

**AIRTON DE DEUS CYSNEIROS CAVALCANTI**

**Estrutura e dinâmica populacional de *Eschweilera ovata* (Cambess.)**

**Miers (Lecythidaceae) em fragmentos de Mata Atlântica**

**CAMPINAS**

**2012**



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

INSTITUTO DE BIOLOGIA

AIRTON DE DEUS CYSNEIROS CAVALCANTI

Estrutura e dinâmica populacional de *Eschweilera ovata* (Cambess.)

Miers (Lecythidaceae) em fragmentos de Mata Atlântica

Este exemplar corresponde à redação final  
da tese defendida pelo(a) candidato (a)  
AIRTON DE DEUS CYSNEIROS CAVALCANTI  
e aprovada pela Comissão Julgadora.

Tese apresentada ao Instituto  
de Biologia para obtenção do  
Título de Doutor em Biologia  
Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Flavio Antonio Maës dos Santos

CAMPINAS

2012

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA POR  
ROBERTA CRISTINA DAL' EVEDOVE TARTAROTTI – CRB8/7430  
BIBLIOTECA DO INSTITUTO DE BIOLOGIA - UNICAMP

C314e Cavalcanti, Airton de Deus Cysneiros, 1980-  
Estrutura e dinâmica populacional de *Eschweilera ovata* (Cambess.) Miers (Lecythidaceae) em fragmentos de Mata Atlântica / Airton de Deus Cysneiros Cavalcanti. – Campinas, SP: [s.n.], 2012.

Orientador: Flavio Antonio Maës dos Santos.  
Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia.

1. Mata atlântica. 2. Fragmentação florestal. 3. Ecologia vegetal. 4. Ecologia de populações. I. Santos, Flavio Antonio Maës dos, 1958-. II. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Biologia. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

**Título em Inglês:** Structure and population dynamics of *Eschweilera ovate* (Cambess.) Miers (Lecythidaceae) in fragments of Atlantic Rain Forest

**Palavras-chave em Inglês:**

Mata atlântica (Brazil)

Forest fragmentation

Vegetation ecology

Population ecology

**Área de concentração:** Biologia Vegetal

**Titulação:** Doutor em Biologia Vegetal

**Banca examinadora:**

Flavio Antonio Maës dos Santos [Orientador]

Simone Aparecida Vieira

Valéria Forni Martins

Marco Antonio Portugal Luttembarck Batalha

Maria Jesus Nogueira Rodal

**Data da defesa:** 05-12-2012

**Programa de Pós Graduação:** Biologia Vegetal

Campinas, 05 de dezembro de 2012

**BANCA EXAMINADORA**

Prof. Dr. Flavio Antonio Maës dos Santos (Orientador)



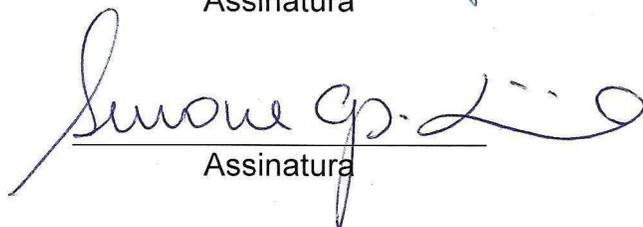
Assinatura

Profa. Dra. Maria Jesus Nogueira Rodal



Assinatura

Dra. Simone Aparecida Vieira



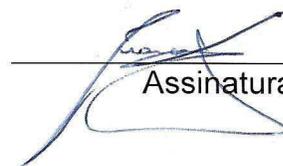
Assinatura

Dra. Valéria Forni Martins



Assinatura

Prof. Dr. Marco Antonio Portugal Luttembarck Batalha



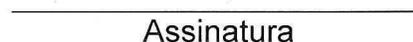
Assinatura

Dr. Luís Carlos Bernacci



Assinatura

Profa. Dra. Rita de Cássia Quitete Portela



Assinatura

Prof. Dr. Alexandre Adalardo de Oliveira



Assinatura

*Dedico a minha esposa Fabiana  
Amorim e ao magnífico ser em seu  
ventre, com muito amor e carinho.*

## **Agradecimentos**

Agradeço primeiramente a Deus por me conceder proteção e capacidade de executar este trabalho.

Ao professor Flavio Santos, pela orientação, confiança e dedicação nas diversas fases do estudo.

Ao programa de Biologia Vegetal da Unicamp pela oportunidade. A todos os professores e a Roseli de Melo por sua atenção e ajuda sempre que necessário.

A CAPES e CNPq pela bolsa e auxílio concedidos.

Aos proprietários da Usina São José pela propriedade e toda infraestrutura disponibilizadas, bem como ao Biólogo Roberto Siqueira pelo apoio e interlocução.

Ao Projeto Fragmentos pelo apoio e disponibilidade à execução deste trabalho, em especial a Mari (Profa. Maria Rodal) por ter participado de toda minha formação acadêmica como orientadora e amiga, sem a qual eu não estaria aqui neste momento.

Ao amigo Maurício Sampaio pela grande ajuda na análise dos dados, bem com as amigas Yumma Valle e Sueny Paloma pelo auxílio nas traduções.

A todos os amigos fora e dentro da universidade que sempre me apoiaram e ajudaram no desenvolvimento deste estudo. Em especial aos amigos Marcílio, João e Sr. Lenilson pelos preciosos auxílios nos trabalhos de campo.

À minha estimada esposa Fabiana por toda compreensão e apoio diante dos períodos em que estive ausente, pelas diversas e difíceis contribuições em campo e na confecção deste texto que foram imprescindíveis, bem como a meu filho que mesmo antes de vir ao mundo já me emociona e motiva à conclusão deste trabalho.

Aos meus pais Airton e Leonissa e irmãs Carolina e Cecília que sempre estiveram ao meu lado acompanhando e apoiando todas as fases deste estudo.

Enfim, a todas as pessoas que de alguma forma contribuíram no desenvolvimento deste estudo me apoiando e confiando em sua conclusão.

## SUMÁRIO

RESUMO GERAL.....	x
ABSTRACT .....	xii
INTRODUÇÃO GERAL.....	01
OBJETIVO.....	03
MÉTODOS .....	05
REFERÊNCIAS .....	11
Figura 1. Localização da área de estudo (A), em detalhe os fragmentos estudados de Floresta Atlântica (B) na Usina São José, município de Igarassu, Pernambuco, nordeste do Brasil. ....	06
Figura 2. Precipitação anual (mm), histórica e dos últimos anos (A), e precipitação mensal (mm) histórica e durante período de estudo (B) do município de Igarassu, Pernambuco, nordeste do Brasil. ....	07
Figura 3. Estrutura caulinar (A) e detalhe do tronco (B) de indivíduos de <i>Eschweilera ovata</i> em um ambiente fragmentado de Floresta Atlântica, em Igarassu, Pernambuco, nordeste do Brasil. ....	09
Figura 4. Detalhes das folhas (A) e indivíduo ingressante (B) de <i>Eschweilera ovata</i> em um ambiente fragmentado de Floresta Atlântica, em Igarassu, Pernambuco, nordeste do Brasil. ....	10
Figura 5. Aglomerado de indivíduos (A) e padrão de regeneração (B) de <i>Eschweilera ovata</i> em um ambiente fragmentado de Floresta Atlântica, em Igarassu, Pernambuco, nordeste do Brasil. ....	10
CAPÍTULO I - Densidade e estrutura populacional de uma espécie arbórea em uma paisagem fragmentada	
Resumo .....	19
Abstract .....	20
1. Introdução .....	22
2. Métodos .....	24
3. Resultados .....	27
4. Discussão .....	33
5. Considerações Finais.....	37

Referências .....	37
Figura 1.1. Distribuição de indivíduos em classes de diâmetro (cm) das populações de <i>Eschweilera ovata</i> em seis fragmentos florestais em um ambiente fragmentado de Floresta Atlântica, em Igarassu, Pernambuco, nordeste do Brasil.....	30
Figura 1.2. Distribuição de indivíduos mortos por classes de diâmetro (cm) na primeira transição (A) e segunda transição (B) das populações de <i>Eschweilera ovata</i> em seis fragmentos florestais em um ambiente fragmentado de Floresta Atlântica, em Igarassu, Pernambuco, nordeste do Brasil.....	32
Tabela 1.1. Densidade populacional (indivíduos/hectare $\pm$ erro padrão) das populações de <i>Eschweilera ovata</i> em seis fragmentos florestais em um ambiente fragmentado de Floresta Atlântica, em Igarassu, Pernambuco, nordeste do Brasil.....	27
Tabela 1.2. Número de ingressos e de indivíduos mortos (indivíduos/hectare $\pm$ erro padrão) das populações de <i>Eschweilera ovata</i> em seis fragmentos florestais em um ambiente fragmentado de Floresta Atlântica, em Igarassu, Pernambuco, nordeste do Brasil.....	28
Tabela 1.3. Taxas anuais de mortalidade (m) e ingresso (i) das populações de <i>Eschweilera ovata</i> em seis fragmentos florestais em um ambiente fragmentado de Floresta Atlântica, em Igarassu, Pernambuco, nordeste do Brasil.....	29
Tabela 1.4. Comparação da estrutura das populações de <i>Eschweilera ovata</i> entre seis fragmentos florestais em um ambiente fragmentado de Floresta Atlântica, em Igarassu, Pernambuco, nordeste do Brasil..	31

CAPÍTULO II - Dinâmica populacional de uma espécie arbórea em fragmentos de distintos tamanhos numa paisagem fragmentada

Resumo .....	45
Abstract .....	46
1. Introdução .....	47
2. Métodos .....	49
3. Resultados .....	52
4. Discussão .....	61
Referências .....	67
Figura 2.1. Taxas vitais e matriz de projeção anual de <i>Eschweilera ovata</i> em fragmentos pequenos (A) e grandes (B), referentes às transições de	

2009-2010 e 2010-2011, em um ambiente fragmentado de Floresta Atlântica, em Igarassu, Pernambuco, nordeste do Brasil.....	51
Figura 2.2. Sensibilidade da matriz agregada das populações de <i>Eschweilera ovata</i> em três fragmentos pequenos (P) e três grandes (G) em um ambiente fragmentado de Floresta Atlântica, em Igarassu, Pernambuco, nordeste do Brasil, entre os anos de 2009 e 2011.....	54
Figura 2.3. Elasticidade da matriz agregada das populações de <i>Eschweilera ovata</i> em três fragmentos pequenos (P) e três grandes (G) em um ambiente fragmentado de Floresta Atlântica, em Igarassu, Pernambuco, nordeste do Brasil entre os anos de 2009 e 2011.....	55
Figura 2.4. Elasticidade das taxas demográficas por estágios de vida da matriz agregada das populações de <i>Eschweilera ovata</i> em três fragmentos pequenos e três grandes em um ambiente fragmentado de Floresta Atlântica, em Igarassu, Pernambuco, nordeste do Brasil, entre os anos de 2009 e 2011 .....	56
Figura 2.5. Contribuições das permanências para as variações do $\lambda$ nas duas transições entre os tamanhos de fragmento das populações de <i>Eschweilera ovata</i> em três fragmentos pequenos e três grandes em um ambiente fragmentado de Floresta Atlântica, em Igarassu, Pernambuco, nordeste do Brasil, entre os anos de 2009 e 2011.....	58
Figura 2.6. Contribuições dos crescimentos para as variações do $\lambda$ nas duas transições entre os tamanhos de fragmento das populações de <i>Eschweilera ovata</i> em três fragmentos pequenos e três grandes em um ambiente fragmentado de Floresta Atlântica, em Igarassu, Pernambuco, nordeste do Brasil, entre os anos de 2009 e 2011.....	58
Figura 2.7. Contribuições das regressões para as variações do $\lambda$ nas duas transições entre os tamanhos de fragmento das populações de <i>Eschweilera ovata</i> em três fragmentos pequenos e três grandes em um ambiente fragmentado de Floresta Atlântica, em Igarassu, Pernambuco, nordeste do Brasil, entre os anos de 2009 e 2011.....	59
Figura 2.8. Contribuições das fecundidades para as variações do $\lambda$ nas duas transições entre os tamanhos de fragmento das populações de <i>Eschweilera ovata</i> em três fragmentos pequenos e três grandes em um ambiente fragmentado de Floresta Atlântica, em Igarassu, Pernambuco, nordeste do Brasil, entre os anos de 2009 e 2011.....	59
Figura 2.9. Contribuições das taxas demográficas para as variações do $\lambda$ entre os tamanhos de fragmento das populações de <i>Eschweilera ovata</i> em três fragmentos pequenos e três grandes em um ambiente fragmentado de Floresta Atlântica, em Igarassu, Pernambuco, nordeste do Brasil, entre os anos de 2009 e 2011.....	60
Figura 2.10 Contribuições das taxas demográficas para as variações do $\lambda$ entre as transições das populações de <i>Eschweilera ovata</i> em três fragmentos pequenos e três grandes em um ambiente fragmentado	

de Floresta Atlântica, em Igarassu, Pernambuco, nordeste do Brasil, entre os anos de 2009 e 2011. ....	61
Tabela 2.1. Taxa de crescimento assintótica ( $\lambda$ ) e seus intervalos de confiança (95% IC) das populações de <i>Eschweilera ovata</i> em três fragmentos pequenos e três grandes, em um ambiente fragmentado de Floresta Atlântica, em Igarassu, Pernambuco, nordeste do Brasil, entre os anos de 2009 e 2011. ....	53
 CAPÍTULO III - Crescimento em diâmetro de uma espécie arbórea em uma paisagem fragmentada	
Resumo .....	72
Abstract .....	73
1. Introdução .....	74
2. Métodos .....	76
3. Resultados .....	77
4. Discussão .....	80
Referências .....	84
Figura 3.1. Taxas de crescimento anual em diâmetro por classe de tamanho das populações de <i>Eschweilera ovata</i> em três fragmentos pequenos (P) e três grandes (G) em um ambiente fragmentado de Floresta Atlântica, em Igarassu, Pernambuco, nordeste do Brasil, entre os anos de 2009 e 2011. ....	79
Tabela 3.1. Medianas dos diâmetros das populações de <i>Eschweilera ovata</i> em seis fragmentos florestais em um ambiente fragmentado de Floresta Atlântica, em Igarassu, Pernambuco, nordeste do Brasil, entre os anos de 2009 e 2011. ....	77
Tabela 3.2. Taxas de crescimento anual em diâmetro (cm.ano <sup>-1</sup> ) das populações de <i>Eschweilera ovata</i> em seis fragmentos florestais em um ambiente fragmentado de Floresta Atlântica, em Igarassu, Pernambuco, nordeste do Brasil, entre os anos de 2009 e 2011. ....	78
 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	 88

## RESUMO GERAL

Avaliamos se há efeito do tamanho de fragmentos na estrutura e a dinâmica populacional de espécies vegetais em ambientes fragmentados, utilizando como modelo populações de *Eschweilera ovata*, uma espécie arbórea típica de ambientes florestais no nordeste do Brasil, onde foram medidos os diâmetros dos indivíduos em 15 parcelas em três fragmentos com cerca de 350ha e três fragmentos com cerca de 100ha. Foram analisadas variações no número de indivíduos e diferenças na distribuição dos mesmos por classes de tamanho. Foram construídos também modelos matriciais lineares determinísticos onde obtivemos taxas de crescimento populacionais assintóticas, matrizes de elasticidade e sensibilidade e fizemos análises retrospectivas. Foi comparado também o crescimento em diâmetro entre os fragmentos. Não houve variação na abundância nem na estrutura de tamanho dos indivíduos das populações entre fragmentos, bem como entre os tempos. Observamos tendência de um aumento na densidade da espécie na paisagem, com maior entrada de indivíduos, assim como maior número de mortos, especialmente nos fragmentos menores, conferindo taxas, tanto de ingresso como de mortalidade, de modo geral, superiores, indicando maior variação no número de indivíduos nestes locais. Embora típica de interior florestal, a espécie parece se beneficiar do processo de fragmentação demonstrando que o espectro de estratégias das espécies arbóreas em florestas tropicais possa ser bem mais complexo do que as classificações frequentemente usadas na literatura. Este aparente bom estabelecimento no local pode ser percebido pelas taxas de crescimento assintóticas que foram superiores a 1, o que sugere crescimento da população na paisagem, não havendo diferenças entre os fragmentos, ocorrendo porém, uma tendência à redução do  $\lambda$  na segunda transição (ano de menor precipitação), especialmente nos fragmentos pequenos. As taxas vitais mais importantes foram as de permanência e crescimento. Porém, no geral, o  $\lambda$  foi mais

sensível a variações das taxas vitais dos indivíduos de maior tamanho, destacando que, semelhante ao encontrado na literatura, o crescimento e a permanência dos indivíduos nas maiores classes de tamanho devem ser chaves para a permanência da espécie nestes ambientes fragmentados. Os diâmetros apresentaram algumas variações entre os fragmentos, mas não estiveram diretamente relacionadas ao tamanho dos mesmos. Houve diferenças nas taxas de crescimento dos indivíduos de diferentes classes de tamanho, entre fragmentos pequenos e grandes, onde indivíduos menores e maiores apresentaram comportamento distinto. Indivíduos menores possuem maiores taxas de crescimento em fragmentos menores, embora possam se beneficiar especialmente das perturbações incomuns, como um período de menos chuva, para investir em seu crescimento nos fragmentos grandes, comportamento oposto ao dos indivíduos maiores. Possíveis variações na dinâmica e estrutura populacional em ambientes fragmentados, especialmente em se tratando de espécies arbóreas, devem ser analisadas em longo prazo, uma vez que tais mudanças podem afetar as taxas vitais da população, bem como da comunidade. Destacamos a importância da compreensão do comportamento de *Eschweilera ovata*, pois a espécie indica potencial importância para restauração de ambientes fragmentados.

## ABSTRACT

To assess the effect of size fragments on structure and population dynamics of plant in fragmented environments, using as model populations of *Eschweilera ovate*, a tree species typical of forest environments in northeastern Brazil, where we measured the diameters in 15 plots of individuals in three fragments of about 350ha and three fragments of about 100ha. Were analyzed variations in the number of individuals and differences in the distribution of individuals by size classes. Were developed linear deterministic matrix models where we obtained asymptotic population growth rates, elasticity and sensitivity matrices, and retrospective analyzes. We also compared the diameter growth between large and small fragments. There was no change in the abundance or size structure of populations of individuals between fragments, and between times. We observed a tendency of a consecutive increase in density of species in the landscape, with more input of individuals as well as large numbers of dead individuals, particularly in small fragments, giving both ingrowth and mortality rates, generally, higher in smaller fragments, indicating greater variation in the quantity of individuals. Although typical interior forest, the species seems to benefit from the fragmentation process, demonstrating that the spectrum of strategies of tree species in tropical forests may be more complex than the classifications often used in the literature. This apparent good establishment on site can be perceived by asymptotic growth rates that were greater than 1, suggesting population growth in the landscape, with no differences in growth rates asymptotic between fragments. However, with a declining trend of  $\lambda$  in the second transition (lowest rainfall), especially in small fragments. The most important vital rates were the permanence and growth. But in general, the  $\lambda$  was most sensitive to changes in vital rates of individuals of larger size, noting that, similar to that found in the literature, growth and retention of individuals in larger size classes should be a key factor to persist in these fragmented environments.

The diameters showed some variations between fragments, but were not directly related to the size of the fragments. Significant differences were in growth rates of individuals by size classes between small and large fragments, where younger and older individuals showed different between small and large fragments. Smaller individuals have higher growth rates in smaller fragments, although they may benefit particularly unusual disturbance as a less rain period, to invest in their growth in large fragments. While larger individuals showed opposite behavior. Possible variations in dynamics and population structure in fragmented environments, especially in tree species, should be considered in the long term, since such changes may affect the vital rates of the population and community. And we emphasize the importance of understanding the behavior of *Eschweilera ovata*, because the species indicates potential importance for restoring fragmented environments.

## INTRODUÇÃO GERAL

A maior parte das paisagens terrestres apresenta área de vegetação nativa bastante reduzida e fragmentada, rodeada por áreas com diversas formas de ação antrópica. Este cenário é ainda mais crítico na região tropical, especialmente nas florestas úmidas, que embora reconhecidas como os ecossistemas terrestres mais ricos em espécies, estão criticamente ameaçadas pela fragmentação e redução de área (Givnish 1999, Myers et al 2000, Wright e Muller-Landau 2006).

Entre as florestas tropicais, a Floresta Atlântica tem uma das maiores taxas de redução de área e fragmentação do mundo (Ribeiro et al 2009), sendo considerada um *hotspot* para conservação da biodiversidade (Myers et al 2000). No nordeste do Brasil a situação é ainda mais crítica (Ribeiro et al 2009), como observado nos remanescentes florestais encontrados em Pernambuco, cuja paisagem é caracterizada por arquipélagos de pequenos fragmentos, isolados na década de 1970, rodeados por uma matriz de cana-de-açúcar (Ranta et al 1998, Trindade et al 2008).

Os remanescentes desta região estão localizados dentro de áreas urbanas, sendo os locais mais ameaçados da Floresta Atlântica na América do Sul (Ranta et al 1998, Sales et al 1998), cuja ameaça é ainda mais crítica por apresentarem alto grau de endemismo (Mori et al 1981, Sales et al 1998).

Este quadro de intensa fragmentação é crítico, pois o processo de degradação implica em grandes variações de diversos parâmetros ambientais, como alterações nas temperaturas, incidência de ventos e umidade, em especial nas margens dos fragmentos, principalmente naqueles de menor área. Essas variações podem afetar a dinâmica das populações ali presentes, provocando uma reestruturação na comunidade (Young e Mitchel 1994, Murcia 1995, Harper et al 2005).

Além destas alterações que têm sido tratadas na literatura como “efeito de borda” (Murcia 1995, Laurance et al 2002), outros fatores têm sido relatados como importantes nas alterações registradas em estudos sobre efeitos da fragmentação, como o grau com que estes fragmentos estão conectados uns aos outros ou a ambientes contínuos e suas formas (Hill e Curran 2003), o tempo de formação necessário para que alterações nas populações possam ser detectadas (Williams-Linera 1990), e especialmente a perda de habitat relacionada ao tamanho do fragmento (Laurance et al 1998, Hill e Curran 2003), uma vez que os que apresentam menor área podem ser mais influenciados devido a maior proporção borda/interior (Zudeima et al 1996, Grez et al 1998).

Desta forma, grandes variações são registradas nas populações vegetais destas áreas fragmentadas, e tais alterações podem implicar em muitos problemas para a manutenção das populações (Young e Mitchell 1994, Murcia 1995, Harper et al 2005). Bruna et al (2009) observaram que todas as alterações bióticas e abióticas associadas à fragmentação podem interferir drasticamente na fertilidade, crescimento e sobrevivência das populações, sendo de grande importância o estudo destes fatores para compreensão da dinâmica das populações naturais. Entretanto, diversos estudos não têm observado tais efeitos negativos em suas populações vegetais analisadas (Fuchs et al 2003, Santos et al 2007).

As respostas à fragmentação podem variar conforme a espécie estudada, uma vez que dependem de suas características, assim como das particularidades do local (Swaine et al 1987), precisando ser analisadas em nível populacional (Benitez-Malvido 1998, Bertani 2006). Diversos autores destacam a sensibilidade de espécies vegetais às variações microclimáticas causadas pela fragmentação, podendo resultar em alterações de suas dinâmicas e consequente reestruturação da comunidade local (Laurance et al 2002, Lewis et al 2004), dessa forma o comportamento das populações nestes ambientes

fragmentados devem ser analisados a fim de compreender o real estado das populações vegetais presentes nestes locais.

Desta forma, tomando como modelo uma espécie arbórea, *Eschweilera ovata* (Cambess.) Miers (Lecythidaceae), típica do interior florestal e estruturalmente importante na comunidade, e também registrada em grande abundância em ambientes perturbados, pretendemos analisar, em um desenho de fragmentos de distintos tamanhos, o comportamento de suas características populacionais (estrutura e dinâmica). Esperamos que a espécie, devido sua ampla abundância nos locais onde ocorre independente do nível de perturbação, não apresente efeitos negativos em sua estrutura e dinâmica nesta paisagem fragmentada.

## **OBJETIVO**

O estudo visa responder como a população arbórea de *Eschweilera ovata*, típica de interior florestal, porém bastante abundante também em áreas perturbadas, se comporta quanto à sua estrutura e dinâmica populacional em uma paisagem fragmentada de Mata Atlântica no nordeste do Brasil. Para tanto, tentaremos responder às seguintes questões:

(1) Como se comporta a estrutura da população nesta paisagem fragmentada?

*Expectativa: Embora seja descrito diversos problemas que possam surgir em uma população sujeita aos efeitos da fragmentação quanto a sua permanência nestes locais, tanto devido a vários estudos não detectarem tais efeitos negativos em populações vegetais em paisagens fragmentadas, como pela espécie ser encontrada em grande abundância em uma diversidade de locais com distintas condições ambientais, esperamos que não haja variações na estrutura de tamanho e na densidade das populações entre fragmentos de diversos tamanhos, bem como não haja reduções em*

*abundância da espécie na paisagem (Aizen e Feinsinger 1994, Young e Mitchel 1994, Grez et al 1998, Laurance et al 1998, Bruna e Kress 2002, Hill e Curran 2003, Harper et al 2005, Bruna et al 2009).*

(2) Como é a dinâmica destas populações em fragmentos de distintos tamanhos?

*Expectativa: as taxas vitais de uma população podem diferir de acordo com as condições locais, e tais condições podem ser diferentes em ambientes fragmentados, especialmente entre ambientes de tamanhos distintos, entretanto, nem sempre tais distinções proporcionam variações significativas nas taxas de crescimento populacional em paisagens fragmentadas (Laurance et al 1998, Hill e Curran 2003, Bruna et al 2009), e como a espécie encontra-se em grande abundância em ambientes perturbados, esperamos observar taxas de crescimento positivas ou estáveis, assim como comportamento semelhante em fragmentos de distintos tamanhos.*

(3) Existe limitação no crescimento em diâmetro dos indivíduos das populações, bem como distinções deste comportamento nos fragmentos de diferentes tamanhos?

*Expectativa: é possível que haja efeitos negativos no crescimento em diâmetro dos indivíduos de uma espécie, especialmente em fragmentos menores, devido à maior perturbação sofrida por tais populações nestes ambientes (Bruna et al 2002, Lienert et al 2002, Bach et al 2005), entretanto, este comportamento é dependente especialmente de características naturais de cada espécie (Báldi 1999, Tabarelli et al 1999), e como Eschweilera ovata apresenta bom estabelecimento em ambientes perturbados, esperamos que não haja limitação do crescimento em diâmetro, bem como não haja distinções deste parâmetro entre os fragmentos de distintos tamanhos.*

## MÉTODOS

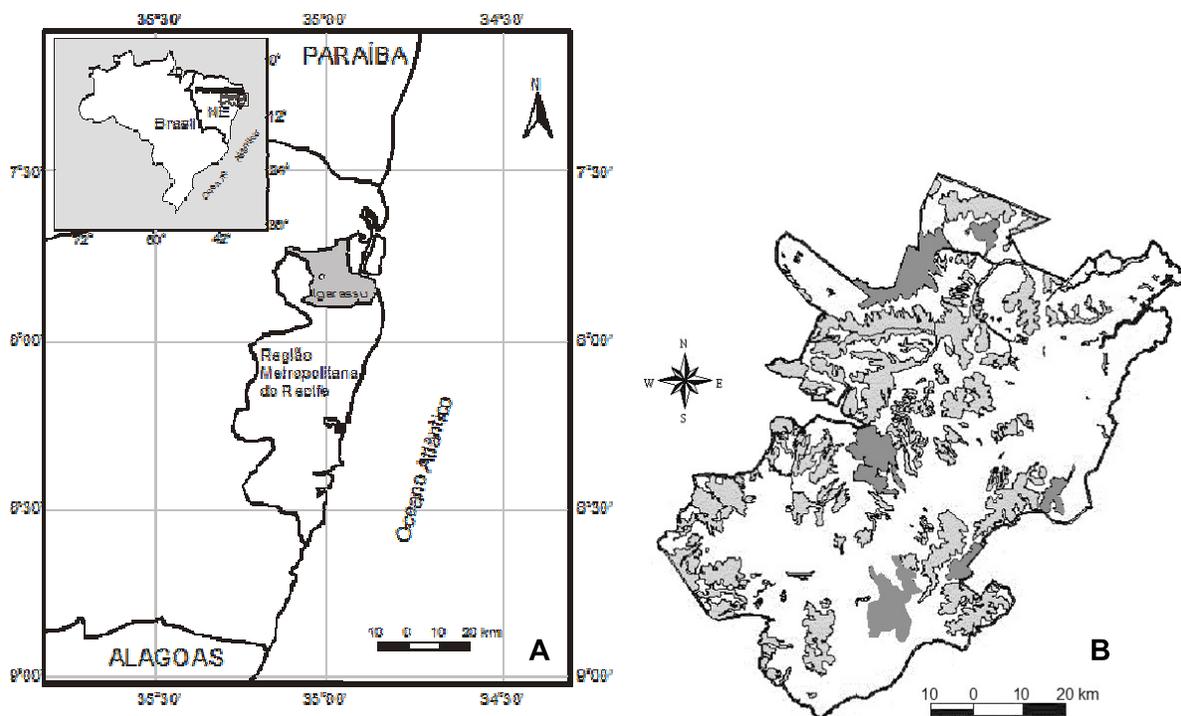
### Área de estudo

A região norte da área costeira do estado de Pernambuco, Brasil, cobre 1377,3km<sup>2</sup> e abrange oito municípios (CPRH 2003). A vegetação predominante é a Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas (IBGE 1992), mas a paisagem foi alterada por atividades humanas, principalmente o desmatamento, seguido pelo cultivo de cana-de-açúcar. Este estudo foi realizado em um segmento desta área que abrange 280km<sup>2</sup>, dos quais, 88% pertencem à uma única propriedade, a Usina São José, com área circunscrita nas coordenadas geográficas 07°40'21.25", 07°55'50.92"S e 34°54'14.25", 35°05'21.08"W (Figura 1). A área inclui uma grande porção do município de Igarassu, bem como pequenas áreas dos municípios de Goiana, Itaquitinga, Itapissuma, Abreu e Lima e Araçoiaba.

O clima é do tipo As' de Köppen (FIDEM 1993), quente e úmido, caracterizado por uma precipitação média anual de 2227mm e temperatura média de 25,2°C. De acordo com os dados climáticos do município de Igarassu (Figura 2), ocorreu precipitação de cerca de 2055mm durante o primeiro ano de estudo (2009), enquanto que no segundo ano (2010) a precipitação foi de 1396mm (CPTEC/INPE 2011), caracterizando um ano seco.

A geologia predominante na região é o Grupo Barreiras, um depósito sedimentar terrígeno continental de idade Plio-Pleistocênica, predominantemente composto por areia e sedimentos argilosos (Vilas-Bôas et al 2001). O relevo é composto por planaltos escavados por vales estreitos e profundos, com encostas íngremes, geralmente com declividade superior a 30%. A declividade nesta região é o principal fator para restringir o uso agrícola da terra, incluindo a urbanização. O desmatamento começou com a chegada dos colonizadores portugueses no século XVI, em primeiro lugar para a exploração de

madeira, em segundo lugar para a pecuária e, posteriormente, para a produção de cana-de-açúcar (Kimmel et al 2008).

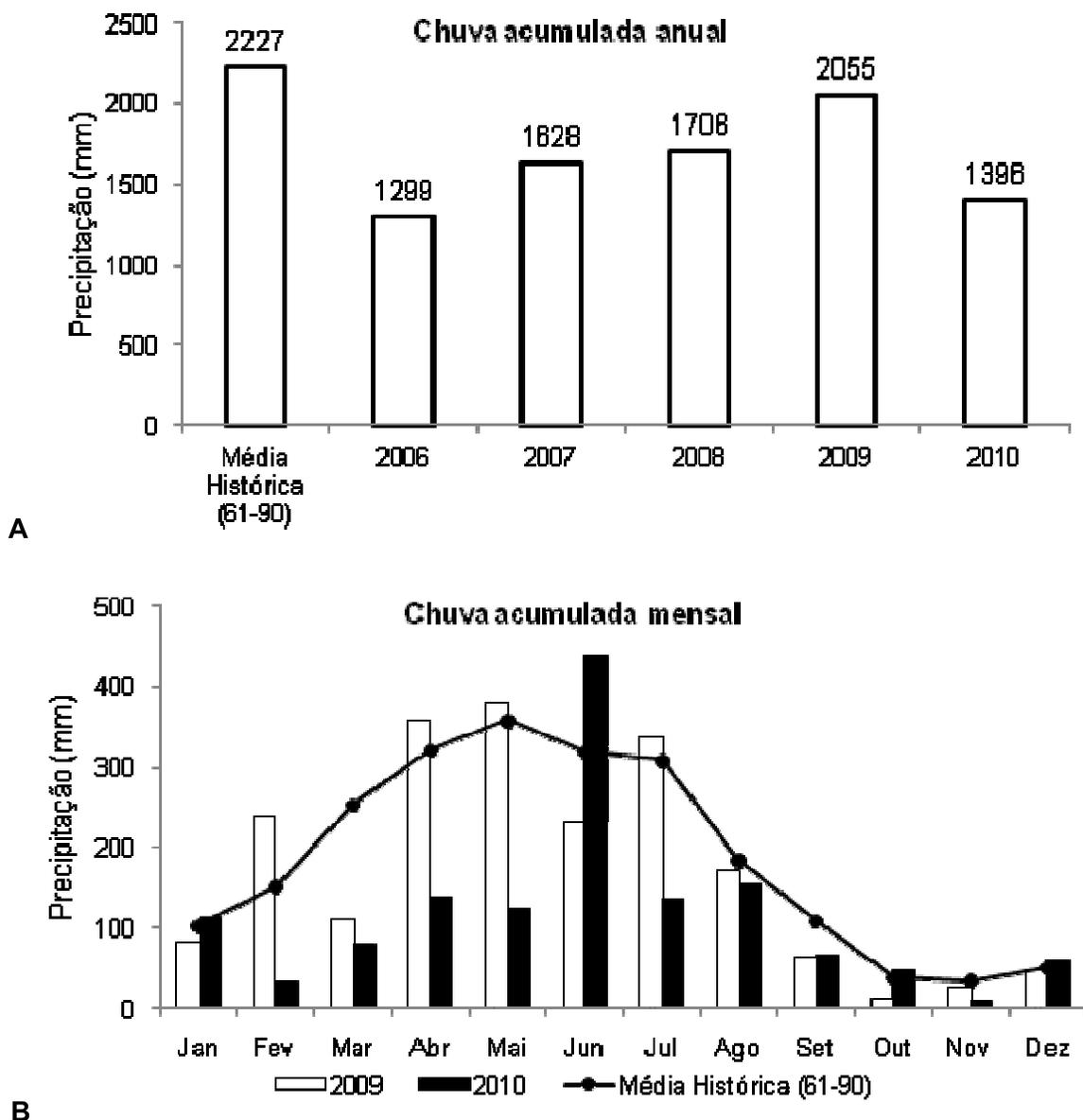


**Figura 1.** Localização da área de estudo (A), em detalhe os fragmentos estudados de Floresta Atlântica (B) na Usina São José, município de Igarassu, Pernambuco, nordeste do Brasil (Fonte: Projeto Fragmentos).

Segundo Trindade et al (2008), ainda restam 24% de floresta madura na Usina São José, onde podem ser encontrados 106 fragmentos florestais cujas dimensões variam de menos de 20ha a cerca de 400ha, que foram formados entre meados de 1970s a meados de 1980s. Com base em ortofotocartas, fotografias aéreas e visitas à Usina São José, foram selecionados seis fragmentos, onde três destes possuem áreas em torno de 90ha e os outros três fragmentos em torno de 350ha.

Estes fragmentos foram escolhidos de forma que tivessem características como forma, perímetro, declividade, idade e histórico mais semelhante possível. A matriz biológica que margeia as bordas de todos os fragmentos é o monocultivo de cana-de-açúcar, sempre separado dos fragmentos por estradas com cerca de 3m de largura. Os

três primeiros fragmentos tinham áreas de 87ha, 89ha e 91ha e altitudes de 25-100m, 25-100m e 20-85m, sendo denominados, respectivamente, de F1, F2 e F3 e os fragmentos seguintes tinham áreas de 306ha, 357ha e 388ha e altitudes de 30-113m, 40-155m e 20-115m sendo denominados, respectivamente, de F4, F5 e F6.



**Figura 2.** Precipitação anual (mm), histórica e dos últimos anos (A), e precipitação mensal (mm) histórica e durante período de estudo (B) do município de Igarassu, Pernambuco, nordeste do Brasil (Fonte: CPTEC/INPE).

## **Espécie estudada**

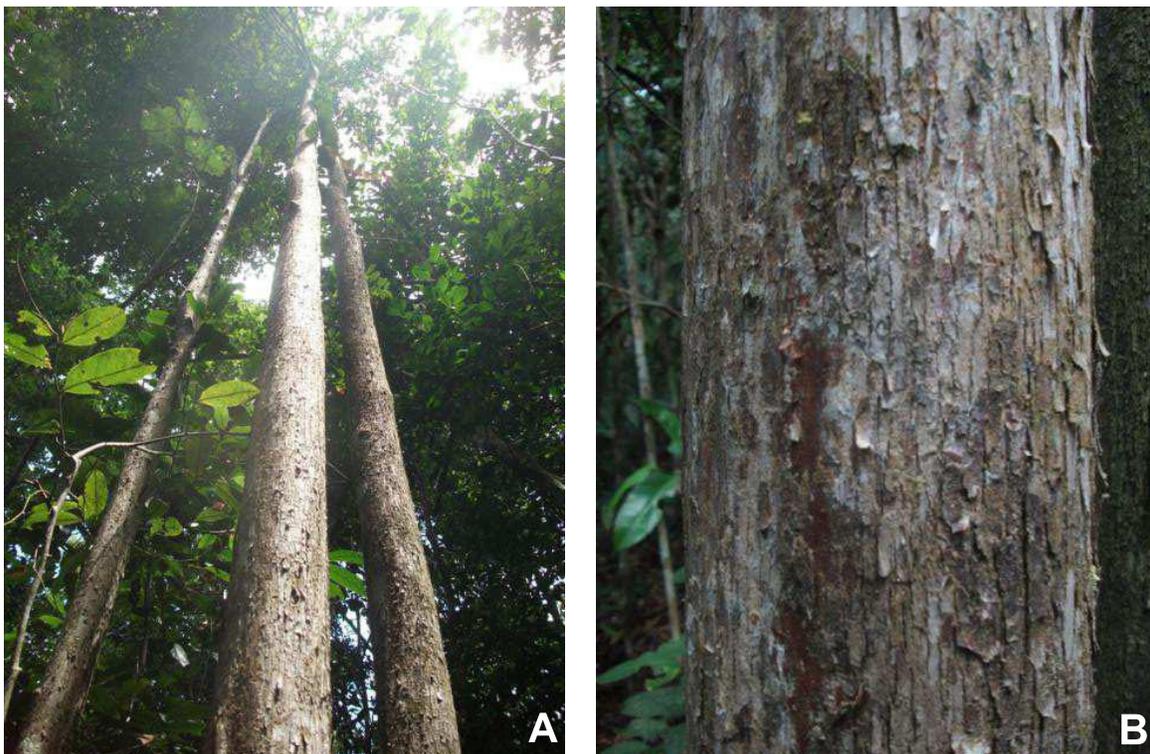
*Eschweilera ovata* (Cambess.) Miers (Lecythidaceae) (Figuras 3, 4 e 5) apresenta distribuição disjunta entre o leste da Amazônia e a Floresta Atlântica (Mori et al 1990, Mori 1995), sendo uma das espécies arbóreas mais abundantes no nordeste do Brasil (Sambuichi 2006, Silva et al 2007, Rocha et al 2008).

É uma espécie de grande importância na estruturação da comunidade, devido à sua alta abundância local (Hartshorn 1990), sendo indicada ainda como uma das espécies chave na restauração florestal, pois contribui para o restabelecimento do solo através do incremento de carbono e nitrogênio (Montagnini et al 1995).

Muitos trabalhos a indicam como espécie que surgiria tardiamente durante um processo de sucessão (Barbosa 1996, Rolim et al 1999, Tavares 2000, Lins e Silva e Rodal 2008). Entretanto, Gusson et al (2005) assinalaram a grande persistência e desenvolvimento de suas populações em ambientes degradados. Essa persistência pode estar associada à sua alta capacidade de resistência e ao seu possível padrão de regeneração após distúrbio, no qual um indivíduo ao perder sua parte aérea possui alta capacidade de rebrota (Figura 5), conforme foi observado por Assis e Piccolo (2000).

É uma espécie hermafrodita, polinizada principalmente por abelhas (Mori e Prance 1981), podendo ser polinizada também pelos morcegos, aves, pequenos roedores e símios (Prance e Mori 1978). Estudos de biologia floral e polinização, publicados por Ramalho e Batista (2005) em uma área de restinga ao norte de Salvador, revelaram que, naquela área, a espécie é polinizada por nove espécies diferentes de abelhas, não ocorrendo autopolinização espontânea. Gusson et al (2006), estudando o sistema reprodutivo de duas populações desta espécie, também em Salvador, registraram que

embora seja possível a autofecundação, a taxa com que este evento ocorreu foi próxima a zero, indicando que não há tendência deste sistema de reprodução na espécie.



**Figura 3.** Estrutura caulinar (A) e detalhe do tronco (B) de indivíduos de *Eschweilera ovata* em um ambiente fragmentado de Floresta Atlântica em Igarassu, Pernambuco, nordeste do Brasil.



**Figura 4.** Detalhes das folhas (A) e indivíduo ingressante (B) de *Eschweilera ovata* em um ambiente fragmentado de Floresta Atlântica em Igarassu, Pernambuco, nordeste do Brasil.



**Figura 5.** Aglomerado de indivíduos (A) e padrão de regeneração (B) de *Eschweilera ovata* em um ambiente fragmentado de Floresta Atlântica em Igarassu, Pernambuco, nordeste do Brasil.

## **Coleta de dados**

Em 2009 ( $t_0$ ), em cada um dos três fragmentos de cada categoria (pequenos e grandes), foram instaladas aleatoriamente 15 parcelas de  $20 \times 20$ m. Todos os indivíduos de *Eschweilera ovata* com diâmetro do caule ao nível do solo (DNS) igual ou superior a 4,8cm, presentes nas parcelas, foram marcados e tiveram seus diâmetros medidos. Em cada parcela foi delimitada uma subparcela de  $10 \times 10$ m, onde todos os indivíduos da população com  $\text{DNS} < 4,8$ cm também foram marcados e medidos, a fim de contemplar indivíduos que apresentavam altas densidades. O valor total do número de indivíduos por parcela foi estimado pela ponderação dos quantitativos de indivíduos nas subparcelas.

Os censos ocorreram no final do período seco (janeiro-fevereiro) a partir do ano de 2009, denominado  $t_0$ , com dois censos subsequentes denominados  $t_1$  e  $t_2$ , onde todos os indivíduos anteriormente marcados ainda vivos foram novamente medidos, assim como os que atingiram o critério de inclusão para cada situação, além de serem identificados os indivíduos anteriormente amostrados que morreram ou que desapareceram da amostra. O material botânico testemunho da espécie para estas áreas se encontra depositado no herbário da UFRPE.

## **REFERÊNCIAS**

Aizen, M.A., Feinsinger, P. 1994. Forest fragmentation, pollination, and plant reproduction in a chaco dry forest, Argentina. *Ecology* 75: 330–351.

- Assis, M.A., Piccolo, P.R. 2000. Estruturas populacionais de *Eschweilera ovata* (Cambess.) Miers (Lecythidaceae) submetidas à ação de cortes seletivos. *In: V Simpósio de Ecossistemas Brasileiros* (Watanabe, S. Ed). ACIESP, Vitória, p 152.
- Bach, C.E., Kelly, D., Hazlett, B.A. 2005. Forest edges benefit adults, but not seedlings, of the mistletoe *Alepis flavida* (Loranthaceae). *Journal of Ecology* 93: 79–86.
- Báldi, A. 1999. Microclimate and vegetation edge effects in a reedbed in Hungary. *Biodiversity and Conservation* 8: 1697-1706
- Barbosa, M.R.V. 1996. Estudo florístico e fitossociológico da Mata do Buraquinho, remanescente de Mata Atlântica em João Pessoa, PB. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Benitez-Malvido, J. 1998. Impact of forest fragmentation on seedling abundance in a tropical rain forest. *Conservation Biology* 12: 380-389.
- Bertani, D.F. 2006. Ecologia de populações de *Psychotria suterella* Müll. Arg. (Rubiaceae) em uma paisagem fragmentada de Mata Atlântica. Tese de doutorado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Bruna, E.M., Kress, W.J. 2002. Habitat fragmentation and the demographic structure of an Amazonian understory herb (*Heliconia acuminata*). *Conservation Biology* 16: 1256-1266.
- Bruna, E.M., Nardy, O., Strauss, S.Y., Harrison, S.P. 2002. Experimental assessment of *Heliconia acuminata* growth in a fragmented Amazonian landscape. *Journal of Ecology* 90: 639-649.
- Bruna, E.M. 2003. Are populations in fragmented habitats recruitment limited? Tests with an Amazonian herb. *Ecology* 84: 932-947.

Bruna, E.M., Fiske, I.J., Trager, M.D. 2009. Habitat fragmentation and plant populations: is what we know demographically irrelevant? *Journal of Vegetation Science* 20: 569-576.

CPRH (Companhia Pernambucana do Meio Ambiente). 2003. Diagnóstico socioambiental do Litoral Norte de Pernambuco, CPRH, Recife, 211p.

Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos / Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CPTEC/INPE). 2011. Disponível em <[http://www6.cptec.inpe.br/proclima2/balanco\\_hidrico/balancohidrico.shtml](http://www6.cptec.inpe.br/proclima2/balanco_hidrico/balancohidrico.shtml)>. Acesso em 15/06/2011.

Cunningham, S.A. 2000. Depressed pollination in habitat fragments causes low fruit set. *Biological Sciences* 267: 1149-1152.

Curran, L.M., Webb, C.O. 2000. Experimental tests of the spatiotemporal scale of seed predation in mast-fruiting Dipterocarpaceae. *Ecological Monographs* 70: 129-148.

FIDEM 1993. Monitoramento das reservas ecológicas da região Metropolitana do Grande Recife. FIDEM, Recife, 55p.

Fuchs, E.J., Lobo, A.A., Quesada, M. 2003. Effects of fragmentation and flowering phenology on the reproductive success and mating patterns of the Tropical Dry Forest tree *Pachira quinata*. *Conservation Biology* 17: 149-157.

Givnish, T.J. 1999. On the causes of gradients in tropical tree diversity. *Journal of Ecology* 87: 193-210.

Grez, A.A., Bustamante, R.O., Simonetti, J.A., Fahrig, L. 1998. Landscape ecology, deforestation, and forest fragmentation: the case of the rui forest in Chile. *In: Landscape ecology as a tool for sustainable development in Latin America* (Salinas-Chávez, E., Middleton, J. Eds.). Disponível em <[www.brocku.ca/epi/lebk/grez.html](http://www.brocku.ca/epi/lebk/grez.html)>.

Gusson, E., Sebbenn, A.E. Kageyama, P.W. 2005. Diversidade e estrutura genética espacial em duas populações de *Eschweilera ovata*. *Scientia Forestalis* 67: 123-135.

Gusson, E., Sebbenn, A.E. Kageyama, P.W. 2006. Sistema de reprodução em populações de *Eschweilera ovata* (Cambess.) Miers. *Árvore* 30: 491-502.

Harper, K.A., Macdonald, S.E., Burton, P.J., Chen, J., Brososke, K.D., Saunders, S.C., Euskirchen, E.S., Roberts, D., Jaiteh, M.S., Essen, P. 2005. Edge influence on forest structure and composition in fragmented landscapes. *Conservation Biology* 19: 768-782.

Hartshorn, G.S. 1990. An overview of Neotropical forest dynamics. *In: Four Neotropical rainforests* (Gentry, A.H. Ed). Yale University Press, New Haven and London, p 585-599.

Hill, J.L., Curran, P.L. 2003. Area, shape and isolation of tropical forest fragments: effects on tree species diversity and implications for conservation. *Journal of Biogeography* 30: 1391-1403.

IBGE. 1992. Manual técnico da vegetação brasileira. Série Manuais Técnicos em Geociências, Rio de Janeiro, 91p.

Kimmel, T., Gottsberger, G., Piechowski, D. 2008. The History of Fragmentation of the Lowland Atlantic Forest of Pernambuco, Brazil. *Bioremediation, Biodiversity e Bioavailability* 2: 1-4.

Laurance, W.F., Ferreira, L.V., Merona, J.M.R., Laurance, S.G. 1998. Rainforest fragmentation and the dynamics of Amazonian tree communities. *Ecology* 19: 2032-2040.

Laurance, W.F., Lovejoy, T.E., Vasconcelos, H.L., Bruna, E.M., Didham, R.K., Stouffer, P.C., Gascon, C., Bierregaard, R.O., Laurance, S.G., Sampaio, E. 2002. Ecosystem decay

of Amazonian forest fragments: A 22-year investigation. *Conservation Biology* 16: 605-618.

Lewis, S.L., Phillips, O.L., Sheil, D., Vinceti, B., Baker, T.R., Brown, S., Graham, A.W., Higuchi, N., Hilbert, D.W., Laurance, W.F., Lejoly, J., Malhi, Y., Monteagudo, A., Vargas, P.N., Sonké, B.V., Nur Supardi, M.N., Terborgh, J.W., Martínez, R.V. 2004. Tropical forest tree mortality, recruitment and turnover rates: calculation, interpretation and comparison when census intervals vary. *Journal of Ecology* 92: 929-944.

Lienert, J., Diemer, M., Schmid, B. 2002. Effects of habitat fragmentation on population structure and fitness components of the wetland specialist *Swertia perennis* L. (Gentianaceae). *Basic and Applied Ecology* 3: 101-114.

Lins e Silva, A.C.B., Rodal, M.J.N. 2008 Tree community structure in a urban Atlantic Forest Remnant in Pernambuco, Brazil. *Memoirs of the New York Botanical Garden*. 100: 511-533.

Montagnini F., Fanzeres, A., Vinha, S.G. 1995. The potentials of 20 indigenous tree species for soil rehabilitation in the Atlantic Forest region of Bahia, Brazil. *Journal of Applied Ecology* 32: 841-856.

Mori, S.A., Boom, B.M., Prance, G.T. 1981. Distribution Patterns and Conservation of Eastern Brazilian Coastal Forest Tree Species. *Brittonia* 33: 233-245.

Mori, S.A., Prance, G.T. 1981. Relações entre a classificação genérica de Lecythidaceae do novo mundo e seus polinizadores e dispersadores. *Revista Brasileira de Botânica* 4: 31-37.

Mori, S.A. 1995. Observações sobre as espécies de Lecythidaceae do leste do Brasil. *Boletim Botânico da Universidade São Paulo* 14: 1-31.

Mori, S.A., Prance, G.T., de Zeeuw, C.H. 1990. Lecythidaceae, Part II. The Zygomorphic-flowered New World genera (*Couroupita*, *Corythophora*, *Bertholletia*, *Couratari*, *Eschweilera*, & *Lecythis*), With a study of secondary xylem of Neotropical Lecythidaceae. *Flora Neotropica* 21: 1-373.

Murcia, C. 1995. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. *Trends in Ecology and Evolution* 10: 58-62.

Myers, N., Mittermeier, R.A., Mittermeier, C.G., Fonseca, G.A.B., Kent, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858.

Prance, G.T., Mori, S.A. 1978. Observations on the fruits and seeds of Neotropical Lecythidaceae. *Brittonia* 30: 21-33.

Ramalho, M., Batista, M.A. 2005. Polinização na Mata Atlântica: perspectiva ecológica da fragmentação. *In: Mata Atlântica e Biodiversidade* (Franke, C.R., da Rocha, P.L.B., Klein, W., Gomes, S.L. Eds). Universidade Federal de Bahia, Salvador, p 93-141.

Ranta, P., Blom, T., Niemelä, J., Elina, J., Sitonem, M. 1998. The fragmented Atlantic rain forest of Brazil: size, shape and distribution of forest fragments. *Biodiversity and Conservation* 7: 385-403.

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: 1141-1153.

Rocha, K.D., Chaves, L.F.C., Marangon, L.C., Lins e Silva, A.C.B. 2008. Caracterização da vegetação arbórea adulta em um fragmento de floresta atlântica, Igarassu, PE. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias* 3: 35-41.

Rolim, S.G., Couto, H.T.Z., Jesus, R.M. 1999. Mortalidade e recrutamento de árvores na Floresta Atlântica em Linhares (ES). *Scientia Forestalis* 55: 49-69.

Sales, M.F., Mayo, S.J., Rodal, M.J.N. 1998. Plantas vasculares das florestas serranas de Pernambuco – Um checklist da flora ameaçada dos brejos de altitude. *Imprensa Universitária. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife*, 130p.

Sambuichi, R.H.R. 2006. Estrutura e dinâmica do componente arbóreo em área de cabruca na região cacauzeira do sul da Bahia, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 20: 943-954.

Santos, K., Kinoshita, L.S., Santos, F.A.M. 2007. Tree species composition and similarity in semideciduous forest fragments of southeastern Brazil. *Biological Conservation* 135: 268–277.

Silva, W.C., Marangon, L.C., Ferreira, R.L.C., Feliciano, A.L.P., Costa-Junior, R.F. 2007. Estudo da regeneração natural de espécies arbóreas em fragmento de Floresta Ombrófila Densa, Mata das Galinhas, no município de Catende, Zona da Mata Sul de Pernambuco. *Ciência Florestal* 17: 321-331.

Swaine, M.D., Hall, J.B., Alexander, I.J. 1987. Tree Population Dynamics at Kade, Ghana (1968-1982). *Journal of Tropical Ecology* 3: 331-345.

Tabarelli, M., Mantovani, W., Peres, A.A. 1999. Effects of habitat fragmentation on plant guild structure in the montane Atlantic forest of southern Brazil. *Biological Conservation* 91: 119-127.

Tavares, M.C.G. 2000. Avaliação dos remanescentes de Mata, com ênfase às Unidades de Conservação: Reservas ecológicas dos Engenhos Amparo e São João, Itamaracá-PE.

CPRH, Recife, 88p. Disponível em: <<http://www.cprh.pe.gov.br/rbma/ctudo-estudo-projet.asp>>. Acesso em 15/04/2011.

Trindade, M.B., Lins-e-Silva, A.C.B., Silva, H.P., Figueira, S.B., Schesl, M. 2008. Fragmentation of the Atlantic Rainforest in the Northern coastal region of Pernambuco, Brazil: Recent changes and implications for conservation. *Bioremediation, Biodiversity and Bioavailability* 2: 5-13.

Vilas-Bôas, G.S., Sampaio, F.J., Pereira, A.M.S. 2001. The Barreiras Group in the Northeastern coast of the State of Bahia, Brazil: depositional mechanisms and processes. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 73: 417-427.

Williams-Linera, G. 1990. Vegetation structure and environmental conditions of forest edges in Panama. *Journal of Ecology* 78: 356-373.

Wright, S.J., Muller-Landau, H.C. 2006. The future of tropical forest species. *Biotropica* 38: 287-301.

Young, A., Mitchell, N. 1994. Microclimate and vegetation edge effects in a fragmented podocarp–broadleaf forest in New Zealand. *Biological Conservation* 67: 63-72.

Zudeima, P.A., Sayer, J.A., Dijkman, W. 1996. Forest fragmentation and biodiversity: the case for intermediate sized conservation areas. *Environmental Conservation* 23: 290-297.

## CAPÍTULO I

### Densidade e estrutura populacional de uma espécie arbórea em uma paisagem fragmentada

#### RESUMO

Para avaliar a estrutura populacional de espécies vegetais em uma paisagem fragmentada, verificamos características estruturais das populações de *Eschweilera ovata*, uma espécie arbórea típica de ambientes florestais no nordeste do Brasil. Em três fragmentos com cerca de 350ha e três fragmentos com cerca de 100ha, foram medidos os diâmetros dos indivíduos de 15 parcelas (20x20m) em cada fragmento. Os censos ocorreram em 2009, 2010 e 2011, onde foi estimada a densidade média, número de indivíduos mortos e ingressos, sendo calculadas taxas de mortalidade e ingresso. Foram analisadas variações no número de indivíduos e diferenças na distribuição dos mesmos por classes de tamanho. A espécie apresentou altas densidades, não havendo variação na abundância das populações entre os fragmentos, bem como entre os tempos, todavia observamos tendência de um aumento consecutivo na densidade da espécie na paisagem, com maior entrada de indivíduos, assim como maior número de mortos, superior nos fragmentos menores, conferindo taxas tanto de ingresso como de mortalidade, de modo geral, superiores nestes fragmentos, indicando maior variação no número de indivíduos nos fragmentos menores. A estrutura de tamanho dos indivíduos não apresentou diferença entre os fragmentos, assim como entre os tempos, com maior mortalidade nas primeiras classes de diâmetro em todos os fragmentos. No geral, embora típica de interior florestal, a espécie parece inclusive se beneficiar do processo de fragmentação, demonstrando que o espectro de estratégias das espécies arbóreas em

florestas tropicais possa ser bem mais complexo do que as classificações frequentemente usadas na literatura. Possíveis variações na dinâmica e estrutura populacional em ambientes fragmentados, especialmente em se tratando de espécies arbóreas, devem ser analisadas em longo prazo, uma vez que tais mudanças podem afetar as taxas vitais da população, bem como da comunidade.

## **ABSTRACT**

To assess the population structure of plants species in a fragmented landscape, we verified if the size of the fragments influenced structural characteristics of *Eschweilera ovate* populations, a typical tree species of forest environments in the Northeast of Brazil. In three fragments of about 350ha and three fragments of about 100ha, the diameters were measured in 15 individuals plots (20x20m) in each fragment. The census occurred in 2009, 2010 and 2011, when the average density was estimated, number of dead and new individuals, and calculated the mortality and ingrowth rates. Were analyzed variations in the number of individuals and differences in the distribution of individuals by size classes. The species had high densities, with no change in the abundance of populations between fragments, as well as between periods. However, we observed a tendency of increase in the density of species in the landscape, with larger ingrowth of individuals, as well as greater number of dead individuals, higher in small fragments, giving both ingrowth and mortality rates. Generally, higher in smaller fragments, indicating greater variation in the number of individuals in smaller fragments. The structural size of individuals did not present any clear differences between fragments, and as well as between the periods, with higher mortality in the first diameter classes of diameter, in all fragments. Overall, although typical interior forest, the species seems to benefit from the fragmentation process, demonstrating that the spectrum of strategies of tree species in tropical forests may be

more complex than the classifications often used in the literature. Possible variations in dynamics and population structure in fragmented environments, especially concerning tree species, should be considered in the long term, since such changes may affect the vital rates of population and community.

## 1. INTRODUÇÃO

As florestas tropicais vêm sendo fortemente ameaçadas pela ação humana nessas últimas décadas (Harper et al 2005). As áreas florestadas vêm sofrendo um crescente processo de fragmentação, o que as expõe a condições diferentes da floresta contínua. Nesses novos ambientes, as populações vegetais sofrem alterações na sua abundância e estrutura, conforme relatado em diversos trabalhos (Williams-Linera 1990, Turner e Corlett 1996, Laurance et al 1998b).

A ação da fragmentação não se restringe apenas à margem do fragmento, uma vez que diversos autores têm relatado que seu efeito pode influenciar a estrutura das populações desde poucos metros até cerca de 100m da borda para o interior do fragmento (Oosterhoorn e Kappelle 2000, Laurance et al 2002), dependendo de suas condições e das características da paisagem e da matriz. A ação do distúrbio gerado sobre as populações será mais acentuada quanto maior for a extensão de borda do fragmento, uma vez que perturbações nessas áreas são mais intensas, o que pode fazer com que populações sejam mais impactadas quanto menor for a área dos fragmentos onde ocorram, devido a maior proporção borda/interior (Zudeima et al 1996, Grez et al 1998).

Também são relatadas alterações nas estruturas de tamanho de populações em florestas tropicais. Quando são sujeitas ao processo de fragmentação, a proporção de indivíduos menores pode diminuir, seja por um aumento na mortalidade destes indivíduos, seja por uma redução no recrutamento, alterando a distribuição de tamanho dos indivíduos da população (Benitez-Malvido 1998, Lienert et al 2002, Bach et al 2005, Bertani 2006). Além disso, pode ocorrer limitação de crescimento dos indivíduos, aumentando o tempo de sua permanência nas mesmas classes de tamanho, o que

influencia a dinâmica destas populações por, especialmente, afetar sua capacidade reprodutiva (Bruna et al 2002, Lienert et al 2002, Bruna e Oli 2005).

A fragmentação, e em especial o tamanho dos fragmentos, pode ser determinante na manutenção das populações vegetais (Hill e Curran 2003). A diminuição da área pode alterar as proporções dos diferentes habitats preferenciais das populações, devido a uma maior razão borda/interior (Grez et al 1998), embora tais alterações possam beneficiar, mesmo que temporariamente, espécies resistentes a ambientes perturbados (Laurance et al 2002, Oliveira et al 2004). Por outro lado, populações em ambientes fragmentados, além da menor capacidade de suporte do ambiente, podem sofrer redução do tamanho viável de suas populações (Laurance e Yensen 1991, Ellstrand e Elam 1993), podendo gerar problemas demográficos e de caráter genético, pela inibição de seus mecanismos de polinização e dispersão, o que pode interferir na persistência da espécie no local (Aizen e Feinsinger 1994, Cascante et al 2002, Bruna e Oli 2005).

Em contrapartida, alguns trabalhos (Andrén 1996, Fuchs et al 2003, Santos et al 2007) não têm detectado influência direta dos efeitos da fragmentação em parâmetros como riqueza de espécies, persistência das populações e sucesso reprodutivo, indicando a importância de fatores como histórico de perturbação, características ambientais e tempo de formação dos fragmentos. Enquanto vários estudos têm mostrado sua influência na mortalidade de indivíduos arbóreos e viabilidade de populações, indicando que o tamanho do fragmento seria determinante nas respostas das populações (Jules e Rathcke 1999, Cascante et al 2002, Lienert et al 2002, Hill e Curran 2003, Bruna e Oli 2005, Bertani 2006).

O aumento da intensidade luminosa e da ação de ventos fortes já foram indicados como grandes responsáveis pela mortalidade de plantas em ambientes fragmentados (Laurance et al 1998b, Oosterhoorn e Kappelle 2000), onde o aumento nas taxas de

mortalidade pode induzir o aumento no recrutamento (Sundaram e Parthasarathy 2002). Entretanto, o estabelecimento destes indivíduos recrutados no ambiente pode ser comprometido, uma vez que ocorrem dificuldades de persistência das espécies nestes locais (Aizen e Feinsinger 1994, Benitez-Malvido 1998, Jules & Rathcke 1999, Bruna et al 2002, Lienert et al 2002, Bach et al 2005, Bruna e Oli 2005, Bertani 2006). Dessa forma, o conhecimento do comportamento populacional das espécies presentes naqueles locais é de fundamental importância como fonte de informação para programas conservacionistas e de restauração destes ambientes (Zobel et al 1998).

Neste contexto, para avaliar o comportamento da estrutura populacional de uma espécie arbórea em uma paisagem fragmentada, visamos avaliar o comportamento de *Eschweilera ovata* (Cambess.) Miers (Lecythidaceae), uma espécie arbórea considerada típica de interior florestal, geralmente ocorrendo em grande abundância nessas áreas, mas que também é registrada em grande abundância em áreas perturbadas (Gusson et al 2005). Dessa forma, esperamos que não haja variações na densidade da população entre fragmentos de diversos tamanhos, bem como não haja reduções em abundância da espécie na paisagem. Além disso, esperamos que a estrutura de tamanho das populações seja semelhante entre os diversos fragmentos analisados, com ausência de impactos negativos, especialmente quanto à entrada de novos indivíduos na paisagem.

## 2. MÉTODOS

Em seis fragmentos (F1=87ha, F2=89ha, F3=91ha, F4=306ha, F5=357ha e F6=388ha) de Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas localizados em áreas da Usina São José (07°40'21,25"-07°55'50,92"S e 34°54'14,25"-35°05'21,08"W), município de Igarassu, Pernambuco, nordeste do Brasil, foram medidos os diâmetros de todos os indivíduos de *Eschweilera ovata* com diâmetro ao nível do solo (DNS) igual ou superior a

4,8cm, em 15 parcelas de 20 × 20m distribuídas aleatoriamente em cada fragmento, assim como todos os indivíduos com DNS < 4,8cm contidos em uma subparcela de 10 × 10m em cada uma das parcelas, devido às altas densidades desses indivíduos. O número de indivíduos com DNS < 4,8cm por parcela foi estimado multiplicando por quatro o número de indivíduos amostrados nas subparcelas. As amostragens ocorreram no final do período seco (janeiro-fevereiro) em 2009, ( $t_0$ ), 2010 ( $t_1$ ) e 2011 ( $t_2$ ).

O clima do local estudado é do tipo As', segundo Köppen, quente e úmido, caracterizado por uma precipitação média anual de 2227mm e temperatura média de 25,2°C. Ocorreu precipitação de cerca de 2055mm durante o primeiro ano de estudo (2009), enquanto no segundo ano (2010), a precipitação foi de 1396mm.

## 2.1. Análise dos dados

Foi estimada a densidade média por parcela e seu respectivo erro padrão para cada fragmento. Os indivíduos mortos foram registrados a partir daqueles marcados no tempo anterior e não encontrados nos censos. O número de ingressantes foi registrado a partir dos indivíduos novos que apareceram nas parcelas, que não haviam sido marcados anteriormente.

A partir do número de indivíduos, de mortos e de ingressantes, foram calculadas as taxas de mortalidade ( $m$ ) e ingresso ( $i$ ), conforme Sheil e May (1996):

$$m = 1 - ((N_0 - M) / N_0)^{1/t}$$

$$i = ((N_0 + I) / N_0)^{1/t} - 1$$

onde,  $N_0$  é o número inicial de indivíduos,  $M$  é o número de mortes no intervalo de tempo  $t$ ,  $I$  é o número de ingressantes no intervalo de tempo  $t$ ,  $t$  é o intervalo de tempo entre os censos.

Possíveis variações no número de indivíduos entre os fragmentos foram observadas através de uma análise de variância (ANOVA), uma vez que apresentaram distribuição normal. Variações entre os anos foram comparadas de forma semelhante, sendo considerada para este caso uma análise para medidas repetidas (Sokal e Rohlf 1995).

O número de indivíduos foi distribuído em seis classes de tamanho definidas de acordo com seus diâmetros. Estas classes tiveram como ponto inicial de divisão o tamanho de 4,8cm de diâmetro, por ser um valor característico do local estudado, indicando a interseção dos componentes de dossel e subdossel da paisagem florestal, sendo posteriormente subdivididas em três classes cada, a fim de descrever a distribuição do quantitativo de indivíduos em cada fase (tamanho), desde seu surgimento no ambiente até seu tamanho adulto. Diferenças na estrutura populacional entre os fragmentos, assim como entre os tempos, tiveram como foco variações nas proporções de indivíduos em cada classe, desta forma, foram analisadas através de comparação da distribuição de indivíduos por estas classes de tamanho, através de um índice de diferença da distribuição pelas classes de tamanho que varia de 0 a 1. Este índice consiste da soma das diferenças das proporções do número de indivíduos em cada classe de diâmetro entre os pares de fragmentos divididos por dois, cujo valor zero indica maior semelhança entre as duas estruturas analisadas e a unidade indica completa diferença (Portela 2008).

$$\text{Índice de diferença} = \sum_{i=1}^n |(pop_i^1 - pop_i^2)| / 2$$

onde,  $pop^1_i$  é a proporção do número de indivíduos na classe de tamanho  $i$  da população 1, e  $pop^2_i$  é a proporção do número de indivíduos na classe de tamanho  $i$  da população 2.

A mortalidade por classes de tamanho também foi observada, a fim de compreender em que proporção ocorria cada uma das fases (tamanho) da estrutura populacional da espécie.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. Variações na abundância

No geral, *Eschweilera ovata* apresentou o mesmo padrão de abundância, não havendo diferença significativa nos valores da densidade da espécie na paisagem. Nos fragmentos menores, a densidade oscilou de 2113 ind/ha (fragmento F2, 2009) a 5651 ind/ha (fragmento F3, 2010), enquanto nos maiores houve variação de 2213 ind/ha (fragmento F6, 2009) a 2858 ind/ha (fragmento F4, 2011), ou seja, os fragmentos menores apresentaram tanto a menor como a maior densidade observada (Tabela 1.1).

**Tabela 1.1.** Densidade populacional (indivíduos/hectare  $\pm$  erro padrão) das populações de *Eschweilera ovata* em seis fragmentos florestais em um ambiente fragmentado de Floresta Atlântica em Igarassu, Pernambuco, nordeste do Brasil.

Frag.	t <sub>0</sub>	t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>
F1 (87ha)	3848,33 $\pm$ 41,25 AB	4513,33 $\pm$ 45,51 AB	4456,67 $\pm$ 46,61 AB
F2 (89ha)	2113,33 $\pm$ 35,85 A	2810,00 $\pm$ 40,25 A	2913,33 $\pm$ 41,17 A
F3 (91ha)	5150,00 $\pm$ 53,53 B	5651,67 $\pm$ 57,10 B	5603,33 $\pm$ 56,63 B
F4 (306ha)	2636,67 $\pm$ 42,94 A	2826,67 $\pm$ 44,33 A	2858,33 $\pm$ 45,55 A
F5 (357ha)	2431,67 $\pm$ 36,52 A	2706,67 $\pm$ 37,34 A	2735,00 $\pm$ 38,10 A
F6 (388ha)	2213,33 $\pm$ 40,06 A	2468,33 $\pm$ 40,38 A	2481,67 $\pm$ 41,20 A
Geral	3065,56 $\pm$ 45,89	3496,11 $\pm$ 48,40	3508,06 $\pm$ 48,59

Letras distintas indicam diferença significativa entre os fragmentos para  $p \leq 0,05$ .  
Não houve diferença significativa entre os tempos

A grande variação encontrada nos fragmentos menores engloba a variação na densidade observada nos maiores, onde apenas um dos fragmentos menores (F3) apresentou diferenças significativas na densidade entre os demais fragmentos. O fragmento F3 possui cerca do dobro da densidade dos fragmentos maiores e do fragmento F2 (Tabela 1.1).

O mesmo resultado foi registrado nos três tempos ( $t_0$ ,  $t_1$  e  $t_2$ ), não havendo diferença significativa na densidade entre os tempos em nenhum dos fragmentos (Tabela 1.1).

**Tabela 1.2.** Número de ingressos e de indivíduos mortos (indivíduos/hectare  $\pm$  erro padrão) das populações de *Eschweilera ovata* em seis fragmentos florestais em um ambiente fragmentado de Floresta Atlântica em Igarassu, Pernambuco, nordeste do Brasil.

Frag.	$t_1$		$t_2$	
	ingresso	morte	ingresso	morte
F1 (87ha)	185 $\pm$ 16	20 $\pm$ 7	55 $\pm$ 8	77 $\pm$ 9
F2 (89ha)	183 $\pm$ 13	12 $\pm$ 4	85 $\pm$ 9	62 $\pm$ 7
F3 (91ha)	147 $\pm$ 13	20 $\pm$ 5	87 $\pm$ 10	105 $\pm$ 10
F4 (306ha)	60 $\pm$ 8	15 $\pm$ 5	38 $\pm$ 7	32 $\pm$ 6
F5 (357ha)	60 $\pm$ 7	0 $\pm$ 0	52 $\pm$ 7	48 $\pm$ 7
F6 (388ha)	70 $\pm$ 8	5 $\pm$ 4	35 $\pm$ 6	32 $\pm$ 5

Todos os fragmentos apresentaram entrada de indivíduos, os fragmentos menores apresentaram maiores valores tanto no tempo 1 como no tempo 2, bem como maior número de mortos, em especial no tempo  $t_2$  (Tabela 1.2). Estes valores conferem, de um modo geral, taxas de ingresso e mortalidade superiores nos fragmentos menores, exceto F4 que apresentou a maior taxa de mortalidade no tempo 1. Enquanto o ingresso foi maior em F2 e menor em F1 e F6. Além disso, as taxas de ingresso foram maiores do que as de mortalidade em  $t_1$ , enquanto em  $t_2$  as taxas foram semelhantes (Tabela 1.3).

**Tabela 1.3.** Taxas anuais de mortalidade (m) e ingresso (i) das populações de *Eschweilera ovata* em seis fragmentos florestais em um ambiente fragmentado de Floresta Atlântica em Igarassu, Pernambuco, nordeste do Brasil. N<sub>0</sub>, número inicial de indivíduos; M, número de indivíduos mortos; I, número de indivíduos ingressantes.

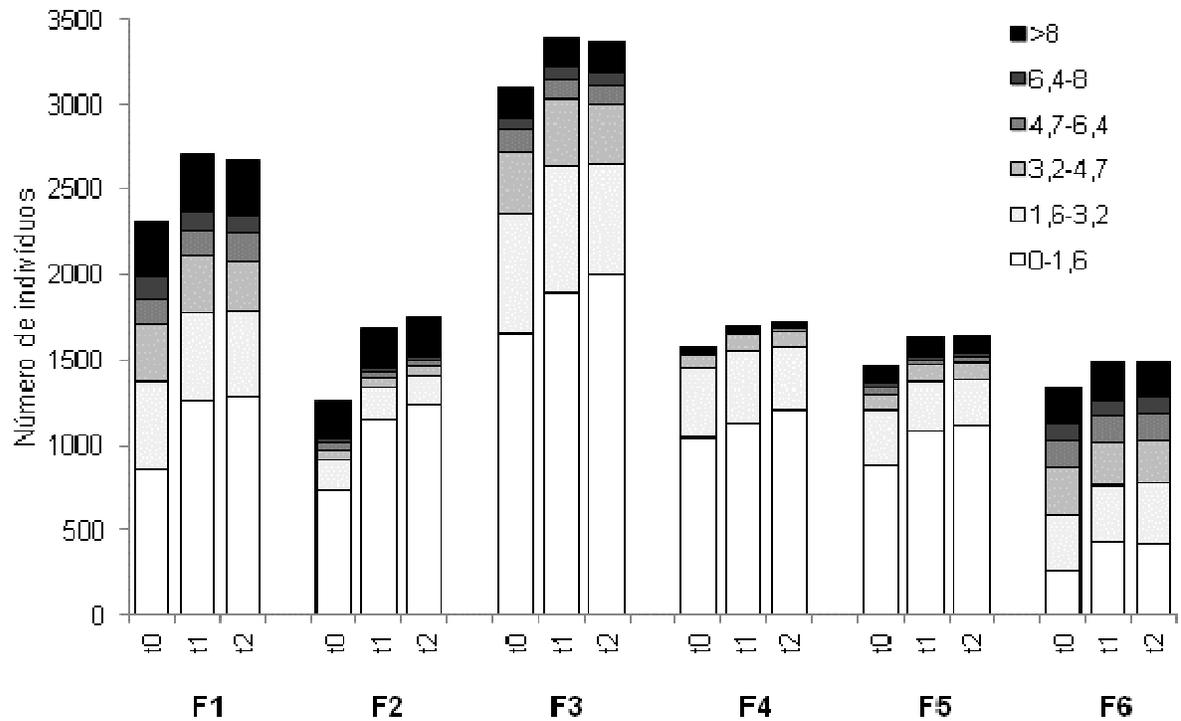
Fragmentos	t <sub>1</sub>					t <sub>2</sub>				
	N <sub>0</sub>	M	m	I	i	N <sub>0</sub>	M	m	I	i
F1 (87ha)	1025	12	0,012	111	0,108	1124	46	0,041	33	0,029
F2 (89ha)	539	7	0,013	110	0,204	642	37	0,058	51	0,079
F3 (91ha)	1050	12	0,011	88	0,084	1126	63	0,056	52	0,046
F4 (306ha)	436	9	0,021	36	0,083	463	19	0,041	23	0,050
F5 (357ha)	481	0	0,000	42	0,087	523	29	0,055	31	0,059
F6 (388ha)	677	3	0,004	42	0,062	716	19	0,027	21	0,029
Geral	4208	125	0,030	429	0,103	4594	213	0,046	211	0,046

Embora a densidade não tenha apresentado diferenças significativas entre os tempos, as taxas de mortalidade foram mais acentuada no tempo 2, em comparação com o anterior, enquanto os ingressos foram menores (Tabela 1.3).

### 3.2. Estrutura populacional

Apenas o fragmento F6 (Figura 1.1), devido a menor proporção de indivíduos de menor diâmetro, apresentou cerca de 30 a 47% de diferença em relação aos demais fragmentos. As demais comparações raramente ultrapassaram 20% de diferença (Tabela 1.4).

Todos os fragmentos tiveram de 70 a 95% de seus indivíduos nas três primeiras classes de diâmetro. De forma geral, os fragmentos tiveram poucas diferenças entre si, assim como entre os tempos (Tabela 1.4).

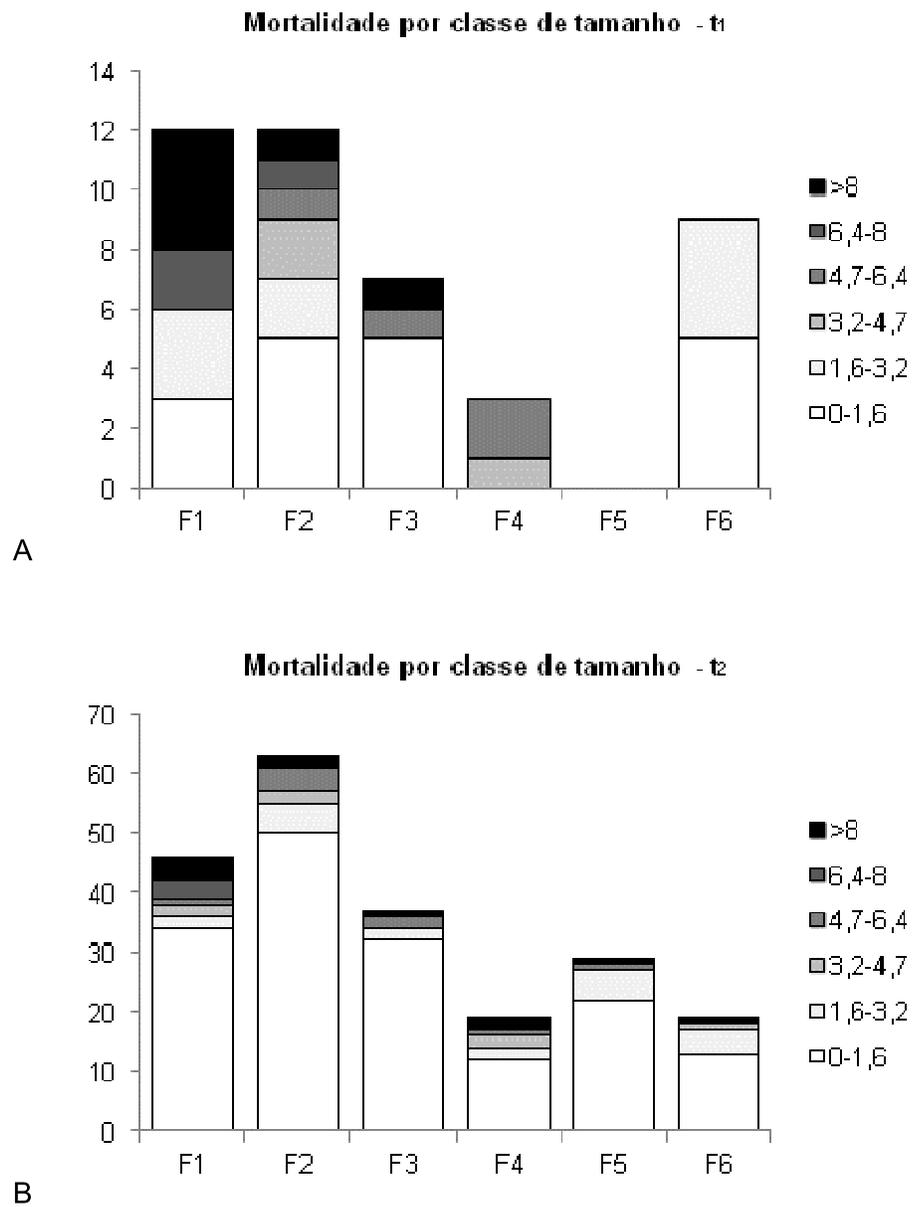


**Figura 1.1.** Distribuição de indivíduos em classes de diâmetro (cm) das populações de *Eschweilera ovata* em seis fragmentos florestais em um ambiente fragmentado de Floresta Atlântica (fragmentos: F1=87ha; F2=89ha; F3=91ha; F4=306ha; F5=357ha e F6=388ha) em Igarassu, Pernambuco, nordeste do Brasil.

No geral, houve maior mortalidade nas primeiras classes de diâmetro. Especialmente em  $t_1$ , os fragmentos menores tiveram mortalidade de indivíduos maiores, cerca de duas vezes do registrado nos fragmentos maiores (Figura 1.2). Destaque para a grande mortalidade de indivíduos menores em  $t_2$  em toda a paisagem. Ainda assim, todos os fragmentos apresentaram aumento de indivíduos menores, enquanto a quantidade de indivíduos maiores não apresentou muita variação.

**Tabela 1.4.** Comparação da estrutura das populações de *Eschweilera ovata* entre seis fragmentos florestais em um ambiente fragmentado de Floresta Atlântica em Igarassu, Pernambuco, nordeste do Brasil. O valor 1 representa diferença completa entre as duas populações e 0 representa total semelhança.

Fragmentos	Proporção de diferença		
	t <sub>0</sub>	t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>
p1xp2	0,2520	0,2269	0,2412
p1xp3	0,1687	0,1239	0,1190
p1xp4	0,3211	0,2616	0,2526
p1xp5	0,2334	0,1982	0,1935
p1xp6	0,1797	0,1727	0,1942
p2xp3	0,1785	0,2092	0,1977
p2xp4	0,1993	0,1619	0,1493
p2xp5	0,1272	0,0954	0,1105
p2xp6	0,4164	0,3865	0,4242
p3xp4	0,1528	0,1377	0,1336
p3xp5	0,0850	0,1186	0,0913
p3xp6	0,3393	0,2692	0,3074
p4xp5	0,0928	0,0798	0,0779
p4xp6	0,4725	0,4070	0,4123
p5xp6	0,4131	0,3706	0,3877



**Figura 1.2.** Distribuição de indivíduos mortos por classes de diâmetro (cm) na primeira transição (A) e segunda transição (B) das populações de *Eschweilera ovata* em seis fragmentos florestais em um ambiente fragmentado de Floresta Atlântica em Igarassu, Pernambuco, nordeste do Brasil.

## 4. DISCUSSÃO

### 4.1. Abundância

A espécie apresenta densidade elevada em toda paisagem não havendo diferenças na densidade dos indivíduos entre os fragmentos, porém registramos maior variação no número de indivíduos nos fragmentos menores, a qual pode estar relacionada a maior variação ambiental comumente atribuída a áreas de menor tamanho (Young e Mitchell 1994, Horvitz e Schemske 1995). Entretanto, embora a literatura indique a possibilidade de, especialmente em fragmentos menores, haver baixo número de indivíduos (Benitez-Malvido 1998, Bertani 2006), tal fato não foi registrado, destacando a capacidade da espécie em resistir às perturbações, mantendo altas abundâncias tanto em áreas maiores como em pequenos fragmentos florestais (Gusson et al 2005).

O fato de haver grande variação de densidade entre os fragmentos, em especial nos menores, sugere que as particularidades de cada fragmento, como sua condição original e o histórico de perturbação, bem como a dinâmica natural da espécie devem ter influenciado sua atual abundância. Portela (2008), estudando a influência do tamanho do fragmento na densidade de três palmeiras, encontrou grande variação no número de indivíduos entre os fragmentos não relacionados ao tamanho destes.

De forma semelhante, Lopes (2007) estudando uma espécie arbórea na Amazônia, registrou variações significativas na abundância populacional que não puderam ser relacionadas aos efeitos da fragmentação. Assim como Bruna e Kress (2002) que, também na Amazônia, observaram padrões de abundância variáveis de uma espécie herbácea em fragmentos de diversos tamanhos, porém sem relação com este fator. Desta forma, percebemos que, embora seja comum destacar que haja variações na abundância de plantas em fragmentos de tamanhos diferentes (Cardoso da Silva e Tabarelli 2000, Laurance et al 2002), nem sempre tal resultado tem sido detectado.

Quanto ao número de indivíduos mortos, alguns estudos enfocando variações demográficas de plantas em função da fragmentação também encontraram grande mortalidade de indivíduos e em especial nos fragmentos menores (Benitez-Malvido 1998, Bertani 2006).

De forma geral, os fragmentos menores possuíram maior mortalidade, entretanto, maiores ingressos de indivíduos. A redução no recrutamento tem sido destacada em ambientes fragmentados como um dos principais motivos do declínio populacional em fragmentos pequenos (Cardoso da Silva e Tabarelli 2000). Nossos resultados indicaram que as populações, além de grande abundância atual, tendem a continuar crescendo, fato que ocorre em especial nos fragmentos menores, bem diferente do destacado por diversos autores (Turner e Corlett 1996, Cardoso da Silva e Tabarelli 2000, Laurance et al 2002), apontando a resistência da espécie à fragmentação. Assim, nem todas as espécies apresentam diminuição no recrutamento de seus indivíduos em paisagens fragmentadas, o que pode, inclusive, levar ao aumento de seu domínio na comunidade (Laurance et al 1998a, 1998b).

Um possível aumento populacional que possa estar ocorrendo pode indicar uma reestruturação na comunidade, podendo outras espécies presentes nesse ambiente ser mais impactadas pela fragmentação, especialmente nos fragmentos menores, liberando espaço para que espécies como a *Eschweilera ovata* se estabeleça (Laurance et al 2002, Hill e Curran 2003).

Embora não tenhamos registrado variações na densidade da população entre os anos, vale destacar que fatores adversos como, um ano com menos precipitação, podem afetar as populações. No intervalo de tempo 2, período de menor precipitação, registramos maior mortalidade e menor ingresso de indivíduos, em especial nos fragmentos menores. A disponibilidade de água é um fator atuante na dinâmica das

populações, uma vez que o estabelecimento e persistência dos indivíduos no local são dependentes de condições ambientais favoráveis (Kapos 1989, Worbes 1999). Entretanto, tais variações não foram suficientes para o registro de reduções da abundância da espécie na paisagem, indicando que possíveis efeitos da fragmentação, em geral, não afetaram os padrões de abundância da população.

#### **4.2. Estrutura populacional**

Embora tenhamos registrado ingresso de indivíduos em todos os fragmentos, com destaque para maior mortalidade e menor ingresso de indivíduos nos fragmentos menores, não observamos grandes distinções na estrutura de *Eschweilera ovata* entre os fragmentos nem entre os tempos analisados. Vale ressaltar que fragmentos menores tiveram maior mortalidade de indivíduos menores, além de maior proporção de morte de indivíduos maiores em comparação com os fragmentos maiores.

Mudanças na distribuição de tamanho dos indivíduos de uma população podem ser esperadas em ambientes fragmentados (Bruna et al 2002, Lienert et al 2002, Bruna e Oli 2005), onde poderiam provocar alterações no padrão estrutural das populações, trazendo consequências negativas para a espécie nestes locais (Turner e Corlett 1996, Young et al 1996). Entretanto, não houve distinções significativas na estrutura de tamanho das populações entre os fragmentos, bem como limitação na entrada de indivíduos, indicando mais uma vez seu comportamento semelhante na paisagem estudada.

Vários estudos apontaram para o declínio do ingresso de indivíduos em ambientes fragmentados, alterando a estrutura populacional especialmente nos locais de menor área (Benitez-Malvido 1998, Lienert et al 2002). Como não observamos este declínio, mais uma vez percebemos a capacidade de permanência da espécie na paisagem. Outros estudos, embora não tratando de espécies arbóreas, também registraram aumento na

proporção de indivíduos pequenos em fragmentos florestais, associando a características como tamanho do fragmento, variações microclimáticas e ao grau de perturbação antrópica dos locais (Bruna e Kress 2002, Bertani 2006). Desta forma, a não observação de reduções no ingresso, bem como distinção na estrutura populacional entre fragmentos de diferentes tamanhos pode ser considerada comum e inerente a diversos fatores, que não exatamente à fragmentação, independente do hábito da espécie.

Variações no comportamento das populações podem ainda ser distintas, sendo espécie-dependente, como indicado por Portela (2008) ao analisar o efeito da fragmentação sobre três espécies de palmeiras. A autora registrou alterações na estrutura da população de uma das espécies, pelo menor estabelecimento de plântulas e indivíduos reprodutivos em fragmentos menores, enquanto outra espécie possuía maior proporção de indivíduos imaturos nestes ambientes menores, e a terceira não teria sido afetada pela fragmentação. Assim, particularidades inerentes à dinâmica natural da espécie também determina seu comportamento nos locais em que se encontram.

Dentre as alterações da estrutura populacional observadas em outros estudos, destacam-se as limitações na entrada de indivíduos, assim como maior mortalidade, em especial nos locais de menor área (Bach et al 2005, Portela 2008). Entretanto, no nosso estudo, o ingresso de indivíduos foi o principal motivo das variações observadas nas estruturas populacionais entre os tempos, indicando que a população não apresenta limitação de recrutamento, como observado em diversos estudos em áreas fragmentadas (Benitez-Malvido 1998, Lienert et al 2002, Bruna 2003, Bach et al 2005), corroborando mais uma vez a sua capacidade de se estabelecer diante à fragmentação.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No geral, a espécie está bem estabelecida neste ambiente fragmentado, não apresentando influência do tamanho do fragmento em que se encontra na sua densidade e estrutura populacional. E embora seja considerada como de interior florestal, também se comportou bem em fragmentos de menor área em resposta à perturbação, indicando que o espectro de estratégias das espécies arbóreas em florestas tropicais pode ser bem mais complexo do que as classificações de grupos ecológicos, frequentemente usados na literatura.

A espécie não só apresenta elevada abundância, como continua aumentando em tamanho. Não havendo limitação de recrutamento, bem como a mortalidade de indivíduos não supera seus ingressos. Possíveis variações na dinâmica e estrutura populacional em ambientes fragmentados, especialmente em se tratando de espécies arbóreas, devem ser analisadas em longo prazo, uma vez que tais mudanças podem afetar as taxas vitais da população (Horvitz e Schemske 1995), podendo comprometer ou não a espécie, bem como provocar alterações na comunidade (Laurance et al 1998b), que também devem ser compreendidas.

O possível aumento populacional de *Eschweilera ovata* na paisagem deve ser acompanhado, bem como a dinâmica das demais espécies vegetais presentes no ambiente, a fim de compreender se este aumento chegará a um equilíbrio ou passará a comprometer a estrutura da comunidade e sua diversidade local.

## REFERÊNCIAS

Aizen, M.A., Feinsinger, P. 1994. Forest fragmentation, pollination, and plant reproduction in a chaco dry forest, Argentina. *Ecology* 75: 330–351.

Andrén, H. 1996. Population responses to habitat fragmentation: statistical power and the random. *Oikos* 76: 235-242.

Appolinário, V., Oliveira-Filho, A.T., Guilherme, F.A.G. 2005. Tree population and community dynamics in a Brazilian tropical semideciduous forest. *Revista Brasileira de Botânica* 28: 347-360.

Bach, C.E., Kelly, D., Hazlett, B.A. 2005. Forest edges benefit adults, but not seedlings, of the mistletoe *Alepis flavida* (Loranthaceae). *Journal of Ecology* 93: 79–86.

Benitez-Malvido, J. 1998. Impact of forest fragmentation on seedling abundance in a tropical rain forest. *Conservation Biology* 12: 380-389.

Bertani, D.F. 2006. Ecologia de populações de *Psychotria suterella* Müll. Arg. (Rubiaceae) em uma paisagem fragmentada de Mata Atlântica. Tese de doutorado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

Bruna, E.M. 2003. Are plant populations in fragmented habitats recruitment limited? Tests with an Amazonian Herb. *Ecology* 84: 932–947.

Bruna, E.M., Kress, W.J. 2002. Habitat fragmentation and the demographic structure of an Amazonian understory herb (*Heliconia acuminata*). *Conservation Biology* 16: 1256-1266.

Bruna, E.M., Nardy, O., Strauss, S.Y., Harrison, S.P. 2002. Experimental assessment of *Heliconia acuminata* growth in a fragmented Amazonian landscape. *Journal of Ecology* 90: 639-649.

Bruna, E.M., Oli, M.K. 2005. Demographic consequences of habitat fragmentation for an Amazonian understory plant: analysis of life-table response experiments. *Ecology* 86: 1816-1824.

Bruna, E.M., Fiske, I.J., Trager, M.D. 2009. Habitat fragmentation and plant populations: is what we know demographically irrelevant? *Journal of Vegetation Science* 20: 569-576.

Cardoso da Silva, J. M., Tabarelli, M. 2000. Tree species impoverishment and the future flora of the Atlantic forest of northeast Brazil. *Nature* 404: 72-74.

Cascante, A., Quesada, M., Lobo, J.J., Fuchs, E.A. 2002. Effects of dry tropical forest fragmentation on the reproductive success and genetic structure of the tree *Samanea saman*. *Conservation Biology* 16: 137-147.

Ellstrand, N.C., Elam, D.R. 1993. Population Genetic Consequences of Small Population Size: Implications for Plant Conservation. *Annual Review of Ecology and Systematics* 24: 217-242.

Felfili, J.M. 1995. Growth, recruitment and mortality in the Gama gallery forest in central Brazil over a six-year period. *Journal of Tropical Ecology* 11: 67-83.

Felfili, J.M., Rezende, A.V., Silva-Júnior, M.C.S., Silva, M.A. 2000. Changes in the floristic composition of cerrado *sensu stricto* in Brazil over a nine-year period. *Journal of Tropical Ecology* 16: 579-590.

Ferraz, E.M.N, Rodal, M.J.N. 2006. Caracterização fisionômica - estrutural de um remanescente de floresta ombrófila montana de Pernambuco, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 20: 911-926.

Fuchs, E.J., Lobo, A.A., Quesada, M. 2003. Effects of fragmentation and flowering phenology on the reproductive success and mating patterns of the Tropical Dry Forest tree *Pachira quinata*. *Conservation Biology* 17: 149-157.

Grez, A.A., Bustamante, R.O., Simonetti, J.A., Fahrig, L. 1998. Landscape ecology, deforestation, and forest fragmentation: the case of the ruil forest in Chile. *In*: Landscape ecology as a tool for sustainable development in Latin America (Salinas-Chávez, E., Middleton, J. Eds.). Disponível em <[www.brocku.ca/epi/lebk/grez.html](http://www.brocku.ca/epi/lebk/grez.html)>.

Guimarães, F.J.P., Ferreira, R.L.C., Marangon, L.C., Silva, J.A.A., Aparício, P.S., Alves-Júnior, F.T. 2009. Estrutura de um fragmento florestal no Engenho Humaitá, Catende, Pernambuco, Brasil. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 13: 940–947.

Gusson, E., Sebbenn, A.E., Kageyama, P.W. 2005. Diversidade e estrutura genética espacial em duas populações de *Eschweilera ovata*. *Scientia Forestalis* 67: 123-135.

Harper, K.A., Macdonald, S.E., Burton, P.J., Chen, J., Brososke, K.D., Saunders, S.C., Euskirchen, E.S., Roberts, D., Jaiteh, M.S., Essen, P. 2005. Edge influence on forest structure and composition in fragmented landscapes. *Conservation Biology* 19: 768-782.

Herwitz, S.R., Young, S.S. 1994. Mortality, recruitment, and growth rates of montane tropical rain forest canopy trees on Mount Bellenden-Ker, Northeast Queensland, Australia. *Biotropica* 26: 350-361.

Hill, J.L., Curran, P.L. 2003. Area, shape and isolation of tropical forest fragments: effects on tree species diversity and implications for conservation. *Journal of Biogeography* 30: 1391-1403.

Horvitz, C.C., Schemske, D.W. 1995. Spatio-temporal variation in demographic transitions of a tropical understory herb: projection matrix analysis. *Ecological Monographs* 65: 155-192.

Jules, E.S., Rathcke, B.J. 1999. Mechanisms of reduced *Trillium* recruitment along edges of old-growth forest fragments. *Conservation Biology* 13: 784-793.

Kapos, V. 1989. Effects of isolation on the water status of forest patches in the Brazilian Amazon. *Journal of Tropical Ecology* 5: 173-185.

Laurance, W.F., Yensen, E. 1991. Predicting the impacts of edge effects in fragmented habitats. *Biological Conservation* 55: 77–92.

Laurance, W.F., Ferreira, L.V., Merona, J.M.R., Laurance, S.G., Hutchings, R.W., Lovejoy, T.E. 1998a. Effects of forest fragmentation on recruitment patterns in Amazonian tree communities. *Conservation Biology* 12: 460-464.

Laurance, W.F., Ferreira, L.V., Merona, J.M.R., Laurance, S.G. 1998b. Rainforest fragmentation and the dynamics of Amazonian tree communities. *Ecology* 79: 2032-2040.

Laurance, W.F., Lovejoy, T.E., Vasconcelos, H.L., Bruna, E.M., Didham, R.K., Stouffer, P.C., Gascon, C., Bierregaard, R.O., Laurance, S.G., Sampaio, E. 2002. Ecosystem decay of Amazonian forest fragments: A 22-year investigation. *Conservation Biology* 16: 605-618.

Lienert, J., Diemer, M., Schmid, B. 2002. Effects of habitat fragmentation on population structure and fitness components of the wetland specialist *Swertia perennis* L. (Gentianaceae). *Basic and Applied Ecology* 3: 101-114.

Lopes, C.G.R., Ferraz, E.M.N., Araújo, E.L. 2008. Physiognomic-structural characterization of dry - and humid-forest fragments (Atlantic Coastal Forest) in Pernambuco State, NE Brazil. *Plant Ecology* 198:1-18.

Lopes, M.A. 2007. Population structure of *Eschweillera coriacea* (DC.) S. A. Mori in forest fragments in Eastern Brazilian Amazonia. *Revista Brasileira de Botânica* 30: 509-519.

Nascimento, H.E.M., Dias, A.S., Tabanez, A.A.J., Viana, V.M. 1999. Estrutura e dinâmica de populações arbóreas de um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual na Região de Piracicaba, SP. *Revista Brasileira de Biologia* 59: 329-342.

Oliveira, M. A., Grillo, A.S., Tabarelli, M. 2004. Forest edge in the Brazilian Atlantic forest: drastic changes in tree species assemblages. *Oryx* 38: 389-394.

Oosterhoorn, M., Kappelle, M. 2000. Vegetation structure and composition along an interior-edge-exterior gradient in a Costa Rican montane cloud forest. *Forest Ecology and Management* 126: 291-307.

Paula, A., Silva, A.F., Souza, A.L., Santos, F.A.M. 2002. Alterações florísticas ocorridas num período de quatorze anos na vegetação arbórea de uma Floresta Estacional Semidecidual em Viçosa-MG. *Revista Árvore* 26: 743-749.

Paula, A., Silva, A.F., Marco-Júnior, P., Santos, F.A.M., Souza, A.L. 2004. Sucessão ecológica da vegetação arbórea em uma Floresta Estacional Semidecidual, Viçosa, MG, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 18: 407-423.

Portela, R.C.Q. 2008. Ecologia populacional de três espécies de palmeiras em uma paisagem fragmentada no domínio da Mata Atlântica, RJ. Tese de doutorado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

Rocha, K.D., Chaves, L.F.C., Marangon, L.C., Lins e Silva, A.,C.,B. 2008. Caracterização da vegetação arbórea adulta em um fragmento de floresta atlântica, Igarassu, PE. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias* 3: 35-41.

Santos, K., Kinoshita, L.S., Santos, F.A.M. 2007. Tree species composition and similarity in semideciduous forest fragments of southeastern Brazil. *Biological Conservation* 135: 268–277.

Sheil, D., May, R.M. 1996. Mortality and recruitment rate evaluations in heterogeneous tropical forests. *Journal of Ecology* 84: 91-100.

Silva, H.C.H. 2005. Efeito de borda na fisionomia e estrutura da vegetação em fragmentos de Floresta Atlântica de tamanhos distintos em Igarassu – Pernambuco. Dissertação de mestrado. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

Sokal, R.R., Rohlf, F.J. 1995. *Biometry: The principles and practice of statistics in biological research*. Freeman, New York, 887p.

Sundaram, B., Parthasarathy, N. 2002. Tree growth, mortality and recruitment in four tropical wet evergreen forest sites of Kolli hills, Eastern Ghats, India. *Tropical Ecology* 43: 275-286.

Taylor, D.M., Hamilton, A.C., Whyatt, J.D., Mucunguzi, P., Bukonya-Ziraba, R. 1996. Stand dynamics in Mpanga research forest reserve, Uganda, 1968-1993. *Journal of Tropical Ecology* 12: 583-597.

Teixeira, L.J. 2009. Fitossociologia e florística do componente arbóreo em topossequência na Reserva Biológica de Saltinho, Pernambuco. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

Turner, I.M., Corlett, R.T. 1996. The conservation value of small, isolated fragments of lowland tropical rain forest. *Trends in Ecology and Evolution* 11: 330-333.

Werneck, M.S., Franceschinelli, E.V., Tameirão-Neto, E. 2000. Mudanças na florística e estrutura de uma floresta decídua durante um período de quatro anos (1994-1998), na região do Triângulo Mineiro, MG. *Revista Brasileira de Botânica* 23: 401-413.

Williams-Linera, G. 1990. Vegetation structure and environmental conditions of forest edges in Panama. *Journal of Ecology* 78: 356-373.

Worbes, M. 1999. Annual growth rings, rainfall-dependent growth and long-term growth patterns of tropical trees from the Caparo Forest Reserve in Venezuela. *Journal of Ecology* 87: 391-403.

Young, A., Mitchell, N. 1994. Microclimate and vegetation edge effects in a fragmented podocarp-broadleaf forest in New Zealand. *Biological Conservation* 67: 63-72.

Young, A., Boyle, T., Brown, T. 1996. The population genetic consequences of habitat fragmentation for plants. *Trends in Ecology and Evolution* 11: 413-418.

Zobel, M., Van der Maarel, E., Dupré, C. 1998. Species pool: the concept, its determination, and significance for community restoration. *Applied Vegetation Science* 1: 55-66.

Zudeima, P.A., Sayer, J.A., Dijkman, W. 1996. Forest fragmentation and biodiversity: the case for intermediate sized conservation areas. *Environmental Conservation* 23: 290-297.

## CAPÍTULO II

### Dinâmica populacional de uma espécie arbórea em fragmentos de distintos tamanhos numa paisagem fragmentada

#### RESUMO

Para verificar se a dinâmica populacional de espécies vegetais seria distinta entre fragmentos de diferentes tamanhos, avaliamos a dinâmica das populações de *Eschweilera ovata*, uma espécie arbórea típica de ambientes florestais no nordeste do Brasil. Em um bloco de três fragmentos grandes (cerca de 350 ha) e três pequenos (cerca de 100 ha) foram medidos todos os indivíduos com diâmetro ao nível do solo (DNS) superior ou igual a 4,8cm, em 15 parcelas de 20×20m em cada fragmento, assim como todos os indivíduos com DNS < 4,8cm em subparcelas de 10×10m, delimitadas em cada uma das parcelas. Os censos ocorreram em 2009, 2010 e 2011 a partir do qual foi construído um modelo matricial linear determinístico para cada transição, com matrizes baseadas em tamanho, utilizadas no cálculo de taxas de crescimento populacional assintóticas, matrizes de elasticidade e sensibilidade e análises retrospectivas (LTRE). As taxas de crescimento assintóticas foram superiores a 1, sugerindo crescimento da população na paisagem, não sendo observadas diferenças nas taxas de crescimento assintóticas entre fragmentos grandes e pequenos, entretanto com uma tendência de redução do  $\lambda$  na segunda transição (menor precipitação), especialmente nos fragmentos menores. As taxas vitais mais importantes foram as de permanência e crescimento, nas quais indivíduos menores são bastante influentes nos fragmentos pequenos. Porém, no geral, o  $\lambda$  é mais sensível a variações das taxas vitais dos indivíduos de maior tamanho,

destacando que, semelhante ao encontrado na literatura, o crescimento e permanência dos indivíduos nas maiores classes de tamanho (adultos) deve ser um fator chave à permanência da espécie nestes ambientes fragmentados.

## **ABSTRACT**

To assess that the population dynamics of plants species would be distinct from fragments of different sizes, we verified the population dynamics of *Eschweilera ovate* populations, a typical tree species of forest environments in the Northeast of Brazil. In three large fragments (about 350 ha) and three small fragments (about 100 ha), were measured all the individuals with a diameter at ground level, greater or equal than 4.8 cm in 15 plots of 20 × 20m in each fragment, and all the individuals with diameter at the ground level < 4.8cm in sub-plots of 10x10m, delimited in each of the plots. The census occurred in 2009, 2010 and 2011 when it was built a linear deterministic matrix model for each transition, with matrices based on size and used to calculate asymptotic population growth rates, elasticity and sensitivity matrices, and retrospective analyzes. Asymptotic growth rates were greater than 1 suggesting population growth in the landscape, and no differences were observed in growth rates asymptotic between large and small fragments. However, with a declining trend of  $\lambda$  in the second transition (lowest rainfall), especially in small fragments. Permanence and growth were the most important vital rates, where smaller individuals are quite influential in small fragments, but in general the  $\lambda$  is more sensitive to changes in vital rates of individuals larger, noting that, similar to what was found in the literature, growth and permanence of individuals in the larger size classes (adults) should be a key factor to the permanence of species in these fragmented environments.

## 1. INTRODUÇÃO

Dentre os fatores atuantes na estrutura e dinâmica das populações em ambientes fragmentados, o tamanho dos fragmentos remanescentes tem sido um dos mais estudados (Hill e Curran 2003). Além da diminuição do tamanho populacional pela perda de área, podem ocorrer mudanças nas proporções dos diferentes habitats disponíveis na paisagem, levando a um aumento ou redução na disponibilidade de ambientes preferenciais das diferentes populações (Grez et al 1998, Harms et al 2001).

Populações restritas a pequenos fragmentos podem ter problemas demográficos que levem a taxas negativas de crescimento populacional, assim como de caráter genético, pela redução na variabilidade genética, devido a problemas nos seus mecanismos de polinização e dispersão, o que pode interferir na persistência da espécie no local (Aizen e Feinsinger 1994, Jules 1998, Fahrig 2002, Lienert et al 2002, Bruna e Oli 2005).

A permanência das populações em ambientes fragmentados em um longo prazo depende das taxas de sobrevivência, crescimento, regressão e fecundidade, que indicam se o tamanho da população está aumentando, diminuindo ou permanecendo estável naquele ambiente (Caswell 2001, Bruna 2003). Efeitos negativos da fragmentação nas taxas de crescimento populacional têm sido registrados em diversos estudos, como consequência de reduções na abundância de polinizadores (Aizen e Feinsinger 1994, Gigord et al 1999, Cunningham 2000), aumentos na predação de sementes (Curran e Webb 2000), assim como reduções no recrutamento (Benitez-Malvido 1998, Jules 1998, Bruna 1999, Jules e Rathcke 1999, Cardoso da Silva e Tabarelli 2000, Bruna 2002), aumento da mortalidade (Benitez-Malvido 1998, Bach et al 2005, Bertani 2006) e limitação

de crescimento (Bruna et al 2002, Lienert et al 2002, Bach et al 2005, Bruna e Oli 2005), que podem ocorrer como resposta ao processo de fragmentação.

Por outro lado, alguns estudos populacionais, embora detectem variações nos padrões das populações em ambientes fragmentados, não têm atribuído tais variações aos efeitos da fragmentação em si, destacando que características específicas dos locais e da espécie estariam determinando seus resultados (Bruna e Oli 2005, Bertani 2006, Portela et al 2010). E, embora normalmente os estudos levantem expectativas negativas em populações submetidas aos efeitos da fragmentação, várias populações podem ser beneficiadas durante este processo, como espécies típicas de condições iniciais e ambientes perturbados, pois a fragmentação pode aumentar as áreas preferenciais destas populações (Tabarelli et al 1999, Kageyama e Gandara 2000, Laurance et al 2002, Hill e Curran 2003).

Neste contexto, estudos abrangendo efeitos da fragmentação na dinâmica de populações vegetais são imprescindíveis para a compreensão das variações que possam ocorrer nestes ambientes (Harper 1977, Bruna e Kress 2002), constituindo ferramentas essenciais ao subsídio de estratégias conservacionistas, por indicar a condição atual das populações nestes ambientes e possibilitar uma projeção de sua condição futura (Silvertown et al 1996, Escalante et al 2004).

Para verificar a dinâmica populacional de espécies arbóreas em ambientes fragmentados, tomamos como base *Eschweilera ovata* (Cambess.) Miers, Lecythidaceae, uma espécie arbórea bastante abundante, que embora considerada típica de interior florestal, também tem sido registrada como abundante em condições de perturbação, como em fragmentos de pequena área.

Desta forma, avaliamos a dinâmica populacional da espécie numa paisagem fragmentada, bem como se o tamanho dos fragmentos influencia suas taxas intrínsecas

de crescimento populacional, pelo fato da espécie se encontrar em grande abundância em ambientes fragmentados, esperamos observar taxas de crescimento positivas na paisagem, bem como comportamento semelhante em fragmentos de distintos tamanhos.

## **2. MÉTODOS**

Em seis fragmentos (F1=87ha, F2=89ha, F3=91ha, F4=306ha, F5=357ha e F6=388ha) de Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas localizados em áreas da Usina São José (07°40'21,25"-07°55'50,92"S e 34°54'14,25"-35°05'21,08"W), município de Igarassu, Pernambuco, nordeste do Brasil, foram medidos os diâmetros ao nível do solo (DNS) de todos os indivíduos de *Eschweilera ovata* que tinham este parâmetro com valor igual ou superior a 4,8cm, em 15 parcelas de 20 × 20m de cada fragmento, assim como todos os indivíduos com DNS < 4,8cm contidos em uma subparcela de 10 × 10m em cada uma das parcelas, sendo estes últimos base para estimativa da densidade desta categoria de indivíduos nas parcelas. As amostragens ocorreram no final do período seco (janeiro-fevereiro) em 2009, ( $t_0$ ), 2010 ( $t_1$ ) e 2011 ( $t_2$ ).

O local estudado possui clima quente e úmido do tipo As', segundo Köppen, com uma precipitação média anual de 2227mm e temperatura média de 25,2°C. De acordo com dados climáticos da região, durante o primeiro ano de estudo foi registrada precipitação de 2055mm (2009), enquanto no segundo ano (2010) a precipitação foi de 1396mm.

### **2.1. Análise da dinâmica populacional**

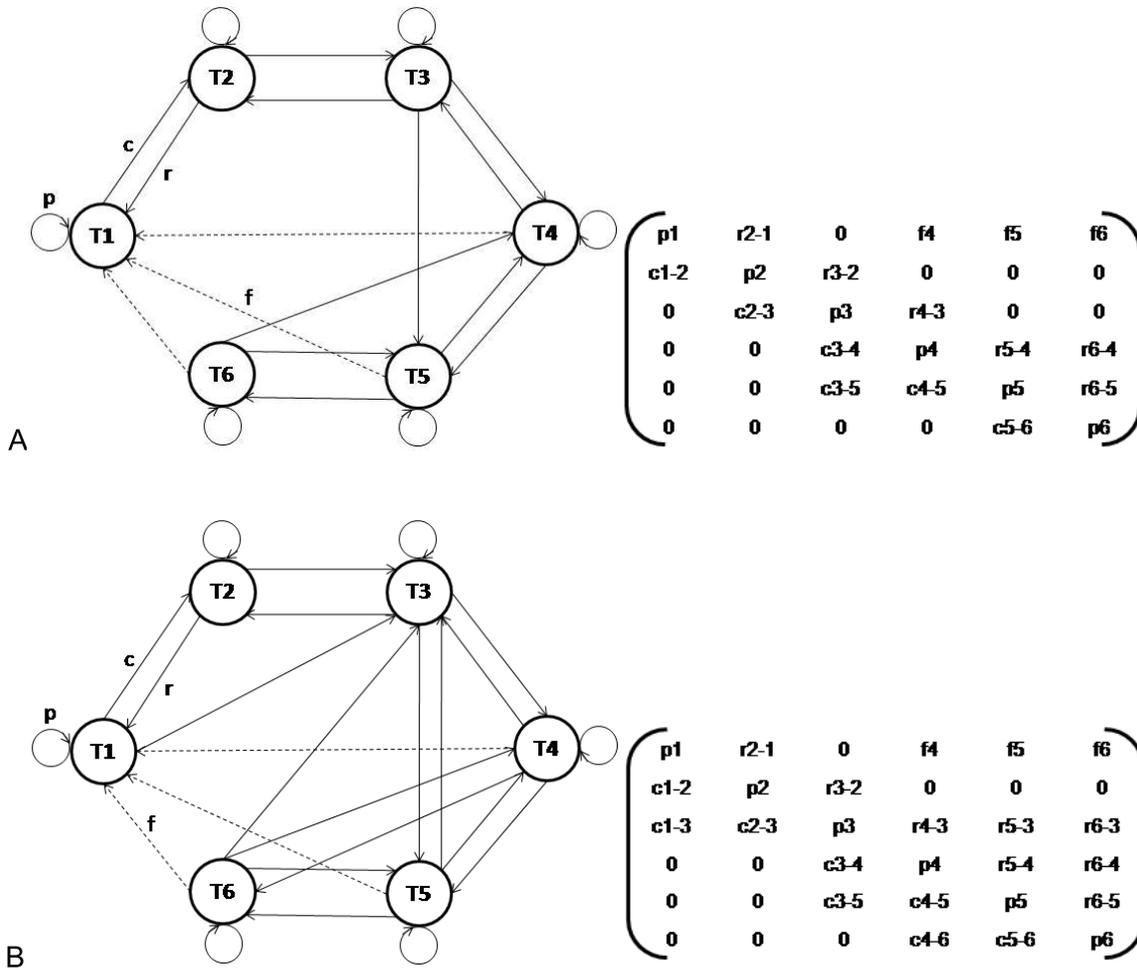
Foi construído um modelo matricial linear determinístico, com matrizes baseadas em tamanho, uma para cada período (Caswell 2001). As matrizes foram construídas a

partir de seis classes de tamanho, baseadas no diâmetro dos indivíduos, onde, a fim de contemplar as diversas classes de tamanho e as probabilidades de mudanças nestas classes, os dados dos três fragmentos menores e dos três maiores foram unificados, gerando uma matriz única para cada grupo de tamanho de fragmento por período. Indivíduos reprodutivos foram observados apenas a partir da quarta classe de tamanho (diâmetro no nível do solo igual ou superior a 4,8cm).

Os elementos da matriz representam a probabilidade de transição entre as classes de tamanho. Essas transições foram calculadas pela proporção de indivíduos de cada classe que sobreviveu e permaneceu na mesma classe, proporção de indivíduos que sobreviveram e retrocederam a classes inferiores, proporção de indivíduos que sobreviveram e progrediram para classes superiores e proporção de indivíduos que morreram. A fecundidade foi estimada a partir do número de indivíduos ingressantes, dividido pelo número de indivíduos nas classes de tamanho reprodutivo, considerando que todos os adultos potencialmente reprodutivos tinham a mesma capacidade reprodutiva, independente de seus tamanhos (Caswell 2001).

Desta forma, foram obtidas as taxas vitais das populações em fragmentos pequenos e grandes para cada transição (Figura 2.1).

A partir das matrizes de transição, foram calculadas as taxas assintóticas de crescimento populacional ( $\lambda$ ), onde valores inferiores a um indicam redução do tamanho populacional, valores iguais a um indicam estabilidade da população e valores superiores a um indicam crescimento do tamanho populacional. Diferenças significativas no  $\lambda$  entre os tratamentos e da unidade, foram analisadas através de intervalos de confiança (95% de probabilidade), obtidos por Bootstrap através de 1000 aleatorizações.



**Figura 2.1.** Taxas vitais e matriz de projeção anual de *Eschweilera ovata* em fragmentos pequenos (A) e grandes (B), referentes às transições de 2009-2010 e 2010-2011, em um ambiente fragmentado de Floresta Atlântica em Igarassu, Pernambuco, nordeste do Brasil. f, fecundidades; c, crescimentos; r, regenerações; p, permanências.  $p_i(t)$ , a probabilidade de no tempo t um indivíduo na classe i sobreviver e permanecer na mesma classe;  $c_{i+i}(t)$ , a probabilidade de no tempo t um indivíduo da classe i sobreviver e crescer passando para classe i+j;  $r_{i-i}(t)$ , a probabilidade de no tempo t um indivíduo da classe i sobreviver e regredir para classe i-j; e  $f_i(t)$ , a probabilidade de no tempo t um indivíduo da classe i sobreviver e contribuir no recrutamento.

Para identificação dos efeitos de mudanças nos elementos da matriz para o  $\lambda$  das populações foram calculadas matrizes de elasticidade e sensibilidade, utilizadas para comparação entre as populações e transições, indicando a influência das taxas demográficas para a taxa de crescimento das populações.

Para avaliar a contribuição das taxas demográficas nas diferenças observadas no  $\Delta\lambda$  entre as populações em fragmentos pequenos e grandes, assim como entre as transições, foram feitas análises retrospectivas (LTRE), onde o módulo dos valores positivos e negativos da matriz resultante indica quais taxas vitais tiveram maior influência em cada uma das populações analisadas. Tais cálculos foram feitos através dos programas Poptools 3.1 (Hood 2009) e Mat-Lab 6.1 (Mathworks 2001).

### **3. RESULTADOS**

#### **3.1. Taxa de crescimento assintótica ( $\lambda$ )**

Houve crescimento populacional na paisagem no tempo 1, enquanto no tempo 2 a população decresce, não havendo diferenças nas taxas de crescimento assintóticas entre fragmentos grandes e pequenos (Tabela 2.1). No tempo 1, as populações de fragmentos pequenos e grandes apresentaram crescimento populacional ( $\lambda > 1$ ). Entretanto, mesmo que sem diferença entre os fragmentos, no tempo 2, as populações dos fragmentos pequenos decresceram ( $\lambda < 1$ ), enquanto que as dos fragmentos grandes permaneceram estáveis ( $\lambda = 1$ ). Dessa forma, tanto nos fragmentos grandes como nos pequenos, houve ao menos tendência de redução nos valores de  $\lambda$ , com destaque para os fragmentos pequenos que registraram decréscimo populacional no tempo 2.

#### **3.2. Sensibilidade e Elasticidade**

O  $\lambda$  populacional dos fragmentos menores no primeiro período foi mais influenciado pelas permanências, o crescimento das classes T1 a T4 e a regressão de T6 para T5 (Figura 2.2). Enquanto nos fragmentos grandes, o  $\lambda$  foi mais tendenciado pela

permanência das maiores classes e do T1, pelo crescimento das primeiras classes e de T5, assim como a regressão de T6 para T5.

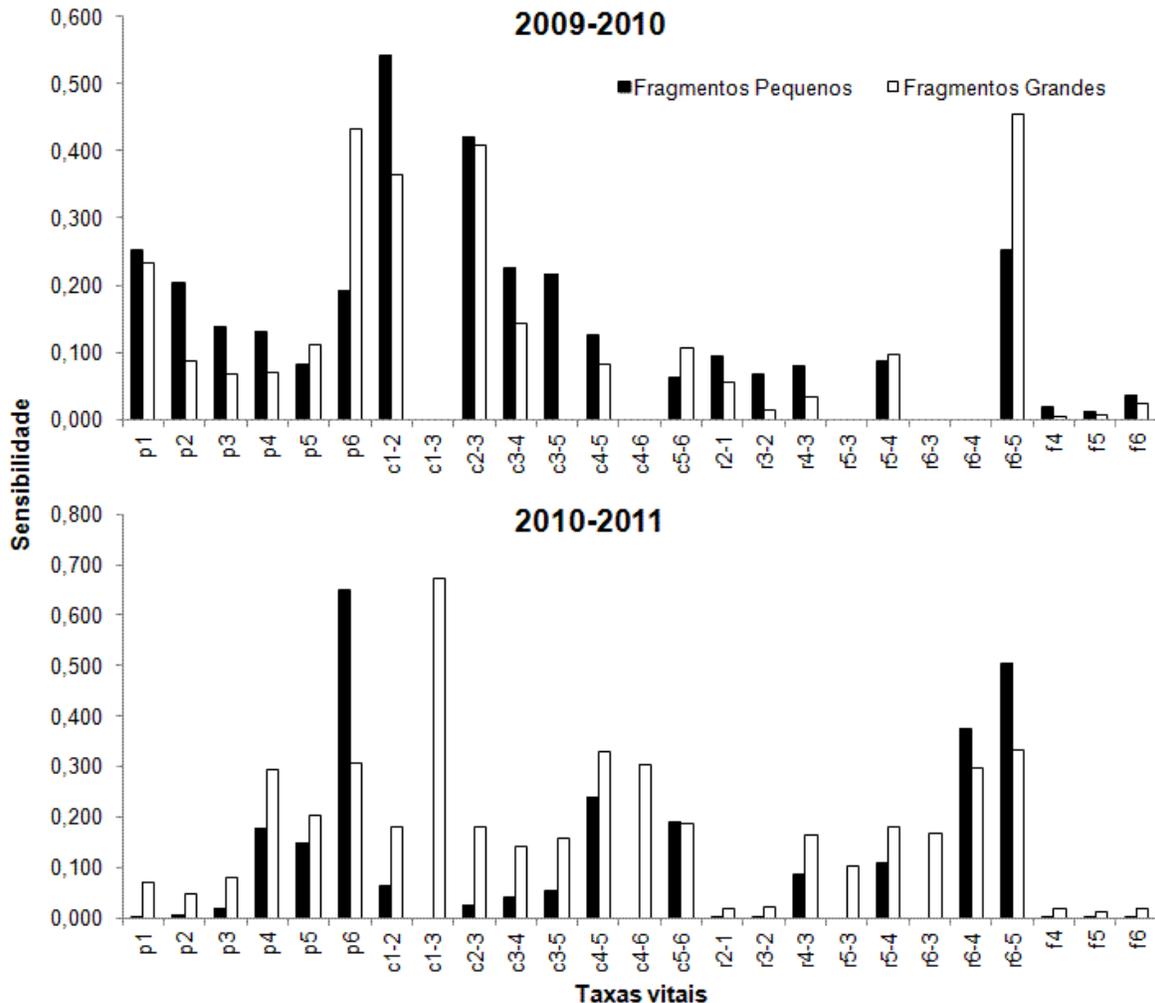
**Tabela 2.1.** Taxa de crescimento assintótica ( $\lambda$ ) e seus intervalos de confiança (95% IC) das populações de *Eschweilera ovata* em três fragmentos pequenos e três grandes, em um ambiente fragmentado de Floresta Atlântica em Igarassu, Pernambuco, nordeste do Brasil, entre os anos de 2009 e 2011.

$\lambda$ (95% IC)	Fragmentos Pequenos	Fragmentos Grandes	Geral
2009-2010	1,0234 (1,0320-1,0148) A	1,0075 (1,0160-1,0017) A	1,0156 (1,0223-1,0091) A
2010-2011	0,9781 (0,9850-0,9688) B	0,9943 (1,0024-0,9840) A	0,9834 (0,9890-0,9765) B
2009-2011	0,9865 (0,9945-0,9771)	0,9975 (1,0066-0,9875)	0,9907 (0,9969-0,9841)

Letras diferentes indicam diferença significativa entre os tempos para  $p \leq 0,05$ .  
 Não houve diferença significativa entre os tamanhos de fragmento.

No segundo período, destaque nos fragmentos pequenos das taxas de permanência, especialmente de T6, que tiveram maior influência, assim como crescimento e regressão das classes T4 a T5. Nesta segunda transição, onde as precipitações foram inferiores, o  $\lambda$  seria menos sensível a variações nas taxas de crescimento de indivíduos menores. Já nos fragmentos grandes, destaque para permanência e regressão das maiores classes e crescimento das classes intermediárias.

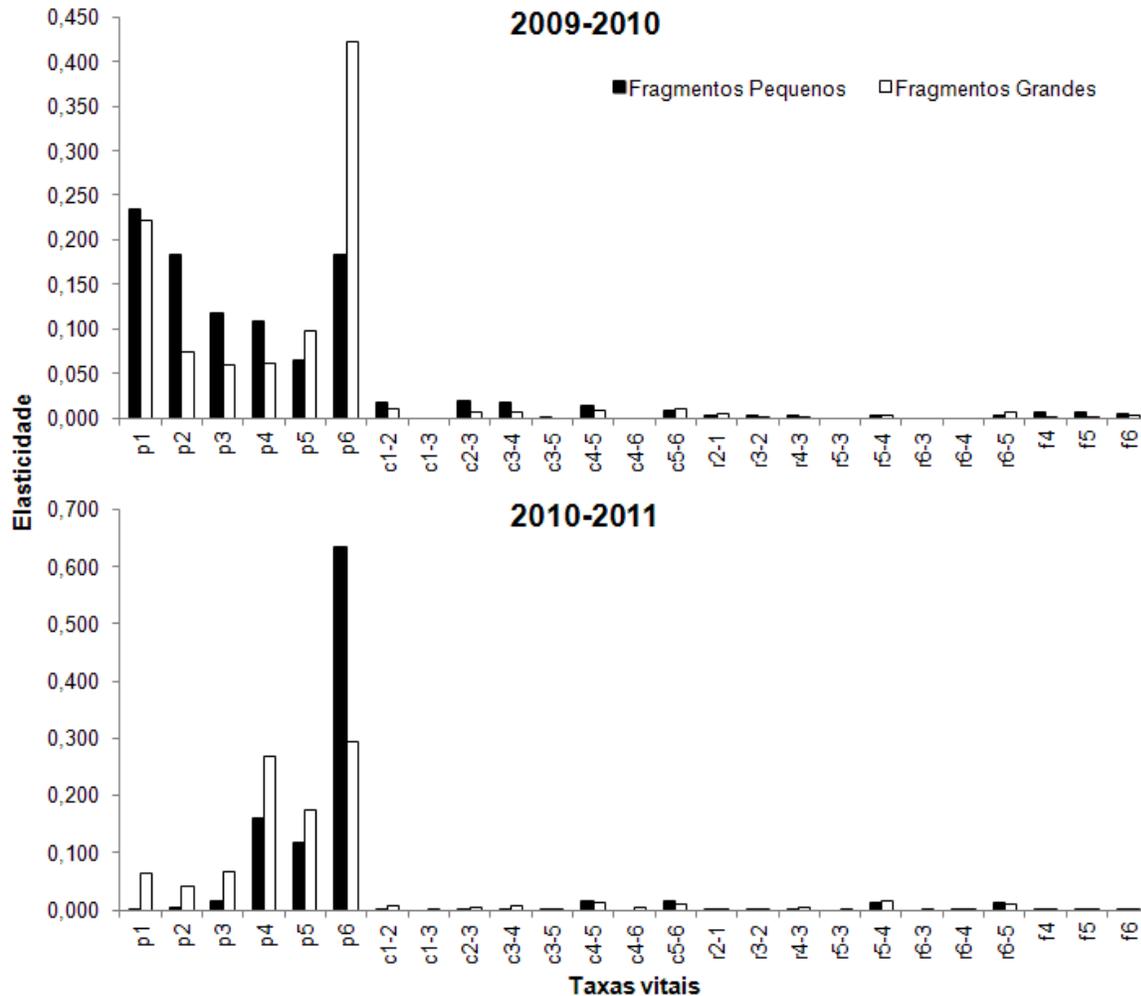
Os fragmentos como um todo tiveram o  $\lambda$  populacional mais influenciado por permanências e crescimentos diversos, com destaque da mais influência dos indivíduos maiores na segunda transição. Ainda, o  $\lambda$  populacional foi muito influenciado pela permanência da maior classe de tamanho (T6) nos dois grupos de fragmentos e nos dois tempos, destacando a sensibilidade a estes indivíduos maiores. Diferenças no comportamento das populações nos fragmentos de tamanhos diferentes ocorreram em especial no tempo 1, havendo influência maior de taxas das primeiras classes nos fragmentos pequenos, enquanto nos fragmentos grandes não houve muita variação nas taxas vitais entre as classes de tamanho.



**Figura 2.2.** Sensibilidade da matriz agregada das populações de *Eschweilera ovata* em três fragmentos pequenos (P) e três grandes (G) em um ambiente fragmentado de Floresta Atlântica em Igarassu, Pernambuco, nordeste do Brasil, entre os anos de 2009 e 2011. p1, permanência de T1 1; p2, permanência de T2; p3, permanência de T3; p4, permanência de T4; p5, permanência de T5; p6, permanência de T6; c1-2, crescimento positivo de T1; c1-3, crescimento positivo de T1 para T3; c2-3, crescimento positivo de T2; c3-4, crescimento positivo de T3; c3-5, crescimento de T3 para T5; c4-5, crescimento positivo de T4; c4-6, crescimento positivo de T4 para T6; c5-6, crescimento positivo de T5; r2-1, crescimento negativo de T2; r3-2, crescimento negativo de T3; r4-3, crescimento negativo de T4; r5-3, crescimento negativo de T5 para T3; r5-4, crescimento negativo de T5; r6-3, crescimento negativo de T6 para T3; r6-4, crescimento negativo de T6 para T4; r6-5, crescimento negativo de T6; f4, fecundidade de T4; f5, fecundidade de T5; f6, fecundidade de T6.

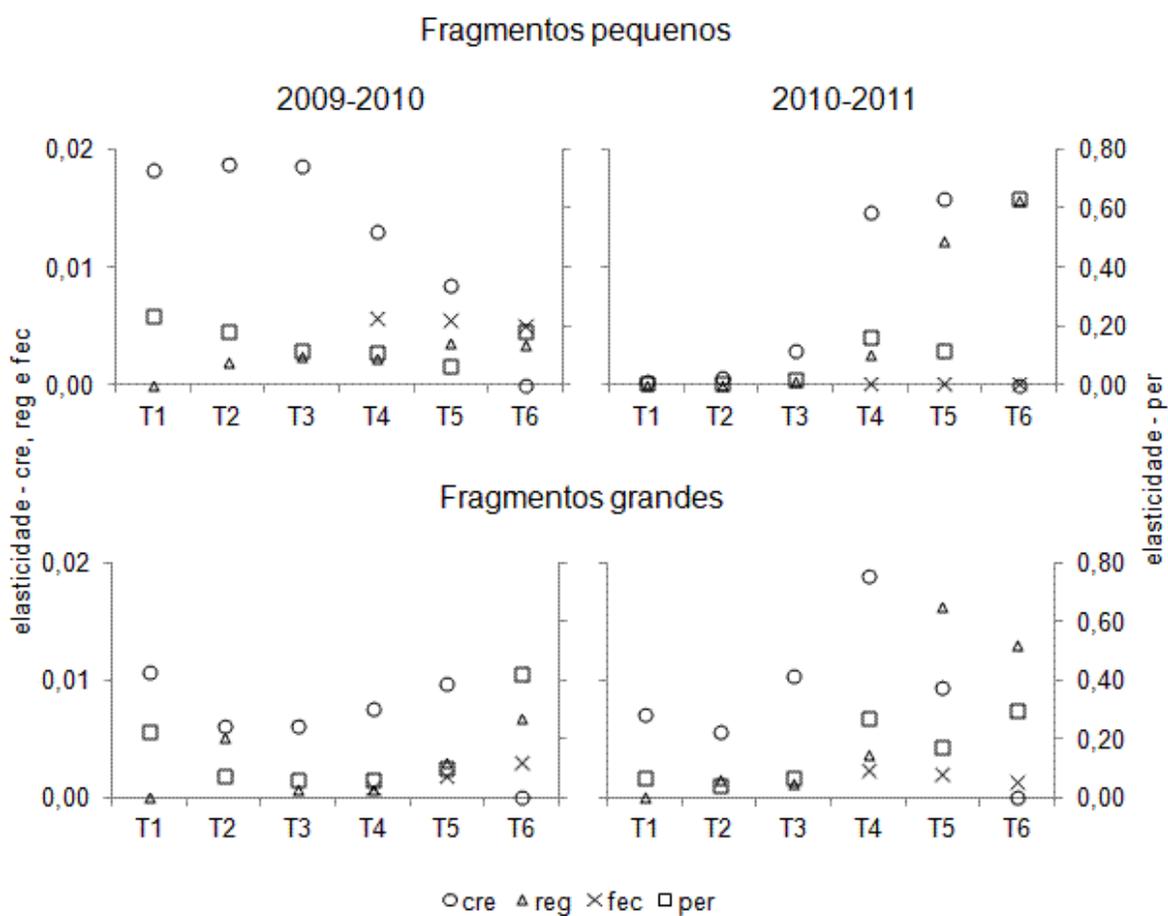
A análise de elasticidade reforça a importância das permanências. Em ambos os tempos, tanto nos fragmentos pequenos como nos grandes, o  $\lambda$  populacional seria mais influenciado pelas permanências que sempre representavam cerca de 90% da

elasticidade. Já na segunda transição, destaque para permanência das maiores classes, tanto nos fragmentos pequenos como nos grandes (Figura 2.3). Nesta segunda transição, as taxas vitais nas maiores classes aumentam sua influência em todos os locais, ressaltando que este foi o período com menor precipitação.



**Figura 2.3.** Elasticidade da matriz agregada das populações de *Eschweilera ovata* em três fragmentos pequenos (P) e três grandes (G) em um ambiente fragmentado de Floresta Atlântica, em Igarassu, Pernambuco, nordeste do Brasil, entre os anos de 2009 e 2011. p1, permanência de T1 1; p2, permanência de T2; p3, permanência de T3; p4, permanência de T4; p5, permanência de T5; p6, permanência de T6; c1-2, crescimento positivo de T1; c1-3, crescimento positivo de T1 para T3; c2-3, crescimento positivo de T2; c3-4, crescimento positivo de T3; c3-5, crescimento de T3 para T5; c4-5, crescimento positivo de T4; c4-6, crescimento positivo de T4 para T6; c5-6, crescimento positivo de T5; r2-1, crescimento negativo de T2; r3-2, crescimento negativo de T3; r4-3, crescimento negativo de T4; r5-3, crescimento negativo de T5 para T3; r5-4, crescimento negativo de T5; r6-3, crescimento negativo de T6 para T3; r6-4, crescimento negativo de T6 para T4; r6-5, crescimento negativo de T6; f4, fecundidade de T4; f5, fecundidade de T5; f6, fecundidade de T6.

De forma geral, percebe-se que a elasticidade dos crescimentos e permanências nos fragmentos pequenos tende a reduzir de T1 a T6, enquanto que a elasticidade das regressões tende a aumentar. Já nos fragmentos grandes não há grandes diferenças nas taxas vitais entre as classes de tamanho. Os valores da elasticidade nas diversas classes de tamanho das permanências são bem superiores aos demais, seguido dos crescimentos, das fecundidades e das regressões, respectivamente, destacando mais uma vez a grande influência das taxas de permanência no  $\lambda$  populacional.



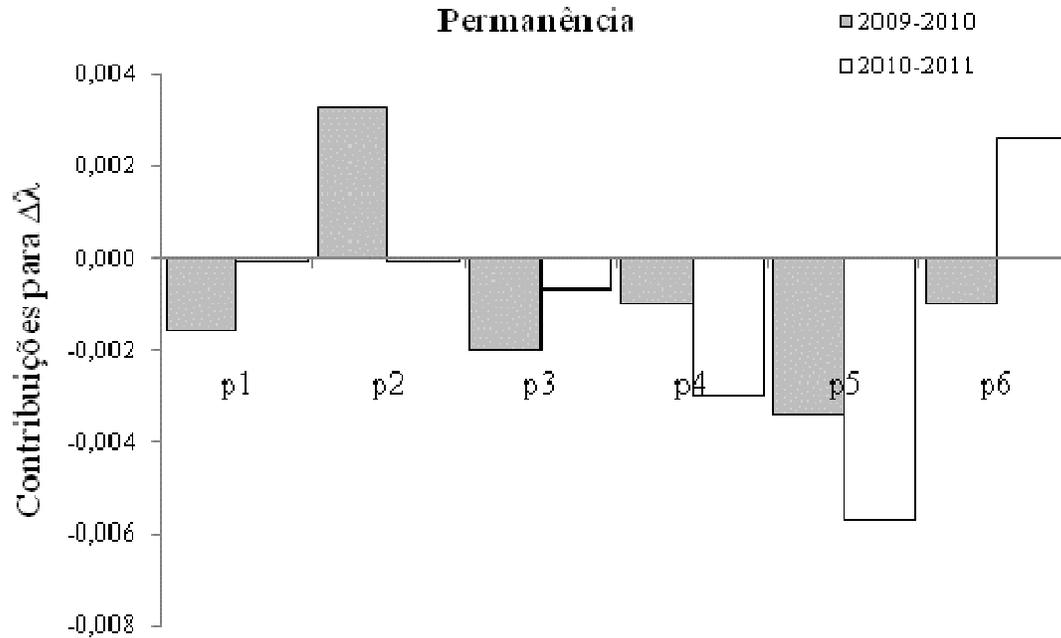
**Figura 2.4.** Elasticidade das taxas demográficas por estágios de vida da matriz agregada das populações de *Eschweilera ovata* em três fragmentos pequenos e três grandes em um ambiente fragmentado de Floresta Atlântica, em Igarassu, Pernambuco, nordeste do Brasil, entre os anos de 2009 e 2011. fec, fecundidades; cre, crescimentos; reg, regenerações; per, permanências.

Na segunda transição, o comportamento se diferencia, sendo os valores de elasticidade das maiores classes de tamanho, em geral, superiores aos das primeiras classes, com destaque para as fecundidades que quase não têm influência sobre o  $\lambda$  nos fragmentos pequenos (Figura 2.4). Este resultado indica que, neste período de menor precipitação, a taxa de crescimento assintótica foi mais sensível a variações das taxas vitais dos indivíduos adultos (maiores tamanhos).

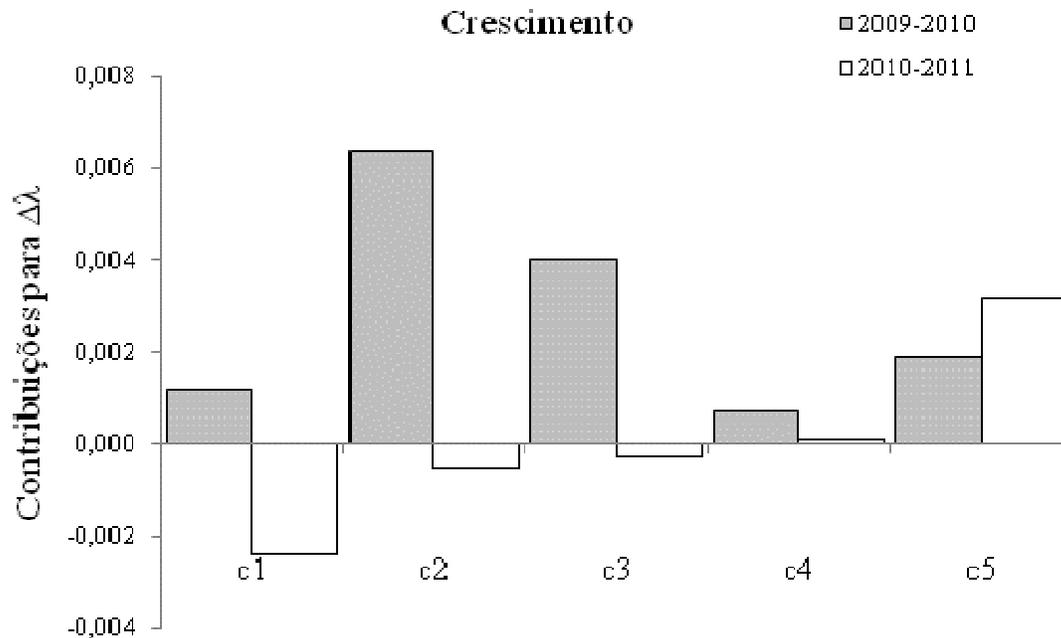
### **3.3. Análise retrospectiva (LTRE)**

As permanências, especialmente das classes de maior tamanho, foram superiores nos fragmentos grandes (Figura 2.5). Ao menos na primeira transição, o crescimento dos indivíduos foi superior nos fragmentos pequenos, enquanto que na segunda transição o crescimento das menores classes foi superior nos fragmentos grandes (Figura 2.6). Isto implica que, não apenas houve diferença nas taxas vitais entre o tamanho dos fragmentos, como entre os diferentes tempos, indicando distinção do comportamento da espécie quando submetida a estas situações ambientais distintas.

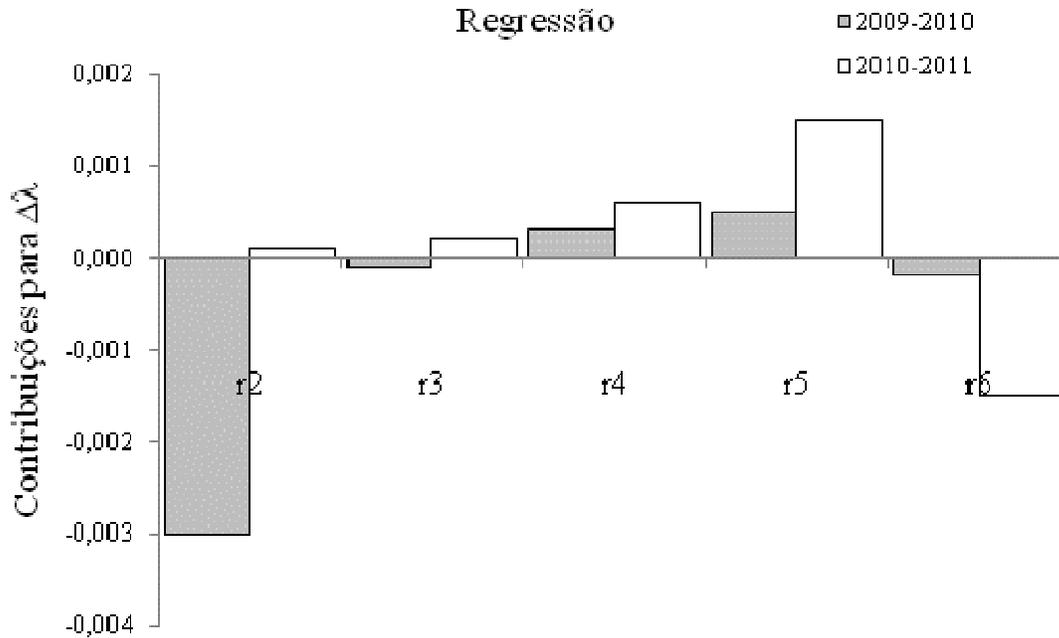
Na primeira transição, a regressão das classes de tamanho intermediário foi maior nos fragmentos pequenos. Enquanto na segunda transição, praticamente toda regressão foi superior nos fragmentos pequenos (Figura 2.7). Já a fecundidade, de forma geral e especialmente na primeira transição, foi superior nos fragmentos pequenos (Figura 2.8).



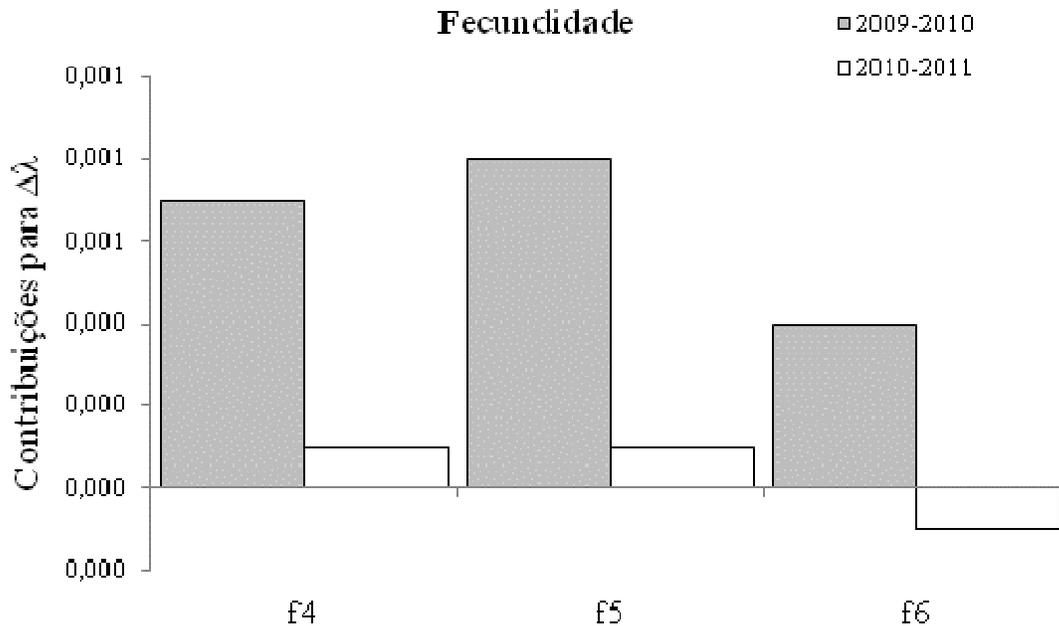
**Figura 2.5.** Contribuições das permanências para as variações do  $\lambda$  nas duas transições entre os tamanhos de fragmento das populações de *Eschweilera ovata* em três fragmentos pequenos e três grandes em um ambiente fragmentado de Floresta Atlântica, em Igarassu, Pernambuco, nordeste do Brasil, entre os anos de 2009 e 2011. p1, permanência de T1; p2, permanência de T2; p3, permanência de T3; p4, permanência de T4; p5, permanência de T5; p6, permanência de T6.



**Figura 2.6.** Contribuições dos crescimentos para as variações do  $\lambda$  nas duas transições entre os tamanhos de fragmento das populações de *Eschweilera ovata* em três fragmentos pequenos e três grandes em um ambiente fragmentado de Floresta Atlântica, em Igarassu, Pernambuco, nordeste do Brasil, entre os anos de 2009 e 2011. c1, crescimento de T1; c2, crescimento de T2; c3, crescimento de T3; c4, crescimento de T4; c5, crescimento de T5.



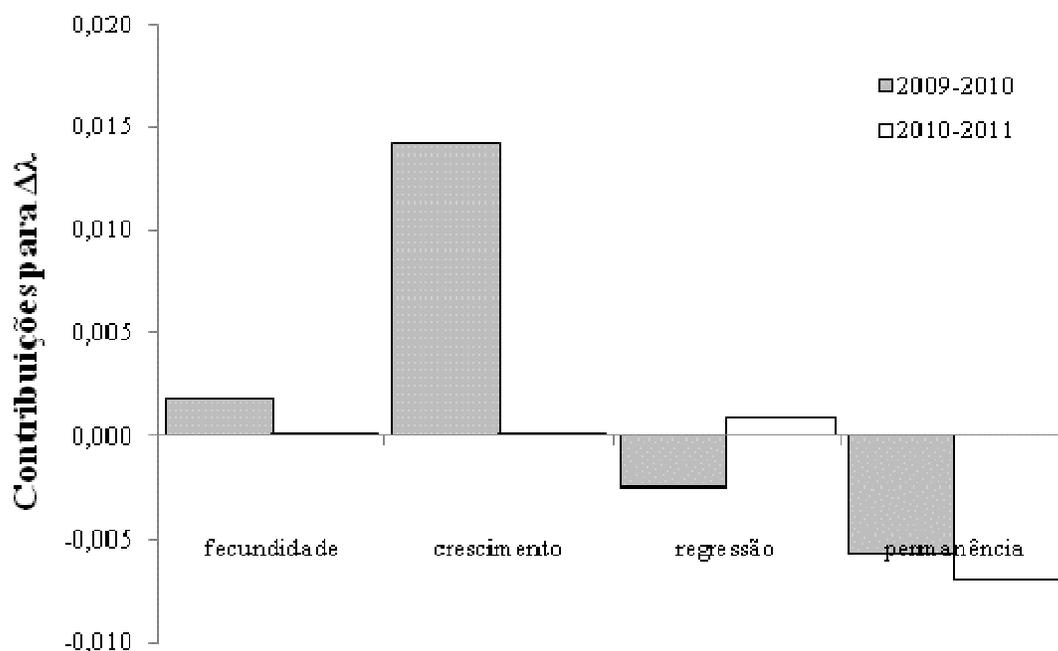
**Figura 2.7.** Contribuições das regressões para as variações do  $\lambda$  nas duas transições entre os tamanhos de fragmento das populações de *Eschweilera ovata* em três fragmentos pequenos e três grandes em um ambiente fragmentado de Floresta Atlântica, em Igarassu, Pernambuco, nordeste do Brasil, entre os anos de 2009 e 2011. r2, regressão de T2; r3, regressão de T3; r4, regressão de T4; r5, regressão de T5; r6, regressão de T6.



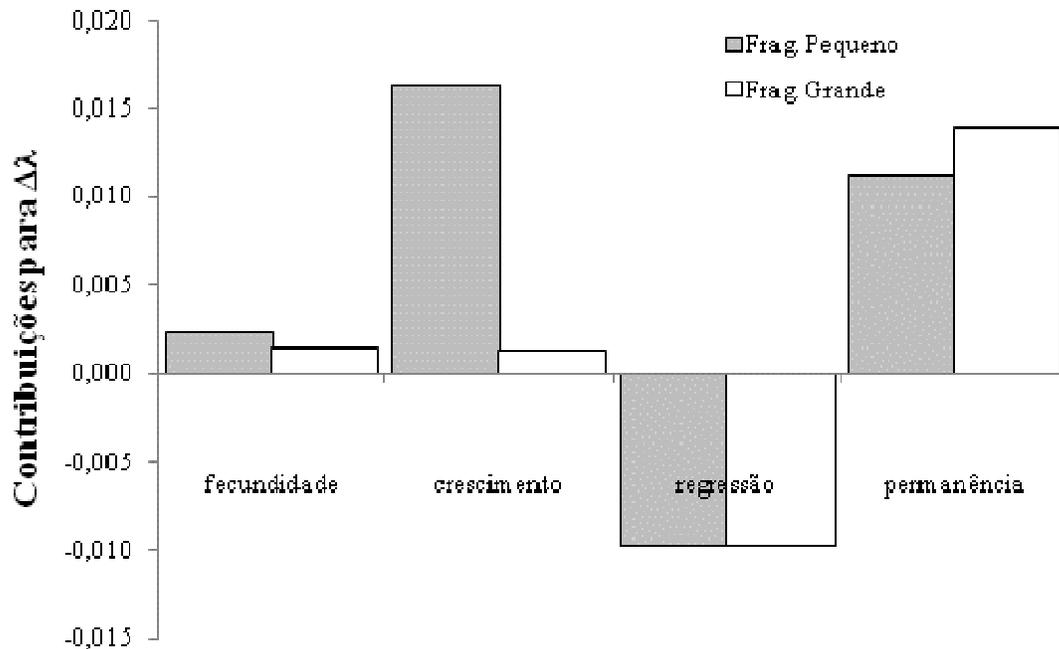
**Figura 2.8.** Contribuições das fecundidades para as variações do  $\lambda$  nas duas transições entre os tamanhos de fragmento das populações de *Eschweilera ovata* em três fragmentos pequenos e três grandes em um ambiente fragmentado de Floresta Atlântica, em Igarassu, Pernambuco, nordeste do Brasil, entre os anos de 2009 e 2011. f4, fecundidade de T4; f5, fecundidade de T5; f6, fecundidade de T6.

Na primeira transição, fecundidade e crescimento foram maiores nos fragmentos pequenos, enquanto regressão e permanência foram superiores nos fragmentos grandes, já na segunda transição apenas a permanência foi superior nos fragmentos grandes. Tal diferença, em parte, contribuiu para não observação de variações no valor do  $\lambda$  entre as populações de *Eschweilera ovata* dos fragmentos pequenos e grandes (Figura 2.9).

A variação no  $\lambda$  entre as duas transições, tanto para os fragmentos pequenos como para os grandes, indica que no primeiro momento crescimento e permanência foram superiores, enquanto a regressão foi superior na segunda transição (Figura 2.10). Tal resultado aponta que de fato as taxas vitais, especialmente nos fragmentos menores, se diferenciaram entre os tempos.



**Figura 2.9.** Contribuições das taxas demográficas para as variações do  $\lambda$  entre os tamanhos de fragmento das populações de *Eschweilera ovata* em três fragmentos pequenos e três grandes em um ambiente fragmentado de Floresta Atlântica, em Igarassu, Pernambuco, nordeste do Brasil, entre os anos de 2009 e 2011.



**Figura 2.10** Contribuições das taxas demográficas para as variações do  $\lambda$  entre as transições das populações de *Eschweilera ovata* em três fragmentos pequenos e três grandes em um ambiente fragmentado de Floresta Atlântica, em Igarassu, Pernambuco, nordeste do Brasil, entre os anos de 2009 e 2011.

#### 4. DISCUSSÃO

A população estudada não indica distinção em sua taxa de crescimento populacional entre os fragmentos de distintos tamanhos, bem como aponta crescimento da população na paisagem. Mudanças nas taxas de crescimento populacional podem ser esperadas em ambientes fragmentados. Todavia, mesmo que ocorram variações na dinâmica de populações nestes locais, nem sempre chegam a alterar significativamente suas taxas de crescimento, conforme observado por Bertani (2006), que embora tenha registrado alterações na densidade e mortalidade de indivíduos de uma espécie arbustiva em fragmentos de Mata Atlântica de distintos tamanhos, mostrou que tais variações não alteraram as taxas de crescimento populacional. Bruna e Oli (2005) e Portela et al (2010) também registraram mudanças na estrutura e demografia de populações de plantas em

ambientes fragmentados, porém sem decréscimo de suas taxas de crescimento populacional. De fato, a espécie indica está bem estabelecida nesta paisagem fragmentada e continua ampliando seu domínio.

Embora tenhamos registrado decréscimo populacional (taxa de crescimento assintótica negativa) na segunda transição nos fragmentos menores, não houve diferença no  $\lambda$  entre fragmentos grandes e pequenos, e tal fato não foi necessariamente relacionado aos efeitos da fragmentação, mas possivelmente a baixa precipitação que ocorreu na segunda transição, uma vez que variações anuais na dinâmica de populações podem ser esperadas em tais condições (Escalante et al 2004, Zuidema et al 2007). No entanto, é possível que o fato de registrarmos decréscimo populacional apenas nos fragmentos menores esteja relacionado a este fator, pois taxas vitais de populações vegetais podem sofrer maiores variações em fragmentos menores em relação a áreas maiores (Lienert et al 2002, Bruna 2003, Escalante et al 2004, Bruna e Oli 2005, Portela et al 2010). Porém, destacamos mais uma vez que tais mudanças não foram suficientes para indicarmos distinção no  $\lambda$  entre os fragmentos, onde variações ambientais possuem maior efeito na dinâmica desta população que os fatores diretamente ligados à fragmentação.

Houve grande sensibilidade das permanências e crescimento das classes de tamanho iniciais especialmente nos fragmentos pequenos, sugerindo que o estabelecimento dos indivíduos seja delicado nestes ambientes. Sobreviver e crescer já foram relatados como taxas vitais mais importantes para a persistência de espécies arbóreas (Franco e Silvertown 2004).

Na segunda transição, todas as taxas vitais, especialmente nos indivíduos menores, apresentaram regressão mais intensa. As taxas de permanência, crescimento e fecundidade foram menores, indicando que a exposição a perturbações pode influenciar

negativamente as populações, especialmente nos fragmentos menores. Estes fragmentos apresentaram uma redução dos crescimentos bem maior que nos fragmentos grandes, chegando a registrar  $\lambda$  inferior a unidade, como observado também em outros estudos populacionais em ambientes fragmentados (Bruna e Oli 2005, Portela et al 2010). Percebemos então algumas distinções no comportamento da população quanto ao tamanho dos indivíduos e o local no qual estão estabelecidos, entretanto, outra vez estando mais relacionado à variação do ambiente do que a efeitos da fragmentação.

O crescimento da população de *Eschweilera ovata* na paisagem indica que a espécie está bem estabelecida neste ambiente fragmentado. Diversos autores têm mostrado que há redução do tamanho da população em ambientes fragmentados em relação a ambientes contínuos (Jules 1998, Jules e Rathcke 1999, Bruna 2003, Escalante et al 2004, Souza e Martins 2004). Estes autores registraram alta mortalidade de indivíduos, redução no recrutamento e estabelecimento de indivíduos, destacando que os processos demográficos que mais influenciavam o  $\Delta\lambda$  eram permanência, crescimento e regressão. Assim, indicam a importância da entrada de indivíduos na população e sua sobrevivência para a manutenção da população no ambiente, especialmente em fragmentos florestais. No presente estudo, não observamos nenhum destes efeitos negativos na dinâmica da espécie.

Este aumento do tamanho populacional de *E. ovata* observado no tempo 1 em todos os fragmentos pode indicar que a espécie, ao menos atualmente, não esteja sendo afetada negativamente pelos efeitos da fragmentação, ao menos no que diz respeito à manutenção de sua alta abundância, contrariando a ideia de que ambientes fragmentados possuem como principal efeito negativo redução no recrutamento de indivíduos com consequente declínio populacional (Cardoso da Silva e Tabarelli 2000). Destacamos que *E. ovata* não se trata de uma espécie que surge inicialmente a partir de um processo de

sucessão, não sendo registrada em ambientes totalmente abertos encontrados no local estudado.

Como visto, em especial nos fragmentos maiores, a sobrevivência de indivíduos de maior tamanho é crucial à permanência de populações, assim como destacado de forma geral para populações vegetais em ambientes fragmentados (Piñero et al 1984, Silvertown et al 1993). Tais ambientes podem sofrer constantes perturbações provenientes dos efeitos diretos e indiretos do processo de fragmentação (Murcia 1995), havendo um grande esforço por parte dos indivíduos da população em resistir a tais perturbações. Especialmente na segunda transição, que apresentou precipitação abaixo da média, houve uma maior importância da regressão dos adultos, indicando que quando as condições do ambiente são mais adversas, a taxa de crescimento populacional apresenta maior sensibilidade à persistência dos indivíduos nas fases adultas.

É possível que a estabilidade do  $\lambda$  na paisagem esteja relacionada com a plasticidade do comportamento dos indivíduos de *Eschweilera ovata* em relação ao local e condição em que se encontrem, uma vez que registramos distinções no comportamento de indivíduos menores e maiores entre fragmentos pequenos e grandes, entretanto, sem diferença nas taxas de crescimento populacional na paisagem.

A alta significância do crescimento nos fragmentos pequenos ocorreu devido aos elevados valores desta taxa nos indivíduos menores, enquanto para os fragmentos grandes as variações das taxas vitais entre as classes de tamanho não apresentaram muita variação durante a primeira transição. Já na segunda transição, todas as taxas vitais dos indivíduos de maior tamanho tornaram-se superiores, destacando a já mencionada importância desses indivíduos em ambientes fragmentados (Aizen e Feinsinger 1994, Crone 2001, Bruna e Oli 2005).

A maior fertilidade e crescimento dos indivíduos observados nos fragmentos pequenos pode implicar que a população de *Eschweilera ovata* realmente possa estar bem estabelecida também nos fragmentos menores. A sobrevivência dos indivíduos em estágio reprodutivo, especialmente em se tratando de espécies arbóreas, é um fator muito importante para manutenção das taxas de crescimento populacional positivas, sendo a permanência dos indivíduos nos estágios de maior tamanho a fase vital mais susceptível à alteração do  $\lambda$  de populações em ambientes fragmentados (Silvertown et al 1993, Zuidema e Boot 2002, Kwit et al 2004).

Realmente, a sobrevivência de indivíduos adultos pode ser um dos fatores mais importantes para a manutenção das populações em ambientes fragmentados (Crone 2001), fato que observamos em nosso estudo. A permanência dos indivíduos no estágio adulto foi indicado por Escalante et al (2004) como crucial para determinar uma quantidade limite de extração de indivíduos adultos, sem que a população atingisse taxas de crescimento negativas, já que a espécie em questão sofria extração para uso comercial. Entretanto, mesmo indicando que sobrevivência e fecundidade de indivíduos adultos sejam importantes, Piñero et al (1984) indicaram que crescimento e sobrevivência de indivíduos em estágios intermediários também são importantes. De fato, nossos resultados indicam que crescimento e permanência de indivíduos nas classes intermediárias também foram muito relevantes para a taxa de crescimento populacional.

Tanto a chegada como a permanência dos indivíduos nos maiores tamanhos são fatores que merecem destaque, indicando que estes indivíduos sejam cruciais à manutenção da população no ambiente, e isto possivelmente está associado à participação desses indivíduos na reprodução. Relatos da literatura têm indicado que redução no sucesso reprodutivo das populações vegetais é um dos fatores marcantes em ambientes fragmentados, quer pela diminuição de polinizadores ou dispersores, ou ainda

pela redução no número de indivíduos reprodutivos (Aizen e Feinsinger 1994, Bruna e Oli 2005). No nosso caso, sempre ocorreu entrada de indivíduos, sendo registradas inclusive fecundidade superior nos fragmentos menores, indicando não haver problemas quanto a reprodução da espécie na paisagem.

De forma geral, embora tenhamos percebido diferenças em algumas taxas vitais, bem como no comportamento de indivíduos menores e maiores, não podemos afirmar que o tamanho do fragmento influenciou o crescimento das populações de *Eschweilera ovata* na paisagem fragmentada da USJ. Porém, percebemos uma maior estabilidade da taxa intrínseca de crescimento populacional em fragmentos de maior tamanho. E, mesmo indicando tendência de redução da população na paisagem (devido às respostas no tempo 2) e, que as populações são mais susceptíveis às variações ambientais em fragmentos menores, a população pode em alguns períodos aumentar em abundância, inclusive em toda região (tempo 1), indicando que os efeitos negativos não sejam sempre constantes.

Desta forma, indivíduos de *E. ovata* se comportam de forma distinta diante das condições ambientais a qual está submetida, de forma a estabilizar seu comportamento a nível populacional, mantendo taxas de crescimento populacional semelhantes em toda paisagem. Destacando que o crescimento e permanência dos indivíduos nas maiores classes de tamanho (adultos) é um fator chave à permanência dessa espécie nestes ambientes fragmentados, merecendo ser analisado em longo prazo.

Os resultados sugerem também a capacidade de persistência e restabelecimento da espécie em ambientes perturbados, e possíveis consequências desse aumento em abundância também merecem ser analisadas, pois pode ser resultado de uma reestruturação da comunidade local, podendo, em especial nos fragmentos de menor

área, trazer efeitos negativos aos processos ecológicos ali atuantes (Condit et al 1992, Laurance et al 2002, Bruna et al 2009).

## REFERÊNCIAS

Aizen, M.A., Feinsinger, P. 1994. Forest fragmentation, pollination, and plant reproduction in a chaco dry forest, Argentina. *Ecology* 75: 330–351.

Bach, C.E., Kelly, D., Hazlett, B.A. 2005. Forest edges benefit adults, but not seedlings, of the mistletoe *Alepis flavida* (Loranthaceae). *Journal of Ecology* 93: 79–86.

Benitez-Malvido, J. 1998. Impact of forest fragmentation on seedling abundance in a tropical rain forest. *Conservation Biology* 12: 380-389.

Bertani, D.F. 2006. Ecologia de populações de *Psychotria suterella* Müll. Arg. (Rubiaceae) em uma paisagem fragmentada de Mata Atlântica. Tese de doutorado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

Bruna, E.M. 1999. Seed germination in rain forest fragments. *Nature* 402: 139.

Bruna, E.M. 2002. Effects of forest fragmentation on *Heliconia acuminata* seedling recruitment in central Amazonia. *Oecologia* 132: 235-243.

Bruna, E.M., Kress, W.J. 2002. Habitat fragmentation and the demographic structure of an Amazonian understory herb (*Heliconia acuminata*). *Conservation Biology* 16: 1256-1266.

Bruna, E.M., Nardy, O., Strauss, S.Y., Harrison, S.P. 2002. Experimental assessment of *Heliconia acuminata* growth in a fragmented Amazonian landscape. *Journal of Ecology* 90: 639-649.

Bruna, E.M. 2003. Are populations in fragmented habitats recruitment limited? Tests with an Amazonian herb. *Ecology* 84: 932-947.

Bruna, E.M., Oli, M.K. 2005. Demographic consequences of habitat fragmentation for an Amazonian understory plant: analysis of life-table response experiments. *Ecology* 86: 1816-1824.

Bruna, E.M., Fiske, I.J., Trager, M.D. 2009. Habitat fragmentation and plant populations: is what we know demographically irrelevant? *Journal of Vegetation Science* 20: 569-576.

Cardoso da Silva, J. M., Tabarelli, M. 2000. Tree species impoverishment and the future flora of the Atlantic forest of northeast Brazil. *Nature* 404:72–74.

Caswell, H. 2001. *Matrix population models*. Sinauer Associates, Massachusetts, 722p.

Condit, R., Hubbell, S.P., Foster, R.B. 1992. Short-term dynamics of a Neotropical forest: Change within limits. *BioScience* 42: 822-828.

Crone, E.E. 2001. Is survivorship a better fitness surrogate than fecundity? *Evolution* 55: 2611-2614.

Cunningham, S.A. 2000. Depressed pollination in habitat fragments causes low fruit set. *Biological Sciences* 267: 1149-1152.

Curran, L.M., Webb, C.O. 2000. Experimental tests of the spatio-temporal scale of seed predation in mast-fruiting Dipterocarpaceae. *Ecological Monographs* 70: 129-148.

Escalante, S., Montaña, C., Orellana, R. 2004. Demography and potential extractive use of the liana palm, *Desmoncus orthacanthos* Martius (Arecaceae), in southern Quintana Roo, Mexico. *Forest Ecology and Management* 187: 3-18.

Fahrig, L. 2002. Effect of habitat fragmentation on the extinction threshold: a synthesis. *Ecological Application* 12: 346-353.

Franco, M., Silvertown, J. 2004. A comparative demography of plants based upon elasticities of vital rates. *Ecology* 85: 531-538.

Gigord, L., Picot, F., Shykoff, J.A. 1999. Effects of habitat fragmentation on *Dombeya acutangula* (Sterculiaceae), a native tree on La Réunion (Indian Ocean). *Biological Conservation* 88: 43-51.

Grez, A.A., Bustamante, R.O., Simonetti, J.A., Fahrig, L. 1998. Landscape ecology, deforestation, and forest fragmentation: the case of the ruil forest in Chile. *In: Landscape ecology as a tool for sustainable development in Latin America* (Salinas-Chávez, E., Middleton, J. Eds.). Disponível em <[www.brocku.ca/epi/lebk/grez.html](http://www.brocku.ca/epi/lebk/grez.html)>.

Harms, K.E., Condit, R., Hubbell, S.P., Foster, R.B. 2001. Habitat associations of trees and shrubs in a 50-ha Neotropical Forest plot. *The Journal of Ecology* 89: 947-959.

Harper, J.L. 1977. *Population Biology of Plants*. Academic Press, New York, 892p.

Hill, J.L., Curran, P.L. 2003. Area, shape and isolation of tropical forest fragments: effects on tree species diversity and implications for conservation. *Journal of Biogeography* 30: 1391-1403.

Hood, G.M. 2009. PopTools version 3.1.1. Disponível em <[www.cse.csiro.au/poptools](http://www.cse.csiro.au/poptools)>.

Jules, E.S. 1998. Habitat fragmentation and demographic change for a common plant: *Trillium* in old-growth forest. *Ecology* 79: 1645-1656.

Jules, E.S., Rathcke, B.J. 1999. Mechanisms of reduced *Trillium* recruitment along edges of old-growth forest fragments. *Conservation Biology* 13: 784-793.

Kageyama, P., Gandara, F. B. 2000. Recuperação de áreas ciliares. *In: Matas ciliares: Conservação e recuperação* (Rodrigues, R.R., Leitão-Filho, H.F. Eds). Universidade de São Paulo, São Paulo, p 249-269.

Kwit, C, Horvitz, C., Platt, W. 2004. Conserving slow-growing, long lived tree species: input from demography of a rare understory Conifer, *Taxus floridana*. *Conservation Biology* 18: 432- 443.

Laurance, W.F., Ferreira, L.V., Merona, J.M.R., Laurance, S.G. 1998. Rainforest fragmentation and the dynamics of Amazonian tree communities. *Ecology* 19: 2032-2040.

Laurance, W.F., Lovejoy, T.E., Vasconcelos, H.L., Bruna, E.M., Didham, R.K., Stouffer, P.C., Gascon, C., Bierregaard, R.O., Laurance, S.G., Sampaio, E. 2002. Ecosystem decay of Amazonian forest fragments: A 22-year investigation. *Conservation Biology* 16: 605-618.

Lienert, J., Diemer, M., Schmid, B. 2002. Effects of habitat fragmentation on population structure and fitness components of the wetland specialist *Swertia perennis* L. (Gentianaceae). *Basic and Applied Ecology* 3: 101-114.

Mathworks 2001. MatLab: Mathematical Software version 6.5.1. Mathworks, Massachusetts. Disponível em <[www.mathworks.com](http://www.mathworks.com)>.

Murcia, C. 1995. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. *Trends in Ecology and Evolution* 10: 58-62.

Oosterhoorn, M., Kappelle, M. 2000. Vegetation structure and composition along an interior-edge-exterior gradient in a Costa Rican montane cloud forest. *Forest Ecology and Management* 126: 291-307.

Piñero, D., Martínez-Ramos, M., Sarukhán, J. 1984. A population model of *Atrocaryum mexicanum* and a sensitivity analysis of its finite rate of increase. *Journal of Ecology* 72: 977-991.

Portela, R.C.Q., Bruna, E.M. Santos, F.A.M. 2010. Demography of palm species in Brazil's Atlantic forest: a comparison of harvested and unharvested species using matrix models. *Biodiversity and Conservation* 19: 2389-2403.

Silvertown, J., Franco, M., Pisanty, I., Mendoza, A. 1993. Comparative demography: relative importance of life cycle components to the finite rate of increase in woody and herbaceous perennials. *Journal of Ecology* 81: 465-476.

Silvertown, J., Franco, M., Menges, E. 1996. Interpretation of elasticity matrices as an aid to the management of plant populations for conservation. *Conservation Biology* 10: 591-597.

Souza, A.F., Martins, F.R. 2004. Population structure and dynamics of a Neotropical palm in fire impacted fragments of the Brazilian Atlantic Forest. *Biodiversity and Conservation* 13: 1611-1632.

Tabarelli, M., Mantovani, W., Peres, A.A. 1999. Effects of habitat fragmentation on plant guild structure in the montane Atlantic forest of southern Brazil. *Biological Conservation* 91: 119-127.

Zuidema, P.A., Boot, R.G.A. 2002. Demography of the Brazil nut tree (*Bertholletia excelsa*) in the Bolivian Amazon: impact of seed extraction on recruitment and population. *Journal of Tropical Ecology* 18: 1-31.

Zuidema, P.A., Kroon, H., Werger, M.J.A. 2007. Testing sustainability by prospective and retrospective demographic analyses: evaluation for palm leaf harvest. *Ecological Applications* 17: 118-128.

## CAPÍTULO III

### Crescimento em diâmetro de uma espécie arbórea em uma paisagem fragmentada

#### RESUMO

A fim de verificar se há limitação no crescimento em diâmetro de uma espécie vegetal em uma paisagem fragmentada, verificamos se o tamanho dos fragmentos influencia este parâmetro em populações de *Eschweilera ovata*, uma espécie arbórea típica de ambientes florestais. Em seis fragmentos (três com cerca de 90ha e três com cerca de 350ha) de Mata Atlântica, localizados no nordeste do Brasil, foi medido anualmente ( $t_0$ ,  $t_1$  e  $t_2$ ) o diâmetro do caule ao nível do solo (DNS) de todos os indivíduos que apresentavam este parâmetro superior a 4,8cm, em 15 parcelas de 20×20m, assim como todos os indivíduos com DNS < 4,8cm contidos em subparcelas de 10×10m, delimitadas em cada uma das parcelas. Variações nas medianas dos diâmetros foram comparadas entre os fragmentos, e foram estimadas as taxas de crescimento anual em diâmetro por fragmento, assim como por classes de tamanho. As diferenças encontradas nos diâmetros dos indivíduos não estiveram diretamente relacionadas ao tamanho dos fragmentos, e sim a precipitação dos períodos. Entretanto, houve diferença nas taxas de crescimento dos indivíduos por classes de tamanho entre fragmentos, bem como entre os tempos. Indivíduos menores possuem maiores taxas de crescimento em ambientes de maior perturbação (fragmentos menores), embora possam se beneficiar especialmente das perturbações incomuns, como um período seco, para investir em seu crescimento nos fragmentos grandes. Enquanto indivíduos maiores crescem mais nos fragmentos grandes, podendo em períodos adversos investir em crescimento, especialmente nos fragmentos menores, para garantir sua permanência. Tal comportamento deve ser acompanhado

para uma análise das consequências dessas alterações, tanto para a população de *Eschweilera ovata* como para a comunidade.

## **ABSTRACT**

To assess limiting the diameter growth of plants species in a fragmented landscape, we verified if the size of the fragments influences this parameter in *Eschweilera ovate* populations, a typical tree species of forest environments in the Northeast of Brazil. In six fragments (three small and three large) of Atlantic Rainforest, located in Northeastern Brazil, were measured annually ( $t_0$ ,  $t_1$  e  $t_2$ ) the diameter of all individuals with stem diameter at ground level greater than 4.8 cm in 15 plots of 20 × 20m, as well as all individuals with DNS <4.8 cm contained in sub-plots of 10 × 10m, bounded on each of the plots. Variations in the median diameters were compared between fragments, and estimated the annual growth rates in diameter by fragment, and size classes. The differences in diameters of individuals were not directly related to the fragments size, but the precipitation periods. However, there were differences in individuals growth rates by size classes between small and large fragments, and between times. Smaller individuals have higher growth rates in environments with greater disturbance (smaller fragments), although they may benefit particularly unusual disturbance as a dry period, to invest in their growth in large fragments. While larger individuals grow more in large fragments, where in adverse periods, may invest in growth, especially in smaller fragments, to ensure their permanence. Such behavior should be monitored for an analysis of the consequences, for the *E. ovata* population and the community.

## 1. INTRODUÇÃO

Nos dias atuais, os eventos de fragmentação têm sido cada vez mais intensos, e conseqüentemente as populações vegetais passam a estar contidas em remanescentes florestais cada vez menores. O processo de degradação implica em grandes variações de diversos parâmetros ambientais, tais como temperatura, incidência de ventos e umidade, incidência de luminosidade, entre outros, em especial nas margens do fragmento, que podem atuar diretamente na dinâmica das populações ali presentes. Uma das alterações indicadas nestes ambientes fragmentados tem sido a redução no crescimento dos indivíduos, retardando sua chegada à fase adulta, podendo comprometer a fertilidade das espécies (Young e Mitchell 1994, Murcia 1995, Harper et al 2005, Bruna et al 2009).

As variações microclimáticas observadas nos ambientes fragmentados podem atuar nas condições ideais para as populações, interferindo nas suas taxas vitais (Young e Mitchell 1994, Bruna et al 2009). Tais alterações podem ser mais intensas tanto em condições de maior perturbação, como em locais de menor área (Hill e Curran 2003).

Um dos problemas apontando em uma paisagem fragmentada é a dessecação que pode reduzir o crescimento das plantas, uma vez que os indivíduos sofrem restrições de crescimento quando em condições mais secas, onde há menor disponibilidade de água (Kapos 1989, Swaine et al 1990, Worbes 1999, Araújo et al 2005).

De fato, a literatura relata que a fragmentação pode ser causadora de limitação de crescimento dos indivíduos de uma população (Bruna et al 2002, Lienert et al 2002, Bach et al 2005), e que tais variações podem implicar em muitos problemas para a manutenção das espécies ali presentes, podendo causar o desaparecimento destas populações nos remanescentes florestais (Bruna et al 2009).

A limitação de crescimento associada à fragmentação pode interferir drasticamente na fertilidade e sobrevivência das populações, pois crescer e chegar à fase reprodutiva,

assim como permanecer nesta fase, pode ser a característica mais importante para a manutenção das populações (Silvertown et al 1993, Crone 2001, Escalante et al 2004). Assim, indivíduos das populações em ambientes fragmentados podem crescer menos, permanecendo mais tempo com menores estaturas, o que aumenta suas chances de morte, bem como dificulta sua chegada a fase adulta, podendo levar a reduções na taxa de crescimento populacional dessas espécies neste ambiente.

Tais efeitos negativos no crescimento dos indivíduos numa paisagem fragmentada poderiam ser esperados em espécies típicas de interior florestal, enquanto, essas mudanças ambientais, assim como o desaparecimento de espécies afetadas negativamente pela fragmentação, podem permitir o desenvolvimento de outras espécies que sejam resistentes e adaptadas a perturbações (Tabarelli et al 1999). Kageyama e Gandara (2000) observaram que tais espécies têm crescimento rápido e se desenvolvem melhor em ambientes abertos. Em ambientes fragmentados, têm sido registrados efeitos negativos da fragmentação sobre espécies típicas de interior florestal, com o consequente aumento de espaço ocupado por espécies iniciais (Báldi 1999, Tabarelli et al 1999).

Desta forma, tomando como modelo a espécie arbórea *Eschweilera ovata* (Cambess.) Miers (Lecythidaceae), bastante abundante em um ambiente de intensa fragmentação na Mata Atlântica nordestina, pretendemos verificar se há limitação no crescimento dos indivíduos de uma população vegetal numa paisagem fragmentada, bem como se a espécie apresenta diferenças entre fragmentos de tamanhos distintos. Embora seja uma espécie típica de interior florestal, seu aparente bom estabelecimento em ambientes perturbados nos sugere que não percebamos limitação em seu crescimento em diâmetro, bem como não haja distinções deste parâmetro entre os fragmentos estudados.

## **2. MÉTODOS**

Em seis fragmentos de Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas, localizados em áreas da Usina São José, município de Igarassu, Pernambuco, nordeste do Brasil (área circunscrita nas coordenadas geográficas 07°40'21,25"S, 07°55'50,92"S e 34°54'14,25"W, 35°05'21,08"W), foram medidos o diâmetro ao nível do solo (DNS) de todos os indivíduos com este parâmetro superior a 4,8cm em 15 parcelas de 20×20m, localizadas em cada fragmento, assim como todos os indivíduos com DNS < 4,8cm contidos em subparcelas de 10×10m, delimitadas em cada uma das parcelas, a fim de contemplar tais indivíduos que apresentavam altas densidades.

Os censos ocorreram a partir do ano de 2009, denominado  $t_0$ , com dois censos subsequentes em anos seguintes denominados  $t_1$  e  $t_2$ , onde apenas os indivíduos que sobreviveram e puderam ser remedidos participaram da análise. Três dos fragmentos tinham área em torno de 90ha sendo denominados de F1 (87ha), F2 (89ha) e F3 (91ha) e os outros três tinham área em torno de 350ha sendo denominados F4 (306ha), F5 (357ha) e F6 (388ha).

O clima do local estudado é quente e úmido, caracterizado por uma precipitação média anual de 2227mm e temperatura média de 25,2°C. A precipitação no primeiro período de estudo (2009-2010) foi próxima da média anual (2055mm), enquanto no segundo período (2010-2011), a precipitação foi cerca de 37% abaixo da média anual (1396mm), caracterizando um período seco.

### **2.1. Análise dos dados**

Na perspectiva que a distribuição dos diâmetros não é normal, foram apresentadas as medianas deste parâmetro em cada uma das situações. As variações nas medianas foram comparadas entre os fragmentos através da análise de Kruskal-Wallis, enquanto variações entre os tempos foram analisadas através do teste de Friedman, devido à dependência das amostras (Sokal e Rohlf 1995). Foram estimadas as taxas de crescimento anual em diâmetro por fragmento, assim como por classes de tamanho, conforme a fórmula:  $Cre = (Df - Di) / t$ ; onde: Cre, taxa de crescimento anual; Df, diâmetro final; Di, diâmetro inicial; e t, tempo.

### 3. RESULTADOS

Houve diferença nos diâmetros medianos dos indivíduos entre os fragmentos em todos os tempos analisados ( $H=37,09$ ,  $GL=5$ ,  $p<0,0001$  para  $t_0$ ;  $H=37,00$ ,  $GL=5$ ,  $p<0,0001$  para  $t_1$ ;  $H=37,11$ ,  $GL=5$ ,  $p<0,0001$  para  $t_2$ ), no entanto, tais diferenças não estiveram relacionadas ao tamanho dos fragmentos. Os fragmentos F4 e F3 apresentaram o menor e o maior diâmetro mediano, respectivamente (Tabela 3.1).

**Tabela 3.1.** Medianas dos diâmetros das populações de *Eschweilera ovata* em seis fragmentos florestais em um ambiente fragmentado de Floresta Atlântica, em Igarassu, Pernambuco, nordeste do Brasil, entre os anos de 2009 e 2011.

Fragmento/ ano	$t_0$	$t_1$	$t_2$
F1 (87ha)	5,509 BC	5,733 BC	5,589 BC
F2 (89ha)	6,178 BC	6,210 BC	6,210 BC
F3 (91ha)	2,516 AC	2,611 AC	2,548 AC
F4 (306ha)	1,369 A	1,337 A	1,369 A
F5 (357ha)	1,688 AC	1,672 AC	1,704 AC
F6 (388ha)	5,987 B	6,115 B	6,051 B

Letras diferentes indicam diferença significativa entre fragmentos para  $p \leq 0,05$ . Não houve diferenças significativas entre os tempos.

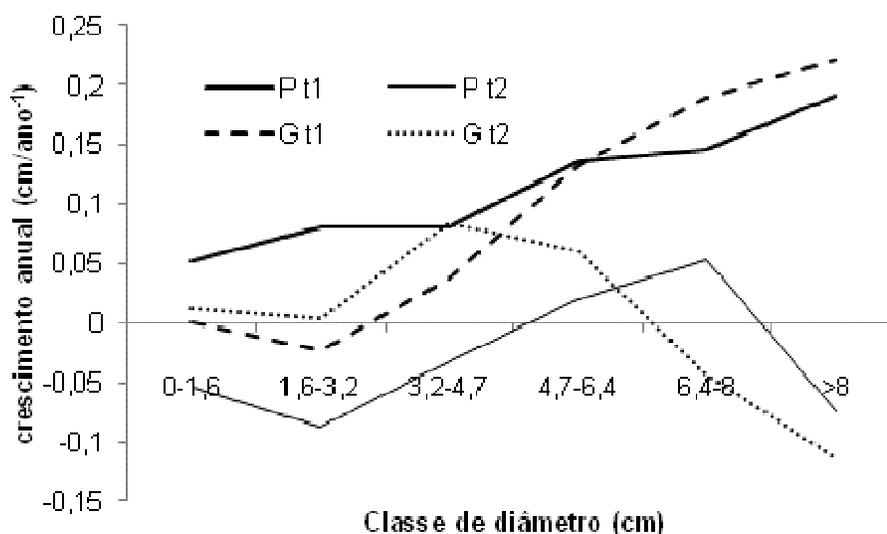
Não houve diferença significativa nos diâmetros entre os tempos em nenhum dos fragmentos ( $p > 0,8$  para todos). Porém, no geral, as taxas de crescimento anual em diâmetro foram superiores nos fragmentos menores durante o tempo 1, enquanto que no tempo 2, onde as precipitações foram bem inferiores à média local, todos os fragmentos apresentaram reduções em seus diâmetros, sendo os fragmentos menores os que apresentaram as maiores taxas de redução. Houve maior variação entre as taxas de crescimento em diâmetro nos fragmentos menores, enquanto que nos fragmentos maiores parece haver uma maior estabilidade deste parâmetro entre os anos (Tabela 3.2).

**Tabela 3.2.** Taxas de crescimento anual em diâmetro ( $\text{cm.ano}^{-1}$ ) das populações de *Eschweilera ovata* em seis fragmentos florestais em um ambiente fragmentado de Floresta Atlântica, em Igarassu, Pernambuco, nordeste do Brasil, entre os anos de 2009 e 2011.

<b>Fragmento</b>	<b>t<sub>1</sub></b>	<b>t<sub>2</sub></b>
F1 (87ha)	0,0974	-0,0770
F2 (89ha)	0,1804	-0,0328
F3 (91ha)	0,1005	-0,0193
F4 (306ha)	0,0273	-0,0081
F5 (357ha)	0,0423	-0,0063
F6 (388ha)	0,1393	-0,0156

Houve também diferença nas taxas de crescimento dos indivíduos por classes de tamanho entre fragmentos menores e maiores (Figura 3.1). No tempo 1, os indivíduos de menor diâmetro tiveram maiores taxas de crescimento nos fragmentos pequenos, enquanto que os indivíduos de maior diâmetro apresentaram maiores taxas de crescimento nos fragmentos grandes. Já no tempo 2 o comportamento foi oposto, onde as maiores taxas de crescimento nos indivíduos menores ocorreram nos fragmentos grandes e o crescimento dos indivíduos maiores foi superior nos fragmentos pequenos.

Além disso, em relação aos períodos, a taxa de crescimento dos indivíduos nos fragmentos menores apresentou o mesmo padrão, onde indivíduos maiores sempre cresceram mais. Já nos fragmentos grandes, enquanto os indivíduos maiores apresentaram maior crescimento no tempo 1, os menores apresentaram maior crescimento no segundo tempo (Figura 3.1).



**Figura 3.1.** Taxas de crescimento anual em diâmetro por classe de tamanho das populações de *Eschweilera ovata* em fragmentos pequenos (P) e grandes (G) em um ambiente fragmentado de Floresta Atlântica em Igarassu, Pernambuco, nordeste do Brasil, entre os anos de 2009 e 2011.

Assim, percebemos que a redução na taxa de crescimento observada nos fragmentos pequenos ocorreu em especial devido a diminuições no crescimento dos indivíduos menores, enquanto que a redução observada nos fragmentos grandes ocorreu devido a diminuições no crescimento dos indivíduos maiores. Os decréscimos nas taxas de crescimento dos fragmentos pequenos e grandes ocorreram devido a grande intensidade das reduções observadas nestas classes de tamanho, que impactaram significativamente a taxa de crescimento geral de cada uma das situações.

#### 4. DISCUSSÃO

Um aspecto populacional que tem sido observado em ambientes fragmentados é a variação no crescimento em tamanho dos indivíduos (Bruna et al 2002, Lienert et al 2002, Bach et al 2005), que podem alterar as taxas vitais de uma população, por seu impacto na sobrevivência e fecundidade dos indivíduos, levando a variações na taxa de crescimento populacional (Harper 1977).

Diversos estudos concluíram que redução no crescimento de indivíduos em ambientes fragmentados, pode implicar em redução nas taxas de crescimento populacionais (Lienert et al 2002, Bruna e Oli 2005, Portela et al 2010). Os autores destacaram que em fragmentos pequenos os indivíduos podem passar mais tempo em uma determinada classe de tamanho, devido à limitação no crescimento. Este fato resulta em uma contribuição negativa nas taxas de crescimento populacionais, reduzindo a viabilidade populacional em ambientes fragmentados, quando comparados a ambientes contínuos.

Com relação à *Eschweilera ovata*, não ocorreu limitação de crescimento em diâmetro, bem como não houve distinções claras nos diâmetros dos indivíduos entre fragmentos pequenos e grandes, e os fragmentos pequenos chegam a possuir maiores taxas de crescimento dos indivíduos que os fragmentos grandes (tempo 1). Sendo assim, é possível que em condições favoráveis, a espécie não seja afetada pela fragmentação, crescendo igualmente em fragmentos pequenos e grandes, podendo inclusive ampliar sua dominância no local.

Espécies que se beneficiam de perturbações (ambientes fragmentados) podem ampliar seus domínios nesses ambientes, tendo como consequência uma reestruturação da comunidade, a qual pode ter resultados negativos em longo prazo (Laurance et al 2002, Hill e Curran 2003). No entanto, tais espécies normalmente são típicas de

ambientes perturbados e bordas florestais (Tabarelli et al 1999), o que não é o caso de *Eschweilera ovata*, típica de interior de floresta. Assim, tanto a espécie indica se estabelecer bem em ambientes perturbados por ser registrada em alta abundância nestes ambientes (Gusson et al 2005), como não possui limitação de crescimento de seus indivíduos.

Variações no crescimento do diâmetro, observadas em populações submetidas à fragmentação, nem sempre têm sido comprovadas. Bruna et al (2002) transplantaram indivíduos entre fragmentos florestais e áreas contínuas, e observaram reduções no tamanho dos indivíduos nos fragmentos florestais, enquanto nos ambientes contínuos houve um pequeno aumento. Entretanto, a variação observada foi atribuída não diretamente ao fato de estarem em ambientes fragmentados ou contínuos, mas sim às condições particulares de cada local.

Resultado semelhante foi observado por Bach et al (2005), que ao registrarem variações das taxas de crescimento de indivíduos, não puderam relacionar tais resultados apenas a parâmetros isolados da fragmentação, bem como não perceberam variações significativas nas taxas de sobrevivência das populações. Todavia, os autores indicaram que os diferentes estágios de vida de uma planta podem responder de forma distinta aos efeitos da fragmentação em termos de crescimento, indicando a importância de analisar este efeito nas taxas vitais da população.

A redução das taxas de crescimento em diâmetro, registrada na segunda transição, deve estar mais associada à precipitação reduzida durante esse período. Embora tenha havido maior redução na taxa de crescimento nos fragmentos menores, todos os fragmentos apresentaram taxas de crescimento negativas. De fato, variações no crescimento das plantas são intensamente ligados a níveis de disponibilidade de água (Kapos 1989, Worbes 1999).

Entretanto, é possível que as maiores taxas de redução de diâmetro observadas em fragmentos menores sejam devido a este fator, pois embora o crescimento esteja mais intimamente ligado às condições microclimáticas pontuais, é fato que o processo de fragmentação provoca tais alterações ambientais (Young e Mitchell 1994, Oosterhoorn e Kappelle 2000, Laurance et al 2002).

Semelhante ao relatado por Bach et al (2005) observamos variações no crescimento das plantas em relação ao tamanho dos indivíduos. Aqueles autores notaram que o crescimento das plântulas da espécie analisada foi maior no interior florestal, enquanto indivíduos jovens e adultos cresceram mais rapidamente na borda (situação de maior perturbação). Os autores atribuíram este comportamento à rápida necessidade das plântulas crescerem e atingirem as classes de maior tamanho, em especial no interior, reduzindo sua chance de morte. Afirmaram ainda que jovens e adultos nas bordas estariam submetidos a variações do ambiente, devido ao efeito de borda, cujo rápido crescimento também seria um escape a tais modificações, uma vez que indivíduos com maiores tamanhos possuem menor chance de morte.

Embora, no geral, não registramos diferença nos padrões de crescimento em diâmetro das populações entre os fragmentos, é possível que haja uma distinção no comportamento dos indivíduos da população de acordo com seu tamanho, assim como uma diferença na alocação do recurso diante de condições ambientais diversas uma vez que: no tempo 1 (período mais úmido), os padrões de crescimento entre os fragmentos grandes e pequenos mostraram um maior crescimento de indivíduos jovens nos fragmentos menores, podendo indicar melhor condição para estes indivíduos nestas áreas de maior perturbação. Enquanto os fragmentos grandes conferiam condições mais ideais aos indivíduos de maior tamanho, e foi onde apresentaram maior crescimento.

Já no tempo 2 (período mais seco), a variação ambiental provavelmente alterou os padrões de alocação de recurso dos indivíduos. Neste caso, os indivíduos menores apresentaram maior crescimento nos fragmentos maiores. Enquanto os indivíduos maiores cresceram mais nos ambientes de maior perturbação (fragmentos menores). Resultado semelhante ao observado por Bach et al (2005) em seu estudo.

A literatura indica que em condições ambientais de menor perturbação, o desenvolvimento dos indivíduos menores pode ser o evento mais importante, devido à maior força competitiva dos indivíduos maiores (Harper 1977, Bender et al 2002, Barot e Gignoux 2003). Por outro lado, estes indivíduos menores também podem se beneficiar em ambientes de maior perturbação, através das quais os indivíduos maiores seriam atingidos, abrindo espaço para o desenvolvimento dos indivíduos jovens (Sundaram e Parthasarathy 2002).

Desta forma, é possível que esta plasticidade no comportamento dos indivíduos quanto a sua localização e condição ambiental seja um ponto chave na estabilidade do comportamento da espécie na paisagem. Indicando que uma população arbórea, submetida a um ambiente fragmentado, pode não apresentar nítida distinção no comportamento do crescimento geral em diâmetro de seus indivíduos, entre fragmentos de tamanhos diferentes, sendo mais influenciada pelos efeitos climáticos do local. E, no geral, a população mantém um equilíbrio no crescimento populacional da espécie.

Dessa forma, indivíduos de uma população podem investir seus recursos de formas distintas, dando prioridade a características cruciais à sua sobrevivência naquele momento (Brenes-Arguedas et al 2008), sendo comum mudanças na alocação dos recursos em plantas, para suprir limitações no crescimento (Bloom et al 1985).

O acompanhamento de tais observações neste ambiente fragmentado é fundamental para análise das consequências dessas alterações, tanto para a população

de *Eschweilera ovata* como para a comunidade, através dos processos ecológicos que possam está sendo atingidos no cenário local, especialmente destes ambientes menores.

## REFERÊNCIAS

Araújo, E.L., Martins, F.R., Santos, F.A.M. 2005. Establishment and death of two dry tropical forest woody species in dry and rainy seasons in Northeastern Brazil. *In*: Estresses ambientais: danos e benefícios em plantas (Nogueira, R.J.M.C., Araújo, E.L., Willadino, L.G., Cavalcante, U.M.T. Eds). MXM, Recife, p 76-91.

Bach, C.E., Kelly, D., Hazlett, B.A. 2005. Forest edges benefit adults, but not seedlings, of the mistletoe *Alepis flavida* (Loranthaceae). *Journal of Ecology* 93: 79–86.

Báldi, A. 1999. Microclimate and vegetation edge effects in a reedbed in Hungary. *Biodiversity and Conservation* 8: 1697-1706.

Barot, S., Gignoux, J. 2003. Neighborhood analysis in the savanna palm *Borassus aethiopum*: Interplay of intraspecific competition and soil patchiness. *Journal of Vegetation Science* 14: 79-88.

Bender, M.H., Baskin, J.M., Baskin, C.C. 2002. Role of Intraspecific Competition in Mass Seeding and Senescence in *Polymnia canadensis*, a primarily monocarpic species. *Journal of the Torrey Botanical Society* 129: 107-114.

Bloom, A.J., Chapin, F.S., Mooney, H.A. 1985. Resource limitation in plants - An economic analogy. *Annual Review of Ecology and Systematics* 16: 363-392.

Brenes-Arguedas, T., Coley, P.D., Kursar., T.A. 2008. Divergence and diversity in the defensive ecology of *Inga* at two Neotropical sites. *Journal of Ecology* 96:127-135.

Bruna, E.M., Nardy, O., Strauss, S.Y., Harrison, S.P. 2002. Experimental assessment of *Heliconia acuminata* growth in a fragmented Amazonian landscape. *Journal of Ecology* 90: 639-649.

Bruna, E.M., Fiske, I.J., Trager, M.D. 2009. Habitat fragmentation and plant populations: is what we know demographically irrelevant? *Journal of Vegetation Science* 20: 569-576.

Bruna, E.M., Oli, M.K. 2005. Demographic consequences of habitat fragmentation for an Amazonian understory plant: analysis of life-table response experiments. *Ecology* 86: 1816-1824.

Crone, E.E. 2001. Is survivorship a better fitness surrogate than fecundity? *Evolution* 55: 2611-2614.

Escalante, S., Montaña, C., Orellana, R. 2004. Demography and potential extractive use of the liana palm, *Desmoncus orthacanthos* Martius (Arecaceae), in Southern Quintana Roo, Mexico. *Forest Ecology and Management* 187: 3-18.

Gusson, E., Sebbenn, A.E., Kageyama, P.W. 2005. Diversidade e estrutura genética espacial em duas populações de *Eschweilera ovata*. *Scientia Forestalis* 67: 123-135.

Harper, J.L. 1977. *Population Biology of Plants*. Academic Press, New York, 892p.

Harper, K.A., Macdonald, S.E., Burton, P.J., Chen, J., Brososke, K.D., Saunders, S.C., Euskirchen, E.S., Roberts, D., Jaiteh, M.S., Essen, P. 2005. Edge influence on forest structure and composition in fragmented landscapes. *Conservation Biology* 19: 768-782.

Hill, J.L., Curran, P.L. 2003. Area, shape and isolation of tropical forest fragments: effects on tree species diversity and implications for conservation. *Journal of Biogeography* 30: 1391-1403.

Kageyama, P., Gandara, F. B. 2000. Recuperação de áreas ciliares. *In: Matas ciliares: Conservação e recuperação* (Rodrigues, R.R., Leitão-Filho, H.F. Eds). Universidade de São Paulo, São Paulo, p 249-269.

Kapos, V. 1989. Effects of isolation on the water status of forest patches in the Brazilian Amazon. *Journal of Tropical Ecology* 5: 173-185.

Laurance, W.F., Lovejoy, T.E., Vasconcelos, H.L., Bruna, E.M., Didham, R.K., Stouffer, P.C., Gascon, C., Bierregaard, R.O., Laurance, S.G., Sampaio, E. 2002. Ecosystem decay of Amazonian forest fragments: A 22-year investigation. *Conservation Biology* 16: 605-618.

Lienert, J., Diemer, M., Schmid, B. 2002. Effects of habitat fragmentation on population structure and fitness components of the wetland specialist *Swertia perennis* L. (Gentianaceae). *Basic and Applied Ecology* 3: 101-114.

Murcia, C. 1995. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. *Trends in Ecology and Evolution* 10: 58-62.

Oosterhoorn, M., Kappelle, M. 2000. Vegetation structure and composition along an interior-edge-exterior gradient in a Costa Rican montane cloud forest. *Forest Ecology and Management* 126: 291-307.

Portela, R.C.Q., Bruna, E.M. Santos, F.A.M. 2010. Demography of palm species in Brazil's Atlantic forest: a comparison of harvested and unharvested species using matrix models. *Biodiversity and Conservation* 19: 2389-2403.

Silvertown, J., Franco, M., Pisanty, I., Mendoza, A. 1993. Comparative demography: relative importance of life cycle components to the finite rate of increase in woody and herbaceous perennials. *Journal of Ecology* 81: 465-476.

Sokal, R.R., Rohlf, F.J. 1995. Biometry: The principles and practice of statistics in biological research. Freeman, New York, 887p.

Sundaram, B., Parthasarathy, N. 2002. Tree growth, mortality and recruitment in four tropical wet evergreen forest sites of Kolli hills, Eastern Ghats, India. *Tropical Ecology* 43: 275-286.

Swaine, M.D., Lieberman, D., Hall, J.B. 1990. Structure and dynamic of a tropical dry forest in Ghana. *Vegetatio* 88: 31-51.

Tabarelli, M., Mantovani, W., Peres, A.A. 1999. Effects of habitat fragmentation on plant guild structure in the montane Atlantic forest of southern Brazil. *Biological Conservation* 91: 119-127.

Worbes, M. 1999. Annual growth rings, rainfall-dependent growth and long-term growth patterns of tropical trees from the Caparo Forest Reserve in Venezuela. *Journal of Ecology* 87: 391-403.

Young, A., Mitchell, N. 1994. Microclimate and vegetation edge effects in a fragmented podocarp–broadleaf forest in New Zealand. *Biological Conservation* 67: 63-72.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Percebemos que *Eschweillera ovata* encontra-se bem estabelecida na paisagem fragmentada estudada, não havendo distinções de sua estrutura populacional entre fragmentos de distintos tamanhos, bem como com relação ao crescimento médio em diâmetro e a taxa de crescimento assintótica das populações observadas.

No geral, percebemos que a sobrevivência de indivíduos maiores é fundamental para manutenção da espécie no local, sendo seu comportamento estável na paisagem associado a distinções no comportamento de indivíduos jovens e adultos, cujo equilíbrio destes comportamentos mantém as taxas de crescimento populacional semelhantes entre fragmentos pequenos e grandes.

É fato que a fragmentação pode prover consequências negativas a diversas populações vegetais, mas as espécies respondem diferentemente às condições do ambiente, devido suas características particulares, podendo inclusive se beneficiar de alterações provindas da fragmentação. A compreensão do comportamento de populações vegetais que possam estar se beneficiando das condições de fragmentação é tão importante quanto daquelas que apresentam efeitos negativos. Mudanças na estrutura da comunidade são fundamentais à manutenção das relações ecológicas, pois podem provocar desequilíbrios oriundos do desaparecimento de algumas espécies em contraste ao aumento do domínio por parte de outras espécies.

As variações observadas no comportamento individual de jovens e adultos de *E. ovata* podem ter ocorrido em função de condições locais ideais distintas, que naturalmente ocorrem devido a necessidades diferenciadas de seus indivíduos durante suas diversas fases da vida. Porém, no geral a população apresentou equilíbrio ou aumento de seu domínio no local ( $\lambda \geq 1$ ), o que merece destaque, pois a espécie é encontrada em grande abundância em todos os fragmentos, especialmente nos menores,

e continua aumentando em densidade. As consequências da persistência e aumento populacional de *Eschweilera ovata* devem ser analisadas, pois a espécie pode estar atuando como importante fator de recuperação do ambiente perturbado, bem como o impacto de tal aumento populacional na comunidade merece ser acompanhado, a fim de nos certificarmos do resultado desse comportamento em longo prazo.

Merece destaque também o fato de *E. ovata* ser considerada típica de interior florestal, que por convenção seria uma espécie a apresentar efeitos negativos quando submetida a condições de perturbação, ditas como mais interessantes a espécies de ocupação inicial dos ambientes. Entretanto, nosso estudo indica que a espécie apresenta capacidade de persistência em amplas condições de estado de conservação das comunidades florestais numa paisagem fragmentada, que deve estar associado à plasticidade do comportamento dos indivíduos da espécie quanto ao local ou condição ambiental no qual se encontram. De fato, o comportamento de espécies vegetais em florestas tropicais parece ser bem complexo e de difícil simplificação.

Estudos sobre a dinâmica de *E. ovata* e suas consequências para comunidade, em ambientes de intensa fragmentação, devem ser desenvolvidos, pois a espécie apresenta grande importância potencial nestes locais e pode ser um fator chave na recuperação do estado de conservação destes ambientes fragmentados, podendo ser uma importante ferramenta para atividades de restauração da estrutura florestal.