

**JULIANA RAMOS DE ANDRADE**

**DINÂMICA POPULACIONAL DE ESPÉCIES HERBÁCEAS EM ÁREAS  
PRESERVADA E ANTROPIZADA NA CAATINGA**

RECIFE-PE

2012

**JULIANA RAMOS DE ANDRADE**

**DINÂMICA POPULACIONAL DE ESPÉCIES HERBÁCEAS EM ÁREAS  
PRESERVADA E ANTROPIZADA NA CAATINGA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Botânica da Universidade Federal Rural de Pernambuco como requisito para o título de Mestre em Botânica.

Orientadora: Dra. Elcida de Lima Araújo

Co – orientador: Dr. Kleber Andrade da Silva

RECIFE-PE

2012

### Ficha Catalográfica

A553d Andrade, Juliana Ramos de  
Dinâmica populacional de espécies herbáceas em áreas preservada e antropizada da caatinga / Juliana Ramos de Andrade. – 2012.  
63 p. : il.

Orientador (a): Elcida de Lima Araújo.  
Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Biologia, Recife, 2012.

Inclui referências e anexo.

1. Ecologia vegetal 2. Ervas 3. Demografia 4. Microsítio  
5. Agricultura abandonada 6. Sombreamento I. Araújo, Elcida de Lima, Orientadora II. Título

CDD 581

**JULIANA RAMOS DE ANDRADE**

**DINÂMICA POPULACIONAL DE ESPÉCIES HERBÁCEAS EM ÁREAS  
PRESERVADA E ANTROPIZADA NA CAATINGA**

ORIENTADORA

---

Profa. Dra. Elcida de Lima Araújo - UFRPE

EXAMINADORES

---

Profa. Dra. Carmen Silvia Zickel (UFRPE) - Titular

---

Profa. Dra. Jarcilene S. Almeida Cortez (UFPE) - Titular

---

Prof. Dr. Marcelo Francisco Pompelli (UFPE) - Titular

---

Profa. Dr. Ana Carolina Lins e Silva (UFRPE) – Suplente

Dissertação, aprovada em: 14/02/2012

RECIFE – PE

2012

Á meus pais, Maria Aparecida e  
Roberto, por todo esforço que  
sempre fizeram por mim e pelo  
grande amor doado.

Dedico

## AGRADECIMENTOS

Quantas vezes duvidei se realmente conseguiria concluir essa etapa de minha vida, por isso, se consegui chegar até aqui devo agradecer primeiramente a Deus por sempre iluminar meus caminhos, sempre me dar força para superar os obstáculos e me reservar tudo o que há de melhor nessa vida. E para caminhar nessa trajetória, com certeza tive a companhia de pessoas muito especiais que fizeram parte da minha vida.

Agradeço com muito carinho a minha querida orientadora Elcida de Lima Araújo, pelos dias de ensinamento desde minha época de graduação. Pois desde então, cresci intelectualmente através de seus valiosos e grandiosos ensinamentos, como também amadureci como pessoa, aprendendo com seus “puxões de orelha” e me espelhando em suas atitudes sempre corretas e regadas de muito amor e dedicação.

À Kleber Andrade da Silva, pela amizade e co-orientação deste trabalho e de todos os outros desde minha iniciação científica, pois ele também me ensinou muito durante esses anos.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento do projeto, ao CNPq pela concessão da bolsa de estudo, à coordenação do Programa de Pós-Graduação em Botânica (PPGB) e à Universidade Federal Rural de Pernambuco pelo auxílio financeiro nas viagens.

Aos meus grandes amigos do Laboratório de Ecologia Vegetal dos Ecossistemas Nordestinos (LEVEN), em especial a Danielle e Josiene pela amizade e pelos ensinamentos diários. Agradeço também a Diego, Leonardo, Renata, Priscila, Isabelle, Michelle e Aline pelo grande apoio nas longas jornadas de campo

À todos da Estação Experimental do Instituto de Pesquisa Agropecuária pelo apoio logístico e auxílio ao que fosse necessário, principalmente a Dr. Ivan pela sua receptividade.

Aos companheiros de aventuras e integrantes da TUM (Turma Unida do Mestrado) e colegas da Botânica: Patrícia, Liliane, Ivanilda, Ribamar, Edson, Helton, Michelline e Andresa.

Aos funcionários que trabalham no PPGB/ UFRPE, em especial a Manasses Araújo (Seu Mano) e Kênia Freire.

Aos meus amigos que me acompanham desde a graduação Karla, Andressa, Giovani, Carol Collier, Paulo, Geraldo, Rayana e Karol Freire pela amizade, apoio, incentivo, confiança e por todos os bom momentos vividos.

Por fim e não por último, mas mais do que especial agradeço aos meus pais, Maria Aparecida e Roberto, a minha irmã, Roberta, pelo constante apoio e por me ajudarem a concluir este trabalho pois sem eles eu não teria conseguido, incentivo, confiança e compreensão em tudo que faço na minha vida e por simplesmente acreditarem em mim. À minha linda família, Thiago e Beatriz, que diariamente são responsáveis por meus sorrisos e alegrias, sem eles nada faria sentido.

Enfim, a todos que direta ou indiretamente contribuíram na elaboração deste trabalho.

***Muito obrigada!***

## SUMARIO

Lista de ilustrações	vii
Lista de tabelas	viii
Resumo	ix
Abstract	x
Introdução	11
Revisão bibliográfica	12
<i>Fatores influentes na dinâmica populacional de espécies herbáceas</i>	12
<i>Dinâmica populacional de espécies herbáceas em áreas antropizadas</i>	14
<i>A influência dos microhabitates nas espécies vegetais</i>	16
Referências bibliográficas	21
<b>Artigo a ser enviado ao periódico Population Ecology</b>	31
Influência de microhabitates na dinâmica populacional de espécies herbáceas em áreas antropizada e preservada no semi-árido do Brasil	32
Resumo	33
Introdução	34
Material e métodos	35
Caracterização da área de estudo	35
Seleção das espécies e desenho experimental	37
Processamento e análise dos dados	39
Resultados	39
Discussão	43
Conclusão	47
Agradecimentos	48
Referências	49
Anexo	59



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Fig. 1 Distribuição da precipitação durante o período de janeiro de 2011 a 33  
dezembro de 2011 na estação meteorológica do IPA em Caruaru,  
Pernambuco.

## LISTA DE TABELAS

### Revisão bibliográfica

Tabela 1. Lista de diversos tipos de microhabitates e sua influência sob as espécies vegetais. 29

Tabela 2. Lista de artigos que abordam a influência das diferentes condições de luminosidade sob as espécies herbáceas. 30

### Artigo

Tabela 1. Valores médios de densidade ( $\text{ind.m}^{-2}$ ), nascimento ( $\text{ind.m}^{-2}$ ), morte ( $\text{ind.m}^{-2}$ ), altura (cm) e desvios padrões de três populações herbáceas no semi-árido do Brasil. Letras minúsculas iguais na mesma linha denotam ausência de diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre os microhabitates (luz direta e luz difusa) e letras maiúsculas iguais na mesma coluna denotam ausência de diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre as áreas (preservada e antropizada), utilizando o teste de variância de Kruskal-Wallis. 54

Tabela 2. Número total de nascimentos e mortes de três populações herbáceas no semi-árido do Brasil. 56

Tabela 3. Número total de frutos produzidos de três populações herbáceas no semi-árido do Brasil. Letras minúsculas iguais na mesma linha e maiúsculas iguais na mesma coluna denotam ausência de diferença significativa ( $p > 0,01$ ) em relação a produção de frutos entre as áreas e entre os microhabitates para cada espécie, utilizando o teste Qui-quadrado uma amostra (aderência) com proporções esperadas iguais. 57

## RESUMO

As diferentes condições de estabelecimento das plantas como a disponibilidade de água, intensidade luminosa, sombreamento em fragmentos preservados diferem das condições de áreas antrópicas. Em ambientes secos, a cobertura herbácea predomina na re-colonização de áreas desmatadas, podendo funcionar como um bom grupo biológico para avaliar os impactos das mudanças da heterogeneidade de habitats no processo de resiliência de florestas secas. Diante disso, objetivou-se avaliar se a regeneração natural do estrato herbáceo em dois microhabitats (trechos expostos à luz direta e a luz difusa) diferia entre áreas preservadas e antropizadas da caatinga e descrever como isso ocorre. O estudo ocorreu no semi-árido brasileiro (caatinga) em áreas preservada e antropizada, onde foram estabelecidas 50 parcelas de 1 m<sup>2</sup> por área, sendo 25 alocadas no microhabitat denominado luz direta e 25 no microhabitat denominado luz difusa, foram avaliadas a densidade, altura, número de indivíduos vivos, número de indivíduos mortos e produtividade de frutos de cada espécie. As espécies herbáceas selecionadas para o estudo foram *Delilia biflora* (Asteraceae), *Gomphrena vaga* (Amaranthaceae) e *Pseudabutilon spicatum* (Malvaceae), houve diferença significativa entre áreas preservada e antrópica e entre microhabitats de luz direta e difusa quanto à densidade e sobrevivência apenas para as duas primeiras espécies. A produção de frutos foi maior na área preservada para as três espécies. O estudo conclui que: 1. o efeito da existência de microhabitats com luz direta e luz difusa em áreas preservada e antrópica depende da espécie considerada; 2. as populações sensíveis à variação da intensidade luminosa apresentam diferenças quanto ao número de indivíduos, altura e produção de frutos das plantas; 3. a resiliência de áreas antrópicas de ambientes semi-áridos pode ser caracterizada pela existência de heterogeneidade espacial quanto a emergência e sobrevivência de plântulas herbáceas, sugerindo que a regeneração de áreas antrópicas possa ocorrer por manchas.

Palavras chave: demografia, agricultura abandonada, microsítio, sombreamento, erva

## ABSTRACT

The different conditions for the establishment of plants such as water availability, light intensity, shading preserved fragments differ from the conditions of anthropogenic areas. In dry environments, the herbaceous cover predominates in the re-colonization of deforested areas, can act as a good group to evaluate the biological impacts of changes in habitat heterogeneity in the process of resilience of dry forests. Therefore, the objective was to evaluate whether the natural regeneration of the herbaceous layer in two microhabitat (parts exposed to direct sunlight and diffuse light) differed between preserved and disturbed areas of scrub and describe how this occurs. The study took place in the semi-arid (caatinga) in preserved and disturbed areas, where they were established 50 plots of 1 m<sup>2</sup> in area, with 25 allocated in microhabitat called direct light and 25 in microhabitat called diffuse light, we assessed the density, height, number of living individuals, number of individuals killed and fruit yield of each species. The herbaceous species were selected for study *Delila biflora* (Asteraceae), *Gomphrena vaga* (Amaranthaceae) and *Pseudabutilon spicatum* (Malvaceae), significant differences between areas and between preserved and anthropogenic microhabitat of direct and diffuse light in terms of density and survival only for first two species. Fruit production was higher in the area preserved for the three species. The study concludes that: 1. the effect of the existence of microhabitat with direct light and diffuse light in areas preserved and anthropogenic depends on the species considered, 2. populations sensitive to variation in light intensity vary in the number of individuals, height and fruit production of plants 3. resilience in areas of anthropogenic semi-arid environments can be characterized by the existence of spatial heterogeneity on the emergence and survival of herbaceous seedlings, suggesting that regeneration areas can occur by anthropogenic spots.

Keywords: demography, agriculture abandoned, microsities, shading, grass

## 1. INTRODUÇÃO

A dinâmica das populações de plantas é influenciada por fatores bióticos e abióticos. Entre os fatores bióticos os mais citados na literatura são: herbivoria, predação de sementes e competição (FERREIRA et al., 2010; WEPPLER & STÖCKLIN, 2006; HANLEY, 1998). Entre os fatores abióticos os mais estudados são: variações nos totais pluviométricos, heterogeneidade de sítios de estabelecimento das plântulas e sombreamento (ANDRADE et al., 2007; KOLB et al., 2007; LIMA et al., 2007). Contudo, a maioria dos habitats terrestres encontra-se alterado e fragmentado devido às atividades humanas e a pressão de uso das plantas (CASTELLETTI et al., 2003). Muitas áreas, após utilização, são abandonadas e se regeneram naturalmente (ANDRADE et al., 2007; ANDRADE et al., 2005; SAMPAIO, 1998). Entretanto, os indivíduos que se estabelecem nas áreas perturbadas experimentam condições microclimáticas (como disponibilidade de luz, disponibilidade de água, temperatura, etc) distintas das encontradas na área preservada, pois a remoção da cobertura vegetal faz com que o microclima local seja alterado e a influência dos fatores bióticos e abióticos tornem-se mais intensa quando ocorridas em habitats preservados. Além do mais, as alterações antrópicas proporcionam a formação de novos microhabitats, como: áreas abertas expostas à luz solar, áreas sombreadas pelo dossel tanto de árvores como de arbustos, mudança na composição do solo ou até mesmo a existência de solos com diferentes níveis de nutrientes disponíveis (GOMÉZ-APARICIO et al., 2005; TITUS e TSUYUZAKI, 2003; BROOKS, 1999).

Através desses estudos é possível especular que a regeneração natural em áreas antropizadas seja distinta da ocorrente em áreas preservadas, uma vez que a alteração dos fatores abióticos e criação de microhabitats podem proporcionar alterações na estrutura das populações e plasticidade das plantas, podendo influenciar tanto na densidade, riqueza e distribuição das espécies em determinado local (KOSTRAKIEWICZ, 2009; YU et al., 2008).

Estudos que demonstrem diferenças na dinâmica das populações entre áreas preservadas e antropizadas sob microhabitats são reduzidos, contudo espera-se que se a hipótese mencionada for verdadeira, a influência das modificações ambientais e consequente formação de novos microhabitats na dinâmica das populações sejam mais intensas em ecossistemas com fatores ambientais bastante restritivos, como os que ocorrem em ambientes áridos e semiáridos.

Um bom exemplo de ambientes semiáridos com extensas áreas degradadas por atividades humanas para avaliar as implicações de ações antrópicas na dinâmica das

populações é o ambiente das Caatingas na região nordeste do Brasil (CASTELLETTI et al., 2003). Este tipo de ambiente apresenta elevada riqueza de espécies herbáceas quando comparada as espécies lenhosas e marcante sazonalidade climática, que influencia tanto a dinâmica do componente herbáceo (LIMA et al., 2010; FEITOZA et al., 2008; ANDRADE et al., 2007; COSTA et al., 2007; LIMA et al., 2007, SANTOS et al., 2007; REIS et al., 2006; ARAÚJO et al., 2005a; ARAÚJO et al., 2002) quanto a dinâmica do componente lenhoso (AMORIM et al., 2009; ARAÚJO et al., 2005b; MACHADO et al., 1997). Assim, esse estudo propõe responder as seguintes perguntas: 1) A regeneração natural, considerando densidade, número de indivíduos nascidos, número de indivíduos mortos, sobrevivência e produção de frutos de plantas herbáceas difere entre áreas preservada e antropizada?; 2) A dinâmica de populações herbáceas em diferentes microhabitats (trechos expostos a luz direta e a luz difusa) diferem entre áreas preservada e antropizada?

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### ***Fatores influentes na dinâmica populacional de espécies herbáceas***

Estudos específicos sobre dinâmica de populações herbáceas já foram realizados em ambientes úmidos (VILÀ et al., 2006; NORDBAKKEN et al., 2004) e secos (PRICE e MORGAN, 2007; WANG, 2005) do mundo e a maioria deles procura determinar taxas de natalidade e mortalidade em função das condições de estabelecimento, das características climáticas do local e dos fatores abióticos do local.

Em uma área de floresta seca (savana) na África, a biomassa de gramíneas aumenta ao longo de um gradiente de aumento de precipitação (BELSKY, 1990). O mesmo resultado foi encontrado para *Bromus madritensis* subsp. *Rubens* (L.) Duvin que é uma gramínea anual exótica (origem: Mediterrâneo) que ocorre em áreas de deserto no Sul e Sudeste dos Estados Unidos (SALO, 2004). Sua produtividade (produção de sementes e biomassa) também está positivamente correlacionada com a precipitação. Diante disto, um aumento na precipitação resulta no aumento da produção de sementes que, conseqüentemente, são lançadas no solo. Para este estudo foi observado que no ano seguinte, estas sementes germinaram e ocorreu elevação da produção de biomassa. Chuvas erráticas antes do período úmido causam germinação de sementes. No entanto, uma seca subsequente, causa mortalidade dos indivíduos antes da fase reprodutiva e reduz a produção de sementes (SALO, 2004).

COATES *et al.* (2006) observaram que a herbácea *Prosophyllum correctum* D.L Jones, não possui o aumento de sua população correlacionado positivamente com os totais de chuva. O crescimento desta população está mais relacionado ao regime do fogo. Segundo os autores supracitados, a precipitação favorece um aumento na biomassa das gramíneas dominantes. Em consequência, ocorre uma redução na emergência de plântulas de *P. correctum* por competição. Os autores comentam que a taxa de crescimento populacional pode estar subestimada devido às dificuldades na identificação das plântulas de *P. correctum* no campo. Por outro lado, a mortalidade pode estar superestimada, uma vez que alguns indivíduos permanecem como tubérculos abaixo do solo, após a ocorrência do fogo.

Em áreas de dunas o aumento das populações herbáceas também está relacionado à precipitação, mas outros aspectos ambientais estar atuando neste aumento para algumas espécies (WANG, 2005; CASTELLANI *et al.*, 2001; COSTA *et al.*, 1988).

De uma maneira geral, os processos bióticos que influenciam o recrutamento de plântulas (natalidade) são: a produção de sementes viáveis, a dispersão destas sementes e a disponibilidade de recursos no solo (varia de acordo com o clima local e a textura do solo) que favoreçam a germinação e o estabelecimento das plantas.

No que tange a redução (mortalidade) de indivíduos herbáceos para ambientes secos pode-se dizer que os fatores que mais atuam são: competição (PRICE e MORGAN, 2007), fechamento do ciclo reprodutivo (CASTELLANI *et al.*, 2001; COSTA *et al.*, 1988) e redução dos índices pluviométricos (SILVA *et al.*, 2008; ANDRADE *et al.*, 2007; SANTOS *et al.*, 2007). Em ambientes úmidos, tem-se como exemplo o trabalho de NORDBAKKEN *et al.*, 2004 no sudeste da Noruega, Europa. Os autores verificaram que a mortalidade registrada para as populações de *Drosera anglica* Huds. e *D. rotundifolia* L., durante o período chuvoso, podem ser justificadas de duas formas: 1. Competição interespecífica entre os indivíduos de *Drosera* spp. e os indivíduos de *Sphagnum* spp (briófito) por água e nutrientes; 2. em áreas com elevada densidade de plântulas *Drosera* spp., a mortalidade pode ser uma consequência da competição intraespecífica. Portanto, as populações de *Drosera anglica* Huds. e *D. rotundifolia* L., apresentam mortalidade que segue a um modelo denso-dependente. Já durante o período seco o fator responsável pela mortalidade das populações é o estresse hídrico.

Outros trabalhos em ambientes úmidos apontam o modelo de mortalidade denso-dependente como um dos fatores responsáveis pela diminuição de estabelecimento de plântulas. Um deles é o de SUZUKI *et al.* (2004) que estudaram a mortalidade de *Lysimachia rubida* Koidz., nas Ilhas Bonin (Nordeste do Oceano Pacífico). Estes últimos autores

registraram que no início da estação favorável ao desenvolvimento das plantas, a mortalidade de *Lysimachia rubida* Koidz foi justificada pelo modelo denso-dependente. Além disso, observaram que existe uma influência interativa das variações na disponibilidade de água e nas condições de estabelecimento das plantas desta espécie e que esta interação pode explicar parte da mortalidade. Logo, em um determinado momento do tempo (final da estação favorável) a mortalidade da população de *Lysimachia rubida* Koidz segue um modelo denso independente.

Os fatores que estão envolvidos com a mortalidade são senescência, distúrbios ou limitação de recursos (PETERS, 2002). Além dos fatores bióticos, tais como, herbivoria (LEIMU e LEHTILA, 2006; HANLEY, 1998), predação de sementes pós-dispersão e o ataque por patógenos, que geram interações negativas e resultam na redução do tamanho das populações (SILVEIRA et al., 2005; ARAÚJO e FERRAZ, 2003).

Além disso, a constante degradação e conseqüente fragmentação ambiental devido à pressão de uso das plantas pela população humana fazem com que apareçam diferentes condições de estabelecimento para as plantas. Essas modificações proporcionam alterações ambientais e climáticas, podendo desencadear mudanças na estrutura das populações (TEWS et al., 2006). Seguindo esta idéia, existem estudos voltados à dinâmica de espécies estabelecidas em áreas antropizadas.

### ***Dinâmica populacional de espécies herbáceas em áreas antropizadas***

A regeneração florestal em áreas desmatadas se caracteriza por uma gradual substituição de espécies e aumento da riqueza ao longo do tempo, em função das diversas condições ambientais que vão se estabelecendo nas quais diferentes espécies melhor se adaptam, ocorrendo mudanças estruturais nessas comunidades (RICKLEFS, 2010; FERGUSON, 2003; LEITÃO-FILHO et al., 1998). Fato este comprovado por Maraschin-Silva et al., 2009 em um remanescente de floresta Atlântica, onde os autores estudando duas áreas de floresta secundária (capoeira) em regeneração, com cinco e vinte anos de abandono encontraram diferenças na diversidade e estrutura do componente herbáceo-arbustivo. Na capoeira de 5 anos foi encontrada uma diversidade 15% maior do que a de 20 anos, embora as parcelas da capoeira 20 anos apresentassem maior número de arbustos e árvores (30%), refletindo as condições de sombreamento e de fertilidade dos solos encontradas em cada área. Segundo os autores, as diferenças observadas no componente herbáceo-subarbustivo mostraram-se em parte relacionadas ao tempo de abandono das capoeiras e,



consequentemente, ao avanço da regeneração florestal, ao tipo de uso pretérito e condições edáficas e à vegetação adjacente, que atua como fonte de propágulos

Apesar de serem conhecidas como facilitadoras na regeneração de áreas devido ao fato de proporcionarem melhores condições de estabelecimento para espécies de maior porte, por sombrearem o solo e fazer com que o mesmo retenha uma maior quantidade de água bem como perder menos água para o meio, não se conhece muito sobre a estrutura de espécies herbáceas em áreas de cultivo abandonada, onde a regeneração ocorre naturalmente. Um dos estudos sobre espécies herbáceas em áreas de pós-agricultura em regeneração é o de Singleton et al., (2001), que estudaram o componente herbáceo de dois tipos de floresta nos Estados Unidos, onde uma seria floresta de pós-agricultura abandonada e a outra uma floresta antiga dita mais madura. De maneira geral os autores constataram que mesmo com o passar de setenta anos, a floresta de pós-agricultura possui uma menor diversidade e riqueza de espécies quanto comparada a floresta antiga. Na floresta de pós-agricultura foram encontradas algumas espécies diferentes das existentes na floresta antiga, embora estatisticamente os autores não puderam afirmar à existência de espécies raras ou abundantes na floresta de pós-agricultura. O aumento da distância com a floresta mais antiga não é o único fator influente na abundância das espécies herbáceas na floresta de pós-agricultura, segundo os autores diferenças sutis nas propriedades e topografia do solo, reprodução sexual pouco frequente, produção de poucas sementes, altas taxas de mortalidade dos indivíduos enquanto plântula e formação de microhabitats específicos são condições bióticas e abióticas distintas das que as espécies herbáceas encontram caso estivessem estabelecidas em áreas não perturbadas e que possuem forte influência no estabelecimento das espécies.

Se trabalhos relacionados a espécies herbáceas em áreas antropizadas são escassos, o déficit aumenta ainda mais quando este assunto está atrelado às florestas secas. As florestas tropicais secas têm sido bastante modificadas pela ação antrópica e o acelerado processo de desmatamento nessas áreas podem levar a formação de fragmentos isolados destruindo muitos dos microhabitats, contribuindo com o aumento do número de espécies endêmicas ameaçadas de extinção local (SAMPAIO et al., 2002). Como exemplo, temos a Caatinga brasileira. No entanto, os estudos sobre regeneração da Caatinga não seguem na mesma velocidade em que ocorre a sua redução. Apenas 3% dos estudos sobre recuperação de áreas degradadas foram realizados em floresta tropical seca. A maioria desses trabalhos (91%) está concentrada em florestas tropicais úmidas e sub-úmidas. Os outros 6% estão concentrados em outros tipos de vegetação (MELI, 2003) e estudos específicos sobre o papel do componente herbáceo na regeneração de áreas antropizadas da Caatinga até o momento foi realizado

apenas por Lima (2011) onde a autora analisou a influência das espécies herbáceas no desenvolvimento de plântulas de espécies lenhosas tanto em áreas preservada quanto antropizadas. Através deste trabalho a autora constatou que as populações herbáceas influenciaram o recrutamento, a mortalidade e a sobrevivência das plântulas lenhosas, aparentemente competindo na área antropizada e facilitando na área preservada.

Como se pôde ver nos poucos trabalhos encontrados, os indivíduos que se estabelecem nas áreas perturbadas experimentam condições ambientais distintas das encontradas na área preservada. Além do mais, essas alterações proporcionam a formação de novos microhabitates, que por sua vez atuam como facilitadores ou fator limitante para o estabelecimento e desenvolvimento das plantas (ANDRADE et al., 2007; REIS et al., 2006).

### ***A influência dos microhabitates nas espécies vegetais***

Muitos trabalhos abordam a forma que os microhabitates influenciam as plantas. A existência de diversos microsítios em uma determinada área pode proporcionar tanto o aumento da riqueza florística quanto atuar como condição limitante para o estabelecimento de outras espécies (ARAÚJO et al., 2005a; TITUS e TSUYUZAKI, 2003; BROOKS, 1999; AGUILERA & LAUENROTH, 1995; ROY & SINGH, 1994).

Os vários tipos de microhabitates encontrados nos trabalhos estão atrelados ao tipo de ambiente que eles estão inseridos, Brooks (1999) estudando uma área de deserto estabeleceu como microhabitates os diferentes níveis de nutrientes encontrados no solo e avaliou o poder de dominância e riqueza de espécies de gramíneas exóticas (*Bromus trinii*, *Bromus rubens* e *Schismus* spp) sob esses microhabitates. A maior riqueza e dominância foram observadas nos microhabitates com maior nível de nutrientes, as espécies de *Bromus* foram dominantes neste microhabitat durante os dois anos do trabalho.

Uma pesquisa realizada na Índia, onde foram considerados dois tipos de microhabitates: áreas de planície e de vale, os autores avaliaram se a disponibilidade de nutrientes nos diferentes microhabitates alteraria a quantidade de biomassa das espécies herbáceas. Foi verificado que nas valas onde ocorria uma maior deposição de serrapilheira e conseqüentemente proporcionava uma maior disponibilidade de nutrientes, houve um aumento da biomassa herbácea (ROY e SINGH, 1994).

A erva *Bouteloua gracilis* (Poaceae) foi estudada durante dois anos no semiárido americano, os autores estabeleceram a seguinte situação amostral na área de estudo (no primeiro ano): parcelas controle (rega sem herbicida) e parcelas que receberam rega com

herbicida e cada uma dessas parcelas ainda era subdividida em dois microsítios: áreas com solo nu e áreas com cobertura vegetal. Os autores registraram um maior número de emergência nas parcelas controles no microhabitat de solo nu. Já no segundo ano do estudo, foram mantidas essas parcelas e acrescentadas outras, essas outras foram parcelas sombreadas e parcelas que recebiam poda semanal. No geral, os microsítios de solo nu apresentaram no final do estudo um maior número de plântulas do que nos microsítios com plântulas (AGUILERA e LAUENROTH, 1995).

No Japão, Titus e Tsuyuzaki (2003) tiveram como objetivo estudar a relação entre os microsítios e o estabelecimento de plantas herbáceas numa paisagem vulcânica recém formada. Após a área ser devastada pelas lavas do vulcão, o local foi dividido em vários microsítios podendo esses ser de origem abiótica ou biótica: Abióticos (Perto da rocha, rocha, riacho, fendas fundas e fendas rasas) e Bióticos (manchas de *Campanulas*, moitas de *Carex*, manchas de *Gautheria*, manchas de *Penstemon*, manchas de *Polygonum* e manchas de *Salix*). Foi visto que as maiores densidades foram encontradas no microhabitat abiótico “perto da rocha”, nos microhabitates bióticos os indivíduos apresentaram-se distribuídos mais uniformemente.

Microhabitates formados por terrenos com diferentes composições de solo, são citados nos trabalhos de Araújo et al. (2005a), Reis et al. (2006), Andrade et al. (2007), Santos et al. (2007) e Silva (2009), os autores estudando uma área semiárida do Brasil, inserida na Caatinga observaram a existência de três microhabitates, sendo eles: microhabitat plano, caracterizado por áreas de solo bem formado sem maiores depressões, microhabitat rochoso, que seriam locais com afloramentos rochosos que ocorriam como manchas dentro do microhabitat plano e microhabitat ciliar correspondente a uma faixa de terreno com leve inclinação e uma distância de até 5 metros do riacho Olaria. Os autores supracitados concluíram que a heterogeneidade de condições de estabelecimento das plantas (microhabitates) pode limitar a ocorrência e o tamanho das populações, e em alguns casos certas espécies podem apresentar preferências por determinadas condições de microhabitates. Conseqüentemente, cada tipo de microhabitat exerce de forma diferenciada influencia sobre o desenvolvimento das plantas, ver mais detalhes na tabela 1.

Dentre os diversos trabalhos que abordam os tipos de microhabitates e a forma que as espécies vegetais se adaptam a cada um deles, existem os que têm seu enfoque voltado para os microhabitates que diferenciam o ambiente em relação às condições de luminosidade, ou seja, as diferentes condições de luz que podem existir em uma única área.

As áreas naturais que têm sua cobertura vegetal removida estão sujeitas a ter seu microclima alterado, pois o solo ficará exposto à luz e grandes clareiras serão formadas. E mesmo estando sujeitas a variações de luz no ambiente natural, usualmente encontrada sob o dossel, as espécies vegetais possuem seu limite de tolerância à luz e quando em alguns casos esse limite é ultrapassado observam-se alterações no ciclo de vida do vegetal. Com isso, muitos trabalhos sobre a influência de diferentes condições de luz na dinâmica de populações herbáceas estão sendo realizados em diferentes partes do planeta (ver tabela 2).

Crozier e Boerner (1984) analisaram o papel do dossel das árvores na formação e manutenção de diferentes microhabitats sob o componente herbáceo. Foram estabelecidas 54 parcelas circulares dispostas abaixo do dossel das árvores e em locais distantes da influência do dossel. Em um subconjunto dessas parcelas foram medidas a umidade e níveis de nutrientes do solo, profundidade da serrapilheira e intensidade da luz. De maneira geral as espécies apresentaram abundância semelhante abaixo do dossel das árvores e à distância das árvores, apresentando preferência de ocupação abaixo do dossel de espécies arbóreas específicas devido à maior concentração de íons de cálcio e um pH um pouco mais baixo do encontrado nesses locais de maior concentração nas proximidades desses indivíduos lenhosos. Os autores concluíram que a manutenção dos solos atrelada à heterogeneidade espacial e as diferentes espécies de árvores formando o dossel das florestas, podem ser importantes na manutenção da diversidade do componente herbáceo.

O trabalho realizado por Gomez-Aparicio et al. (2005) na Espanha (ambiente seco), encontrou resultados diferentes do trabalho de Crozier e Boerner (1984). Analisando a emergência e o estabelecimento de plântulas sob três tipos de microhabitats (dossel de árvores, dossel de arbustos e áreas abertas), verificou-se que a emergência das plântulas era maior sob o dossel das árvores e arbustos e as espécies estabelecidas nas áreas abertas apresentaram uma menor emergência e sobrevivência dos indivíduos. Sendo visto que as espécies estabelecidas abaixo do dossel tanto de árvores quanto de arbustos apresentaram um melhor crescimento.

Para avaliar a plasticidade fenotípica expressa como resposta a fatores bióticos e abióticos, Kostrakiewicz (2009) estudou a espécie *Trollius europaeus* L. sob condições ambientais sombreadas e não sombreadas. O autor verificou que a espécie, quando encontrada sob sombra, apresenta características morfológicas diferentes de quando encontrada sob condição de não-sombra. As características morfológicas modificadas (indivíduos mais altos, maior número de flores por broto e presença de pecíolos mais longos que a média) são estratégias da espécie para uma boa adaptação à condição em que ela se encontra. Devido a

plasticidade observada, o autor concluiu que *Trollius europaeus* poderia se adaptar a novas condições ambientais.

O efeito positivo da cobertura do dossel arbóreo na produção do estrato herbáceo é geralmente associado com savanas abertas, onde a densidade de árvores é baixa, e com zonas mais áridas onde a água é o principal fator limitante na produção primária (GROUZIS e AKPO, 1997). No entanto, alguns estudos contradizem essa interação positiva e apontam que as árvores têm um impacto negativo no estrato herbáceo em termos de diversidade e biomassa produzida (MORDELET e MENAUT, 1995; KESSLER, 1992).

Vários estudos sugerem que nas savanas a sombra das árvores aumenta a produtividade do sub-bosque herbáceo em virtude da redução de temperatura e evapotranspiração. Isto foi atribuído à adaptação fisiológica à sombra de espécies de plantas particular, que consiste na sua capacidade de reduzir suas aberturas estomáticas e conservar a umidade em baixos níveis de luz (AMUNDSON et al., 1995).

Belsky (1994) não conseguiu estabelecer claramente se o microclima ou enriquecimento de nutrientes no solo foi responsável pelo aumento da produtividade das ervas sob as árvores, entretanto se a condutância estomática é o principal responsável pelo aumento de produtividade em locais abertos, é de se esperar que as culturas agrícolas (especialmente culturas de plantas C<sub>4</sub>) que são geralmente adaptados às condições de plena luz, não poderiam beneficiar-se significativamente a partir de locais com intensidade de luz reduzida. Por sua vez, níveis mais elevados de nutrientes do solo pode ser a vantagem dominante de espécies vegetais para produção agrícola.

Em um experimento realizado na recuperação de áreas degradadas em Etbaica, na Etiópia, observou-se que o crescimento e o estabelecimento de plântulas de Acácia, introduzida em meio a uma população da gramínea *Hypparrhenia hirta* (L.) Stapf., foram severamente comprometidos (FETENE, 2003).

O aumento da produção do estrato herbáceo sob copas de árvores pode ser também devido a uma resposta adaptativa de algumas espécies herbáceas sob condições de dossel. Grouzis et al. (1991) demonstraram que gramíneas em áreas sombreadas apresentaram características ecofisiológicas específicas, como por exemplo, maior condutância estomática foliar, elevado potencial hídrico e aumento da biomassa na sombra relacionado à capacidade de otimização na utilização da luz de menor intensidade.

Um estudo experimental foi realizado por Grouzis & Akpo (1997) em um complexo sistema ecológico da região semiárida do Sahel, no Senegal, para avaliar os efeitos da cobertura florestal na fitomassa aérea e subterrânea do estrato herbáceo, onde os resultados

mostraram que a produção aérea foi de 1,5 a 4 vezes maior e que a fitomassa das raízes foi de cerca de duas vezes maior sob a copa das árvores. Esse aumento de produtividade da camada herbácea foi atribuído às melhores condições climáticas e maior fertilidade do solo nas zonas de copa.

De acordo com Riginos et al. (2009), os estudos dos efeitos que a cobertura das árvores tem sobre o estrato herbáceo têm-se centrado em duas diferentes escalas espaciais. Na escala individual, vários estudos têm demonstrado efeitos líquidos positivos nas concentrações de nutrientes e no aumento da biomassa das ervas. Na escala da paisagem, outros estudos têm mostrado os efeitos negativos da alta densidade de árvores sobre a produtividade das ervas. Os autores realizaram um estudo examinando os efeitos das árvores sobre gramíneas em ambas as escalas espaciais, onde foram quantificados a biomassa das ervas, a composição de espécies e a concentração de nutrientes nesses diferentes contextos em uma área de savana em Laikipia, no Quênia. Eles concluíram que poucas árvores isoladas podem ter efeitos positivos sobre as populações locais de gramíneas, mas em áreas de alta densidade de árvores os efeitos negativos à escala da paisagem podem ser superiores a estes efeitos positivos. Para os pesquisadores muitos sistemas de savanas do mundo todo estão sofrendo marcante aumento da densidade e cobertura de espécies lenhosas, enquanto outros (principalmente na África) estão experimentando quedas na densidade arbórea. Assim sendo, as tentativas de prever e minimizar as consequências dessas mudanças nesses ecossistemas dependerá da nossa compreensão acerca das interações locais também em escala individual e não somente à escala da paisagem.

Zhang et al. (2006) ao examinarem os efeitos da camada arbórea sobre o padrão espacial e as características morfológicas de comunidades do estrato herbáceo na região de Ningxia Hui, China, constataram que a camada herbácea sofre alterações em seus padrões espaciais e nas suas características morfológicas não apenas pelo sombreamento do dossel, mas também por outras causas, como padrões de distribuição das raízes. Fuller (1999), no entanto, ao estudar a fenologia de algumas espécies em áreas de savana da Zâmbia, constatou que o sombreamento proporcionado pelas copas das árvores e a serrapilheira proveniente da queda das folhas das árvores na estação seca possibilitava uma interação positiva que favorecia o crescimento das ervas., por disponibilizar maior quantidade de nutrientes e por evitar a perda excessiva de água.

São poucos os estudos específicos sobre o efeito do sombreamento natural da cobertura arbórea sobre o componente herbáceo na literatura brasileira e os atualmente descritos tratam apenas da interação entre árvores e algumas espécies herbáceas (gramíneas)

em áreas sub-úmidas. Paciullo et al. (2008) avaliaram o crescimento de folhas e colmos, assim como as taxas de acúmulo de matéria seca da *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, cultivada em ambiente de luminosidade reduzida por árvores (sistema silvipastoril) e em condições de radiação solar plena no município de Coronel Pacheco, MG. Neste trabalho os autores observaram que o sombreamento eleva as taxas de alongamento e de acúmulo de matéria seca de folhas e colmos, assim como o comprimento final das lâminas foliares. Trabalhos desse tipo para áreas semiáridas da Caatinga são inexistentes, mas necessários para o entendimento dos aspectos ecofisiológicos da interação entre árvores e ervas.

Estudos sobre o efeito do sombreamento natural que as espécies arbóreas e arbustivas exercem na estrutura e dinâmica das espécies herbáceas são raros e, geralmente, apenas algumas observações à respeito deste tipo de interação são citados em trabalhos específicos sobre florística, fitossociologia e fenologia destes estratos na Caatinga (SILVA et al, 2009; FULLER, 1999).

Feitoza (2004), ao estudar o efeito do sombreamento sobre na interação entre plantas arbórea/arbustivas e herbáceas, concluiu que na área não sombreada pelas plantas lenhosas a vegetação apresentava uma fisionomia da Caatinga herbácea aberta, de aglomerados de lenhosas, arbustivo/arbóreas, entremeados de grandes espaços apenas cobertos por ervas, mostrando que o manto herbáceo da Caatinga é exigente quanto à presença da luz.

Silva et al. (2009) observaram que trechos não sombreados apresentavam populações herbáceas mais numerosas, conferindo maior recobrimento ao solo.

### 3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUILERA, M. and LAUENROTH, K. W. Influence of gap disturbances and type of microsites on seedling establishment in *Bouteloua gracilis*. **Journal of Ecology**, v. 83, p. 87-97, 1995.

AMORIM, I. L.; SAMPAIO, E. V. S. B.; ARAÚJO, E. L. . Fenologia de Espécies Lenhosas da Caatinga do Seridó, RN. **Revista Árvore**, v. 33, p. 491-499, 2009.

AMUNDSON, R. G.; AL, A. R.; BELSKY, A. J. Stomatal responsiveness to changing light intensity increases rain-use efficiency of below-crown vegetation in tropical savannas. **Journal of Arid Environments**, v. 29, p. 159-153, 1995.

ANDRADE, J. R. et al. Estudo populacional de *Panicum trichoides* Swart. (Poaceae) em uma área de Caatinga em Caruaru, Pernambuco. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, p. 858-860, 2007.

ANDRADE, L. A. et al. Análise da cobertura de duas fitofisionomias de Caatinga, com diferentes históricos de uso, no Município de São João do Cariri, Estado da Paraíba. **Cerne, Lavras**, v. 11, p. 253-262, 2005.

ANDRADE, L. A. et al. Análise da vegetação sucessional em campos abandonados no agreste paraibano. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 2, p. 135-142, 2007.

ARAÚJO, E. L.; SILVA, S. I.; FERRAZ, E. M. N. Herbáceas da Caatinga de Pernambuco. In: SECTMA; J.M. SILVA; M. TABARELLI (Org.) **Diagnóstico da biodiversidade do estado de Pernambuco**. Recife, p. 183-206, 2002.

ARAÚJO, E. L. et al. Diversidade de herbáceas em microhabitats rochoso, plano e ciliar em uma área de Caatinga, Caruaru- PE. **Acta Botânica Brasílica**, v. 19, p. 285-294, 2005a.

ARAÚJO E. L. et al. Diversidade de herbáceas em microhabitats rochoso, plano e ciliar em uma área de Caatinga, Caruaru-PE. **Acta Botânica Brasilica**, v. 19, p. 285-294, 2005b.

ARAÚJO, E. L.; FERRAZ, E. M. N. Processos ecológicos mantenedores da diversidade vegetal na Caatinga: estado atual do conhecimento. In: CLAUDINO SALES, V. (Org.) **Ecosistemas brasileiros: manejo e conservação**. Fortaleza: Expressão Gráfica. 2003.

BELSKY, A. J. Influences of trees on savanna productivity: Tests of shade, nutrients, and tree-grass competition. **Journal of Ecology**, v. 75, p. 922-932. 1994.

BELSKY, A. J. Tree/grass ratios in East African savannas: a comparison of existing models. **Journal of Biogeography**, v. 17, p. 483-489, 1990.

BROOKS, M. L. Habitat invasibility and dominance by alien annual plants in the western Mojave Desert. **Biological Invasions**, v. 1, p.325–337, 1999.

CASTELLANI, T. T.; SCHERER, K. Z.; PAULA, G. S. Population ecology of *Paepalantus polyanthus* (Bong.) Kunth: demography and life history of a sand dune monocarpic plant. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 123-134, 2001.



CASTELLETTI, C. H. M. et al. Quanto ainda resta da Caatinga? Uma estimativa preliminar. In: LEAL, I.R.; TABARELLI, M.; SILVA, J.M.C. (Eds.) **Ecologia e Conservação da Caatinga**. Recife: Ed. Universitária da UFPE. 2003. p.719-734.

COATES, F.; LUNT, I. D.; TREMBLAY, R. L. Effects of disturbance on population dynamics of the threatened orchid *Prasophyllum correctum* D.L.Jones and implication for grassland management in south-eastern Austrlia. **Biological Conservation**, v. 29, p. 59-69, 2006.

COSTA, C. S. B.; SEELIGER, U.; CORDAZZO, C. V. Distribution and phenology of *Andropogon arenarius* Hackel on coastal dunes of Rio Grande do Sul, Brazil. **Revista Brasileira de biologia**, v. 48, p. 527-536, 1988.

COSTA, R. C.; ARAÚJO, F.S.; LIMA-VERDE, L. W. Flora and life-form spectrum in an area of deciduous thorn woodland (Caatinga) in northeastern Brazil. **Journal of Arid Environments**, v. 68, p. 237-247, 2007.

CROZIER, C. R.; BOERNER, R. E. J. Correlations of Understory Herb Distribution Patterns with Microhabitats under Different Tree Species in a Mixed Mesophytic Forest. **Oecologia**, v. 62, n. 3, p. 337-343. 1984.

FEITOZA, M. O. M. **Diversidade e caracterização fitossociológica do componente herbáceo em áreas de Caatinga no Nordeste do Brasil**. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, p. 83, 2004.

FEITOZA, M. O. M. et al. Fitossociologia e danos foliares ocorrentes na comunidade herbácea de uma área de Caatinga em Petrolina, PE. In: A.N. MOURA; E.L. ARAÚJO; U.P. ALBUQUERQUE, (Org.) **Biodiversidade, potencial econômico e processos eco-fisiológicos em ecossistemas nordestinos**. v. 1. Recife, Comunigraf, 2008. p. 11-38, 2008.

FERREIRA, A. V.; BRUNA, E. M.; VASCONCELOS, H. L. Seed predator limit plant recruitment in Neotropical Savannas. **Oikos**, v. 120, p. 1013-1022, 2010.

FERGUSON, B. G. et al. Post-agricultural succession in El Péten, Guatemala. **Conservation Biology**, v. 17, p. 818-828, 2003.

FETENE, W. Intra- and inter-specific competition between seedlings of *Acacia etbaica* and a perennial grass (*Hypparrhenia hirta*). **Journal of Arid Environments**, v. 55, n. 3, p. 441-451. 2003.

FULLER, D. O. Canopy phenology of some mopane and miombo woodlands in eastern Zambia. **Global Ecology and Biogeography**, v. 8, p. 199-209, 1999.

GÓMEZ-APARICIO, L.; GÓMEZ, J. M.; ZAMORA, R. Microhabitats shift rank in suitability for seedling establishment depending on habitat type and climate. **Journal of Ecology**, v. 93, p. 1194-1202. 2005.

GROUZIS, M.; NIZINSKI, J.; FOURNIER, C. L'arbre et l'herbe du Sahel. Poster, **IV<sup>e</sup> Congrès International des Terres de Parcours**, Montpellier, France. 1991.

GROUZIS, M.; AKPO, L. E. Influence of tree cover on herbaceous layer above and below ground phytomass in Sahelian zone. **Journal of Arid Environment**, v. 35, p. 285-296. 1997.

HANLEY, M. E. Seedling herbivory, community composition and plant life history traits. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, v. 1/2, p.191-205,1998.

KESSLER, J. J. The influence of karité (*Vitellaria paradoxa*) and néré (*Parkia biglobosa*) trees on sorghum production in Burkina Faso. **Agroforestry Systems**, v. 17, n. 2, p. 97-118. 1992.

KOSTRAKIEWICS, K. The influence of shadow created by adjacent plants on phenotypic plasticity of endangered species *Trollius europaeus* L (RANUNCULACAE). *Polish Journal of Ecology* 57-4: 625-634. 2009.

KOLB, A.; LEIMU, R.; EHRLÉN, J. Environmental context influences the outcome of a plant-seed predator interaction. **Oikos**, v. 116, p. 864-872, 2007.

LEIMU, R.; LEHTILA, K. Effects of two type of herbivores on the population dynamics of a perennial herb. **Basic and applied ecology**, v. 7, p. 224-235, 2006.

LEITÃO-FILHO, H. F. et al. Vegetação florestal remanescente: inventários, caracterização, manejo e recuperação nas bacias dos rios Piracicaba e Capivari. In: NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISAS AMBIENTAIS (Ed.) Qualidade ambiental e desenvolvimento regional nas bacias do Rio Piracicaba e Capivari. Campinas: NEPAM. (Cadernos, n.7). 1998.

LIMA, E. N. et al. Fenologia e dinâmica de duas populações herbáceas da Caatinga. **Revista de Geografia**. Recife. v. 24, p. 124-141, 2007.

LIMA, E. N. et al. Influência da sazonalidade na fenologia e na dinâmica populacional da espécie *Euphorbia insulana* Vell. (Euphorbiaceae) em uma área de Caatinga, Pernambuco, Brasil. In: ALBUQUERQUE, U. P.; MOURA, A. N. & ARAÚJO, E. L. (Orgs). **Biodiversidade, potencial econômico e processos eco-fisiológicos em ecossistemas nordestinos**. V. 2. Bauru, SP. Canal 6. 2010.

MACHADO, I. S.; SANTOS, L. M.; SAMPAIO, E. V. S. B. Phenology of Caatinga species at Serra Talhada, PE, northeastern Brazil. **Biotropica**, v. 29, p. 57-68. 1997.

MARASCHIN-SILVA, F.; SCHERER, A.; BAPTISTA, L. R. M. Diversidade e estrutura do componente herbáceo-subarbustivo em vegetação secundária de Floresta Atlântica no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**. Porto Alegre, v. 7, n. 1, p. 53-65. 2009

MELI, P. Restauración ecológica de bosques tropicales. Veinte años de investigación académica. **Interciencia**, v.28, p.581–589, 2003.

MORDELET, P.; MENAUT, J. C. Influence of trees on above-ground production dynamics of grasses in a humid savanna. **Journal Vegetable Science**, v. 6, p. 223-228. 1995.

NIPPERT, J. B.; KNAPP, A. K.; BRIGGS, J. M. Intra-annual rainfall variability and grassland productivity: can the past predict the future? **Plant Ecology**, v. 184, p. 65-74, 2006.

NORDBAKKEN, J. F.; RYDGREN, K.; OKLAND, R. H. Demography and population dynamics of *Drosera anglica* and *D. rotundifolia*. **Journal of Ecology**, v. 92, p. 110-121, 2004.

PACIULLO, D. S. C. et al. Crescimento de capim-braquiária influenciado pelo grau de sombreamento e pela estação do ano. **Pesquisa agropecuária brasileira, Brasília**, v.43, n.7, p.917-923, 2008.

PETERS, D. P. C. Plant species dominance at a grassland – Shrubland ECOTONE: an individual – based gap dynamics model species woody. **Ecological modelling**, v. 152, p. 5-32, 2002.

- PRICE, J. N.; MORGAN, J. W. Vegetation dynamics following resource manipulation in herb-rich woodland. **Plant Ecology**, v. 188, p. 29-37, 2007.
- REIS, A. M. S. et al. Variações interanuais na florística e fitossociologia do componente herbáceo de uma área de Caatinga, Pernambuco, Brazil. **Acta Botânica Brasílica**, v. 29, n. 3, p. 497-508, 2006.
- RICKLEFS, R. E. **A economia da natureza**. 6ª edição: Guanabara koogan, 2010. 570p.
- RIGINOS, C. et al. Local versus Landscape- Scale Effects of Savanna Trees on Grasses. **Journal of Ecology**, v. 97, p. 1337–1345. 2009.
- ROY, S.; SINGH, J. S. Consequences of habitat heterogeneity for availability of nutrients in a dry tropical forest. **Journal of Ecology**, v. 82, p. 503-509, 1994.
- SALO, L. F. Population dynamics of red brome (*Bromus madritensis* subsp. *rubens*): times for concern, opportunities for management. **Journal of Arid Environments**, v. 57, p. 291-296, 2004.
- SAMPAIO, E. V. S. B. et al. Regeneração da vegetação após corte e queima, em Serra Talhada, PE. **Revista Brasileira de Pesquisa Agropecuária**, v.33, p.621 – 632, 1998.
- SAMPAIO, E. V. S. B. Uso das plantas da Caatinga. In: SAMPAIO, E. V. S. B.; GIULIETTI, A. M.; VÍRGINIO, J.; GAMARRA-ROJAS, C. F. L. (Eds) **Vegetação e Santos, J. M. F. F. Diversidade e abundância inter-anual no componente herbáceo...28 Flora da Caatinga, Associação Plantas do Nordeste**. Centro Nordestino de Informação sobre plantas. Recife, PE, 2002, p. 49-90.
- SANTOS, J. M. F. F. et al. Dinâmica populacional de uma espécie herbácea em uma área de floresta tropical seca no Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, p. 855-857, 2007.
- SILVA, K. A. et al. Dinâmica de gramíneas em uma área de Caatinga de Pernambuco-Brasil. In: A.N. MOURA; E.L. ARAÚJO; U.P. ALBUQUERQUE (Org.) **Biodiversidade, potencial econômico e processos eco-fisiológicos em ecossistemas nordestinos**. v. 1. Recife: Comunigraf, 2008a. p. 105-129.
- SILVA, K. A. 2009. Banco de sementes (lenhosas e herbáceas) e dinâmica de quatro

populações herbáceas em uma área de Caatinga em Pernambuco. **Tese (Doutorado em Botânica)** – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, p. 133.

SILVEIRA, A. P. et al. Predação de frutos e germinação de sementes em *Auxemma oncocalyx* (Allemão) Baill. e *Auxemma glazioviana* Taub. (ISBN 8587459201) In: **Estresses ambientais: danos ou benefícios em plantas** (ISBN 8587459201). v. 1. Recife: MXM Gráfica e Editora, 2005, p. 416-432.

SINGLETON, R. et al. Forest herb colonization of postagricultural forests in central New York State, USA. **Journal of Ecology**, v. 89, p. 325-338, 2001.

SUZUKI, Z. O.; KUDOH, H.; KACHI, N. Spatial and temporal variations in mortality of the biennial plant, *Lysimachia rubida*: effects of intraspecific competition and environmental heterogeneity. **Journal of Ecology**, v. 91, p. 114-125, 2004.

TEWS, J. et al. Linking a population model with an ecosystem model: Assessing the impact of land use and climate change on savanna shrub cover dynamics. **Ecological Modelling**, v. 1995, p. 219-228, 2006.

TITUS, J. H.; TSUYUZAKI, S. Distribution of plants in relation to microsites on recent volcanic substrates on Mount Koma, Hokkaido, Japan. **Ecological Research**, v. 18, p. 91–98. 2003.

VILÁ, M. et al. Demography of the Invasive Geophyte *Oxalis pes-caprae* Across a Mediterranean Island. **Annals of Botany**, v. 97, p. 1055-1062, 2006.

YU, S. et al. The effect of microhabitats on vegetation and its relationships with seedlings and soil seed bank in a Mediterranean coastal sand dune community. **Journal of Arid Environments**. v.72, p. 2040-2053, 2008.

WANG, R. Z. Demographic variation and biomass allocation of *Agropyron cristatum* grown on steppe and dune sites in the Hunshandake Desert, North China. **Grass and forage Science**, v. 60, p. 99-102, 2005.

WEPPLER, T.; STÖCKLIN, J. Does pre-dispersal seed predation limit reproduction and population growth in the alpine clonal plant *Geum reptans*? **Plant Ecology**, v. 187, p. 277-287, 2006.

ZHANG, J. J. et al. Recent advances in flower color research of tree peony, **Acta Horticulturae Sintropical**, v. 33, p. 1383–1388. 2006.

Tabela 1. Lista de diversos tipos de microhabitates e sua influência sob as espécies vegetais.

<b>Tipo de Microhabitat</b>	<b>Local do estudo</b>	<b>Clima da área do estudo</b>	<b>Hábito das espécies do estudo</b>	<b>Influência dos microhabitates nas espécies</b>	<b>Referência</b>
Diferentes níveis de nutrientes no solo (alto, médio e baixo)	Estados Unidos	Semiárido	erva	Maior dominância e riqueza das espécies no microhabitat com alto nível de nutriente.	Brooks, 1999
Locais fertilizados e não fertilizados	Estados Unidos	Semiárido	erva	Raízes com crescimento dez vezes maior em microhabitat fertilizado.	Eissenstat e Caldwell, 1988
Diferenças no relevo (planície e vale)	Índia	Tropical seco	erva	Aumento da biomassa herbácea no microhabitat formado pelas valas.	Roy e Singh, 1994
Manchas abertas entre arbustos, bosque de arbustos e trilhas com perturbações antrópicas	Israel	Semiárido	erva e arbusto	Maior riqueza e abundância de espécies no microhabitat representado pelas manchas abertas entre os arbusto.	Yu et al. (2008)
Plano, rochoso e ciliar	Brasil	Tropical seco	erva	Microhabitat rochoso apresentou uma maior densidade e riqueza	Araújo et al. (2005)
Plano, rochoso e ciliar	Brasil	Tropical seco	erva	Microhabitat ciliar formou um grupo mais isolado quanto a florística e estrutura das populações, quando comparado com os demais microhabitates.	Reis et al. (2006)
Parcelas de solo nu, parcelas com cobertura vegetal	Estados Unidos	Semiárido	erva	As parcelas de solo nu apresentaram uma maior emergência de plântulas	Aguilera e Lauenroth, 1995
Abióticos (Perto da rocha, rocha, riacho, fendas fundas e fendas rasas) e Bióticos (manchas de <i>Campanulas</i> , moitas de <i>Carex</i> , manchas de <i>Gautheria</i> , manchas de <i>Penstemon</i> , manchas de <i>Polygonum</i> e manchas de <i>Salix</i> )	Japão	Temperado	erva	Maior densidade no microhabitat abiótico “perto da rocha”, nos microhabitates abióticos os indivíduos apresentaram-se distribuídos mais uniformemente.	Titus e Tsuyuzaki, 2003

Tabela 2. Lista de artigos que abordam a influência das diferentes condições de luminosidade sob as espécies herbáceas.

<b>Clima do local</b>	<b>Influência das diferentes condições de luminosidade sob espécies herbáceas</b>	<b>Referência</b>
Tropical	Maiores densidades nas parcelas sem influência do dossel	Crozier e Boerner (1984)
Mediterrâneo	Maior emergência de plântulas sob dossel das árvores e arbusto, e menor nas áreas abertas. Menor sobrevivência das plântulas nas áreas abertas	Gomez-Aparicio et al. (2005)
Tropical	O sombreamento atrelado ao padrão de distribuição das raízes das árvores alterou a distribuição espacial e as características morfológicas das espécies herbáceas.	Zhang et al. (2006)
Tropical Seco	Áreas mais sombreadas apresentaram impacto negativo no estrato herbáceo em termos de diversidade e biomassa produzida.	Mordelet e Menaut (1995), Kessler (1992)
Semiárido	Impacto favorável sob a copa das árvores na diversidade, fenologia e produtividade. Maior número de nascimentos nas áreas mais sombreadas.	Grouzis e Akpo (1997)
Semiárido	Em áreas sombreadas as gramíneas apresentaram melhor condutância estomática foliar, elevado potencial hídrico e aumento da biomassa.	Grouzis et al. (1991)
Semiárido	O sombreamento causado por árvores isoladas podem ter efeito positivo, já o causado por uma alta densidade de árvores afetam as populações herbáceas de forma negativa.	Riginos et al. (2009)
Semiárido	Maior produtividade de ervas em locais abertos.	Belsky (1994)
Semiárido	O sombreamento favoreceu o crescimento das ervas.	Fuller (1999)
Semiárido (Caatinga)	Populações herbáceas mais numerosas em trechos não sombreados.	Silva et al. (2009)
Semiárido (Caatinga)	O sombreamento provocou alterações na composição florística e estrutura das populações herbáceas e nos trechos não sombreados a presença de um manto herbáceo seco favoreceu a ocorrência de ervas vivas.	Feitoza (2004)



**Artigo a ser enviado ao Periódico Population Ecology**

**Influência de microhabitats na dinâmica populacional de espécies herbáceas em áreas antropizada e preservada no semiárido do Brasil**

Juliana Ramos de Andrade<sup>1</sup>, Kleber Andrade da Silva<sup>2</sup>, Elcida de Lima Araújo<sup>1</sup>

1. Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Departamento de biologia, Área Botânica, Laboratório de Ecologia Vegetal dos Ecossistemas Naturais, 52171-900, Dois Irmãos, Recife, Pernambuco, Brazil.

\*Autor para correspondência: Tel.: +558133206308; fax: +558133206300

email: julirandrade@yahoo.com.br

2. Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Centro Acadêmico de Vitória, Laboratório de Biodiversidade, 55.608-680, Alto do Reservatório, Vitória de Santo Antão, Pernambuco, Brazil.

Número de páginas: 27

Número de figuras: 1

Número da tabelas: 3

## Resumo

Condições de estabelecimento das plantas (água, luz, nutrientes, etc.) em fragmentos preservados diferem das condições encontradas em áreas antrópicas. Em ambientes secos, a cobertura herbácea predomina na re-colonização de áreas desmatadas, podendo funcionar como um bom grupo biológico para avaliar os impactos das mudanças da heterogeneidade de habitats no processo de resiliência de florestas secas. Diante disso, objetivou-se avaliar se a regeneração natural do estrato herbáceo em dois diferia entre áreas preservadas e antropizadas da Caatinga e descrever como isso ocorre. O estudo ocorreu no semiárido brasileiro, onde foram estabelecidas 50 parcelas de 1 m<sup>2</sup> por área, sendo 25 alocadas no microhabitat denominado luz direta e 25 no microhabitat denominado luz difusa. As espécies herbáceas selecionadas para o estudo foram *Delilia biflora* (Asteraceae), *Gomphrena vaga* (Amaranthaceae) e *Pseudabutilon spicatum* (Malvaceae). Houve diferença entre áreas preservada e antrópica e entre microhabitates quanto ao tamanho e sobrevivência apenas para as duas primeiras espécies. A produção de frutos foi maior na área preservada para as três espécies. O estudo conclui que: 1. o efeito da existência de microhabitates com luz direta e luz difusa em áreas preservada e antrópica depende da espécie considerada; 2. as populações sensíveis à variação da intensidade luminosa apresentam diferenças quanto ao número de indivíduos, altura e produção de frutos das plantas; 3. a resiliência de áreas antrópicas de ambientes semiáridos pode ser caracterizada pela existência de heterogeneidade espacial quanto a emergência e sobrevivência de plântulas herbáceas, sugerindo que a regeneração de áreas antrópicas possa ocorrer por manchas.

Palavras chave: demografia, agricultura abandonada, microsítio, sombreamento, erva

## Introdução

A maioria dos habitats terrestres encontra-se alterado e fragmentado devido às atividades humanas e a pressão de uso das plantas (Castelletti et al. 2003). Muitas áreas, após utilização, são abandonadas e se regeneram naturalmente (Andrade et al. 2007; Andrade et al. 2005; Sampaio 1998). Contudo, as condições de estabelecimento da planta divergem das condições das áreas preservadas porque as modificações de origem antropogênica proporcionam alterações microclimáticas, podendo desencadear mudanças na estrutura das populações (Tews et al. 2006). Áreas antropizadas apresentam condições microclimáticas (como disponibilidade de luz, disponibilidade de água, temperatura, etc) distintas das encontradas na área preservada, pois a remoção da cobertura vegetal faz com que o microclima local seja alterado e a influência de alguns fatores bióticos e abióticos tornem-se mais intensas quando comparadas a habitats preservados (Kostrakiewicz 2009; Andrade et al. 2007; Tews et al. 2006; Ferguson 2003; Crozier e Boerner 1984).

Essas alterações proporcionam a formação de novos microhabitats, como: áreas abertas expostas à luz solar, solos com maior ou menor capacidade de retenção de água ou com diferenciação na disponibilidade de nutrientes de acordo com estudos realizados (Gómez-Aparicio et al. 2005; Titus e Tsuyuzaki 2003; Brooks 1999). A existência de diversos microhabitats em uma determinada área por um lado pode proporcionar aumento da riqueza florística, mas por outro pode influenciar a dinâmica das populações, facilitando ou limitando o estabelecimento de outras espécies e a produtividade de frutos e sementes (Yu et al. 2008; Andrade et al. 2007, Reis et al. 2006; Araújo et al. 2005a; Singleton et al. 2001; Brooks 1999).

Alguns estudos sugerem que em ambientes semiáridos considerados preservados apresentam sombra das árvores, as quais disponibilizam uma condição diferenciada de microhabitats que favorece a produtividade do sub-bosque herbáceo, em virtude da redução de temperatura e evapotranspiração. Por exemplo, Grouzis e Akpo 1997 na região semiárida do Sahel, no Senegal, avaliaram os efeitos da cobertura florestal na fitomassa aérea e subterrânea do estrato herbáceo e constataram que a produção aérea foi de 1,5 a 4 vezes maior e que a fitomassa das raízes foi de cerca de duas vezes maior sob a copa das árvores. Esse aumento de produtividade das espécies herbáceas foi atribuído às melhores condições climáticas e maior fertilidade do solo abaixo das copas das árvores.

Diante das evidências, este estudo admite que os microhabitats tenham influência significativa na dinâmica das populações herbáceas, mas a forma da influência depende do *status* de conservação do habitat e propõe testar se: 1- a dinâmica populacional, considerando densidade, número de indivíduos nascidos, número de indivíduos mortos, altura dos indivíduos e produção de frutos de plantas herbáceas difere entre áreas preservada e antropizada; 2 - a dinâmica de populações herbáceas em diferentes microhabitats (trechos expostos a luz direta e a luz difusa) difere entre áreas preservada e antropizada e descrever como isso ocorre.

## Material e métodos

### Caracterização da área de estudo

O estudo foi realizado na região semiárida do Brasil (Caatinga), em áreas preservada e antropizada localizadas no agreste do estado de Pernambuco, no Instituto Agronômico de Pernambuco – IPA (Estação Experimental José Nilson de Melo), município de Caruaru (8°14'18"S, e 35°55'20"W, 537m de altitude). O clima é semiárido do tipo BSh de Köppen (Köppen 1948), com precipitação média anual de 710mm, concentradas entre março e agosto e temperatura média de 22,7 °C. Apesar da sazonalidade climática ser bem definida, podem ocorrer eventuais chuvas na estação seca bem como veranicos na estação chuvosa, ou até mesmo antecipações e/ou retardo no início de cada estação, como aconteceu no período deste trabalho, onde a estação chuvosa de 2011 teve início logo no mês de janeiro. Desta forma, a estação chuvosa compreendida nesta pesquisa abrangeu oito meses. A forte sazonalidade climática determina a deciduidade da flora lenhosa durante a estação seca e maior visibilidade das ervas na estação chuvosa. A distribuição das chuvas durante o período monitorado, mensurada na própria Estação Experimental, encontra-se na Fig. 1.

A área do IPA era composta inicialmente por uma única área de vegetação natural de Caatinga ocupando cerca de 190 hectares, que após a realização de pesquisas voltadas para agricultura e pecuária foi reduzida a 20 hectares. Há cerca de 50 anos, um fragmento desta área vem sendo preservado quanto a ações antrópicas. Segundo o levantamento florístico de Alcoforado-Filho et al. 2003 a flora lenhosa desta área preservada apresenta elevada riqueza de Leguminosae e Euphorbiaceae. O componente herbáceo é representado principalmente pelas famílias Poaceae, Asteraceae, Malvaceae, Convolvulaceae e Euphorbiaceae (Reis et al. 2006; Araújo et al. 2005a).

Em 1994, um trecho com cerca de 3 ha e distando 5 metros do fragmento preservado sofreu corte raso para o cultivo de palma gigante (*Opuntia ficus-indica*

Mill.), não sendo utilizado fogo nem pesticidas para o preparo da terra. Após o plantio da palma, cerca de seis meses depois a área foi abandonada e vem se regenerando desde então, sem novos registros de intervenção antrópica.

Atualmente, na área antropizada, já existe uma vegetação estabelecida, mas em fase inicial de sucessão e com condições microclimáticas diferente da área preservada, sua vegetação arbustivo-arbórea apresenta menor altura, menor densidade e dossel mais aberto quando comparada com a área preservada. Consequentemente existe uma maior penetração de luz e temperaturas mais elevadas para a regeneração da vegetação herbácea, porém, na área preservada, o solo é mais sombreado porque o dossel é quase contínuo (Lima 2011; Lopes 2011).

#### Seleção das espécies e desenho experimental

As espécies selecionadas para o estudo foram as terófitas (espécie que passa estação desfavorável em forma de semente - Raunkiaer 1934) de distribuição ocorrente nos trópicos americanos, *Delilia biflora* (L.) Kuntze (Asteraceae), *Gomphrena vaga* Mart. (Amaranthaceae) e *Pseudabutilon spicatum* (Kunth) R.E Fr. (Malvaceae) que foram populações abundantes e ocorrem tanto na área preservada quanto na antropizada (Reis et al. 2006; Santos 2010).

O monitoramento foi realizado durante a estação chuvosa de 2011 (janeiro a agosto de 2011), pois é nesta estação que os indivíduos lenhosos apresentam folhas, projetando sombra sobre o solo e proporcionando a existência de microhabitats diferenciados que influenciam a dinâmica das populações herbáceas. Tanto na área preservada quanto na antropizada foram estabelecidas 50 parcelas (totalizando 100

parcelas), divididas igualmente entre dois tipos de microhabitats. No microhabitat luz difusa as parcelas foram alocadas abaixo de copas de árvores e no microhabitat luz direta as parcelas encontravam-se nos trechos entre as árvores, onde existe e incidência direta da luz do sol.

As parcelas foram estabelecidas com piquetes de madeira de 0,30 m com dimensão de 1x1 m e possuem o distanciamento mínimo entre si de 1 m. No interior das parcelas, todos os indivíduos das populações selecionadas foram contados, marcados com numeração sequencial e mensurados quanto à altura do caule. As medidas de alturas foram tomadas com auxílio de régua ou trena. A marcação dos indivíduos foi feita com etiquetas plásticas que foram presas a base da planta herbácea por um arame.

Foram feitas visitas mensais às parcelas alocadas nas áreas de estudo para monitoramento do crescimento dos indivíduos, registro de novos nascimentos e número de mortes nas populações. Os nascimentos foram computados quando a emergência da plântula era observada sobre o solo. Já os indivíduos que desapareciam da parcela entre intervalos de amostragem ou que secavam e tombavam sobre o solo, foram considerados como mortos.

Para quantificar e avaliar se existem diferenças na produção de frutos dos indivíduos das áreas preservada e antropizada sob os microhabitats, foram selecionados aleatoriamente mais 25 indivíduos de cada população por microhabitat estabelecidos fora das parcelas, totalizando 50 indivíduos por área, os quais foram monitorados mensalmente até a produção de frutos. Assim que estivessem apresentando frutos, os indivíduos foram coletados para contagem dos frutos.



## Processamento e análise dos dados

A sobrevivência da população foi descrita através dos percentuais de indivíduos sobreviventes das coortes no início do estudo. A normalidade dos dados médios de densidade, número de indivíduos nascidos, mortos e altura foram avaliados pelo teste Kolmogorov-Smirnov, esclarecendo que os dados não eram normais. Diferenças mensais na densidade, nos totais de nascimento, mortalidade e de crescimento absoluto (altura) das herbáceas entre as áreas (preservada e antropizada) e microhabitates (luz direta e luz difusa), foram avaliadas pelo teste não paramétrico Kruskal-Wallis (Zar 1996). A produção de frutos foi quantificada através de seu valor absoluto e as diferenças na produção entre as áreas e os microhabitates foram analisadas através do teste Qui-quadrado uma amostra (aderência) com proporções esperadas iguais (Ayres et al. 2007). As análises foram realizadas através do programa BioEstat 5.0.

## Resultados

### Densidade das populações herbáceas entre as áreas e os microhabitates

No censo inicial do estudo (janeiro de 2011), os tamanhos das populações nos 50 m<sup>2</sup> amostrados da área preservada foram de 304 indivíduos de *Delilia biflora*, 331 indivíduos de *Gomphrena vaga* e 41 indivíduos de *Peudabutilon spicatum*. Quando observada a densidade dos indivíduos em cada microhabitat, o total de indivíduos registrados para *D. biflora* foram de 207 no microhabitat luz direta e 97 no microhabitat luz difusa. *G. vaga* apresentou 199 indivíduos na luz direta e 132 na luz difusa e *P.*

*spicatum* no microhabitat luz direta foi representado por 37 indivíduos e por quatro indivíduos no microhabitat luz difusa.

A área antropizada apresentou 628 indivíduos de *D. biflora*, 202 indivíduos de *G. vaga* e 15 indivíduos de *P. spicatum* no início do estudo. Na população de *D. biflora*, 196 dos seus indivíduos estavam estabelecidos no microhabitat luz direta e 432 indivíduos no microhabitat luz difusa. *G. vaga* apresentou 57 indivíduos no microhabitat luz direta e 145 indivíduos no microhabitat luz difusa. Já *P. spicatum* foram registrados seis e nove indivíduos na luz direta e difusa, respectivamente.

A população de *P. spicatum* não apresentou diferença significativa na densidade entre as áreas e entre os microhabitates (Tabela 1). *D. biflora* não apresentou diferença significativa entre as áreas e apresentou diferença significativa apenas entre os microhabitates da área antropizada ( $H= 6,26$  e  $p= 0,01$ ) (Tabela 1).

A densidade média de *G. vaga* apresentou diferença significativa entre as áreas ( $H= 18,44$  e  $p< 0,01$ ) sendo significativamente maior na área preservada, e em relação aos microhabitates também foi verificada diferença significativa (Tabela 1). Dentro da área preservada sua densidade média foi maior no microhabitat luz direta. Já na área antropizada a densidade média de *G. vaga* foi mais elevada no microhabitat luz difusa (Tabela 1).

Nascimento, morte e sobrevivência das populações herbáceas entre as áreas e os microhabitates

O número de nascimentos variou entre as populações, entre as áreas e entre os microhabitates. Na área preservada, para todas as populações o número de nascimento

foi mais elevado no microhabitat de luz direta. Na área antropizada, apenas *G. vaga* apresentou maior número de nascimentos na luz difusa (Tabela 2).

Na população de *Delilia biflora* o número médio de nascimento não apresentou diferença significativa entre as áreas. Em relação ao número médio de indivíduos mortos, *D. biflora* também não apresentou diferença significativa entre as áreas. Na área antropizada, o número médio de nascimento de *D. biflora* não diferiu entre os microhabitates (luz direta x luz difusa) (Tabela 1).

*G. vaga* apresentou diferença significativa no número médio de nascimentos ( $H=19,50$  e  $p < 0,01$ ) e de mortes ( $H=18,78$  e  $p < 0,01$ ) entre as áreas e não apresentou diferença significativa no número médio de nascimentos e mortes entre microhabitates de uma mesma área. Contudo, a influência do tipo microhabitat (luz direta x luz difusa) sobre número médio nascimentos e mortes diferiu entre a área preservada e a antrópica (Tabelas 1 e 2). Diferenças significativas entre as áreas quanto ao número médio de nascimentos e mortes e entre os microhabitates não foram registradas para *P. spicatum* (Tabela 1 e 2).

Em relação à sobrevivência, na área preservada 85,50% dos indivíduos de *D. biflora* sobreviveram até o final do monitoramento no microhabitat luz direta e 95,87% no microhabitat luz difusa. Na área antropizada, 88,77% dos indivíduos de *D. biflora* recrutados na luz direta e 74,53% dos indivíduos recrutados na luz difusa conseguiram chegar ao último mês do estudo.

Para a população de *G. vaga*, na área preservada, o percentual de sobrevivência dos indivíduos recrutados no início do monitoramento sob condições de luz direta foi de 73,36% e sob condições de luz difusa foi de 54,54%. Na área antropizada *G. vaga*

apresentou 59,64% de sobrevivência microhabitat luz direta e 72,41% no microhabitat luz difusa.

Quando avaliados os sobreviventes de *P. spicatum* na área preservada encontramos 89,18% na luz direta e 50% na luz difusa e na área antropizada foram 100% na luz direta e 77,7% na luz difusa.

#### Crescimento absoluto e produção de frutos

A altura média dos indivíduos de *Delilia biflora* diferiu significativamente entre as áreas ( $H= 5,08$  e  $p= 0,02$ ) (preservada e antrópica) e entre os microhabitates de cada área, sendo altura média maior na área antropizada (Tabela 1). A altura média das plantas de *G. vaga* diferiu significativamente entre as áreas ( $H= 16,37$ ). Na área antropizada foi registrado diferença na altura média das plantas de *G. vaga* entre os microhabitates ( $H= 4,43$  e  $p < 0,01$ ), o que não ocorreu na área preservada. A influência do microhabitat de luz direta diferiu entre as áreas antrópica e preservada ( $H= 14,24$  e  $p= 0,02$ ), de forma que as plantas nessa condição de microhabitat apresentaram maior altura média na área preservada. Para *P. spicatum*, não houve diferença significativa na altura média dos indivíduos entre as áreas e nem entre os microhabitates (Tabela 1).

A produção de frutos de *D. biflora* apresentou diferença significativa entre as áreas ( $p < 0,01$ ) (Tabela 3). Na área preservada apresentou diferença significativa da produção entre os microhabitates ( $p < 0,01$ ), variando de 299 (luz difusa) a 1878 (luz direta) (Tabela 3). Na área antrópica a produção de *D. biflora* diferiu significativamente ( $p < 0,01$ ) de 310 frutos no microhabitat luz difusa a 736 frutos no microhabitat luz direta (Tabela 3).

O número de frutos *G. vaga* não diferiu significativamente entre as áreas estudadas ( $p = 0,91$ ), a quantidade de frutos coletados na área preservada (158 frutos) foi similar ao registrado na área antropizada (160 frutos). Contudo na área preservada, *G. vaga* produziu mais fruto na luz direta (106 frutos) apresentando diferença significativa entre seus microhabitates ( $p < 0,01$ ) e na área antropizada produziu mais na luz difusa (87 frutos) embora essa diferença não tenha sido significativa segundo o teste qui-quadrado ( $p = 0,26$ ) (Tabela 3).

A produção de frutos de *P. spicatum* foi significativamente diferente apenas entre os microhabitates da área antropizada ( $p < 0,01$ ) (Tabela 3).

Tanto na área preservada quanto na antropizada foi registrado maior produção de frutos sob condição de luz direta, praticamente o dobro do número de frutos produzidos na luz difusa para as três espécies (Tabela 3).

## Discussão

A dinâmica (densidade, nascimento, mortes e altura) e a sobrevivência de *Delilia biflora* e *Gomphrena vaga* diferiu entre as áreas e entre os microhabitates para alguma das variáveis analisadas. Já *Pseudabutilon spicatum* não demonstrou diferença significativa na densidade, número de nascimentos, número de indivíduos mortos entre as áreas e ou microhabitates, indicando que as condições de luz direta e luz difusa não influenciaram a dinâmica da espécie. Alguns autores admitem que outros fatores abióticos como as características climáticas do próprio local e/ou os índices pluviométricos podem com o tempo alterar a plasticidade das espécies (Wang 2005; Salo 2004; Belsky 1990). É possível que isso tenha ocorrido com *Pseudabutilon*

*spicatum*, mas também é possível que realmente a luz, seja ela difusa ou direta, não seja um fator crítico na dinâmica dessa população e conseqüentemente, essa espécie não seja um bom modelo para avaliar o impacto de ações antrópicas na recuperação de áreas abandonadas.

Por apresentar maior densidade média na área preservada, *Gomphrena vaga* mostrou seguir uma tendência de se desenvolver melhor em áreas não perturbadas, especificamente nos microhabitats que recebem uma maior quantidade de luz. Este resultado concorda com outros estudos realizados em ambientes semiáridos, os quais registram que o componente herbáceo apresenta maior densidade em trechos abertos, onde a luz solar chega diretamente sobre o manto herbáceo, facilitando seu recrutamento (Silva et al. 2009; Aguilera e Lauenroth 1995; Mordelet e Menaut 1995; Belsky 1994; Kessler 1992; Crozier e Boerner 1984).

O expressivo número de indivíduos de *D. biflora* na área antropizada, especificamente no microhabitat luz difusa, permite indicar que ela possivelmente seria colonizadora de áreas antropizadas (e que estão em fase inicial de sucessão). Por possuírem um dossel menos denso que o existente nas áreas preservadas, supõe-se que os locais mais sombreados de áreas antropizadas oferecem uma condição microclimática mais parecida da encontrada nos trechos abertos de áreas preservadas. Logo, indivíduos que se estabelecem nas áreas perturbadas experimentam condições microclimáticas (como disponibilidade de luz, disponibilidade de água, temperatura, etc) distintas das encontradas na área preservada, pois a remoção da cobertura vegetal faz com que o microclima local seja alterado, e em adição, a influência dos fatores bióticos e abióticos torna-se mais intensa quando comparada ao que ocorre em habitats

preservados (Kostrakiewicz 2009; Andrade et al. 2007; Tews et al. 2006; Ferguson 2003; Crozier e Boerner 1984).

A ocupação de espécies herbáceas em áreas com a vegetação lenhosa menos densa (como na área antropizada) também foi encontrado por Riginos et al. 2009, ao registrar que o sombreamento, causado por árvores mais isoladas ou espaçadas entre si, pode ter efeito positivo no desenvolvimento de espécies herbáceas e que o sombreamento causado por uma alta densidade de plantas lenhosas não espaçadas entre si afeta as populações herbáceas de forma negativa.

As diferenças registradas neste estudo quanto à densidade das ervas entre microhabitats de luz direta e luz difusa mostram que o efeito do dossel, ou seja, a existência de microhabitates mais ou menos iluminado devido à presença das plantas lenhosas constituem um fator importante para o estabelecimento de plântulas herbáceas, podendo o nível de sombreamento ser mais relevante do que a modificação da área em si, o que também já foi registrado por Gomez-Aparicio et al. 2005 e Aguilera e Lauenroth 1995.

O número de indivíduos mortos para as espécies variou bastante entre as áreas e os microhabitates. A grande quantidade de indivíduos mortos encontrados nos microhabitates pode estar relacionada a diversos fatores. Por exemplo, os indivíduos estabelecidos no microhabitat de luz direta perdem água mais rápido para o ambiente, sofrendo mais rapidamente e mais intensamente o déficit hídrico característico da área, não conseguindo manter-se vivo no local.

Além do estresse hídrico, outros fatores ambientais podem causar a mortalidade dos indivíduos em ambos microhabitates, como o impacto das chuvas em plântulas recém germinadas ou em indivíduos fragilizados que sobreviveram à seca anterior

(Andrade et al. 2007; Santos et al. 2007); competição intra e inter-específica por recurso (Vilà et al. 2006; Nordbakken et al. 2004; Suzuki et al. 2004), ataque por patógenos (Silveira et al. 2005; Araújo e Ferraz 2003), a herbivoria (Leimu e Lehtila 2006; Hanley 1998; Belsky 1990), porém tais fatores não foram testados neste estudo, não permitindo tecer maiores comentários.

As diferentes condições ambientais também influenciaram na sobrevivência das espécies, uma vez que esta variou entre áreas e entre microhabitats dependendo da espécie considerada. Embora as espécies deste estudo apontem uma tendência de maior sobrevivência em áreas abertas, trabalhos como o de Gomez-Aparicio et al. 2005 encontraram resultados diferentes, onde as espécies herbáceas apresentaram um menor percentual de sobrevivência em áreas abertas.

Na literatura, o desenvolvimento das espécies herbáceas segue dois tipos de modelos. O primeiro modelo engloba as espécies de erva que melhor se desenvolvem em locais mais sombreados, espécies estabelecidas abaixo da copa de espécies lenhosas que são capazes de induzir mudanças morfológicas nas espécies herbáceas, de forma que as mesmas possam aumentar sua biomassa produzida (Zhang et al. 2006; Mordelet e Menaut 1995; Kessler 1992; Grouzis et al. 1991). O segundo modelo abrange espécies do componente herbáceo que melhor se desenvolvem em locais abertos (Silva et al. 2009; Aguilera e Lauenroth 1995; Mordelet e Menaut 1995; Belsky 1994; Kessler 1992; Crozier e Boerner 1984).

Neste estudo, diferenças nas alturas médias das plantas entre as áreas e entre os microhabitats evidenciam a influência das condições de estabelecimento no crescimento das plantas, mostrando que a luz direta é um requisito importante para o



desenvolvimento das espécies estudadas, podendo influenciar o sucesso de estabelecimento das mesmas.

Singleton et al. 2001 encontraram diferenças na produção de sementes entre áreas preservada e antropizada, sendo que a floresta mais antiga apresentou maior produtividade de sementes quando comparada à áreas antropizadas. A constatação que o *status* de conservação da floresta influencia a produtividade de diásporos também foi confirmada neste estudo, mas depende da espécie necessariamente não é o habitat preservado que exibe maior produção, uma vez que *Gomphrena vaga* e *Pseudabutilon spicatum* apresentaram maior produtividade de frutos na área antropizada.

Considerando que o habitat preservado dista apenas 5m do habitat antropizado, as diferenças registradas mostram existir alterações na dinâmica das populações herbáceas durante o processo de regeneração natural de áreas que sofrem intervenção antrópica, as quais precisam ser caracterizadas e quantificadas para compreensão do processo de resiliência em áreas de ambiente seco.

## Conclusão

O estudo mostra que a dinâmica populacional das espécies herbáceas estabelecidas em áreas com *status* de conservação distintos apresenta diferença nos microhabitats diretamente ou parcialmente iluminado. Contudo, a influência da existência de microhabitats com luz direta e luz difusa depende da espécie considerada. As populações sensíveis a variação da intensidade luminosa apresentam diferenças quanto ao número de indivíduos, altura e produção de frutos das plantas.

A resiliência de áreas antrópicas de ambientes semiáridos pode ser caracterizada pela existência de heterogeneidade espacial quanto à emergência e sobrevivência de plântulas herbáceas. Consequentemente, o papel das mesmas sobre manutenção do solo (evitando a erosão) e na retenção de sementes de outras espécies (lenhosas e herbáceas) não é uniforme, indicando que a regeneração de áreas antrópicas possa ocorrer por manchas. Além disso, o fato da produtividade de frutos ser maior na área preservada para uma das espécies ressalta a importância da conservação de habitats para renovação do estoque de sementes no solo e disponibilidade de propágulos para a renovação de certas populações.

#### Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq pelo apoio financeiro e concessão da bolsa de mestrado da primeira autora, a Estação Experimental José Nilson de Melo do Instituto Agrônomo de Pernambuco – IPA por autorizar o acesso a área de estudo e oferecer o alojamento durante o trabalho de campo, a Universidade Federal Rural de Pernambuco pelo apoio logístico, ao Programa de Pós-Graduação em Botânica da UFRPE pelo apoio institucional e aos pesquisadores do Laboratório de Ecologia Vegetal dos Ecossistemas Naturais - L.E.V.E.N pela ajuda no trabalho de campo e processamento dos dados.

## Referências

- Aguilera M and Lauenroth KW (1995) Influence of gap disturbances and type of microsites on seedling establishment in *Bouteloua gracilis*. *Journal of Ecology* 83:87-97
- Alcoforado-Filho FG, Sampaio EVSB, Rodal MJN (2003) Florística e fitossociologia de um remanescente de vegetação caducifólia espinhosa arbórea em Caruaru. *Acta. Botânica Brasileira* 17:287-303
- Andrade JR, Santos JMFF, Lima EM, Lopes CGR, Silva KA, Araújo EL (2007) Estudo populacional de *Panicum trichoides* Swart. (Poaceae) em uma área de Caatinga em Caruaru, Pernambuco. *Revista Brasileira de Biociências* 5:858-860
- Andrade LA, Pereira IM, Leite UT, Barbosa MRV (2005) Análise da cobertura de duas fitofisionomias de Caatinga, com diferentes históricos de uso, no Município de São João do Cariri, Estado da Paraíba. *Cerne* 11:253-262
- Araújo EL, Silva KA, Ferraz EMN, Sampaio EVSB, SILVA SI (2005a) Diversidade de herbáceas em microhabitats rochoso, plano e ciliar em uma área de Caatinga, Caruaru- PE. *Acta Botânica Brasílica* 19:285-294
- Araújo EL, Ferraz EMN (2003) Processos ecológicos mantenedores da diversidade vegetal na Caatinga: estado atual do conhecimento. In: Claudino Sales V (Org) *Ecosistemas brasileiros: manejo e conservação*. Expressão Gráfica, Fortaleza
- Ayres M, Ayres Júnior M, Ayres DL, Santos AA (2007) *Bioestat – Aplicações estatísticas nas áreas das ciências bio-médicas*. Ong Mamiraua. Belém, PA
- Belsky AJ (1994) Influences of trees on savanna productivity: Tests of shade, nutrients, and tree-grass competition. *Journal of Ecology* 75:922-932

- Belsky AJ (1990) Tree/grass ratios in East African savannas: a comparison of existing models. *Journal of Biogeography* 17:483-489
- Brooks ML (1999) Habitat invasibility and dominance by alien annual plants in the western Mojave Desert. *Biological Invasions* 1:325–337
- Castelletti CHM, Santos AMM, Tabarelli M, Silva JMC (2003) Quanto ainda resta da Caatinga? Uma estimativa preliminar. In: Leal IR, Tabarelli M, Silva JMC (eds) *Ecologia e Conservação da Caatinga*. Ed. Universitária da UFPE, Recife, pp 719-734
- Crozier CR, Boerner REJ (1984) Correlations of Understory Herb Distribution Patterns with Microhabitats under Different Tree Species in a Mixed Mesophytic Forest. *Oecologia* 62:337-343
- Ferguson BG; Vandermeer J; Morales H; Griffith DM (2003) Post-agricultural succession in El Péten, Guatemala. *Conservation Biology* 17: 818-828
- Gómez-Aparicio L, Gómez JM, Zamora R (2005) Microhabitats shift rank in suitability for seedling establishment depending on habitat type and climate. *Journal of Ecology* 93:1194-1202
- Gotelli NJ (2007) *Ecologia*. Editora Planta
- Grouzis M, Akpo LE (1997) Influence of tree cover on herbaceous layer above and below ground phytomass in Sahelian zone. *Journal of Arid Environment* 35:285-296
- Grouzis M, Nizinski J, Fournier C (1991) L'arbre et l'herbe du Sahel. Poster, IV<sup>e</sup> Congrès International des Terres de Parcours, Montpellier, France
- Hanley ME (1998) Seedling herbivory, community composition and plant life history traits. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, ½:191-205

- Kessler JJ (1992) The influence of karité (*Vitellaria paradoxa*) and néré (*Parkia biglobosa*) trees on sorghum production in Burkina Faso. *Agroforestry Systems* 17:297-118
- Köppen W (1948) *Climatologia: con um estudo de los climas de la Tierra*. Fondo de Cultura Economica, México, pp 478
- Kostrakiewicz K (2009) The influence of shadow created by adjacent plants on phenotypic plasticity of endangered species *Trollius europaeus* L (RANUNCULACEAE). *Polish Journal of Ecology* 4: 625-634
- Leimu R, Lehtila K (2006) Effects of two type of herbivores on the population dynamics of a perennial herb. *Basic and applied ecology* 7:224-235
- Mordelet P, Menaut JC (1995) Influence of trees on above-ground production dynamics of grasses in a humid savanna. *Journal Vegetable Science* 6:223-228
- Nordbakken JF, Rydgren K, Okland RH (2004) Demography and population dynamics of *Drosera anglica* and *D. rotundifolia*. *Journal of Ecology* 92:110-121
- Raunkiaer C (1934) *Life forms of plants and statistical plant geography*. Oxford, Clarendon Press
- Reis AMS, Araújo EL, Ferraz EMN, Moura NA (2006) Variações interanuais na florística e fitossociologia do componente herbáceo de uma área de Caatinga, Pernambuco, Brazil. *Acta Botânica Brasílica* 29:497-508
- Riginos C, Grace JB, Augustine DJ, Young TP (2009) Local versus Landscape- Scale Effects of Savanna Trees on Grasses. *Journal of Ecology* 97:1337–1345
- Santos JMFF, Andrade JR, Lima EM, Silva KA, Araújo EL (2007) Dinâmica populacional de uma espécie herbácea em uma área de floresta tropical seca no Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Biociências* 5:855-857

- Salo LF (2004) Population dynamics of red brome (*Bromus madritensis* subsp. *rubens*): times for concern, opportunities for management. *Journal of Arid Environments* 57:291-296
- Sampaio EVSB, Araújo EL, Salcedo IH, Tiessen H (1998) Regeneração da vegetação após corte e queima, em Serra Talhada, PE. *Revista Brasileira de Pesquisa Agropecuária* 33:621 – 632
- Silveira AP, Araújo EL, Araújo FS, Willadino LG (2005) Predação de frutos e germinação de sementes em *Auxemma oncocalyx* (Allemão) Baill. e *Auxemma glazioviana* Taub. In: *Estresses ambientais: danos ou benefícios em plantas*. Recife, pp 416-432
- Suzuki ZO, Kudoh H, Kachi N (2004) Spatial and temporal variations in mortality of the biennial plant, *Lysimachia rubida*: effects of intraspecific competition and environmental heterogeneity. *Journal of Ecology* 91:114-125
- Singleton R, Gardescu S, Marks PL, Geber MA (2001) Forest herb colonization of postagricultural forests in central New York State, USA. *Journal of Ecology* 89:325-338
- Tews J, Esther A, Milton SJ, Jeltsh F (2006) Linking a population model with an ecosystem model: Assessing the impact of land use and climate change on savanna shrub cover dynamics. *Ecological Modelling* 219-228
- Titus JH, Tsuyuzaki S (2003) Distribution of plants in relation to microsites on recent volcanic substrates on Mount Koma, Hokkaido, Japan. *Ecological Research* 18:91–98

- Vilá M, Bartolomeus I, Gimeno I, Traveset A, Moragues E (2006) Demography of the Invasive Geophyte *Oxalis pes-caprae* Across a Mediterranean Island. *Annals of Botany* 97:1055-1062
- Yu S, Bell D, Sternberg M, Kutiel P (2008) The effect of microhabitats on vegetation and its relationships with seedlings and soil seed bank in a Mediterranean coastal sand dune community. *Journal of Arid Environments* 72:2040-2053
- Wang RZ (2005) Demographic variation and biomass allocation of *Agropyron cristatum* grown on steppe and dune sites in the Hunshandake Desert, North China. *Grass and forage Science* 60:99-102
- Zar JH (1996) *Bioestatistical Analysis*. New Jersey, Prentice Hall
- Zhang JJ, Wang LS, Liu ZA, Li CH (2006) Recent advances in flower color research of tree peony. *Acta Horticulturae Sintropical* 33:1383–1388

Tabela 1. Valores médios de densidade ( $\text{ind.m}^{-2}$ ), nascimento ( $\text{ind.m}^{-2}$ ), morte ( $\text{ind.m}^{-2}$ ), altura (cm) e desvios padrões de três populações herbáceas no semiárido do Brasil. Letras minúsculas iguais na mesma linha denotam ausência de diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre os microhabitats (luz direta e luz difusa) e letras maiúsculas iguais na mesma coluna denotam ausência de diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre as áreas (preservada e antropizada), utilizando o teste de variância de Kruskal-Wallis.

Variável	Área/Microhabitat	<i>Delilia biflora</i>			<i>Gomphrena vaga</i>		
		área total	luz direta	luz difusa	área total	luz direta	luz difusa
Densidade	Preservada	12.86±22.59A	19.66±26.67aA	5.98±15.24aA	28.50±59.73A	44.34±80.33aA	12.66±17.57aA
	Antropizada	10.24±25.50A	16.25±34.14aA	3.95±8.94bA	3.76±7.76B	2.28±7.76aB	5.25±7.63bB
Nascimentos	Preservada	2.07±3.39A	3.20±3.99aA	0.93±2.20aA	4.86±9.55A	7.10±12.81aA	2.61±3.41aA
	Antropizada	1.58±3.80A	2.52±5.08aA	2.47±3.62aB	0.61±1.24B	0.42±1.28aB	0.81±1.19aB
Mortes	Preservada	0.46±0.79A	0.72±0.98aA	0.20±0.41bA	1.34±2.54A	1.54±3.22aA	1.15±1.65aA
	Antropizada	0.52±0.92A	0.39±0.86aA	0.64±0.98aB	0.18±0.49B	0.16±0.49aB	0.21±0.50aB
Altura	Preservada	3.97±5.19A	5.67±6.54aA	2.26±2.47bA	4.56±3.83A	5.48±4.43aA	3.64±2.91aA
	Antropizada	10.52±14.45B	16.96±18.32aB	4.08±2.11bB	1.66±2.69B	0.97±2.68aB	2.35±2.58bA



continuação tabela 1.

<i>Pseudoabutilon spicatum</i>				
Variável	Área/Microhabitat	área total	luz direta	luz difusa
Densidade	Preservada	1.39±3.54A	2.61±4.72aA	0.17±0.39aA
	Antropizada	0.74±2.69A	1.16±3.56aA	0.31±1.33aA
Nascimentos	Preservada	0.22±0.52A	0.42±0.69aA	0.03±0.07aA
	Antropizada	0.12±0.45A	0.20±0.60aA	0.04±0.17aA
Mortes	Preservada	0.03±0.10A	0.06±0.13aA	0.01±0.05aA
	Antropizada	0.02±0.09A	0.03±0.13aA	0.01±0.03aA
Altura	Preservada	3.53±6.50A	5.57±7.94aA	1.49±3.84aA
	Antropizada	3.76±11.03A	6.89±14.94aA	0.64±2.24aA

Tabela 2. Número total de nascimentos e mortes de três populações herbáceas no semiárido do Brasil.

	<i>Delilia biflora</i>		<i>Gomphrena vaga</i>		<i>Pseudabutilon spicatum</i>	
	Nascimentos	Mortes	Nascimentos	Mortes	Nascimentos	Mortes
Área preservada						
<i>Luz direta</i>	641	144	1421	309	85	12
<i>Luz difusa</i>	187	40	523	230	6	3
Área antropizada						
<i>Luz direta</i>	505	79	85	33	41	7
<i>Luz difusa</i>	494	128	162	42	9	2

Tabela 3. Número total de frutos produzidos de três populações herbáceas no semiárido do Brasil. Letras minúsculas iguais na mesma linha e maiúsculas iguais na mesma coluna denotam ausência de diferença significativa ( $p > 0,01$ ) em relação a produção de frutos entre as áreas e entre os microhabitats para cada espécie, utilizando o teste Qui-quadrado uma amostra (aderência) com proporções esperadas iguais.

	<i>Delilia biflora</i>			<i>Gomphrena vaga</i>			<i>Pseudabutilon spicatum</i>		
	Total	Luz direta	Luz difusa	Total	Luz direta	Luz difusa	Total	Luz direta	Luz difusa
Área preservada	2177A	1878aA	299bA	158A	106aA	52bA	75A	50aA	25aA
Área antropizada	1046B	736aB	310bA	160A	73aA	87aA	80A	59aA	21bA

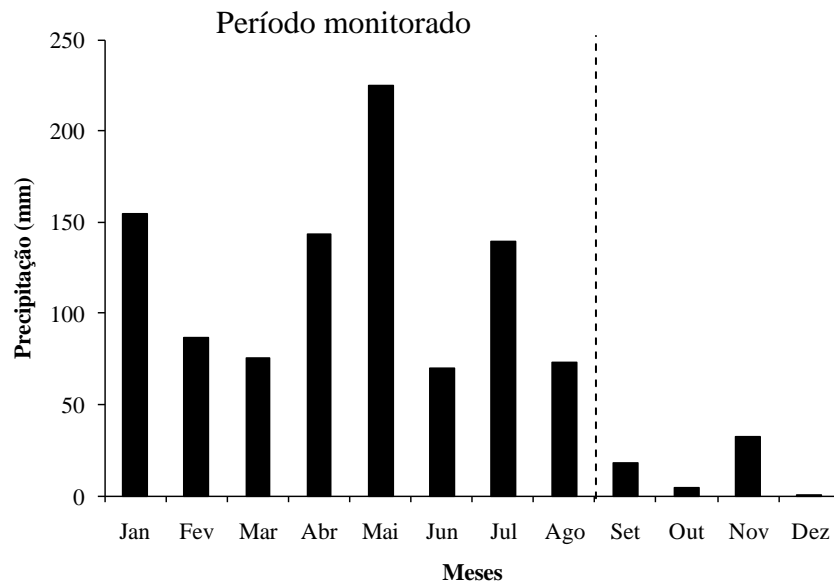


Fig. 1 Distribuição da precipitação durante o período de janeiro de 2011 a dezembro de 2011 na estação experimental do Instituto Agrônômico de Pernambuco em Caruaru, Pernambuco.

## ANEXOS

Manuscripts must be in English. The text should be double-spaced with 3-cm margins on A4-size pages. Number lines and pages consecutively throughout the manuscript and arrange them in the following order: title page, abstract, key words, text, acknowledgments, references, tables, figure legends.

- Title page
- The title page must include the title, along with the names and affiliations of all authors. Also give the full name, address, and e-mail address of the author who is to receive and approve page proofs. Other authors may also have their e-mail addresses included if they wish. The title page must also include information about the structure of the manuscript: the number of text pages, the number of figure(s)/table(s), and any other notes.
- Abstract and key words
- An abstract should be no longer than 250 words, and should concisely summarize the contents and main conclusions of the article. A list of up to 6 key words must immediately follow the abstract. Key words should not include words used in the article title.
- Text
- Authors should consult recent issues for details of style and presentation. Scientific names and mathematical parameters should be in italics. The complete scientific names (genus, species, and authority) should be cited for every organism on first appearance in the text: the authority can be omitted in the case of an organism from a cited paper.

- References
- References should be cited in the text by the author and year. The reference list at the end of the paper should include only works cited in the text and should be arranged alphabetically by the name of the first author. Citations of "unpublished results" or papers "in preparation" should be included in the text but not in the reference list.
- References should be cited as follows: journal papers—names and initials of all authors, year in parentheses, full title, journal as abbreviated in accordance with international practice, volume number, first and last page numbers; books—names and initials of all authors, year, chapter title, names of all editors, full title, edition, publisher, place of publication.

Example of a journal paper in the reference list:

Kaji K, Takahashi H, Tanaka J, Tanaka Y (2005) Variation in the herd composition counts of sika deer. *Popul Ecol* 47:53–59

If available,

the Digital Object Identifier (DOI) of the cited literature should be added at the end of the reference in question.

Steen H, Mysterud A, Austrheim G (2005) Sheep grazing and rodent populations: evidence of negative interactions from a landscape scale experiment. *Oecologia* 143:357–364. DOI 10.1007/s00442-004-1792-z

A paper published online but not yet in print can be cited using the DOI:

Canales C, Grigg S, Tsiantis M (2005) The formation and patterning of leaves: recent advances. *Planta* DOI 10.1007/s00425-005-1549-x

Example of a book:

Begon M, Harper JL, Townsend CR (1987) *Ecology: individuals, populations and communities*. Blackwell, Oxford

Example of a chapter in a book:

Ohgushi T (1996) Plant-mediated interactions between herbivorous insects. In: Abe T, Levin SA, Higashi M (eds) *Biodiversity: an ecological perspective*. Springer, New York, pp 115–130

Responsibility for the accuracy of bibliographic data rests entirely with the author.

- Tables
- Each tables must be on separate page with short, informative titles. Tables should be numbered consecutively with Arabic numerals. Double-space all parts of each table.
- Figures
- The figures should match the size of either the column width (8.4 cm) or the printing area (17.4 × 23.4 cm). Figure parts should be identified by lowercase roman letters (a, b, etc.). If illustrations are supplied with uppercase labeling, lowercase letters will still be used in the figure legends and citations. Figure legends should be placed at the end of the text.
- For production, the publisher requires figure files to be prepared following the Technical Instructions for Manuscripts and Illustrations in Electronic Form,

published in most issues. Color figures will always be published in color in the online version. In print, however, they will appear in color only if the author agrees to make a contribution (JPY 152 000 per article) to printing costs.

Otherwise, the figures will be printed in black and white.

- Please note that, in such cases, it is authors' responsibility to prepare figures to be illustrative enough to convey the necessary information even after they are converted into black and white.
- Units of measurements
- The International System of Units (SI) should be used.