologia e ecologia da dispersão de *Araucaria angustifolia* (Bert.) Kuntze (Araucariaceae) numa população relictual em Campos do Jordão, SP**. 2001. 155 f. Instituto de Biociências, USP, São Paulo.

TERBORGH, J.; LOSOS, E.; RILEY, M. P.; BOLAÑOS RILEY, M. Predation by vertebrates and invertebrates on the seeds of five canopy tree species of an Amazonian forest. **Vegetatio**, v. 107/108, n., p. 375-386, 1993.

WADA, N.; NARITA, K.; KUMAR, S.; FURUKAWA, A. Impact of overgrazing on seed predation by rodents in the Thar desert, northwestern India. **Ecological Research**, v. 10, n., p. 217-221, 1995.

WYATT, J. L.; SILMAN, M. R. Distance-dependence in two Amazonian palms: effects of spatial and temporal variation in seed predator communities. **Oecologia**, v. 140, n. 1, p. 26-35, 2004.

Quarta Parte - ESTRUTURA POPULACIONAL DAS PALMEIRAS AMEAÇADAS DE EXTINÇÃO *Trithrinax brasiliensis* MART. E *Butia eriospatha* (MART. EX DRUDE) BECC. NA ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA DO AHE BARRA GRANDE, SC/RS

Maurício Bonesso Sampaio

INTRODUÇÃO

A partir de estudos demográficos podemos estimar a abundância de populações e a distribuição de frequência dos indivíduos em estádios ontogenéticos. De acordo com Gatsuk (1980) estádios ontogenéticos são fases ao longo do ciclo de vida com amplitude determinada por características qualitativas e quantitativas dos indivíduos que podem ser visualizadas no campo. Essas características podem ser morfológicas, biométricas ou reprodutivas, que são relacionadas com mudanças fisiológicas, anatômicas e bioquímicas dos indivíduos ao longo da ontogenia.

A estrutura de uma população, que é representada pela distribuição de frequência dos indivíduos em estádios ontogenéticos, reflete a oportunidade de recrutamento dos indivíduos para estádios subseqüentes, além dos riscos de mortalidade aos quais foram exposto durante o seu desenvolvimento (HUTCHINGS, 1997). Com base na distribuição de frequência, podemos identificar possíveis “gargalos” na população, que indicam falhas de recrutamento durante alguma fase do ciclo de vida. Além disso, a estrutura de uma população nos permite inferir sobre o potencial de regeneração, que determinará o destino das populações em longo prazo. Essas informações podem contribuir na identificação de processos chaves que determinam a abundância das populações e permitem traçar estratégias de conservação *in situ* de espécies ameaçadas de extinção (SCHEMSKE et al., 1994).

Trithrinax brasiliensis Mart. e *Butia eriospatha* são palmeiras solitárias, com estipe aéreo freqüentemente ereto, tolerantes ao frio, que ocorrem em campos, em Florestas Ombrófilas Mistas e Florestas Estacionais Semi-decíduais no Paraná, Santa Catarina e planalto Meridional do Rio Grande do Sul (REITZ, 1974; LORENZI et al., 2004). *T. brasiliensis* é considerada endêmica pela lista de espécies ameaçadas de extinção do Rio Grande do Sul (Decreto estadual nº 42.099, de 31 de dezembro de 2002) e como deficiente em dados para a avaliação do risco de extinção das suas populações, de acordo com os critérios da *World Conservation Union* (IUCN) (NOBLICK, 1998).

Apresenta populações em tamanhos reduzidos principalmente por ser uma espécie relictual, que durante o Pleistoceno ocorria em abundância sobre o clima semi-árido (GUBERT-FILHO, 1987). *B. eriospatha* também é considerada endêmica pela lista de espécies ameaçadas de extinção do Rio Grande do Sul (Decreto estadual nº 42.099, de 31 de dezembro de 2002) e como vulnerável à extinção pelos critérios da IUCN (NOBLICK, 1998). Atualmente, as duas palmeiras possuem a perda de habitats e o pastoreio extensivo nas áreas de ocorrência como principais ameaças às populações remanescentes. Além disso, *T. brasiliensis* tem elevado potencial de ornamentação e há alguns relatos de que muitas mudas foram retiradas das matas no passado para a comercialização nas cidades (ROSSATO e BARBIERI, 2007). *B. eriospatha* também possui elevado potencial de ornamentação e os frutos são muito consumidos, curtidos na cachaça, em sucos e *in natura*, sendo que algumas plântulas são, ainda hoje, coletadas das populações naturais e plantadas próximas das casas (MEGGUER, 2006).

O objetivo deste trabalho foi estimar a abundância, verificar a distribuição de frequência dos indivíduos em estádios ontogenéticos e avaliar o efeito de variáveis ambientais em populações de *Trithrinax brasiliensis* e *Butia eriospatha* na área de influência indireta do AHE Barra Grande, SC/RS.

MATERIAIS E MÉTODOS

A população de *Trithrinax* foi amostrada na floresta de encosta nas margens do rio Santana, que fica no médio rio Pelotas, RS (28°16'S 050°45'W). Ao longo do curso do rio foram alocados quatro transectos perpendiculares às curvas de nível, de forma a ter representatividade da variação altitudinal de ocorrência da palmeira. Os transectos foram iniciados na porção inferior ao relevo, sempre próximo a cursos de água e terminaram no topo, onde os indivíduos de *Trithrinax* se tornam escassos ou ausentes. Ao longo dos transectos foram estabelecidas 22 parcelas retangulares de 10 x 50 m (1,1 ha), com no mínimo 30 m de distância entre si e com o maior lado da parcela paralelo às curvas de nível. Em cada unidade amostral, os indivíduos foram contados, medidos quanto à altura e aqueles sem estipe exposto tiveram o número de folhas anotado.

A população de *Butia* foi amostrada em quatro diferentes fisionomias: (i) pastagens; (ii) capoeiras em início de sucessão; (iii) capoeiras em avançado estágio de sucessão e; (iv) fragmentos florestais secundários. Foram alocadas aleatoriamente 13 parcelas de 10 x 50 m (0,65 ha) na região próxima aos seguintes vilarejos: Serra dos

Gregórios - RS, Capela de Santo Antônio - RS e Assentamento Nova Esmeralda - RS (27°50'S 051°13'W), com no mínimo 50 m de distância entre cada parcela. Em cada unidade amostral, os indivíduos foram contados, medidos quanto à altura, sendo que aqueles sem estipe exposto tiveram o número de folhas anotado e medida a distância ao reprodutivo mais próximo. As espatas, inflorescências e infrutescências foram contadas nos reprodutivos.

Os indivíduos das duas espécies foram classificados nos seguintes estádios ontogenéticos, baseados em variações nas características biométricas, morfológicas e reprodutivas que sofrem ao longo do ciclo de vida:

- (i) **Plântula** – indivíduos recém estabelecidos com apenas uma folha inteira (ainda não pinada) e menos de 30 cm;
- (ii) **Infantil** – duas folhas inteiras e menos de 30 cm de altura;
- (iii) **Jovem I** – mais de duas folhas inteiras ou mais de 30 cm de altura;
- (iv) **Jovem II** – pelo menos uma folha pinada e sem estipe aéreo;
- (v) **Imaturo** – com estipe aéreo, mas ainda sem sinais de reprodução anterior;
- (vi) **Reprodutivo I** – com estipe aéreo de menos de 7 m (*Trithrinax*) ou 4 m (*Butia*) de altura e com sinais de reprodução anterior;
- (vii) **Reprodutivo II** - com estipe aéreo com mais de 7 m (*Trithrinax*) ou 4 m (*Butia*) de altura e reprodutivo. Para cada espécie foi adotado um critério de altura para distinguir as duas classes de reprodutivos, pois apresentam amplitudes de tamanho diferentes (veja a Tabela 1).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas margens e encostas do rio Santana foram encontrados em média 271 ± 88 ind./ha de *Trithrinax*, destes 55 ± 27 ind./ha foram reprodutivos. A população ocupa uma área com cerca de 700 ha distribuída em fragmentos secundários de Floresta Estacional Semi-decidual e Floresta Ombrófila Mista. Esta população provavelmente é um dos maiores remanescentes do Rio Grande do Sul (Cossio, R. R.; comunicação pessoal). A população de *Butia* foi cerca de quatro vezes mais densa (1.071 ± 20 ind./ha) do que a de *Trithrinax*. Essa diferença na densidade ocorreu principalmente devido à maior abundância de plântulas de *Butia* do que de *Trithrinax*, enquanto que a densidade de reprodutivos foi similar entre espécies (Tabela 1).

A maior parte dos indivíduos da população de *Thrithrinax* estavam no estágio jovem I (Figura 1). O estágio infantil foi o segundo mais abundante da população, enquanto que foi encontrado somente um imaturo nas 22 parcelas (Tabela 1). A maioria das parcelas (77%) teve pelo menos um indivíduo, com ocorrência de infantis e jovens em 55% das parcelas. A amplitude dos estádios ontogenéticos adotada reflete o crescimento na altura média dos indivíduos ao longo da ontogenia (Tabela 1). A reprodução de *Thrithrinax* inicia-se em indivíduos com estipe de cerca de 2 m de comprimento e os maiores indivíduos reprodutivos da população tiveram estipe de 15 m.

A população de *Butia* teve a maior parte dos indivíduos no estágio plântula (Figura 2), enquanto infantil e jovem I foram respectivamente o segundo e terceiro estádios mais abundantes (Tabela 1). As plântulas ocorreram agrupadas ao redor dos indivíduos adultos, enquanto infantis e jovens I tiveram distribuição mais esparsa em relação aos adultos (Figura 3). Todas as parcelas tiveram pelo menos um indivíduo, sendo que os reprodutivos foram tão freqüentes quanto as plântulas, apesar de ocorrerem em menor densidade. Não foi encontrado nenhum indivíduo nos estádios jovem II (pelo menos uma folha pinada e sem estipe aéreo) e imaturo (com estipe aéreo, mas ainda sem sinais de reprodução anterior) dentro das parcelas. O menor indivíduo reprodutivo teve o estipe com 1,4 m de comprimento, enquanto que o maior teve 6,6 m.

A estrutura das populações de *Trithrinax* e de *Butia* amostradas foi muito desviada do formato “J-invertido” esperado (Figura 1 e 3). Os dois estádios iniciais de *Trithrinax* ocorreram em baixa densidade, o que pode comprometer a estabilidade do tamanho populacional no futuro. Já a população de *Butia* teve alta densidade nos estádios iniciais, devido a formação de um banco de plântulas, mas indivíduos de tamanho intermediário foram ausentes, o que pode ocasionar uma redução na densidade de reprodutivos em médio prazo. Essas duas distribuições dos indivíduos em estádios encontradas para *Trithrinax* e *Butia* não são freqüentes em outras populações de palmeiras, que geralmente apresentam estrutura em “J-invertido”, como por exemplo, *Astrocaryum sciophilum* (SIST, 1989), *Euterpe edulis* (PLACCI et al., 1992; REIS et al., 1996), *Iriartea deltoidea* (PINARD, 1993) e *Phytelephas seemannii* (BERNAL, 1998).

A ausência de regenerantes na população de *Thrithrinax* provavelmente ocorreu devido à baixa taxa de germinação das sementes e estabelecimento de plântulas nos últimos anos, que pode ter ocorrido em função de diversos fatores, como: pastoreio extensivo na área de ocorrência da palmeira; uso do fogo para manejo das pastagens, que eventualmente entra nos fragmentos florestais; alta taxa de predação das sementes

e; alta taxa de herbivoria das plântulas. A ausência de indivíduos nos estádios jovem II e imaturos pode ter ocorrido, pois os indivíduos permanecem um período de tempo curto nesta fase pré-reprodutiva e passam rapidamente para a fase posterior, onde passam a maior parte do ciclo de vida, como o que acontece para *Geonoma schottiana* (SAMPAIO, 2006).

A população de *Trithrinax* das margens do rio Santana, assim como outras populações encontradas nos municípios de Irati e Laranjeiras no Paraná, parecem ocorrer em abundância ao longo dos vales à margem dos cursos de água, em solos litólicos, sobre terrenos íngremes, não ocorrendo no topo do relevo, onde os solos são rasos e de baixa fertilidade (GUBERT-FILHO, 1987).

A densidade das plântulas de *Butia* variou significativamente entre fisionomias (ANOVA; $F_{2, 8} = 118,4$; $p < 0,001$; Figura 4), sendo maior nas pastagens do que nas florestas ($p = 0,008$). Isso pode ter ocorrido, pois a produção de estruturas reprodutivas variou entre os tipos de vegetação (ANOVA; $F_{3, 42} = 20,9$; $p < 0,001$; Figura 5), sendo que os adultos tiveram maior quantidade de estruturas reprodutivas nas pastagens do que nas florestas ($p < 0,001$), enquanto que a densidade de indivíduos reprodutivos não variou entre fisionomias (ANOVA; $F_{2, 8} = 0,9$; $p = 0,42$). A maior produção de frutos nas pastagens pode ser explicada, pois esse ambiente tem mais luminosidade do que no sub-bosque das florestas secundárias. A maior atividade reprodutiva em ambientes com maior intensidade luminosa ocorre também para outras palmeiras (CHAZDON, 1986; BAROT et al., 2005). Apesar da produção de frutos e recrutamento de plântulas ocorrerem mais nas pastagens do que nas florestas secundárias, as pastagens parecem ser ambientes inadequados para o crescimento do indivíduo até a fase adulta, pois não foram encontrados indivíduos dos estádios intermediários (jovem II e imaturo) dentro das parcelas e nos locais adjacentes. Possivelmente o pisoteio e a herbivoria pelo gado e as queimadas empregadas atualmente para a manutenção das pastagens impedem que as plântulas se desenvolvam até a fase adulta, sendo que os reprodutivos encontrados nas pastagens podem ser originários do período anterior à conversão das florestas em pastagens. O impacto do pastoreio na regeneração das populações também é muito intenso para *Butia capitata* em palmares no Uruguai (RIVAS e BARILANI, 2004) e para a palmeira *Chamaedorea radicalis* no México (ENDRESS et al., 2004). Indivíduos dos estádios jovem II e imaturo de *Butia eriospatha* foram encontrados na área de estudo somente fora das parcelas, em capoeiras e em alguns fragmentos florestais, que são as

únicas áreas da região utilizadas em baixa intensidade para o manejo do gado e que não são queimadas freqüentemente (M. B. Sampaio; obs. pess.).

Conclusões e recomendações de manejo – As populações de *Butia eriospatha* e *Trithrinax brasiliensis* na área de influência indireta do AHE Barra Grande possuem estrutura desviada do formato “J-invertido”, devido a restrições de recrutamento dos indivíduos, que poderá comprometer o tamanho populacional no futuro. A utilização das áreas de ocorrência das espécies para o manejo do gado pode ser o principal fator responsável por este desvio na estrutura populacional, mas as populações apresentam alta densidade de indivíduos reprodutivos e há recrutamento de plântulas. Entretanto, para garantir a permanência das populações em longo prazo é fundamental protegê-las do manejo do gado e do fogo. Apesar de ter sido criado o Parque Estadual do Ibitirirá (Decreto estadual n° 23798 de 1975) nas margens do rio Santana, município de Vacaria - RS, a área é de apenas 415 há. A maior porção do parque foi estabelecida em áreas degradadas, onde não há indivíduos de *Trithrinax*. Apenas uma pequena porção da área com cerca de 700 ha onde ocorre a população está dentro do parque e mesmo assim, ainda não houve qualquer ação concreta de proteção. Uma alternativa de manejo viável para conservação *in situ* seria implementar a estrutura física do parque, principalmente cercando a área para evitar a entrada de bovinos e aumentar a sua área, incluindo fragmentos adjacentes de florestas nas margens do rio Santana. A conservação da população de *Butia* pode ser realizada de forma similar, através do estabelecimento de áreas de capoeira e florestas secundárias que deveriam ser isoladas do gado e do fogo. Além disso, é fundamental monitorar em longo prazo a dinâmica das populações remanescentes dessas palmeiras ameaçadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAROT, S.; MITJA, D.; MIRANDA, I.; MEIJA, G. D.; GRIMALDI, M. Reproductive plasticity in an Amazonian palm. **Evolutionary Ecology Research**, v. 7, n. 7, p. 1051-1065, 2005.

BERNAL, R. Demography of the vegetable ivory palm *Phytelephas seemanii* in Colombia, and the impact of seed harvesting. **Journal of Applied Ecology**, v. 35, n., p. 64-74, 1998.

CHAZDON, R. L. Light variation and carbon gain in rain forest understory palms. **Journal of Ecology**, v. 74, n., p. 995-1012, 1986.

ENDRESS, B. A.; GORCHOV, D. L.; NOBLE, R. B. Non-timber forest product extraction: effects of harvest and browsing on an understory palm. **Ecological Applications**, v. 14, n. 4, p. 1139-1153, 2004.

GATSUK, L. E.; SMIRNOVA, O. V.; VORONTZOVA, L. I.; ZAUGOLNOVA, L. B.; ZHUKOVA, L. A. Age states of plants of various growth forms - a review. **Journal of Ecology**, v. 68, n. 2, p. 675-696, 1980.

GUBERT-FILHO, F. A. Descrição de duas áreas de ocorrência natural da palmácea *Trithrinax brasiliensis* no estado do Paraná. **B. FBCN**, v. 22, n., p. 79-88, 1987.

HUTCHINGS, M. J. The structure of plant populations. In: CRAWLEY, M. J. (Ed.). **Plant Ecology**. Oxford: Blackwell Science, 1997. 325-358p.

LORENZI, H.; SOUZA, H. M.; COSTA, J. T. M.; CERQUEIRA, L. S. C.; FERREIRA, E. **Palmeiras brasileiras e exóticas cultivadas**. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2004

MEGGUER, C. A. **Fisiologia e preservação da qualidade pós-colheita de frutos de Butiá [*Butia eriospatha* (Martius) Beccari]**. 2006. 60 f. (Dissertação de Mestrado). Produção Vegetal, Universidade Estadual de Santa Catarina, Lages, SC.

NOBLICK, L. *Trithrinax brasiliensis*. In: 2007, I. (Ed.). **2007 IUCN Red List of Threatened Species**: www.iucnredlist.org, 1998.

PINARD, M. Impacts of stem harvesting on populations of *Iriartea deltoidea* (Palmae) in an Extrative Reserve in Acre, Brazil. **Biotropica**, v. 25, n. 1, p. 2-14, 1993.

PLACCI, L. G.; ARDITI, S. I.; GIORGIS, P. A.; WÜTHRICH, A. A. Estructura del palmital e importancia de *Euterpe edulis* como especie chave en el Parque Nacional "Iguazu", Argentina. **Yvyrareta**, v. 3, n. 3, p. 86-108, 1992.

REIS, A.; KAGEYAMA, P. Y.; REIS, M. S. D.; FANTINI, A. Demografia de *Euterpe edulis* Martius (Arecaceae) em uma floresta ombrófila densa montana, em Blumenau (SC). **Sellowia**, v. 45-48, n., p. 5-37, 1996.

REITZ, P. R. Palmeiras. In: REITZ, P. R. (Ed.). **Flora ilustrada catarinense**. Itajaí, SC: Herbário "Barbosa Rodrigues", 1974.

RIVAS, M.; BARILANI, A. Diversidad, potencial productivo y reproductivo de los palmares de *Butia capitata* (Mart.) Becc. de Uruguay. **Agrociencia**, v. 8, n. 1, p. 11-20, 2004.

ROSSATO, M.; BARBIERI, R. L. Estudo etnobotânico de palmeiras do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.2, n.1, fev. 2007, v. 2, n. 1, p. 997-1000, 2007.

SAMPAIO, M. B. **Ecologia populacional da palmeira *Geonoma schottiana* Mart. em mata de galeria no Brasil Central**. 2006. 83 f. (Dissertação de Mestrado). Departamento de Ecologia, Universidade de Brasília, Brasília.

SCHEMSKE, D. W.; HUSBAND, B. C.; RUCKELSHAUS, M. H.; GOODWILLIE, C.; PARKER, I. M.; BISHOP, J. G. Evaluating approaches to the conservation of rare and endangered plants. **Ecology**, v. 75, n. 3, p. 584-606, 1994.

SIST, P. Demography of *Astrocaryum sciophilum*, an understory palm of French Guiana. **Principes**, v. 33, n. 3, p. 142-151, 1989.

Tabela 1. Número de indivíduos de *Trithrinax brasiliensis* e *Butia eriospatha* amostrados em parcelas de 10 x 50 m, densidade média (\pm EP) por ha, freqüência de ocorrência nas parcelas, altura média, mínima e máxima (m) e nº médio de folhas de indivíduos classificados em estádios ontogenéticos na área de influência indireta do AHE Barra Grande, SC/RS.

Estádio	N	Densidade	Freqüência	Altura méd	Altura mín.	Altura máx.	nº de folhas
<i>Trithrinax brasiliensis</i> (n = 22)							
Plântula	22	20 \pm 10	0,36	0,26 \pm 0,02	0,12	0,39	1
Infantil	81	74 \pm 28	0,55	0,32 \pm 0,01	0,11	0,49	2
Jovem I	125	114 \pm 41	0,55	0,43 \pm 0,01	0,18	0,80	4 \pm 0,1
Jovem II	8	7 \pm 4	0,14	0,65 \pm 0,07	0,30	0,82	4 \pm 0,6
Imaturo	1	1 \pm 1	0,05	1,50	---	---	---
Repr I	32	29 \pm 17	0,32	5,41 \pm 0,22	2,05	6,95	---
Repr II	29	26 \pm 10	0,45	9,02 \pm 0,32	7,20	15,00	---
Total	298	271 \pm 88	0,77	---	---	---	---
<i>Butia eriospatha</i> (n = 13)							
Plântula	297	457 \pm 10	0,92	0,17 \pm 0,00	0,04	0,29	1
Infantil	183	282 \pm 8	0,85	0,18 \pm 0,00	0,06	0,29	2
Jovem I	170	262 \pm 6	0,92	0,33 \pm 0,01	0,09	0,67	2 \pm 0,1
Jovem II	0	0	0	---	---	---	---
Imaturo	0	0	0	---	---	---	---
Repr I	15	23 \pm 1	0,54	2,77 \pm 0,18	1,40	3,60	---
Repr II	31	48 \pm 1	0,92	4,92 \pm 0,13	4,07	6,60	---
Total	696	1071 \pm 20	1,00	---	---	---	---

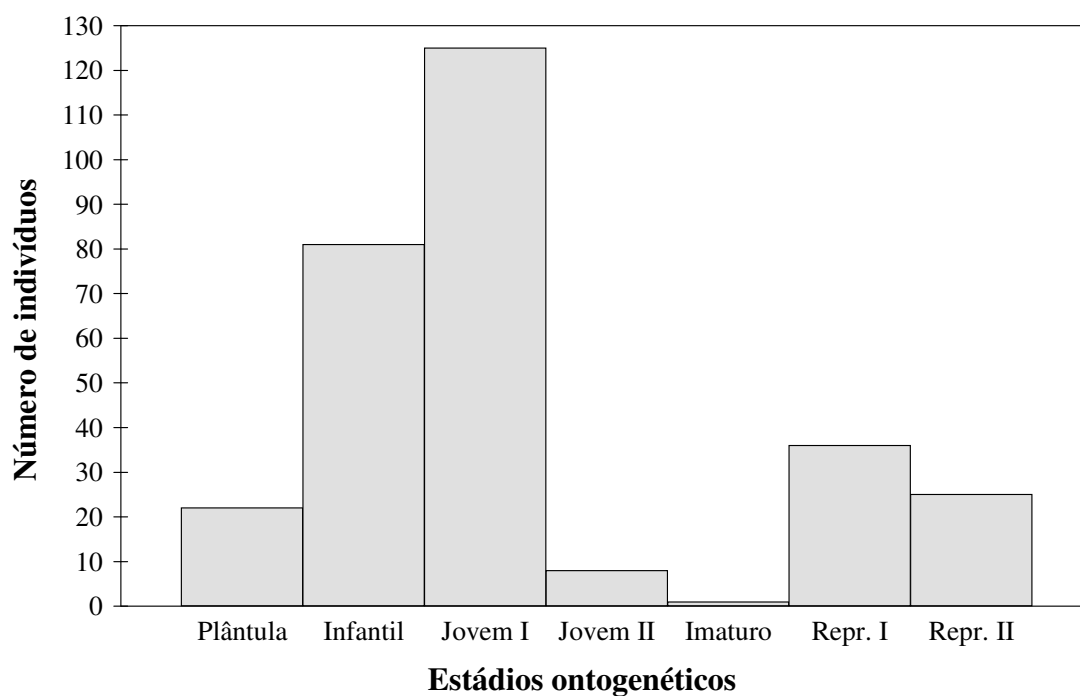


Figura 1. Estrutura de uma população de *Trithrinax brasiliensis* amostrada em 22 parcelas de 10 x 50 m, com indivíduos classificados nos seguintes estádios ontogenéticos: plântula; infantil; jovem I, jovem II, imaturo, reprodutivo I e; reprodutivo II, na área de influência indireta do AHE Barra Grande, SC/RS.

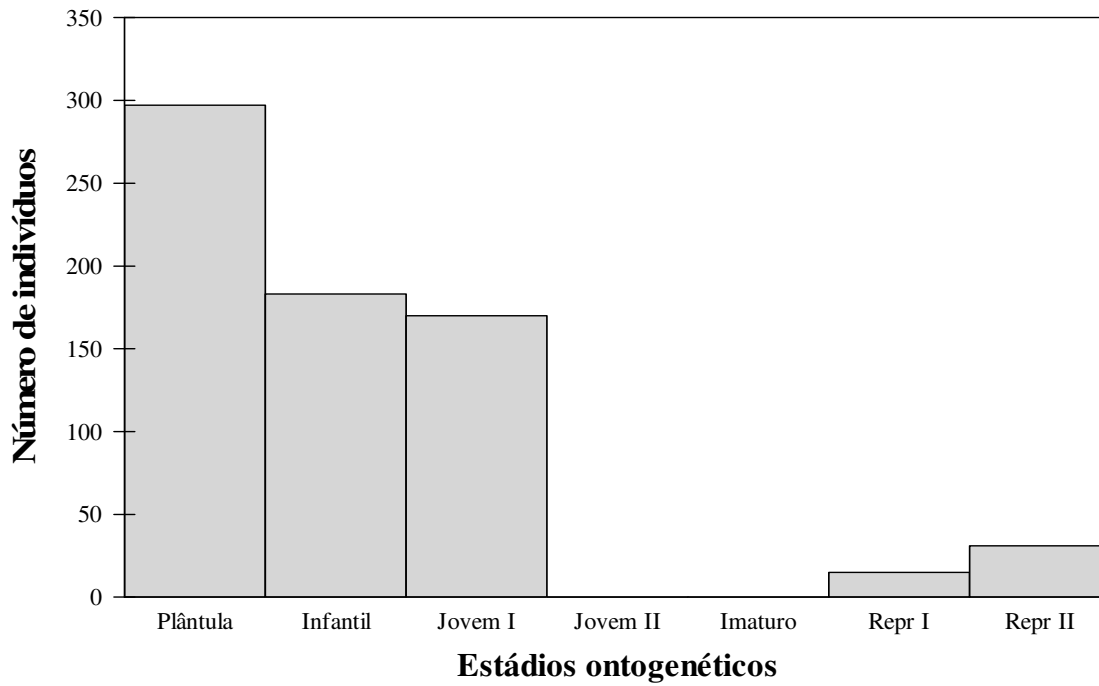


Figura 2. Estrutura de uma população de *Butia eriospatha* amostrada em 13 parcelas de 10 x 50 m, com indivíduos classificados nos seguintes estádios ontogenéticos: plântula; infantil; jovem I, jovem II, imaturo, reprodutivo I e; reprodutivo II, na área de influência indireta do AHE Barra Grande, SC/RS.

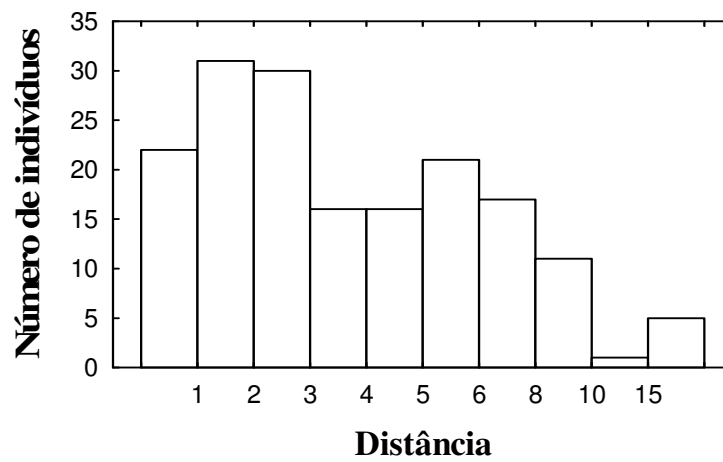
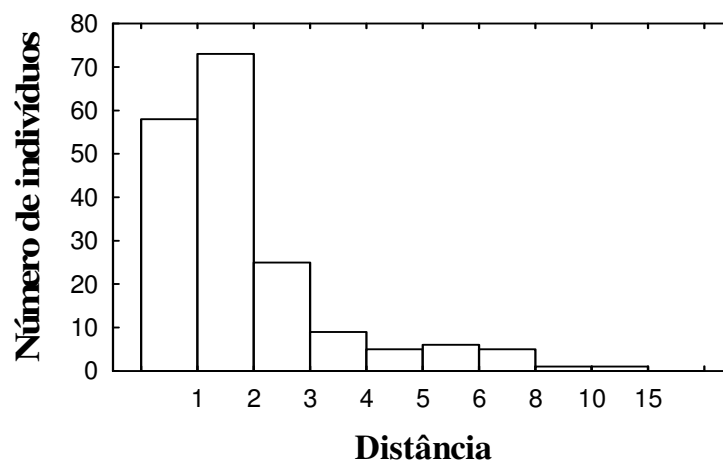
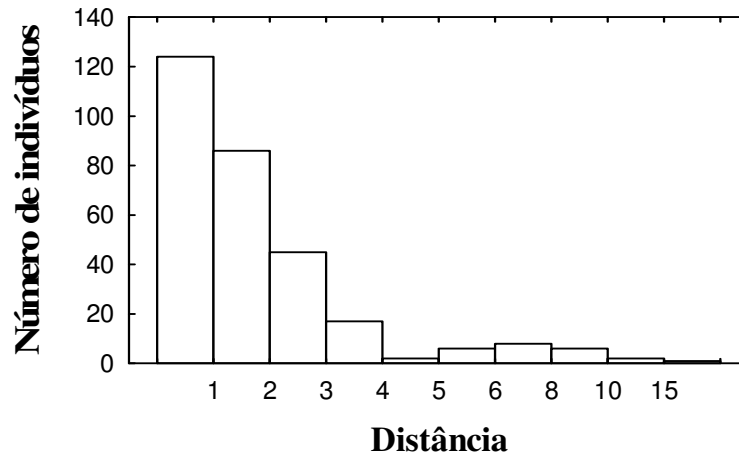


Figura 3. Distribuição de freqüência do número de plântulas (A), infantis (B) e jovens I (C) de *Butia eriospatha* em função da distância (m) ao reprodutivo mais próximo na área de influência indireta do AHE Barra Grande, SC/RS.

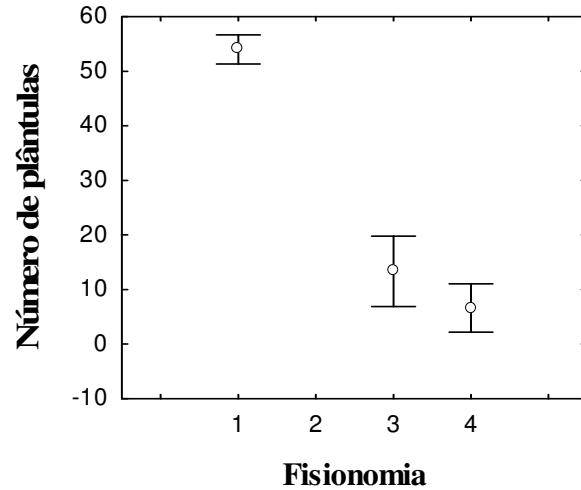


Figura 4. Número médio de plântulas de *Butia eriospatha* por parcela em pastagem (1), capoeira alta (3) e floresta secundária (4), na área de influência indireta do AHE Barra Grande, SC/RS. O número médio de plântulas da capoeira baixa (2) não foi apresentado pois foram alocadas apenas duas parcelas nesta fisionomia.

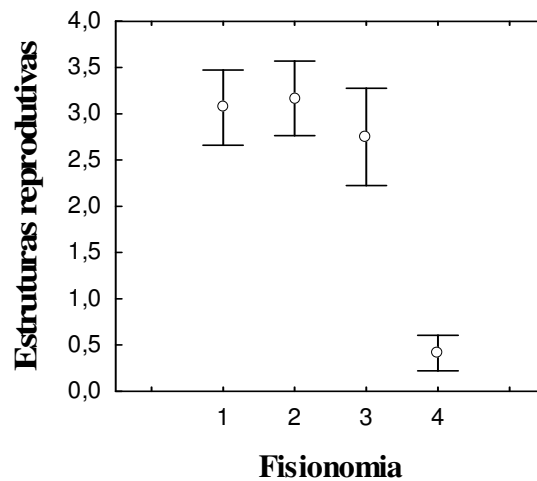


Figura 5. Número médio de estruturas reprodutivas (espatas, inflorescências ou infrutescências) produzidas por *Butia eriospatha* em pastagem (1), capoeira baixa (2), capoeira alta (3) e floresta secundária (4), na área de influência indireta do AHE Barra Grande, SC/RS.

Quinta Parte - ESTRUTURA POPULACIONAL DE *Sinningia lineata* (HIELMQ.) CHAUTEMS NA ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA DO AHE BARRA GRANDE, SC/RS

Maurício Bonesso Sampaio

INTRODUÇÃO

O gênero *Sinningia* pertence à família Gesneriaceae, é neotropical e possui 65 espécies, 50 delas ocorrem no Brasil, sendo a maioria nas regiões Sul e Sudeste (CHAUTEMS, 1993; CHAUTEMS et al., 2000; PERRET et al., 2006). *Sinningia lineata* é uma herbácea perene, de até 120 cm de altura. Ocorre em paredões de rocha em locais úmidos nas margens de rios e córregos. A ocorrência da espécie neste ambiente com restrições ao crescimento de plantas devido à baixa disponibilidade e alta sazonalidade dos recursos hídricos (RANIERI et al., 2007), deve ser possibilitada pela presença de um tubérculo, que armazena água e carboidratos essenciais para a sobrevivência nos períodos mais secos, além de auxiliar na fixação dos indivíduos na rocha. O tubérculo dessa espécie ainda tem alta capacidade de cicatrização após injúrias e pode facilmente originar rebrotas a partir de pequenos fragmentos. Isso possibilita que um indivíduo sobreviva, mesmo que se desprenda do paredão e sofra injúrias (BARROSO et al., 2007). Apesar de ser uma espécie adaptada às condições extremas do ambiente rupícola, é considerada restrita ao Sul do Brasil (PERRET et al., 2006) e é listada como vulnerável à extinção na lista da flora ameaçada de extinção do Rio Grande do Sul (Decreto estadual nº 42.099, de 31 de dezembro de 2002).

O estado de conservação das populações naturais remanescentes pode ser avaliado através do estudo da estrutura populacional, que é representada pela distribuição de frequência dos indivíduos em classes de tamanho ou estádios ontogenéticos e reflete a oportunidade de recrutamento dos indivíduos para classes subseqüentes. A estrutura populacional reflete também os riscos de mortalidade aos quais os indivíduos foram expostos durante o seu desenvolvimento (HUTCHINGS, 1997). Com base na distribuição de frequência, podemos identificar possíveis “gargalos” na população, que indicam falhas de recrutamento durante alguma fase do ciclo de vida, que nos permite inferir sobre o potencial de regeneração das populações em longo prazo. Diversos fatores ambientais podem influenciar a densidade de indivíduos e a atividade reprodutiva de espécies herbáceas, principalmente a herbivoria por animais (HENDRIX, 1988; CRAWLEY, 1997), que causam restrições intensas no crescimento, reprodução e sobrevivência dessas plantas (LOUDA, 1989; MARQUIS, 1992; STRAUSS e ZANGREL,

2002). As informações acima citadas sobre a ecologia populacional podem ser aplicadas na identificação de processos chaves que determinam a abundância das populações e permitem traçar estratégias de conservação *in situ* de espécies ameaçadas de extinção (SCHEMSKE et al., 1994).

Este estudo tem como objetivos avaliar o estado de conservação de populações de *Sinningia lineata* (Hielmq.) Chautems e simultaneamente, subsidiar ações de conservação *in situ* e re-introdução de populações da espécie na área de influência indireta do AHE Barra Grande, SC/RS. Os objetivos específicos foram: (i) Avaliar a estrutura populacional e estimar a densidade de *S. lineata* em três áreas; (ii) Testar os fatores ambientais que influenciam a densidade de indivíduos; (iii) Analisar os fatores que influenciam a herbivoria foliar e a reprodução.

Materiais e métodos

A amostragem da população de *Sinningia lineata* foi realizada em novembro de 2007, em três áreas localizadas em paredões de rocha basáltica em Floresta Estacional Semi-decidual nas margens do rio Pelotas (Tabela 1). As três áreas foram selecionadas, pois eram de fácil acesso, os paredões eram compridos o suficiente para implementar a metodologia e estavam bem distribuídas ao longo do rio Pelotas. Em cada área de estudo foram alocadas aleatoriamente de 12 a 15 parcelas de 1 m² a 80 cm da porção inferior do paredão, ao longo de uma trena de 50 m de comprimento esticada paralelamente à curva de nível, na porção inferior do paredão.

Em cada parcela, os indivíduos de *S. lineata* foram contados e quantificados quanto ao diâmetro do tubérculo, número de caules, comprimento do caule (do tubérculo até a inserção da folha mais velha), número de folhas, comprimento médio das três folhas mais novas e intensidade de herbivoria das folhas por insetos, que foi estimada visualmente utilizando-se cinco classes (0 – 0 %; 1 – 1 a 25 %; 2 – 25 a 50 %; 3 – 50 a 75 %; 4 – 75 a 100 % da área foliar total predada). O diâmetro do tubérculo foi utilizado como parâmetro para classificar os indivíduos, sendo o número de classes (NC) e a amplitude de classes (AC) definidas com base nas seguintes fórmulas propostas por Spiegel (1977):

$$NC = 1 + 3,3\text{Log}_{10}(N);$$

$$AC = \frac{A}{NC};$$

onde N é o número de indivíduos amostrados e A é a amplitude de diâmetros do tubérculo (diâmetro máximo – diâmetro mínimo).

Para avaliar a influência das características abióticas na densidade de indivíduos, a porcentagem de cobertura da parcela por plantas arbustivo-arbóreas, briófitas, herbáceas, rocha e solo exposto foi estimada utilizando-se o método de interceptação de linha (BROWER et al., 1989), que consistiu em medir a sobreposição de cada categoria de cobertura ao longo de uma linha de 1 m de comprimento estabelecida sistematicamente no canto inferior de cada parcela.

Resultados e discussão

Estrutura populacional – Os indivíduos de *S. lineata* das três populações foram distribuídos em 10 classes diamétricas com amplitude de 4 cm em cada classe (Figura 1). A frequência de indivíduos nas classes variou significativamente entre áreas (Análise Log-linear; $\chi^2 = 256$; g.l. = 2; $p < 0,01$). Sendo que em Barracão a população ocorreu em maior frequência do que em Vila Petry e Passo do Socorro (Tabela 1; Figura 1). Além de variar entre áreas, a frequência de indivíduos variou entre classes diamétricas (Análise Log-linear; $\chi^2 = 793$; g.l. = 9; $p < 0,01$), sendo as plântulas a classe mais abundante nas três áreas. A densidade de plântulas (classe 1) nas parcelas foi positivamente correlacionada ($r_s = 0,59$; $n = 41$; $p < 0,0001$) à densidade de indivíduos reprodutivos (classes 4 a 10). Apesar da variação da densidade entre áreas, a estrutura populacional não diferiu significativamente (Análise Log-linear; $\chi^2 = 22,4$; g.l. = 18; $p = 0,22$) entre áreas (Figura 1). Nos três locais a distribuição dos indivíduos em classes foi similar a um “J-invertido”, ou seja, maior proporção de indivíduos nas classes iniciais do que finais do ciclo de vida, o que é um indício de que a população se manterá em equilíbrio em longo prazo com alto potencial de regeneração.

Fatores ambientais – Houve uma variação significativa no tipo de cobertura do solo entre as três áreas amostrais (Análise Log-linear; $\chi^2 = 387$; g.l. = 8; $p < 0,01$), sendo que Barracão teve maior cobertura por briófitas e herbáceas e menor proporção de solo exposto do que as demais áreas, Vila Petry e Passo do Socorro (Figura 2). Apesar de variar entre áreas, que possuem diferente densidade de indivíduos (Figura 1), a cobertura dentro da parcela não influenciou a densidade de plântulas (Análise de regressão múltipla; $F = 1,36$; $p = 0,27$; $r^2 = 0,04$) e adultos (Análise de regressão múltipla; $F = 1,47$; $p = 0,23$; $r^2 = 0,04$). A cobertura do solo por briófitas tem sido apontada como uma das características que mais influencia a densidade de plântulas de *Viola elatior*, *V. pumila* e *V. stagnina* em paredões de rocha, pois as briófitas ajudam a manter a umidade do

substrato (ECKSTEIN et al., 2004). O estabelecimento de plântulas de *Sinningia rupicola* é fortemente influenciado pela capacidade do substrato de absorver e reter a umidade nas fendas de afloramentos rochosos (RANIERI et al., 2007), mas esse parece não ser o caso de *S. lineata* nos paredões do sul do Brasil, pois o tubérculo de *S. lineata* poderia ter alta capacidade de amenizar o estresse hídrico nos períodos secos, ou então, o micro-clima dos locais onde a espécie ocorre poderia proporcionar a umidade necessária durante o ano para a sobrevivência e crescimento dos indivíduos.

Herbivoria – A intensidade de herbivoria foliar causada por insetos nas plântulas variou significativamente entre áreas (Análise Log-linear; $\chi^2 = 37,7$; g.l. = 8; $p < 0,001$). Em Barracão, onde há alta densidade de indivíduos, a herbivoria foi mais intensa do que na Vila Petry e em Passo do Socorro (Figura 3). Esse padrão pode ser o resultado de um efeito dependente da densidade, que favorece a herbivoria nas áreas mais densas e atua controlando o tamanho populacional (MARON e CRONE, 2006). Os indivíduos com maior diâmetro ($r_s = 0,41$; $n = 365$; $p < 0,001$), maior comprimento do caule ($r_s = 0,43$; $n = 365$; $p < 0,001$) e maior comprimento médio das folhas ($r_s = 0,48$; $n = 365$; $p < 0,001$) foram mais intensamente predados que indivíduos menores, pois indivíduos maiores e mais velhos permaneceram por mais tempo susceptíveis aos insetos herbívoros do que os mais jovens.

Reprodução - Apesar da facilidade de rebrota dos tubérculos, todas as plântulas amostradas nas parcelas foram originadas através de reprodução sexuada, o que é um indício de que as sementes produzidas germinam no hábitat natural. O menor indivíduo reprodutivo encontrado nas três áreas teve o tubérculo com 14 cm de diâmetro (classe 4), portanto, pressupõe-se que os indivíduos a partir da classe 4 possam produzir frutos. Entre os 67 indivíduos nas classes de 4 a 10, apenas 20 (30%) tiveram frutos. Destes 20 indivíduos com frutos, 17 estavam em Barracão. A probabilidade de reprodução sexuada de um indivíduo nas classes 4 a 10 foi positivamente correlacionada ao número de folhas que o indivíduo possuía (Tabela 2). Outras características dos indivíduos como diâmetro do tubérculo, número de caules, comprimento do caule, comprimento médio das folhas e herbivoria não influenciaram a probabilidade de apresentar frutos (Tabela 2). Os indivíduos reprodutivos produziram em média 22 (EP = 4; amplitude = 1 – 74) frutos, sendo que nenhuma das variáveis biométricas foi correlacionada à quantidade de frutos produzidos (Tabela 3). Possivelmente, indivíduos com maior área foliar possuem maior

quantidade de carbono assimilado que pode ser alocado para reprodução, do que indivíduos com poucas folhas.

Conclusões e recomendações de manejo – As populações remanescentes de *Sinningia lineata* na área de estudo possuem estrutura populacional em forma de “J-invertido”. Além disso, as plântulas são originadas através de reprodução sexuada, se estabelecem e recrutam para classes subseqüentes, características que favorecem a estabilidade do tamanho populacional em longo prazo. Entretanto a densidade de indivíduos varia muito entre populações, devido a algum fator desconhecido, sendo que em alguns locais há apenas um indivíduo por m². Apesar das populações ocorrerem em alta freqüência em paredões remanescentes nas margens do rio Pelotas, na área de influência indireta do AHE Barra Grande, muitas populações foram submersas após o enchimento do lago (dados não mostrados). Assim, para garantir a persistência da metapopulação da espécie são necessários esforços de re-introdução em locais com micro-hábitat favorável ao estabelecimento das populações, mas que ainda não são habitados. Adicionalmente, devem ser realizados o adensamento das populações pequenas já existentes e o monitoramento em longo prazo da dinâmica das populações remanescentes.

Referências Bibliográficas

BARROSO, C. M.; BARROS, I. B. I. D.; FRANKE, L. B.; KLEIN, G. N.; GLOVACKI, B. Cicatrização dos fragmentos de tubérculos de *Sinningia lineata* (Hjelm) Chautems, espécie nativa ameaçada de extinção e com potencial ornamental. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2, n. 1, p. 1572 - 1575, 2007.

BROWER, J. E.; ZAR, J. H.; VON ENDE, C. N. **Field and laboratory methods for general ecology**: WCB Publishers, 1989. 237p.

CHAUTEMS, A. Gesneriaceae. In: SPICHIGER, R. RAMELLA, L. (Ed.). **Flora del Paraguay**. Genève: Conservatoire et jardin botaniques de la Ville de Genève, 1993. 1-40p.

CHAUTEMS, A.; BARACHO, G. S.; SIQUEIRA FILHO, J. A. A new species of *Sinningia* (Gesneriaceae) from northeastern Brazil. **Brittonia**, v. 52, n., p. 49-53, 2000.

CRAWLEY, M. J. Plant - herbivore dynamics. In: CRAWLEY, M. J. (Ed.). **Plant ecology**. Oxford: Blackwell Science, 1997.

ECKSTEIN, R. L.; DANIHELKA, J.; HÖLZEL, N.; OTTE, A. The effects of management and environmental variation on population stage structure in three river-corridor violets. **Acta Oecologica**, v. 25, n., p. 83-91, 2004.

HENDRIX, S. D. Herbivory and its impact on plant reproduction. In: DOUST, J. L. DOUST, L. L. (Ed.). **Plant reproductive ecology: patterns and strategies**. Oxford: Oxford University Press, 1988.

HUTCHINGS, M. J. The structure of plant populations. In: CRAWLEY, M. J. (Ed.). **Plant Ecology**. Oxford: Blackwell Science, 1997. 325-358p.

LOUDA, S. M. Predation in the dynamics of seed regeneration. In: LECK, M. A.; PARKER, V. T.; SIMPSON, R. L. (Ed.). **Ecology of soil seed banks**. San Diego, CA: Academic Press, 1989. 25-51p.

MARON, J. L.; CRONE, E. Herbivory: effects on plant abundance, distribution and population growth. **Proceedings of the Royal Society of Botany**, v. 273, n., p. 2575-2584, 2006.

MARQUIS, R. J. The selective impact of herbivores. In: FRITZ, R. S.; SIMMS, E. L. (Ed.). **Plant resistance to herbivores and pathogens**. Chicago: University of Chicago Press, 1992. 301-325p.

PERRET, M.; CHAUTEMS, A.; SPICHIGER, R. Dispersal-vicariance analyses in the tribe Sinningieae (Gesneriaceae): a clue to understanding biogeographical history of the Brazilian Atlantic Forest. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 93, n., p. 340-358, 2006.

RANIERI, B. D.; FRANÇA, M. G. C.; PEZZINI, F. F. Umidade do solo e sua influência no estabelecimento de duas espécies rupestres (Gesneriaceae) endêmicas de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, n. 1, p. 3-5, 2007.

SCHEMSKE, D. W.; HUSBAND, B. C.; RUCKELSHAUS, M. H.; GOODWILLIE, C.; PARKER, I. M.; BISHOP, J. G. Evaluating approaches to the conservation of rare and endangered plants. **Ecology**, v. 75, n. 3, p. 584-606, 1994.

SPIEGEL, M. R. **Estatística**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1977. 580p.

STRAUSS, S. Y.; ZANGREL, A. R. Plant-insect interactions in terrestrial ecosystems. In: HERRERA, C. M.; PELLMYR, O. (Ed.). **Plant-animal interactions: an evolutionary approach**. Oxford, UK: Blackwell Science, 2002. 77-106p.

Tabela 1. Características das áreas onde foram amostradas as populações de *Sinningia lineata* na área de influência indireta do AHE Barra Grande, SC/RS.

Local	Barracão	Vila Petry	Passo do Socorro
Coordenadas	27°37'07" S 051°28'51" W	27°47'53" S 051°08'54" W	28°11'54" S 050°45'23" W
Altitude	618	637	753
Aspecto	NE	NO	S
Número de parcelas	12	15	15
<i>Sinningia lineata</i> (ind./m ²)	23 ± 5	9 ± 3	1 ± 1

Tabela 2. Regressão logística para avaliar a influência de fatores na probabilidade de reprodução de indivíduos nas classes diamétricas 4 a 10 de *Sinningia lineata* na área de influência indireta do AHE Barra Grande, SC/RS.

Variável	χ^2	p
Modelo (g.l. = 6)	93,23	0,001
Diâmetro do tubérculo	1,64	0,20
Número de caules	1,54	0,21
Comprimento do caule	3,80	0,05
Número de folhas	8,43	0,004
Comprimento das folhas	3,10	0,08
Herbivoria	0,74	0,39

Tabela 3. Correlação de Spearman entre variáveis biométricas e o número de frutos produzidos por 20 indivíduos reprodutivos de *Sinningia lineata* na área de influência indireta do AHE Barra Grande, SC/RS.

	r_s	p
Tubérculo	-0,02	0,94
Número de caules	0,09	0,72
Comprimento do caule	-0,21	0,36
Número de folhas	0,01	0,97
Comprimento das folhas	-0,24	0,30

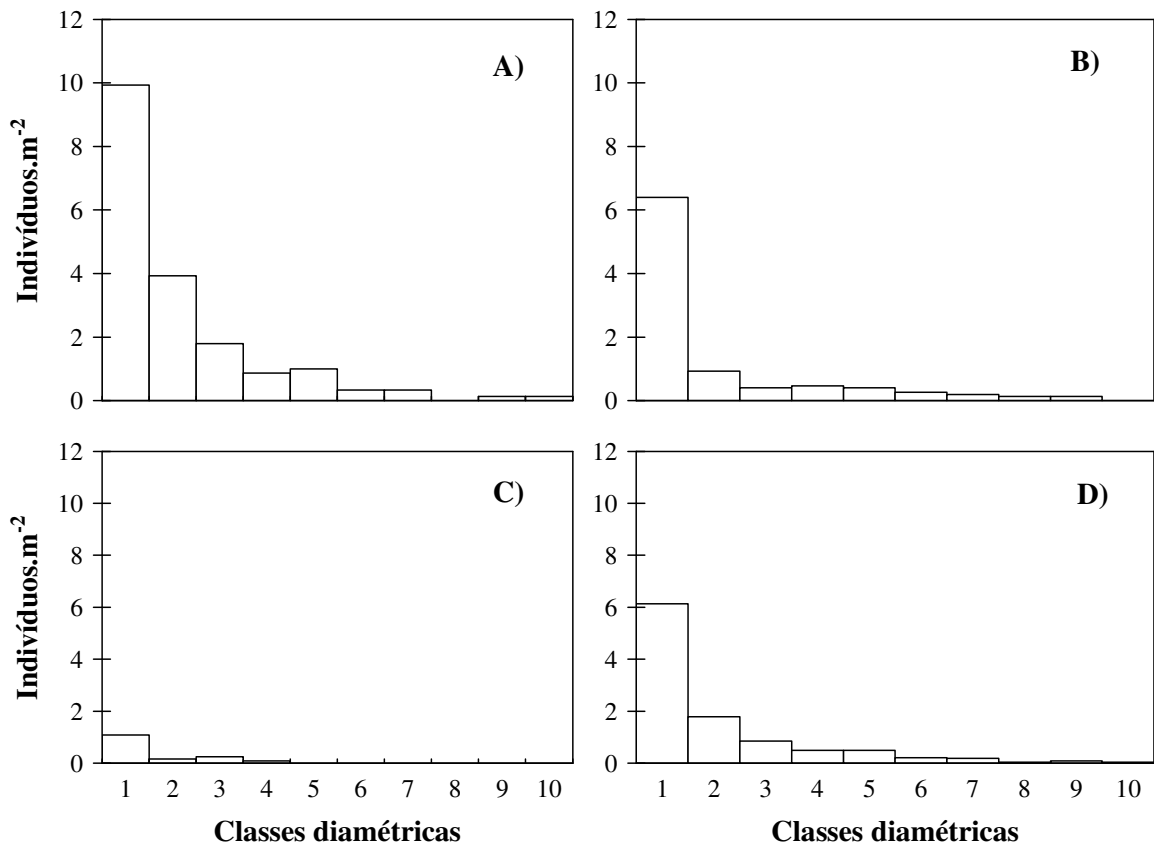


Figura 1. Estrutura populacional de *Sinningia lineata* em três áreas, A) Barracão; B) Vila Petry; C) Passo do Socorro; D) média das três áreas, na área de influência indireta do AHE Barra Grande, SC/RS.

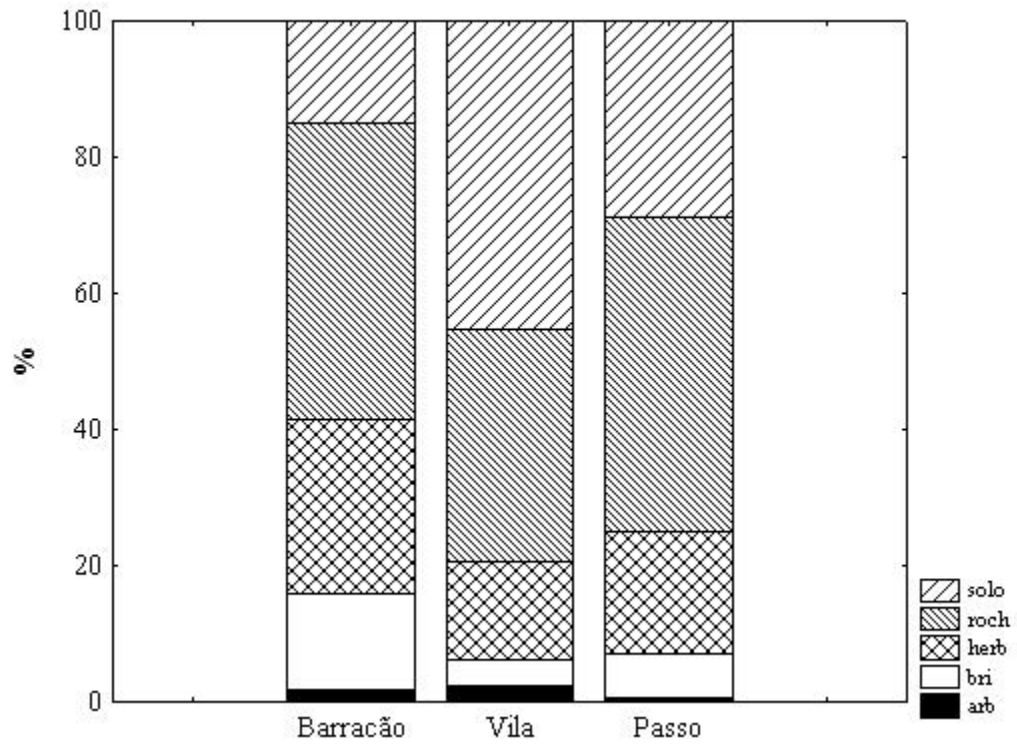


Figura 2. Porcentagem de cobertura das parcelas por plantas arbustivo-arbóreas, briófitas, herbáceas, rocha e solo exposto em três áreas, Barracão, Vila Petry e Passo do Socorro, na área de influência indireta do AHE Barra Grande, SC/RS.

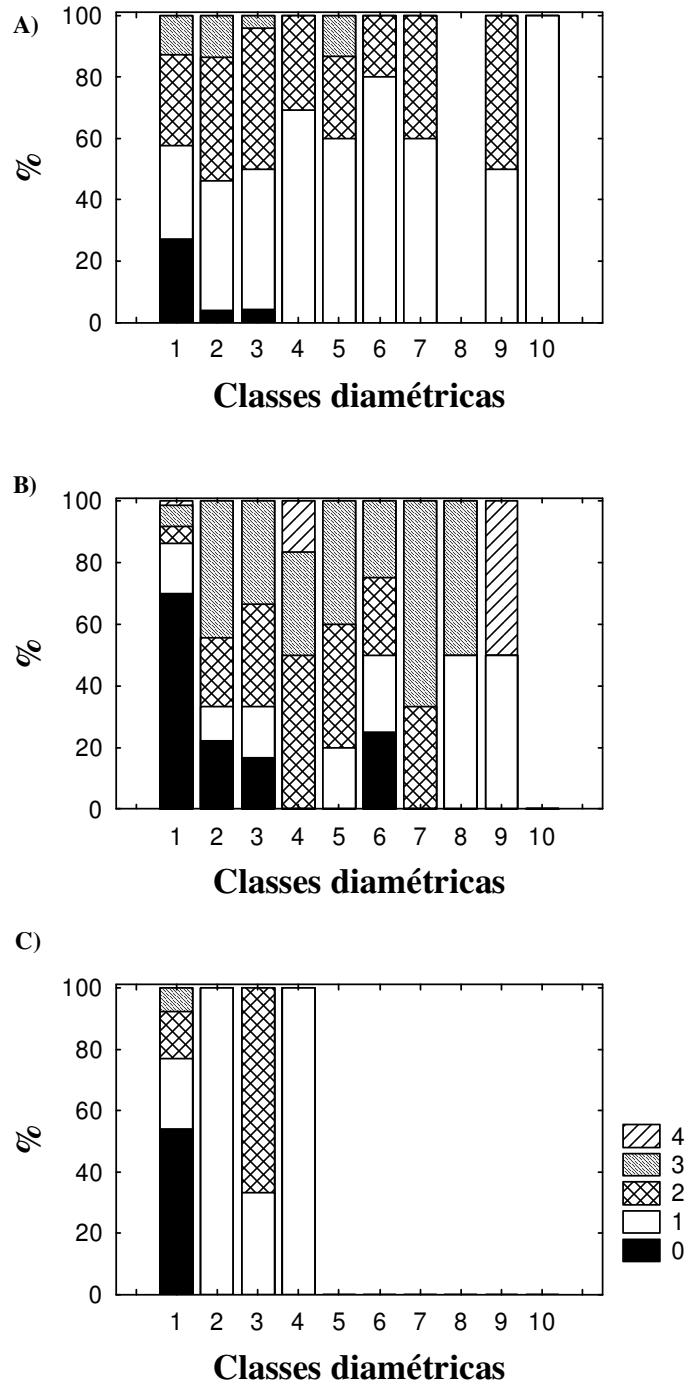


Figura 3. Intensidade de herbivoria (0 – 0 %; 1 – 1 a 25 %; 2 – 25 a 50 %; 3 – 50 a 75 %; 4 – 75 a 100 % da área foliar total) por insetos nas folhas de *Sinningia lineata* em três áreas (A – Barracão; B – Vila Petry; C – Passo do Socorro) na área de influência indireta do AHE Barra Grande, SC/RS.