



Efeitos da defaunação e da fragmentação florestal sobre a regeneração de *Araucaria angustifolia*

Responsável técnico: Carlos Rodrigo Brocardo

Cascavel, março de 2012

Efeitos da defaunação e da fragmentação florestal sobre a regeneração de *Araucaria angustifolia*

Projeto apresentado ao Instituto Ambiental do Paraná – Escritório Regional de Cascavel

Solicitação de autorização para pesquisa nas Unidades de Conservação: Parque Estadual Rio Guarani, RPPN Ecológico Alvorada e RPPN Ecológico Alvorada 1

Responsável técnico: Carlos Rodrigo Brocardo
Biólogo (UNIOESTE), Mestre em Zoologia (UNESP)
E-mail: carlosbrocardo@hotmail.com, Telefone: 45 9948-6625
Currículo lattes: <http://lattes.cnpq.br/4324547131252441>

Este projeto fará parte de Tese de doutorado a ser desenvolvida na Universidade Estadual Paulista, pelo programa de pós-graduação em *Ecologia e Biodiversidade* (início 2013)

Orientador: Prof. Dr. Mauro Galetti
Currículo lattes: <http://lattes.cnpq.br/3431375174670630>
Co-Orientador: Prof. Dr. Milton Cezar Ribeiro
Currículo lattes: <http://lattes.cnpq.br/4158685235743119>

a) Título do projeto: Efeitos da defaunação e da fragmentação florestal sobre a regeneração de *Araucaria angustifolia*

b) Introdução

A defaunação, e a perda e fragmentação de habitats estão entre as principais ameaças à biodiversidade e a manutenção das relações ecológicas essenciais aos ecossistemas (Redford 1992, Turner 1996, Wright 2003, Estes et al. 2011). Para o pinheiro-do-Paraná ou pinheiro-brasileiro (*Araucaria angustifolia*), espécie criticamente em perigo de extinção (CR), essas são ameaças recorrentes (Paraná - SEMA 1995, Farjon 2006, Fonseca et al. 2009).

O pinheiro-do-Paraná é uma conífera neotropical longeva, dominante de dossel, que pode atingir até 50 metros de altura e mais de 2 metros de diâmetro (Lorenzi 2002, Tortorelli 2009). Esta espécie arbórea predomina e caracteriza a Floresta Ombrófila Mista (FOM), formação pertencente ao bioma Mata Atlântica (Veloso et al. 1991, Castella & Britez 2004, Fonseca et al. 2009). A FOM, também conhecida como Mata dos Pinhais ou Floresta com Araucária, se estendia por mais de 200.000 km², sobretudo no Sul do Brasil (PR, SC, RS), e em pequenas porções do Sudeste brasileiro (SP, MG, RJ) e da província argentina de Misiones, limitando-se principalmente a isoterma de 19°C e regimes de chuva bem distribuídos ao longo do ano (Koch & Corrêa 2002, Backes 2009). A exploração dessa floresta foi mais tardia, quando comparada a outras formações de Mata Atlântica, iniciando-se apenas no final do século XIX, com a chegada de imigrantes alemães, italianos e poloneses, que passam a ocupar regiões florestadas nos estados sulinos (Lavelle 1981, Koch & Corrêa, Mähler-Jr & Larocca 2009). Mas foi a eclosão das duas Guerras Mundiais (1914-1919, 1939-1945) que deu maior impulso a atividade madeireira que se instalou, já que a produção de madeira no Velho Mundo havia sido afetada pelos conflitos (Lavelle 1981, Koch & Corrêa, Mähler-Jr & Larocca 2009).

Na Mata dos Pinhais, o pinheiro-do-Paraná, por características de dominância e qualidade da madeira foi a principal espécie derrubada e exportada (Lavelle 1981, Wachowicz 2001, Koch & Corrêa 2002, Mähler-Jr & Larocca 2009). Hoje restam apenas 12,6% da área de FOM no Brasil, sendo a maioria fragmentos florestais com menos de 50 hectares (Ribeiro et al. 2009), e grande parte desses fragmentos encontram-se degradados e sem a dominância do pinheiro (Castella & Britez 2004). É a presença do pinheiro-do-Paraná que caracteriza

ecofuncionalmente a FOM, assim na sua ausência, os remanescentes florestais encontram-se descaracterizados ecologicamente (Fonseca et al. 2009).

Em fragmentos florestais tem sido observada a falha no recrutamento da espécie (Narvaes et al. 2005, Souza 2007, Souza et al. 2008, Paludo et al. 2011), embora os fatores que a causem tenham sido pouco investigados, necessitando de maiores informações (Iob & Vieira 2008, Souza 2009). Em ambientes fragmentados podem ser inúmeras as causas que impedem o recrutamento da espécie, entre as quais estão: i) a defaunação, pela perda de dispersores eficientes de suas sementes (pinhões), como cutias (*Dasyprocta azarae*), devido à caça excessiva (Galetti et al. 2006, Iob & Vieira 2007, Vieira & Iob 2009, Brum et al. 2010); ii) excesso de predação de pinhões por pequenos roedores, devido à perda dos predadores desses animais e relaxamento ecológico (Terborgh et al. 2001, Guglielme & Ganade 2006, Fleury & Galetti 2006, Iob & Vieira 2008, Vieira & Iob 2009, Brum et al. 2010); iii) limitação de fonte de sementes, causada pela falta de indivíduos adultos (corte seletivo no passado) em fragmentos e excesso de coleta para consumo humano (Souza 2009, Vieira & Iob 2009); e iv) efeitos abióticos e bióticos em fragmentos, como ressecamento pelo vento, dominância de taquarais e lianas, e aumento na proporção de angiospermas pioneiras (Laurence et al. 2001, Campanello et al. 2007, Tabarelli et al. 2010a).

Nesta pesquisa por meio de amostragem com parcelas de vegetação em fragmentos, e tendo o Parque Nacional do Iguaçu (o maior remanescente de Mata Atlântica no interior do Brasil; Ribeiro et al. 2009) como área controle, iremos analisar a regeneração natural do pinheiro-brasileiro, bem como apontar quais os principais fatores que ameaçam seu estabelecimento. Também levantaremos dados importantes sobre a presença de animais (mamíferos e aves de maior porte), degradação e fragmentação florestal para Mata dos Pinhais no Oeste do Paraná. Com resultados, pretendemos inferir medidas de manejo mais eficientes para conservação de *Araucaria angustifolia*, assim como da comunidade biológica associada.

c) Justificativa

Apesar de ser uma espécie ameaçada, e ocorrer em um ambiente altamente fragmentado e modificado, pouco tem se estudado sobre a regeneração natural de *Araucaria angustifolia* (Iob & Vieira 2008, Souza 2009, Vieira & Iob 2009). Em fragmentos têm sido

observada a falha no recrutamento da espécie, embora os fatores que a causem foram insuficientemente testados (Narvaes et al. 2005, Souza 2007, Souza et al. 2008; Paludo et al. 2011). Entender quais são as barreiras que dificultam o recrutamento de plântulas de *Araucaria angustifolia*, é processo chave para apontar medidas de conservação para a espécie (Vieira & Iob 2009, Souza 2009).

A conservação de *A. angustifolia*, por sua vez garante a manutenção das características ecofuncionais da FOM (Castella & Britez 2004, Fonseca et al. 2009). Várias espécies animais dependem dos pinhões durante o inverno, e por isso o pinheiro é considerado como planta chave no fornecimento de recursos (Vieira & Iob 2009). Também inúmeras espécies arbóreas têm o crescimento preferencial sobre a copa dos pinheiros, que criam condições favoráveis a regeneração florestal (Inoue et al. 1984, Lorenzi 2002, Barbosa et al. 2007). Desse modo, a conservação do pinheiro-do-Paraná, acaba salvaguardando a conservação da FOM como um todo, ecorregião apontada como criticamente ameaçada, e prioritária para esforços de conservação na América Latina (Dinerstein et al. 1995).

Além do valor ecológico de *A. angustifolia*, há a importância histórica, cultural e econômica para sua conservação. Foi a exploração dessa conífera que propiciou o desenvolvimento de estados e vários municípios brasileiros (Koch & Corrêa 2002, Wachowicz 2001, Fonseca et al. 2009). A própria região (Oeste do estado do Paraná) onde se desenvolverá a pesquisa, teve a economia baseada na extração madeireira até a metade da década de 1970 (Wachowicz 1987, Sperança 1992, Rippel 2005, Brocardo 2011). A espécie aparece na bandeira e brasão do estado do Paraná, e de cidades como Curitiba-PR, Toledo-PR, Curitiba-SC, São Carlos-SP, Campos do Jordão-SP, Gramado-RS e Passo Fundo-RS, reverenciando sua importância histórico-cultural. O consumo de pinhão é comum nas regiões Sul e Sudeste, assim alternativas agroflorestais, com o uso de consórcios de pinheiro-do-Paraná e erva-mate (*Ilex paraguariensis*) podem ser usados como fonte de renda, e em programas de sequestro de carbono (Baches 2009, Saquetta 2009, Ribeiro et al. 2010). Devido a todos estes fatores, o uso de *A. angustifolia* como “espécie bandeira” em um projeto de conservação é positivo por facilitar a aceitação e assimilação de conceitos conservacionistas pelas populações locais.

O estudo também, propiciará a coleta de dados de distribuição e abundância de espécies de mamíferos e aves, e de degradação ambiental, em uma região da Mata Atlântica que carece de dados científicos importantes para implementação de programas de conservação

(Silva & Casteleti 2005, Galetti et al. 2009, Ribeiro et al. 2009, Tabarelli et al. 2010b). Em ambientes fragmentados, como é o caso da FOM, pequenos remanescentes têm papel fundamental no abrigo de espécies, no fluxo gênico, servindo como “trampolins” para fauna, e em última instância como resquícios de onde a floresta pode vir a se expandir novamente (Turner & Corlett 1996, Baum et al. 2004, Bittencourt & Sebben 2007, Arroyo-Rodríguez et al. 2009, Galetti et al. 2009, Ribeiro et al. 2009; 2010), assim conhecer a diversidade biológica que cada fragmento amostrado apresenta, e seu grau de preservação, resultará em indicações do melhor manejo integrado da paisagem, assim como sugestões para o estabelecimento de novas UC's na área amostrada.

A falta de UC's é um agravante de risco à comunidade biológica da FOM (Castella & Britez 2004, Medeiros et al. 2005, Indrusiak & Monteiro 2009, Ribeiro et al. 2009). A área de floresta protegida dessa biorregião corresponde a apenas 0,39% da área original, ou 3,1% da área remanescente (Ribeiro et al. 2009).

d) Objetivos

Nosso objetivo principal é identificar quais são as principais causas de falha no estabelecimento de *Araucaria angustifolia* em fragmentos florestais. Os fatores analisados serão: a defaunação (perda de dispersores), excesso de predação de sementes por pequenos roedores, degradação ambiental (dominância de taquarais e lianas) e limitação de fonte (produção de kg pinhões/ha e coleta de pinhões por populações humanas).

Também buscamos um detalhamento maior sobre a presença e abundância de mamíferos de médio e grande porte, de aves cinegéticas e aves dispersoras/predadoras de pinhões na Floresta Ombrófila Mista do Oeste do Paraná.

e) Metodologia

Área de estudo

O estudo será desenvolvido na região Oeste do Paraná, em área de ocorrência de Floresta Ombrófila Mista (Fig. 1). Na região a FOM sofre influência da Floresta Estacional Semidecidual (FES), formando um ecótono, com a presença de espécies arbóreas mais

comumente relacionadas a FES, como a peroba (*Aspidosperma polyneuron*) e o angico (*Anadenanthera colubrina*) (Castella & Britez 2004). A área de estudo corresponde à porção mais alta do Oeste do Paraná, com altitudes variando de 480 a 830 metros, o clima na região segundo a classificação de Koeppen é Cfa (verão quente, inverno frio e sem estação seca), com médias anuais de temperatura variando de 19 °C a 21 °C, e precipitação anual entre 1.800-2000 mm (Castella & Britez 2004). Os solos são predominantemente formados por Latossolos vermelho de origem vulcânica (Cretáceo) típicos do Terceiro Planalto Paranaense, caracterizados por boa fertilidade.

Toda região era florestada até o final da década de 1940 (Sperança 1992, Wachowicz 1987, Gubert-Filho 2010), podendo ser considerada uma das últimas áreas de Mata Atlântica explorada no Brasil. Da década de 1950 até a metade da década de 1970, a região recebeu grande influxo de migrantes, sobretudo dos estados sulinos (PR, SC, RS), sendo a principal atividade econômica nesse período a exploração florestal (Sperança 1992, Ruppel 2005, Brocardo 2011). Hoje a região é dominada por atividades agropecuárias, sendo que muito pouco restou da floresta original (Brocardo 2011).

Nesse contexto, a maioria dos fragmentos tem entre 50 e 30 anos de isolamento. Destaque-se na região o Parque Nacional do Iguaçu (ParNa Iguaçu) (Fig. 1B e 1C), com 185.262 ha, que abrange dois tipos de vegetação do Bioma Mata Atlântica: a Floresta Estacional Semidecidual e a Floresta Ombrófila Mista. A porção correspondente a FOM (municípios de Céu Azul e Santa Tereza do Oeste) será utilizada como área controle na pesquisa (em relação à fragmentação e exploração florestal). O ParNa Iguaçu foi criado em 1939 (desde 1986 considerado pela UNESCO como patrimônio mundial da humanidade), ou seja, antes do iniciou do processo de desmatamento, o que garante o seu uso efetivo como área controle em relação à fragmentação e a extração seletiva de madeira.

Para verificar os múltiplos efeitos da fragmentação utilizaremos as seguintes áreas fragmentadas (Fig. 1C):

- Parque Estadual do Rio Guarani - PERG (município de Três Barras do Paraná), com 2.235 ha, também possui dois tipos de vegetação, FES e FOM. Esta UC foi criada em julho de 2000, tendo sofrido extensa exploração florestal no passado. A área de FOM será usada na pesquisa.

- Parque Ecológico Paulo Gorski (111 ha) (município de Cascavel), criado em 1988, este parque possui um fragmento de 8 ha de FOM secundária (área utilizada na pesquisa).
- Parque Municipal Danilo Galafassi (município de Cascavel), 14 ha, criado em 1982 abriga os maiores exemplares de pinheiro (*A. angustifolia*) do município de Cascavel, é um fragmento relativamente preservado.
- Centro Ambiental Suely M. M. Festugato (município de Cascavel), com 132 ha de FOM, foi criado em 1998. É dominado por taquarais e lianas, devido à exploração florestal.
- Reserva Particular do Patrimônio Natural Ecológico Alvorada (município de Cascavel), com 31 ha, é uma RPPN estadual criada em 2005, e encontra-se em estado de regeneração.

A fim de complementar o desenho amostral também serão utilizados fragmentos localizados em propriedades particulares do município de Cascavel, sendo as seguintes áreas: Mata Castelo (104 ha), Mata Rio d'Oeste (504 ha), Mata Rio São José (753 ha), Mata Rio Tormenta (404 ha). Todas essas áreas estão dentro da distribuição da FOM, e sofreram extração seletiva de madeira no passado.

Coleta de dados e análises

1. Densidade e regeneração de *Araucaria angustifolia*: Estabeleceremos parcelas de vegetação de 50 x 50 m (0,25 ha). Em áreas com menos de 200 ha serão estabelecidas três parcelas, e em áreas maiores (< 200 ha) cinco parcelas. Estas parcelas serão subdivididas em subparcelas de 5x5 m (total de 100 subparcelas) para facilitar a coleta de dados e o mapeamento dos indivíduos, com a tomada de Diâmetro a altura do peito (DAP), Diâmetro basal e altura de adultos e jovens. Todos os indivíduos da espécie *Araucaria angustifolia* serão contabilizados (plântulas, jovens, imaturos e adultos; será seguida a classificação etária apresentada por Souza et al. 2008). A aglomeração dos indivíduos será verificada pela função K-Ripley (Ripley 1977). Esta amostragem será realizada em dois períodos, para verificar as plântulas ingressantes no ano subsequente a primeira amostragem.

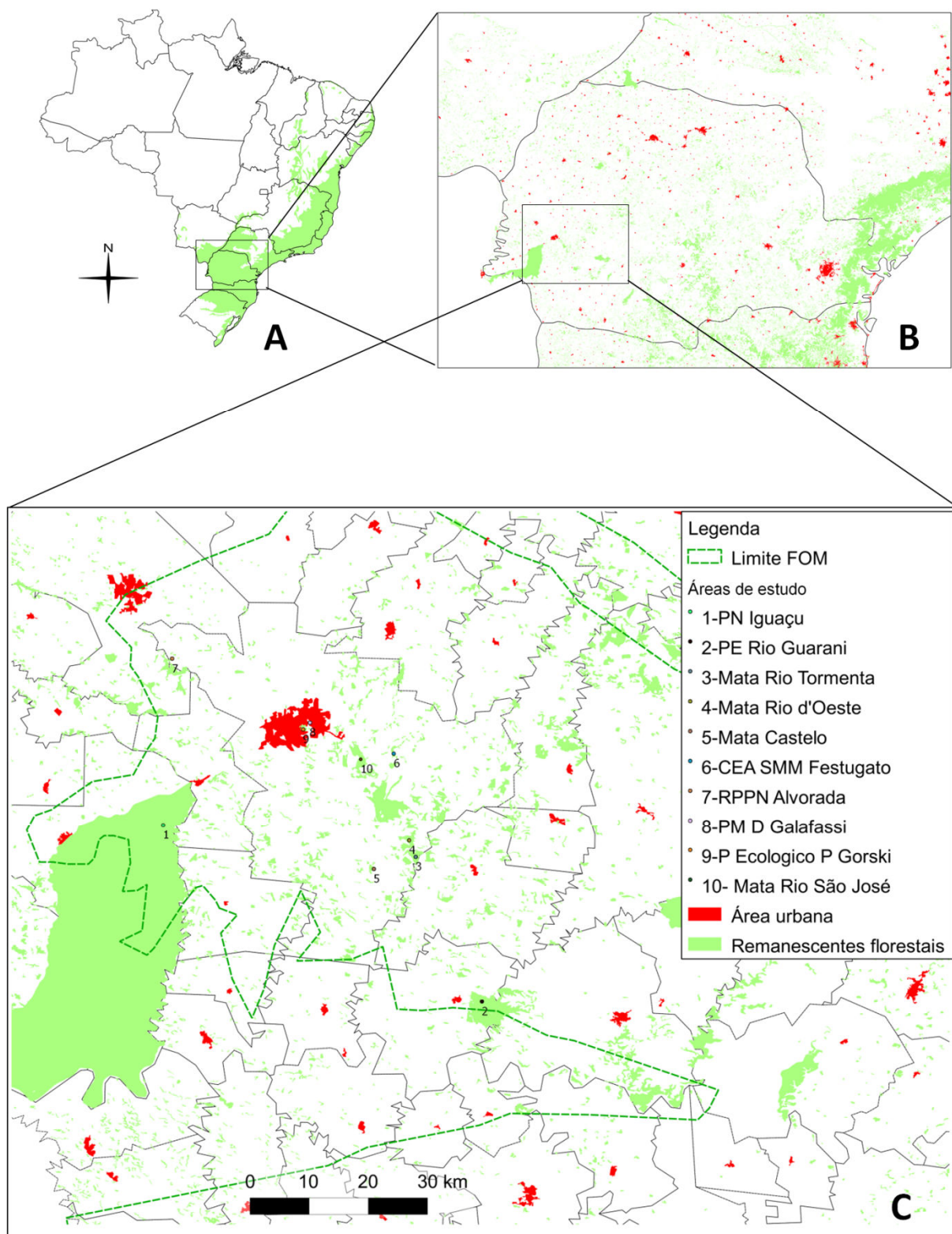


Figura 1. Área de estudo. A) Distribuição original da Mata Atlântica no Brasil; B) Remanescentes florestais no estado do Paraná; C) Áreas previamente selecionadas para a amostragem nesse projeto. (criação CR Brocardo, base de dados SOS Mata Atlântica www.sosmataatlantica.org.br).

2. Defaunação: Para medir a defaunação (perda ou baixa população de mamíferos de médio e grande porte, aves cinegéticas, e aves dispersoras/predadoras de pinhão) serão utilizadas duas metodologias – amostragem em transectos lineares (Cullen-Jr & Rudran 2006) e armadilhas fotográficas (Srbek-Araujo & Chiarello 2005). Mediremos a caça em cada área através de sinais diretos e indiretos (tiros, cães, encontro com caçadores, cevas, proximidade de casa aos fragmentos) e atribuiremos valores categóricos para a intensidade das atividades cinegéticas (ver Cullen-Jr et al. 2000). Utilizaremos análises baseadas em Modelos Mistos Generalizados (Pinheiro & Bates 2000) para determinar quais fatores explicam a riqueza e abundância de espécies, levando em conta: a degradação ambiental (item 3); a conectividade (direta e permeabilidade da matriz), formato e tamanho dos fragmentos (análise de imagens de satélite – LANDSAT e CBERS – INPE www.inpe.br, e coleta em campo); e a intensidade de caça. Análises desenvolvidas no software R 2.13 (R Development Core Team 2011).
3. Degradação ambiental: Nas parcelas de vegetação (50 x 50 m) será medida a dominância de taquarais (pela porcentagem de subparcelas ocupadas em relação ao total), a dominância de lianas (pela porcentagem de subparcelas ocupadas em relação ao total). Também será verificada a densidade de árvores Angiosperma, sendo que para adultas (DAP > 10 cm) utilizaremos a parcela total (0,25 ha), para jovens (DAP < 10 cm, e altura superior a 1 m) 10 subparcelas sorteadas (0,025 ha), e para plântulas (1m > altura > 10 cm) 3 subparcelas sorteadas (0,0075 ha). Todas essas medidas são importantes já que áreas degradadas como fragmentos, há um aumento na dominância de taquarais e lianas (Laurence et al. 2001, Campanello et al. 2007), que juntamente com a densidade de angiosperma são fatores de competição e barreira ao estabelecimento de *A. angustifolia* (Souza et al. 2009). O diâmetro basal total somado de *A. angustifolia* e Angiosperma será usado como forma de determinar a conservação de área. Áreas com menor histórico de extração de madeira detêm área basal total maior (Souza et al. 2008, Souza 2009).
4. Predação e dispersão de sementes: Para avaliar a predação e a dispersão das sementes (pinhões) utilizaremos uma série de experimentos. Temos interesse em saber: 1) se distância do adulto produtor influencia na predação/dispersão, e se ocorre alteração desse padrão em áreas defaunadas (Jansen et al. 2008, Wyatt & Silman 2004); 2) se sementes enterradas tem maior probabilidade de sobrevivência (escape da predação) (Forget 1990, Asquith et al. 1999); e 3) se a exclusão de predadores/dispersores irá

influenciar no destino das sementes (Asquith et al. 1997, DeMattia et al 2004, Paine & Beck 2007). Em cada área estabeleceremos dez pontos amostrais sob a copa de dez pinheiros-fêmea produtivos (distância mínima de 30 m entre pinheiros amostrados), e a partir destes, mais dez pontos a uma distância de 15 m (mas longe a pelo menos 30 m de outros pinheiros produtivos). Em cada ponto serão utilizados quatro tratamentos para as sementes – I) acesso livre a todos os predadores/dispersores, II) acesso apenas para pequenos predadores/dispersores (< 1 kg; gaiola de exclusão de 20 x 20 x 20 cm, revestida com tela 2'' 5,08 cm), III) exclusão de todos vertebrados (gaiola de exclusão de 20 x 20 x 20 cm, revestida com tela ½'' 1,28 cm), e III) sementes enterradas a 5 cm de profundidade. Cada tratamento receberá 5 sementes marcadas com carretel (35 metros) para possibilitar a recuperação e medir distâncias de dispersão (Donatti et al. 2009). Para identificar os dispersores/predadores utilizaremos armadilhas fotográficas (Brum et al. 2010, Prasad et al. 2010). Ainda faremos coleta de fezes de animais para verificar o consumo de pinhões (restos de película lignificada das sementes). Tentará se utilizar apenas pinhões provenientes de cada área de estudo (obtidas no item 5), mas quando não for possível (produção muito baixa), serão adquiridas sementes no mercado local, que passaram por tratamento para inviabilizar o embrião (48 h em temperatura de -20° C). No ParNa Iguaçu e no PERG, só utilizaremos sementes das próprias UC's. Todas as sementes não predadas serão recolhidas, exceto quando forem da própria área. Utilizaremos um Modelo Cox com a interação dos tratamentos, distância do pinheiro produtor e área para avaliar o destino das sementes.

5. Produção de pinhões e coleta para consumo humano: Nas parcelas de vegetação, serão identificados os pinheiros-fêmea produtivos, então com binóculos será feita a contagem do número de pinhas (estróbilos femininos) em processo de maturação. De cada pinheiro-fêmea será feita a coleta de uma pinha, para contagem do número de sementes, e a extrapolação para a produção de cada área (ver Mantovani et al. 2004). A coleta será estimada por meio de entrevistas com moradores (informando quantidade retirada) do entorno e por meio de sinais diretos em campo (número médio de pinhas por pinheiro menos a quantidade de pinhas remanescente em pinheiros que foi observada a extração). A coleta será feita com podão ou manualmente, todas as sementes (pinhões) serão utilizadas nas próprias áreas de coleta, não havendo, portanto retirada de material biológico das UC's.
6. Análises para determinar quais fatores causam falhas na regeneração de *Araucaria angustifolia*: Por meio de análises baseadas em Modelos Generalizados Mistos iremos

inferir quais são as principais ameaças ao recrutamento da espécie, tendo como variáveis: tamanho dos fragmentos, defaunação (abundância de dispersores), taxas de predação/dispersão, densidade de adultos da espécie (medida que indica a extração de madeiro no passado), produção de pinhões/área, coleta por populações humanas, dominância de taquarais, dominância de lianas, densidade de angiospermas. Se necessário, essas variáveis serão reduzidas através de Análise de Componentes Principais. As análises serão desenvolvidas no software R 2.13 (R Development Core Team, 2011).

f) Custos do projeto

A estimativa para custo total de projeto é de R\$ 34.462,05.

g) Cronograma de execução

Atividade	Período							
	2012	2013		2014		2015		2016
	2º sem.	1º sem.	2º sem.	1º sem.	2º sem.	1º sem.	2º sem.	1º sem.
Estabelecimento das parcelas de amostragem de vegetação								
Estabelecimento de trilhas para censo								
Amostragem vegetação (pinheiros, degradação ambiental)								
Amostragem fauna								
Experimentos de predação/dispersão de sementes (pinhões)								
Estimativa de produção de pinhões/área								
Estimativa de coleta de pinhões								
Cumprimento de créditos em disciplinas (Doutorado)								
Participação em eventos científicos								
Análises estatísticas dos dados								
Escrita da tese								
Publicação de artigos								
Defesa da tese								

h) Bibliografia

- Arroyo-Rodríguez, V.; Pineda, E.; Escobar, F. & Benítez-Malvido, J. 2009. Value of small patches in the conservation of plant-species diversity in highly fragmented rainforest. **Conservation Biology**, 23(3): 729–739.
- Asquith, N.M.; Terborgh, J., Arnold, A.E. & Riveros, M. C.1999. The fruits the agouti ate: *Hymenaea courbaril* seed fate when its disperser is absent. **J. Trop. Ecol.**, 15: 229–235.
- Asquith, N. M.; Wright, S. J. & Clauss, M. J. 1997. Does mammal community composition controls recruitment in Neotropical forests? Evidence from Panama. **Ecology**, 78 (3): 941-946.
- Backes, A. 2009. Floresta com Araucária: importância e usos múltiplos. In: Fonseca, C. R.; Souza, A. F.; Leal-Zanchet, A. M.; Dutra, T.; Backes, A. & Ganado, G. (Eds.). **Floresta com Araucária: Ecologia, Conservação de Desenvolvimento Sustentável**. Ribeirão Preto: Holos Editora, p. 303-309.
- Barbosa, C. E. de A.; Benato, T. Cavalheiro, A. L. & Torezan, J. M. D. 2007. Diversity of regenerating plants in reforestations with *Araucaria angustifolia* (Bertol.) O. Kuntze of 12, 22, 35, and 43 Years of Age in Paraná State, Brazil. **Restoration Ecology**: 17 (1): 60-67.
- Baum, K.A.; Haynes, K.J.; Dilleuth, F.P. & Cronin, J.T. 2004. The matrix enhances the effectiveness of corridors and stepping stones. **Ecology**, 85: 2671-2679.
- Bittencourt J.V.M. & Sebbenn, A.M. 2007. Patterns of pollen and seed dispersal in a small, fragmented population of the wind-pollinated tree *Araucaria angustifolia* in southern Brazil. **Heredity**, 99: 580-591.
- Brocardo, C.R. 2011. **A origem e história do município de Cascavel**. Ensaio em comemoração aos 60 anos de emancipação dos municípios criados pela Lei Estadual nº 790/1951. Instituto Histórico e Geográfico do Paraná.
- Brum, F.T.; Duarte, L.S. & Hartz, S.M. 2010. Seed removal patterns by vertebrates in different successional stages of *Araucaria* forest advancing over southern Brazilian grasslands. **Community Ecology**, 11(1): 35-40.
- Campanello, P. I.; Gatti, M. G.; Ares, A.; Montti, L. & Goldstein, G. 2000. Tree regeneration and microclimate in a liana and bamboo-dominated semideciduous Atlantic Forest. **Forest Ecology and Management**, 252: 108-117.
- Castella, P. R. & Britez, R. M. 2004. **A floresta com araucária no Paraná: conservação e diagnóstico dos remanescentes florestais**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente.
- Cullen Jr, L.; Bodmer, R.E. & Valladares-Pádua, C. 2000. Effects of hunting in habitat fragments of the Atlantic forests, Brazil. **Biological Conservation**, 95: 49-56.
- Cullen Jr, L. & Rudran, R. 2006. Transectos lineares na estimativa de densidade de mamíferos e aves de médio e grande porte. In: Cullen-Jr, L.; Rudran, R. & Valladares-Padua, C. (Eds.). **Método de estudos em Biologia da Conservação & Manejo da vida silvestre**. 2 ed. Curitiba: Ed. UFPR, pp. 169-179.

- DeMattia, E. A.; Curran, L. M. & Rathcke, B. J. 2004. Effects of small rodents and large mammals on Neotropical seeds. **Ecology**, 85 (8): 2161–2170.
- Dinerstein, E.; Olson, D.M.; Graham, D.J.; Webster, A.L.; Primm, S.A.; Bookbinder, M.P. & Ledec, G. 1995. **A conservation assessment of terrestrial ecoregions of Latina America and the Caribbean**. Washington: The World Wildlife Fund.
- Donatti, C.I.; Guimarães-Jr, P.R. & Galetti, M. 2009. Seed dispersal and predation in the endemic Atlantic rainforest palm *Astrocaryum aculeatissimum* across a gradient of seed disperser abundance. **Ecol. Res.**, 24: 1187–1195.
- Estes, J.A.; Terborgh, J.; Brashares, J.S.; Power, M.E.; Berger, J.; Bond, W.J.; Carpenter, S.R.; Essington, T.E.; Holt, R.D.; Jackson, J.B.C.; Marquis, R.J.; Oksanen, L.; Oksanen, T.; Paine, R.T.; Pikitch, E.K.; Ripple, W.J.; Sandin, S.A.; Scheffer, M.; Schoener, T.W.; Shurin, J.B.; Sinclair, A.R.E.; Soulé, M.E.; Virtanen, R. & Wardle, D.A. 2011 Trophic Downgrading of Planet Earth. **Science**, 333: 301-30.
- Farjon, A. 2006. *Araucaria angustifolia*. In: IUCN 2011. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2011.2. <www.iucnredlist.org>. (último acesso em 26/02/2012).
- Fleury, M. & Galetti, M. 2006. Forest fragment size and microhabitat effects on palm seed predation. **Biological Conservation**, 131: 1-13.
- Fonseca, C. R.; Souza, A. F.; Leal-Zanchet, A. M.; Dutra, T.; Backes, A. & Ganado, G. (Eds.). 2009. **Floresta com Araucária: Ecologia, Conservação de Desenvolvimento Sustentável**. Ribeirão Preto: Holos Editora.
- Forget, P.M. 1990. Seed dispersal of *Vouacaporina americana* by caviomorph rodents in French Guiana. **J Trop Ecol**, 6: 459–46.
- Galetti, M.; Donatti, C.I.; Pires, A.S.; Guimarães, P. R. & Jordano, P. 2006. Seed survival and dispersal of an endemic Atlantic forest palm: the combined effects of defaunation and forest fragmentation. **Botanical Journal of the Linnean Society**, 151: 141-149.
- Galetti, M., Giacomini, H.C., Bueno, R.S., Bernardo, C.S.S., Marques, R.M., Bovendorp, R.S., Steffler, C.E., Rubim, P., Gobbo, S.K., Donatti, C.I., Begotti, R.A., Meirelles, F., Nobre, R.A., Chiarello, A.G., Peres, C.A. 2009. Priority areas for conservation of Atlantic Forest large mammals. **Biological Conservation**, 142: 1229-1241.
- Guglielme, I. & Ganade, G. 2006. Predação de sementes afetando a distribuição de indivíduos de *Araucaria angustifolia* ao longo de uma borda de floresta com campo. **Neotropical Biology and Conservation**, 1 (2): 62-71.
- Indrusiak, C. & Monteiro, S.A. 2009. Unidades de conservação na área de distribuição da Araucária. In: Fonseca, C. R.; Souza, A. F.; Leal-Zanchet, A. M.; Dutra, T.; Backes, A. & Ganado, G. (Eds.). **Floresta com Araucária: Ecologia, Conservação de Desenvolvimento Sustentável**. Ribeirão Preto: Holos Editora, p. 253-265.
- Inoue, M. T.; Roderjan, C. V. & Kuniyosh, Y. S. 1984. **Projeto Madeira do Paraná**. Curitiba: Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná.
- Iob, G. & Vieira, E. M. 2008. Seed predation of *Araucaria angustifolia* (Araucariaceae) in the Brazilian Araucaria Forest: influence of deposition site and comparative role of small and ‘large’ mammals. **Plant Ecol.**, 198:185–196.

- Jansen, P.A.; Bongers, F. & Van Der Meer, P.J. 2008. Is farther seed dispersal better? Spatial patterns of offspring mortality in three rainforest tree species with different dispersal abilities. **Ecography**, 31: 43-52.
- Koch, Z. & Corrêa, M. S. 2002. **Araucária: a floresta do Brasil meridional**. Curitiba: Olhar brasileiro.
- Laurance, W.F.; Pérez-Salicrup, D.; Delamonica, P.; Fearnside, P.M.; Agra, S.; Jerozolinski, A.; Pohl, L. & Lovejoy, T.E. 2001. Rain forest fragmentation and the structure of Amazonian liana communities. **Ecology**, 82(1): 105-116.
- Lavalle, A. M. 1981. **A madeira na economia paranaense**. Curitiba: Grafipar.
- Lorenzi, H. 2002. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Vol. 01. 4 ed. Nova Odessa – SP: Instituto Plantarum.
- Mantovani, A.; Morellato, L.P.C. & Reis, M. S. 2004. Fenologia reprodutiva e produção de sementes em *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze. *Revista Brasil. Bot.*, 27 (4): 787-796.
- Medeiros, J. M.; Savi, M. & Brito, B.F.A. 2005. Seleção de áreas para criação de Unidades de Conservação na Floresta Ombrófila Mista. **Biotemas**, 18 (2): 33-50.
- Mähler-Jr, J.K.F. & Larocca, J.F. 2009. Fitofisionomias, desmatamento e fragmentação da Floresta com Araucária. . In: Fonseca, C. R.; Souza, A. F.; Leal-Zanchet, A. M.; Dutra, T.; Backes, A. & Ganado, G. (Eds.). **Floresta com Araucária: Ecologia, Conservação de Desenvolvimento Sustentável**. Ribeirão Preto: Holos Editora, p. 243-252.
- Ministério do Meio Ambiente (MMA). 2008. Instrução normativa. Lista oficial das espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção. Disponível em http://www.mma.gov.br/estruturas/ascom.../83_19092008034949.pdf (último acesso 29/02/2012).
- Narvaes, I.S.; Brena, D.A. & Longhi, S.J. 2010. Estrutura da regeneração natural em Floresta Ombrófila Mista na Floresta nacional de São Francisco de Paula, RS. **Ciência Florestal**, 15 (4): 331-342.
- Paine, C. E. T. & Beck, H. 2007. Seed predation by Neotropical rain forest mammals increases diversity in seedling recruitment. **Ecology**, 88(12): 3076–3087.
- Paraná - Secretária de Estado de Meio Ambiente (SEMA). 1995. **Lista vermelha de plantas ameaçadas de extinção no estado do Paraná**. Curitiba: SEMA.
- Paludo, G.F.; Mantovani, A. & Reis, M. S. 2011. Regeneração de uma população natural de *Araucaria angustifolia* (Araucariaceae). **Revista Árvore**, 35 (5): 1107-1119.
- Pinheiro, J. & Bates, D. 2000. **Mixed-Effects Models in S and S-PLUS**. Nova Iorque: Springer.
- Prasad, S.; Pittet, A. & Sukumar, R. 2010. Who really ate the fruit? A novel approach to camera trapping for quantifying frugivory by ruminants. **Ecol. Res.**, 25: 225–231.

- R Development Core Team. 2011. **R**: A language and environment for statistical computing. Viena: R Foundation for Statistical Computing. Disponível em: <http://r-development-core-team.software.informer.com/>. (último acesso 20/01/2012).
- Redford, K. H. 1992. The empty forest. **Bioscience**, 42: 412-422.
- Ribeiro, M. C.; Metzger, J. P.; Martensen A. C.; Ponzoni, F. J. & Hirota, M. M. 2009. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, 142: 1141–115.
- Ribeiro, M.C.; Martensen, A.C.; Metzger, J.P.; Tabarelli, M., Scarano, F. & Fortin, M. 2010. The Brazilian Atlantic Forest: A shrinking biodiversity hotspot. In: Zachos, F.E & Habel, J.C. (Eds.). 2010. **Biodiversity hotspots distribution and protection of conservation priority areas**. Londres: Springer, p. 405-434.
- Ripley, B. D. 1977. Modeling spatial patterns. **Journal of the Royal Statistical Society**, 39 (2): 172-212.
- Rippel, R. 2005. Migração e desenvolvimento econômico no Oeste do estado do Paraná: uma análise de 1950 a 2000. Tese de doutorado, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Estadual de Campinas, SP.
- Saquetta, C.R. Fixação de carbono em Floresta com Araucária. In: Fonseca, C. R.; Souza, A. F.; Leal-Zanchet, A. M.; Dutra, T.; Backes, A. & Ganado, G. (Eds.). **Floresta com Araucária: Ecologia, Conservação de Desenvolvimento Sustentável**. Ribeirão Preto: Holos Editora, p. 297-301.
- Silva, J.M.C. & Casteleti, C.H.M. 2005. Estado da biodiversidade da Mata Atlântica brasileira. In: Galindo-Leal, C. & Câmara, I.G. **Mata Atlântica: Biodiversidade, ameaças e perspectivas**. Belo Horizonte: Fundação SOS Mata Atlântica & Conservação Internacional, p. 43-59.
- Souza, A. F. 2007. Ecological interpretation of multiple population size structures in trees: The case of *Araucaria angustifolia* in South America. **Austral Ecology**, 32: 524–533.
- Souza, A. F. 2009. Estrutura populacional de *Araucaria angustifolia*. In: Fonseca, C. R.; Souza, A. F.; Leal-Zanchet, A. M.; Dutra, T.; Backes, A. & Ganado, G. (Eds.). **Floresta com Araucária: Ecologia, Conservação de Desenvolvimento Sustentável**. Ribeirão Preto: Holos Editora, p. 67-74.
- Souza, A. F., Forgiarini, C.; Longhi, S.J. & Brena, D.A. 2008. Regeneration patterns of a long-lived dominant conifer and the effects of logging in southern South America. **Acta oecologica**, 34: 221-232.
- Sperança, A. A. 1992. **Cascavel: A História**. Curitiba: Lagarto Editores.
- Srbek-Araujo, A. C. & Chiarello, A. G. 2005. Is camera-trapping an efficient method for surveying mammals in Neotropical forests? A case study in south-eastern Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, 21:121–125.
- Tabarelli, M.; Aguiar, A.V.; Girão, L.C.; Peres, C.A. & Lopes, A.V. 2010a. Effects of pioneer tree species hyperabundance on forest fragments in Northeastern Brazil. **Conservation Biology**, 24 (6): 1654-1663.

- Tabarelli, M.; Aguiar, A.V.; Ribeiro, M.C.; Metzger, J.P. & Peres, C.A. 2010b. Prospects for biodiversity conservation in the Atlantic Forest: Lessons from aging human-modified landscapes. **Biological Conservation**, 143: 2328–2340.
- Terborgh, J.; Lopez, L.; Nuñez, P.; Rao, M.; Shahabuddin, G.; Orihuela, G.; Riveros, M.; Ascanio, R.; Adler, G.H.; Lambert, T.D. & Balbas, L. 2001. Ecological meltdown in predator-free forest fragments. **Science**, 294: 1923-1926.
- Tortorelli L. A. 2009. **Maderas y bosques argentinos**. Vol. 1, 2 ed. Buenos Aires: Orientación Gráfica Editora.
- Turner, I. M. 1996. Species loss in fragments of tropical rain forest: a review of the evidence. **Journal of applied Ecology**, 33: 200-209.
- Turner, I.M & Corlett, R.T. 1996. The conservation value of small, isolated fragments of lowland tropical rain forest. **Tree**, 1 (8): 330-333.
- Veloso, H. P.; Rangel Filho, A. L. & Lima, J. C. A. 1991. Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal. Rio de Janeiro: IBGE.
- Vieira, E. M. & Iob, G. 2009. Dispersão e predação de sementes de *Araucaria angustifolia*. In: Fonseca, C. R.; Souza, A. F.; Leal-Zanchet, A. M.; Dutra, T.; Backes, A. & Ganado, G. (Eds.). **Floresta com Araucária: Ecologia, Conservação de Desenvolvimento Sustentável**. Ribeirão Preto: Holos Editora, p. 85-95.
- Wachowicz, R. C. 1987. **Obrages, Mensus e Colonos**: História do Oeste Paranaense. 2 ed. Curitiba: Editora Vicentina.
- Wachowicz, R. C. 2001. **História do Paraná**. 9 ed. Curitiba: Editora Vicentina.
- Wright, S. J. 2003. The myriad consequences of hunting for vertebrates and plants in tropical forests. **Persp. Plant Ecol. Evol. Syst.**, 6: 73-86.
- Wyatt, J.L. & Silman, M.R. 2004. Distance-dependence in two Amazonian palms: effects of spatial and temporal variation in seed predator communities. **Oecologia**, 140: 26-35